



VILLE DE BOURG-EN-BRESSE (Ain)  
-----

Parking souterrain des Bons Enfants  
Mécanisme des venues d'eau  
Conséquence de l'exhaure sur la nappe  
Faisabilité d'une réinjection dans le sous-sol

R.34024 RHA.91/4S

par D. JAUFFRET

**BRGM - RHÔNE-ALPES**

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

# S O M M A I R E

	<u>PAGES</u>
1 - <u>INTRODUCTION</u>	1
2 - <u>OBSERVATIONS SUR LE SITE</u>	1
2.1. - LES FORMATIONS OBSERVEES	1
2.2. - LES VENUES D'EAU	2
3 - <u>ORIGINE DES VENUES D'EAU</u>	3
3.1. - GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DE L'AGGLOMERATION BURGIEENNE	3
3.2. - HYDROGEOLOGIE ET GEOLOGIE DU SITE DU PARKING DES BONS ENFANTS	6
4 - <u>INCIDENCE DE L'EXHAURE DU PARKING SUR LES NAPPES EN PRESENCE DANS LE QUARTIER DES BONS ENFANTS</u>	7
5 - <u>PREMIERE ESTIMATION DE LA FAISABILITE D'UNE REINJECTION</u>	10
5.1. - CONTRAINTES NATURELLES	10
5.1.1. - <u>Réinjection dans les cailloutis</u>	10
5.1.2. - <u>Réinjection dans un niveau sableux profond</u>	10

	<u>PAGES</u>
5.2. - CONTRAINTES TECHNIQUES	11
5.2.1. - <u>Puissance de l'installation</u>	11
5.2.2. - <u>Physico-chimie de l'eau et risques de colmatage</u>	11
5.2.3. - <u>Conception et maintenance de l'installation de réinjection</u>	12
6 - <u>CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS</u>	13
6.1 - CONCLUSIONS	13
6.2. - PRECONISATIONS	15
6.2.1. - Incidence de l'exhaure sur la nappe	15
6.2.2. - Préfaisabilité de la réinjection	15

## L I S T E   D E S   F I G U R E S

- Figure 1 : Bourg-en-Bresse et environs : plan de situation et implantation des forages archivés en BSS
- Figure 2 : Bourg-en-Bresse centre ville : plan de situation et implantation des forages archivés en BSS
- Figure 3 : Parking des Bons Enfants : emplacement des piézomètres superficiels et des venues d'eau en fond de fouille
- Figure 4 : Evolution des débits d'exhaure du parking des Bons Enfants
- Figure 5 : Schéma géologique et hydrogéologique de l'agglomération de Bourg-en-Bresse
- Figure 6 : Implantation des sondages de reconnaissance sur la place des Bons Enfants
- Figure 7 : Evolution de la piézométrie et des débits d'exhaure
- Figure 8 : Schéma du mécanisme des venues d'eau

L I S T E      D E S      A N N E X E S
---

- Annexe I            : Mesures de niveaux d'eau sur les 4 piézomètres superficiels
- Annexe II           : Mesures du débit d'exhaure
- Annexe III        : Liste des forages archivés en BSS et utilisés pour la synthèse géologique
- Annexe IV         : Analyse de l'eau d'exhaure du parking (Institut Pasteur de Lyon)
- Annexe V           : Précipitations journalières et mensuelles à Bourg-en-Bresse de mai à octobre 1991 (poste pluviométrique de l'Equipement)

VILLE DE BOURG-EN-BRESSE (Ain)

PARKING SOUTERRAIN DES BONS ENFANTS  
Mécanisme des venues d'eau  
Conséquences de l'exhaure sur la nappe  
Faisabilité d'une réinjection dans le sous-sol

1 - INTRODUCTION

Fin 1990, la Ville de Bourg-en-Bresse a entrepris la construction d'un parking souterrain, sous la place des Bons Enfants, au centre ville. Lors du creusement du parking, les venues d'eau en fond de fouille se sont avérées plus importantes que prévues. En conséquence, le dispositif de drainage et d'exhaure initialement prévu a été renforcé.

La Ville de Bourg souhaite connaître précisément :

- d'une part, l'incidence de cette exhaure sur le niveau de la nappe superficielle ;
- d'autre part, la possibilité de réinjecter l'eau d'exhaure en nappe captive, à proximité du site.

Cette étude, demandée par les Services Techniques de la Ville de Bourg-en-Bresse, a été commandée à l'Agence Rhône-Alpes du BRGM par la Société d'Equipement du Département de l'Ain (S.E.D.A.), Maître d'Ouvrage délégué de la Ville.

2 - OBSERVATIONS SUR LE SITE

2.1. - LES FORMATIONS OBSERVEES

Les documents et renseignements fournis par la SEDA et la CITRA, l'entreprise chargée des travaux, permettent de faire la synthèse des observations.

L'emprise du parking souterrain est exactement celle de la place des Bons Enfants. Le terrain naturel se situe à des cotes NGF comprises entre 225,50 et 226,50.

Lors du creusement des tranchées pour la réalisation des parois moulées (ceinture du corps du parking et paroi centrale (1)), la coupe géologique observée a été la suivante (de haut en bas, en mètres depuis la surface) (sur le panneau B4 au centre de la place :

- de 0 à 1,00 m : remblais
- de 1 à 2,00 m : argile
- de 2 à 4,00 m : galets
- de 4 à 9,00 m : argile molle et pure
- de 9 à 10,00 m : sable
- de 10 à 17,80 m : marne silteuse compacte.

Cette succession est à peu près identique pour tous les panneaux, sauf P3, P28, P31, P33 et P35, situés sur le côté ouest du parking. Pour ces cinq panneaux, les niveaux détritiques sont plus épais et plus grossiers (présence fréquente de niveaux de galets). La coupe du panneau P33 est représentative de cette zone (de haut en bas, en mètres depuis la surface) :

- de 0 à 2,00 m : remblais
- de 2 à 4,00 m : "alluvions" (gravier)
- de 4 à 5,00 m : sable vaseux
- de 5 à 7,00 m : gros galets
- de 7 à 9,00 m : argile
- de 9 à 13,00 m : "alluvions" (gravier)
- de 13 à 15,50 m : marne.

## 2.2. - LES VENUES D'EAU

Pendant le creusement du parking proprement dit, les premières venues d'eau sont apparues en fond de fouille à partir de 7 à 8 m de profondeur et sont allées en croissant au fur et à mesure du creusement pour atteindre 15 m<sup>3</sup>/h en fin de creusement. Elles ont pu être facilement évacuées à l'aide d'une pompe posée au fond de l'excavation. Celui-ci s'établit à 13 ou 14 m sous la surface, soit à des cotes NGF de 212 à 213 m, et dans le niveau des marnes compactes. La figure n° 3 donne l'emplacement des principales venues d'eau au fond de l'excavation.

En août 1991, une fosse a été creusée pour la pose du déshuileur au niveau inférieur du parking (niveau - 4 bas), dans le secteur sud-est, déclenchant une forte augmentation du débit des venues d'eau, le débit total s'établissant alors à environ 30 m<sup>3</sup>/h. Une deuxième fosse (de 2,50 m de profondeur) a été creusée à proximité afin d'installer la bêche de reprise et d'exhaure de ces venues d'eau, entraînant une nouvelle augmentation de leur débit ; le débit total passant alors à 50 m<sup>3</sup>/h. Ces dernières venues se sont manifestées par un jaillissement d'eau boueuse ("volcan de boue") atteignant 50 cm de hauteur.

---

(1) Tranchées de 15 à 17,80 de profondeur et réalisées par panneaux de 3 à 5 m de longueur

Depuis la fin juin, 4 piézomètres de 3 m de profondeur sont posés afin de mesurer les fluctuations du niveau de la nappe libre superficielle (emplacement à la figure n° 3), qui s'établit dans les remblais et les galets rencontrés entre la surface et 5 m de profondeur ; le mur de cette nappe est constitué par le niveau des argiles molles. Les relevés piézométriques sont donnés à l'annexe I. Les débits d'exhaure sont également mesurés, périodiquement depuis le début août. Ils s'établissaient, au dernier contrôle le 15 octobre 1991, à 45 m<sup>3</sup>/h (mesure du temps de remplissage de la bache de reprise, annexe II et figure n° 4).

Actuellement, le dispositif de drainage et d'exhaure comprend :

- un tapis drainant constitué d'une couche de 40 cm d'épaisseur de graviers (avec quelques surépaisseurs locales), disposée sous la dalle inférieure du parking (niveaux -4 bas et -4 haut) et sur toute sa surface. Cette couche repose sur un géotextile perméable (BIDIM). Elle est parcourue par un réseau de drains aboutissant par trois éléments principaux dans la bache de relevage ;
- une bache d'environ 3 m de côté et 2 m de profondeur, à parois bétonnées et à fond de graviers ; les trois drains débouchent dans la fosse, à 1,50 m au-dessus du fond et s'y écoulent gravitairement ; l'eau est reprise par une pompe et envoyée dans le réseau d'assainissement.

### **3 - ORIGINE DES VENUES D'EAU**

Afin de prévoir l'influence de l'exhaure sur les niveaux des nappes en présence et d'évaluer la faisabilité d'une éventuelle réinjection, il convient de connaître l'origine des venues d'eau (nappe superficielle ou nappe profonde) et les mécanismes naturels de circulation des eaux souterraines sous l'agglomération de Bourg-en-Bresse.

#### **3.1. - GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DE L'AGGLOMERATION BURGIEENNE**

3.1.1. - Les données de forages présentes dans la Banque du Sous-sol du BRGM (BSS) permettent d'avoir une vue relativement précise de la constitution du sous-sol de l'agglomération. L'annexe III donne la liste des sondages utilisés pour cette synthèse et leur emplacement est donné par les figures 1 et 2.

Suivant une coupe Sud-Ouest (stade de Peloux)/Nord-Est (CES du Revermont), on rencontre successivement (cf. figure n° 5) :

- la terrasse fluvio-glaciaire de la Gare (altitude NGF 240 m) ;
- la plaine alluviale de la Reyssouze (altitude NGF 225 m) de l'Hôtel de Ville à la piscine olympique ;
- l'extrémité sud de la terrasse fluvio-glaciaire de Viriat (altitude NGF 237 m) (CES du Revermont).

Les formations alluviales de la Reyssouze, constituées de 1 à 3 m de limon argileux ou de sables argileux surmontant des sables et graviers parfois argileux (ces derniers peuvent parfois affleurer) se prolongent vers l'amont (quartier de la Croix-Blanche, usine RVI, Parc de loisirs de Bouvent, altitude NGF 225 à 230 m) et vers l'aval (zone industrielle nord, altitude NGF 225 à 220 m).

Au Sud de l'agglomération, la forêt de Seillon est installée sur la moraine glaciaire frontale (culminant à 272 m NGF) de l'ancien glacier du Rhône constitué d'argiles à graviers et blocs.

L'ensemble de ces formations (alluviales, fluvio-glaciaires et glaciaires) se caractérisent par de nombreuses variations de faciès ; les différents faciès (sables, argiles, graviers) se répartissent en lentilles d'extension réduite (quelques centaines de mètres ou kilomètres) et de répartition assez aléatoire.

Ces formations reposent dans l'agglomération sur la série des "marnes de Bresse", d'âge plio-quatenaire et constituée essentiellement de marnes bleues à intercalations de sables. Celles-ci renferment un niveau de graviers dit "cailloutis de Saint-Jean de Reyssouze", très constant dans toute la région burgienne et que l'on dénommera dans ce qui suit "cailloutis pliocènes".

3.1.2. - D'après les coupes des forages et en considérant comme toit des "marnes de Bresse" la cote du toit du premier niveau de marnes bleues, grises ou vertes rencontré, on peut établir le schéma géologique et hydrogéologique de la figure n° 5.

Les formations fluvio-glaciaires, épaisses d'une dizaine de mètres, renferment une nappe libre (localement captive sous des niveaux plus argileux, comme au forage 651/3X/31), dont le niveau piézométrique suit de près la surface topographique à une profondeur d'environ 2 à 4 m.

Les alluvions de la Reyssouze, dont l'épaisseur peut dépasser 10 m, renferment une nappe, libre ou captive, suivant la nature et l'épaisseur des niveaux superficiels (argile ou sables). Il y a possibilité également de niveaux aquifères captifs au sein des alluvions graveleuses à la faveur de niveaux d'argile. Le niveau piézométrique de cette nappe est en équilibre avec le niveau de la Reyssouze et s'établit à 1 et 3 m de profondeur dans les quartiers concernés (Bons-Enfants, Eglise Notre-Dame, champ de foire, etc.), en cote NGF 222 à 224 m (220 à 219 m NGF dans la zone industrielle nord).

Le toit des cailloutis pliocènes est, d'une manière très constante, à environ 218 à 222 m NGF (forages 651/3X/1, 30, 63, 118). L'épaisseur de ce niveau varie de 6,50 m (forage 651/3X/63) à plus de 19 m (forage 651/3X/118).

Ces cailloutis renferment une nappe captive dont le niveau a été mesuré à 226 m NGF au forage 651/3X/118. On voit que les alluvions graveleuses de la Reyssouze sont aux mêmes cotes que les cailloutis pliocènes et donc en contact avec eux. Il est d'ailleurs parfois difficile de déterminer si la Reyssouze, dans sa vallée, a érodé les cailloutis pliocènes, puis déposé ses propres alluvions graveleuses, ou bien si, au contraire, elle a simplement déposé des alluvions fines superficielles sans éroder (ou en érodant incomplètement) les cailloutis pliocènes. Il en résulte que la nappe captive de ces cailloutis est en continuité avec la nappe alluviale de la Reyssouze et les deux nappes se déversent naturellement dans le cours d'eau ; en période de crue, celui-ci par contre réalimente les deux nappes. On peut considérer ainsi que dans toute la zone de la plaine alluviale, le niveau piézométrique des deux nappes est confondu.

Sous les cailloutis pliocènes, les marnes de Bresse (autant que l'on puisse en juger sur le très petit nombre de forages ayant été poursuivis au-delà des cailloutis) renferment très peu de niveaux perméables :

- forage 651/3X/63 : sous les cailloutis = 14 m d'argile
- forage 651/3X/30 : " " " = 16 m de sables fins, plus ou moins argileux, puis au moins 30 m d'argile.

Les quelques pompages d'essai réalisés sur les forages archives en BSS permettent d'évaluer l'ordre de grandeur de la transmissivité (1) des formations géologiques en présence :

- cailloutis pliocènes (forages 651/3X/1, 9, 35 et forage d'exploitation du stade des Venues) : de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-3}$  à  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s ;
- alluvions de la Reyssouze (forages 651/3X/25, 33, 45, 47 et 106) : de l'ordre de  $10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (la transmissivité plus faible des alluvions de la Reyssouze est due à la matrice souvent argileuse de ces graviers).

---

(1) Transmissivité = produit de la perméabilité d'un niveau par son épaisseur (unité : le m<sup>2</sup>/s)

### 3.2. - HYDROGEOLOGIE ET GEOLOGIE DU SITE DU PARKING DES BONS ENFANTS

Sur la plus grande partie du parking, hormis les 5 premiers mètres constitués de remblais et de graviers plus ou moins argileux, les formations sont essentiellement argileuses et marneuses (de 5 à 17,80 m de profondeur, soit en cote NGF de 220 à 207 m), alors que l'on s'attendrait à rencontrer à ces cotes, soit les cailloutis pliocènes, soit les alluvions graveleuses. On note cependant l'apparition de niveaux graveleux plus nombreux à l'extrémité ouest du parking entre la surface et la profondeur maximale de 13 m.

Il semble bien que l'on ait entre la surface et 10 à 13 m de profondeur, des alluvions, ici particulièrement fines, puis au-delà, les "marnes de Bresse", représentées par le niveau des marnes bleues compactes. Les cailloutis pliocènes sont absents, vraisemblablement érodés par la Reyssouze et remplacés par ses alluvions. On peut noter qu'à proximité :

- les alluvions graveleuses ont été recoupées par :
  - le forage 651/3X/45 (situé au 20, rue Samaritaine), entre 2,30 m et 9,10 m de profondeur ;
  - le sondage 651/3X/7 (parc St Nicolas) entre 2,70 m et 12,70 m de profondeur ;
  - le sondage FONDASOL de novembre 1990 (rue du 4 septembre) entre 1,40 m et 14,70 m de profondeur ;
- les cailloutis pliocènes ont été recoupés par les sondages 651/3X/48 (place des Lices) entre 11 m et 18 m de profondeur (en cote NGF entre 221 et 214 m).

Les venues d'eau du parking proviennent donc très vraisemblablement de la nappe des cailloutis qui peuvent être, aux abords du site, soit d'âge Pliocène, soit plus récents s'ils ont été déposés par la Reyssouze) et apparaissent, par un phénomène de renard contournant les parois moulées par le bas. Le niveau piézométrique de la nappe des cailloutis étant à environ 223 m NGF et le fond du parking à 213 m NGF (niveau -4 bas), une sous-pression de 10 m d'eau (soit environ 1 bar), s'exercerait en l'absence de venues d'eau sur la dalle inférieure du parking.

Lors du prélèvement pour analyse, le 22 novembre 1991, à la sortie des drains, dans la fosse d'exhaure, les mesures in situ ont donné (cf. annexe IV) entre autres :

- oxygène dissous : 2,5 mg/l
- température de l'eau : 13° C

soit un taux de saturation en oxygène de 25 %.

Cette faible teneur en oxygène dissous est caractéristique d'une nappe captive. Il convient de noter, dans le même sens, qu'un débit de 50 m<sup>3</sup>/h pourrait difficilement provenir directement de la nappe superficielle, compte tenu de sa faible épaisseur (3 à 4 m) et de sa faible perméabilité.

Une autre hypothèse pour l'origine des venues d'eau pourrait être la présence d'un niveau aquifère dans une couche de sable au sein du Pliocène, sous les marnes bleues compactes.

Quelle que soit l'origine des venues d'eau, il semblerait que celles-ci aient été favorisées par les différents sondages de reconnaissance réalisés à l'emplacement du futur parking et qui seraient imparfaitement rebouchés. Quatre de ces sondages ont dépassé 16 m de profondeur (emplacement, figure n° 6) :

- SWD1 : 30,50 m de profondeur, FONDASOL en 1975
- SWD2 : 25,00 m " " "
- SP6 : 25,00 m " SOLETCO en novembre 1990
- SP7 : 25,00 m " " "

Le sondage SWD1 notamment se trouve à l'emplacement de la principale venue d'eau, à proximité de l'actuelle bache de reprise.

#### 4 - INCIDENCE DE L'EXHAURE DU PARKING SUR LES NAPPES EN PRESENCE DANS LE QUARTIER DES BONS ENFANTS

La figure 7 donne, en parallèle, l'évolution du niveau de la nappe superficielle aux 4 piézomètres, l'évolution des débits d'exhaure et les précipitations journalières à Bourg-en-Bresse, de la fin juin à début octobre 1991 (données brutes en annexes : niveaux d'eau, annexe I ; débits d'exhaure, annexe II ; précipitations journalières, annexe V).

Les 4 piézomètres montrent des perturbations assez brutales et contrastées d'un piézomètre à un autre. Les mesures, par ailleurs, ont été faites avec des périodicités très variables. Dans ces conditions, il devient difficile de faire la part entre perturbations des niveaux dues aux travaux et influence éventuelle de l'exhaure sur ces mêmes niveaux.

Le mécanisme pourrait être le suivant : le soutirage opéré par le parking sur la nappe captive des cailloutis se traduit par une baisse de pression susceptible, éventuellement, de se transmettre par drainance (1) à la nappe libre superficielle et, dans ce cas, pouvant entraîner une baisse de son niveau. Deux questions se posent alors :

- la nappe libre est-elle, ou non, influencée d'une manière significative par l'exhaure du parking ;
- si oui, quelle va être l'évolution de son niveau à moyen et long terme et quelle est l'extension de la zone influencée, notamment en direction de l'Eglise Notre-Dame.

A titre indicatif, on peut évaluer le rabattement créé par l'exhaure de 30 m<sup>3</sup>/h dans la nappe captive des cailloutis par la formule de Jacob :

$$s = \frac{0,183 Q}{T} \log_{10} \frac{2,25 Tt}{r^2 S} \quad \text{avec :}$$

- s = rabattement (en mètres) à la distance r de l'exhaure (r en mètres)
- Q = débit : 30 m<sup>3</sup>/h = 0,833.10<sup>-2</sup> m<sup>3</sup>/s
- T = transmissivité de la nappe : 5.10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s
- t = temps depuis le début de l'exhaure : 150 jours = 13.10<sup>6</sup> s (on peut estimer que pour un temps plus long le système est stabilisé)
- S = coefficient d'emménagement = 10<sup>-3</sup> (valeur de nappe captive (nombre sans dimension))

Les valeurs de rabattement dans la nappe captive sont alors :

- à 1 m du point d'exhaure = 2,40 m
- à 10 m " " = 1,80 m
- à 100 m " " = 1,20 m

On peut aussi considérer que le pompage d'exhaure à 30 m<sup>3</sup>/h entraîne, au droit de la bache de relevage, un rabattement d'environ 12 m (niveau de l'eau dans la fosse à environ 14 m sous la surface et niveau piézométrique avant travaux à environ 2 m sous la surface). Cette valeur, réellement observée, est plus importante que la valeur calculée ci-dessus du fait des pertes de charge lors du contournement des parois moulées et à travers le tapis drainant.

---

(1) Transfert vertical lent de l'eau à travers une couche peu perméable.

Devant ces indéterminations, il est nécessaire, pour quantifier l'impact de l'exhaure du parking, de réaliser un dispositif de mesures piézométriques des deux nappes, à raison de :

- 3 piézomètres de 4 à 5 m de profondeur, atteignant la nappe superficielle (en plus des 4 piézomètres déjà existant sur le pourtour du parking), alignés en direction de l'Eglise Notre-Dame à 10 m, 30 m et 90 m du parking ;
  
- 1 piézomètre de 15 à 25 m de profondeur, atteignant la nappe captive des graviers ; ce piézomètre devra être placé à 20 ou 30 m du parking ; il pourra être poursuivi jusqu'à 50 m de profondeur comme forage de reconnaissance pour déterminer précisément la succession des formations, l'épaisseur totale des niveaux graveleux et la présence éventuelle d'un niveau sableux plus profond et susceptible de recevoir la réinjection (cf. § 5.1.2.).

Un compteur d'eau sera installé sur la conduite d'exhaure afin de connaître les débits des venues d'eau et de les corrélérer avec les évolutions piézométriques. Il sera relevé trois fois par semaine. Ce dispositif de mesure devra fonctionner durant six mois.

## 5 - PREMIERE ESTIMATION DE LA FAISABILITE D'UNE REINJECTION

La faisabilité de la réinjection est conditionnée par deux types de contraintes :

- des contraintes naturelles : dans quel niveau peut-on réinjecter et quels sont les effets de cette réinjection ?
- des contraintes techniques, notamment de maintenance de la capacité de réinjection.

### 5.1. - CONTRAINTES NATURELLES

#### 5.1.1. - Réinjection dans les cailloutis

La nappe captive des cailloutis, compte tenu de sa bonne transmissivité, pourrait recevoir 50 m<sup>3</sup>/h en réinjection. La pression à imposer en tête de forage serait de 5 à 15 m d'eau.

Cependant, c'est cette nappe qui alimente très certainement les venues d'eau ; aussi, une réinjection à proximité du parking provoquerait une forte augmentation du débit actuel. La réinjection dans les cailloutis ne peut donc être réalisée qu'au-delà d'une distance du parking de 150 à 200 m. En outre, la réinjection pourrait provoquer, dans une zone où la nappe a un régime libre, une remontée de niveau piézométrique non négligeable.

Cependant, en cas de baisse du niveau de la nappe superficielle, trop importante au droit de bâtiments tels que l'Eglise Notre-Dame, la réinjection dans le niveau des cailloutis présenterait l'avantage de rétablir les niveaux piézométriques initiaux. C'est seulement dans ce but qu'elle doit être envisagée. Sa nécessité ne pourra donc être précisément évaluée qu'à la suite du suivi piézométrique défini au § 4. Le forage de réinjection devra être soigneusement implanté et donner lieu à des essais préliminaires en vraie grandeur.

#### 5.1.2. - Réinjection dans un niveau sableux profond

La présence d'un niveau sableux profond et suffisamment perméable pour recevoir une réinjection de 50 m<sup>3</sup>/h n'est pas certaine. Notons cependant que l'un des deux sondages de reconnaissance FONDASOL de 1975, le SWD1, a recoupé entre 25,50 et 30,00 m de profondeur, un niveau de sables grossiers. La poursuite jusqu'à 50 m du piézomètre profond permettra de s'assurer de l'existence d'un tel niveau.

En cas de présence, la réinjection dans ce niveau nécessitera de plus fortes pressions (15 à 20 m d'eau ?) du fait :

- d'une transmissivité plus faible ;
- d'une extension latérale, certainement moins importante.

Le risque de voir la réinjection augmenter le débit des venues d'eau du parking serait diminué, mais l'implantation du point de réinjection devra cependant être soigneusement déterminée ; une implantation sur la place même des Bons Enfants n'est pas souhaitable. Comme dans le cas précédent, des essais préliminaires en vraie grandeur devront être réalisés.

## 5.2. - CONTRAINTES TECHNIQUES

Dans l'hypothèse où les contraintes naturelles permettraient d'envisager la réinjection, les contraintes techniques à prendre en compte seraient les suivantes :

### 5.2.1. - Puissance de l'installation

Une pompe de hauteur manométrique totale (HMT) de 50 à 60 m d'eau (5 à 6 bars) sera nécessaire.

En effet, à la pression à exercer en tête du forage de réinjection (déterminée par les essais préliminaires) devront être rajoutées :

- la pression de relevage (13 m) ;
- les pertes de charge dans la conduite horizontale (fonction de la distance du point de réinjection) ;
- les pertes de charges dans le filtre à sable (cf. § 5.2.3.).

### 5.2.2. - Physico-chimie de l'eau et risques de colmatage

Les causes de colmatage d'une installation de réinjection sont bien identifiées :

- dépôts d'oxyde de fer par développement bactérien et/ou oxygénation d'une eau initialement pauvre en oxygène ;

- dépôts incrustants ;
- dépôts provoqués par des bactéries sulfito-réductrices ;
- dépôts de matières en suspension.

Le faciès chimique d'une eau détermine le degré de risque de voir apparaître, en réinjection, tel ou tel type de colmatage.

Dans ce but, un prélèvement de l'eau d'exhaure a été effectué le 22 novembre 1991. L'eau a été prélevée à la sortie des drains, dans la bache de relevage. Les analyses suivantes ont été réalisées à l'Institut Pasteur de Lyon (résultats à l'annexe IV) :

- matières en suspension totales
- bactéries
- analyse C3 (physico-chimique complète).

Les résultats indiquent notamment une teneur en fer non négligeable (0,35 mg/l de Fe) jointe à une faible teneur en oxygène dissous (2,75 mg/l de O<sub>2</sub>), ce qui prédispose à des dépôts d'oxydes de fer. On notera, en revanche, la faible teneur en bactéries (40 par ml) et la faible teneur en matières en suspension (6 mg/l).

### 5.2.3. - Conception et maintenance de l'installation de réinjection

Pour faire face aux contraintes décrites ci-dessus, des parades existent. Sans entrer dans le détail pour l'instant, on peut dire, en ce qui concerne les risques de colmatage par exemple, qu'un certain nombre de précautions doivent être prises :

- à la réalisation, pour éviter la formation de dépôts : filtration de l'eau, injection à l'abri de l'air et de la lumière ;
- pendant l'exploitation : contrôle du niveau et du débit d'injection et, le cas échéant, réhabilitation du forage par des moyens adaptés.

## 6 - CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

### 6.1. - CONCLUSIONS

- Les eaux drainées au niveau inférieur du parking souterrain des Bons Enfants à Bourg-en-Bresse proviennent d'un horizon graveleux qui appartient :
  - soit à la formation dite des cailloutis pliocènes (niveau au sein des marnes de Bresse) qui contient une nappe captive ;
  - soit aux alluvions profondes de la Reyssouze, qui contiennent une nappe captive, localement libre.

Les venues d'eau dans le parking ont essentiellement pour origine un phénomène de renard se produisant au pied des parois moulées. Certains sondages de reconnaissance, insuffisamment rebouchés, ont pu contribuer à les alimenter.

Dans les parties basses de la Ville de Bourg, ces deux nappes sont en contact et ont le même niveau piézométrique. Leur écoulement naturel se fait vers la Reyssouze (distante de 200 m du parking des Bons Enfants) qui en constitue donc l'exutoire.

De ce fait, le drainage par le parking, s'il se traduit en effet globalement par une accélération des écoulements (aussi bien dans la nappe du fait de son rabattement que par le transit de l'eau d'exhaure dans le réseau d'assainissement) ne modifie pas sensiblement l'état des réserves de la nappe (stock d'eau souterrain) sous l'agglomération burgienne. La nappe est d'ailleurs difficilement utilisable dans ce secteur pour l'alimentation en eau potable en raison, entre autre, de la quasi impossibilité de la protéger efficacement.

- La comparaison graphique (cf. figure n° 7) :
  - des mesures piézométriques sur la nappe superficielle, réalisées à proximité du parking, durant les travaux ;
  - des mesures du débit de l'exhaure,

est difficilement analysable compte tenu de l'hétérogénéité des mesures, mais suggère des perturbations causées par les travaux. La baisse de pression dans la nappe captive est de quelques mètres au droit du site et c'est par drainance que cette baisse pourrait se transmettre, fortement amortie, à la nappe superficielle.

Compte-tenu :

- de l'implantation des piézomètres à proximité immédiate du parking et du petit nombre de mesures simultanées de débit et de niveaux,
- de l'hétérogénéité des formations géologiques du sous-sol de la ville,

l'extension et l'évolution future des niveaux des nappes, notamment en direction de l'Eglise Notre-Dame, est actuellement difficile à quantifier. La réalisation d'un dispositif piézométrique atteignant la nappe libre et la nappe captive, ainsi que son suivi durant au minimum six mois, s'avèrent nécessaires (cf. § 6.2.).

- Les eaux d'exhaure sont actuellement rejetées dans le réseau d'assainissement. Leur réinjection en nappe est envisagée. Celle-ci pourrait être réalisée suivant deux possibilités théoriques :
  - réinjection dans la nappe captive des cailloutis pliocènes : la pression à imposer en tête du forage serait modérée (5 à 15 m d'eau), mais les venues d'eau du parking verrait vraisemblablement leur débit fortement augmenter, cette nappe étant à l'origine des venues d'eau du parking ;
  - réinjection dans un niveau sableux profond : les risques de voir le débit des venues d'eau augmenter seraient diminués, mais la présence de ce niveau reste à prouver et la pression de réinjection nécessaire serait plus importante.

En conséquence, la réinjection dans un niveau sableux profond est envisageable mais, outre que la présence d'un tel niveau doit être prouvée, le forage de réinjection devra être placé à au moins 150 à 200 m du parking et testé par des essais adaptés.

## 6.2. - PRECONISATIONS

Ces premières conclusions permettent de faire les recommandations suivantes :

### 6.2.1. - Incidence de l'exhaure sur la nappe

Suivi des niveaux de la nappe libre, de la nappe captive et des débits d'exhaure :

- réalisation de 3 piézomètres de 4 à 5 mètres de profondeur, atteignant la nappe libre et alignés en direction de l'Eglise Notre-Dame à 10 m, 30 m et 90 m du parking ;
- réalisation d'un piézomètre profond (20 m de profondeur) atteignant la nappe captive et situé à 10 ou 20 m du côté nord du parking ;
- maintien de 2 piézomètres superficiels sur les 4 implantés sur le pourtour du parking ;
- pose d'un compteur d'eau sur la conduite de refoulement de l'exhaure.

Durant six mois, les niveaux seront suivis sur chacun de ces 6 piézomètres et le compteur sera relevé deux fois par semaine, afin de disposer de mesures de débits précises et simultanées aux mesures de niveaux.

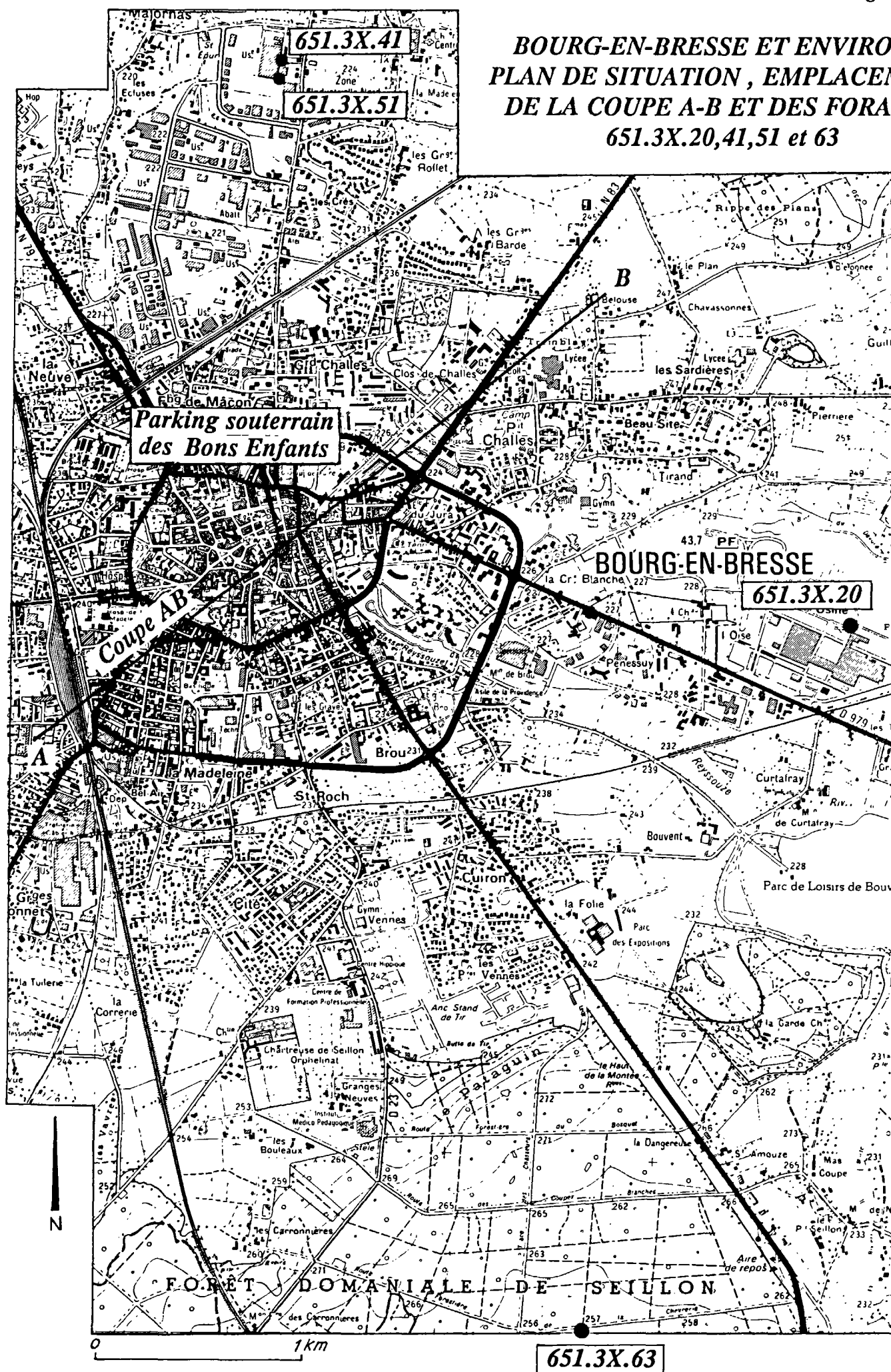
### 6.2.2. - Pré faisabilité de la réinjection

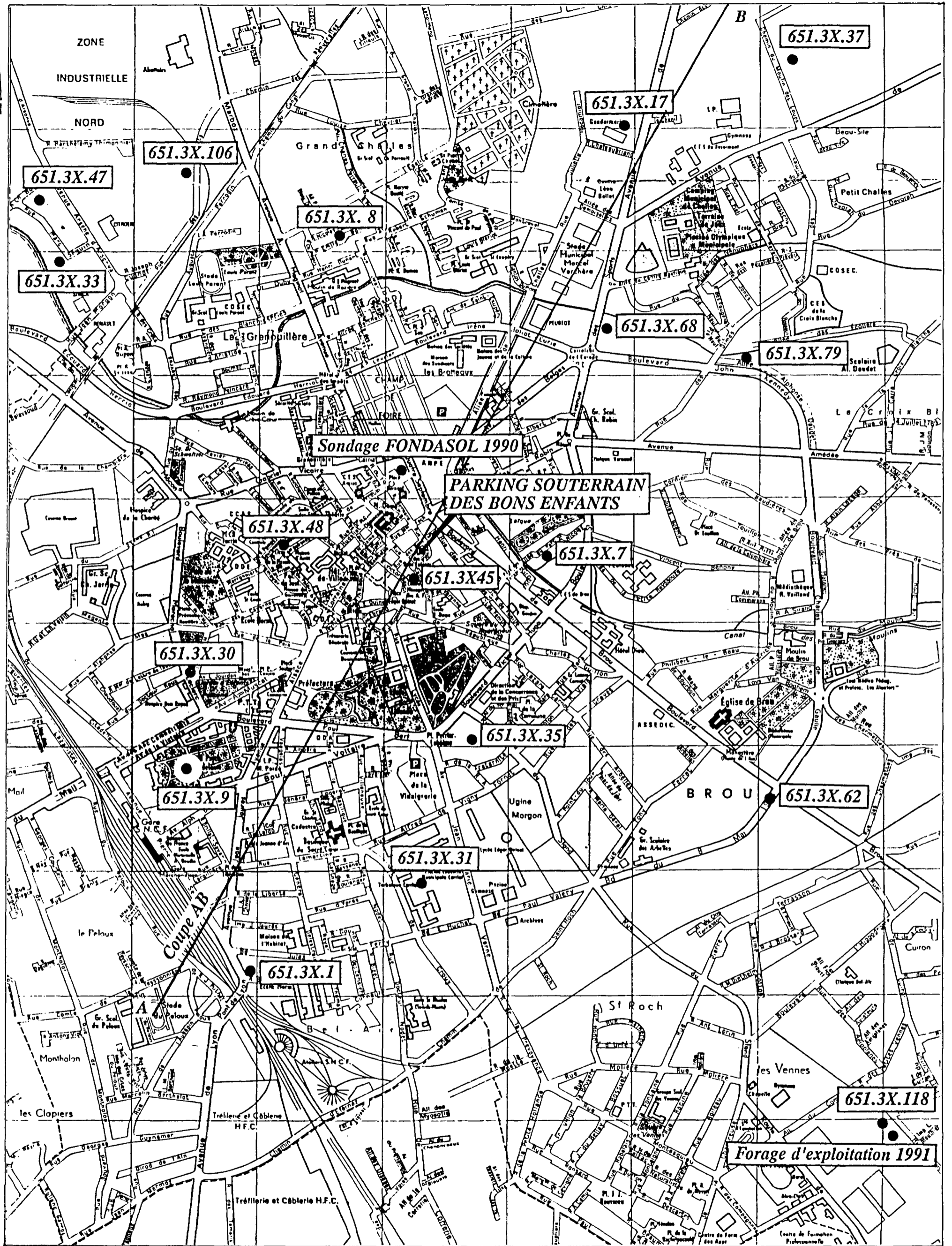
Réalisation d'un forage de reconnaissance à 50 m (qui pourra être le piézomètre profond décrit au § 6.2.1., poursuivi jusqu'à cette profondeur), ayant pour objectif :

- de préciser la succession des niveaux, l'existence d'un niveau sableux profond et l'épaisseur des cailloutis pliocènes ;
- d'évaluer par des essais d'injection, d'une part les caractéristiques hydrauliques des cailloutis ou du niveau sableux profond, et d'autre part, les effets de la réinjection sur le débit des venues d'eau dans le parking.
- de contrôler l'évolution piézométrique de la nappe profonde.

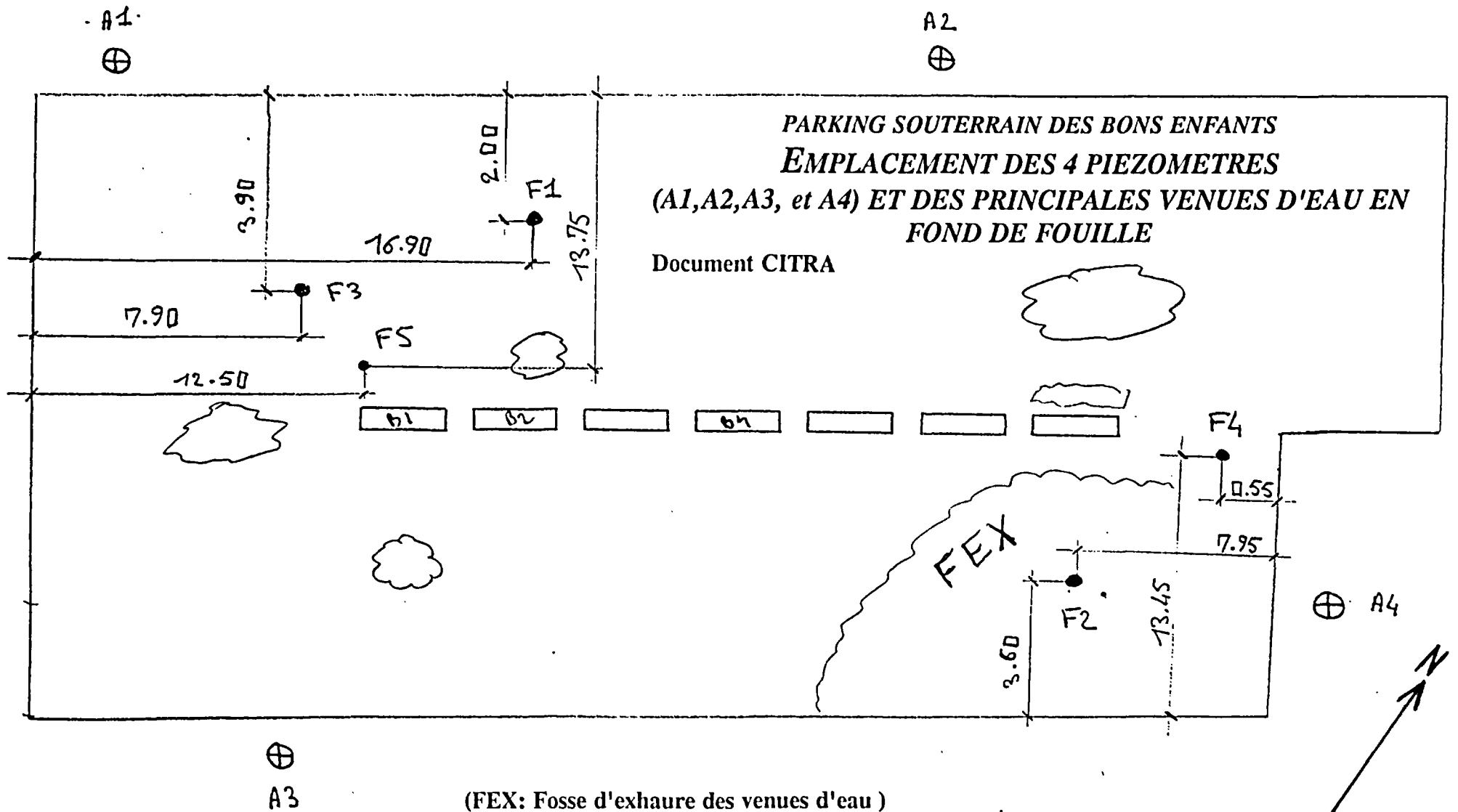
Figure 1

**BOURG-EN-BRESSE ET ENVIRONS:  
PLAN DE SITUATION, EMPLACEMENT  
DE LA COUPE A-B ET DES FORAGES  
651.3X.20,41,51 et 63**





**VILLE DE BOURG-EN-BRESSE**  
**PLAN DE SITUATION**  
**EMPLACEMENT DE LA COUPE A-B ET DES**  
**FORAGES ARCHIVES EN B.S.S. ET**  
**MENTIONNES DANS LE RAPPORT**

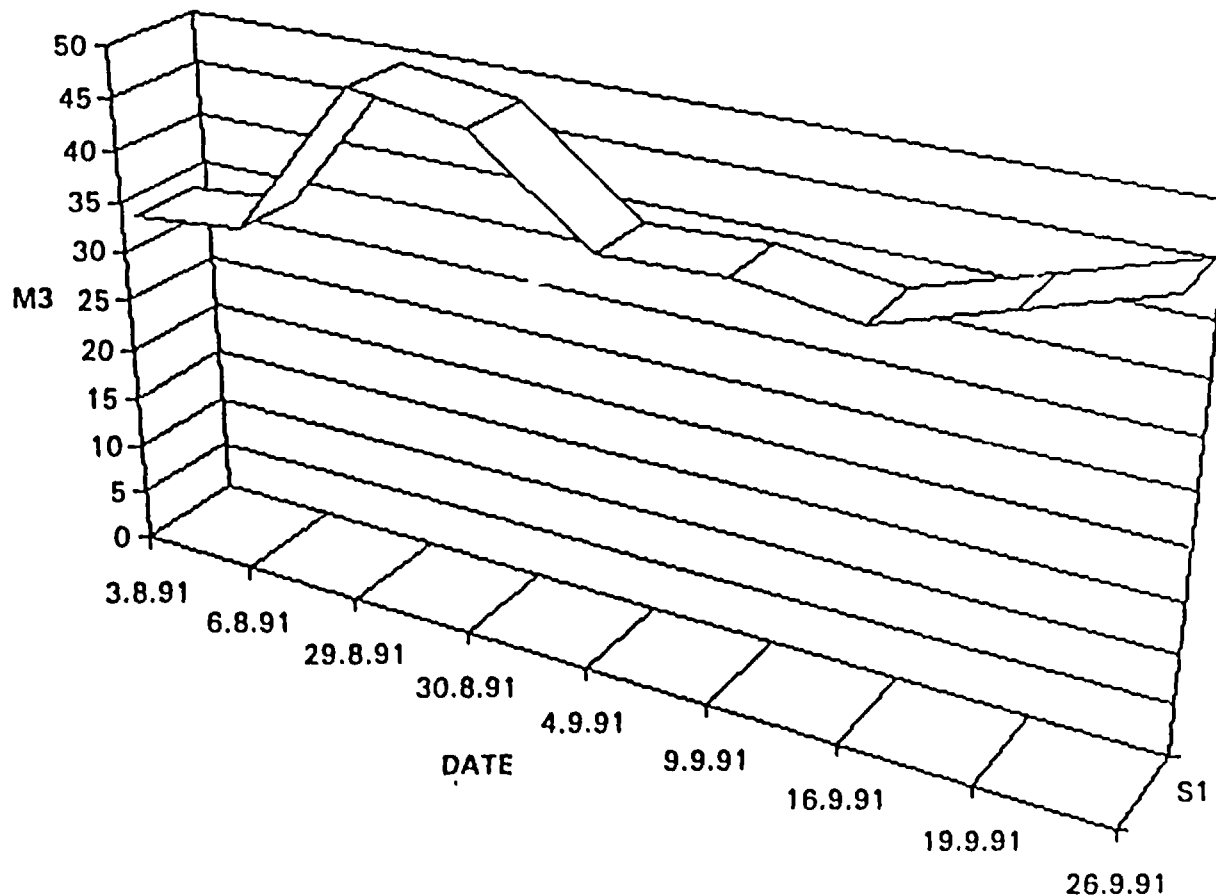


légende

- arrivées d'eau probable mais pas définies
- tubes piézométriques extérieurs
- tubes piézométriques intérieurs
- arrivées d'eau avec un tube en place.

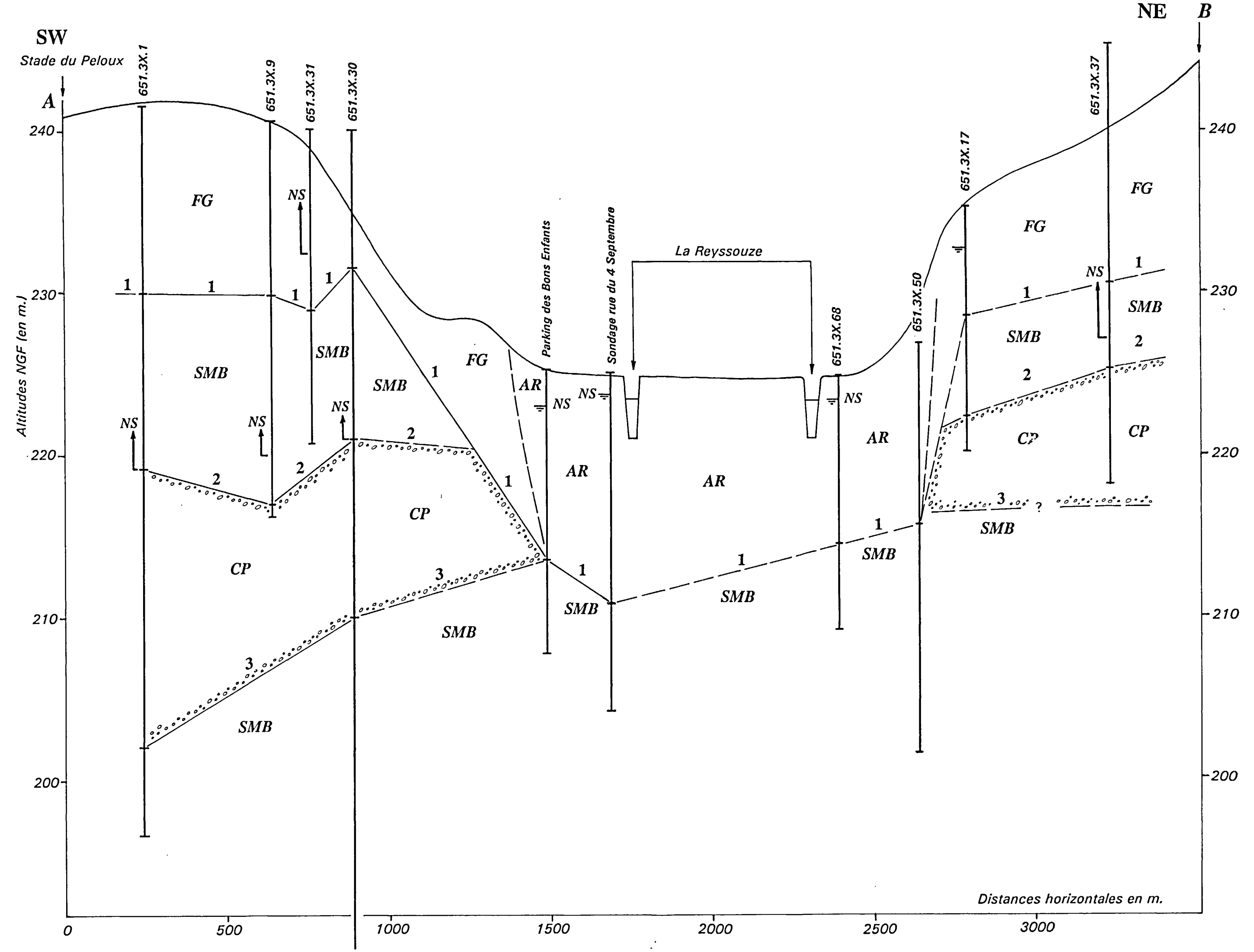
Figure 3

Ville de Bourg-en Bresse    PARKING BONS-ENFANTS  
MESURE DES DEBITS D'EXHAURE DES VENUES D'EAU



***EVOLUTION DES DEBITS D'EXHAURE DU  
PARKING SOUTERRAIN DES BONS ENFANTS  
(en m3/h)  
Document CITRA)***

Figure 5



**SCHEMA GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DE L'AGGLOMERATION DE BOURG-EN-BRESSE**

(COUPE A - B)

**LEGENDE**

- NS — b) Forage (emplacement projeté sur le trait de coupe A-B)
- 651.3X.68 : N° B.S.S
- a) Niveau piézométrique de nappe captive
  - 1) Toit de l'aquifère
  - 2) Niveau piézométrique
- b) Niveau piézométrique de nappe libre

FG : Alluvions fluvio-glaciaires

AR : Alluvions de la Reyssouze

SMB : Série des Marnes de Bresse

CP : Cailloutis pliocènes

1 : Toit des Marnes de Bresse

2 : Toit des cailloutis pliocènes




3 : Mur des cailloutis pliocènes

Figure 6

## IMPLANTATION DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE SUR LA PLACE DES BONS ENFANTS

(SWD1 et SWD2 : Sondages FONDASOL de 1975  
S1, S2, S3, S4, SC5, SP6, SP7 : Sondages SOLETCO de 1990)  
(document SOLETCO complété)

### LEGENDE

-  Sondage pressiométrique ( Mars 1990 )
-  Sondage carotté ( Nov. 1990 )
-  Sondage pressiométrique de 25 m ( Nov. 1990 )

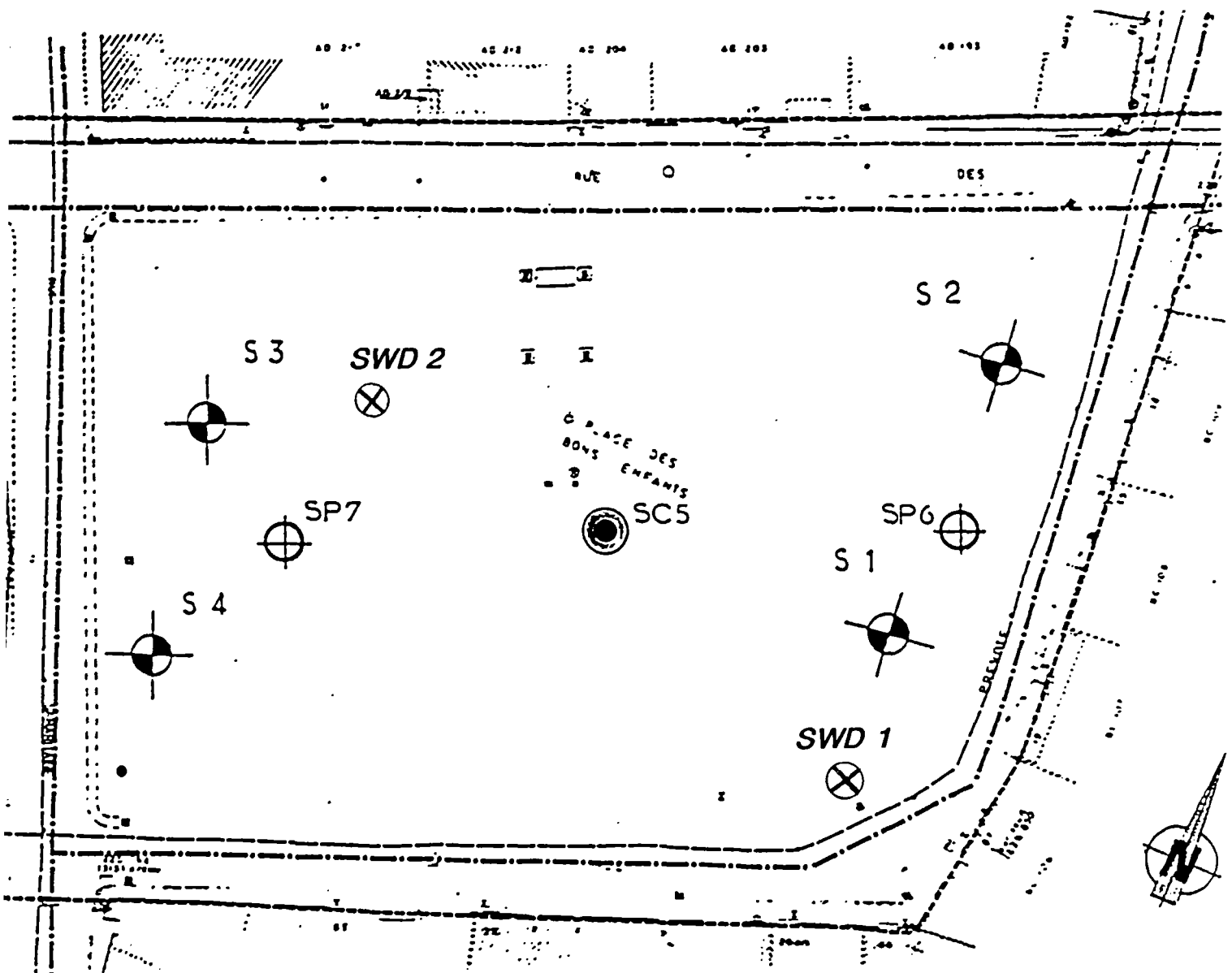
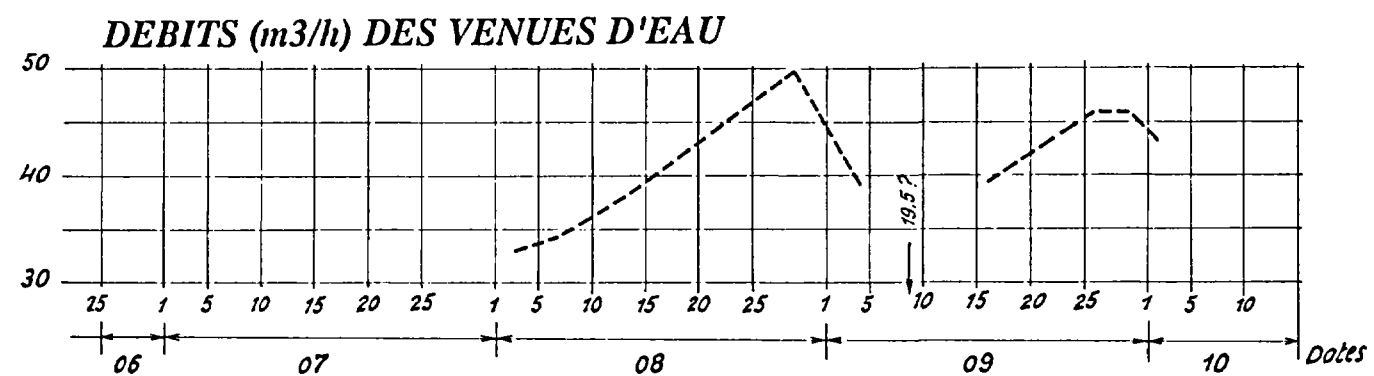
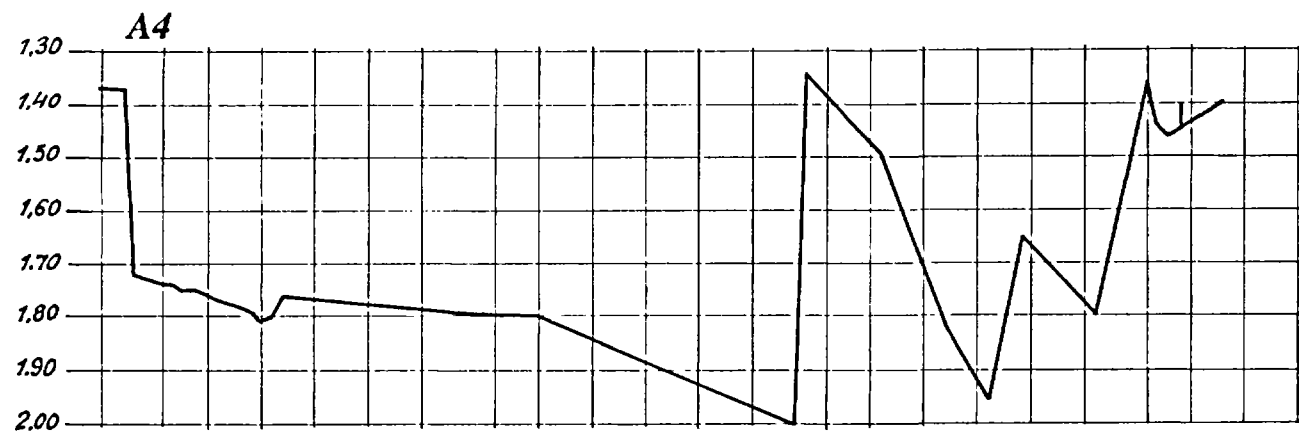
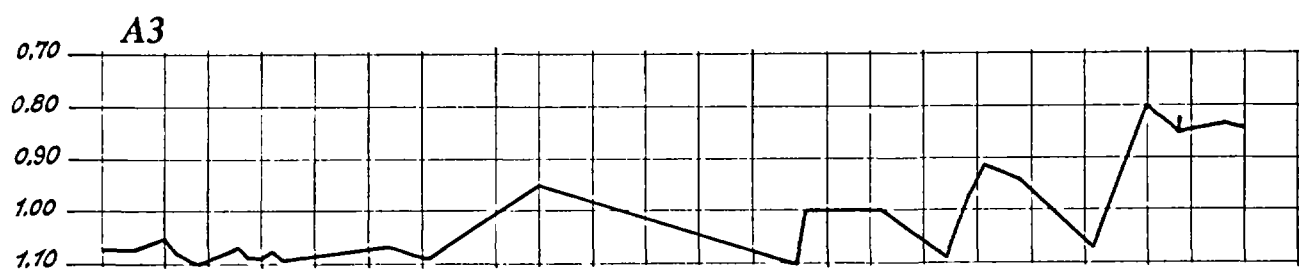
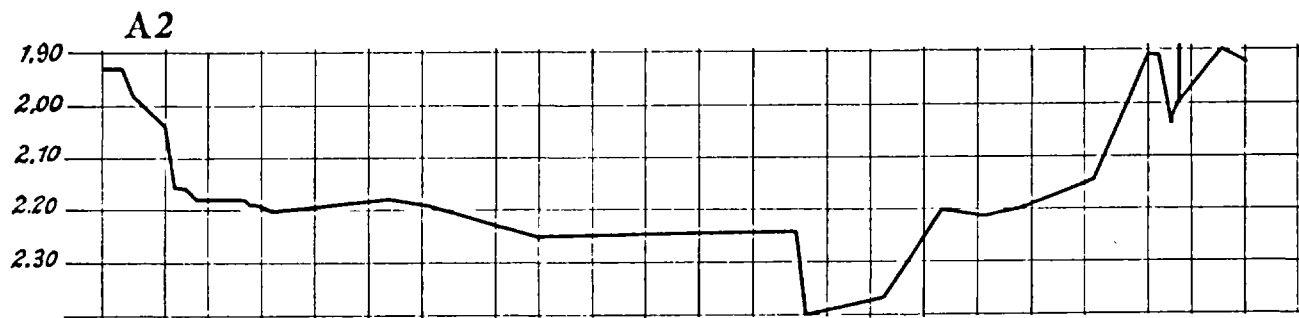
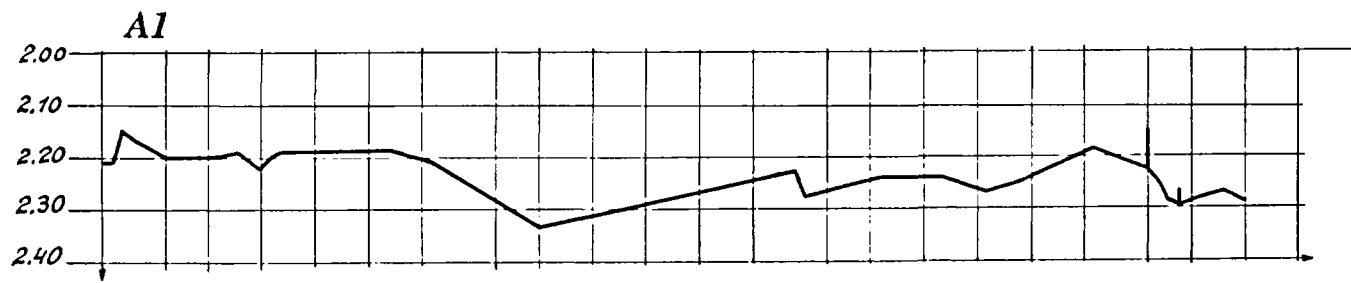


Figure 7

**EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU SUR LE POURTOUR DU PARKING  
ET DU DEBIT DES VENUES D'EAU (période du 25.06. au 15.10.1991)**

A1,A2,A3,A4 : piézomètres : profondeur du niveau d'eau (en m.) sous la surface.



**PRECIPITATIONS JOURNALIERES , EN mm (à Bourg-en-Bresse / Equipement)**

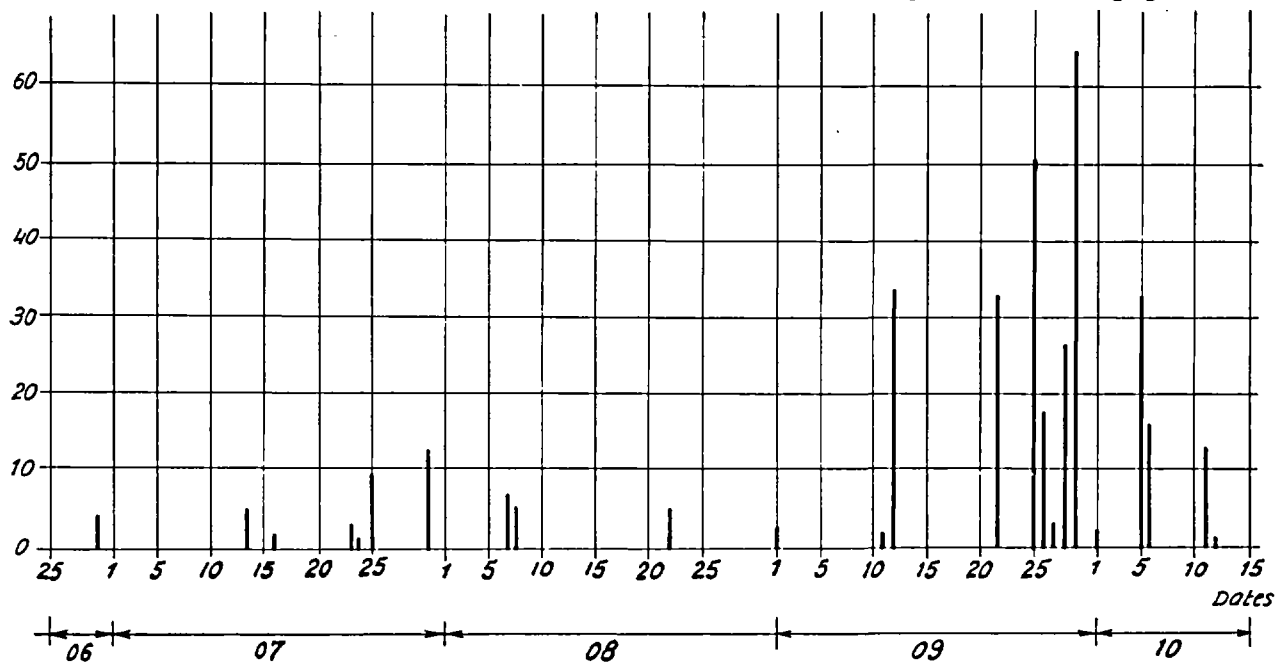
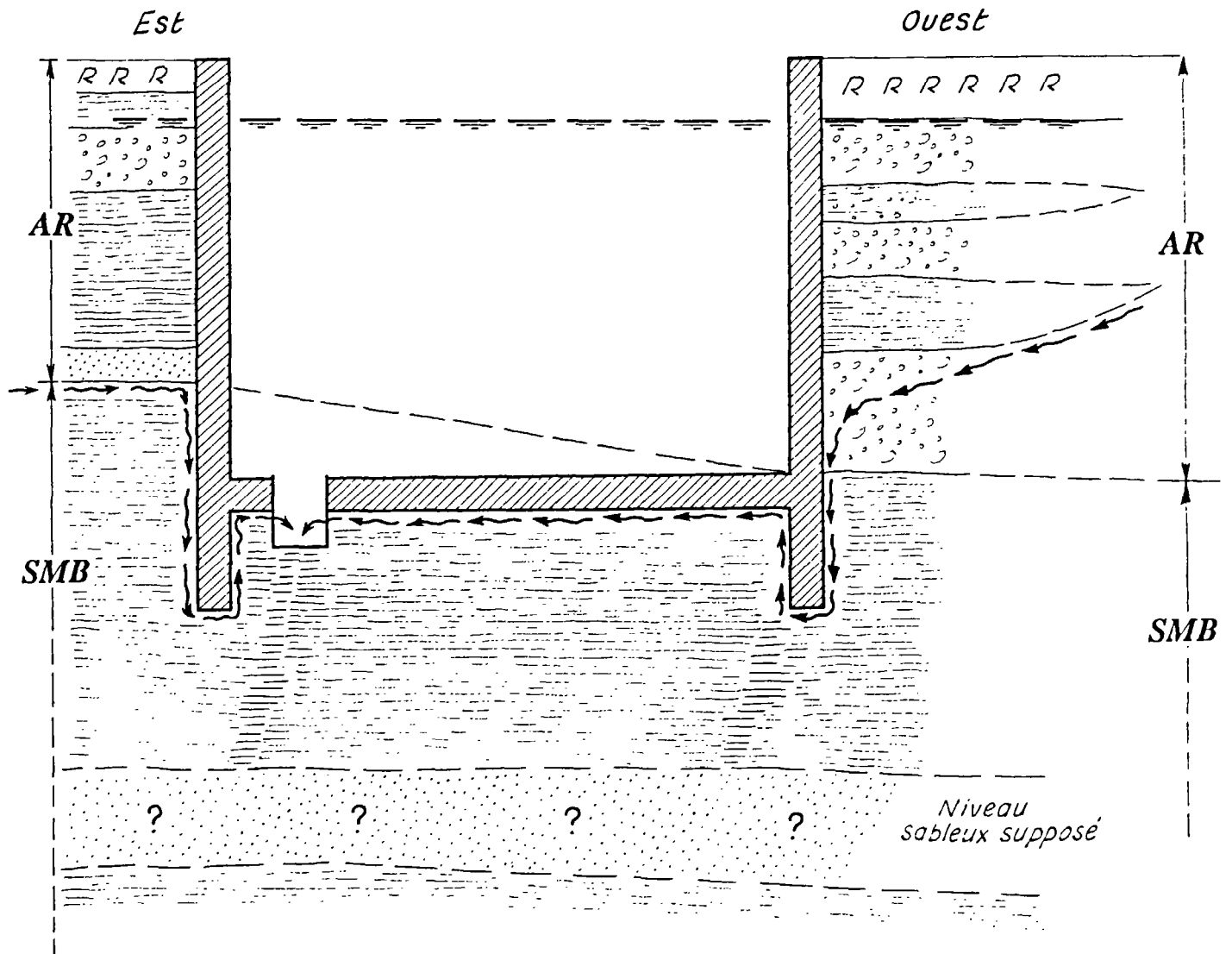


Figure 8

## SCHEMA DU MECANISME DES VENUES D'EAU DANS LE PARKING DES BONS ENFANTS









*Echelle des hauteurs*

0

3m

### LEGENDE

- AR** Alluvions de La Reyssouze
- SMB** Série des Marnes de Bresse
-  Remblais
-  Argile ou marnes
-  Sable
-  Galets, graviers, cailloutis
-  Niveau piézométrique
-  Trajet de l'eau

A N N E X E 1

MESURES DE NIVEAUX D'EAU AUX 4 PIÉZOMÈTRES SUPERFICIELS  
(DU 25/6/1991 AU 10/10/1991)  
(MESURES PAR LA CITRA)

PARKING DES BONS ENFANTS : BOURG EN BRESSE.

RELEVES PIEZOMETRIQUES.

26.Sep.91

DATE	PIEZO. A1		PIEZO. A2		PIEZO. A3		PIEZO. A4	
	Lecture	Niveau NGF	Lecture	Niveau NGF	Lecture	Niveau NGF	Lecture	Niveau NGF
		225.77		225.58		225.62		225.85
25.6.91	2.21	223.56	1.93	223.65	1.07	224.55	1.37	224.48
26.6.91	2.21	223.56	1.93	223.65	1.07	224.55	1.37	224.48
27.6.91	2.15	223.62	1.93	223.65	1.07	224.55	1.37	224.48
28.6.91	2.17	223.60	1.98	223.60	1.07	224.55	1.72	224.13
1.7.91	2.20	223.57	2.04	223.54	1.05	224.57	1.74	224.11
2.7.91	2.20	223.57	2.16	223.42	1.08	224.54	1.74	224.11
3.7.91	2.20	223.57	2.16	223.42	1.09	224.53	1.75	224.1
4.7.91	2.20	223.57	2.18	223.40	1.10	224.52	1.75	224.1
5.7.91	2.20	223.57	2.18	223.40	1.09	224.53	1.76	224.09
8.7.91	2.19	223.58	2.18	223.40	1.07	224.55	1.78	224.07
9.7.91	2.21	223.56	2.19	223.39	1.09	224.53	1.79	224.06
10.7.91	2.22	223.55	2.19	223.39	1.09	224.53	1.81	224.04
11.7.91	2.20	223.57	2.20	223.38	1.08	224.54	1.80	224.05
12.7.91	2.19	223.58	2.20	223.38	1.09	224.53	1.76	224.09
22.7.91	2.19	223.58	2.18	223.40	1.07	224.55	1.78	224.07
26.7.91	2.21	223.56	2.19	223.39	1.09	224.53	1.79	224.06
5.8.91	2.34	223.43	2.25	223.33	0.95	224.67	1.80	224.05
29.8.91	2.23	223.54	2.24	223.34	1.10	224.52	2.00	223.85
30.8.91	2.28	223.49	2.40	223.18	1.00	224.62	1.34	224.51
6.9.91	2.24	223.53	2.37	223.21	1.00	224.62	1.50	224.35
12.9.91	2.24	223.53	2.20	223.38	1.09	224.53	1.82	224.03
16.9.91	2.27	223.50	2.21	223.37	0.91	224.71	1.95	223.9
19.9.91	2.25	223.52	2.20	223.38	0.94	224.68	1.65	224.2
26.9.91	2.19	223.58	2.14	223.44	1.07	224.55	1.80	224.05

ANNEXE 1 (suite)

Date	PIEZO A1		PIEZO A2		PIEZO A3		PIEZO A4	
	Lecture	Niveau NGF	Lecture	Niveau NGF	Lecture	Niveau NGF	Lecture	Niveau NGF
		225,77		225,58		225,62		225,85
1/10/91	2,23	223,54	1,91	223,67	0,79	224,83	1,36	224,49
	2,15	223,62	1,88	223,70	0,80	224,82	1,38	224,47
2/10/91	2,26	223,51	1,93	223,65	0,82	224,80	1,43	224,42
	2,25	223,52	1,91	223,67	0,81	224,81	1,45	224,40
3/10/91	2,29	223,48	2,04	223,54	0,83	224,79	1,46	224,39
4/10/91	2,30	223,47	2,00	223,58	0,85	224,77	1,45	224,40
	2,27	223,50	1,89	223,69	0,82	224,80	1,40	224,45
8/10/91	2,27	223,50	1,90	223,68	0,83	224,79	1,40	224,45
10/10/91	2,29	223,48	1,92	223,66	0,84	224,78	1,40	224,45

A N N E X E 2

PARKING DES BONS ENFANTS  
MESURES DU DÉBIT D'EXHAURE  
(MESURES PAR LA CITRA)

ANNEXE 2

Parking des Bons Enfants  
Mesures du débit d'exhaure  
(mesures par la CITRA)

Date	Débit en m3/h
3/08/1991	33,0
6/08/1991	34,0
29/08/1991	49,5
30/08/1991	48,0
4/09/1991	39,0
9/09/1991	(19,5) ?
16/09/1991	39,5
26/09/1991	46,0
30/09/1991	46,0
2/10/1991	43,0

A N N E X E 3

LISTE DES FORAGES ARCHIVÉS EN BANQUE DU SOUS-SOL  
ET UTILISÉS POUR LA SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE  
(EMPLACEMENTS SUR LES FIGURES 1 ET 2)

ANNEXE 3

Liste des forages archivés dans la Banque du Sous-Sol du BRGM  
et utilisés pour la synthèse géologique

Numéro BSS	Localisation	Année de réalisation	Profond. finale (en m)	Nature
651/3X/001	Brasserie, 2, rue Jules Ferry	1959	45,85	FE
651/3X/008	Parc de la Reyssouze	1963	14,10	SRG (7)
651/3X/007	Parc Saint-Nicolas	1964	15,00	SRG (5)
651/3X/009	Hospice de Ste-Madeleine	1954	24,30	FE
651/3X/0017	Ecole normale d'Institutrices	1963	15,00	SRG
651/3X/0019	Ecole normale d'Institutrices	1963	15,00	SRG
651/3X/0020	Usine Berliet, route de Ceyzériat	1961	20,00	SRG (26)
651/3X/0025	Abattoir de volailles, Z.I. Nord	1965	17,00	FE
651/3X/0027	Sté d'électrolyse du SE, Z.I. Nord	1967	14,00	FE
651/3X/0030	Champs de Mars	1833/44	100,00	FE
651/3X/0031	Lycée techn. Carriat (rue de Crouy)	1965	19,35	SRG (6)
651/3X/0033	Blanchis. de Challes, rue M. Seguin	1967	14,60	FE
651/3X/0035	Ugine Kuhlmann, rue du Stand	1967	20	FE
651/3X/0037	Chemin du Moulin des loups, Route de Jasseron	1973	27,00	FE
651/3X/0041	Ugine Kuhlmann, Z.I. Nord	1971	18,00	FE (5)
651/3X/0045	20, rue Samaritaine	1968	15,00	FE
651/3X/0047	Rue d'Arsonval, Z.I. Nord	1968	14,30	FE
651/3X/0048	Place des Lias (le Bastion)	1972	20,00	SRG (4)
651/3X/0050	Centre nautique, piscine olympique	1961	25,40	SRG (9)
651/3X/0051	Ugine Kuhlmann, Z.I. Nord	1971	18,00	FE
651/3X/0062	Carrefour Bd de Brou/Bd P. Valéry	1973	10,00	SRG
651/3X/0063	Forêt de Seillou	1974	60,00	FE
651/3X/0068	Supermarché Casino, Bd J. Kennedy	1967	16,00	FE
651/3X/0079	Crédit Agricole, Bd. J. Kennedy	1970	10,00	SRG
651/3X/0106	Béton-Bourg, Z.I. Nord	1978	16,20	FE
651/3X/0118	Stade des Vennes	1990	40,00	FE

Numéro BSS	Localisation	Année de réalisation	Profond. finale (en m)	Nature
	Forage d'exploitation, stade des Vennes	1991	42,00	FE
	Sondage FONDASOL, rue du 4 Septembre	1990	21,00	SRG

\* Remarques :

. **Localisation** :

Tous les points retenus sont sur la commune de Bourg-en-Bresse, sauf le 651/3X/63 (commune de Péronnas).

. **Nature** :

FE : forage d'eau

SRG : sondage de reconnaissance géotechnique ; entre parenthèses : le nombre de forages ou sondages sous un même numéro BSS lorsqu'il y en a plus d'un (dans ce cas, la profondeur indiquée est celle du plus profond).

A N N E X E 4

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE DE L'EAU  
D'EXHAURE DU PARKING SOUTERRAIN  
DES BONS ENFANTS

B.R.G.M.  
43 boulevard du 11 novembre  
B. P. 6083  
69604 VILLEURBANNE

Section Chimie des Eaux Propres  
Laboratoire de référence, départemental et régional, agréé par le Ministère  
des Affaires Sociales, au titre du contrôle sanitaire des eaux : eaux d'ali-  
mentations, eaux minérales, eaux de baignades, eaux usées...  
Laboratoire agréé, par le Ministère de l'Environnement pour les agréments du  
type 1,3,5,6,7 : ressources naturelles, eaux de rejets industriels et urbains.

IDENTIFICATION HAHE: 911122023  
N° bon de commande.....: P/1

ORIGINE.....: Eau à usage technique  
Eau souterraine - Drains du parking  
Bons Enfants - Cf/analyse 911122022  
COMMUNE : Bourg  
DEPARTEMENT : 01

PRELEVEMENT: Effectué le : 22.11.91  
T°échant. +13°C T°ext. +10°C  
Par : M. Jauffret Dominique  
Circonstances atmos. : Temps humide  
pH 6,82 sur place

ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE COMPLETE (C3)

Caractéristiques physiques

Odeur .....	NEANT	.
Saveur .....	NON DETER.	.
Couleur .....	10	°standards
Turbidité .....	3,6	N.T.U.
pH à 20°C au laboratoire .....	7,35	.
Résistivité à 20 °C .....	3175	Ohms-cm
Conductivité à 20°C .....	315	uS/cm

**IDENTIFICATION HAHE: 911122023**

Paramètre représentatif de la désinfection

Chlore résiduel total .....	-	mg/l Cl2
Brome .....	-	mg/l Br2

Analyse des gaz ( autres que ceux du traitement)

Anhydride carbonique libre .....	11,9	mg/l CO2
Hydrogène sulfuré (test colorimétrique) .....	NEANT	-
Oxygène dissous .....	2,75	mg/l O2

Agressivité au marbre

pH avant essai au marbre .....	7,35	.
TAC avant essai au marbre .....	4,08	mEq/l
TAC avant essai au marbre .....	114,24	mg/l CaO
pH après essai au marbre .....	7,25	.
TAC après essai au marbre .....	4,03	mEq/l
TAC après essai au marbre .....	112,84	mg/l CaO

Caractéristiques générales

Résidu sec à 110°C .....	249	mg/l
Résidu sec à 550°C .....	141	mg/l
Oxydabilité au KMnO4 en milieu acide NF T 90-050..	0,25	mg/l O2
Carbone organique total (C.O.T.) NF T 90-102 .....	0,5	mg/l C
TH : Titre Hydrotimétrique ou dureté totale.....	21,15	° français
TAC : Titre alcalimétrique complet .....	20,4	° Français
TA : Titre alcalimétrique .....	0	° Français

Composition ionique : Cations

Calcium .....	79	mg/l Ca++
.....	3,95	mEq/l Ca++
Magnésium .....	3,4	mg/l Mg++
.....	0,27961	mEq/l Mg++
Sodium .....	5,2	mg/l Na+
.....	0,22609	mEq/l Na+
Potassium .....	0,3	mg/l K+
.....	0,00767	mEq/l K+
Anmonium .....	< 0,10	mg/l NH4+
.....	-	mEq/l NH4+
<b>Total cations :</b>	<b>4,46</b>	<b>mEq/l</b>

**IDENTIFICATION HAHE: 911122023**

Composition ionique : Anions

Carbonates .....	0	mg/l CO3=
.....	0	mEq/l CO3=
Bicarbonates .....	248,96	mg/l HCO3-
.....	4,08	mEq/l HCO3-
Chlorures .....	1,6	mg/l Cl-
.....	0,04512	mEq/l Cl-
Sulfates .....	3,1	mg/l SO4--
.....	0,06457	mEq/l SO4--
Nitrates .....	< 1	mg/l NO3-
.....	-	mEq/l NO3-
Nitrites .....	< 0,02	mg/l NO2-
.....	-	mEq/l NO2-
Orthophosphates .....	0,07	mg/l PO4
.....	0,00221	mEq/l PO4
Silice soluble .....	19,4	mg/l SiO2
.....	0,32398	mEq/l HSiO3
Total anions :		4,52 mEq/l
Balance ionique --->Cations :	4,46	Anions : 4,52 mEq/l

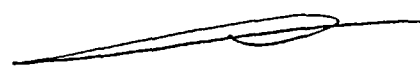
Métaux

Fer .....	0,35	mg/l Fe
Manganèse .....	0,10	mg/l Mn
Aluminium .....	0,030	mg/l Al
Cuivre .....	< 0,05	mg/l Cu
Zinc .....	< 0,05	mg/l Zn
Argent .....	< 0,001	mg/l Ag

Divers

Fluorures NF T90-004 .....	0,08	mg/l F-
Phosphore Total NF T90-023 .....	< 0,10	mg/l P

Le Chef de Service  
Thierry Meunier



B.R.G.M.  
43 boulevard du 11 novembre  
B. P. 6083  
69604 VILLEURBANNE

IDENTIFICATION HAHE: 911122022 Demande à caractère prioritaire

ORIGINE.....: Eau à usage technique  
Eau souterraine - Drains du parking  
Bons Enfants - Cf/analyse 911122023  
COMMUNE : Bourg  
DEPARTEMENT : 01

PRELEVEMENT: Effectué le : 22.11.91  
T°échant. +13°C T°ext. +10°C  
Par : M. Jauffet Dominique  
Circonstances atmos. : Temps humide  
pH 6,82 sur place

Examen microscopique ( eau , dépôt ...)	*	-
Bactéries aérobies 22°C 72 H ( NF T90-402)	*	par ml
Bactéries sulfato-réductrices	36	par 100ml
Anaérobies sulfito-réductrices (spores)NF T90-417	0	/ 100 ml
Matières en suspension totales NF T90-105	6	mg/l

Dr H.PERROLLET  
Responsable Biologie

- \* Bacteries aerobies : 40 / ml .
- Bacteries anaerobies : 0 / ml .
- \* Examen microscopique :
  - Absence de dépôt .
  - Absence de bacteries ferrugineuses .
  - Presence de quelques filaments évoquants des debris vegetaux .

A N N E X E 5

PRÉCIPITATIONS JOURNALIÈRES ET MENSUELLES À  
BOURG-EN-BRESSE,  
DE MAI À OCTOBRE 1991  
(POSTE PLUVIOMÉTRIQUE DE L'ÉQUIPEMENT)

Mois	Mai 91	Juin 91	Juil. 91	Août 91	Sept. 91	Oct. 91
Poste	BOURG EN BRESSE EQ					
Param.	Précipitations Journalières					
1	5.0T	.	.	0.4	2.9	2.0
2	.	20.4	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.
4	1.4	.	.	.	.	.
5	0.7	3.0	.	.	.	33.6
6	1.6	10.0	.	.	.	16.1
7	.	20.4	.	7.5	.	.
8	.	.	.	5.5	.	.
9	.	4.3	.	.	.	.
10	2.9	.	.	.	0.3	.
11	0.3	.	.	.	1.9	14.6
12	.	.	.	.	33.9	1.6
13	.	.	5.5	.	.	.
14	.	.	0.2	.	.	.
15	3.2	32.2T	.	.	.	.
16	2.5	14.1	2.3	.	.	2.1
17	0.2	16.5	.	.	.	3.5
18	.	4.8	. T	.	.	1.2
19	.	1.2	.	.	0.4	4.0
20	.	1.3	.	.	.	7.4
21	.	.	.	.	. T	.
22	.	5.1T	.	4.5	33.6	.
23	.	1.3	3.7T	.	.	.
24	.	.	.	.	.	.
25	.	.	10.0	.	52.3	.
26	.	. T	.	.	17.9	1.5
27	.	0.8	.	.	4.1	5.0
28	.	4.1	.	.	26.8	0.3
29	.	.	.	.	65.3	.
30	.	.	13.0T	.	.	10.2
31	.	.	.	.	.	.
Dec 1	11.6	58.1	Néant	13.4	3.2	51.7
Dec 2	6.2	70.1	8.0	Néant	36.2	34.4
Dec 3	Néant	11.3	26.7	4.5	200.0	17.0
Moyenne Total	17.8	139.5	34.7	17.9	239.4	103.1

## Signification des symboles et abréviations

RR : Précipitations      TN : Températures minimales      TX : Températures maximales  
 TM : Températures Moyennes      DJU : Degrés Jours Unifiés      VXI : Vitesse Maximale du vent  
 HXI : Heure du Vent Maximal  
 Tr. : Traces      \* : Neige Observée      T : Orage      G : Grêle      = : Brouillard  
 Unités : Précipitations en mm - Températures en °C - Vent en km/h - Heures en UTC



PRECIPITATIONS ET PHENOMENES

=====  
 BOURG EN BRESSE EQ

	HAUTEURS DES PRECIPITATIONS (RR) EN MM ET DIXIEMES				HAUTEUR MAXI en 24 H		NOMBRE DE JOURS AVEC					NB JRS MAXI CONSECUTIFS		NOMBRE DE JOURS AVEC			
	DEC. 1	DEC. 2	DEC. 3	MOIS	HAUTEUR	DATE	RR => 0.1mm	RR => 1 mm	RR => 5 mm	RR => 10 mm	RR => 20 mm	AVEC RR	SANS RR	NEIGE	GRAGE	GRELE	EROU.
JANVIER 90	0.4	1.2	57.1	58.7	24.9	22	10	5	4	1	1	4	12	1	1	1	1
FEVRIER 90	14.8	71.3	14.5	100.6	25.1	14	15	13	5	3	1	8	8	0	1	0	1
MARS 90	5.0	.	16.1	21.1	6.6	28	8	6	1	0	0	5	17	0	0	0	1
AVRIL 90	64.8	44.5	5.0	114.3	30.5	6	21	15	8	4	1	16	5	0	2	0	0
MAI 90	2.7	9.2	45.0	56.9	17.2	23	9	9	3	3	0	5	9	0	3	1	0
JUIN 90	56.6	53.5	70.5	180.6	32.8	27	20	19	11	7	3	6	4	0	5	0	0
JUILLET 90	23.7	.	21.2	44.9	20.0	29	7	6	3	2	1	4	21	0	0	0	0
AOUT 90	.	6.3	27.3	35.6	23.4	30	7	5	2	1	1	3	11	0	2	0	0
SEPTEMB. 90	.	20.2	44.1	64.3	20.0	14	6	5	4	3	1	4	13	0	0	0	0
OCTOBRE 90	13.3	16.7	99.2	129.2	37.2	26	16	14	10	6	1	10	12	0	0	0	0
NOVEMBRE 90	19.7	41.7	71.4	132.6	25.0	24	22	16	6	6	1	17	4	0	0	0	1
DECEMBRE 90	46.0	20.2	34.7	100.9	20.0	9	14	12	9	5	1	6	7	5	0	0	1
TOTAL	/	/	/	1039.9	37.2	28/10	155	125	71	41	12	/	/	6	14	1	7

BOURG EN BRESSE EQ

	HAUTEURS DES PRECIPITATIONS (RR) EN MM ET DIXIEMES				HAUTEUR MAXI en 24 H		NOMBRE DE JOURS AVEC					NB JRS MAXI CONSECUTIFS		NOMBRE DE JOURS AVEC			
	DEC. 1	DEC. 2	DEC. 3	MOIS	HAUTEUR	DATE	RR => 0.1mm	RR => 1 mm	RR => 5 mm	RR => 10 mm	RR => 20 mm	AVEC RR	SANS RR	NEIGE	GRAGE	GRELE	EROU.
JANVIER 91	19.0	6.7	0.4	26.1	6.5	1	9	6	1	0	0	2	10	1	0	0	0
FEVRIER 91	10.5	35.2	9.6	55.3	13.6	16	14	10	5	2	0	12	8	6	0	0	0
MARS 91	42.3	12.4	65.1	119.8	49.3	21	19	13	5	2	2	7	4	0	0	0	1
AVRIL 91	10.4	16.5	22.0	48.9	13.3	19	13	10	3	1	0	4	11	1	0	0	0
MAI 91	11.6	6.2	.	17.8	5.0	1	9	6	1	0	0	3	14	0	1	0	1
JUIN 91	[ 58.1 ]	70.1	11.3	[ 139.5 ]	32.2	15	15	14	7	6	3	6	5	0	3	0	1
JUILLET 91	.	6.0	26.7	34.7	15.0	30	6	5	3	2	0	2	12	0	3	0	0
AOUT 91	13.4	.	4.5	17.9	7.5	7	4	3	2	0	0	2	13	0	0	0	0
SEPTEMB. 91	3.2	36.2	200.0	239.4	65.3	29	11	9	5	6	5	5	8	0	1	0	0
OCTOBRE 91	[ 51.7 ]	34.4	17.0	[ 163.1 ]	33.6	5	14	13	6	4	1	5	5	0	0	0	1
TOTAL	/	/	/	[ 802.5 ]	65.3	29/ 9	114	69	39	23	11	/	/	8	8	0	4