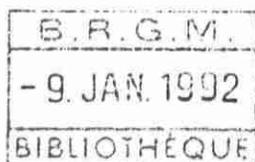




GISEMENT DES EAUX MINÉRALES
DE ST. ALBAN-LES-EAUX (42)

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT DES MOYENS
DE PRODUCTION

ORIENTATION POUR UN DÉVELOPPEMENT
DE L'EXPLOITATION



par
Ph. DUBOEUF



R 33 864 RHA 4S 91
Novembre 1991



**GISEMENT D'EAU MINERALE
DE ST ALBAN-LES-EAUX (Loire).**

**DIAGNOSTIC DE L'ETAT DES MOYENS DE PRODUCTION
ORIENTATION POUR UN DEVELOPPEMENT
DE L'EXPLOITATION.**

R 33864 RHA 4S/91

NOVEMBRE 1991

Par PH. DUBOEUF

BRGM - RHÔNE-ALPES

29, boulevard du 11-Novembre 1918 - B.P. 6083 - 69604 Villeurbanne cedex, France
Tél.: (33) 78.89.72.02 - Télécopieur : 380 966 F - Télécopieur : (33) 78.94.12.64

GISEMENT D'EAU MINERALE DE SAINT ALBAN-LES-EAUX (Loire).

DIAGNOSTIC DE L'ETAT DES MOYENS DE PRODUCTION. ORIENTATION POUR UN DEVELOPPEMENT DE L'EXPLOITATION.

R 33864 RHA 4S/91 Novembre 1991

Par PH. DUBOEUF

R E S U M E

La Société des Eaux Minérales de ST ALBAN exploite les sources César et Antonin à raison de 4,5 millions de cols annuels. Dans le but d'accroître sa production, elle a demandé au BRGM un diagnostic sur l'état des puits d'exploitation et sur les possibilités d'amélioration et de développement de la ressource. Les informations collectées lors de cette étude sont les suivantes :

- l'état des puits César, Julia, Antonin et Faustine est bon, malgré leur conception ancienne (aucune altération du boisage) ;
- le relevé des niveaux d'eau en pompage sur les 4 sources confirme l'interférence entre les ouvrages, la faiblesse des débits captés par Julia et Faustine, la stabilisation du niveau piézométrique de la nappe à 1,8 , 2,2 et 3,2 m³/h.
- le débit exploitable n'a pas chuté depuis le XVIIIème siècle ;
- on peut l'estimer actuellement à 2,2 m³/h en pompage continu ;
- une augmentation du débit d'exploitation à 3 voire 5 m³/h est hydrauliquement possible, mais risquerait d'appeler des eaux peu profondes et une contamination par des germes tests ;
- le gisement hydrominéral est vulnérable au droit des captages. Il faut rester vigilant sur le régime de pompage qui doit demeurer stable, en l'état actuel des captages, pour éviter l'apport d'eau de surface ;
- les eaux sont bicarbonatées sodiques et calciques. La radioactivité atteint 2,7 Bq/l (mesure SCPRI 1964).

Le gisement hydrominéral de ST ALBAN-LES-EAUX présente probablement un potentiel en eau minérale carbogazeuse permettant de répondre à un développement significatif de la production.

Une démarche est proposée à la SEM de ST ALBAN-LES-EAUX ; elle comporte les phases suivantes :

- 1 - recherche d'un moyen de substitution de la ressource actuelle par forages pour y engager des travaux de réhabilitation ;
- 2 - évaluation de la quantité, de la qualité de la ressource trouvée et des interférences avec les 4 puits existants ;
- 3 - mise en exploitation de ces ouvrages pendant la réalisation des travaux de réaménagement des 4 puits ;
- 4 - remise en exploitation des 4 puits réhabilités. Définition du meilleur schéma d'exploitation par la mise en oeuvre de tests de pompage.

La mise en oeuvre de cette démarche sera dictée principalement par 3 critères :

- prise en considération de la radioactivité de l'eau,
- maîtrise foncière du site,
- possibilité d'interrompre l'exploitation pendant 1 mois.

Ce rapport comprend : 13 pages de texte, 8 figures, 1 annexe.

S O M M A I R E

	Pages
<u>1 - MOTIVATIONS</u>	1
<u>2 - MOYENS MIS EN OEUVRE</u>	1
<u>3 - SITUATION GEOGRAPHIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE</u>	2
3.1 - LOCALISATION	2
3.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE	2
<u>4 - ETAT DES PUIITS EXISTANTS</u>	2
4.1 - HISTORIQUE	2
4.2 - DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION ACTUELLE	3
<u>4.2.1 - Le puits César</u>	3
<u>4.2.2 - Le puits Faustine</u>	4
<u>4.2.3 - Le puits Julia</u>	4
<u>4.2.4 - Le puits Antonin</u>	4
4.3 - VULNERABILITE A LA POLLUTION DE LA RESSOURCE	5
4.4 - CAPACITE DE PRODUCTION	5
<u>4.4.1 - Historique</u>	5
<u>4.4.2 - Les pompages d'essai 1991</u>	5
4.5 - CHIMIE DES EAUX	7
<u>5 - POSSIBILITES DE DEVELOPPEMENT DE LA RESSOURCE EN EAU MINERALE</u>	7
5.1 - A PARTIR D'UN AUTRE SITE	7
5.2 - A PARTIR D'UN AUTRE SITE	7
<u>6 - CONCLUSION</u>	8

Liste des figures

- 1 - Carte de situation - Echelle au 1/100.000
- 2 - Contexte géologique
- 3 - Coupe technique des 4 puits - position des griffons dans les puits (d'après caméra vidéo)
- 4 - Pompages d'essai sur le puits César - Mesures piézométriques sur puits César
- 5 - Pompages d'essai sur le puits César - Mesures piézométriques sur puits Antonin
- 6 - Pompage d'essai sur le puits César - Mesures piézométriques sur puits Faustine
- 7 - Pompage d'essai sur le puits César - Evolution piézométrique comparée sur César, Faustine, Antonin
- 8 - Simulation des niveaux piézométriques de la nappe en pompage continu à 3,2 et 5 m³/h

SOURCE D'EAU MINERALE DE ST ALBAN-LES-EAUX (Loire)

DIAGNOSTIC DE L'ETAT DES MOYENS DE PRODUCTION. ORIENTATION POUR UN DEVELOPPEMENT DE L'EXPLOITATION.

R 33864 RHA 4S/91 Novembre 1991

Par PH. DUBOEUF

1 - MOTIVATIONS

La Société des Eaux Minérales de ST ALBAN exploite les sources César et Antonin à raison de 4,5 millions de cols annuels. Elle a pour objectif de développer sa production pour atteindre 40 millions de litres par an.

Dans cette optique, elle a demandé au BRGM Rhône-Alpes de réaliser un diagnostic du gisement et de définir les perspectives de développement.

2 - MOYENS MIS EN OEUVRE

Pour répondre à cette demande, le BRGM a étudié les archives de la DRIRE de ST ETIENNE, les documents de la Banque du sous-sol et les ouvrages à caractère général existant sur plaine du Roannais.

Il a enregistré durant un pompage d'un mois, les variations du niveau piézométrique des puits César, Antonin et Faustine, dans le but de mieux connaître les interférences entre ouvrages.

Enfin, il a réalisé une inspection par caméra vidéo des parois et du fond des puits et des analyses chimiques sur l'eau des quatre ouvrages.

L'étude s'est déroulée du 1er octobre au 30 novembre 1991.

3 - SITUATION GEOGRAPHIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

3.1 - LOCALISATION

Les sources sont localisées en bordure Ouest de la plaine du Roannais, sur le territoire de la commune de ST ALBAN-LES-EAUX, à 15 km de Roanne et 2 km de la D 8 (cf. figure 1).

3.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

Les sources de ST ALBAN se situent à proximité de la faille d'effondrement de la plaine du Roannais, dans une zone de socle fracturée allongée dans une direction sensiblement Nord-Ouest Sud-Est (cf figure 2).

Les puits César, Antonin, Julia et Faustine captent des eaux profondes du socle chargées en gaz carbonique qui remontent par des fractures, diaclases et fissures, pour venir diffuser dans les terrains de recouvrement peu épais (4 m).

Le captage de l'eau minérale s'effectue à partir de 4 puits foncés dans les alluvions, jusqu'à la rencontre du substratum où l'on observe les griffons.

4 - ETAT DES PUIITS EXISTANTS

4.1 - HISTORIQUE

Les sources, connues des Romains ont commencé à être exploitées au XVIIème siècle pour le thermalisme (boisson et bains). Elles coulaient dans un pré et étaient souvent polluées par les orages.

Au XVIIème siècle, les sources furent encloses dans une petite cour murée. Les anciens puits Diane, le Galeux et le Mur furent remis en état et nettoyés. Le Docteur ROSTAIN en découvrait un quatrième, le Puits Neuf, un peu avant la Révolution.

En 1815, le Grand Hôtel est construit sur la rue principale. En 1825, la station accueillait 1500 curistes durant les trois mois d'été.

A partir de cette date, la création d'un nouvel établissement de bains en 1833 et d'un Casino ruinent la station.

En 1859, les captages furent améliorés. Les puits sont recouverts d'un capot en cuivre et enclos dans une fosse circulaire cimentée entourée d'une haute grille de fer. C'est en assurant le curage des puits que l'on a remonté de nombreuses pièces de monnaies dont les effigies ont valu aux puits leur nom actuel : César (Source le Mur), Faustine (Source Le Galeux), Julia (Source Diane) et Antonin (Puits Neuf).

En 1860, l'activité thermale cède sa place à celle de l'embouteillage. Cette année là, 400.000 bouteilles sont vendues et en 1877 la production est de 2.465.000 bouteilles.

Le thermalisme renaît après l'autorisation officielle d'une exploitation médicale en date du 15/11/1878.

La Société des Eaux Minérales de ST ALBAN est formée en 1891. En 1913, cette société produit 1.583.000 bouteilles d'eau minérale et 783.000 bouteilles de limonade. Après une baisse d'activité pendant le premier conflit mondial, la société est à nouveau prospère entre les deux guerres, les activités d'embouteillage et de thermalisme sont florissantes.

En 1945, l'activité thermale est arrêtée et seule l'exploitation de l'eau minérale est développée. La production est d'environ 1,3 M de litres jusqu'en 1983. Les sources ne sont pas pompées et l'on utilise le seul débit résultant de leur artésianisme. Depuis, l'exploitation des sources se fait par pompage à niveau constant. La production est passée en 1991 à 4,5 millions de cols.

4.2 - DESCRIPTION DE L'EXPLOITATION ACTUELLE

Les 4 puits de captage sont concentrés dans un cercle de 7 m de diamètre et leur orifice, coiffé d'une coupole en cuivre, donne sur une plate-forme circulaire entourée de gradins, également circulaire. L'ensemble est fermé par une grille.

4.2.1 - Le puits César

Le puits César est à section carrée, avec 2 réductions de section en allant vers le bas (cf. figure 3). Sa profondeur totale est de 4,3 m. Il capte l'eau minérale dans des griffons du substratum. Ses parois sont soutenues par des boisages en chêne à partir de - 0,6 m (par rapport au sol) et jusqu'au fond.

L'inspection par caméra vidéo a montré (cf. figure 3) :

- plusieurs griffons alignés suivant une direction Nord-ouest Sud-Est, le long d'une fracture ouverte de 80 cm de profondeur, trois d'entre eux produisent en continu tandis qu'un quatrième est intermittent (dégazage toutes les 8 secondes) ;

- un griffon à l'angle Ouest très producteur (gaz et eau) ;
- la bonne conservation des boisages ;
- l'existence de caves sous les boisages au contact du substratum ;
- la présence de filaments ferrugineux peu abondants sur les parois, (bonne circulation).

Le puits César est exploité par un pompage de surface en tout ou rien. L'arrêt des pompages se produit lorsque le niveau d'eau dans le puits atteint 0,60 m.

4.2.2 - Le puits Faustine

Le puits Faustine a une profondeur totale de 3,30 m, il est de forme carrée avec 4 sections décroissantes (de 1 m, 0,78 m, 0,60 m et 0,45 m de côté) vers le fond. Ses parois sont soutenues par des blindages en bois de chêne. Ce puits est alimenté par le flanc, mais aussi par le fond par de petits griffons produisant de l'eau et du gaz, il n'est pas exploité.

4.2.3 - Le puits Julia

Ce puits est à section circulaire, avec 2 réductions de section vers le bas (cf. figure 3). Sa profondeur atteint 3,75 m et son fond a été cimenté. Ce puits est alimenté par des venues d'eau et de gaz le long des parois. Les dépôts ferrugineux de fond sont importants ainsi que les filaments sur les parois, la production d'un tel ouvrage est probablement faible. Le puits Julia n'est pas exploité.

4.2.4 - le puits Antonin

Le puits Antonin a une section carrée uniforme de 0,80 m de côté. Il a été foncé jusqu'au substratum à 4,15 m sous la margelle. Ses parois sont boisées comme celles des puits Faustine et César.

L'opération par caméra montre un fond inégal, fissuré, tapissé d'oxyde de fer (dépôts de boues ocreuses). Le boisage n'atteint pas le fond et laisse entre le rocher et lui, un espace haut de 5 cm environ.

Les principaux griffons d'eaux minérales et de gaz sont dans l'angle Sud (en direction du puits César d'où ils viennent probablement) et dans l'angle Nord la face Nord-Est où la production se fait par le fond avec un fort débit de gaz carbonique.

Le puits Antonin est exploité comme le puits César par un pompage de surface en tout ou rien. L'arrêt du pompage a lieu lorsque le niveau d'eau dans le puits atteint 0,60 m.

4.3 - VULNERABILITE A LA POLLUTION DE LA RESSOURCE

Elle est liée essentiellement aux conditions de gisement et au mode de captage. En effet, les captages ne protègent pas l'eau minérale contre :

- les intrusions d'eau de surface lors d'un surpompage ;
- le largage de germes par le boisage lors de son dénoyage ;
- les activités voisines du site (routes, assainissement ...).

4.4 - CAPACITE DE PRODUCTION

4.4.1 - Historique

L'historique des pompages d'essais réalisés à différentes époques et retrouvés en archives montre que du XVIIIème siècle à nos jours, le débit des sources n'a pas évolué :

- le débit artésien jaillissant est de l'ordre de 20 l/mn soit 1,2 m³/h ;
- le débit d'épuisement complet des ouvrages est de l'ordre de 150 l/mn soit 9 m³/h.

Cependant, aucun des pompages d'essai n'a été réalisé sur une longue durée. Le débit de 150 l/mn correspond donc à un débit instantané.

4.4.2 - Les pompages d'essais 1991

Ils avaient pour objectif de tester l'ensemble du champ captant.

Les enregistrements piézométriques réalisés par le BRGM ont comporté 3 phases :

- enregistrement en pompage de production (tout ou rien) pendant 25 jours, prélevé sur les puits César et Antonin,
- enregistrement des niveaux piézométriques au débit de 1,8 m³/h pendant 3 jours, prélevé sur le puits César avec un matériel de pompage mis en place spécialement pour l'essai,
- enregistrement des niveaux piézométriques au débit de 3,2 m³/h pendant 2 jours sur le même puits avec le même matériel.

Ceux-ci sont présentés par les figures 4, 5, 6 et 7.

■ Interprétation des pompages de production

L'examen des figures montre que :

- 1 - tous les puits s'influencent mutuellement, les variations des niveaux d'eau sont corrélées ;
- 2 - le niveau piézométrique de la nappe d'eau minérale est stable ;
- 3 - le niveau piézométrique mesuré au puits César fluctue légèrement. Ceci est probablement lié au caractère déphasique (eau/gaz) du fluide ;
- 4 - l'exploitation en tout ou rien correspondrait à un débit de pompage en continu à 2,2 m³/h.
- 5 - le rabattement moyen mesuré à 2,2 m³/h sur tous les puits est de 1 m par rapport aux hublots des capots. Il est réglé par 2 électrodes marche/arrêt sur les puits César et Antonin.

■ Interprétation du pompage d'essai à 1,8 m³/h

Au débit de 1,8 m³/h pompé en continu sur le puits César pendant 3 jours, le niveau piézométrique de la nappe se stabilise à 0,9 m/sol.

■ Interprétation du pompage d'essai à 3,2 m³/h

Ce pompage d'essai a été mené du 18/10/91 au 20/10/91, soit pendant 2 jours au débit de 3,2 m³/h dans le puits César. A ce débit, le niveau piézométrique descend progressivement sur les 4 puits.

Les informations fournies par ce pompage d'essai sont les suivantes :

- les niveaux piézométriques dans les puits César, Julia et Faustine sont identiques au centimètre près, celui d'Antonin est plus haut, aucun de ces niveaux n'est encore stabilisé après 48 h de pompage ;
- le niveau piézométrique de la nappe tend après plus de 20 jours de pompage vers une stabilisation qui devra être contrôlée par un essai de longue durée ;
- le boisage des puits César et Faustine est dénoyé ;
- la présence de germes en excès apparaît dans les eaux du puits César ;
- une très légère diminution de la conductivité de l'eau minérale se manifeste.

■ Simulations

Dans le but de tester la capacité maximum théorique de production du champ captant (définie comme celle qui provoque le rabattement maximum admissible), une simulation a été réalisée. Elle montre que ce débit est de l'ordre de 5 m³/h, le rabattement théorique correspondant, non stabilisé, étant voisin de 2,80 m au bout de 3 semaines. Bien entendu, ce résultat doit être confirmé par un pompage d'essai en vraie grandeur.

4.5 - CHIMIE DES EAUX

Les quatre sources d'eau minérale autorisées en 1876 à ST ALBAN-LES-EAUX ont une eau relativement minéralisée, bicarbonatée sodique, calcique et carbogazeuse. Les teneurs en sulfates, chlorures et nitrates sont faibles. Le GLR (Gaz Liquid Ratio) est égal à 2 au débit de 3 m³/h. Le passage d'une production artésienne à une production en pompage n'a pas modifié les caractéristiques physico-chimiques des eaux minérales.

La qualité bactériologique est satisfaisante. Cependant, deux contaminations par des streptocoques fécaux ont été constatées en pompage en octobre 1991 et le 16/02/1974.

La radioactivité de l'eau n'a pas été mesurée mais la bibliographie fait état de l'existence d'une radioactivité très forte égale à 2,7 Bq/l sur le puits César.

Un prélèvement sera donc réalisé courant novembre pour confirmer cette valeur.

5 - POSSIBILITES DE DEVELOPPMENT DE LA RESSOURCE EN EAU MINERALE

5.1 - A PARTIR DES PUITES EXISTANTS

Elles paraissent limitées, en l'état actuel des ouvrages par le fait, constaté lors des essais de 1991 (et également ceux de 1974), qu'au-dessus de 2,2 m³/h, le boisage est dénoyé et relargue des germes de contamination.

Il est donc nécessaire de les réhabiliter grâce à un rechemisage en acier inoxydable, qui permettra de protéger les venues d'eau minérales, contre les risques de contamination par les eaux de surface ; ceci devrait permettre d'améliorer sensiblement les débits prélevés sur chaque ouvrage. La mise en oeuvre de ces travaux suppose au demeurant que l'exploitation puisse être interrompue sur les ouvrages actuels pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois.

5.2 - A PARTIR D'UN AUTRE SITE

L'étude bibliographique et l'existence d'indices d'eaux minérales dans la vallée de la Mantouse conduisent à penser qu'une prospection adéquate (gaz des sols : radon, CO₂ ; géophysique) pourrait conduire à la localisation des zones favorables au développement de la ressource et à la réalisation de nouveaux forages.

Ceux-ci pourraient permettre de mieux exploiter la ressource disponible en la captant en profondeur, de façon à la protéger des pollutions bactériologiques éventuelles d'origine superficielle, et en rendant possible un rabattement plus important de la nappe en vue de l'obtention d'un meilleur débit. Toutefois, les risques de rencontrer une eau ayant un taux de radioactivité gênant peuvent parfois augmenter avec la profondeur. Il y aurait lieu de prendre en considération la radioactivité existante et celle qu'on pourrait rencontrer pour l'orientation du développement.

6 - CONCLUSION

Les informations collectées au cours de cette étude conduisent aux principaux résultats suivants :

- l'état des ouvrages est bon malgré leur ancienneté ;
- les quatre sources interfèrent entre elles.
César et Antonin sont les deux puits producteurs ;
- le débit exploité est resté stable depuis le XVIIIème siècle ;
- le débit d'exploitation actuel ramené à un débit permanent 24h/24h est de 2,2 m³/h avec un rabattement de 1 m environ ;
- le débit de production est limité par le dénoyage du boisage des 3 puits, César, Faustine et Antonin. Cependant, la capacité du site, hors cette contrainte, devrait pouvoir être augmentée de 50 à 100 % , si des problèmes bactériologiques ne se présentaient pas à chaque fois que les valeurs du débit actuel sont dépassées.
- en effet, en pompage le site est sans doute alimenté partiellement par la nappe phréatique, ce qui rend l'ouvrage vulnérable à une contamination de surface ;
- il est probable que le gisement hydrothermal a un développement plus important en profondeur.

Au vu de l'ensemble de ces résultats, la démarche suivante est proposée à la SEM de ST ALBAN-LES-EAUX :

1 - recherche d'eau minérale par 2 ou 3 forages peu profonds ou puits sur le même site ou sur un site différent choisi principalement grâce à la géologie structurale et la prospection des gaz du sous-sol.

2 - évaluation de la quantité, de la qualité de la ressource trouvée et des interférences éventuelles avec les puits existants ;

3 - mise en exploitation de ces ouvrages pendant la réalisation des travaux de réaménagement d'un puits puis en fonction des résultats (bactériologie, débit) des 3 autres puits actuels. Ces travaux sont en effet difficilement envisageables sur un site en exploitation continue.

4 - remise en exploitation des quatre puits réhabilités après s'être assuré que le rechemisage garantisse une indépendance eau minérale/eau des alluvions ; test de pompage sur l'ensemble des ouvrages disponibles, afin de déterminer le meilleur schéma d'exploitation.

Enfin, il est rappelé que l'autorisation d'exploitation des eaux de ST ALBAN, délivrée en 1876, est toujours valable. Les eaux présentent actuellement une radioactivité naturelle notable (2,7 Bq/l), l'exploitation d'une nouvelle ressource, sur le même site ou délocalisée, pourrait ne pas être autorisée si la radioactivité de l'eau minérale rencontrée s'avérait > à la valeur actuelle.

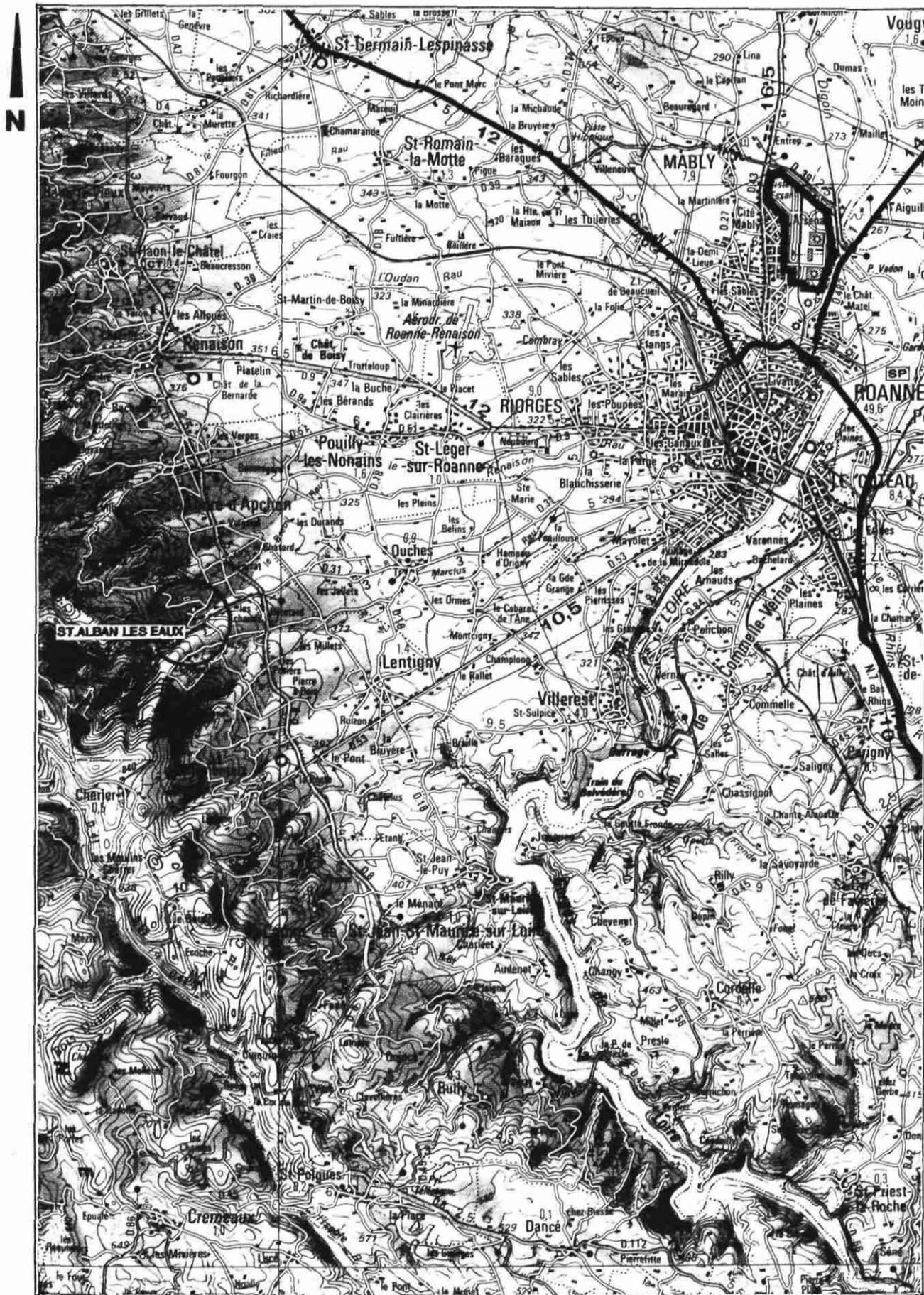
A tout hasard, la valeur actuelle de la radioactivité de l'eau de ST ALBAN, sera confirmée par une analyse officielle, avant le début des travaux.

....
..

FIGURES

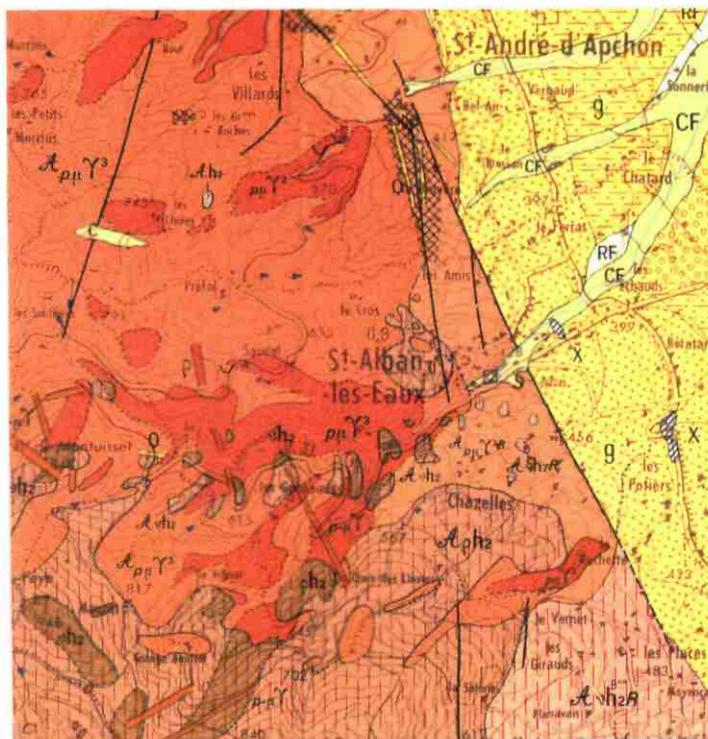
CARTE DE SITUATION

Echelle 1/100 000



CADRE GEOLOGIQUE

Echelle 1/50 000

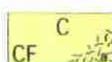


FORMATIONS SUPERFICIELLES

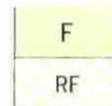


Dépôts anthropiques

Colluvions et alluvions

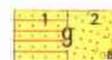


C - Colluvions indifférenciées des fonds de vallons (*): sables plus ou moins argileux
a - Tourbières
CF - Colluvions et alluvions indifférenciées

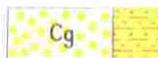


F - Alluvions inactuelles
RF - Alluvions inactuelles, nappes très dégradées ou résiduelles

TERTIAIRE



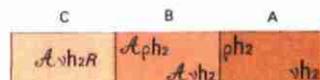
Oligocène: 1 - arkose
2 - sables feldspathiques; a - à matériaux grossiers abondants



Oligocène et formations postérieures indifférenciées:
Cg - Colluvions sableuses et alluvions
g - Sables argileux et argiles; a - à matériaux grossiers abondants

PALÉOZOÏQUE

Viséen

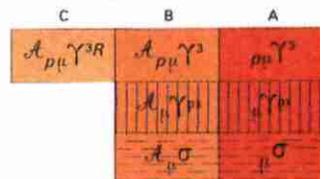


ph₂ - Tufs rhyolitiques
vh₂ - Tufs dacitiques

||| - métamorphisme de contact

ROCHES ÉRUPTIVES HERCYNiennes

Faciès microgrenus

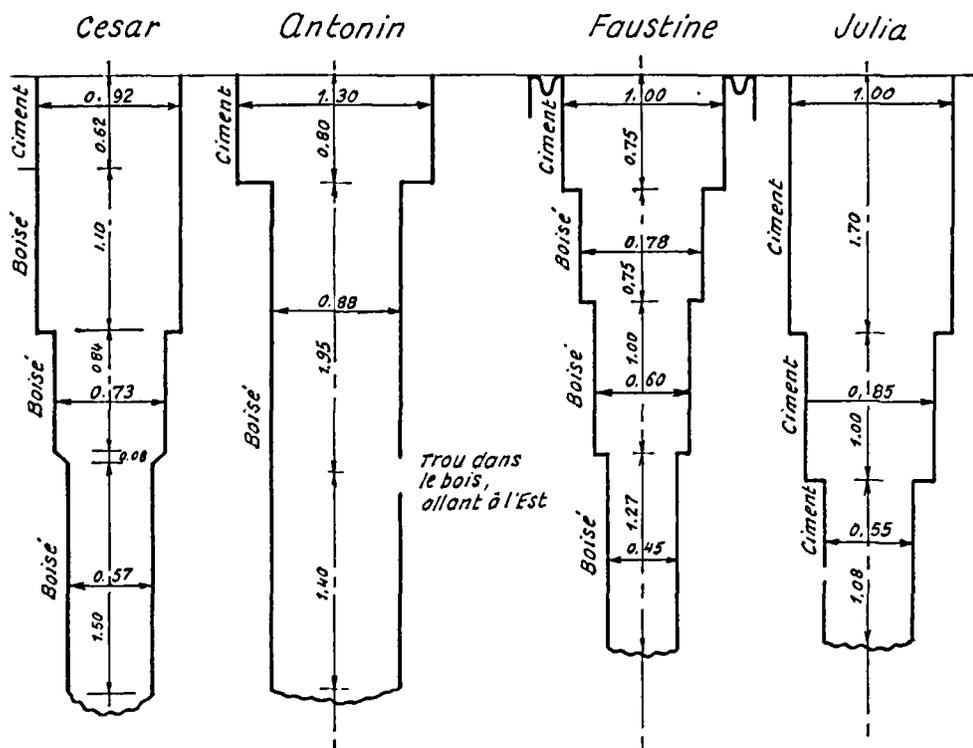


pμγ³ - Microgranite porphyrique en nappe

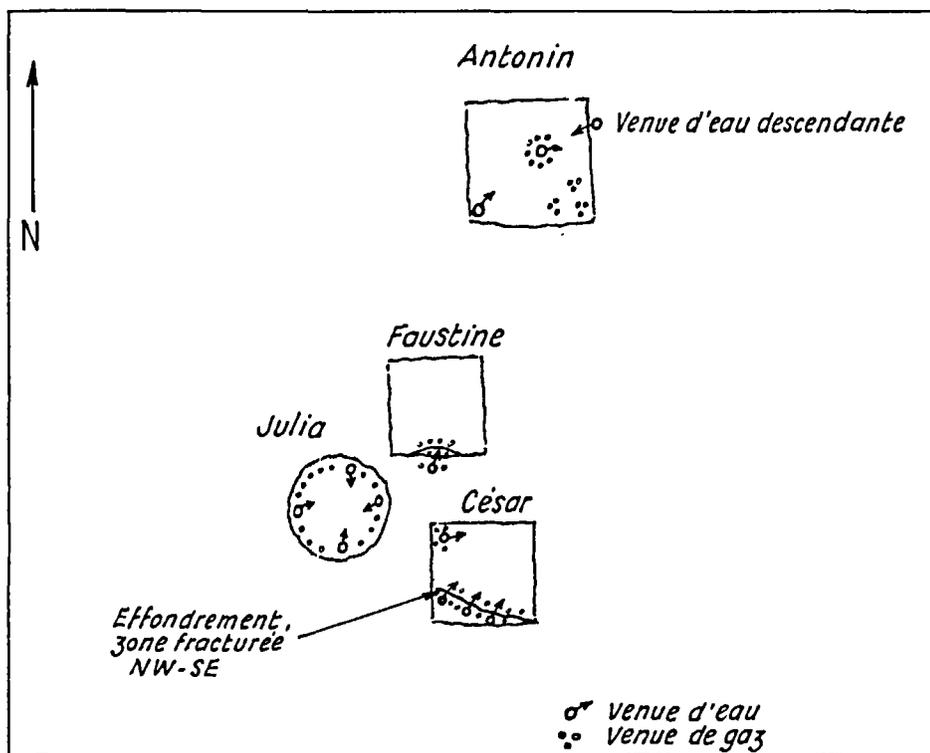
μγ³ - Microgranite à augite de S^t Just-en-Chevalet

σ - Microsénite (Laprugne)

COUPE TECHNIQUE DES 4 PUIITS

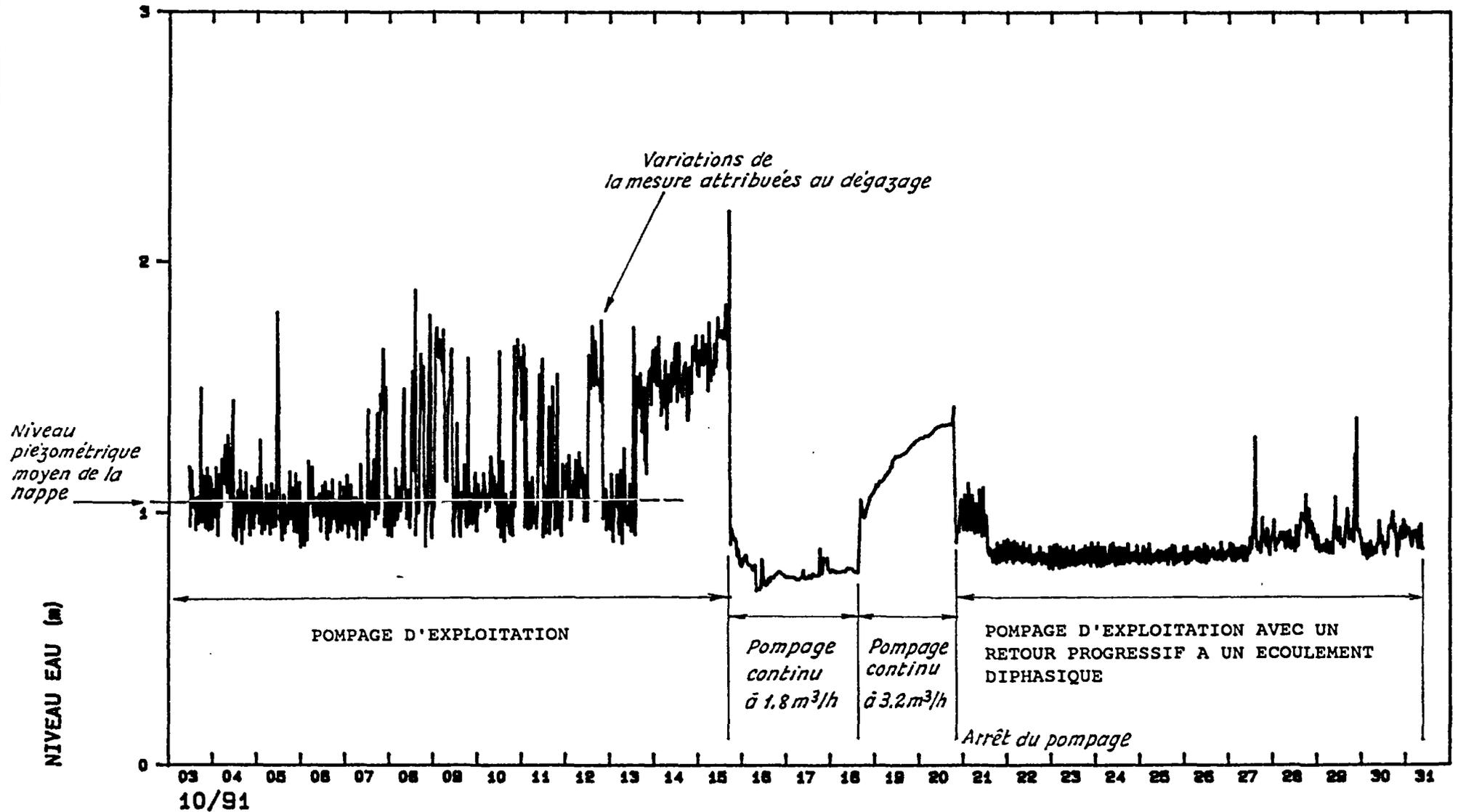


POSITION DES GRIFFONS DANS LES PUIITS (d'après caméra vidéo)



Nom de la station : PUIITS CESAR
Numero B.S.S. : 0000-0C-0000

Minimum : 0.69 le 16/10/1991
Maximum : 2.21 le 15/10/1991



SAINT ALBAN LES EAUX
POMPAGE D'ESSAI SUR LE PUIITS CESAR

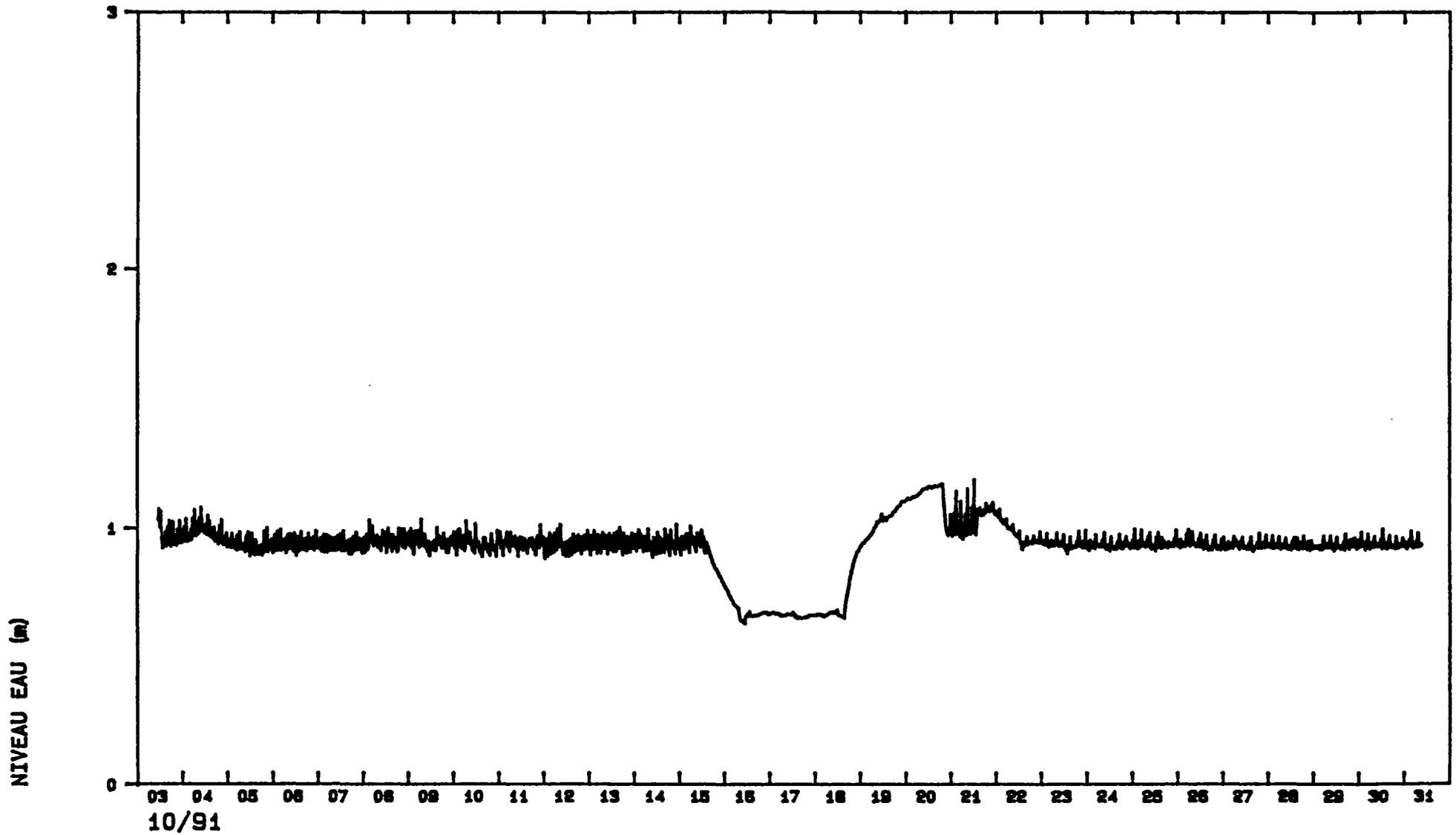
Figure 4

Nom de la station : PUIITS ANTONIN

Minimum : 0.63 le 16/10/1991

Numero B.S.S. : 0000-0A-0000

Maximum : 1.19 le 21/10/1991



SAINT ALBAN LES EAUX
POMPAGE D'ESSAI SUR LE PUIITS CESAR

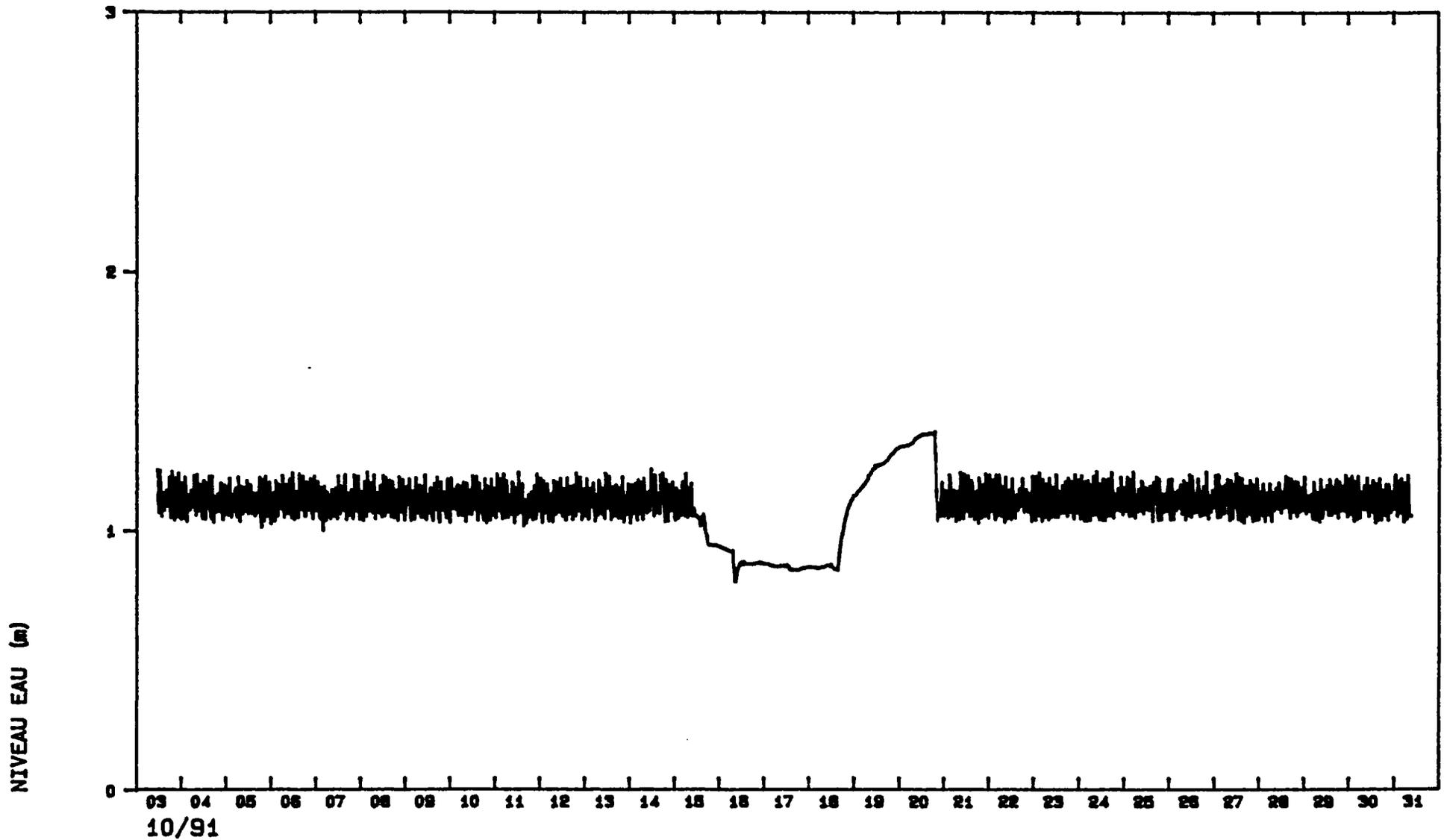
Figure 5

Nom de la station : PUIITS FAUSTINE

Numero B.S.S. : 0000-0F-0000

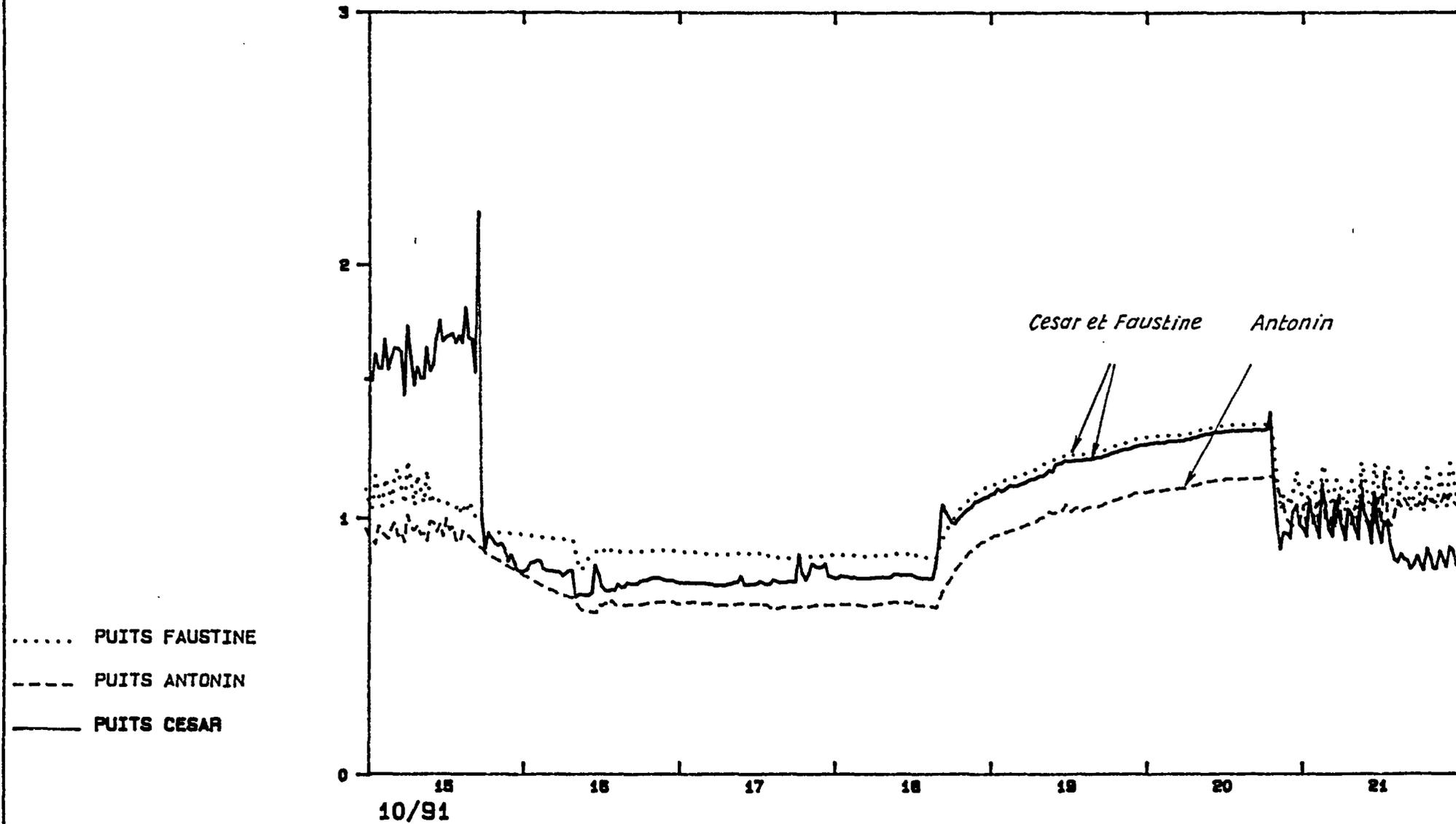
Minimum : 0.80 le 16/10/1991

Maximum : 1.38 le 20/10/1991



SAINT ALBAN LES EAUX
POMPAGE D'ESSAI SUR LE PUIITS CESAR

NIVEAU EAU
(m)



SAINT ALBAN LES EAUX

POMPAGE D'ESSAI SUR LE PUIITS CESAR

SIMULATION D'UN POMPAGE CONTINU SUR LE PUITES CESAR

A 3,2 ET 5 M³/H

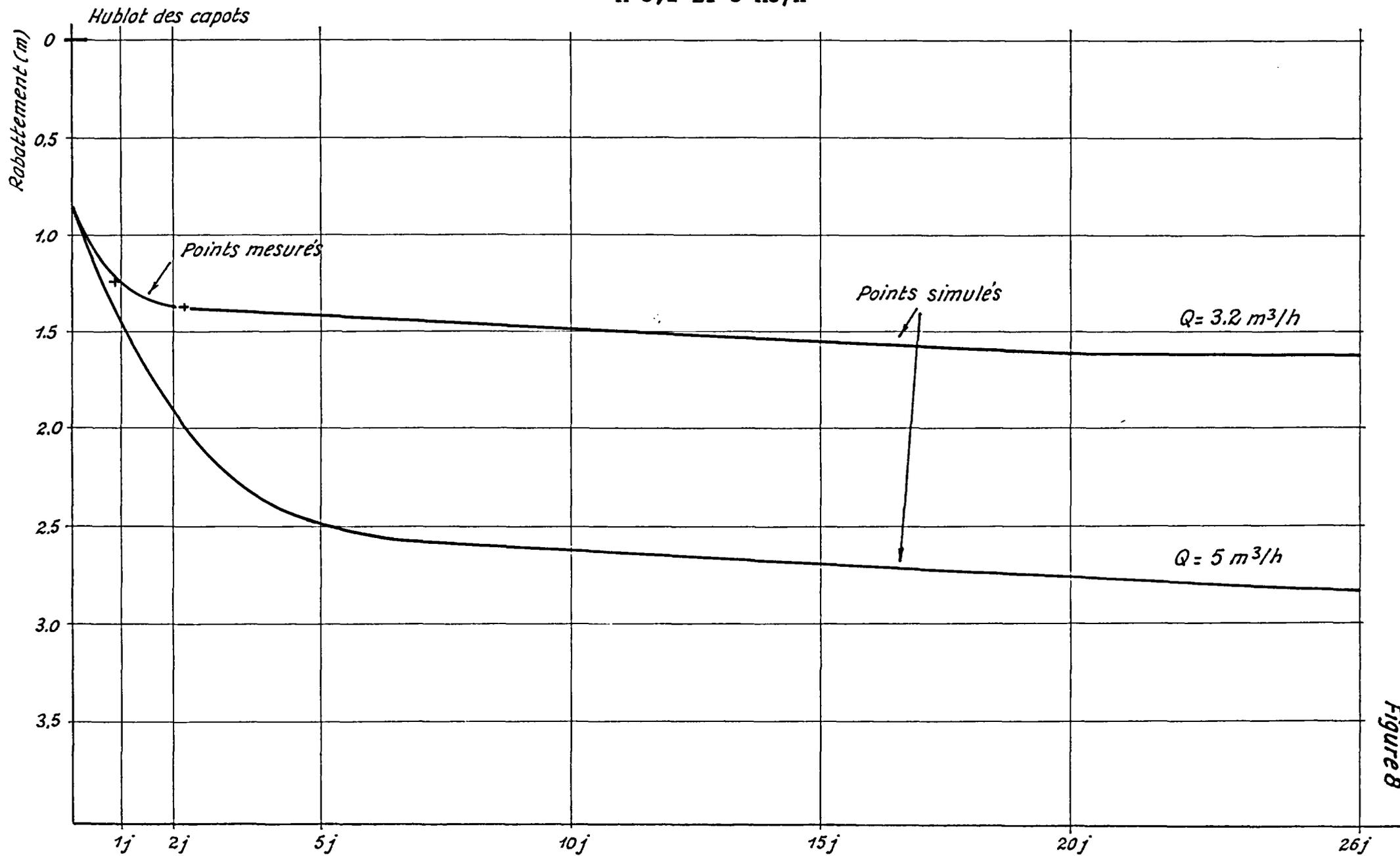


Figure 8

**TABLEAU DES RESULTATS DES ANALYSES
PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DES GRIFFONS.**

TABLEAU N°1

GISEMENT DES EAUX MINERALES DE St-ALBAN
 RESULTATS DES ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DE L'EAU DES GRIFFONS

	HCO3--	CA++	MG++	NA+	K+	NO3--	SO4--	CL-	F-	PO4	SiO2	P	LI	FE	MN	AL	PH
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
:SOURCE CESAR	2081	250	70	360	40	1	1	20	2.05	0.05	44	0.2	2.15	0.75	0.8	0.03	6.35
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:SOURCE ANTONIN	2058	263	62	320	39	1	1	20	2.15	0.05	44	0.2	2	1.7	0.9	0.04	6.35
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:SOURCE FAUSTINE	2031	259	67	320	39.5	1	1	22.5	2.1	0.05	45	0.2	1.95	0.7	0.6	0.03	6.4
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:SOURCE JULIA	2081	216	73	340	39.5	1	1	20.5	2.15	0.05	45	0.2	2.2	1.6	0.85	0.04	6.35