

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

AMÉLIORATION DE L'ALIMENTATION
EN EAU THERMOMINÉRALE
DE L'ÉTABLISSEMENT THERMAL

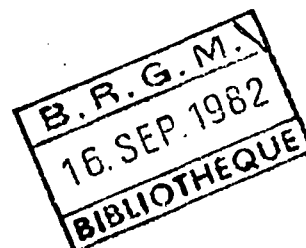
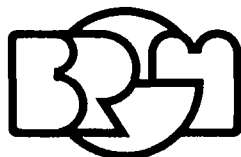
—=

par

M. BOURGEOIS *et* M. TURLAND

82 SGN 581 AUV

22 JUILLET 1982



Service géologique régional AUVERGNE
22, avenue de Lempdes, 63800 Cournon d'Auvergne
Tél.: (73) 84.80.83

R E S U M E

Cette étude faite à la demande de Monsieur le Président de PROMOTHERMES par le Service des Eaux Minérales du B.R.G.M. concerne la source thermale de BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER).

L'ouvrage de captage de la source des Trois Puits exécuté par les Romains a été revu et corrigé plusieurs fois, en particulier au XIXème et XXème siècle. Le dernier aménagement de janvier-février 1982 a consisté à approfondir la chambre de captage de 3,50 m pour recueillir ponctuellement l'eau thermale dans un cuvelage en PVC alimentaire étanche et cimenté complètement sur son pourtour.

Toutes les interventions visaient à améliorer la qualité bactériologique de l'eau en enrobant de mieux en mieux le captage d'un "manteau" d'argile et de béton. Si la Source donne depuis longtemps un millier de m³/jour d'eau chloruré-sodique à 52°C, elle est en effet difficile à protéger compte-tenu de sa situation dans une cuvette topographique au coeur de la ville.

Cette étude du débit de la Source, des caractéristiques physico-chimique de l'eau est complétée par une étude géologique et par une proposition de sondages de reconnaissance pour voir s'il est possible de capter l'eau thermominérale dans un site plus favorable.

Si le Maître d'ouvrage souhaite entreprendre cette campagne de 200 à 300 m de sondages carottés à partir d'octobre 1982, il conviendrait d'effectuer les démarches nécessaires dans les meilleurs délais.

S O M M A I R E

	<u>pages</u>
1 - ORIGINE ET OBJET DE L'ETUDE	1
2 - LA SOURCE DES TROIS PUIITS ET LES THERMES DE BOURBON	2
2.1 - DONNEES HISTORIQUES	2
2.2 - AMENAGEMENTS SUCCESSIFS DU CAPTAGE	3
2.2.1 - Le captage à la fin du XIXe siècle	3
2.2.2 - Les travaux de 1939 - 1944	4
2.2.3 - Travaux d'assainissement de 1954 à 1967	5
2.2.4 - Travaux de janvier-février 1982	5
3 - DEBIT DE LA SOURCE ET CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU	8
3.1 - LES POMPAGES D'ESSAI DE FEVRIER 1982	8
3.1.1 - Durée et modalités de l'essai	8
3.1.2 - Première phase de l'essai	10
3.1.3 - Deuxième phase de l'essai	14
3.1.4 - Troisième phase de l'essai	17
3.1.5 - Courbes caractéristiques de la Source	17
3.2 - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU MINERALE	22
3.2.1 - Les analyses de l'eau	25
3.2.2 - Composition des gaz dissous	25
4 - DONNEES GEOLOGIQUES	27
4.1 - LES TERRAINS AFFLEURANTS	27
4.1.1 - Le socle	27
4.1.2 - La couverture sédimentaire	28
4.2 - PETROGRAPHIE DU SOCLE	28
4.3 - DEFORMATION DU SOCLE	29
4.4 - FRACTURATION DU SOCLE	29
4.5 - DEFORMATION DE LA COUVERTURE	29
4.6 - OBSERVATIONS FAITES LORS DES TRAVAUX DE JANVIER 1982	30

5 - RECHERCHE D'UN NOUVEAU SITE DE CAPTAGE	31
5.1 - PRINCIPE DE LA RECHERCHE	31
5.2 - ZONE A PROSPECTER ET STRATEGIE	31
5.3 - SCHEMA D'EXECUTION DES SONDAGES	34
6 - CONCLUSION	36
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37

LISTE DES TABLEAUX DANS LE TEXTE

	<u>pages</u>
Tableau 1 : Pompage d'essai sur la Source : observations du 15/02/1982 de 11 h 57 à 14 h 15	9
Tableau 2 : Pompage d'essai sur la Source : observations du 15/02/82 à 14 h 50 au 17/02/82 à 10 h 19	11
Tableau 3 : Pompage d'essai sur la Source : observations du 17/02/82 à 10 h 19 au 18/02/82 à 9 h 00	15
Tableau 4 : Pompage d'essai sur la Source : observations du 18/02/82 à 9 h 00 au 19/02/82 à 12 h 00	18
Tableau 5 : Résultats d'analyses chimiques	23
Tableau 6 : Analyse chimique de mars 1982	24

LISTE DES FIGURES DANS LE TEXTE

Figure 1 : Coupe technique simplifiée du captage de la source des Trois Puits le 15 février 1982	7
Figure 2 : Diagrammes de pompage : 1ère phase	13
Figure 3 : Diagrammes de pompage : 2ème phase	16
Figure 4 : Diagrammes de pompage : 3ème phase	19
Figure 5 : Courbes caractéristiques de la Source	20
Figure 6 : Evolution au cours des pompages : du niveau dynamique, de la conductivité et du CO2 dissous	21
Figure 7 : Localisation des sondages de reconnaissance	32

LISTE DES ANNEXES HORS TEXTE

Annexe 1 : Plans de situation	
Annexe 2 : Carte géologique à 1/25 000 de la région de Bourbon l'Archambault.	
Annexe 3 : Carte géologique à 1/2 000 aux alentours de l'établissement thermal.	

1 - ORIGINE ET OBJET DE L'ÉTUDE

A la demande de Monsieur J. VERRIER, Président Directeur Général de la Société Promothermes, le Service des Eaux Minérales du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.) examine dans ce rapport les principales caractéristiques de la source thermale de BOURBON L'ARCHAMBAULT (Allier), en vue de proposer une amélioration du captage.

L'établissement thermal de Bourbon l'Archambault, qui reçoit actuellement plus de 5 500 curistes pendant les sept mois de fonctionnement de la station, prélève son eau à partir d'une seule source dénommée : "Source des Trois Puits".

Propriété de l'Etat, la Source des Trois Puits autorisée par décret portant déclaration d'intérêt public du 31 juillet 1978 fournit par pompage 800 à 900 m³/jour d'eau minérale gazeuse à la température de 52 à 53°C.

Si les qualités physico-chimiques de l'eau sont bonnes, l'histoire montre que sa protection bactériologique a nécessité des travaux d'aménagement autour du captage à plusieurs reprises au cours des cinquante dernières années. La dernière intervention date du début de l'année 1982, mais les responsables de Promothermes et les ingénieurs de la Direction interdépartementale de l'Industrie Auvergne-Limousin ont estimé, d'un commun accord, que la recherche d'un nouveau site de captage facile à protéger s'imposait. (voir le plan de situation en annexe 1).

2 - LA SOURCE DES TROIS PUIITS ET LES THERMES DE BOURBON

2.1 - DONNEES HISTORIQUES

D'après M. REILHAC (RB n° 8)[⊗] les sources de Bourbon, découvertes par les Celtes, furent aménagées par les Romains qui avaient créé des thermes, une grande piscine, des bains en marbre, des conduits en pierre, en grès et en plomb.

Après le départ des Romains, en 395, les barbares détruisirent tout.

Le renouveau date de la fin du XVIe et début du XVIIe siècle avec Catherine de Médicis et Gaston d'Orléans, frère de Louis XIII, qui retrouva la santé grâce aux "eaux" de Bourbon.

"Louis XIII fit entreprendre des travaux de captage, la construction des puits, des bassins et un établissement de bains "le Logis du Roy". A cette époque, il y avait trois puits ; un manuscrit fait mention de "la profondeur des puits, le plus haut a huit pieds d'eau et six pieds sans eau. le second douze pieds d'eau et six pieds de vide, le troisième neuf pieds ou huit pieds".

"Ce qui nous donne une profondeur moyenne au griffon de 4 m 62 à 5 m 94. Des travaux d'aménagement ayant été effectués en 1694, les trois puits n'en forment actuellement plus qu'un et la hauteur d'eau est de 5 m 70. Toute construction encore visible et qui fut utilisée jusqu'à l'entrée en service du Grand établissement le 15 mai 1885."

" Si Louis XIII et Gaston d'Orléans, son frère, mirent en valeur les eaux thermales de Bourbon, il faut y adjoindre un moulinois Charles Delorme, médecin à la Cour Royale qui, tout en étant "farfelu" sur le plan vestimentaire, conseillait une cure en notre ville à toutes personnes se plaignant de quelques maux. On lui doit l'apogée des thermes sous Louis XIV où les personnalités les plus illustres y vinrent prendre "cure de Jouvence" :

⊗ RB n° 8 = référence bibliographique n° 8 sur la liste en fin de rapport.

Madame de Sévigné, le Grand Condé, Maréchal de la Mailleraie, de Noaille, Scarron, Boileau et surtout Madame de Montespan qui y mourut le 27 mai 1707".

Il ne faut pas oublier Madame de Maintenon, et plus tard, Talleyrand, fidèle curiste durant plus de 30 ans".

"Un fait est à citer : le 1er novembre 1755, entre 15 et 16 heures, la source eut un tel débit qu'elle inonda la ville, la chaleur était insupportable, puis elle s'arrêta de couler. Elle ne revint à son état normal que le 4 novembre ; or, le 1er novembre 1755 fut enregistré le tremblement de terre de Lisbonne".

Après la période révolutionnaire, le regain d'activité de la station viendra de l'action de deux médecins : Pierre-Emile REGNAULT qui alerta en 1842 le Ministre de l'Agriculture et du Commerce et son fils, Pierre REGNAULT, qui reprit le projet de son père de sorte que "le 15 mai 1885 à 4 h 45 du matin, les grandes grilles de l'établissement thermal s'ouvrirent pour la première fois.

Le coût de cette construction, qui dura deux ans, fut de 507 000 francs (pour une comparaison éventuelle, un artisan gagnait 2,75 F par jour)

En 1889, construction du casino et aménagement du parc thermal.

De 1901 à 1904, installation de bains de vapeur et pulvérisation. Mise en place d'une buvette".

De 1875 à 1883 le nombre de curistes fréquentant l'ancien établissement thermal passera de 497 à 601. De 1885 à 1904, la fréquentation du nouvel établissement thermal passera de 592 à 1752, auxquels il faut ajouter un millier de curistes soignés dans les hopitaux (RB n° 10)

A partir de 1975, de nouvelles constructions ont été entreprises et de nouveaux aménagements se poursuivent en 1981-82.

2.2 - AMENAGEMENTS SUCCESSIFS DU CAPTAGE

2.2.1 - Le captage à la fin du XIXe siècle

D'après l'ouvrage de L. de Launay publié en 1899 (RB n° 5) le travail de captage (de la source des Trois Puits) "qui remonte à l'époque romaine, a consisté à creuser, sur le filon thermal, une fosse rectangulaire de 5,70 m de profondeur, 5,90 m de longueur, et 1,90 m de large, dont on a garni les parois d'un béton étanche".

"Le volume total de cette chambre de captage est de 51 m³ ; le débit de la source est, à l'émergence, quand la chambre est mise à sec, de 1 000 m³ par vingt-quatre heures ; avec une hauteur d'eau de 5 m, il se réduit à 270 m³".

"Le captage romain avait été garni, jusqu'au rocher, de béton, avec des revêtements extérieurs en terre glaise, de manière à isoler complètement cette chambre thermale".

"Dans les travaux de réfection, qui furent exécutés en 1884, on porta l'épaisseur du béton et maçonnerie, dans toute la partie inférieure, à 2 m, et on la recouvrit, avec des précautions spéciales, d'une couche de ciment de 0,05 m d'épaisseur".

"L'eau est pompée dans cette chambre ... au moyen d'une pompe qui remonte l'eau de 27 mètres jusqu'aux bassins réfrigérants".

"La pompe est à double effet du système différentiel et comprend un corps cylindrique en fonte avec chemise intérieure en bronze, surmonté d'un réservoir d'air";

"La pompe, entraînée par une machine à vapeur de 15 chevaux, donnant 7,5 ch de force disponible sur l'arbre des volants, débitait théoriquement 13 l/seconde et pratiquement 11 l/s. Son tuyau d'aspiration plongeait dans le chambre de captage à 5 m de profondeur (pour éviter l'aspiration du sable fin) ce qui correspondait à un débit de 864 m³/jour. La fourniture et installation de la pompe, de la machine à vapeur, des chaudières et de 85 m de conduite en cuivre enveloppée de paille ont coûté 26 400 francs".

2.2.2 - Les travaux de 1939 - 1944

Par suite de la contamination bactériologique de l'eau minérale en 1938 des études et travaux sont entrepris dès janvier 1939, par le concessionnaire, Monsieur PETIT, sous la direction de l'ingénieur des Mines BERNARDET, avec le concours de l'ingénieur TPE REGERAT (RB n° 6).

Les fouilles et recherches révèlent qu'aux alentours du captage existe un réseau compliqué de conduites, rigoles, fosses de distribution en partie désaffectées, d'étanchéité douteuse, servant au transport d'eaux usées

A l'intérieur du domaine thermal existent divers puits plus ou moins comblés avec venues d'eau thermale au fond, influencées par les pompages sur la source des Trois Puits.

A l'extérieur du domaine thermal existe un réseau compliqué de canalisations, fosses de distribution plus ou moins désaffectées, mal protégées contre les eaux usées et communiquant avec le captage.

A faible distance du captage, le réseau d'égoûts n'est pas étanche; Dans les environs, des puisards atteignent une nappe d'eau douce en relation avec des griffons d'eau thermale, le niveau d'eau de ces puisards étant sous l'influence des pompages sur la Source.

Les travaux ont consisté à étancher ou combler les puits proches du captage, à détourner des eaux indésirables, à améliorer l'étanchéité de

la maçonnerie entourant le captage. Ils ont été interrompus par la saison thermale 1939 et n'ont pas repris à l'automne en raison de la mobilisation générale, puis de la guerre.

Les projets de deux entreprises ont été examinés soigneusement par Monsieur BERNARDET et les travaux reprirent le 13 avril 1944.

Après dégagement du captage sur tout son pourtour, une fuite d'eau décelée au Nord-Ouest de la fissure thermale fut étanchée au ciment de laitier Rochefer.

Une fuite importante apparut également au Nord-Est sur le conduit reliant le captage au puisard B et d'autres fuites étaient décelées à travers le mur en béton construit en 1939.

L'assise en béton friable supportant la maçonnerie du captage a été enlevée sur 0,40 m d'épaisseur et en remplacement, un mur de 0,65 à 0,70 m en béton de ciment Rochefer a été construit, bien ancré dans le rocher.

L'ensemble du bassin fut ceinturé d'un corroi d'argile de 0,60 m d'épaisseur isolant le puisard B et un chaînage en béton de 0,35 m d'épaisseur fut établi sur le corroi d'argile sur le pourtour du captage.

En outre, le bassin contigu au captage, au Nord-Est, fut soigneusement cimenté et le puisard A comblé et obturé par une dalle en béton.

Les analyses d'eau faites en avril et décembre 1945 révélaient une eau thermale bactériologiquement pure.

2.2.3 - Travaux d'assainissement de 1954 à 1957 (RB n° 7)

Ces travaux en trois tranches comprennent :

- remplacement de l'égoût de la rue des Thermes (RN 152) par un collecteur ovoïde, en 1954
- en 1955-56 : réfection du collecteur de la rue de la Monnaie par des tuyaux en ciment de 500 mm, reconstruction totale des égoûts et raccordements aux immeubles de bordure de la rue des Trois Puits. Désinfection des terrains par déversements massifs d'eau de javel. Suppression de regards inutiles ou reconstruction correcte.
- En 1956-57 : reconstruction du collecteur d'égoûts sous la rue et la place des Orfèvres.

2.2.4 - Travaux de janvier - février 1982

Une pollution bactériologique constatée en 1981 a conduit l'Exploitant à modifier le captage par l'exécution des travaux résumés ci-après ; ceux-ci ont été réalisés par l'entreprise HUILLET, 37300 Joué-les-Tours, sous la surveillance des responsables de Promothermes conseillés par

Monsieur BRIOT, qui a rédigé un compte-rendu des opérations (RB n° 11). Le programme d'intervention a été préparé avec la participation des ingénieurs de la Direction interdépartementale de l'Industrie, de la Direction départementale de l'Action sanitaire et sociale et du laboratoire d'hydrologie de la faculté de médecine de Clermont-Ferrand, qui ont visité les travaux à plusieurs reprises.

Après retrait des coupoles en verre et dépose des pierres de taille formant les margelles des Trois Puits, un puits est foncé à partir du plancher de la chambre de captage, qui se situe à 5,80 m de profondeur environ. Le rocher granitique est creusé en 1,50 m de diamètre, sur 3,50 m de profondeur, atteignant ainsi 9,30 m sous la plateforme en béton entourant les Trois Puits ; une galerie de 1,80 m de hauteur et de 1 m de longueur partant de la base du puisard est dirigée vers le NE pour recouper la fissure thermale.

Un cuvelage cylindrique en PVC alimentaire de 1,20 m de diamètre, 6 m de hauteur et 1 centimètre d'épaisseur a été descendu dans le puisard ; il est fermé au fond et raccordé par soudure à un "tunnel" qui s'engage dans la galerie pour recueillir l'eau minérale. Ce cuvelage, fermé à sa partie supérieure par un couvercle PVC renforcé, à la fois parfaitement étanche et démontable, comporte deux manchettes soudées pour le trop plein et pour la conduite d'aspiration de la pompe, toutes deux en PVC alimentaire également (voir figure 1).

Sous le fond du cuvelage et sur sa périphérie, l'espace annulaire a été rempli complètement avec du béton vibré ; de même la base de l'ancienne chambre de captage a été complètement bétonnée sur 0,25 à 0,30 m d'épaisseur de telle sorte qu'actuellement l'eau thermale est totalement recueillie dans une enceinte close en PVC facile à désinfecter le cas échéant.

Si l'inquiétude persiste, c'est que cette amélioration du captage n'a pas modifié le site défavorable de la Source. Il s'agit en effet d'une dépression, où les eaux pluviales et usées affluent naturellement, où les constructions anciennes avec des caves non revêtues sont nombreuses. En conséquence les risques de contamination de l'eau thermale restent localement assez élevés dans ce bas-fond entouré de maisons, de canalisations plus ou moins étanches, où les terrains recouvrant le granite fracturé sont lessivés par les eaux pluviales et imprégnés occasionnellement par des produits polluants.

Dans un tel site, il aurait fallu, à l'origine, maintenir une dizaine d'hectares plantés d'arbres, exempts de toutes constructions, routes, canalisations, etc... le parc protecteur en forme de portion de cercle de 200 m de rayon au minimum est esquissé sur la figure 7. L'établissement thermal et la ville de Bourbon l'Archambault auraient été construits à l'Est du parc et leurs eaux usées auraient été collectées vers la vallée de la Burge pour être évacuées au NE.

Comme cette restructuration n'est pas envisageable pratiquement aujourd'hui, il faut tenter de capter l'eau thermominérale dans un autre site.

Avant d'indiquer les modalités de cette recherche, nous étudierons tout d'abord le débit de la Source, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau minérale et les données géologiques régionales.

STATION THERMALE DE BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

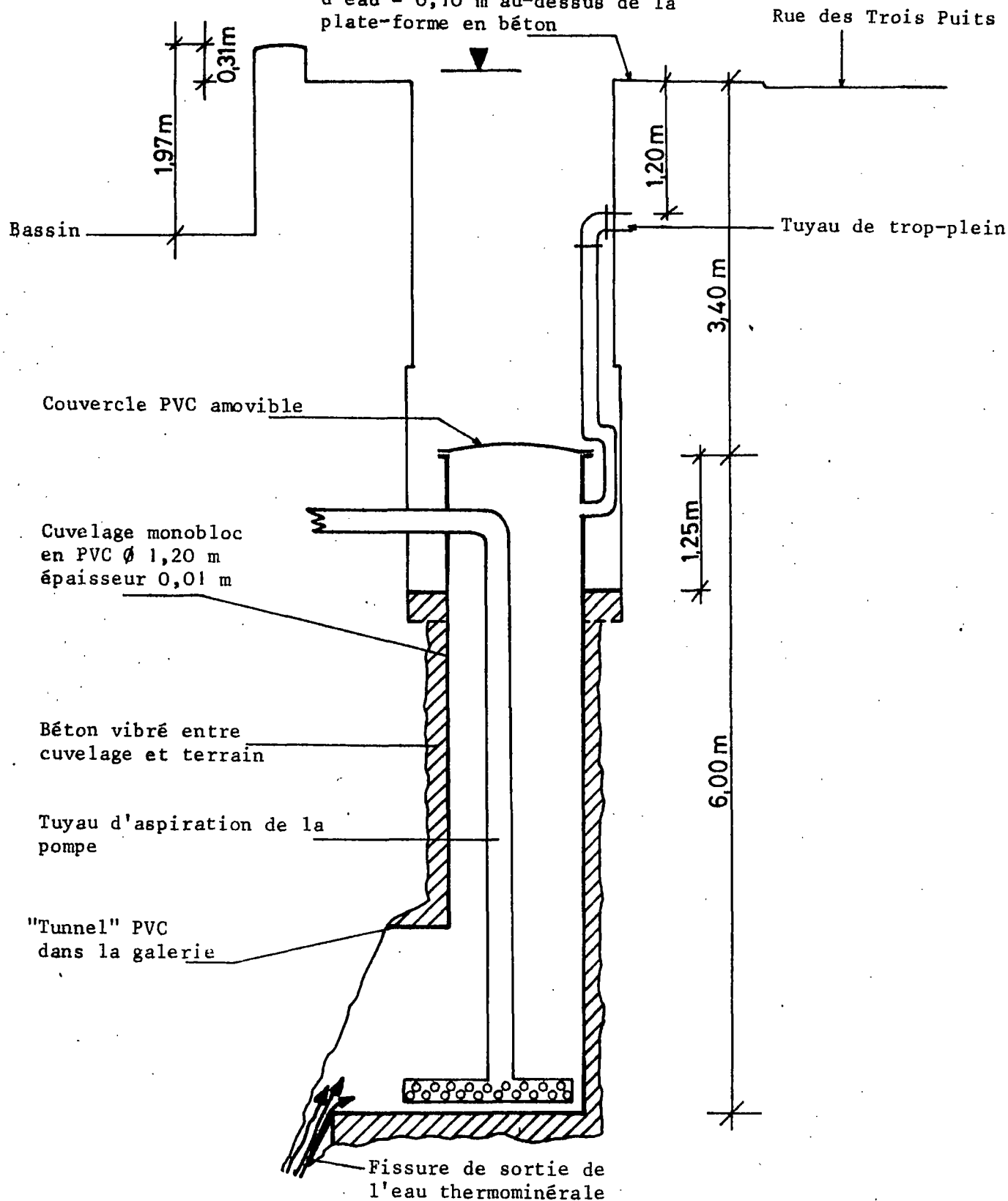
Coupe technique simplifiée du captage de la source
des Trois Puits le 15 février 1982

Echelle 1/50

NORD-EST

SUD-OUEST

Origine des mesures de niveau
d'eau = 0,10 m au-dessus de la
plate-forme en béton



3 - DÉBIT DE LA SOURCE ET CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU

3.1 - LES POMPAGES D'ESSAI DE FEVRIER 1982

3.1.1 - Durée et modalités de l'essai

Au cours du pompage d'essai de février 1982, les observations ont été faites pendant 96 heures environ pendant lesquelles la pompe a tourné pratiquement en continu à trois régimes :

- du 15/02/1982 à 11 h 50 au 17/02/1982 à 10 h 19 :
débit pompé = 62 à 43 m³/heure
- du 17/02/1982 à 10 h 19 au 18/02/1982 à 9 h 00 :
débit pompé = 24,3 à 24,8 m³/heure
- du 18/02/1982 à 9 h 00 au 19/02/1982 à 12 h 00 :
débit pompé = 31,7 à 31,4 m³/heure.

L'entreprise HUILLET terminait son intervention le mercredi 10 février ; le vendredi 12 février la pompe d'exploitation réinstallée était remise en marche pour tourner en continu, mais une fuite à un raccord de la conduite d'aspiration de cette pompe se produisait dans la nuit du dimanche 14 au lundi 15 février. Réparé provisoirement lundi matin ce raccord non étanche introduisait une prise d'air à l'aspiration, qui se traduisait par une perte de débit de la pompe.

Les premières observations du 15 février, entre 11 h 50 et 14 h 15, montrent qu'une réduction notable du débit se produit entre 10 h 05, où l'on mesure 45,8 m³/heure et 12 h 17, où l'on mesure 26,44 m³/heure (voir tableau 1). A 14 h 10, le débit n'est plus que de 24,4 m³/heure et corrélativement le niveau dynamique passera de 6,215 m, à 12 h 12 à 5,40 m à 14 h 15. Le raccord est réparé vers 14 h 30 et à partir de 14 h 50 la pompe remise en marche fonctionnera correctement, comme en témoignent les débits et niveaux dynamiques regroupés sur le tableau 2 présenté plus bas.

/ TABLEAU 1 /

POMPAGE D'ESSAI SUR LA SOURCE DES TROIS PUIITS
A BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

Observations du 15/02/1982 de 11 h 57 à 14 h 15

DUREE (mm)	HEURE	NIVEAU DYNAMIQUE (m)	DEBIT (m ³ /h)	TEMPERATURE (°C)	CO ₂ (Karats)	CONDUCTIVI- TE (mS)
	11 h 57	6,11				
	12 h 05		45,8			
	12 h 07	6,21				
	12 h 12	6,215				
	12 h 17		26,44			
	12 h 23	5,77				
	12 h 42	5,805				
	13 h 19	5,74				
	13 h 35		26,53			
	13 h 50	5,44				
	14 h 10		24,14	52		6,6 à 46°C
	14 h 15	5,40			3 à 50°C	
Intervention des mécaniciens sur le raccord d'aspiration arrêt de la pompe de 14 h 25 à 14 h 50						

Au cours des essais, l'eau sort à l'air libre d'un tuyau surélevé pour placer périodiquement au-dessous un fût métallique de 224 litres en vue de contrôler le débit ; l'eau rejetée s'écoule naturellement vers l'égoût.

- les mesures de débit consistent à chronométrer le temps de remplissage du fût de 224 litres ; l'opération est répétée quatre fois pour obtenir un temps moyen représentatif.

- les mesures du niveau dynamique sont toutes prises à la sonde électrique à partir d'une planche recouvrant des madriers posés sur la plate-forme bétonnée entourant les Trois Puits, dont la margelle a été retirée pour les travaux de janvier - février 1982. La face supérieure de cette planche utilisée comme repère d'origine est à 3,505 m au-dessus du rebord du cuvelage PVC de 1,20 m de diamètre (voir figure 1)

- les mesures de température sont faites sur l'eau sortant du tuyau de même que les prélèvements pour contrôles de la conductivité et de la teneur en CO₂ dissous.

- enfin le prélèvement d'eau pour analyse chimique et le prélèvement de gaz en ampoule sous vide ont été effectués au robinet branché sur une dérivation de la conduite principale reliant la Source à l'établissement thermal. Ce robinet utilisé pour les contrôles périodiques réglementaires a été préalablement ouvert pendant 1/4 d'heure pour obtenir des échantillons parfaitement représentatif de l'eau pompée.

3.1.2 - Première phase de l'essai

Les résultats de cette première phase de l'essai sont résumés sur le tableau 2 et la figure 2.

En colonne 2, 3 et 4 le tableau indique l'heure, le niveau dynamique et le débit.

En première colonne, et bien que le puits soit soumis au pompage depuis plusieurs semaines, on considère qu'après la réfection du raccord sur la conduite d'aspiration, qui a entraîné une forte augmentation du débit, ce palier de débit plus élevé débute à 14 h 50 le 15 février.

La cinquième colonne donne le débit spécifique, c'est-à-dire le quotient entre le débit à un instant donné et le rabattement correspondant. Pour calculer exactement ce rabattement, il faudrait connaître le niveau piézométrique au repos, ce qui est pratiquement impossible sur cette source pour deux raisons :

- les exploitants pompent toute l'année pour éviter au maximum la remontée de l'eau dans les terrains superficiels pollués
- l'arrêt volontaire de la pompe et l'installation d'une cheminée d'équilibre sur le trop-plein n'interdiraient probablement pas les sorties d'eau minérale dans les terrains superficiels.

POMPAGE D'ESSAI SUR LA SOURCE DES TROIS PUITES

A BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

Observations du 15/02/1982 à 14 h 50 au 17/02/1982 à 10 h 19

DUREE (mm)	HEURE	NIVEAU DYNAMIQUE (m)	DEBIT (m3/h)	DEBIT SPECIFIQUE (m3/h/m)	TEMPERATURE EAU (°C)	CO2 (Karats)	CONDUCTIVITE (mS)
<u>/ LUNDI 15 FEVRIER 1982 /</u>							
0	14 h 50	Remise	en marche	de la pompe			
30	15 h 20	6,44					
40	15 h 30		62	9,35			
52	15 h 42	6,86					
57	15 h 47		60,6	8,85			
62	15 h 52	6,90			52		6,81 à 49°C
73	16 h 03		59,73	8,53			
80	16 h 10	6,985					
108	16 h 38		57,6	7,96			
114	16 h 44	7,31					
140	17 h 10		54,5	7,42			
145	17 h 15	7,35					
180	17 h 50		54,5	7,20			
187	17 h 57	7,55					
260	19 h 10		52,36	6,70			
265	19 h 15	7,87					
380	21 h 10	7,86					
390	21 h 20		48,87	6,21			
394	21 h 24	7,87					
<u>/ MARDI 16 FEVRIER 1982 /</u>							
610	01 h 00		47,16	5,93			
615	01 h 05	7,95					
990	07 h 20		45,3	5,61			
1000	07 h 30	8,08					
1145	09 h 55		43,59	5,36	52		
1150	10 h 00	8,13				5 ; 5 ;	6,07 à 49°C
1180	10 h 30	8,15					
1195	10 h 45		44,19	5,42			
1290	12 h 20	8,18					
1370	13 h 40		43,71	5,34			
1380	13 h 50	8,19			52	5 ; 5 ;	5,9 à 49°C
1510	16 h 00	8,20				6 , 6 ;	
1580	17 h 10		44,06	5,36			
1587	17 h 17	8,22					
1725	19 h 35		44,06	5,33			
1730	19 h 40	8,26					
					Prélèvement d'une ampoule de gaz pour analyse à 14 h 00		

POMPAGE D'ESSAI SUR LA SOURCE DES TROIS PUIT
A BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

DUREE (mn)	HEURE	NIVEAU DYNAMIQUE (m)	DEBIT (m ³ /h)	DEBIT SPECIFIQUE (m ³ /h/m)	TEMPERATURE EAU (°C)	CO ₂ (Karats)	CONDUCTIVITE (mS)
/ MERCREDI 17 FEVRIER 1982 /							
2150	02 h 40		43,71	5,27			
2155	02 h 45	8,29					
2470	08 h 00	8,33					
2480	08 h 10		43,24	5,19	52	5;5;6 à 51°C	5,98 à 50,5°C
2513	08 h 43	≈ 8,33					
2595	10 h 05		44,63	5,34 ?			
2605	10 h 15	8,35					
<p>A 9 h 15 prélèvement de 1 litre d'eau 9 h 20 à 9 h 30 arrêt de la pompe durant quelques minutes pour modifier le support du tuyau de sortie de l'eau</p>							

Figure 2

Pompage d'essai sur la source des Trois Puits
à BOURBON L'ARCHAMBAULT (Allier)

Observations du 15/2/1982 à 14h50 au 17/2/1982 à 10h19

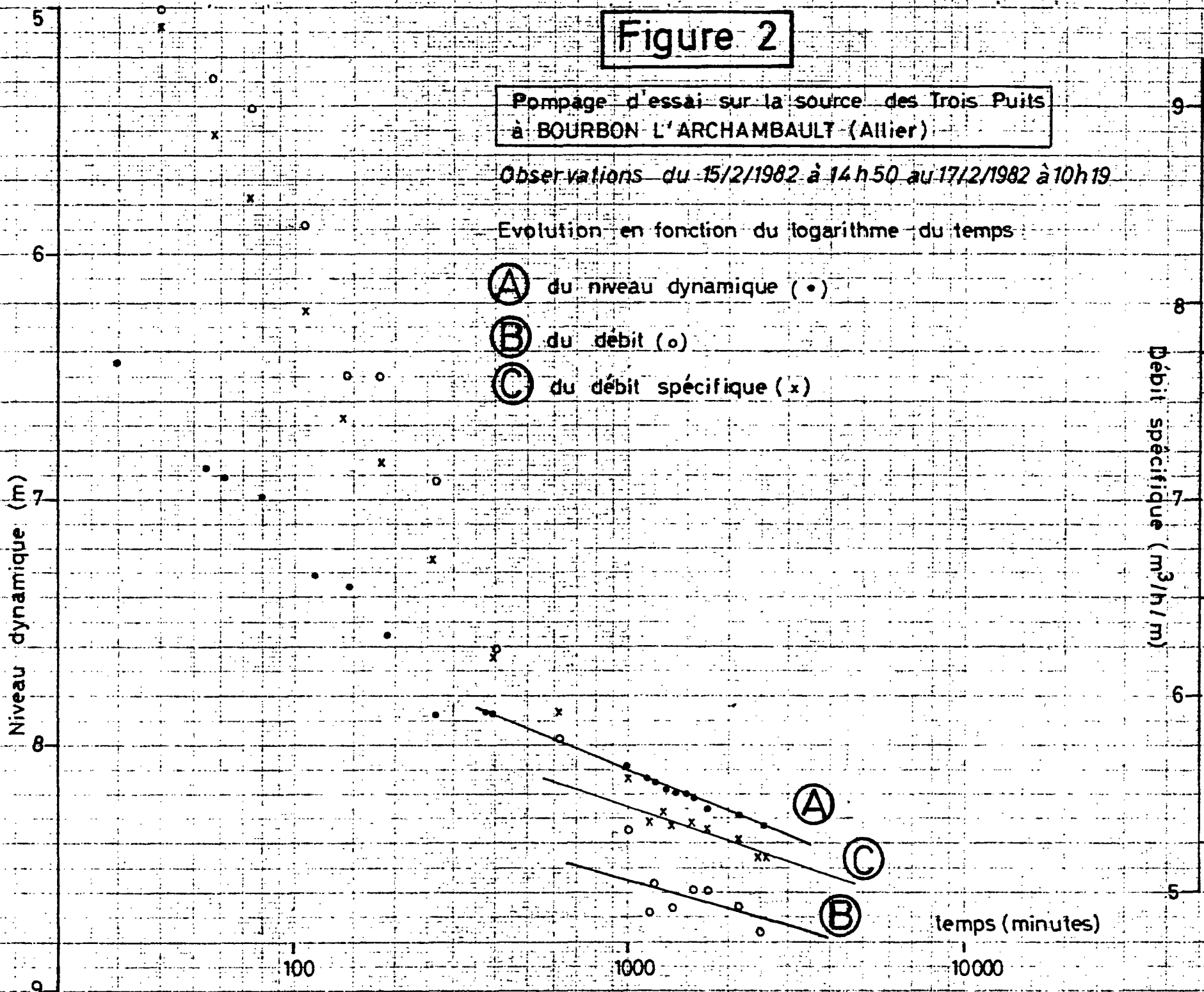
Evolution en fonction du logarithme du temps

- (A) du niveau dynamique (•)
- (B) du débit (o)
- (C) du débit spécifique (x)

Niveau dynamique (m)

Débit (m³/heure)
Débit spécifique (m³/h/m)

temps (minutes)



Par simplification nous avons estimé qu'en l'absence de pompage et de fuites latérales l'eau se stabiliserait approximativement vers le niveau supérieur des planches recouvrant provisoirement la bouche du puits, c'est-à-dire le niveau d'origine de nos mesures.

Il en découle que la valeur du rabattement, en mètres, est équivalente à celle du niveau dynamique.

La figure 2 montre l'évolution de 3 caractéristiques en fonction du logarithme du temps :

- l'augmentation du rabattement assez rapide pendant les 300 premières minutes (5 heures) diminue ensuite
- le débit diminue assez rapidement pendant les 900 à 1100 premières minutes (15 à 18 heures), de 62 à 44 m³/heure ; ensuite il "faiblit" très peu
- le débit spécifique diminue de 9,35 m³/h/m à 5,61 m³/h/m au cours des 990 premières minutes ; il "descend" de 5,51 à 5,19 m³/h/m au cours des 1500 minutes suivantes.

Nota : les valeurs du débit et débit spécifique vers 2600 mn sont négligées le débit ayant certainement progressé momentanément après l'arrêt de quelques minutes pour modifier le support du tuyau

3.1.3 - Deuxième phase de l'essai

Le 17 février à 10 h 19 un serrage de la vanne installée sur la conduite de sortie de l'eau provoque une réduction du débit, donc une remontée du niveau dynamique.

Le tableau 3 donne les observations faites entre 10 h 19 le 17/02/82 et 9 h 00 le 18/02/1982, et les chiffres sont reportés sur la figure 3.

A la différence de la première phase au cours de laquelle le niveau dynamique, donc le rabattement, augmentent, tandis que débit et débit spécifique diminuent, on constate ici l'inverse :

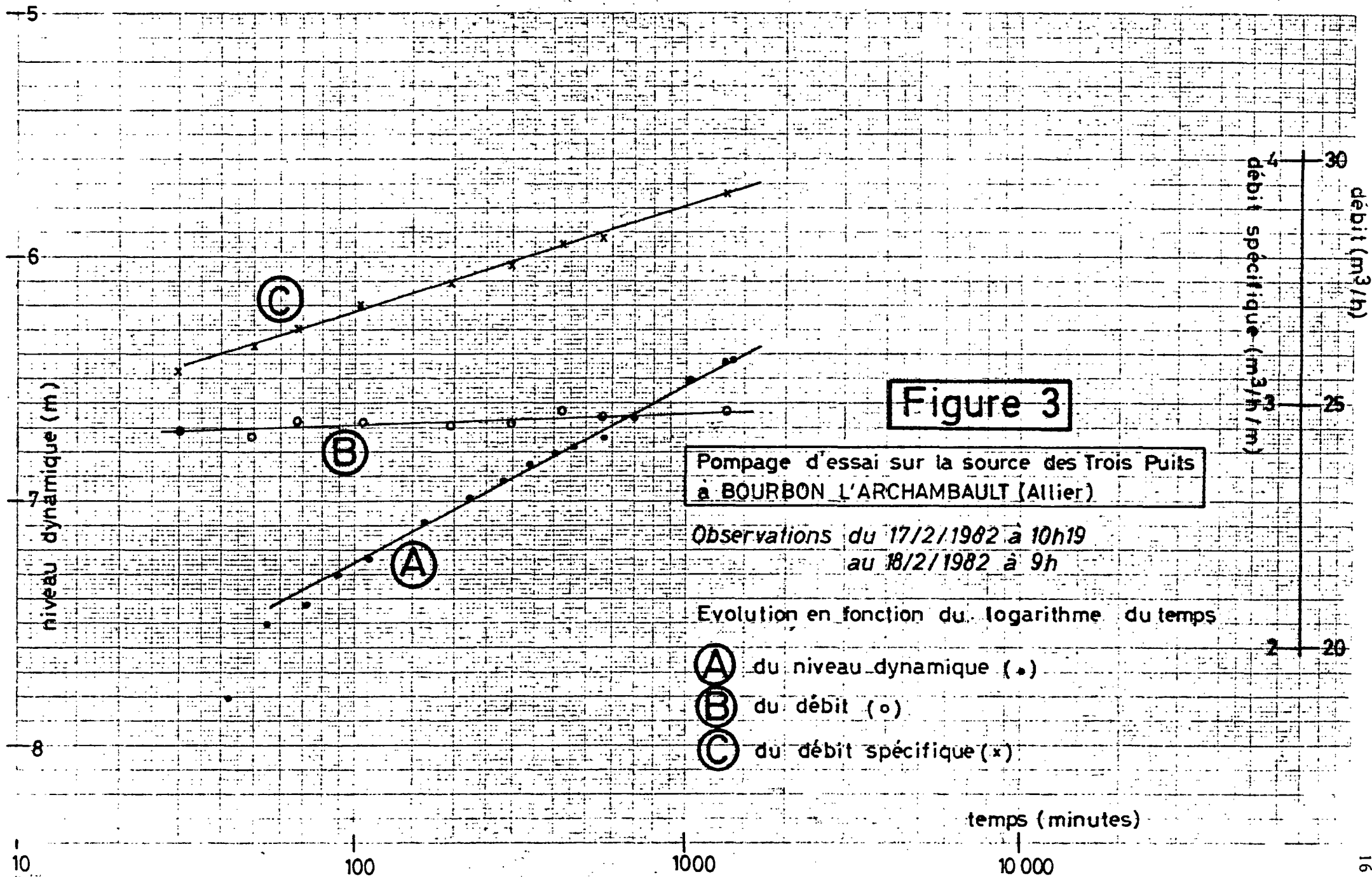
- le niveau dynamique diminue linéairement en fonction du log du temps
- le débit et le débit spécifique croissent tout au long de la 2ème phase.

Si le débit progresse peu, aucune amorce de stabilisation n'est décelable sur le niveau dynamique après 22 h 40' de pompage à ce régime moyen de 24,8 m³/heure.

POMPAGE D'ESSAI SUR LA SOURCE DES TROIS PUITES
A BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

Observations du 17/02/1982 à 10 h 19 au 18/02/1982 à 9 h 00

DUREE (mn)	HEURE	NIVEAU DYNAMIQUE (m)	DEBIT (m ³ /h)	DEBIT SPECIFIQUE (m ³ /h/m)	TEMPERATURE EAU (°C)	CO ₂ (Karats)	CONDUCTIVITE (mS)
<u>MERCREDI 17 FEVRIER 1982</u>							
0	10 h 19	8,35	≈ 44,5	5,34	Après mesure, serrage de la vanne		
30	10 h 49		24,44	3,13			
44	10 h 53	7,81					
49	10 h 58		24,29	3,23			
55	11 h 04	7,51					
67	11 h 16		24,66	3,31			
72	21	7,43					
90	49	7,31					
105	12 h 04		24,66	3,40			
111	12 h 10	7,24					
164	13 h 03	7,095					
194	13 h 33		24,55	3,49	52,6	6;8;7 à 51°C	5,84 à 50°C
221	14 h 00	6,99					
281	15 h 00	6,92					
298	15 h 17		24,58	3,56			
341	16 h 00	6,86					
405	17 h 04	6,81					
420	17 h 19		24,85	3,65	52	7;8;8 à 51°C	5,73 à 48°C
461	18 h 00	6,78					
556	19 h 35		24,74	3,67			
566	19 h 45	6,74					
<u>JEUDI 18 FEVRIER 1982</u>							
1031	3 h 30	6,51					
1311	8 h 10	6,43	24,85	3,86			
1361	9 h 00	6,425					



3.1.4 - Troisième phase de l'essai

A la fin du deuxième essai la vanne est légèrement ouverte par tâtonnements successifs pour atteindre 31 à 32 m³/heure ; à partir de 9 h 15 l'ouverture de la vanne reste inchangée jusqu'à la fin des observations, à 12 h 00 le 19/02/1982.

Le tableau 4 et la figure 4 rassemblent les résultats des mesures effectuées pendant ce troisième essai de 27 heures. L'évolution du débit et du niveau dynamique présentent la même tendance qu'en première phase, en plus atténué.

3.1.5 - Courbes caractéristiques de la Source

Pour résumer les trois essais la figure 5 donne les courbes caractéristiques : débit - niveau dynamique.

- la courbe $\overline{A/}$ est faite à partir des valeurs obtenues après 24 heures (1440 mn) de pompage continu
- la courbe $\overline{B/}$ est l'extrapolation après une semaine de pompage continu (10080 mn).

Comme il est impossible que le niveau dynamique au débit de 24,8 à 25 m³/heure soit plus accentué après un jour qu'après une semaine de pompage, le tronçon $\overline{A'}$ indique le tracé réel probable après 24 heures pour le début de la courbe $\overline{A/}$.

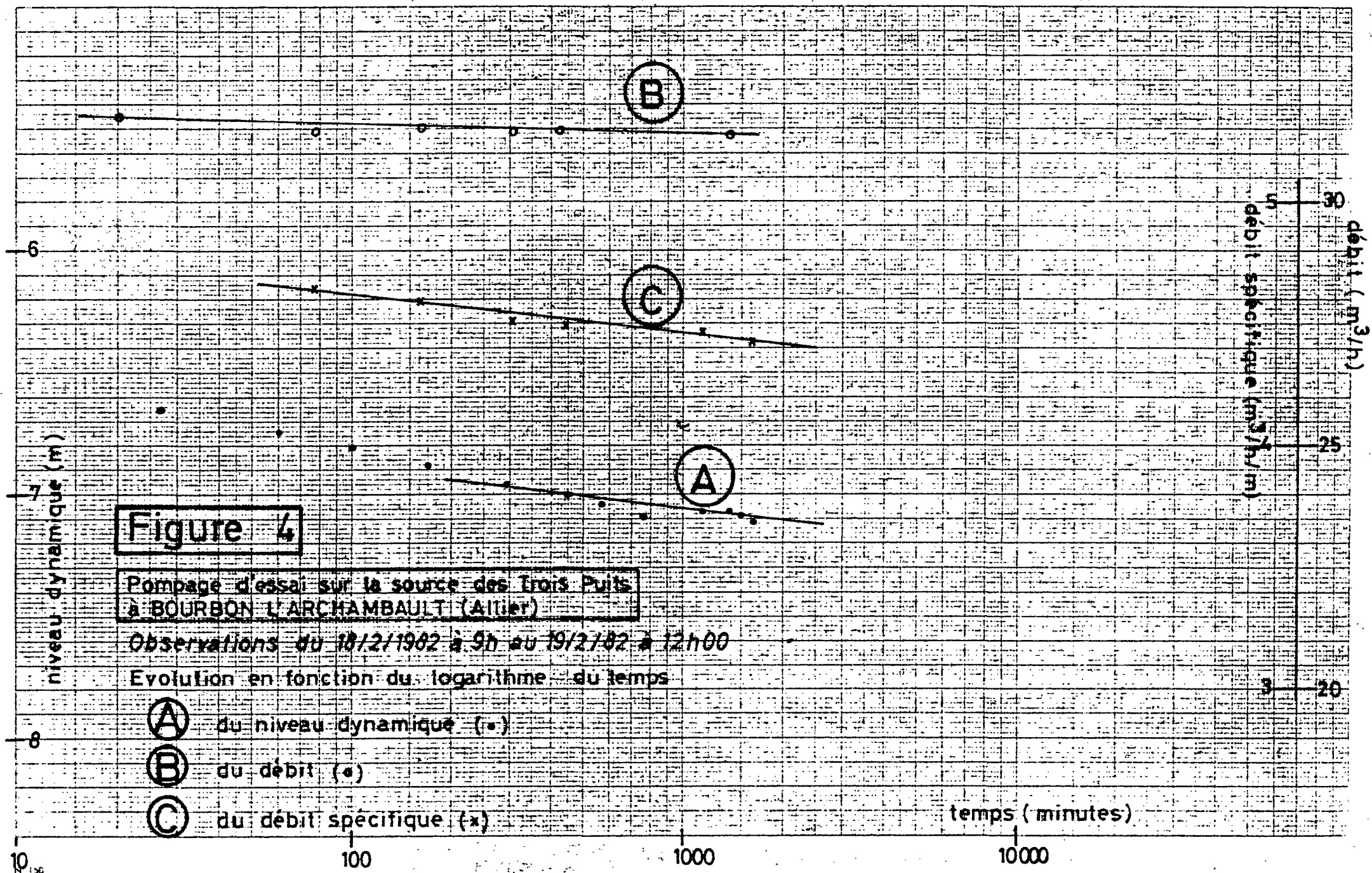
Ces deux courbes A-A4 et B auraient pu gagner notablement en précision si les conditions de l'essai avaient été plus rationnelles, c'est-à-dire :

- avant l'essai, interruption du pompage pendant une semaine environ pour atteindre une stabilisation satisfaisante du niveau piézométrique (voir à ce propos le § 3.1.2).
- mise en marche de la pompe au débit le plus faible, soit 25 m³/heure environ, maintenu jusqu'à stabilisation satisfaisante du débit et du niveau dynamique. Arrêt de la pompe à ce stade et observations de la remontée du niveau pendant une durée égale à celle du pompage.
- deuxième essai à un débit moyen de 31 à 32 m³/heure dans les mêmes conditions que ci-dessus, avec remontée consécutive au pompage.
- troisième essai à 42/43 m³/heure dans les mêmes conditions.

POMPAGE D'ESSAI SUR LA SOURCE DES TROIS PUITES
A BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

Observations du 18/02/1982 à 9 h 00 au 19/02/1982 à 12 h 00

DUREE (mn)	HEURE	NIVEAU DYNAMIQUE (m)	DEBIT (m ³ /h)	DEBIT SPECIFIQUE (m ³ /h/m)	TEMPERATURE EAU (°C)	CO ₂ (Karats)	CONDUCTIVITE (mS)
<u>/JEUDI 18/02/1982/</u>							
de 9 h 00 à 9 h 15 réglages de la vanne pour obtenir environ 31 m ³ /heure. jusqu'à 9 h 10 le débit moyen est proche de 27 m ³ /heure							
0	09 h 10		28,2				
3	9 h 13		28,6				
7	9 h 17		31,38				
11	9 h 21	6,59					
20	9 h 30		31,75				
27	9 h 37	6,63					
61	10 h 11	6,74					
77	10 h 27		31,44	4,65	52,3	7;7;7 à 51°C	508 à 48°C
100	10 h 50	6,81					
161	11 h 51		31,56				
170	12 h 00	6,885		4,59			
294	14 h 04	6,96					
304	14 h 14		31,44	4,51			
380	15 h 30	6,985					
420	16 h 10		31,46				
440	16 h 30	7,00		4,49	52	7;8;8	492 à 50°C
584	18 h 54	7,04					
755	21 h 45	7,09					
<u>/VENDREDI 19/02/1982/</u>							
1160	04 h 30	7,06		4,47			
1380	8 h 10		31,38				
1385	8 h 15	7,07					
1490	10 h 00	7,08					
1610	12 h 00	7,11		4,42			



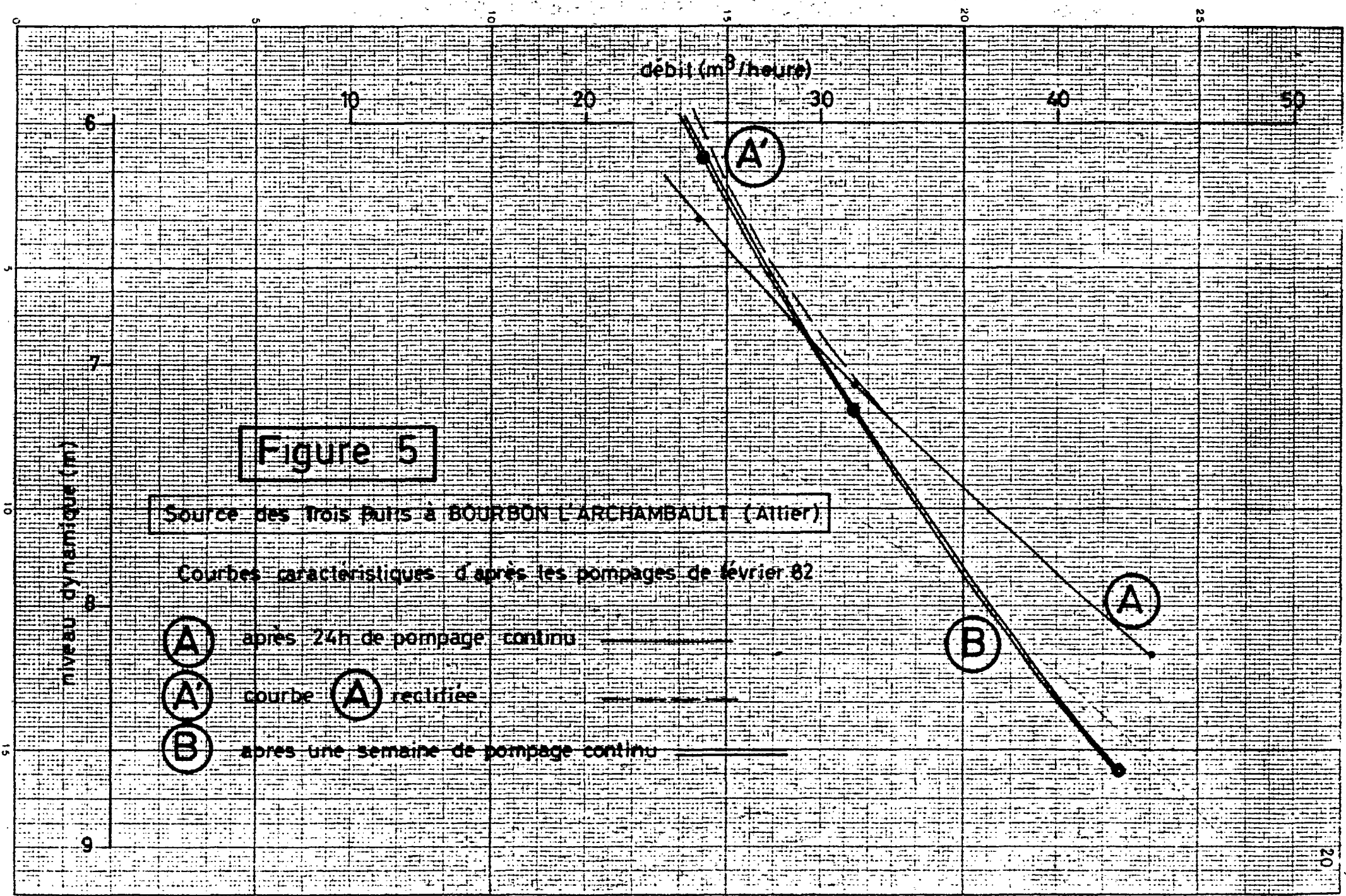


Figure 5

Source des trois puits à BOURBON L'ARCHAMBAULT (Allier)

Courbes caractéristiques d'après les pompages de février 82

- (A) après 24h de pompage continu
- (A') courbe (A) rectifiée
- (B) après une semaine de pompage continu

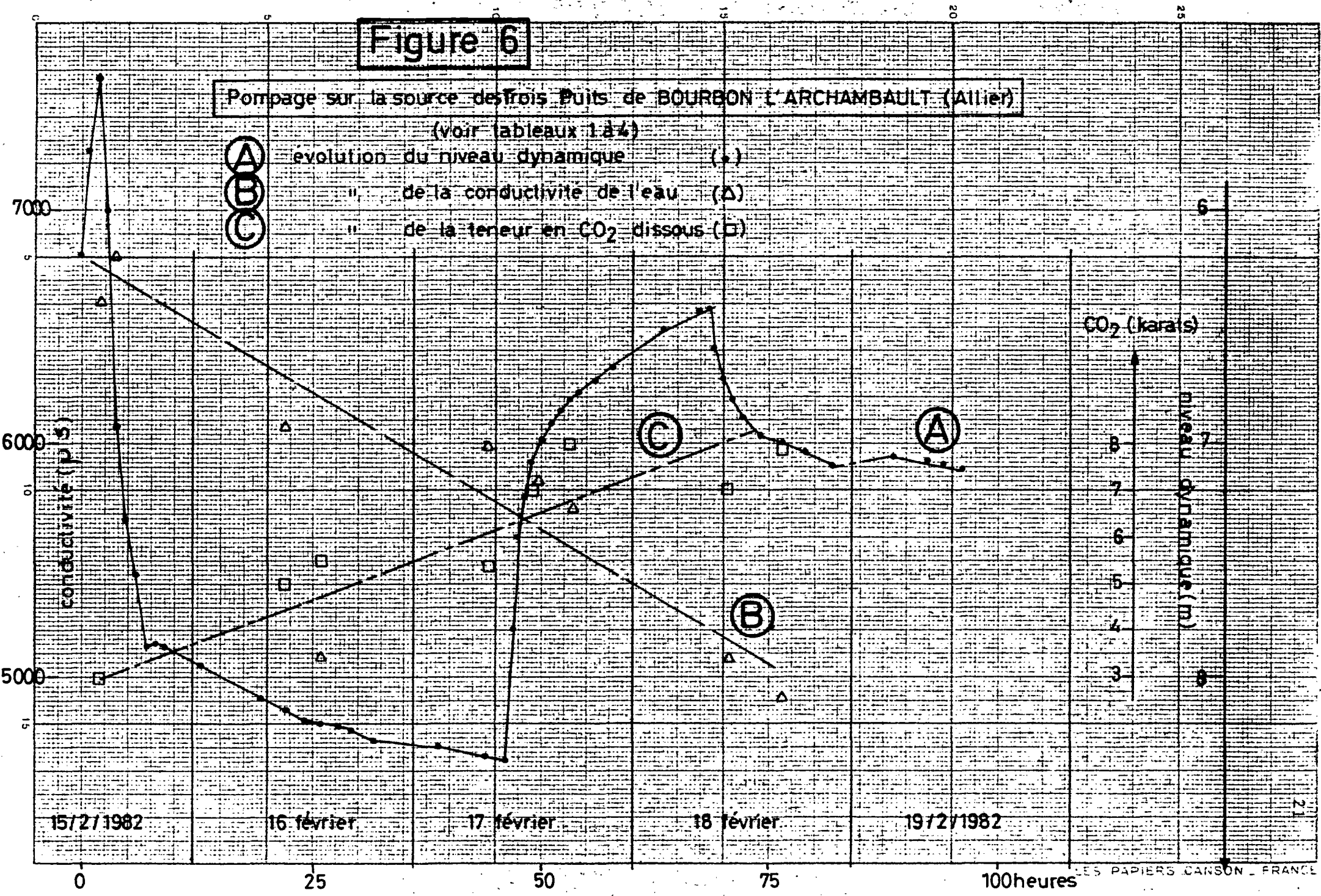
Figure 6

Pompage sur la source des trois Puits de BOURBON L'ARCHAMBAULT (Allier)

(voir tableaux 1 à 4)

Ⓐ
Ⓑ
Ⓒ

- évolution du niveau dynamique (.)
- △ " de la conductivité de l'eau (Δ)
- " de la teneur en CO₂ dissous (□)



CO₂ (karats)

Niveau dynamique (m)

15/21 1982

16 février

17 février

18 février

19/2/1982

100heures

Telles quelles ces courbes sont néanmoins intéressantes.

D'après la figure 1, il apparaît qu'à 9,20/9,25 m le niveau dynamique "annoncerait" le début du dénoyage de la crépine de la pompe ; pour conserver une sécurité de 0,50 m ce niveau dynamique ne devrait donc pas dépasser 8,70 m ; c'est la cote atteinte à 42,5 m³/h après une semaine de pompage continu (voir courbe B figure 5).

En conséquence, dans la mesure où la Source est parfaitement insensible aux variations saisonnières*, il serait prudent de maintenir à 40 m³/h au maximum le débit moyen d'exploitation continue sur une période de 2 à 3 mois. Ceci correspond à 960 m³/jour, valeur proche des 1 000 m³/jour annoncés dans les anciens documents comme débit potentiel de la Source.

Les courbes A, AA' et B présentent toutes trois la même anomalie en révélant un accroissement du débit spécifique lorsque le débit pompé augmente ; sur un aquifère homogène on constate toujours l'inverse.

Ce type d'anomalie apparaît lorsqu'au pompage on fait appel à deux aquifères, dont la piézométrie est différente. L'aquifère à pression supérieure est sollicité en premier ; après un certain temps de pompage, le niveau dynamique descend et le deuxième aquifère mis à contribution fournit un débit complémentaire, ce qui se traduit par une augmentation du débit spécifique sur l'ouvrage exploité.

Pour tenter de comprendre le phénomène sur la source des Trois Puits nous présentons sur la figure 6 l'évolution au cours des 96 heures de pompage, du niveau dynamique (courbe A) de la conductivité de l'eau (courbe B) et de la teneur en gaz carbonique dissous. Sans attacher trop d'importance aux valeurs de la conductivité et du CO₂ dissous en raison du grand espacement des mesures, on notera la tendance à la diminution dans le temps de la conductivité tandis que la teneur en CO₂ s'accroît.

Les deux tendances opposées, corrélatives d'une température qui reste stable vers 52/52,5°C, ne sont pas facilement explicables. Pour progresser dans cette voie il serait souhaitable de reprendre les observations systématiques lors d'un pompage d'essai effectué hors saison thermale en procédant selon la méthode indiquée au début de ce paragraphe 3.1.4.

3.2 - CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU MINERALE

La température de l'eau de la source des Trois Puits est voisine de 53°C au griffon, soit 52 à 52,5°C à la sortie de la pompe.

L. de Launay (RB n° 5) rapport que "Monsieur de Gouvenain, qui a fait, pendant des années, des observations sur cette source, a constaté, en outre, que la température variait d'un point à l'autre de la fissure qui donne issue aux eaux, et se modifiait également, en un même point, d'un jour à l'autre, sans cause bien déterminée, etc."

* Ce qui n'a jamais été démontré par des pompages d'essai méthodiques, conduits de la même façon, en janvier et septembre par exemple.

/ TABLEAU 5 /

RESULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES SUR L'EAU MINERALE
DE LA SOURCE DES TROIS PUIITS - BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)

Année	1963	1975	1982
Laboratoire	I.H.U.C	B.R.G.M	I.H.U.C
Résidu sec à 180°C	3211		3044,8
Ca (mg/l)	115,20	109,80	107,2
Mg	10,60	7,10	6,80
Na	1006,50	950	944,20
K	140	56,50	64,35
Cl (mg/l)	1189,20	1054,30	1011,80
SO ₄	292,60	320,00	326,40
HCO ₃	878,40	915,00	866,20
NO ₃		6,00	1,50
NH ₄ (mg/l)	0,32		0,23
PO ₄		0,10	
F		6,00	5,90
Fe total		0,11	0,325
SiO ₂	25	80	90
Li		3,68	3,99
As (µg/l)		50	
B		1500	
Ba		500	
Cu		traces	
Mn	450	300	266
Mo		traces	
3H		+ 1	
18O		- 6,40	
D		- 52,19	
34S		+ 17,19	
13C		- 5,90	

CLASSÉ DANS LA PREMIÈRE CATÉGORIE
DES LABORATOIRES AGRÉÉS
POUR LES ANALYSES HYDROLOGIQUES

ANALYSE N° 5290 F°

TABLEAU 6

Source : LES TROIS PUITES
 Propriétaire : Sté d'exploitation Thermes BOURBON L'ARCHAMBAULT
 Lieu du prélèvement : Griffon
 Date du prélèvement : 19/2/1982
 Date de l'envoi de l'analyse : 16/3/1982
 Température de l'eau : 54°

Poids du résidu sec à 180° : 3044,8

Poids du résidu sulfaté :

K +

Na +

Li +

Am +

Ca ++

Mg ++

Fe ++

Mn ++

Al +++

Sr ++

Ba ++

SO⁴ --

NO³ --

NO² -

Cl -

F -

Br -

I -

CO³H -

PO⁴H ---

AsO⁴H ---

Total des cations et des anions

SiO²

CO² libre

B²O³

MINÉRALISATION TOTALE

Alcalinité en cm³ de NaOH N/10 au litre

Résistivité électrique en ohms cm³ à 18°

	mg/l	me/l
	64,35	1,65
	944,20	41,05
	3,99	0,55
	0,23	0,01
	107,20	5,36
	6,80	0,57
	0,325	
	0,266	
	326,40	6,80
	1,50	0,02
	0	
	1011,80	28,50
	5,90	0,31
	866,2	14,20
	3338,87	
	90,0	
	3428,87	
	142,0	
	234	

3.2.1 - Les analyses de l'eau

Au point de vue chimique, le tableau 5 rassemble les résultats de trois analyses de 1963, 1975 et 1982 ; le laboratoire de l'Institut d'hydrologie de la faculté de médecine de Clermont-Ferrand (IHUC) a fait l'analyse de 1963 et celle de 1982 sur échantillon prélevé le 19/02/82 (voir tableau 6) ; le département Laboratoires du BRGM a fait l'analyse de 1975 et les analyses de gaz citées plus loin.

Les résidus sec de 3211 mg/l en 1963 et de 3045 mg/l en 1982 sont très proches de la valeur 3180 citée par L. de Launay.

Cette eau de minéralisation moyenne, d'une bonne stabilité dans le temps se caractérise ainsi :

- parmi les cations, le sodium prédomine fortement
- les chlorures constituent l'anion majeur suivi par les bicarbonates
- les teneurs en fluor, lithium, bore et strontium sont relativement élevées et le manganèse est aussi important que le fer
- la minéralisation en silice et potassium semble variable
- la faible teneur en tritium confirme l'origine ancienne de l'eau.

3.2.2 - Composition des gaz dissous

Dans son ouvrage déjà cité (RB n° 5) L. de Launay écrit, page 467, à propos de la source des Trois Puits : "source thermique, non gazeuse, arrivant à la surface"

En réalité l'eau de Bourbon l'Archambault est riche en gaz dissous et l'installation expérimentale d'un dégazeur efficace pour mesurer le rapport volumétrique gaz/eau est tout à fait possible.

Deux analyses de la composition de ce gaz dissous ont été faites par le BRGM en 1978 (RB n° 9) et 1982 ; les résultats obtenus sont indiqués ci-dessous, en pourcentages du volume total de gaz prélevé dans une ampoule vide d'air.

GAZ	Analyse 1978	Analyse 1982
CO ₂	40,1 %	40,8 %
N ₂	55,1 %	49,7 %
O ₂	1,98 %	12,1 %
Ar	0,54 %	0,6 %
He	0,7 %	0,029 %
CH ₄	traces	0,0057 %

Dans les eaux minérales gazeuses du Massif Central et de sa périphérie le gaz prédominant est, soit le gaz carbonique, soit l'azote ; on rencontre également des compositions mixtes, ce qui est typiquement le cas à Bourbon l'Archambault avec 40 % environ pour le CO₂ et approximativement 50 % pour l'azote.

La teneur en oxygène particulièrement élevée sur l'échantillon de 1982 amène le chimiste à penser qu'une entrée d'air a pu se produire dans l'ampoule par suite d'une mauvaise étanchéité du robinet en téflon. Un prélèvement complémentaire pourrait être fait ultérieurement si nécessaire, le remplissage de l'ampoule étant rapide en raison du débit gazeux élevé.

4 - DONNÉES GÉOLOGIQUES

4.1 - LES TERRAINS AFFLEURANTS

L'agglomération de Bourbon l'Archambault est située sur une "boutonnière" de socle apparaissant au travers de la couverture de terrains sédimentaires permien (voir annexes 2 et 3).

4.1.1 - Le socle

Il peut être rattaché par ses faciès au massif granitique de Montmarault, plus précisément à sa marge Nord-Est, mais présente la particularité, rare dans ce massif lui-même, d'être intensément déformé en masse comme un corps encore plastique, ce qui lui a donné une structure "étirée", avec une linéation et souvent même une foliation bien visible.

Postérieurement à cette déformation "plastique", le socle a enregistré toutes les phases de déformation cassante qui se sont produites depuis. Certaines sont antérieures au recouvrement permien, d'autres sont postérieures et intéressent donc aussi cette couverture. Contrairement à la première qui déforme intimement toute la masse des roches, la déformation cassante est un phénomène discontinu produisant des fractures disposées suivant des plans, mais pouvant toutefois affecter des épaisseurs importantes de roches : plusieurs mètres ou dizaines de mètres, parfois davantage dans le cas de grands accidents régionaux, sont ainsi transformés en brèches. Suivant les phases, les lieux et les directions, ces fractures pourront jouer en compression ou en distension, produisant dans ce dernier cas des fissures ouvertes permettant les circulations d'eau.

4.1.2 - La couverture sédimentaire

On ne trouve pas de dépôts houillers près de Bourbon l'Archambault.

Les dépôts du Permien (Autunien), continentaux (fluviaux ou lacustres) se sont déposés largement dans le "Bassin de l'Aumance" immédiatement après le Stéphanien mais, aux environs de Bourbon l'Archambault, le socle n'a été recouvert que par les dépôts les plus tardifs de l'Autunien, comme s'il avait longtemps subsisté là une île, ou un haut fond.

Des terrains postérieurs (Saxonien rouge et Trias marin), il ne subsiste rien aux environs ; les plus proches témoins sont les collines des Briettes et de Franchesse, au Nord-Ouest.

Enfin, le Tertiaire des Limagnes n'apparaît que vers Saint Menoux à l'Est.

Le Permien à Bourbon

L'assise terminale de l'Autunien, qui existe seule dans la région de Bourbon, est généralement constituée d'argiles gris-bleu, parfois verdâtres à violacées, avec quelques bancs de grès et de calcaires gris et des passées schisteuses. Mais, à l'Est de la ville, l'Autunien est représenté par les "Grès de Bourbon", faciès local et particulier constitué de grès massifs et durs qui ont été largement exploités autrefois comme pierre de taille. Dans la ville même, ces grès sont fréquemment affectés par des minéralisations en rapport avec la fracturation : roche partiellement silicifiée et parcourue de nombreux filonnets de quartz avec parfois barytine associée (Rue du Pied de Fourche), rosettes de barytine dans les diaclases (Avenue Ch. L. Philippe).

4.2 - PETROGRAPHIE DU SOCLE

L'étude pétrographique montre que, malgré des apparences très diverses, les roches rencontrées sont toutes d'origine granitique, et peuvent être rapprochées de faciès connus de la marge du massif de Montmarault, mais elles ont toutes subi une intense déformation à chaud, blastomylonitique ou orthogneissifiée.

Dans la majorité des cas, il s'agit d'un granite monzonitique à biotite, généralement grossier et quelquefois porphyroïde, parfois fin. On a trouvé aussi une aplite leucocrate et une diorite quartzique fine, montrant toutes deux une importante cataclase (broyage à froid) vraisemblablement liée à la faille qui limite le socle du Permien, au voisinage de

l'établissement thermal ; ces deux roches, d'origine filonienne probable, laissent penser que la faille actuelle puisse être le rejeu d'une fracture plus ancienne, anté-permienne.

Enfin un leucogranite alumineux à cordiérite et grenats (Avenue C. Desbordes) pourrait se rattacher à des roches semblables connues suivant une trainée Nord-Sud : Bourbon, Bois-Perdus, Cotes-Matras, Le Montet en bordure Est du massif de Montmarault.

A l'observation, les affleurements montrent un réseau filonien à aplites et pegmatites, plus ou moins affectées par les diverses déformations mais souvent reconnaissable. Localement on trouve un granite grossier sombre porphyroïde qui, bien que déformé, paraît correspondre au faciès typique du granite de Montmarault.

4.3 - DEFORMATION DU SOCLE

La foliation des roches (blastomylonitiques à orthogneissiques) est souvent délicate à mesurer. Les directions sont assez constantes, sensiblement subméridiennes : N 180 g à N 20 g.

Les pendages par contre paraissent plus variables vers le Nord-Ouest de la ville . C. PALMA (COGEMA) a relevé des pendages Ouest variables, tandis que vers l'établissement thermal et au château nous avons relevé des pendages vers l'Est, localement subhorizontaux à l'établissement thermal même.

4.4 - FRACTURATION DU SOCLE

Le socle de Bourbon l'Archambault montre une fracturation intense suivant des directions variables qui se regroupent en gros suivant deux directions : Nord-Sud et Est-Ouest (C. PALMA - COGEMA).

4.5 - DEFORMATION DE LA COUVERTURE

Suivant l'étude de C. PALMA (COGEMA), la fracturation des grès permien mesurée en face de l'établissement thermal représentant donc la fracturation tardive, post-permienne, de ce secteur, est subméridienne (pour l'essentiel N 155° à 175° avec des pendages Est assez forts).

Toutefois la grande faille de Bourbon, apparaissant en cartographie géologique car elle délimite le socle granitique et la couverture permienne au Sud-Ouest de la ville, se rattache aux directions Est-Ouest (N 110 - 130 g).

De même, la faille plus hypothétique limitant le socle au Nord-Est de la ville paraît avoir la même direction.

4.6 - OBSERVATIONS FAITES LORS DES TRAVAUX DE JANVIER 1982

La direction de la fracture ouverte empruntée par l'eau minérale a été mesurée vers 6 m sous le sol et au fond vers 9 m.

- vers 6 m on a mesuré : N 170 gr environ
- vers 9 m on a N 150 gr avec fort pendage NE de 65 à 70 gr.

En lame mince, les échantillons sont constitués, en tête du puisard, d'un grès permien non tectonisé, qui semble éboulé ou en remblai. Plus bas on a rencontré des roches broyées silicifiées, une brèche de granite leucocrate, une roche granitoïde cataclasée à texture initiale grenue porphyrique.

Le puisard est donc implanté dans une brèche de faille affectant fortement les roches originelles du socle.

Les minéralisations identifiées dans les déblais du puisard, avaient déjà été, pour la plupart, repérées au siècle dernier par les géologues et mineurs. Il s'agit :

- de fluorine mauve dans des petites fissures anastomosées ; les rares inclusions fluides monophasées suggèrent des conditions de cristallisation lente à une température inférieure à 80°C.
- de pyrite fréquente, disséminée ou en placages dans tous les échantillons
- de galène, accompagnée rarement de blende et de barytine blanche et rose dans les échantillons du haut.

5 - RECHERCHE D'UN NOUVEAU SITE DE CAPTAGE

5.1 - PRINCIPE DE LA RECHERCHE

Compte tenu des remarques terminant le § 2.2.4 sur l'environnement de la Source actuellement défectueux, il conviendrait de voir s'il est possible de capter l'eau thermominérale dans un site naturellement mieux protégé.

Toutes les observations géologiques anciennes et récentes s'accordent sur la direction de la fissure aquifère recoupée à la source des Trois Puits. Cette fissure SE-NO se prolonge en direction des réservoirs de 2 500 m³ situés à une quarantaine de mètres au Nord des bâtiments thermaux.


En bordure méridionale des réservoirs l'altitude du sol est voisine de 249 m, soit 19 à 20 m plus haut que la bouche des Trois Puits. En supposant qu'à la verticale des réservoirs la fissure ouverte existe bien, il serait théoriquement possible de la recouper par un sondage de quelques dizaines de mètres de profondeur. En cas de succès, le forage équipé pour capter l'eau, exploitable comme actuellement par pompage, serait nettement plus facile à protéger que la Source en raison de sa situation topographique et des installations existantes dans ce secteur.


5.2 - ZONE A PROSPECTER ET STRATEGIE


La Source étant propriété de l'Etat, la recherche devrait d'abord être entreprise sur les terrains domaniaux situés au N-NO de la Source, qui sont délimités sur la figure 7.

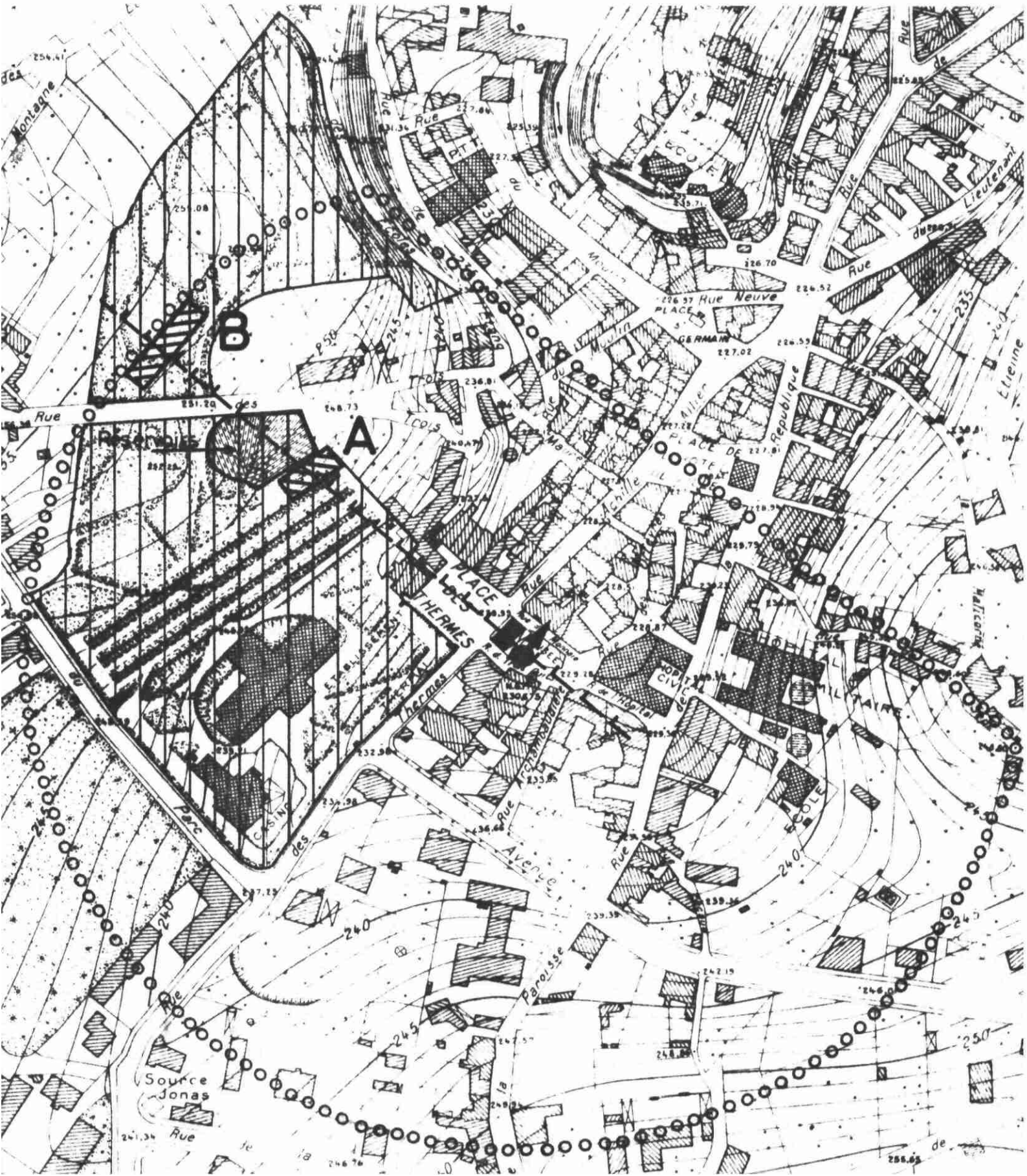
(échelle 1/2000)

OOOO Parc protecteur (voir § 2.2.4)

 Source des Trois Puits et tracé probable de la fissure aquifère

 **A** Zone d'implantation des sondages de reconnaissance.

 Domaine de l'Etat



L'identification des terrains et le repérage du prolongement de la fracture ouverte se ferait par des sondages carottés en petit diamètre dans lesquels on pourrait mesurer la température et faire des prélèvements d'eau pour contrôler quelques caractéristiques physico-chimiques.

La meilleure méthode serait de procéder par approches successives pour repérer la fracture en installant d'abord la sondeuse sur la zone A de la figure 7.

Le premier sondage de 30 à 40 m de profondeur maximale se situerait à l'extrémité Sud-Ouest de l'alignement indiqué. Selon les résultats obtenus le deuxième sondage serait implanté au NE de façon :

- à rechercher au-delà le passage de la fracture qui n'aurait pas été rencontrée dans le premier sondage
- à recouper à plus grande profondeur, c'est-à-dire dans la zone aquifère, la fracture qui aurait été recoupée trop haut en zone dénoyée.

Un troisième sondage pourrait être nécessaire au NE du deuxième si les résultats de celui-ci étaient du type indiqué ci-dessus pour le premier.

A titre d'approche, on peut estimer que les profondeurs respectives des sondages 1, 2 et 3 seraient de l'ordre de 30 m, 50 m et 80 m.

Le sondage réussi serait celui qui traverserait la fissure thermale suffisamment ouverte entre les altitudes + 220 à + 200. A partir de là, il serait possible de programmer le forage de captage à réaliser ensuite avec une sondeuse adaptée, différente de la sondeuse utilisée pour la reconnaissance au carottier.

Si la reconnaissance au pied des réservoirs, en zone A, permettait de penser que le passage de la fracture se situe davantage vers le NE on opterait pour l'une des solutions suivantes :

- a) - poursuivre la recherche vers le NE en zone A sur la propriété privée jouxtant celle de l'Etat, dans la mesure où l'Etat pourrait acheter cette propriété
- b) - poursuivre la recherche en zone B où le terrain domanial s'étend assez loin au NE, ce qui suppose que la fracture se prolonge jusque là.

La poursuite de la reconnaissance en zone B devrait être envisagée, même si celle de la zone A est positive et laisse penser que la fracture a les meilleures chances de se prolonger au NO. En effet, si le forage exploitable était au pied des réservoirs, sa protection immédiate serait bonne. Toutefois, à une centaine de mètres seulement de la Source des Trois Puits, il ne serait pas invraisemblable que le forage "appelle" pour une fraction de son débit, l'eau thermale circulant dans la fracture au voisinage de la Source.

Un forage exploitable situé en zone B, à une altitude encore plus élevée que celle de la zone A et à 200 m de la Source, offrirait à priori de meilleures garanties vis-à-vis de la contamination.

En raison de l'incertitude sur l'extension de la fracture, il serait toutefois déraisonnable d'installer directement la sondeuse en zone B ; on courrait ainsi le risque d'augmenter le nombre des sondages, donc le coût et la durée des travaux de reconnaissance.

Le nombre et la profondeur des sondages ne peuvent évidemment être déterminés avec précision dès maintenant ; à titre indicatif, on peut estimer que 3 à 6 sondages, dont les profondeurs cumulées atteindraient 200 à 300 m, devraient apporter les informations nécessaires.

5.3 - SCHEMA D'EXECUTION DES SONDAGES

Pour identifier les terrains essentiellement granitiques, le carottier double à couronne diamantée serait à priori l'outil le mieux adapté.

Le carottage se ferait à l'eau claire (l'eau potable de la ville) dans les diamètres standardisés :

N X	=	75,7	mm
B X	=	60	mm
A X	=	48	mm
E X	=	37,7	mm

Le plus faible diamètre de 37,7 mm, inutilisé normalement serait accepté pour les 10 à 15 derniers mètres dans les sondages les plus profonds si l'installation provisoire d'un tube de soutènement s'imposait au-dessus dans des terrains bouillants.

Dans les terrains meubles ou altérés superficiels les trois à quatre premiers mètres seraient forés au carottier ou au tricône de 140 à 150 mm jusqu'au "rocher" dur. Un tube-guide, en acier, de 90 à 100 mm de diamètre et de 4 mm d'épaisseur minimale serait installé dans cet avant-trou et cimenté sur toute sa hauteur.

Le sondeur prendrait toutes dispositions pour obtenir un taux maximal de récupération, en particulier dans les terrains fracturés. Il classerait les carottes au fur et à mesure de leur extraction, dans des caisses maniables en marquant avec une encre indélébile, le sigle du sondage et la profondeur en tête, et au pied de chaque élément de carotte. Les caisses

seraient entreposées dans un local couvert et convenablement éclairé pour l'examen et la description des terrains recoupés.

Le sondeur ferait toutes observations utiles à la bonne connaissance des terrains et des fluides telles que : nature de la roche, dureté, fracturation, présence de vides, descente libre de l'outil, absorption ou venues d'eau et de gaz, produits meubles remontés avec l'eau de foration, éboulements, coincements ou autres incidents. Il noterait le maximum de renseignements sur son cahier de chantier en précisant la date, l'heure, la profondeur et transcrirait les faits les plus marquants sur son rapport journalier, dont un exemplaire serait remis chaque jour au surveillant des travaux.

Pour être à même d'étayer, si nécessaire, des terrains fracturés bouillants, l'entreprise approvisionnerait une longueur suffisante de tubes d'acier dans les 3 à 4 diamètres compatibles avec les carottiers utilisés. Ces tubes de travail seraient en principe retirés à l'achèvement du sondage et éventuellement remplacés par des tubes PVC si le sondage devrait rester accessible aux mesures et prélèvements d'eau.

Dans son offre, l'entreprise devrait indiquer, en particulier :

- le prix de préparation, amenée et repli du matériel
- le prix d'installation sur chaque site de sondage
- le prix d'un avant-trou avec tube guide de 3 m avec les plus ou moins values pour une profondeur différente
- le prix au mètre linéaire (ml), du carottage dans les 4 diamètres indiqués
- le prix (au ml) de mise en place et retrait des tubes de divers diamètres. En variante, le prix pour fourniture et pose de chaque catégorie de tube laissé en place
- le coût des caisses à carottes (par ml)
- les prix horaires pour interventions diverses à la demande du Maître d'oeuvre, avec ou sans force motrice.

6 - CONCLUSION

La première conclusion de cette étude préalable à la recherche d'un nouveau site de captage d'eau thermominérale à Bourbon l'Archambault sera apportée par les résultats des sondages proposés.

Il est relativement improbable que ces sondages "restent" dans des granites compacts totalement dénués de fractures. On peut, au contraire, espérer que la cavité visible aux Trois Puits, ou une fracture ouverte de même nature, soit repérée en profondeur et que l'on puisse y déceler la présence d'eau de composition chimique et de température identiques à celle de la Source.

Ce premier indice favorable devrait être suivi d'un captage adapté puis de pompages d'essai pour évaluer la productivité de l'ouvrage et leur incidence éventuelle sur les points d'eau environnants.

Il est trop tôt pour faire des hypothèses sur ce futur captage, mais il est temps de prendre toutes dispositions utiles pour que les sondages de reconnaissance puissent démarrer en octobre 1982.

—


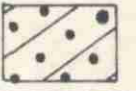
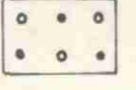
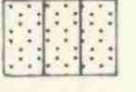

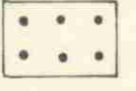
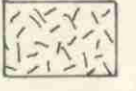


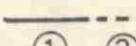
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - DE BRIEUDE - 1788
Observations sur les eaux minérales de Bourbon l'Archambault, de Vichy et du Mont d'Or - Paris
- 2 - HATTIER H. - 1851
Etude sur les eaux de Bourbon l'Archambault
C.R. Ac. Sc. 1951 - t. 32 - p. 20
- 3 - DE GOUVENAIN - 1875
Observations à Bourbon l'Archambault - remarques de M. DAUBREE
C.R. Ac. Sc. mai 1975 - t. 80 - p. 1300 à 1302
- 4 - De LAUNAY L. - 1888
Mémoire sur Bourbon l'Archambault
Ann. des Mines ; mai 1888 - p. 55
- 5 - De LAUNAY L. - 1899
Recherche, captage et aménagement des sources thermominérales
Paris - Baudry et Cie éditeurs
- 6 - AUBIGNAT A. - 1946
Source thermale de Bourbon l'Archambault - Travaux de protection exécutés durant les années 1939 et 1944
Rapport du Service des Mines - Clermont-Ferrand le 18.02.1940
- 7 - AUBIGNAT A. - 1969
Réponse à une demande du Conseil Supérieur d'hygiène sur la protection sanitaire de la source thermale de Bourbon l'Archambault (Allier)
Rapport du Service des Mines - Clermont-Ferrand le 13.01.1969
- 8 - REILHAC M. - 1977
Bourbon l'Archambault - Son histoire - Ses thermes
Revue "FLOREAL AN X" n° 24 - 1977
- 9 - BATARD F. et al. - 1979
Les gaz rares, une caractéristique des sources thermominérales du Massif central français
C.R. Ac. Sc. Paris - t. 288 - 5 mars 1979
- 10 - REILHAC M. - 1981
Bourbon l'Archambault. Le grand établissement thermal - Les vicissitudes de sa construction
Bull. Soc. d'Emul. du Bourbonnais - 3ème trim. 1981
- 11 - BRIOT R. - 1982
Travaux de nettoyage, de curage et de réaménagement de la "source des Trois Puits" à Bourbon l'Archambault (Allier)
Rapport du 18.02.1982

**CARTE GEOLOGIQUE DES ENVIRONS
DE BOURBON L'ARCHAMBAULT (ALLIER)**

Echelle : 1/25 000

LEGENDE

	Alluvions	Quaternaire
	Grès blancs et argiles	<u>TRIAS</u>
	Grès rouges à petits galets	<u>PERMIEN</u>
	Assise de Renière supérieure (Grès de Bourbon)	<u>SAXONIEN</u>
	Assise de Renière supérieure (argiles versicolores, schistes, grès et calcaires)	<u>AUTUNIEN</u>
	Arkoses de Renière (grès)	
	Assises de Buxières (grès, schistes bitumineux et charbon, bancs calcaires)	
	Socle (granite de Montmarault, orthogneiss)	
	contour géologique	
	faille : ① visible ② probable	

