

367-3-8



015413
03673X0008

FORAGE DE RECONNAISSANCE ET D'EXPLOITATION

de BUSSY-en-OTHE (1968)

Y O N N E

Division: Hydrogéologie



015478
03673X0008

FORAGE DE RECONNAISSANCE ET D'EXPLOITATION

de BUSSY-en-OTHE

Y O N N E

	Pages
1°) Présentation - Résultats.....	2 à 3
2°) Renseignements administratifs - Emplacement	4 à 5
3°) Renseignements divers.....	6 à 71
4°) Coupe de l'ouvrage.....	72 à 79

Etabli le : 7 Juin 1971

L'IGREF, Chef de la Division
Hydrogéologie

J. DUPUIS

1°) PRESENTATION - RESULTATS



015480

03673X0008

La Direction Départementale de l'Agriculture de l'Yonne nous a demandé en Juin 1968 d'exécuter un forage de recherche à BUSSY-en-OTHE pour atteindre un niveau aquifère de l'Albien qui devait se trouver à une profondeur de 200 m. environ sous les marnes de Brienne.

Ce forage intéressait également la Section d'Hydrologie et d'Hydrogéologie du C.E.R.A.F.E.R. et le B.R.G.M., Service Géologique Régional du Bassin de PARIS, par la précision des renseignements hydrogéologiques qu'il pouvait apporter.

En outre, il était convenu que si les conditions étaient favorables nous équiperions le forage de tubages et crépines pour permettre à la Commune d'exploiter la nappe aquifère profonde. Le débit recherché était de 25 m³/h et la Commune prenait à sa charge, en cas de succès, les frais d'équipement du forage (tubages, crépines, développement, pompage etc...). L'emplacement a été choisi de façon à faciliter l'exploitation du forage par la Commune. Il convenait parfaitement aux services plus particulièrement intéressés par les renseignements hydrogéologiques.

L'ouvrage nous a fourni :

- une coupe stratigraphique de 0 à 297 m de profondeur
- des échantillons des terrains forés au tricône, recueillis tous les mètres (remis au B.R.G.M. à Brie Comte Robert)
- des carottes. En particulier, toute la zone des argiles et sables aquifères de l'albien entre 223,60 m. et 297 m. a été carottée à 95,4 % (carottes remises au B.R.G.M.)
- un essai de débit caractéristique (pas d'alimentation) dans une faille rencontrée dans les calcaires à 154,70 m. de profondeur
- une première série de diagraphies du sol à 155 m de profondeur comprenant la P.S. (polarisation spontanée), la résistivité, le gamma ray
- une deuxième série de diagraphies, les mêmes, de 0 à 265 m. de profondeur
- un échantillonnage très représentatif du premier niveau de sable aquifère et des carottes des sables du deuxième et du troisième niveau. Ces échantillons ont permis de faire des analyses granulométriques et un choix très précis de l'ouverture des fentes des crépines et de la granulométrie du gravier additionnel
- un niveau statique, des échantillons d'eau pour analyses diverses (chimique et carbone 14), une courbe du débit en fonction du rabattement, une valeur de la transmissivité, tous éléments obtenus par un pompage d'essai dans l'ouvrage d'exploitation.



015481
03673X0008

Forage de : BUSSY-en-OTHE

Classement: 54 - 1968

Page n° : 3 de 79

Le forage d'exploitation est équipé d'une colonne de tubes 7" casing A.P.I. de 166 mm de diamètre intérieur et qui admet les pompes jusqu'à 6" de diamètre. Cette colonne est cimentée par la base sur une centaine de mètres, à 227 m 78 de profondeur. Le captage comprend une colonne de tubes pleins et crépines "inox" alternés de 5" nominal (Johnson), entre 223 et 263 m. de profondeur et du "gravier" additionnel 0,4 - 1,4 mm. L'essai de débit a été fait jusqu'à 32 m³/h. La courbe débit-rabattement est sensiblement rectiligne et le débit spécifique est d'environ 0,94 m³/h par mètre de rabattement. L'eau est potable à quelques milligrammes de fer près en trop (0,35 pour 0,30 mg/l).

La Commune de Bussy-en-Othe peut exploiter l'ouvrage à 25 m³/h pour un niveau dynamique en pompages intermittents voisin de 125 m. en dessous du sol.

Sur le plan scientifique, les mesures effectuées ont contribué à mieux connaître les conditions locales d'alimentation de la grande nappe albienne du Bassin parisien (1).

Tous les renseignements recueillis au cours des travaux et certains détails techniques d'exécution sont rapportés dans le présent document. Nous attirons tout particulièrement l'attention sur

- la boue de forage dont la qualité nous a permis d'une part d'obtenir un pourcentage de carottes très élevé dans l'albien sur 73 m 40 de hauteur, d'autre part de supporter sans dommage pour l'ouvrage des délais importants d'attente de matériel (construction des crépines)
- les éléments du captage, établis, grâce à un très bon échantillonnage des sables de nappe, en liaison et avec l'aide de la Société Anonyme "Crépines-Johnson-France" (2).
- le gravillonnage par circulation inverse de la boue de forage, technique qui nous a paru la mieux adaptée à la profondeur de l'ouvrage et à la finesse du "gravier" additionnel (0,4 à 1,4 mm).

En résumé, de nombreux renseignements hydrogéologiques ont été recueillis. Ils ont permis de préciser localement les conditions d'écoulement de l'eau dans l'albien et de réaliser dans les meilleures conditions techniques possibles le captage de l'eau des sables fins de l'albien au profit de la Commune de BUSSY-en-OTHE.

-
- (1) - PANETIER J.M. - Processus d'alimentation de la nappe des sables de l'albien en Puisaye - 1969 - Mémoires du B.R.G.M. n° 76 p. 585/591.
- PANETIER J.M. - L'alimentation de la nappe des sables albiens en Puisaye. Bull. du B.R.G.M. Section III n° 3 - 1969 - p. 67/70.
- (2) - Crépines Johnson-France S.A. - 86 - NAINTRÉ (Vienne) Tél: 4 & 9 NAINTRÉ.

2°) RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS - EMPLACEMENT

Département : YONNE (89)
 Commune : BUSSY-en-OTHE
 Maître de l'oeuvre : C.E.R.A.F.E.R.
 Entrepreneur : C.E.R.A.F.E.R.
 But des travaux : Reconnaissance et exploitation
 Commencé le : 3 Octobre 1968
 Terminé le : 23 Juin 1969
 Méthode de forage : Rotation, tricoté et carottier, à la boue
 Matériel utilisé : Foreuse CRAELIUS 1500 C.D. du CERA FER
 Chef de chantier : M. DEUBEL Fernand
 Géologue : M. PANETIER J.M. (CERA FER) et M. MEGNIEN (B.R.G.M.)
 Financement : CERA FER pour les 2/3 Chapitre 61-66 (1968)
 Commune de Bussy-en-Othe pour 1/3 (Equipement tubes et crépines)
 Exécuté : en accord avec le B.R.G.M. - Bassin de PARIS et à la demande de
 la D.D.A. de l'Yonne pour l'exploitation par la Commune.

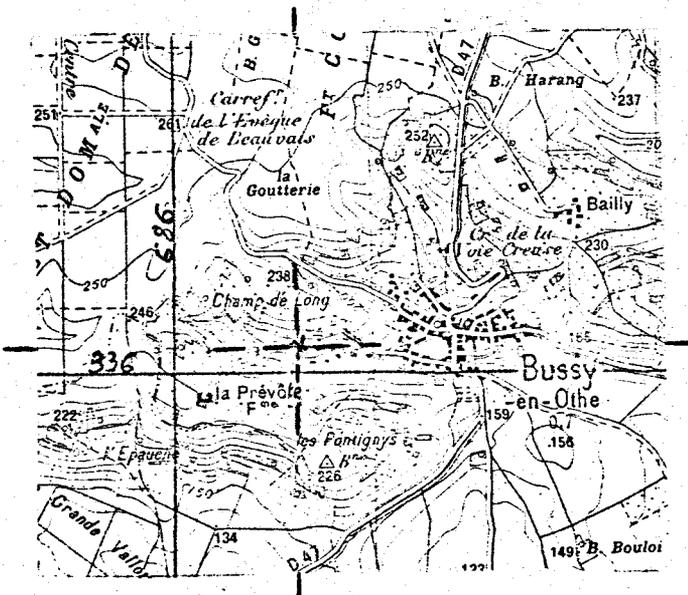


015482

03673X0008

Extrait de carte

Croquis



voir page n° 5

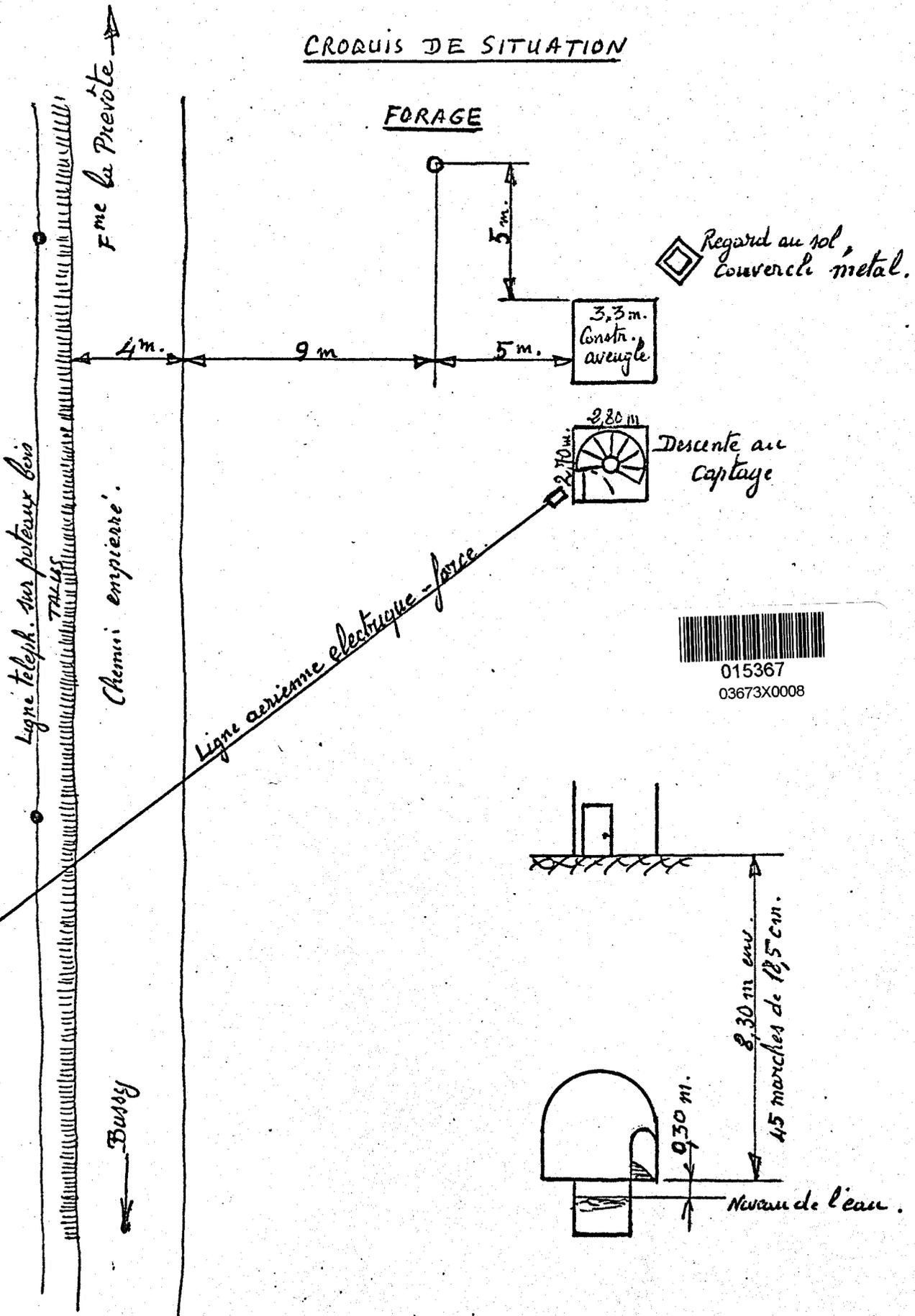
Carte : 1/50.000 JOIGNY Feuille XXVI - 19

x 686.800

y 336.150

z 185 environ

CROQUIS DE SITUATION



3°) RENSEIGNEMENTS DIVERS

Repère zéro

Toutes les cotes de profondeur données dans le présent document sont chiffrées par rapport au haut de la colonne de surface de 267 x 273 mm, cimentée et coupée au niveau du sol. A ce niveau est affectée la cote zéro.

Sommaire

- 3.1 - Historique du chantier
- 3.2 - Matériel et techniques de forage
- 3.3 - Tubage technique de surface
- 3.4 - Forage jusqu'à 156,55 m. de profondeur et carottage électrique
- 3.5 - Essai de débit (perte totale de circulation à 154,70 m.)
- 3.6 - Forage de 156,55 à 297 m. - Carottage électrique
- 3.7 - Détermination des caractéristiques du forage d'exploitation
- 3.8 - Exécution du forage d'exploitation
- 3.9 - Pompage d'essai
- 3.10- Boue de forage
- 3.11- Analyse des temps
- 3.12- Analyse chimique de l'eau



015485

03673X0008



015486

03673X0008

3.1 - Historique du chantier

Après installation du chantier (du 3 au 14.10.1968) et démarrage du forage, nous avons été amené à mettre en place une colonne de surface pour couvrir une zone instable et caverneuse (1). Un tube d'acier de 267 x 273 mm a été descendu à 17,50 m. dans le forage en 12" 1/4 (311,1 mm) puis cimenté en tête et à la base et enfin coupé au ras du sol (du 15 au 23.10.1968).

Le forage a été repris au tricone de 8" 3/4 (222,2 mm), à la boue, de 17,50 à 156,55 mètres de profondeur. Des carottes ont été prélevées de 95 à 96 m., de 123,70 à 124,70 m., de 143,20 à 144,20 m., de 152,75 à 156,55 m. Pendant ce dernier carottage une perte totale de la circulation dans une fissure du calcaire s'est produite à 154,70 m. (du 24.10 au 21.11.1968).

En raison de cette perte totale de la circulation nous avons fait un carottage électrique et un essai de débit qui a montré que la fissure recoupée ne correspondait pas à un réservoir exploitable (du 22.11.1968 au 14.1.1969).

Après cimentation de la fissure (et accidentellement des tiges), le forage a été repris à la boue, en 8" 3/4 de 156,55 à 223,80 m. puis au carottier double CRAELIUS type K.O. de 145 mm nominal (trou 146 mm, carotte 108 mm) de 223,80 à 297 m. (du 15.1. au 1.4.1969). Un carottage mécanique avait été exécuté de 168,60 à 169,05 m. et un carottage électrique alors que le trou était à la profondeur de 267,70 m.

Les renseignements et échantillons recueillis au cours des travaux indiqués ci-dessus (forage de reconnaissance) complétés par des informations sur la potabilité, le niveau statique et la transmissivité, assez précises pour nous permettre de ne pas faire un essai de la nappe albienne, nous ont permis de faire le projet définitif de l'ouvrage d'exploitation dessiné pour être exploité au débit de 25 m³/h.

La phase finale des travaux (du 2.4 au 23.6.1969) correspond à la transformation du forage de reconnaissance en ouvrage d'exploitation et en particulier, le reforage et l'alésage du trou à la boue en 8" 3/4 jusqu'à 276,20 m., le tubage en 7" et la cimentation à 227,78 m., la mise en place de la colonne de captage de 5" (101,1 - 120,6 mm pour les crépines) et du "gravier" (0,4 - 1,4 mm), la mise en production, enfin l'essai de débit.

La durée totale des travaux, 9 mois environ, est longue mais il convient de la rapprocher des durées réelles de chacune des phases de travail que l'on trouvera au paragraphe " 3.11 - Analyse des temps " .

(1) - Au début du forage un trou d'environ 0,50 m. de diamètre s'est ouvert à environ 20 m. de la foreuse. Il correspondait à une excavation naturelle peu profonde dans laquelle plusieurs mètres cubes de déblais divers ont été enfouis.



015487

03673X0008

3.2 - Matériel et techniques de forage

Le forage a été exécuté avec une sondeuse "CRAELIUS 1500 C.D." de construction française montée sur un camion BERLIET G B C 8 RM 2 - 6x6.

Le treuil de forage et la rotation sont entraînés par un moteur diesel Vendevre de 30 CV. à 1500 t.p.m. (Z 2 P).

Deux pompes à boue duplex double effet K.S.P 115 x 150 (4" 1/2 - 6") sont montées sur le plateau du même camion et entraînées par le moteur du véhicule qui peut développer 150 CV. à 2100 t.p.m. (usage véhicule).

Le mât a une hauteur de 15 m. et une force de 15 tonnes.

Nous avons utilisé des tiges de 2" 7/8 I F avec des masses-tiges de 5" 1/2 O.D. jusqu'à 203,80 m. de profondeur puis des tiges de 2" 3/8 Craelius avec masses-tiges de 4" 3/4 O.D.

Les outils utilisés ont été des tricônes conventionnels et un carottier double CRAELIUS type 145 K.O. avec couronne à prismes de carbure de tungstène type "Metaldy" forant un trou de 146 mm et découpant une carotte de 108 mm de diamètre.

Le reforage en 12" 1/4 du niveau du sol à 17,50 m. de profondeur, les reforages de ciment en 8" 3/4 de 16,50 à 17,50 m. et de 153 à 155 m. ont été exécutés à l'eau. Tout le reste du forage a été exécuté avec une bonne boue de forage contrôlée et traitée pour lui conserver des caractéristiques voisines de celles fixées au programme. Même le reforage du ciment de 222,70 à 227,78 m., au pied de la colonne de 7" a été exécuté avec une bonne boue prétraitée au bicarbonate de soude.

La colonne de 7" a été cimentée sous pression par la base, suspendue dans le trou foré en 8" 3/4 sur toute sa hauteur, avec un bouchon reforable au pied, un panier de cimentation à l'extérieur, des perforations juste au dessus du panier, les tiges de forages descendues dans la colonne un peu au dessus du sabot de cimentation et enfin, au sol, la tête étanche de cimentation.

Le gravillonnage a été exécuté par circulation inverse, sous pression de la boue dont la viscosité avait été réduite chimiquement et avec un appareillage construit par nos soins suivant un schéma classique. On verra plus loin ce schéma et des photos.

3.3 - Tube de surface - Voir croquis page 17 -

Les étapes de cette phase de travail ont été les suivantes :

- démarrage du forage au tricône de 8" 3/4 (222,2 mm), à la bonne boue de 0 à 3 m. de profondeur
- carottage en 145 K.O de 3 à 4 m., à la boue
- alésage en 8" 3/4 de 3 à 4 m. et forage



015488

03673X0008

- perte totale de la boue à 7,50 m., forage en injection perdue de 7,50 à 11 m. en 10 minutes
- vidage du forage à la pompe jusqu'à 9,60 m. Aucune venue d'eau alors que le niveau d'eau dans le captage voisin est à environ 8,60 m. de profondeur - Voir croquis page 5
- reforage au tricot de 12" 1/4 (311,1 mm) du sol à 17,50 m., à l'eau et en perte totale. L'injection rejoint le captage voisin et trouble l'eau
- tubage de 0 à 17,50 m. de profondeur avec une colonne soudée constituée de :
 - . tube "Spival", soudé en spirale de Vallourec
 - . diamètre intérieur 267
 - . diamètre extérieur 273
 - . épaisseur 3 mm
 - . en longueurs de 6 m.
 - . coupé au chalumeau au niveau du sol
- cimentation de la base de la colonne par mise en place au fond du forage de 160 l. de lait de ciment, soit 4 sacs ou 200 kg de Portland 285-315 et 100 l. d'eau. La colonne est posée à fond dans le lait de ciment
- cimentation du haut de la colonne avec 50 kg de ciment, sur bouchon de papier bourré dans l'espace annulaire colonne-terrain
- reforage du ciment de 16,50 à 17,50 m. en 8" 3/4 à l'eau claire.

3.4 - Forage jusqu'à 156,55 m. de profondeur et carottage électrique - Voir pages 18 à 30

Une perte totale de la circulation de boue dans une fissure du calcaire à 154,70 m. de profondeur nous a conduits à faire un carottage électrique en trou nu et en boue (courbes de P.S. et de résistivité), pour le cas où il eut été nécessaire de tuber pour fermer le niveau calcaire fissuré pour poursuivre le forage. De même un essai de débit était nécessaire pour vérifier si ce niveau ne correspondait pas à une ressource en eau exploitable pour satisfaire les besoins de la commune.

La perte totale de la circulation de boue à 154,70 m. s'est produite pendant le carottage (carottier 145 K.O de CRAELIUS) qui avait été commencé à 152,75 m. et qui a été poursuivi jusqu'à 156,55 m. avec un rendement de 100 %. Le débit de boue était alors de l'ordre de 200 litres à la minute et ses caractéristiques les suivantes:

- . boue à la bentonite + blanose + tanin-soude
- . heure : 9 h 30 minutes (le 21.11.68)
- . viscosité Marsh 1500 in - 1000 out : 45 secondes
- . densité : 1,18
- . filtrat 7 minutes 30 : 3,5 c.c
- . filtrat 30 minutes : 7,5 c.c
- . cake : 1 mm



015489

03673X0008

Avant l'essai de débit, un carottage électrique a été exécuté sur toute la hauteur du découvert, c'est à dire de 17,50 à 155 m. environ. Le niveau d'eau était au voisinage de 13 m. de profondeur. Ce niveau, avant tous travaux de mise en production n'avait aucune signification précise.

Le carottage électrique a été exécuté par le département "Géophysique" du B.R.G.M. avec un matériel de marque WIDCO, type "Porta-Logger". Ont été enregistrées, en fonction de la profondeur, les courbes de radio-activité naturelle ou gamma-ray, de résistivité 16" et 64" et la courbe de polarisation spontanée ou P.S. On trouvera :

- . pages 24 à 29 les graphiques de P.S. et gamma-ray
- . pages 18 à 23 les graphiques de résistivité 16" et 64"
- . page 30 la note d'interprétation du B.R.G.M.

3.5 - Essai de débit - Voir pages 31 à 34

L'essai de débit a été précédé de la mise en place d'une colonne de protection provisoire de 7" jusqu'à 88,67 m. de profondeur. Il fait l'objet d'un compte rendu particulier que l'on trouvera pages 31 à 34.

Cet essai de débit a montré que la fissure recoupée par le forage à 154,70 m. ne correspond pas à une ressource en eau suffisante pour satisfaire les besoins de la commune.

3.6 - Forage de 156,55 à 297 m. Carottage électrique - Voir pages 35 à 44

Après retrait de la colonne provisoire de 7", la fissure a été colmatée par injection de boue suivie de trois injections de ciment, soit :

- . alésage du forage (qui était en 146 mm) en 8³/₄ (222,2 mm) de 152,75 m. à 155 m., à l'eau claire puis à la boue (3 m³ de boue)
- . injection de 500 l. de boue
- . injection de 100 l. environ de lait de ciment (100 kg)
- . attente 3 heures
- . injection de 100 l. environ de lait de ciment (100 kg)
- . attente 24 heures
- . injection de 100 l. environ de lait de ciment (100 kg)
- . attente de plus de 15 j.

Le ciment a été reforé de 152,10 à 155 m., à l'eau claire et au tricône de 8" 3/4. Le forage a été remis en boue et l'avancement repris toujours au tricône de 8" 3/4.

On a noté des pertes de circulation partielles colmatées par la boue à 158,50 m., 168,30 m., 179,80 m., 181,70 m., 216,60 m., 222,30 m., de 223,60 à 228,10 m. (fortes)!



015490

03673X0008

A partir de 223,80 m., le forage a été poursuivi en carottage continu, à la bonne boue, jusqu'à 297 m. de profondeur. Sur 73,40 m. de carottage, 70,10 m. ont été carottés à 100 % (argiles et sables de l'albien). Seul le premier banc de sable de 3,30 m. entre 229,70 et 233 m. n'a donné que 0,25 m. d'échantillon dans le carottier et des échantillons prélevés dans la boue. On a également noté des pertes de circulation qualifiées de fortes de 225,80 à 228,20 m. puis de faibles à 249,50 m.

Un carottage électrique a été décidé quand le trou a atteint la profondeur de 265 m. En effet les trois couches de sable traversées entre 224,60 et 262,35 m. correspondaient aux niveaux sableux aquifères recherchés. On trouvera :

- . pages 36 à 44 les graphiques de P.S. résistivité et gamma-ray
- . page 35 la note d'interprétation du B.R.G.M.

3.7 - Détermination des caractéristiques du forage d'exploitation

3.7.1 - Récapitulation des éléments de base - Voir pages 45 à 51

- débit recherché : 25 m³/h
- niveau statique probable : 90 m. en dessous du sol
- premier niveau sableux de 229,70 à 233 m.
épaisseur : 3,30 m
granulométrie, voir page 45
- deuxième niveau sableux de 242 à 249,10 m.
épaisseur : 7,10 m.
granulométrie, voir page 46
- troisième niveau sableux de 257,60 à 262,35 m.
épaisseur : 4,75 m.
granulométrie, voir page 47 et 48
- ordre de grandeur de la transmissivité 1 à 5 10⁻⁴ m²/s
- des granulométries intermédiaires des éléments de carottes prélevés à 235,20 m., 240 m., 268,50 m. ont confirmé que les niveaux correspondants étaient très marneux.

On trouvera sur chacune des courbes de granulométrie l'analyse de cette courbe et les conclusions que l'on peut en tirer au point de vue des éléments du captage, c'est à dire mode de développement approprié, dimensions des ouvertures de la crépine et éventuellement du gravier additionnel.

La granulométrie du " gravier " additionnel est donnée pages 49 à 51 .



015491

03673X0008

3.7.2 - Détermination des diamètres

Pour pomper des débits de 20 à 45 m³/h il faut prévoir des pompes dont l'encombrement est de 127 à 147 mm.

Le diamètre intérieur du tubage nécessaire est compris entre 150 et 200 mm.

Nous avons choisi une colonne de 7" casing A.P.I d'un diamètre intérieur de 166,1 mm (épaisseur 5,87) qui passe dans le forage en 8" 3/4 (222,2 mm). Ces dimensions correspondaient bien à la puissance de notre matériel de forage et aux normes données ci-dessus.

De ce choix découlait le diamètre de la colonne de captage soit 5" nominal "Johnson" correspondant à une crépine d'un diamètre extérieur de 120,6 mm et intérieur de 101,1 mm. Notons que ces diamètres d'une part permettaient de mettre en place une gaine de gravier additionnel de 50 mm d'épaisseur dans le trou foré en 8" 3/4, d'autre part d'obtenir des vitesses de circulation de l'eau normales pour le débit recherché, compte tenu de la longueur de la crépine.

3.7.3 - Projet définitif de l'ouvrage d'exploitation

Pour éviter toute confusion, nous ne donnerons pas les cotes de profondeur initialement prévues, qui ont d'ailleurs été respectées à quelques centimètres près. Nous donnerons dans le paragraphe suivant 3.8, uniquement les cotes réelles d'exécution. Programme :

- élargir la base du forage (qui était au diamètre de carottage soit 146 mm) au tricône de 8" 3/4 (222,2 mm) jusqu'à....
- tuber en 7", base de la colonne à
- cimenter la colonne de 7" par la base sous pression sur environ 100 m. de hauteur avec bouchon en bois reforable fermant le pied de la colonne, panier de cimentation extérieur, perforations de la colonne au dessus du panier, tiges de forage descendues à quelques mètres au dessus des perforations et tête spéciale de cimentation au sol
- après prise du ciment, reforer les bouchons et nettoyer le fond du trou
- mettre en place la colonne de captage et le dispositif de gravillonnage par circulation inverse
- gravillonner et démonter le dispositif spécial
- laver à l'eau claire
- pomper et traiter aux polyphosphates.

Les six premières séries d'opérations seront exécutées avec une bonne boue de forage dont les caractéristiques seront adaptées à chaque opération par traitement chimique!



015492

03673X0008

3.8 - Exécution du forage d'exploitation

3.8.1 - Reforage en 8" 3/4 jusqu'à 276,20 m.

3.8.2 - Descente de la colonne de 7" à 227,78 m. et cimentation par la base:

- sabot de cimentation : voir croquis page 52
- ciment Portland artificiel 285-325, 50 l. d'eau pour 100 kg de ciment donnant environ 80 l. de lait de ciment soit 1.230 l. de lait pour les 1.500 kg de ciment utilisés, soit 80 m. de hauteur entre colonne et terrain, en tenant compte du volume de ciment resté au pied de la colonne, sur 5 m. de hauteur.

3.8.3 - Reforage des bouchons, ciment de 222,70 à 227,70 m. puis bouchon en bois. La boue avait été prétraitée au bicarbonate de soude (photos page 53).

3.8.4 - Mise en place de la colonne de captage suivant croquis pages 54 et 62.

3.8.5 - Montage du dispositif de développement avec gravillonnage par circulation inverse, voir croquis pages 55 à 59.

3.8.6 - Gravillonnage par circulation inverse, dans la boue dont la viscosité a été réduite à 33 secondes Marsh (1500 in- 1000 out) par traitement au tanin-soude.

La granulométrie du gravier est représentée page 51, le volume mis en place est de 1.275 l. et la pression en fin d'injection est montée à 20 bars.

Le niveau du gravier a été jaugé à 224,10 m. soit 1 m. en dessous du haut de la colonne de captage 5" et 1,32 m. en dessous du haut du raccord gauche de dévissage resté en place.

3.8.7- Démontage du dispositif de gravillonnage.

3.8.8 - Mise en production, développement :

- pompage direct de la boue. Après 4 h. de pompage le débit est de 25 m³/h et le niveau de pompage à 126 m. de profondeur
- traitement à l'hexamétaphosphate après démontage de la pompe. Versé en tête du forage une solution de 20 kg d'hexamétaphosphate dans 100 l. d'eau, suivi aussitôt après de 3 m³ d'eau claire
- pompage. Au bout de 14 h. de pompage le débit est de 31,5 m³/h et le niveau de pompage à 124,70 m.
- Nouveau traitement à l'hexamétaphosphate de soude, identique au précédent mais pompe en place



015493
03673X0008

Forage de : BUSSY-en-OTHE

Classement: 54 - 1968

Page n° : 14 de 79

- pompages : durée : 9 h.
débit : 31,5 m³/h
niveau : 122,30 m.
eau claire
- durée : 5 h.
débit : 31,5 m³/h
niveau : 122,80 m.
eau très claire

- mesure du fond de la crépine à 263,80 m., aucun dépôt.

3.9 - Pompages d'essai

Trois séries de pompages ont été exécutées :

- une première série de 2 h. de durée suivies de 2 h. d'arrêt pour les débits de 10 - 20 - 30 m³/h
- une deuxième série de 1 h. de durée suivie de 1 h. d'arrêt pour les débits de 10 - 15 - 20 - 25 - 30 m³/h.
- un pompage continu à débits enchainés croissants :

10 m³/h pendant 2 heures
15 -d°-
20 -d°-
25 -d°-
30 m³/h pendant 38 h 30

Les résultats des mesures sont analysés dans le compte rendu que l'on trouvera pages 63 à 67 .

3.10 - Boue de forage

Nous attachons une grande importance à la boue de forage qui nous a permis de supporter sans dommages pour le forage des temps morts importants, de carotter l'albien à 94,5 % et de le mettre en production sans difficultés.

Produits de base :

- Bentonil C7 de la Cie Française des glycérides
- Blanose BS 510 (Pronoval-Novacel)
- Baryte naturelle broyée
- Tanin de québracho (forage 72 %)
- Soude caustique en paillettes 97.98
- Bicarbonate de soude raffiné
- Hexamétaphosphate de soude

Matériel de mesure:

- Balance à boue (densité)
- Entonnoir de Marsh
- Filtre-presse basse pression (7 bars)



015494

03673X0008

Les caractéristiques de la boue mesurées pendant les travaux ont été les suivantes, au moment des phases du travail les plus importantes :

a) avant la perte de circulation totale de 154,70 m.

- . boue au bentonil C 7 + blanose + tanin-soude
- . profondeur : 153 m.
- . viscosité Marsh : 45 secondes
- . densité : 1,18
- . filtrat 7 $\frac{1}{2}$ minutes: 3,5 c.c
- . filtrat 30 minutes : 7,5 c.c
- . cake, épaisseur : 1 mm

b) traversée des marnes

- . boue au bentonil C 7 + blanose + tanin-soude
- . profondeur : 196,50 m.
- . viscosité Marsh : 48 secondes
- . densité : 1,11
- . filtrat 7 $\frac{1}{2}$ minutes: 3 c.c
- . filtrat 30 minutes : 7 c.c
- . cake : 1 mm

c) traversée des sables, prospection électrique

- . boue, bentonil C 7 + blanose + tanin-soude
- . profondeur : 267,60 m.
- . viscosité Marsh : 43 secondes
- . densité : 1,10
- . filtrat 7 $\frac{1}{2}$ minutes: 3 c.c
- . filtrat 30 minutes : 6,5 c.c
- . cake : 1 mm
- . Ph : 10

d) mise en place du gravier : la boue précédente a été amincie (réduction de la viscosité) au tanin-soude au moment de l'injection du gravier jusqu'à 33 secondes Marsh (1500 in - 1000 out)

Au total 112 m³ de boue ont été fabriqués pour un volume de trou d'environ 10,75 m³.

3.11 - Analyse des temps

Les durées des différentes phases du travail ont été les suivantes, avec une équipe de 4 hommes, dont le chef de chantier, travaillant du lundi matin au vendredi soir, voyages d'Antony au chantier et retour compris :

a) Reconnaissance

- installation du chantier	73 h.
- mise en place de la colonne de surface cimentée	65 h.
- forage de 17,50 à 156,55 m. en 8" 3/4 (139 m.)	156 h.
- essai de débit (perte totale de 154,70 m.), carottage électrique, cimentation, reforage du ciment	173 h.
- instrumentation (débouchage de tiges cimentées)	45 h.
- forage en 8" 3/4 de 156,55 à 223,80 m. (67 m.)	142 h.
- carottage continu (108 x 146 mm) de 223,80 à 297 m. (73,20 m.)	255 h.

b) Exploitation

- reforage en 8" 3/4	77 h.
- tubage en 7" et cimentation	24 h.
- mise en place de la colonne de captage, gravillonnage	31 h.
- pompage - développement	62 h.
- démontage	97 h.

c) Essais de débit

78 h.

3.12 - Analyse chimique de l'eau pompée

A la fin de la période d'essai de débit, des échantillons d'eau ont été prélevés pour analyse chimique et pour datation par le carbone 14 (B.R.G.M.).

Les résultats des analyses chimiques de l'eau sont donnés pages 68 à 71.



015495

03673X0008



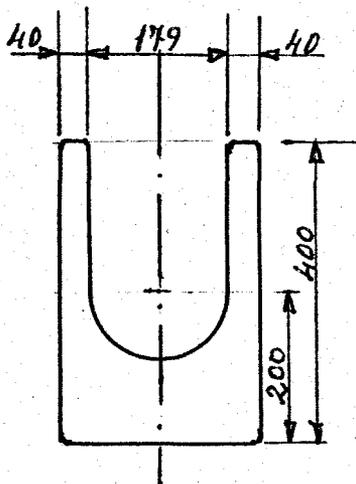
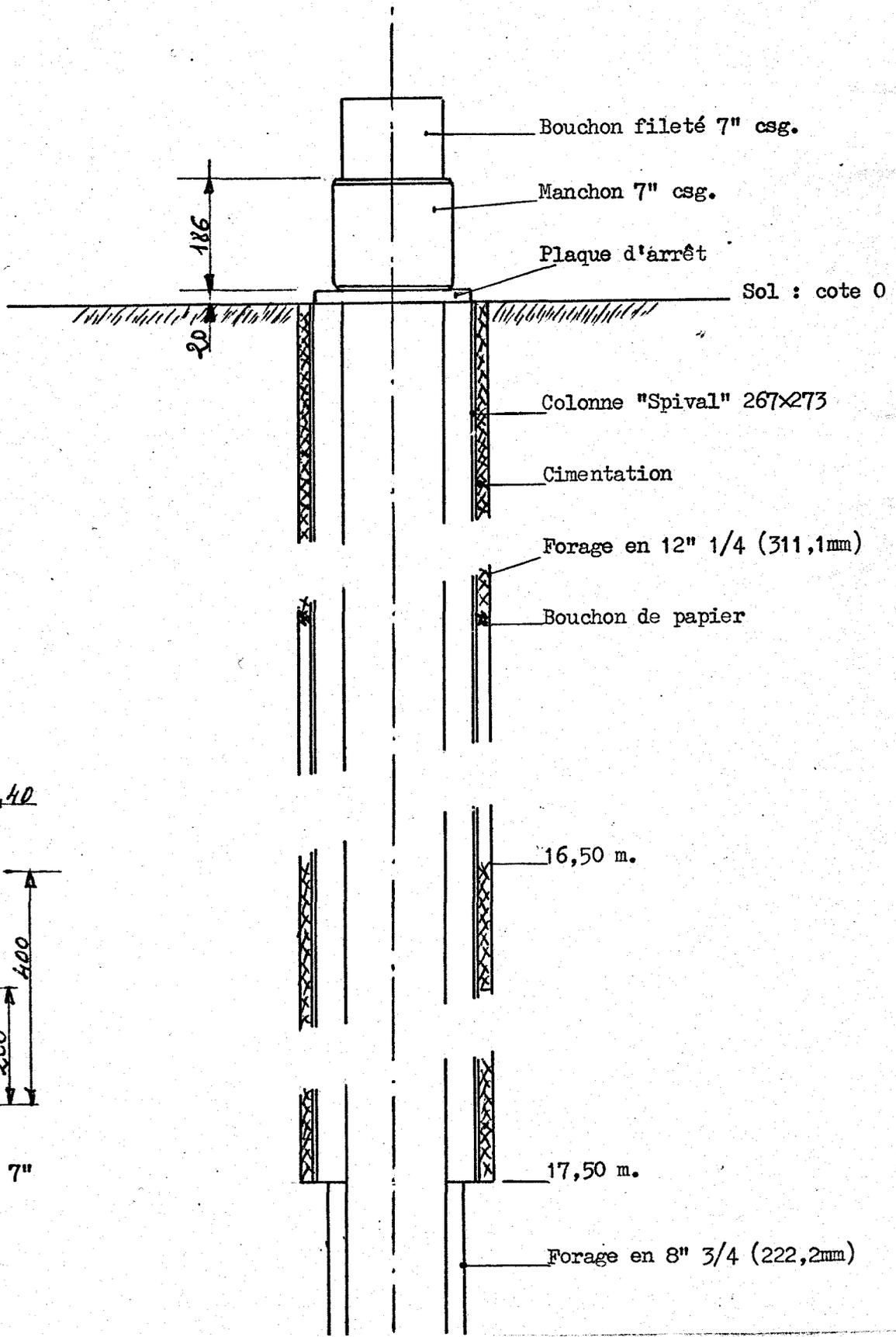
015496
03673X0008

Forage de : BUSSY-en-OTHE

Classement: 54 - 1968

Page n° : 17 de 79

TETE DE FORAGE ET COLONNE DE SURFACE



Plaque d'arrêt 7"

REMARQUES SUR LES DIAGRAPHIES DU FORAGE DE BUSSY-en-OTHE (Yonne)

Les diagraphies enregistrées dans ce forage concernent la radioactivité naturelle ou Gamma ray, la résistivité (normale 16" et 64") et la Polarisation Spontanée ou P.S.

A l'aide de ces diagraphies on peut isoler quatre grandes zones dans ce forage :

- la zone A (de 17 à 42,20 m.) est caractérisée par des formations d'environ 80 ohms-m de résistivité et présentant une faible déflexion négative de la P.S. Remarquons vers 28 m. un niveau probablement plus riche en argile. Dans cette zone la courbe de radioactivité naturelle présente de nombreuses fluctuations sans laisser apparaître un niveau caractéristique.
- la zone B (de 42,20 à 80,60 m.) est remarquable par son homogénéité. La résistivité des terrains de cette zone est voisine de 100 ohms-m et l'enregistrement ne présente que des variations de faible amplitude. Notons également la constance du niveau radioactif ainsi que la régularité de la courbe P.S., notamment dans la partie centrale de ce niveau. Cet horizon peut correspondre à la craie compacte.
- la zone C (80,60 à 112,30 m.) se signale notamment par une augmentation du niveau radioactif moyen et par une courbe P.S. hachée.

La résistivité des formations est ici voisine de 80 ohms-m, mais l'enregistrement présente ici de nombreuses fluctuations.

Deux horizons, A (de 85 à 88,2 m.) et B (de 104,3 à 107 m.) caractérisés par des pics de la résistivité, une faible radioactivité et une P.S. négative peuvent constituer des niveaux propices en ce qui concerne l'eau.

- la zone D (de 112,30 au fond) est celle qui présente la plus forte hétérogénéité tant en résistivité qu'en radioactivité naturelle. L'augmentation sensible de la radioactivité jointe à la diminution de la résistivité (voisine de 50 à 75 ohms-m) peut signifier l'augmentation de "l'argilosité" de la formation.

Dans cette zone également, plusieurs horizons peuvent constituer des niveaux aquifères, notons en particulier les horizons C (111 à 114,30 m.) D (117 à 121 m.) E (144 à 146,2 m.) et F (148,4 à 154 m.) .



015535
03673X0008

R. HENTINGER

28 Novembre 1968

ESSAIS DE POMPAGES DE BUSSY-en-OTHE

EXECUTES EN DECEMBRE 1968



015542

03673X0008

Ces essais avaient pour but de tester les possibilités d'une fracture rencontrée en cours de forage à - 154,70 m. de profondeur, dans la craie.

Un premier essai eut lieu les 5 et 6 Décembre. Un second eu lieu les 10, 11 et 12 Décembre.

PREMIER ESSAI -

La pompe était immergée à 54 m. de profondeur. Le débit qui était de 9 m³/h s'abaissa progressivement à 5,5 m³/h. Le niveau statique était à -10 m. Après 5 h 30 de pompage le rabattement était de 42,30 m.

On trouvera sur la figure 1 le graphique rabattement spécifique en fonction du logarithme du temps. Ce graphique présente une concavité vers le haut. Nous interprétons cette forme comme traduisant le fait que la "nappe" aquifère est assez limitée dans l'espace.

La remontée, après 5 h 50 de pompage, fut assez lente, soit 8 m. pendant la première demi-heure, puis 2,65m. pendant les 40 minutes suivantes. Au bout de 15 heures de remontée le niveau était à - 29,80 m.

Le graphique de remontée porté également sur la figure 1, est établi avec le rabattement spécifique en ordonnée et le rapport du temps depuis le début du pompage au temps de remontée en abscisse.

SECOND ESSAI -

Le niveau au début de l'essai se trouvait à -26,10 m., soit à 16 mètres sous le niveau statique. La pompe était immergée à 100 m. de profondeur.

Le débit qui était de 7 m³/h au début du pompage s'abaissa assez rapidement à 5 m³/h; il était de 4,85 m³/h en fin d'essai.

Le "rabattement" (nous mettons ce terme entre parenthèses parce qu'il s'agit d'un rabattement compté à partir du niveau dynamique en début de pompage) était de :

- 8,40 m. après 1 heure
- 23,80 m. après 5 heures
- 28,81 m. après 15 heures
- 45,35 m. après 25 heures
- 55,07 m. après 35 heures
- 61,57 m. après 45 heures.

Le graphique de la figure 2 a été établi en coordonnées semi-logarithmiques. On observe comme sur la figure 1 une concavité vers le haut.

Le graphique de remontée est également porté sur la figure 2 ! On observe que cette remontée est très lente comme lors du premier essai. Après 21 h 30 de remontée, le niveau était à - 62,13 m.

OBSERVATION :

Les deux essais de pompages n'ont pas eu de répercussion sensible sur le captage voisin (distant de 20 m.) où l'eau se trouve approximativement à la cote - 10 !

CONCLUSIONS:

L'interprétation des graphiques et le contexte géologique conduisent à admettre que si la perméabilité locale est bonne, le volume drainé par la fissure est limité et n'a qu'une faible perméabilité.

Compte tenu de ces conclusions, il est inutile de procéder à une acidification.

Une telle fissure ne pourrait être exploitée qu'en pompage intermittent et à un débit n'excédant pas 2 m³/h . Un tel débit étant insuffisant pour la commune de BUSSY-en-OTHE, il est décidé de poursuivre le forage jusqu'aux sables albiens.



015543

03673X0008

ANTONY, le 20 DECEMBRE 1968

J. DUPUIS

J.M. PANETIER

REMARQUES SUR LES DIAGRAPHIES ENREGISTREES SUR LE FORAGE

DE BUSSY-en-OTHE (Yonne)

Au cours de l'opération de carottage du 13 Mars 1969, les diagraphies suivantes ont été enregistrées :

- Gamma-ray - de 135 à 267,4 m.
- P.S. - 23 m. à 266,3
- Résistivité grande normale (2 calibres) de la surface à 265 m.

La partie supérieure du forage jusqu'à 154 m. avait fait l'objet d'un précédent carottage.

- entre 154 et 225 m. la série semble très homogène, courbes de résistivité et Gamma-ray plates, courbes P.S. sans grandes déflexions : il s'agit là de niveaux essentiellement marneux avec des passages de marnes légèrement sableuses.
- entre 225 m. et le fond, par contre plusieurs niveaux sont très bien individualisés sur les trois diagraphies.

Ainsi les niveaux A (227,8 à 231,2), B (241,20 à 245,3) et C (256 à 262 m.) correspondent à des horizons de sables propres, faible radioactivité, forte déflexion négative de la P.S. pics de résistivité amples et francs.

Les niveaux D (231,2 à 241,20), E (245,3 à 247,80) et F (262 à 264,30) sont probablement des horizons de sables argileux, légère augmentation de la radioactivité, déflexion P.S. moindre, résistivité intermédiaire.

Les niveaux E et C sont séparés par un banc de marnes franches vers la base sableuse vers le sommet.

En résumé, deux zones favorables, la première entre 227,80 et 241,20, la seconde entre 256 et 264,30 séparé par un imperméable marneux.



015546
03673X0008

PARIS le 14 Mars 1969

R. HENTINGER

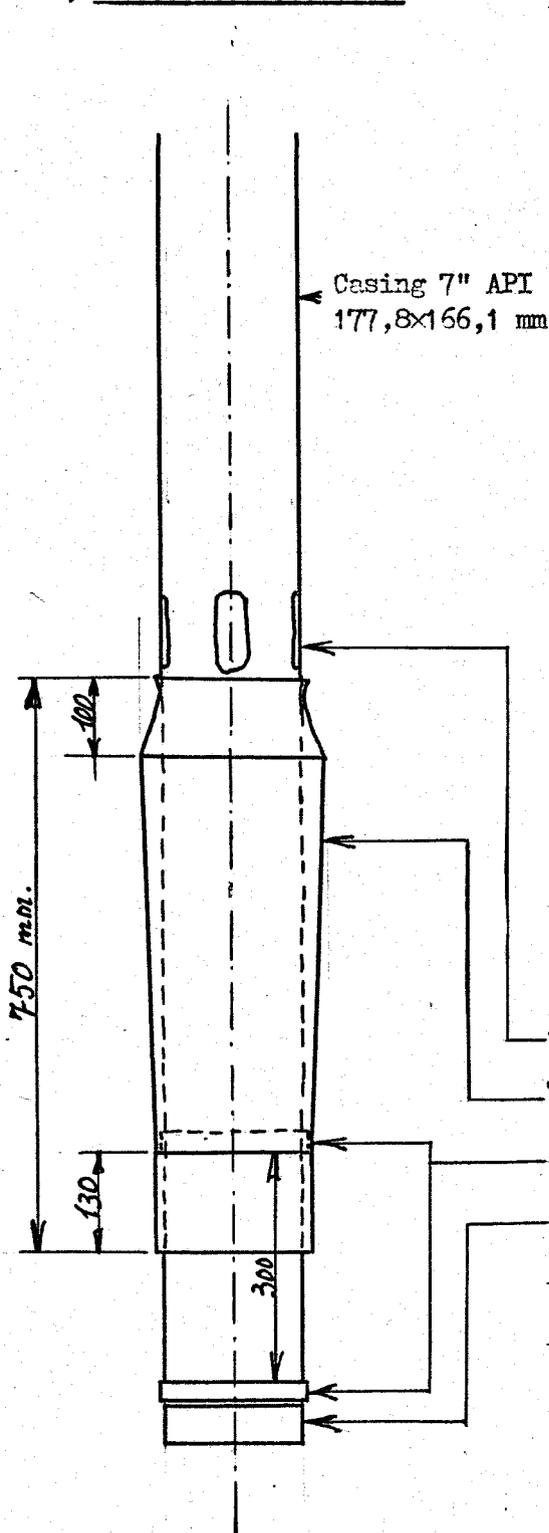
CIMENTATION DE LA COLONNE DE 7" CASING A.P.I.

A) Tête de cimentation :

p.m.

B) Sabot de cimentation

C) Calcul de la cimentation



†) Volume de l'intervalle forage-colonne

- forage 8" 3/4	—	39 l/m
- colonne 7 "	—	25 l/m
- intervalle		<u>14 l/m</u>

2) Volume du lait de ciment

- 100 Kg de ciment + 50 l. d'eau
donnant 82 l. de lait de ciment
à 1,83 de densité.

3) - Hauteur de colonne cimentée

- 1.500 Kg de ciment	—	1230 l. de lait
- à déduire, ciment resté dans la colonne, soit, 5m. x 22 l.	—	<u>110 l.</u>
		Volume utile 1120 l.
- hauteur cimentée		1120 l / 14 l/m = 80 m.

4 trous au chalumeau de 50 x 100 mm environ

7 pouces "metal petal basket" de BAKER (U.S.A.)

2 anneaux soudés en fer plat de 25 x 5 mm

1 bouchon en bois, reforé en 6" 1/4



015588

03673X0008



015590
03673X0008

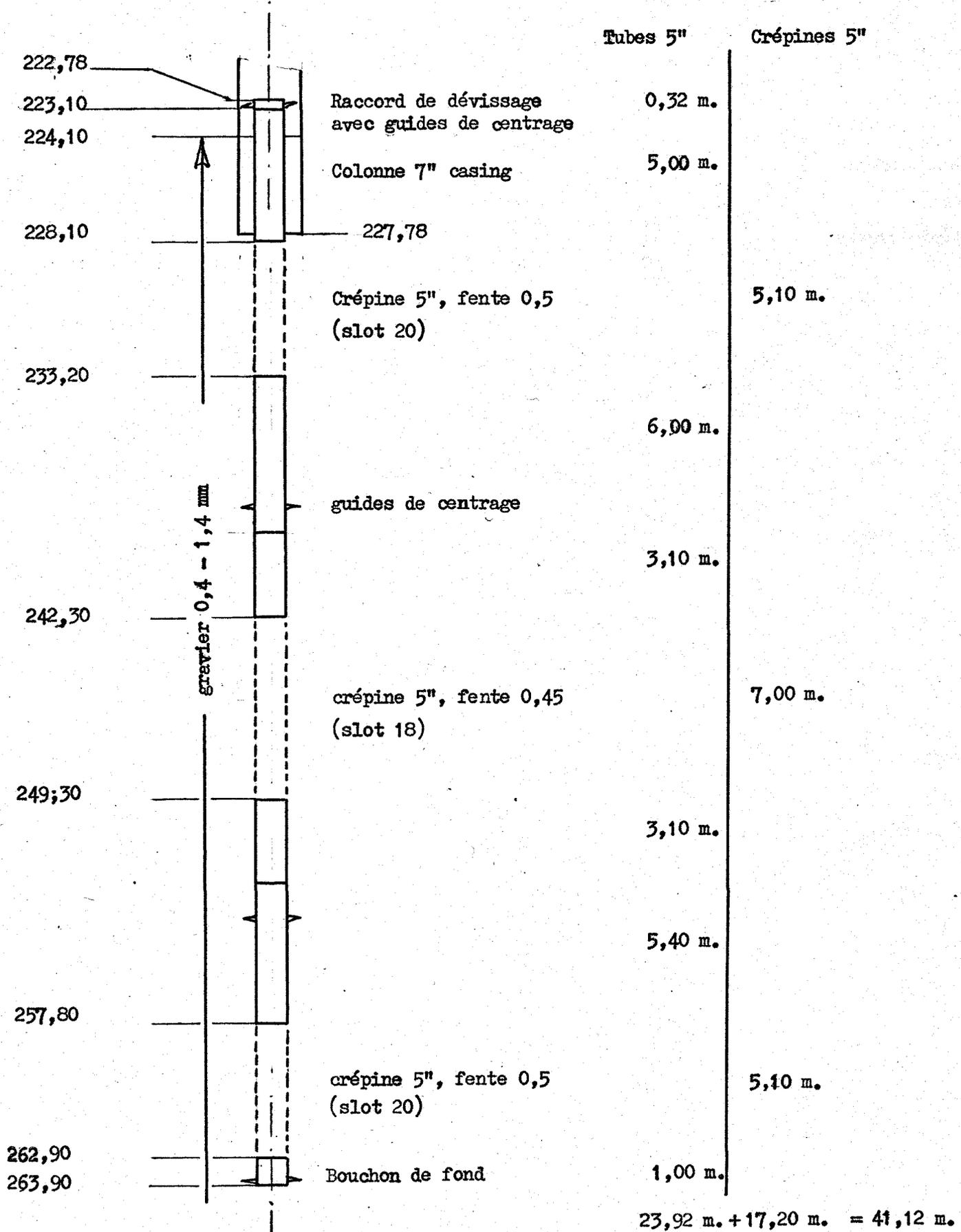
Forage de : BUSSY-en-OTHE

Classement: 54 - 1968

Page n° : 54 de 79

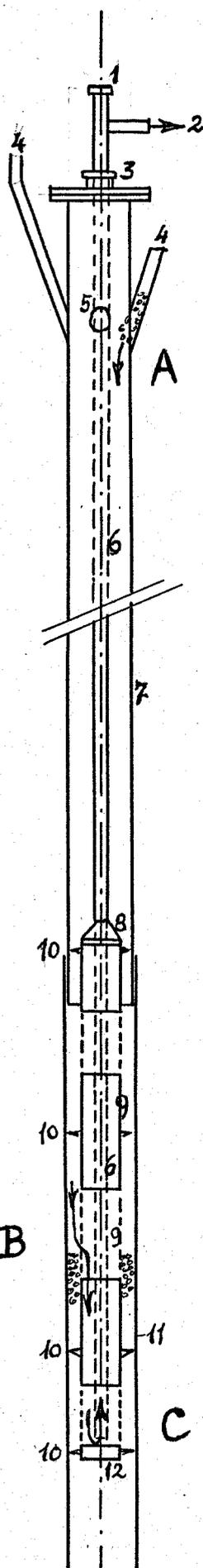
SCHEMA DU CAPTAGE DEFINITIF

Voir détails pages 27 à 29 inclus



MISE EN PLACE DES CREPINES ET GRAVILLONNAGE PAR CIRCULATION INVERSE

SCHEMA DE PRINCIPE - ENSEMBLE



- 1- Pièce de suspension
- 2- Retour de circulation par l'intérieur des tiges
- 3- Presse étoupe
- 4- Deux sasses à gravier (V. pages 56 à 59)
- 5- Alimentation auxiliaire (d°)

A. La boue chargée de graviers descend jusqu'entre crépine et terrain

6- Tiges de forage de 2" 3/8 "Craelius"

7- Colonne de 7" cimentée au terrain

8- Raccord de dévissage (v. page 60)

9- Colonne de captage 5" (V. page 54)

10- Quatre séries de guides de centrage (v. page 61)

B. La boue traverse la crépine et le gravier se dépose

11- Forage 8" 3/4 (222,2 mm)

C. La boue débarassée du gravier remonte par l'intérieur des tiges

12- Bouchon de fond

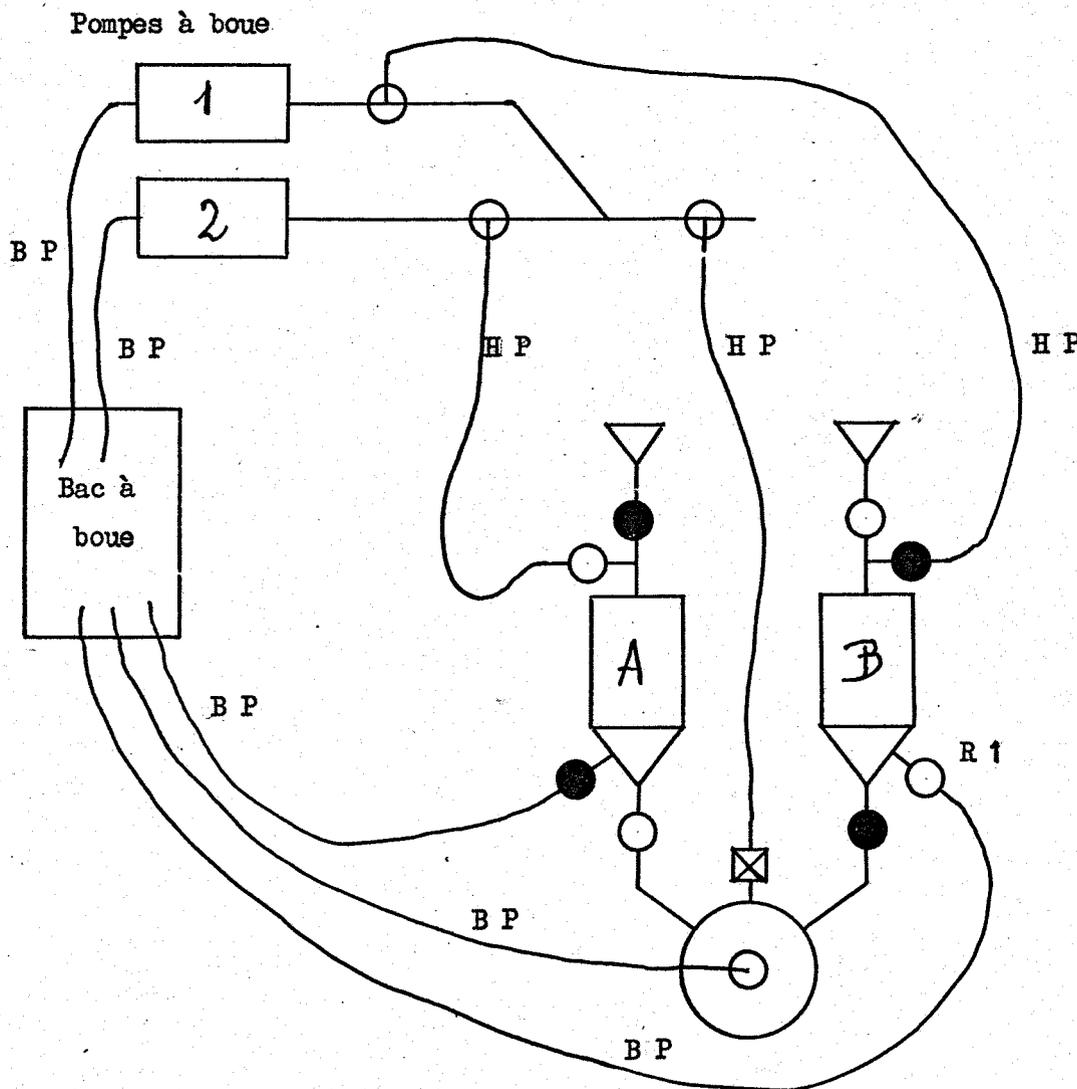


015591
03673X0008

INJECTION DE GRAVIER PAR CIRCULATION INVERSE

SCHEMA DE PRINCIPE

DISPOSITIF DE SURFACE



- ☒ Vanne à opercule, réglage du débit
- Robinet à boisseau fermé
- Robinet à boisseau ouvert
- A Sasse en vidange dans le forage
- B Sasse en remplissage de gravier :
 - R 1 ouvert : vidange de la boue
 - R 1 fermé : remplissage de gravier
- H P Flexibles haute pression
- B P Flexibles basse pression



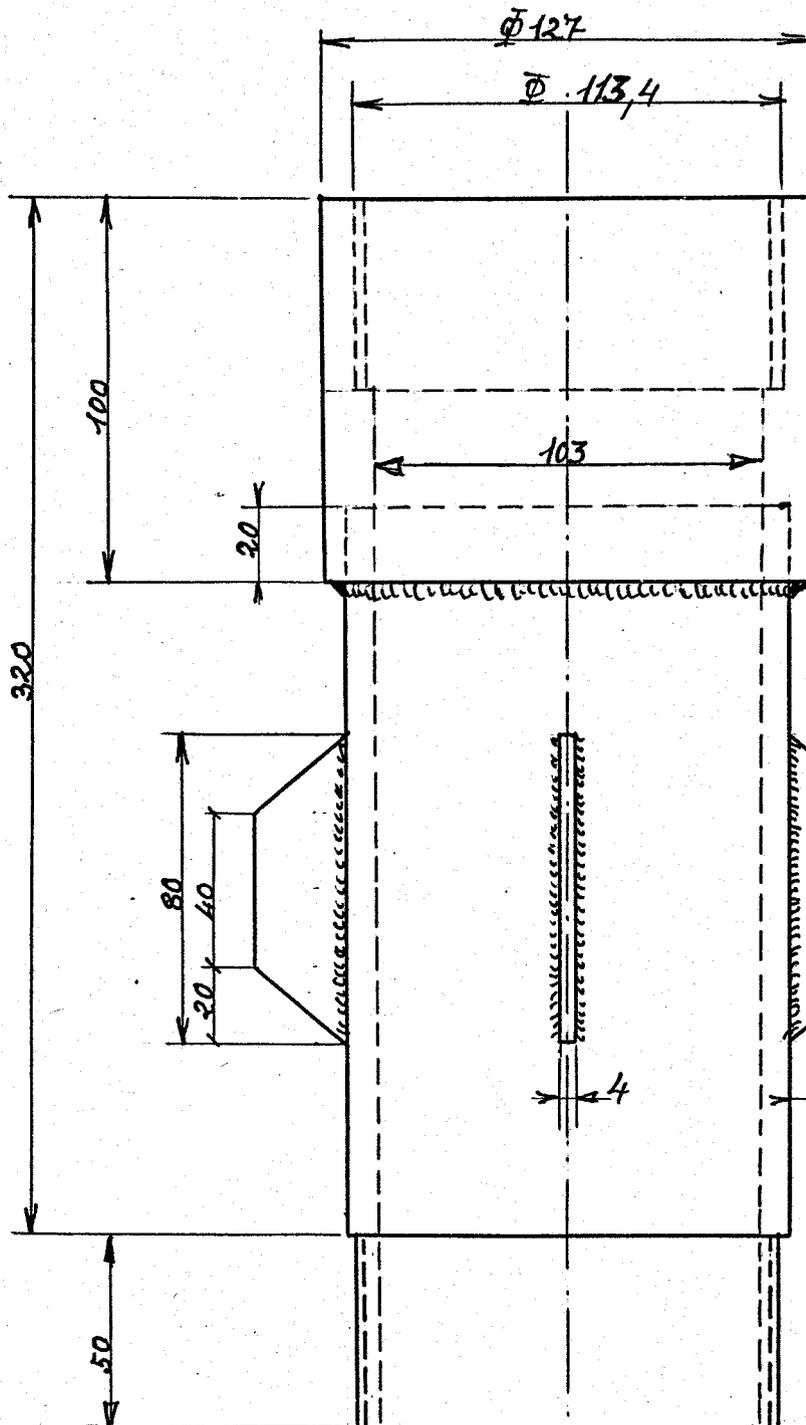
015592
03673X0008

RACCORD à GAUCHE
RESTÉ EN TÊTE DE LA COLONNE DE CAPTAGE



015598

03673X0008



Filetage femelle cylindrique
à gauche, 8 filets par pouce

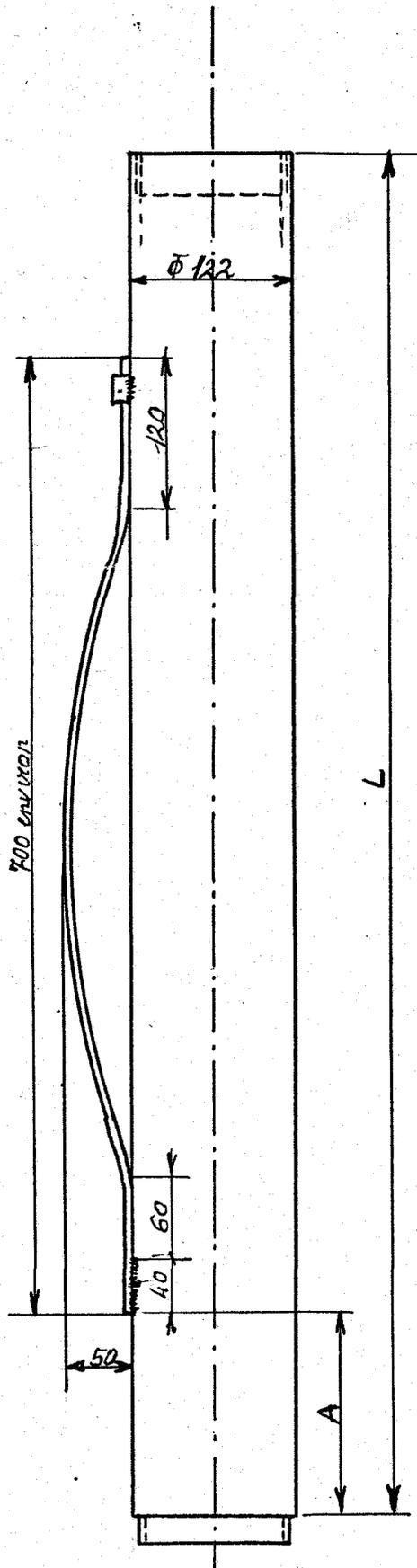
Tube 4" 1/2 casing A P I
(114,3 - 103,9 mm)

Quatre guides de centrage
soudés, diamètre 161 mm

Filetage mâle, standard
crépines Johnson 5"

GUIDES DE CENTRAGE SUR COLONNE DE CAPTAGE

(Voir page 54)



Filetage femelle 5" Johnson

Coulisseaux (3)

Tube " inox " 5" Johnson

Trois guides en fil rond
inox 5 mm calés à 120°

Répartition :

pour le tube de L = 1m A = 0,15 m.
L = 5,40 m A = 4 m
L = 6m A = 1 m



015599

03673X0008

Soudures

Filetage mâle 5" Johnson

COLONNE DE CAPTAGE - Nomenclature détaillée :

de haut en bas - croquis page 54

- 1 raccord à gauche de vissage
- 1 longueur de 5 m. utiles de tube d'extension 5" O.D. Johnson,
acier inox 304, raccords filetés standards mâles et femelles
- 1 longueur de 5,10 m. utiles de crépine Johnson 5", fente de 0,5 (slot 20)
acier inox 304 avec raccords filetés standards mâles et femelles
- 1 longueur tube d'extension 5", 6 m. utiles
- 1 longueur " " 5", 3,10 m. utiles
- 1 longueur crépine 5" (slot 18) fente 0,45, 4 m. utiles
- 1 " " " " 3 m. utiles
- 1 longueur tube d'extension 5", 3,10 m. utiles
- 1 longueur " " " 5,40 m. utiles
- 1 longueur crépine 5" fente 0,5 (slot 20), 5,10 m. utiles
- 1 longueur tube d'extension 5", 1 m. utile
- 1 bouchon de pied.



015600

03673X0008

COMPTE RENDU DE L'ESSAI DE POMPAGEDE BUSSY-en-OTHE (Juin 69)RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DU FORAGE :

- une colonne de 7" casing A.P.I., diamètre intérieur 166 mm, dont le sabot est à 227,78 m. de profondeur par rapport au sol, a été partiellement cimentée par la base
- la colonne de captage est en tubes et crépines "Johnson" de 5" de diamètre nominal soit :
 - diamètre intérieur : 101,1 mm
 - diamètre extérieur : 120,6 mm.
- trois niveaux ont été crépinés et gravillonnés :
 - un niveau de sables de 229,70 à 233 m., fente des crépines 0,5 mm (slot 20), gravillonnage 0,4 à 1,4 mm.
 - un niveau de sables de 242 à 249,10 m., fente des crépines 0,45 mm, gravillonnage 0,4 - 1,4 mm.
 - un niveau de sables de 257,60 à 262,35 m, fente des crépines 0,50 mm, gravillonnage 0,4 - 1,4 mm.

COMPTE RENDU DES ESSAIS DE POMPAGE :

Le tableau ci-après résume les caractéristiques des essais:

Date :	10	11	12 - 13	16	17	18 - 20
Débit m ³ /h	31	32	10-20-30	30	10 à 30	10 à 30
Durée de pompage	8 h	5 h	6 h	4 h	5 h	46 h



015602

03673X0008

Les essais des 10 et 11 Juin étaient destinés à parfaire le développement.

L'essai du 12 a été effectué par paliers de 2 heures à débits croissants, séparés par des remontées de 2 heures. Les débits successifs étaient 10 m³/h, 20 m³/h et 30 m³/h.

L'essai du 17 a été effectué par paliers de 1 heure à débits croissants séparés par des remontées de 1 heure. Les débits successifs étaient 10, 15, 20, 25 et 30 m³/h.

L'essai du 18 au 20 a été effectué par paliers enchainés de 2 heures, sans remontée intermédiaire. Les débits successifs étaient 10, 15, 20, 25 et 30 m³/h. L'essai à 30 m³/h a été poursuivi pendant 40 heures.

GRAPHIQUE DEBIT-RABATTEMENT : (Fig. 1)

Les essais par paliers ont permis d'établir des graphiques de débit-rabattement. Nous avons tracé 4 graphiques pour les rabattements correspondant à des durées de pompage de 1 heure, 2 heures, 10 heures et 20 heures. Les points sont alignés sur des droites, ce qui indique que les pertes de charge sont faibles. Le rabattement spécifique est de l'ordre d'un mètre par mètre cube heure, soit un rabattement approximatif de 20 m. pour 20 m³/h.

Le rabattement s'accroît approximativement de 3,50 m. en 20 heures, au débit de 30 m³/h.

NIVEAU STATIQUE :

Il se trouve à une profondeur de 86,60 m.

TRANSMISSIVITE :

Pour la déterminer, nous avons appliqué la méthode THEIS-JACOB à l'essai du 18 au 20 Juin. Sur la Fig. 2 nous avons porté en abscisse le temps en minutes, et en ordonnée le rabattement spécifique en m/m³/h.

Les rabattements ont augmenté progressivement de la façon suivante :

• après 10 heures	:	32,7 m.
• " 20 "	:	34 m.
• " 30 "	:	35,6 m.
• " 40 "	:	35,8 m.
• " 46 "	:	36,2 m., ceci pour un débit constant de 30 m ³ /h.

La transmissivité T est calculée d'après la formule $T = \frac{0,183}{R}$ où R est l'accroissement du rabattement spécifique en un cycle logarithmique.

$$R = 0,2 \text{ m/m}^3/\text{h.} \quad T = \frac{0,183}{0,2 \times 3600} \text{ m}^2/\text{s} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s.}$$



015603

03673X0008

Forage de : BUSSY-en-OTHE

Classement: 54 - 1968

Page n° : 65 de 79



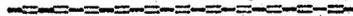
015604

03673X0008

CONCLUSION :

Nous estimons que le forage est exploitable à 25 m³/h, en pompage intermittent, et que pour ce débit l'aspiration de la pompe doit être placée à 130 - 135 m. de profondeur.

En aucun cas il ne faudrait dépasser le débit de 25 m³/h avant d'avoir fait des essais à des débits supérieurs à ceux qui ont été obtenus.





015617

03673X0008

Forage de : BUSSY-en-OTHE

Classement: 54 - 1968

Page n° : 70 de 79

II. - Composition chimique

1° CATIONS	1		2		2° ANIONS	1		2	
	mg/l	mé/l	mg/l	mé/l		mg/l	mé/l	mg/l	mé/l
Calcium, en Ca ⁺⁺	40	2,00			Carbonique, en CO ₃ ⁻				
Magnésium, en Mg ⁺⁺ ...	5,7	0,475			Bicarbonique, en HCO ₃ ⁻ ..	146	2,395		
Ammonium, en NH ₄ ⁺	0,10	0,007			Chlore, en Cl ⁻	5	0,141		
Sodium, en Na ⁺	4,5	0,196			Sulfurique, en SO ₄ ⁻	12	0,25		
Potassium, en K ⁺	5,0	0,128			Nitreux, en NO ₂ ⁻	0	0		
Fer, en Fe ⁺⁺	0,35				Nitrique, en NO ₃ ⁻	0	0		
Manganèse, en Mn ⁺⁺ ...	traces				Phosphorique, en PO ₄ ⁻ ..				
Aluminium, en Al ⁺⁺⁺ ..									
TOTAL DES CATIONS...	55,55	2,806			TOTAL DES ANIONS...	163	2,786		

3° SUBSTANCES NON DISSOCIÉES ET RECHERCHES SPÉCIALES

ÉLÉMENTS DOSÉS	1	2	ÉLÉMENTS DOSÉS	1	2
	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

RECHERCHES EFFECTUÉES	1	2	RECHERCHES EFFECTUÉES	1	2
Escherichia coli..... (dans 100 ml)	0		Streptocoques fécaux.... (dans 100 ml)	0	
Tests de confirmation :			Germes producteurs d'H ₂ S (dans 100 ml)	0	
— Epreuve R.N. Lactosé.	négative		Germes sulfitoréducteurs. (dans 100 ml)	0	
— Gélose E.M.B.	"				
— Gélose Mac Conkey..	"		Nombre total de germes : (dans 1 ml)		
Membranes filt. 44° (E.Coli)	0		— sur gélatine à 18° C..	370	
Membranes filt. 37° (autres coliformes)	0		dont liquéfiantes.....	10	
			— sur gélose à 37° C....		

CONCLUSIONS

Eau faiblement minéralisée, légèrement louche au moment du prélèvement,
 de composition physico-chimique normale pour son origine, mais présentant
 une teneur en fer un peu trop élevée. Si cette teneur persistait, il serait bon
 de procéder à un traitement de déferrisation avant distribution.
 Cette eau était de bonne qualité bactériologique au moment des prélèvements.



015386
03673X0008

Paris, le 31 juillet 1969

LE CHEF DU SERVICE DE CONTROLE DES EAUX
DE LA VILLE DE PARIS,

Pour le chef du service de contrôle des eaux,
de la Ville de Paris
Le chef de service adjoint

L. MAZOIT

Ce bulletin ne doit pas être utilisé
à des fins publicitaires.