

Département du **Gard**

Commune de **BERNIS**

Captage des Trièze Terme

RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE

**Missions hydrogéologiques
dans le cadre de la redéfinition
des périmètres de protection
du captage**

Réalisé à la demande de :

**Communauté d'Agglomération
de Nîmes Métropole
Le Colisée
3 rue du Colisée
30947 Nîmes Cedex**

Lussan, le 16 mars 2009

N° 30/036 H 09 018



Table des Matières

1. GÉNÉRALITÉS, DÉNOMINATION ET LOCALISATION.....	6
2. GÉOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE.....	9
2.1. Cadre géologique général.....	9
2.1.1. Histoire géologique.....	9
2.1.2. Lithostratigraphie.....	11
2.1.3. Structure, géomorphologie.....	16
2.2. Hydrogéologie générale	17
2.2.1. Aquifère des calcaires des Garrigues (556d1)	18
2.2.2. L'aquifère des Costières (150b).....	19
2.2.3. La nappe de la Vistrenque (150a).....	21
2.3. Synthèse géologique et hydrogéologique du secteur de Bernis	26
2.3.1. Lithostratigraphie.....	26
2.3.2. Structure.....	26
2.3.3. Synthèse hydrogéologique.....	27
2.4. Piézométrie locale	27
3. TRAVAUX DE RÉALISATION DES FORAGES D'EXPLOITATION.....	29
4. ESSAIS PAR POMPAGE	30
4.1. Caractéristiques techniques.....	31
4.2. Pompage par paliers de débit	32
4.2.1. Mise en œuvre sur Fe1	32

4.2.2. Résultats et interprétation sur Fe1	33
4.2.3. Mise en œuvre sur Fe2.....	34
4.2.4. Résultats et interprétation sur Fe2.....	34
4.3. Essai par pompage de longue durée.....	35
4.3.1. Chronologie	35
4.3.2. Résultats et interprétation	36
5. QUALITÉ DE L'EAU	39
6. VULNÉRABILITÉ	40
6.1. Vulnérabilité intrinsèque.....	40
6.1.1. Temps de transfert	40
6.1.2. Adaptations aux contraintes locales	42
6.2. Vulnérabilité environnementale	43
7. SYNTHÈSE	44

Table des Illustrations

Illustrations dans le texte

- 1 Chronique piézométrique sur le piézomètre d'Uchaud
09648X0082/UCHAUD
- 2 Evolution des teneurs en nitrates sur le qualitomètre de Bernis
09648X0089/V399
- 3 Schéma de principe de détermination des isochrones

Illustrations hors texte

- 1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE au 1/25 000
- 2 SITUATION CADASTRALE au 1/1 000
- 3 PROFILS GÉOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE Fe1
- 4 PROFILS GÉOLOGIQUE ET TECHNIQUE DU FORAGE Fe2
- 5 SITUATION GÉOLOGIQUE au 1/25 000
- 6 COUPE ET SCHÉMA STRUCTURAL au 1/50 000
- 7 BASSIN D'ALIMENTATION au 1/50 000
- 8 ESQUISSE PIÉZOMÉTRIQUE au 1/25 000
- 9 ESSAI PAR PALIERS DE DÉBIT SUR Fe1 et Fe2 du 19 au 20/11/2007
Evolution du rabattement sur Fe2 et Fe1 et débits associés
Droites caractéristiques

- 10 ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME
du 19 au 23/11/2007
Evolution du niveau du plan d'eau dans les forages Fe1, Fe2, F1 et Pz1
Débit de production

- 11 ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME
du 20 au 23/11/2007
Valeurs mesurées sur Fe1 et Fe2
Descente

- 12 ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME
du 20 au 23/11/2007
Valeurs mesurées sur F1 et Pz1
Descente

- 13 ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME
du 19 au 23/11/2007
Evolution de la conductivité et de la température dans les eaux d'exhaure
sur Fe2, Fe1 et Fe2+Fe1

Table des Annexes

- I Coupes géologiques et techniques des forages de reconnaissance F1 et F2
- Fiche BSS du forage F2

- II Recherche d'un nouveau site de captage communal
Forage de reconnaissance et essai par pompage
Rapport BERGA-Sud n° 30/036 A 89018 du 19/02/1989

- III Compte rendu de l'essai par pompage réalisé sur le futur captage de
Bernis - Document d'incidence
Rapport BERGA-Sud n° 30/036 E 04 102 du 4 novembre 2004
Forages Fe1 et Fe2

- IV Analyse de première adduction (PAPS) du 22/11/2007

1. GÉNÉRALITÉS, DÉNOMINATION ET LOCALISATION

La commune de Bernis, membre de la Communauté d'Agglomération de Nîmes Métropole, est actuellement alimentée en eau potable par un captage situé au cœur du vieux village (forage du Creux de Mante), au pied du château d'eau, qu'il est impossible de protéger efficacement et donc difficile de régulariser administrativement. Un complément d'alimentation est apporté par la Compagnie du Bas-Rhône Languedoc.

Dans ce contexte, dès 1988 la DDAF du Gard avait chargé notre BET de rechercher un nouveau site d'implantation pour un captage. L'étude avait débouché sur la réalisation de deux forages de reconnaissance (F1 et F2) au lieu-dit les Trièze Terme. Les essais par pompage menés à 90 m³/h sur F2 et l'analyse physico-chimique avaient montré les bonnes potentialités du site (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/036 A 89018 du 19/02/1989) :

- Transmissivité : $T = 2,7.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$,
- Coefficient d'emmagasinement : $S = 2.10^{-4}$.

Le site a fait l'objet d'un premier avis de l'Hydrogéologue agréé, M. Jean-Louis REILLE, en date du 02/05/1989 mais le captage n'a jamais été mis en exploitation et la procédure de DUP n'a pas abouti. Une réactualisation de l'avis hydrogéologique sanitaire, afin de prendre en compte les modifications procédurales, démographiques et environnementales, a été réalisée par M. Jean-Louis REILLE en juillet 2001, dans laquelle des travaux complémentaires étaient demandés. Ces travaux ont été réalisés pour partie en 2004, puis complétés en 2007 et 2008.

En 2004, il s'est agit de réaliser un essai par pompage de 72 heures à 100 m³/h sur le site de Trièze Terme et une analyse de première adduction, parallèlement à des essais sur trois autres sites (Les Rochelles ; 280 m³/h et Canféren ; 90 m³/h -captages du S.A.E.P. de la Vaunage et Le Rouvier ; 80 m³/h -futur captage d'Aubord).

L'interprétation des essais a confirmé les bons résultats quantitatifs et qualitatifs obtenus précédemment et mis en évidence que, en l'état actuel de l'aquifère, l'influence réciproque des différents captages A.E.P. ne pose pas de problème ni quantitatif ni qualitatif (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/036 E 04 112 du 04/11/2004).

En 2007, deux forages d'exploitation (Fe1 et Fe2) ont donc été réalisés sur le site et testés lors d'un essai par pompage au débit cumulé moyen de 188 m³/h pendant 66 heures. Ces essais ont confirmé le fort potentiel de production du site, compatible quantitativement et qualitativement avec les besoins de la collectivité à desservir (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/036 F 07 113 du 15 mars 2008).

Enfin, en 2008, la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère dans le secteur des Trièze Terme a été déterminée à partir des résultats d'une campagne piézométrique et par l'application de la méthode de Wissling (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/036 G 08 055).

Le présent rapport, qui s'inscrit dans le cadre de la redéfinition des périmètres de protection du captage nécessitée par les transformations du site, les modifications environnementales locales, les évolutions réglementaires et démographiques, se veut un document de synthèse qui reprend l'ensemble des interprétations et conclusions exprimées dans les documents précités.

Les différents renseignements relatifs au captage, les coordonnées géographiques et cadastrales des ouvrages sont reportés dans le **Tableau 1**. Leur emplacement est précisé sur fond topographique au 1/25 000 sur la Figure 1 et cadastral sur la Figure 2.

<i>Généralités</i>		
Nom du captage	Captage de Trièze Terme	
Maître d'ouvrage	Communauté d'Agglomération de Nîmes Métropole	
Commune desservie	Bernis	
Exploitant	Sans objet à la date de rédaction du rapport	
Hydrogéologue agréé	M. Jean-Louis REILLE	
Nom du point de prélèvement	Fe1 (Sud)	Fe2 (Nord)
Code BSS	Non indexé à la date du rapport (forage de reconnaissance F2 09648X0080)	
<i>Coordonnées Lambert II étendu</i>		
x (km)	757,99	757,98
y (km)	1 864,34	1 864,35
z (m NGF)	18	
<i>Coordonnées Lambert III Sud</i>		
x (km)	757,78	757,77
y (km)	3 164,44	3 164,45
z (m NGF)	18	18
<i>Situation cadastrale</i>		
Commune	Bernis	
Lieu-dit	Trièze Terme	
Section	ZB	
Feuille	-	
Parcelle	142	

Tableau 1 : Localisation géographique et cadastrale

Les principales caractéristiques des ouvrages de production sont regroupées dans le **Tableau 2**. Les coupes géologiques et techniques des forages d'exploitation Fe1 et Fe2 sont placées en Figures 3 et 4, celles correspondant aux ouvrages de reconnaissance F1 et F2 ainsi que la fiche BSS de F2 sont placées en Annexe I.

	Fe1	Fe2
Aquifère capté	Alluvions villafranchiennes (cf. paragraphe 0)	
Date de réalisation	Octobre 2007	Novembre 2007
Méthode de réalisation	Rotary à la Boue (Entreprise ROUDIL Forages -Nîmes)	
Profondeur totale (m/TN)	29 m	29 m
Epaisseur d'aquifère	≈ 25 m	≈ 26 m
Nature de l'ouvrage	Forage tubé en acier Inox 304L 273x4 mm	
Zone captante	Crépines à nervures repoussées de 21 à 29 m/TN	
Niveau statique (m/TN)	3,88 m le 20/11/2007	3,83 m le 20/11/2007
Équipement hydraulique	Sans objet à la date de rédaction du rapport	
Protection	Sans objet à la date de rédaction du rapport	
Coupe technique	Cf. Figures 3 et 4 (forages d'exploitation) et Annexe I (forages de reconnaissance)	
Désinfection	Sans objet à la date de rédaction du rapport	
Etat général	Sans objet à la date de rédaction du rapport	

Tableau 2 : Caractéristiques générales des ouvrages de captage

Les distances entre le site du futur captage A.E.P. De Bernis (Trièze Terme) et les autres captages (ou projets) A.E.P. du secteur sont repris dans le **Tableau 3**.

	Distance et orientation par rapport au site des Trièze Terme
Captage des Rochelles (SAEP de la Vaunage)	500 m au Nord-Est
Captage de Canférin (SAEP de la Vaunage)	1 450 m au Nord-Nord-Ouest
Forage de reconnaissance Aubord	1 300 m à l'Est-Nord-Est

Tableau 3 : Distances et orientations entre le site de Trièze Terme et les autres captages proches

2. GÉOLOGIE ET HYDROGÉOLOGIE

2.1. Cadre géologique général

Les formations qui constituent l'aquifère de la Vistrenque sont d'âge Quaternaire. Il est cependant nécessaire de les resituer dans un contexte géologique plus général incluant les entités géomorphologiques de la région des Garrigues et celle des Costières.

Un extrait de la carte géologique du BRGM – feuille de Sommières, n° 964 – est présenté sur la Figure 5.

2.1.1. Histoire géologique

Les terrains les plus anciens rencontrés sur le secteur d'étude, correspondent à l'épaisse série marine déposée au Crétacé en bordure de la "fosse Vocontienne". Il s'agit principalement des marnes et calcaires de l'Hauterivien et des calcaires récifaux de plate-forme du Barrémien qui constituent aujourd'hui l'ossature des reliefs de la région des Garrigues.

Suite à un épisode de régression et de sédimentation en milieu continental, les contraintes compressives liées l'orogénèse pyrénéenne datées de l'Éocène génèrent dans la région une succession de plissement d'axe Nord-Est - Sud-Ouest affectant l'ensemble des formations secondaires.

Cet épisode est rapidement suivi à l'Oligocène par une phase de collapse entraînant l'effondrement de la partie centrale de la chaîne pyrénéo-provençale. Plusieurs accidents majeurs entraînent alors la compartimentation des anciens massifs crétacés. Parmi ceux-ci **la Faille de Nîmes** conduit à l'individualisation de la région actuelle des Garrigues par effondrement du compartiment méridional (Plaine de la Vistrenque actuelle).

C'est dans les parties basses de cette structure que se déposent les séries évaporitiques du Stampien avec, en bordure des paléo-reliefs, des dépôts fortement détritiques de type brèches et conglomérats.

Au Miocène, une importante transgression marine se produit et la mer envahit la région. La sédimentation qui en résulte est de type récifal en bordure des Garrigues mais se traduit essentiellement par d'importants dépôts molassiques (Burdigalien) dans les zones les plus profondes.

La régression pontienne qui succède et l'épisode d'assèchement de la Méditerranée qui en résulte conduisent à une intense érosion de ces formations.

Au Pliocène, une dernière transgression permet le dépôt d'importantes séries de marnes puis de sables argileux qui emplissent les profonds chenaux incisés en vallée du Rhône et en bordure des Garrigues.

Le début du Quaternaire est marqué par un retour à un régime continental caractérisé dans la région par la mise en place d'un vaste système alluvial (**formations villafranchiennes**) le long de la région actuelle des Garrigues. Le drainage s'effectue alors exclusivement vers l'Ouest.

Au cours du Pléistocène, la succession de périodes glaciaires et interglaciaires se traduit par une alternance de creusement et de remblaiement des vallées ; le système alluvial migre progressivement vers le Sud-Est en trois étapes. Elles sont responsables de l'établissement successif de terrasses et d'épandages fluviaux emboîtés, chaque nouveau dépôt incise alors le précédent tout en héritant des matériaux ainsi remobilisés. Il en résulte une forte irrégularité des surfaces lithostratigraphiques entre ces formations.

Dès la fin du Pléistocène inférieur, une phase de tectonique distensive conduit à l'affaissement des domaines de la Vistrenque et de la Camargue ainsi qu'à la mise en relief des Costières par le jeu de la Flexure de Vauvert conduisant à la formation d'entités hydrogéologiques distinctes, quoiqu'en relation hydraulique.

Au Quaternaire récent, lors des différentes glaciations, se déposent enfin un ensemble de formations de piémont venant recouvrir les cailloutis rhodaniens en bordure des Garrigues tandis que, dans les zones de dépressions de la plaine, les anciennes formations alluviales sont recouvertes par des dépôts limoneux déposés par le système du Vistre.

2.1.2. Lithostratigraphie

Dans ce chapitre, nous distinguerons d'une part l'ensemble Costières - Vistrenque et d'autre part les Garrigues. Ces dernières nous intéressent sur le plan hydrogéologique car elles constituent un aquifère karstique localement en relation avec l'aquifère de la Vistrenque.

Les différentes formations sont décrites, des plus anciennes aux plus récentes, pour chaque secteur.

2.1.2.1. Les Garrigues

Elles sont constituées par les marnes et calcaires du Crétacé. Les principaux étages représentés dans le secteur d'étude sont les suivants :

- **Le Valanginien (n2) :** Il est présent uniquement en bordure occidentale des Garrigues et correspond à un ensemble de marnes grises et calcaires argileux ;
- **L'Hauterivien inférieur (n3a) :** Calcaires et calcaires marneux d'une épaisseur probable de 300 à 400 mètres ;
- **L'Hauterivien supérieur (n3b) :** Calcaires massifs sans intercalation marneuse significative atteignant une épaisseur de 100 à 200 mètres. Ils peuvent contenir des niveaux à chailles et des calcarénites ;
- **Le Barrémien inférieur :** il est subdivisé en trois formations :
 - **formation inférieure (n4a1) :** Calcaires à chailles à la base passant à des marnes de teinte claire avec une épaisseur globale de l'ordre de 150 mètres,
 - **formation moyenne (n4a2) :** Calcaires blancs légèrement crayeux d'épaisseur variable de 300 mètres dans la partie Sud de la plaine à moins de 50 mètres dans la partie Est,
 - **formation supérieure (n4a3) :** Marnes dans lesquelles sont intercalées quelques barres calcaires à faciès urgonien de 10 à 20 mètres d'épaisseur. L'ensemble de la formation a plus de 100 mètres d'épaisseur ;

- **Le Barrémien supérieur (n4bU) :** Calcaires à faciès urgonien. Calcaires blancs cristallins, très purs, d'épaisseur supérieure à 200 mètres, peut-être même 400 mètres. Ils sont très fissurés en surface et intensément karstifiés. Présent dans l'extrême Nord de la structure, il n'a pas de véritable importance hydrogéologique vis-à-vis de la Vistrenque ;

- **Le Tertiaire** se limite à quelques placages très localisés sans rôle important au niveau hydrogéologique.

2.1.2.2. Ensemble Costières - Vistrenque

Les séries mésozoïques que nous venons de décrire à l'affleurement dans les Garrigues sont également présentes en profondeur dans ce secteur. Elles ont été recoupées par les forages de la Société Nationale des Pétroles du Languedoc Méditerranéen et constituent le substratum des remplissages tertiaires et quaternaires.

♦ **Les formations tertiaires**

- **Oligocène (g3) :**

Brèches à éléments calcaires près de la faille de Nîmes, marnes et argiles plus au Sud. Il peut atteindre une épaisseur de 3 000 mètres dans les Costières mais présente parfois des lacunes d'érosion en Vistrenque.

- **Miocène :**

Il est possible de distinguer les deux sous-étages suivants :

- **le Burdigalien (m1b)** se caractérise par des calcaires récifaux à bryozoaires. Il repose tantôt sur le Crétacé, tantôt sur des formations tertiaires,
- **l'Helvétien** correspond plutôt à des marnes argileuses (**m2a**), mais peut également présenter des niveaux de grès à ciment calcaire (**m2b**).

Le Miocène apparaît à l’affleurement en seulement deux points, en limite de la plaine de la Vistrenque :

- près de Sernhac (extrémité Est de la Vistrenque) où l’on observe des alternances de grès, marnes et molasses,
- près d’Aigues-Vives où l’Helvétien est très réduit et où le Miocène est représenté par des calcaires blancs récifaux et des molasses gréseuses.

Dans ces deux zones d’extension limitée, il constitue le substratum des cailloutis villafranchiens. Ailleurs, il est recouvert par les formations du Pliocène.

A noter qu’en raison de l’érosion pontienne, la série Miocène est souvent incomplète. Elle a été rencontrée par forage sous la formation quaternaire en de nombreux points dans le secteur de Vergèze près de la Source des Bouillens (Perrier) et plus au Sud.

▪ ***Pliocène :***

Cette formation constitue généralement le substratum imperméable des cailloutis villafranchiens :

- **Faciès Plaisancien (P1) :** Argiles gris bleu en profondeur, jaunes lorsqu’elles sont altérées par remaniement au contact du Villafranchien, s’épaississant vers le Sud-Est (25 mètres au forage Milhaud I, 408 mètres à Aubord I et 621 mètres à Générac). Elles passent par des alternances sableuses aux faciès de l’Astien,
- **Faciès Astien (P2b) :** Sables jaunes ou verdâtres moyens à fins pouvant contenir jusqu’à 20 % de calcaire. De puissance variable : proche de 30 mètres à Générac, il atteint une dizaine de mètres dans certains secteurs des Costières et s’épaissit vers le Sud, essentiellement à l’Est de la flexure de Vauvert, pour atteindre près de 100 mètres à l’Ouest de Saint-Gilles.

♦ **Les formations quaternaires**

▪ ***Alluvions villafranchiennes (Fvb) :***

Bien que rattachées par les anciens auteurs au Pliocène supérieur, la découverte des restes "d'Eléphas Meridionalis" permet de considérer, à l'échelle locale, que l'essentiel des formations détritiques est Quaternaire.

Elles correspondent à des dépôts fluviatiles amenés par un puissant fleuve souvent appelé "ancien Rhône". Comme nous l'avons vu précédemment, elles reposent sur un substratum généralement d'âge Pliocène, localement Miocène (secteur Sernhac et Aigues-Vives) voire Crétacé en bordure des Garrigues (près de Nîmes, de Vestric, de Codognan et de Vergèze).

Ces alluvions sont constituées de galets hétérométriques de 1 à 40 cm, emballés dans une matrice sableuse et calcaire (20 % de calcaire en moyenne) ; 5 % d'entre eux dépassent 10 cm et 85 % ont un diamètre compris entre 1 et 5 cm.

Leur origine est essentiellement rhodanienne (comprenant les apports duranciens et cévenols) et se répartit statistiquement comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Quartzites principalement issues du remaniement des poudingues de Valensole	60 à 80 %
Quartz massif issu du démantèlement de filons hydrothermaux	10 à 30 %
Calcaires mésozoïques rhodaniens	5 à 25 %
Granites, gneiss, basaltes et grès permien	qq %

La dynamique sédimentaire est de type fluviatile et conduit localement à l'intercalation de lentilles sableuses entre les galets. Il convient par conséquent d'être très prudent dans l'attribution d'un âge aux sables rencontrés sous les cailloutis si leur épaisseur est faible.

Des phénomènes d'altération par rubéfaction affectant une importante tranche de terrain se sont produits durant le Quaternaire ; les structures qui en résultent portent des appellations locales.

On trouve ainsi souvent les dénominations suivantes :

- **"le Gapan"** : Il s'agit d'un paléosol très évolué et parfois assez épais composé de galets rubéfiés enrobés dans une matrice sablo-limoneuse comprenant en moyenne 25 % d'argile. Ce niveau est plus épais en Costières (plus de 7 mètres à Garons) que vers la Vistrenque (5 à 6 mètres entre Bouillargues et Rodilhan),
- **"le Taparas"** : C'est un niveau de cailloutis consolidés par un ciment calcaire provenant de limons qui le recouvrent,
- **"le Grès"** : Ce sont des cailloutis libres en surface sur lesquels sont cultivés les vignobles de Costières de Nîmes.

▪ *Formations de piémont des Garrigues :*

Elles sont constituées de cailloutis calcaires anguleux et de limons en lits alternés ou imbriqués et s'étendent au pied du relief des Garrigues. Leur épaisseur peut atteindre 20 mètres et leur lithologie varie très rapidement entre le faciès cailloutis calcaires et le faciès limons.

Les fragments calcaires proviennent des formations affleurant dans les Garrigues et se sont mis en place lors des différentes glaciations. Les limons étant, quant à eux, d'origine loessique. Selon sa lithologie, ce glacis de piémont maintient captive la nappe de la Vistrenque ou, au contraire, contribue à son alimentation.

▪ *Les limons loessiques :*

Des limons loessiques recouvrent une partie des cailloutis villafranchiens. Leur épaisseur, généralement faible, peut cependant atteindre quelques mètres. Ils contribuent ainsi à maintenir la nappe de la Vistrenque captive.

Des études granulométriques ont montré que 60 à 70 % des particules étaient comprises entre 2 et 5 μ . La fraction sableuse est importante (10 à 20 % des grains supérieurs à 100 μ) et est quantitativement équivalente à la fraction argileuse (inférieur à 2 μ).

Ces limons sont interprétés par la plupart des auteurs comme d'anciens loess partiellement remaniés par colluvionnement et largement affectés par les pédogenèses du Quaternaire récent.

▪ ***Limons de remplissage de la Vistrenque :***

Les limons loessiques ainsi que les formations de piémont des Garrigues passent progressivement, vers le centre de la plaine à des limons gris épais et très calcaires (50 % en moyenne).

L'origine de ces limons est vraisemblablement double : éolienne et colluviale. Leur parenté avec les limons loessiques est nette, bien qu'ils soient plus argileux et qu'ils portent la trace de leur formation en zone marécageuse.

De même que la formation précédente, ils peuvent maintenir l'aquifère de la Vistrenque captif si leur épaisseur est suffisante. C'est notamment le cas dans les parties centrale, Sud et Sud-Ouest de la Vistrenque.

2.1.3. Structure, géomorphologie

La structure géologique de la région est aisément identifiable d'un point de vue morphologique, il est ainsi possible de distinguer quatre entités principales (cf. schéma structural et coupe sur la Figure 6) :

- **au Nord-Ouest**, les formations du Crétacé forment les reliefs des Garrigues nîmoises,
- **au Centre**, la plaine de la Vistrenque affaissée est occupée par les alluvions villafranchiennes, le fleuve Vistre et ses affluents,
- **au Sud-Est**, le domaine surélevé des Costières qui constitue les derniers reliefs avant la zone côtière (vers laquelle ils descendent en pente douce) et où les formations pliocènes, affleurant en bordure de la flexure de Vauvert, sont progressivement recouvertes par une épaisseur croissante d'alluvions villafranchiennes,
- **en bordure du littoral**, le domaine côtier, constitué d'étangs et de dépôts lagunaires récents recouvrant l'ensemble des terrains plus anciens.

Les structures actuelles sont avant tout héritées des différentes phases tectoniques survenues durant l'orogénèse alpine, tout d'abord compressives à l'Éocène (phase pyrénéo-provençale) puis distensives à l'Oligocène et au Quaternaire.

Le domaine des Garrigues constitue la partie affleurante du domaine plissé pyrénéo-provençal. Les contraintes compressives ont ainsi conduit à la formation de vastes structures plissées d'axe globalement Est-Ouest parfois déversées vers le Nord.

La tectonique distensive oligocène engendre ensuite la formation d'un système de failles normales d'axe Nord-Est - Sud-Ouest affectant l'ensemble des formations crétacées. Parmi celles-ci **la faille de Nîmes**, qui sépare sur plus de 120 km le domaine stable des Garrigues du domaine Vistrenque-Costières, constitue le principal accident tectonique sur le secteur étudié. Celui-ci est à l'origine de l'effondrement du compartiment méridional avec un rejet pouvant atteindre près de 4 000 mètres. Le profond bassin ainsi formé a permis le dépôt d'une importante série sédimentaire cénozoïque puis quaternaire.

Sous cette couverture, le substratum crétacé adopte progressivement une structure en blocs basculés liée à la mise en place d'une marge passive juvénile (marge passive du Golfe du Lion), la structure profonde subsidente entraîne en surface la formation de deux zones d'affaissement en Vistrenque et Camargue provoquant par contraste la mise en relief du domaine des Costières qui adopte alors une structure de type anticlinorium, limitée au Nord-Ouest par la "**flexure de Vauvert - Générac**". La mise en place de cette structure, datée du Pléistocène moyen, combinée à l'érosion, a notamment permis d'amener les formations du Pliocène à l'affleurement individualisant ainsi les deux compartiments hydrogéologiques de la Vistrenque et des Costières, mais n'interrompant que dans la partie Sud les relations hydrauliques entre les deux systèmes.

2.2. Hydrogéologie générale

La majorité des captages A.E.P. des communes de la Communauté d'Agglomération de Nîmes Métropole exploite l'aquifère poreux des cailloutis villafranchiens de la plaine de la Vistrenque. Toutefois celui-ci est susceptible de communiquer avec deux autres systèmes représentés, l'un par les aquifères karstiques du Crétacé (Garrigues) et l'autre par l'aquifère villafranchien des Costières. Il convient donc de décrire également les principales caractéristiques de ces derniers.

2.2.1. Aquifère des calcaires des Garrigues (556d1)

Il est possible de distinguer deux niveaux aquifères principaux et indépendants, tous deux de nature karstique.

2.2.1.1. L'aquifère Hauterivien

Le premier de ces deux niveaux est constitué par les calcaires de l'Hauterivien supérieur qui reposent sur la série à dominante marneuse de l'Hauterivien inférieur considérée comme imperméable en grand.

La structure tectonique affectant les formations hauteriviennes dans le secteur engendre une forte compartimentation de cet aquifère dont les dimensions restent souvent modestes, mais permettent localement la constitution de réserves relativement importantes.

La position des formations hauteriviennes en bordure de la Vistrenque et les pendages orientés vers le Sud-Est sont favorables à un drainage vers la plaine qu'elles alimentent presque sur toute sa bordure. Le principal exutoire est **la Fontaine de Nîmes** (débit moyen de 50 l/s), qui se situe en bordure Sud des Garrigues. La plupart des autres sources issues de cet aquifère sont temporaires, soulignant les relations hydrauliques avec l'aquifère de la Vistrenque.

L'utilisation de cet aquifère est peu développée en raison des difficultés d'exploitation inhérentes au captage des formations calcaires et marno-calcaires qui présentent des degrés très variables de perméabilité et de karstification.

2.2.1.2. L'aquifère Urgonien

Le second niveau aquifère est constitué par les calcaires barrémiens à faciès urgonien. Ceux-ci se développent sur un vaste secteur au Nord de Nîmes et constituent un système de grande dimension principalement drainé vers le Nord (Grotte de Pâques - Collias) ou localement vers le Sud et l'Est dans les secteurs de Cabrières et de Lédénon où il donne naissance à de petites sources.

Son alimentation se fait principalement par les eaux météoriques qui s'infiltrent très rapidement par les innombrables fissures et crevasses qui criblent cette formation.

Ce système qui présente un degré de karstification élevé est individualisé du précédent par un niveau à dominante marneuse situé à sa base (Barrémien inférieur). Il arrive cependant que ces deux aquifères puissent communiquer indirectement comme le montrent certaines expériences de traçage.

2.2.2. L'aquifère des Costières (150b)

La nappe des Costières se développe principalement dans les formations détritiques du Quaternaire, il existe cependant un second aquifère relativement indépendant du premier se développant dans les sables de l'Astien sous-jacent. Ces deux aquifères possèdent un substratum imperméable commun constitué par les argiles plaisanciennes.

2.2.2.1. Aquifère des cailloutis villafranchiens

Cette dénomination regroupe toutes les formations pléistocènes de la région des Costières représentées principalement par les dépôts alluviaux du Villafranchien (galets, graviers et sables). Cet aquifère se rapproche en cela fortement du système de la Vistrenque. Il présente cependant une plus grande complexité liée à la plus forte hétérogénéité des dépôts qui le compose (lithologie, épaisseurs et perméabilités très variables).

Sa position surélevée en fait un aquifère de type perché qui s'écoule selon la zone considérée, soit en direction de la mer, suivant l'inclinaison du flanc Sud-Est de la flexure de Vauvert, soit vers la plaine de la Vistrenque pour ses parties Nord et Nord-Ouest (entre Lédénon et Garons), soit vers l'Est dans sa partie orientale, le long des vallées du Gardon puis du Rhône.

Les transmissivités mesurées sont variables selon la zone considérée, plutôt faibles au Nord (10^{-4} m²/s à 10^{-3} m²/s), elles atteignent des valeurs de l'ordre de 10^{-3} m²/s à 10^{-2} m²/s vers le Sud où l'aquifère vient s'envoyer sous les formations de la plaine de Camargue (tourbes, limons et alluvions holocènes).

Les forages exploitant cet aquifère donnent généralement de moins bons débits (\approx quelques dizaines de m^3/h) que ceux de la Vistrenque, à l'exception des ouvrages implantés en aval qui peuvent produire de forts débits ($> 100 \text{ m}^3/\text{h}$ au Mas Cambon -A.E.P. Saint-Gilles), lorsque les épaisseurs des cailloutis et de leur zone noyée sont importantes.

En termes de qualité, les eaux de cet aquifère, essentiellement alimenté par les précipitations, montrent souvent une forte vulnérabilité face aux pollutions diffuses d'origine agricole, avec localement de fortes teneurs en nitrates et pesticides.

2.2.2.2. *Aquifère des sables astiens*

Les formations sableuses astiennes constituent un aquifère partiellement captif sous les alluvions villafranchiennes dont il est séparé par un niveau marneux terminal, des échanges par drainance ont toutefois été mis en évidence par certains auteurs.

Ces terrains, d'une épaisseur variant entre 10 et 100 mètres, montrent généralement une forte compartimentation verticale (alternance de niveaux sableux et argileux) mais aussi latérale (jusqu'à trois aquifères indépendants individualisés sur le site du nouveau captage de Gallician).

Les données d'essai de pompage indiquent des transmissivités variant entre $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ en fonction de la teneur en argile des terrains et de la granulométrie des sables. Les écoulements s'y effectuent globalement du Nord vers le Sud suivant l'inclinaison du flanc Sud de l'anticlinal de Vauvert.

La qualité des eaux circulant dans ces formations est généralement bonne du fait de leur relative indépendance vis-à-vis des nappes superficielles et de la faible activité anthropique qui affecte les zones d'affleurement.

2.2.3. La nappe de la Vistrenque (150a)

L'aquifère de la Vistrenque constitue un vaste système de nature poreuse se développant dans l'ensemble des formations alluviales villafranchiennes de la plaine du Vistre.

Affleurant sur la majeure partie de la plaine, ces alluvions se trouvent recouvertes, sur une frange de quelques kilomètres en bordure du massif des Garrigues, par les formations de piémont des Garrigues et les limons de remplissage de la Vistrenque. Ailleurs, ce sont des dépôts discontinus de limons lœssiques qui constituent la couverture de l'aquifère. Ces formations imperméables à peu perméables sont susceptibles d'assurer la captivité de l'aquifère dans ses parties Nord-Ouest et Sud.

Le substratum de l'aquifère, constitué par l'épaisse série des argiles plaisanciennes à fait l'objet d'études réalisées par le BRGM en 1975 et BERGA-Sud en 1989 à partir de données de géophysique et de forage, destinée à en déterminer la géométrie.

Les informations recueillies ont permis de constater globalement que le toit du substratum allait en s'approfondissant de l'extrémité Nord-Est à l'extrémité Sud-Ouest, avec des altitudes comprises entre +60 m NGF dans le secteur de Meynes et -25 m NGF près de Saint-Laurent d'Aigouze.

Il est apparu secondairement l'existence d'un sillon principal situé en bordure des Garrigues dans la partie amont et se déportant vers le centre de la plaine dans sa partie médiane avant d'être interrompu par une légère remontée près des Bouillens.

Dans la partie aval, où la géométrie s'est révélée plus complexe, il a été mis en évidence un certain nombre de sillons secondaires dont un centré sur le Vistre et un autre sur le Vidourle.

On notera également que des sables astiens s'intercalent localement à la base des alluvions et constituent de niveaux aquifères plus ou moins continus.

L'alimentation de l'aquifère s'effectue principalement grâce aux apports provenant :

- de l'aquifère karstique de l'Hauterivien supérieur,
- des précipitations sur la zone d'impluvium non recouverte par les limons,
- de l'aquifère poreux des Costières principalement entre Garons et Lédénon.

Il en résulte une zone d'alimentation relativement vaste (cf. Figure 7) s'étendant au-delà des limites de la zone d'affleurement du Villafranchien.

Une étude effectuée par notre BET (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/Vis G 01 080 du 08/08/2001) a permis de démontrer une certaine indépendance de l'aquifère à l'égard du Vistre en raison de la présence de la couche de limons imperméables insuffisamment incisée pour permettre une communication à grande échelle.

Seule la partie la plus amont, dénuée de limons et où le débit du Vistre est très faible (et par conséquent les échanges peu importants), serait alors susceptible d'alimenter la nappe. Des échanges sont également possibles dans les secteurs de Vestric et Candiac et des gravières de Vergèze, mais ne paraissent pas importants quantitativement.

Il est également nécessaire d'évoquer les apports liés au canal de la CNABRL. Ce canal alimenté à partir du Rhône sert à l'irrigation d'une grande partie de la plaine. Les apports qui en résultent proviennent donc de l'irrigation mais aussi des fuites éventuelles le long des canaux.

Concernant les apports provenant de l'aquifère des Costières, la piézométrie permet de mettre en évidence une communication plutôt médiocre au niveau de la flexure de Vauvert (resserrement des isopièzes) tandis que dans le secteur amont de la nappe (entre Garons et Lédénon), le raccordement entre les deux entités hydrogéologiques se fait sans rupture de pente témoignant d'une meilleure continuité hydraulique.

En période de hautes eaux, le flux provenant de l'aquifère karstique des Garrigues dépasse la capacité d'absorption de la nappe alluviale de la Vistrenque (perméabilité plus faible) elle-même déjà saturée. Ce phénomène génère des écoulements au niveau des nombreuses sources temporaires de bordure et participe aux inondations comme cela a déjà été observé à Nîmes et dans ses environs. Un certain nombre de sources, généralement temporaires, prennent également naissance au niveau même de la plaine (entre Marguerittes et Le Cailar) correspondant semble-t-il à des zones d'affleurement de la nappe.

Les écoulements à travers l'aquifère s'effectuent globalement du Nord-Est vers le Sud-Ouest suivant l'axe de la plaine et le cours du Vistre et vont ainsi alimenter les étangs littoraux à hauteur de Saint-Laurent d'Aigouze.

Au niveau de Bernis, les écoulements semblent se faire plutôt dans la direction Nord-Sud à Nord-Nord-Ouest – Sud-Sud-Est en direction de l'axe de drainage souterrain proche du cours actuel du Vistre.

A hauteur du captage de Trièze Terme, l'aquifère des cailloutis villafranchiens d'une épaisseur de l'ordre de 30 mètres est maintenu faiblement captif sous une couverture limono-argileuse d'environ 3 à 4 mètres d'épaisseur.

Dans ce secteur, les fluctuations du niveau de l'aquifère sont suivies par le Syndicat Mixte des nappes Vistrenque et Costières au niveau d'un piézomètre situé sur la commune d'Uchaud (cf. Figure 1) à 2 kilomètres au Sud-Est du futur captage des Trièze Terme (code BSS : 09648X0082/UCHAUD).

La chronique d'évolution pour la période 1993-2008 sur ce piézomètre est présentée sur l'illustration 1⁽²⁾ :

Cote NGF (m) du piézomètre de code national 09648X0082/UCHAUD

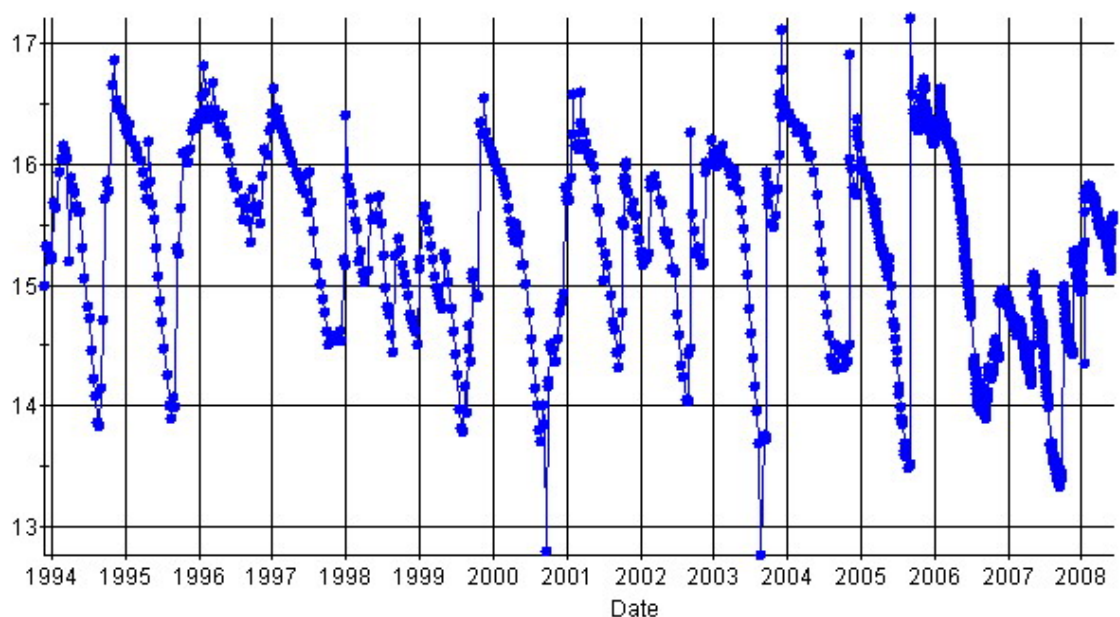


Illustration 1 : Chronique piézométrique sur le piézomètre d'Uchaud 09648X0082/UCHAUD

Les variations observées, hors phénomènes de crue, montrent un marnage intra-annuel de l'ordre de 3 mètres. Les hautes eaux se produisent en automne et au

⁽²⁾ Données ADES : <http://www.ades.eaufrance.fr>

printemps lorsque les précipitations permettent de recharger l'aquifère puis les niveaux baissent régulièrement jusqu'à l'étiage qui se produit généralement en fin d'été.

En termes de propriétés hydrodynamiques, les valeurs de transmissivité extraites des données bibliographiques et issues d'essais par pompage varient sur l'ensemble de l'aquifère entre $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et $8.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Les valeurs sont donc généralement bonnes avec localement des secteurs moins favorables (Sud de Bouillargues et sur le plateau de Garons) liés à de plus faibles épaisseurs d'alluvions et/ou aux phénomènes d'altération quaternaire qui ont participé à diminuer la perméabilité originelle des alluvions.

On remarquera que les fortes variations latérales de faciès et en particulier la présence de lentilles sableuses sont susceptibles d'entraîner d'importantes disparités de transmissivité entre des ouvrages peu éloignés.

Les valeurs du coefficient d'emménagement, très variables, sont comprises entre 2.10^{-5} et $1,5.10^{-1}$. Ce coefficient, permettant de caractériser la nature captive (valeurs faibles) ou bien libre (valeurs élevées) de la nappe, confirme l'existence de zones captives sous couverture imperméable (limons de piémont et limons des dépressions du Vistre).

Compte tenu de l'exploitation parfois intensive dont cet aquifère fait l'objet (captages publics et privés pour l'eau potable, l'eau industrielle et l'irrigation), un déficit pluviométrique se traduit par des chutes importantes des niveaux piézométriques

La réserve contenue dans l'aquifère de la Vistrenque est estimée à près de 50 à 100 millions de mètres cubes avec une recharge saisonnière moyenne de 10 %, variable selon le secteur géographique.

Cet aquifère fournit en général des eaux de bonne qualité tant bactériologique que chimique. Toutefois, en particulier dans les zones de cultures maraîchères où les cailloutis affleurent, les teneurs en nitrates peuvent dépasser les normes de potabilité.

Le Syndicat Mixte des nappes Vistrenque et Costières exerce un suivi qualitatif au niveau d'un ouvrage (Code BSS : 09648X0089/V399) situé sur la commune de Bernis à 1,5 km environ du site du futur captage des Trièze Terme (cf. Figure 1).

2.3. Synthèse géologique et hydrogéologique du secteur de Bernis

2.3.1. Lithostratigraphie

Le captage se trouve dans l'unité de la Vistrenque caractérisée par la présence d'alluvions anciennes aquifères (cailloutis villafranchiens) recouvertes d'une couverture colluviale et limoneuse récente moyennement épaisse.

La coupe géologique au droit des forages d'exploitation est la suivante :

Fe1		
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 4 m	Limons et colluvions argileux	Quaternaire récent
De 4 à 33,5 m	Cailloutis aquifères	Villafranchien
De 33,5 à 38	Sables jaunes	Astien ?
De 38 à 42 m	Argile gris-bleu	Plaisancien

Fe2		
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 3 m	Limons et colluvions argileux	Quaternaire récent
De 3 à 32 m	Cailloutis aquifères	Villafranchien
De 32 à 40 m	Argile gris-bleu	Plaisancien

Les différences lithologiques observées entre les deux ouvrages soulignent les variations latérales de faciès.

2.3.2. Structure

Zone affaissée comprise entre le domaine plissé des Garrigues au Nord-Est (marnes et calcaires du Crétacé) et le domaine des Costières au Sud-Est (flexure de Vauvert affectant le Pliocène et le Villafranchien). Le captage est situé dans un secteur relativement éloigné de la zone de contact avec le secteur des Garrigues.

2.3.3. Synthèse hydrogéologique

Le futur captage de Bernis exploitera l'aquifère poreux des cailloutis villafranchiens au lieu-dit Trièze Terme par l'intermédiaire de deux forages. Les principales caractéristiques locales de l'aquifère sont :

- épaisseur des limons de couverture : environ 3 à 4 mètres,
- aquifère faiblement captif, pouvant devenir libre en exploitation,
- épaisseur d'aquifère : près de 30 mètres,
- sens d'écoulement : globalement Nord-Sud,
- amplitude des variations annuelles de la piézométrie locale⁽³⁾ : 3 mètres,
- gradient : 2 ‰,
- transmissivité : $\approx 2.10^{-2}$ m²/s,
- coefficient d'emmagasinement : $\approx 10^{-2}$.

2.4. Piézométrie locale

Le sens d'écoulement général de la Vistrenque est globalement du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Localement, au niveau du champ captant, l'écoulement se fait sensiblement vers l'axe de drainage sous le Vistre soit sensiblement Nord-Sud à Nord-Nord-Ouest – Sud-Sud-Est.

Un recensement des points d'eau dans le secteur du futur captage de Trièze Terme a été effectué par notre BET le 06/06/2008. Malgré l'existence probable de nombreux forages dans le secteur et en amont du captage (zone semi-urbaine avec nombreux jardinets), seuls quelques particuliers ont accepté de nous permettre l'accès à leur point d'eau. Ainsi 6 points de contrôle ou la mesure de la piézométrie était possible ont été recensés.

Le nivellement de ces points a été réalisé par notre bureau d'études.

⁽³⁾ Piézométrie suivie par le Syndicat de nappes Vistrenque et Costières au niveau du piézomètre d'Uchaud 09648X0082/UCHAUD

Les résultats de la campagne piézométrique du 06/06/2008 sont regroupés dans le Tableau 4.

Piézomètre	Altitude (m NGF)	Niveau piézométrique (m NGF)
F1	18,14	15,51
Pz1	18,06	15,42
Pz2 (mesure en pompage)	19,63	14,70
Pz3	18,54	16,25
Pz4	22,40	18,77
Pz5	23,00	18,15

Tableau 4 : Mesures piézométriques du 06/06/2008

L'interpolation de ces points avec la connaissance de l'hydrogéologie locale a permis la réalisation d'une esquisse piézométrique qui est présentée sur la Figure 8. Il n'a pas été tenu compte de la valeur en pompage mesurée sur le piézomètre du site des Rochelles (Pz2) ; (cône de rabattement sectoriel dû à l'importance des prélèvements).

Cette dernière, même si elle doit être utilisée avec prudence en raison du faible nombre de points, montre que les écoulements se font selon un axe globalement Nord-Sud à Nord-Nord-Ouest - Sud-Sud-Est, soulignant l'alimentation par les Garrigues et un flux vers un axe d'écoulement souterrain proche du cours actuel du Vistre Ce dernier est, dans le secteur, hydrauliquement indépendant de l'aquifère.

3. TRAVAUX DE RÉALISATION DES FORAGES D'EXPLOITATION

Ils ont été réalisés par l'entreprise ROUDIL Forages (Nîmes -30) du 10 au 18 octobre 2007 pour Fe1 et du 12 au 16 novembre 2007 pour Fe2 et pilotés par BERGA-Sud.

Les coupes géologique et technique des ouvrages sont tracées sur les Figures 3 et 4.

Les travaux ont été réalisés selon la technique du Rotary sur 42 mètres de profondeur pour Fe1 (Ø 340 mm) et 40 mètres pour Fe2 (Ø 311 mm). Initialement prévue en 12" 1/4, la foration a été reprise avec un diamètre plus important sur Fe1 (340 mm) en raison des difficultés de pose du tubage.

Le tubage en acier-inox 304L (Ø 273×4 mm) a pu être mis en place de -0,5 à 21,50 mètres et cimenté à l'extrados gravitairement de 0 à 8 m. Des crépines à nervures repoussées en acier-inox 304L (Ø 273×5 mm) ont été mises en place entre 21,5 et 29,5 mètres (ouverture 2,5 mm).

Le forage Fe2, foncé en Ø 311 mm est équipé de façon identique à Fe1.

Les coupes lithologiques montrent la suite géologique connue dans ce secteur de la Vistrenque à savoir :

- entre 3 et 4 mètres de limons superficiels,
 - puis 28 à 29 mètres de formations de cailloutis et galets villafranchiens. On note une variation de faciès sur Fe1 avec une couche d'éléments plus petits en tête sur 12 mètres.
- Cette formation repose ensuite sur les faciès plaisancien soit directement (Fe2) sur les argiles bleues imperméables, soit par l'intermédiaire de sables astiens d'environ 4 mètres d'épaisseur (Fe1) déposés sous forme de lentilles.

Les coupes géologique et technique des forages de reconnaissance F1 et F2 sont placées en Annexe I.

4. ESSAIS PAR POMPAGE

Dans le secteur, l'aquifère de la Vistrenque a été testé lors de la campagne de réalisation des forages de reconnaissance en 1988, puis en 2004 lors des essais effectués sur le site des Trièze Termes ($Q \approx 100 \text{ m}^3/\text{h}$) concomitants avec les tests à fort débit sur le captage des Rochelles ($Q \approx 280 \text{ m}^3/\text{h}$) sur le captage de Canféren ($Q \approx 90 \text{ m}^3/\text{h}$) et sur le site du Rouvier à Aubord ($Q \approx 80 \text{ m}^3/\text{h}$). Les rapports correspondants à ces deux campagnes d'essais par pompage sont placés respectivement en Annexe II et III.

Suite à la réalisation des forages d'exploitation, un essai par pompage a été effectué du 19 au 23 novembre 2007 sur le site de Trièze Terme.

Dans un premier temps, un essai par paliers de débit a été mené sur les deux forages Fe1 et Fe2 afin de caractériser leurs relations hydrodynamiques avec l'aquifère exploité. Ces essais ont eu lieu le 19 novembre pour Fe2 et le 20 novembre pour Fe1.

A l'issue du dernier palier sur Fe1, nous avons démarré le pompage sur Fe2, muni pour l'occasion de deux pompes (70 et 20 m^3/h).

Ces essais avaient pour objectifs :

- le développement des forages Fe1 et Fe2,
- la détermination de l'équation caractéristique des ouvrages,
- la détermination des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère,
- l'appréciation du rendement et des possibilités d'exploitation du site (évolution du rabattement en fonction du débit pompé et estimation de la ressource en eau exploitable),
- l'influence du pompage sur la nappe et les ouvrages proches : Fe1, Fe2, F1 et Pz1 (ouvrage situé environ 100 mètres au Sud du champ captant) ; (cf. Figure 1),
- un prélèvement d'échantillons pour analyse de première adduction.

4.1. Caractéristiques techniques

- **Conditions** : Moyennes eaux.
- **Installateur** : Ent. ROUDIL Forages (Nîmes -30).
- **Groupe de pompage** :
 sur Fe1 : pompe immergée 8" à 20 mètres de profondeur,
 sur Fe2 : deux pompes immergées 4" et 6" à 20 mètres de profondeur.
- **Alimentation électrique** : Groupe électrogène.
- **Point de rejet de l'eau** : Dans le fossé bordant la parcelle avec un écoulement partiel vers le Vistre, aucun risque de recyclage compte tenu de la couverture limoneuse.
- **Mesure du débit** : Débitmètre électromagnétique Krohne Aquaflux 010K associé à un convertisseur IFC 090K relié à une centrale d'acquisition de données numériques HDL de Cr2m.
- **Points d'eau contrôlés** : Fe1, Fe2, F1, Pz1, Pz2 (piézomètre du captage des Rochelles).
- **Niveau initial** (en m par rapport à la référence) :
 Fe1 : 4,15 mètres
 Fe2 : 4,11 mètres
 F1 : 3,68 mètres
 Pz1 : 3,60 mètres.
- **Référence** (m par rapport au sol) :
 Fe1 : 0,75 m
 Fe2 : 0,60 m
 F1 : 0,05 m
 Pz1 : 0,30 m.
- **Distances forages / piézomètres** : On considérera ici la distance entre le centre du champ captant et les deux piézomètres, soit :
 Captage / F1 : 20 mètres
 Captage / Pz1 : 90 mètres.

▪ **Mesure des niveaux :**

- mesures ponctuelles : limnimètre électrique manuel,
- mesures continues sur Fe1, Fe2 et F1 : sondes piézorésistives PTX de Druck qui convertissent la pression d'eau en signal électrique par technologie piézorésistive et le conditionnent en boucle (4-20 mA). Ces capteurs sont reliés à une centrale d'acquisition et d'enregistrement de données numériques HDL de Cr2m,
- mesures continues sur Pz1 : Orphimède OTT. Capteur de pression par bullage avec enregistrement des mesures,
- mesures continues sur Pz2 : sonde piézorésistive et centrale SOFREL (matériel SDEI). Ces mesures n'ont pas pu nous être fournies pour la période des essais (conservation hebdomadaire des relevés). Ainsi, il n'a pas été possible de vérifier l'impact de notre essai sur ce captage. Toutefois, cet impact était apparu négligeable lors des essais précédents.

▪ **Mesure de la conductivité et de la température :** Mesures continues au moyen du conductimètre WTW LF 330 sur Fe1, Fe2 et eaux mélangée (Fe1 + Fe2).

4.2. Pompage par paliers de débit

La réalisation d'un forage perturbe l'écoulement des eaux souterraines au voisinage de l'ouvrage. Les pertes de charges induites par ce dernier (crépines, massif filtrant, casing, ...) s'ajoutent à celles dues au magasin dans lequel circule l'eau.

Ce type d'essai a pour objectif de mettre en relation ces deux types de pertes de charges au sein d'une équation qui traduit la qualité de l'ouvrage.

4.2.1. Mise en œuvre sur Fe1

Le forage Fe1 a été mis en production à différents débits, appelés paliers de débit le 20 novembre 2007 (cf. Figure 9). Ces paliers, d'une durée de 30 minutes, ont été séparés par des périodes d'arrêt permettant la restitution d'un niveau stabilisé.

▪ **Nombre de paliers** : 4.

▪ **Débits** :

1^{er} palier : 23,5 m³/h

2^{ème} palier : 53,4 m³/h

3^{ème} palier : 79,1 m³/h

4^{ème} palier : 108 m³/h.

▪ **Durée des paliers** : 30 minutes.

▪ **Temps de remontée** : suffisant pour atteindre le niveau initial.

4.2.2. Résultats et interprétation sur Fe1

Les valeurs de rabattement à l'issue de chaque palier, ainsi que les débits correspondants sont reportés dans le **Tableau 5**.

Paliers		1	2	3	4
Débit	Q (m ³ /h)	23,5	53,4	79,1	108
Rabattement	s (m)	0,45	1,13	1,85	3,13
Rabattement spécifique	s/Q (m/m ³ /h)	0,018	0,021	0,023	0,029

Tableau 5 : Principaux résultats des essais par paliers de débit sur Fe1

L'exploitation graphique de la droite $s/Q = f(Q)$ pour Fe1 représentée sur la Figure 9 permet de déterminer l'équation caractéristique suivante :

$$s = 1.10^{-4} Q^2 + 1,5.10^{-2} Q$$

Le coefficient de corrélation est de 96 %. Cette équation met en évidence que les pertes de charges de l'ouvrage caractérisées par le terme en Q^2 sont inférieures à celles provoquées par l'écoulement au sein de l'aquifère (terme en Q), pour le débit d'exploitation envisagé. Néanmoins, pour un débit de 150 m³/h ces pertes de charges seraient égales.

4.2.3. Mise en œuvre sur Fe2

Le forage Fe2 a été mis en production à différents débits, appelés paliers de débit, le 19 novembre 2007 (cf. Figure 9). Ces paliers, d'une durée de 30 minutes, ont été séparés par des périodes d'arrêt permettant la restitution d'un niveau stabilisé.

▪ **Nombre de paliers** : 4.

▪ **Débits** :

1 ^{er} palier :	27,9 m ³ /h
2 ^{ème} palier :	57,3 m ³ /h
3 ^{ème} palier :	74 m ³ /h
4 ^{ème} palier :	106,5 m ³ /h.

▪ **Durée des paliers** : 30 minutes.

▪ **Temps de remontée** : suffisant pour atteindre le niveau initial.

4.2.4. Résultats et interprétation sur Fe2

Les valeurs de rabattement à l'issue de chaque palier, ainsi que les débits correspondants sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Paliers		1	2	3	4
Débit	Q (m ³ /h)	27,9	57,3	74	106,5
Rabattement	s (m)	1,06	2,70	3,81	6,48
Rabattement spécifique	s/Q (m/m ³ /h)	0,038	0,047	0,051	0,061

L'exploitation graphique de la droite $s/Q = f(Q)$ pour Fe2 représentée sur la Figure 9 permet de déterminer l'équation caractéristique suivante :

$$s = 3.10^{-4} Q^2 + 3.10^{-2} Q$$

Le coefficient de corrélation est de 99 %. Ici aussi les pertes de charges quadratiques (terme en Q^2) sont inférieures aux pertes de charges linéaires pour le débit d'exploitation envisagé ; mais sont globalement plus importantes que pour Fe1.

Ces effets se traduisent sur la Figure 9 par un positionnement de la droite caractéristique de Fe2 au-dessus et avec une pente plus importante que celle de Fe1.

Il apparaît ainsi que, quoique faible, à débit égal le rabattement sur Fe2 est supérieur de 30 % à celui sur Fe1.

4.3. Essai par pompage de longue durée

A l'issue du dernier palier de débit sur Fe1, le forage Fe2 a été mis en production à l'aide de deux pompes (20 et 70 m³/h) pour optimiser le débit global de prélèvement.

Cette opération permet d'obtenir une représentation dynamique de l'aquifère plus représentative de l'état du réservoir en augmentant les rabattements induits.

4.3.1. Chronologie

▪ *Descente :*

du	20/11/2007	15 h 51 mn
au	23/11/2007	10 h 09 mn
soit 2 jours, 18 heures et 18 minutes.		

▪ *Remontée :*

du	23/11/2007	10 h 09 mn
au	23/11/2007	11 h 21 mn
soit 1 heure et 12 minutes.		

Le suivi de la remontée a dû être interrompu rapidement du fait des pluies du 22 et 23 novembre qui commençaient à produire une crue souterraine dans les alluvions.

La Figure 10 montre l'ensemble des suivis piézométriques et du débit réalisés sur le site de Trièze Termes.

4.3.2. Résultats et interprétation

4.3.2.1. Descente

▪ **Débit moyen** : 187,4 m³/h.

▪ **Principales valeurs mesurées** :

Temps	0	30'	31'	36'	41'	1h31'	12h	24h	2j	2j2h9'	2j18h18'
Q (m ³ /h)	0	108	187,4						128	126	188
	Palier Fe1		Essai de longue durée						Crue et arrêt de pompe		

Sur Fe1 :

Profondeur du plan d'eau (m/réf.)	4,15	7,18	7,33	8,19	8,43	8,91	9,09	9,11	9,12	9,09	8,51
Rabatement (m)	0	3,13	3,28	4,14	4,38	4,86	5,04	5,06	5,07	5,04	4,46

Sur Fe2 :

Profondeur du plan d'eau (m/réf.)	4,11	6,06	7,73	9,91	10,21	10,77	10,98	10,84	10,84	10,82	10,23
Rabatement (m)	0	1,95	3,62	5,80	6,10	6,66	6,87	6,73	6,73	6,71	6,12

Sur F1 :

Profondeur du plan d'eau (m/réf.)	3,68	5,72	5,73	6,30	6,68	7,25	7,41	7,45	7,49	7,46	6,87
Rabatement (m)	0	2,04	2,05	2,62	3,00	3,57	3,73	3,77	3,81	3,78	3,19

Sur Pz1 :

Profondeur du plan d'eau (m/réf.)	3,60	4,19	-	4,24	4,36	4,73	4,97	5,01	5,06	5,01	4,28
Rabatement (m)	0	0,59	-	0,64	0,76	1,13	1,37	1,41	1,46	1,41	0,68

▪ **Rabattements maximaux** :

sur Fe1 : 5,07 mètres

sur Fe2 : 6,87 mètres

sur F1 : 3,81 mètres

sur Pz1 : 1,51 mètre.

▪ **Volume extrait du forage** : 12 400 m³ environ.

Par ailleurs, une des pompes dans le forage Fe2 s'est arrêtée durant la nuit du 22 au 23 novembre, ce qui a légèrement affecté le niveau initial de la remontée (baisse du débit total de 180 m³/h à 128 m³/h).

Nous avons reporté le rabattement du plan d'eau en fonction du logarithme du temps pour chaque ouvrage de production, Fe1 et Fe2, et également sur les piézomètres, F1 et Pz1, respectivement sur les Figures 11 et 12.

Pour chaque graphique, les points correspondant à la deuxième période de pompage ($Q \approx 188 \text{ m}^3/\text{h}$) s'alignent selon une portion de droite qui permet le calcul d'une valeur de la transmissivité si l'on adopte les hypothèses de traitement relatives au modèle simplifié de Jacob en régime hydrodynamique transitoire et en comparant l'aquifère des alluvions villafranchiennes à un milieu poreux homogène, isotrope et infini :

$$T = \frac{0,183 Q}{\Delta s} \quad \text{avec : } \begin{array}{ll} T & = \text{Transmissivité (m}^2/\text{s)} \\ Q & = \text{Débit (m}^3/\text{s)} \\ \Delta s & = \text{Rabattement sur un cycle log (m)} \end{array}$$

$T_{\text{Fe1}} = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
$T_{\text{Fe2}} = 4,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
$T_{\text{F1}} = 7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
$T_{\text{Pz1}} = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$

Par ailleurs, le graphique obtenu à partir du report des rabattements sur les piézomètres (cf. Figure 12) permet, par extrapolation graphique au niveau de la première période de débit ($Q \approx 108 \text{ m}^3/\text{h}$), le calcul d'une valeur du coefficient d'emmagasinement :

$$S = \frac{2,25 T t_0}{r^2} \quad \text{avec : } \begin{array}{ll} S & = \text{Coefficient d'emmagasinement} \\ T & = \text{Transmissivité (m}^2/\text{s)} \\ t_0 & = \text{Abscisse à l'origine (= 0,027 s)} \\ r & = \text{Distance forage - piézomètre} \end{array}$$

$S_{\text{Pz1}} = 1 \cdot 10^{-4}$

La valeur d'emmagasinement déterminée ici souligne le fait que l'aquifère est captif. La proximité de F1 par rapport aux forages exploités empêche une détermination de ce paramètre. En effet, il est nécessaire que le piézomètre soit situé à une distance supérieure à au moins 1,6 fois l'épaisseur d'aquifère pour que les effets des pompes n'affectent pas le calcul (soit 40 mètres dans le cas présent).

4.3.2.2. Remontée

Compte tenu des précipitations du 22 et du 23 novembre 2007, nous observons une "crue souterraine" dans les alluvions villafranchiennes qui débute le 22/11/2007 à 18 heures environ.

Ensuite, le pompage a été affecté par l'arrêt d'une des pompes en place dans Fe2 le 23/11 à 2 heures, ce qui a occasionné une hausse de la piézométrie jusqu'au redémarrage du pompage le 23/11 à 9 heures.

L'effet de la "crue souterraine" est suffisamment important pour affecter la remontée. En effet, au bout d'une heure de suivi, le niveau initial était dépassé sur l'ensemble des ouvrages, limitant l'intérêt de la poursuite des mesures.

Ainsi, au travers de ces essais et des essais précédents, nous pouvons estimer la transmissivité moyenne de l'aquifère des alluvions de la Vistrenque à proximité du site de Trièze Termes à :

$$T = 5.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

De même, nous pouvons estimer un coefficient d'emmagasinement à :

$$S = 1.10^{-4}$$

L'influence des essais par pompage sur le captage des Rochelles n'a pas pu être démontrée pour des problèmes techniques.

Toutefois, lors des précédents essais, aucune influence réciproque notable n'avait été observée.

Lors de cette campagne, les pompages sur le site des Rochelles n'ont provoqué aucun rabattement sur nos enregistrements au repos au niveau du site de Trièze Terme (cf. Figure 10).

Il peut donc être considéré que, malgré la très bonne transmissivité de l'aquifère dans ces secteurs, la distance entre les captages est supérieure à leur rayon d'influence.

5. QUALITÉ DE L'EAU

Pendant les essais par pompage, nous avons procédé à un suivi des paramètres physico-chimiques, température et conductivité. Leur évolution, pour Fe2, Fe1 et les eaux d'exhaure cumulée de Fe2 + Fe1 est tracée sur la Figure 6.

Le Tableau 6 suivant donne les valeurs moyennes dans les trois cas :

Date	19/11/2007	20/11/2007	21/11/2007
Heure	15 h 00	17 h 00	8 h 00
Conductivité (µS/cm)	769	767	766
Température (°C)	15,3	15,3	15,3

Tableau 6 : température et conductivités moyennes des eaux d'exhaure

Lors de l'essai de longue durée, la conductivité s'est globalement maintenue à 766 µS/cm malgré deux perturbations qui paraissent correspondre à des artéfacts :

- la première a eu lieu le 21 vers 8 h 30 lors de la mise en place du débitmètre afin de mesurer le débit cumulé sur Fe2. A partir de ce moment, la conductivité semble décroître régulièrement alors que la température n'est pas affectée ;
- la seconde a lieu le 23 à 2 heures, en même temps que l'arrêt d'une pompe. La température est affectée autant que la conductivité ce qui laisse penser à une dilution avec les précipitations. Ces variations de faible ampleur peuvent être attribuées à des artéfacts de mesure.

Par ailleurs, un prélèvement pour analyse de première adduction de type Pa-Ps a été effectué le 22/11/07 à 14 h 40 par le laboratoire Bouisson Bertrand de Montpellier. Les résultats analytiques sont donnés en Annexe IV.

Ces analyses révèlent la présence de bactéries revivifiables dont la présence peut être due à la technique de foration (Rotary à la boue).

Par ailleurs, le taux de nitrates de 19 mg/l ainsi que la présence de composés organohalogénés volatils et la présence de résidus de dégradation de produits phytosanitaires (atrazine déséthyl) montrent que les eaux d'exhaures sont légèrement marquées par l'activité anthropique. Toutefois les teneurs mesurées sont très faibles et ne limitent pas l'usage de cette eau pour la consommation humaine.

6. VULNÉRABILITÉ

6.1. Vulnérabilité intrinsèque

La vulnérabilité intrinsèque qui représente la vulnérabilité de l'aquifère à la pénétration d'un polluant de façon naturelle de la surface vers la ressource en eau ainsi que son déplacement au sein de cette ressource.

Pour apprécier la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, on peut se baser sur trois familles de paramètres :

- l'épaisseur et la perméabilité des formations de recouvrement susceptibles de constituer une barrière protectrice (ou retardatrice) efficace ;
- la profondeur de la nappe ou l'épaisseur de la zone non saturée qui peut être un facteur retardateur du transfert vertical ;
- la vitesse d'écoulement des eaux et la nature poreuse ou fissurée de l'aquifère.

6.1.1. Temps de transfert

A défaut d'expérimentation directe du transfert de masse au sein de l'aquifère (traçage), différentes méthodes analytiques sont couramment utilisées :

▪ **La méthode de Hoffmann et Lillich** dont les hypothèses fondamentales sont basées sur un milieu homogène et un rabattement faible par rapport à la puissance de l'aquifère. Elle vise à déterminer de façon itérative la distance correspondant à un temps de transfert convectif pour une durée de pompage donnée que l'on compare au rayon d'influence du pompage.

On déterminera donc une **zone sphérique** à une distance donnée représentant la zone de départ d'un polluant de sorte qu'elle mette \times jours pour atteindre le forage (isochrone).

▪ **La méthode de Wissling**, permet de déterminer l'allure d'une isochrone choisie en tenant compte d'un gradient régional et de l'influence du pompage. A partir d'équations simples et de paramètres hydrodynamiques obtenus par un essai par pompage, nous calculons les caractéristiques géométriques de l'isochrone voulue. Cette méthode ne tient pas compte des limites hydrogéologiques et des hétérogénéités de l'aquifère.

La méthode de Wissling apparaît être la plus adaptée ici compte tenu du sens d'écoulement de l'aquifère.

L'Illustration 3 donne le schéma de principe de détermination des isochrones autour d'un puits d'exploitation.

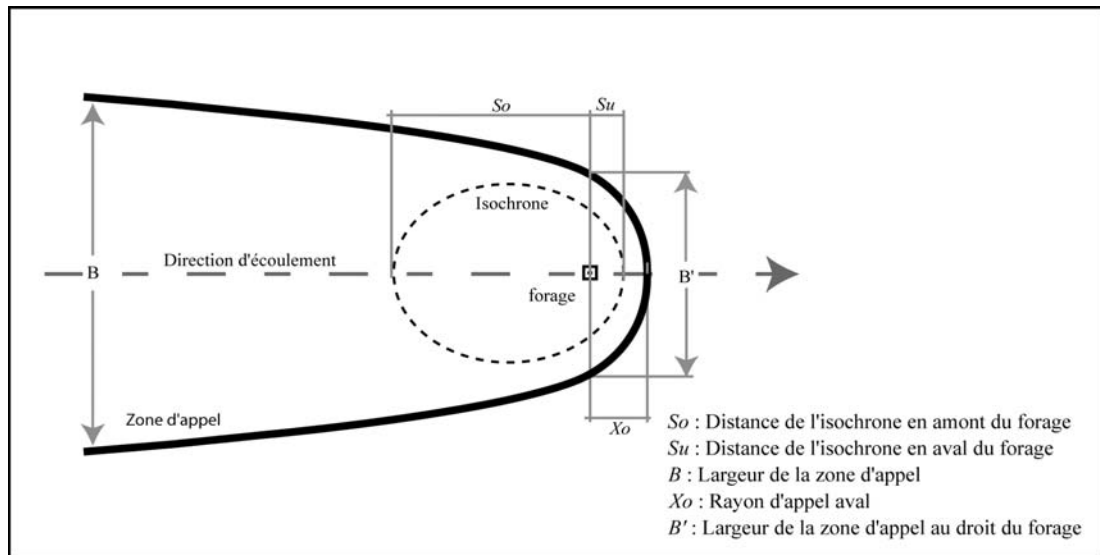


Illustration 3 : Schéma de principe de détermination des isochrones

L'utilisation de la méthode de Wissling nécessite la connaissance des paramètres suivants :

- débit de pompage en exploitation : $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$
- épaisseur de l'aquifère : $b = 25 \text{ m}$
- perméabilité de l'aquifère : $K = 2.10^{-3} \text{ m/s}$
- porosité cinématique : $\omega \approx 5 \%$
- gradient de l'aquifère : $i = 2 \text{ ‰}$.

L'isochrone peut être définie par :

- S_0 : distance en amont du captage, sur l'axe de l'écoulement depuis le puits jusqu'à la distance correspondant au temps souhaité,
- S_u : distance en aval du captage, sur l'axe de l'écoulement depuis le puits jusqu'à la distance correspondant au temps souhaité

L'isochrone 50 jours a donc les caractéristiques suivantes :

- $S_0 = 480$ mètres
- $S_u = 130$ mètres.

Pour la détermination de la zone d'appel on obtient les paramètres suivants :

- $B = 550$ mètres
- $B' = 280$ mètres
- $X_0 = 90$ mètres.

La méthode Wissling de détermination du temps de transfert au sein d'un aquifère est une méthode empirique. Ainsi, ces calculs ne tiennent pas compte des particularités régionales de l'aquifère étudié.

L'isochrone 50 jours est tracée sur fond cadastral sur la Figure 14.

La couverture limoneuse qui recouvre le secteur (limons de piémont des Garrigues) offre au niveau du captage une protection jugée satisfaisante face aux contaminations, en particulier de nature bactériologique. Cependant, comme le montrent les analyses, les teneurs en nitrates et la présence de pesticides témoignent des possibilités d'infiltration d'eaux vectrices de pollutions d'origine agricole dans la zone d'alimentation du captage.

6.1.2. Adaptations aux contraintes locales

Ces mesures ne tiennent pas compte des particularités régionales et notamment des prélèvements AEP importants, c'est pourquoi nous avons tenu compte d'une variation de l'axe d'écoulement régional pour représenter au mieux l'impact des modifications d'alimentation en fonction des périodes hydrologiques. L'axe pourrait varier d'une direction globalement Nord-Sud (alimentation par les calcaires des Garrigues) à la direction mesurée lors de la campagne piézométrique de juin 2008 à savoir Nord-Nord-Ouest Sud-Sud-Est.

En outre, nous avons contraint l'enveloppe de la zone d'appel en fonction des prélèvements effectués entre Les Rochelles et ceux du futur captage des Trièze Termes. Compte tenu des débits exploités, nous avons déterminé une sorte de "ligne

de partage des eaux" entre les deux captages proportionnellement aux débits potentiels.

La méthode de Wissling est une méthode semi-empirique et lorsque le gradient d'écoulement régional n'est pas suffisamment prépondérant par rapport à l'impact des prélèvements, il apparaît que la distance calculée pour le transfert de masse est plus importante que la zone d'appel à l'aval du captage. Nous observons un cas similaire ici.

Compte tenu du gradient naturel et des rabattements mesurés, nous avons déterminé que la zone d'appel du captage pourrait être étendue à 150 mètres en aval du captage, distance au-delà de laquelle les molécules d'eau sont entraînées par le gradient naturel de l'aquifère.

Enfin, la présence d'une couverture limoneuse favorise la protection des eaux souterraines toutefois son épaisseur et sa continuité variables ne permettent pas d'en assurer la protection totale.

6.2. Vulnérabilité environnementale

Les activités humaines recensées montrent que la couverture est affectée d'un grand nombre de vecteurs de communication entre la surface et la ressource en eau dont certains sont totalement oubliés et dans des états inquiétants.

Lors des essais, il est apparu que le piézomètre F1 ne présentait pas une étanchéité suffisante vis-à-vis des eaux superficielles.

Il conviendra donc de le boucher, après retrait si possible du tubage, avec 10 mètres de graviers dans sa partie inférieure complétés par un coulis de ciment jusqu'à la surface.

Un recensement plus complet des points de pollution potentiels sera effectué par le Bureau d'études GINGER Environnement et Infrastructures.

7. SYNTHÈSE

Les travaux réalisés sur le site des Trièze Termes ont conduit à la réalisation de deux forages d'exploitation. Malgré quelques problèmes de réalisation, ces ouvrages ont pu être terminés de façon satisfaisante.

Les essais par pompage effectués ont permis de confirmer le fort potentiel de production du site, compatible quantitativement et qualitativement avec les besoins de la collectivité à desservir.

Le site est apte à fournir 200 m³/h (100 m³/h sur chacun des deux forages d'exploitation) pendant 20 heures par jour, soit 4 000 m³/j sans porter préjudice aux autres captages situés sur la commune.

La proposition du débit de DUP est de 200 m³/h pendant 20 heures par jour, soit 4 000 m³/jour.

Lussan, le 15 mars 2009

Guillaume LATGÉ

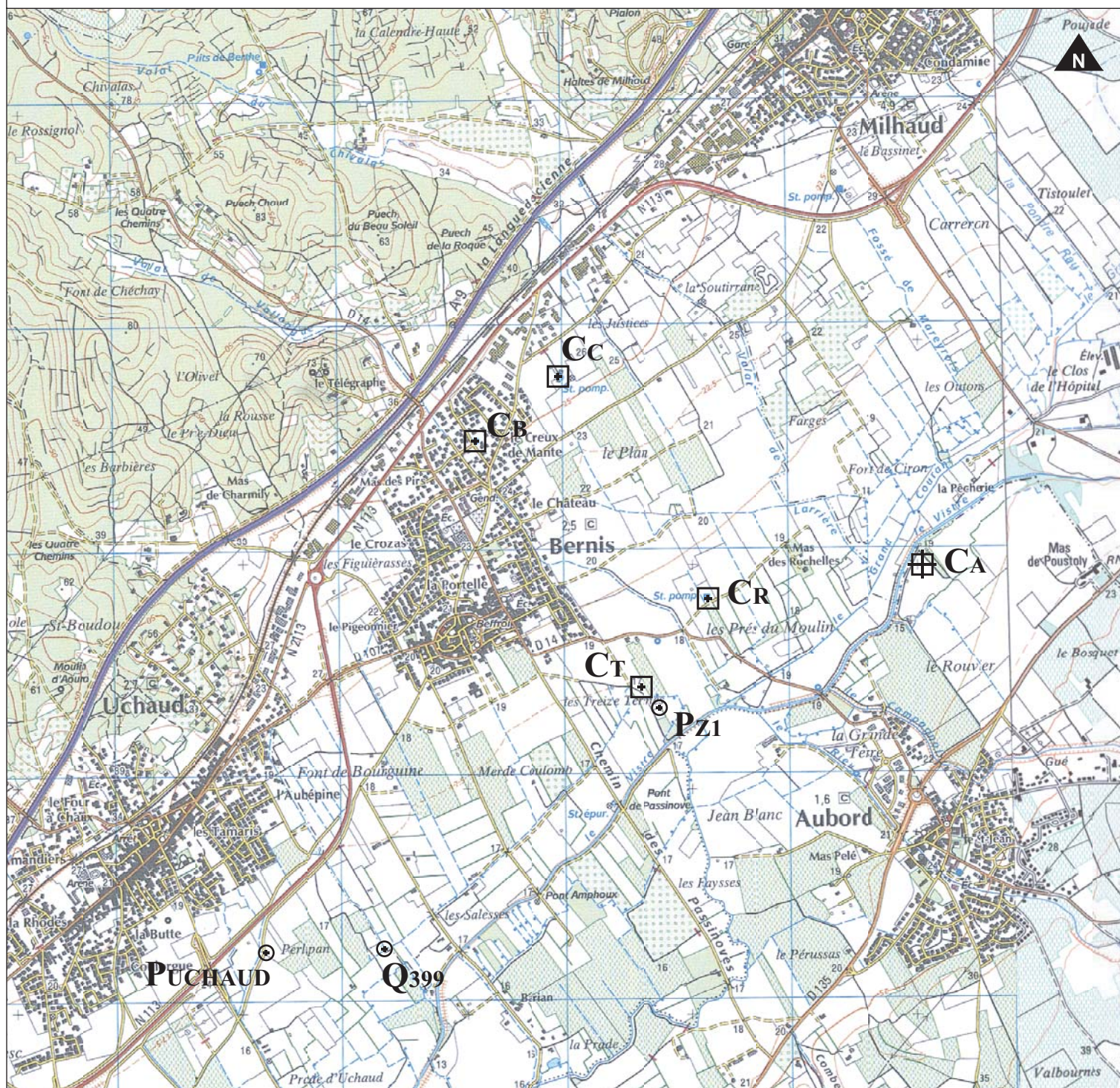
Axel ROESCH

Jean-Marc FRANÇOIS

FIGURES

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

1



EXTRAIT DES FONDS TOPOGRAPHIQUES IGN NUMÉRISÉS AU 1/25 000

Captages AEP :

CT : captage de Trièze Terme (future AEP Bernis)

CB : captage du Creux de Mante (AEP Bernis)

CC : captage de Canférin (AEP SAEP de la Vaunage)

CR : captage des Rochelles (AEP SAEP de la Vaunage)

CA Site de reconnaissance pour le futur captage d'Aubord

Pz1 Piézomètre utilisé lors des essais par pompage de novembre 2007

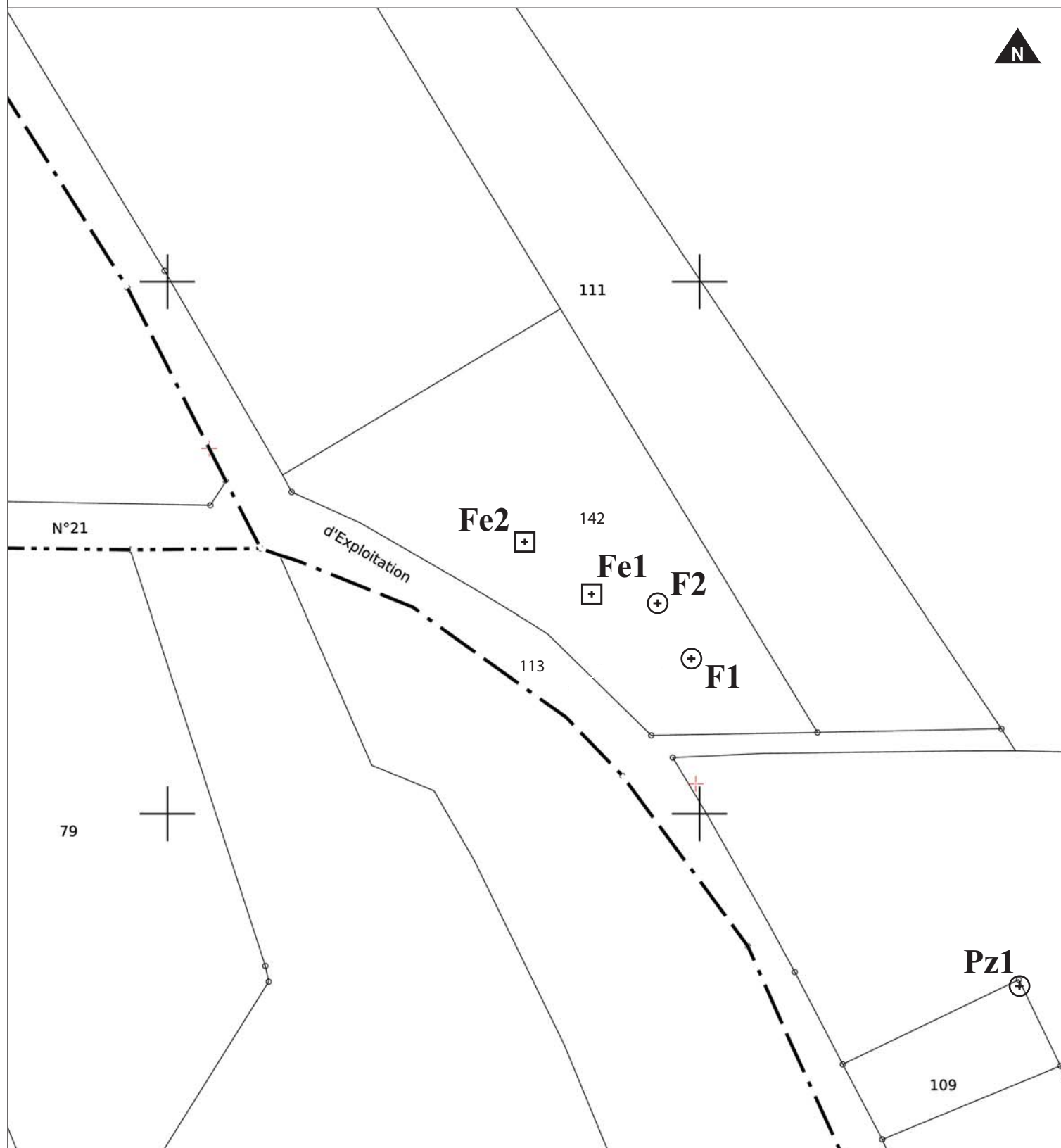
PUCHAUD Piézomètre suivi par le Syndicat Mixte des Nappes Vistrenque et Costières
BSS : 0964X0082/UCHAUD

Q399 Qualitomètre suivi par le Syndicat Mixte des Nappes Vistrenque et Costières
BSS : 0964X0089/V399

0 1 2 km

SITUATION CADASTRALE

2



EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL INFORMATISÉ DE LA DGI AU 1/1 000 COMMUNE DE BERNIS SECTION ZB



Forages d'exploitation :

Fe1 : réalisé en octobre 2007

Fe2 : réalisé en novembre 2007



Forages de reconnaissance :

F1 : réalisé en août 1988

F2 : réalisé en novembre 1988

Pz1



Piézomètre utilisé lors des essais par pompage de novembre 2007

0 50 100 m

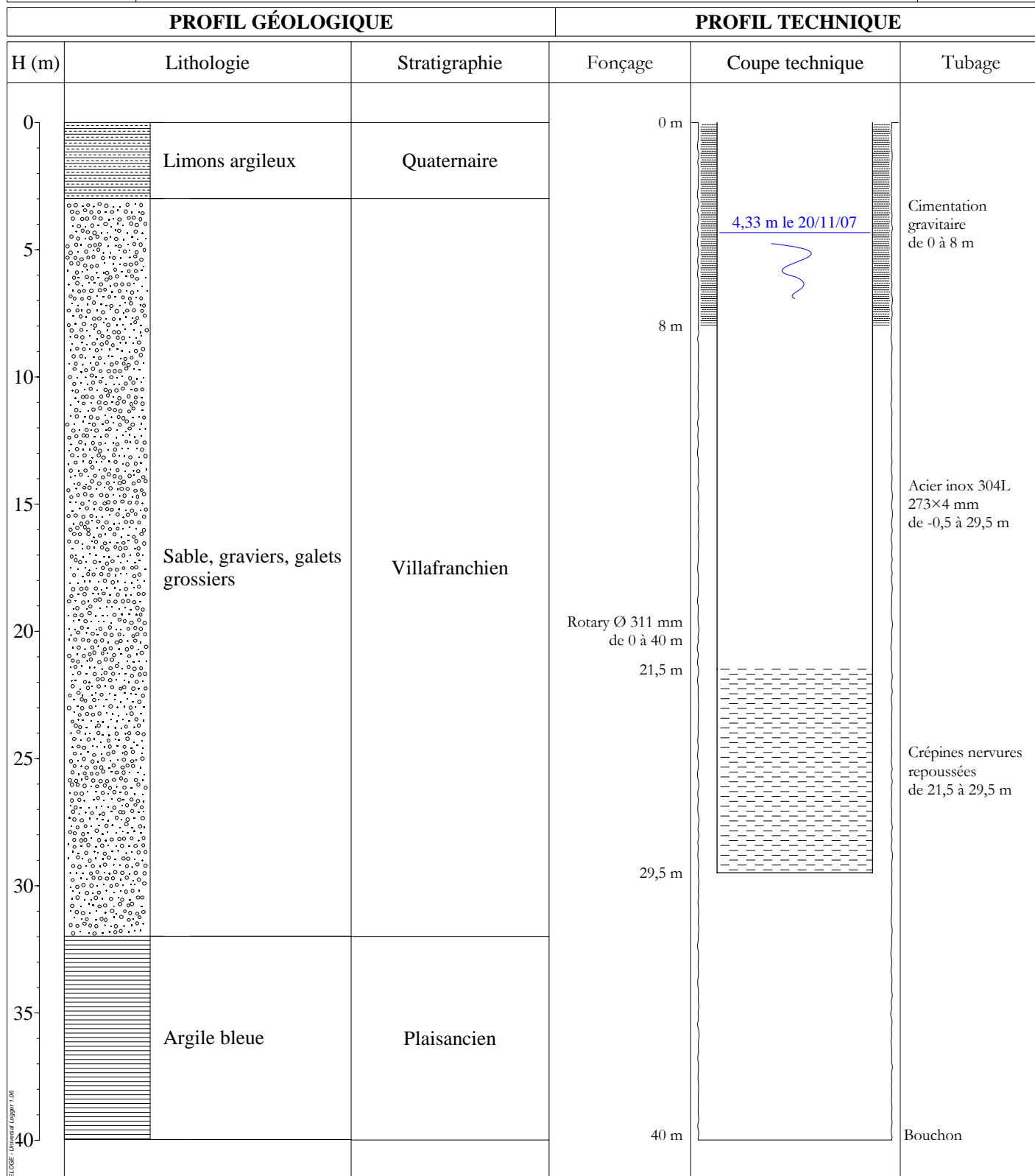


BERGA Sud - Bernis - 30/036 H 09 018



BERNIS (30) - Trièze Termes
Fe2
Lambert II Etendu : x = 757,980 y = 1 864,345 z = 18

4



La profondeur de foration a été supérieure aux prévisions pour éviter les problèmes rencontrés sur Fe1.
Les crépines d'ouverture 2,5 mm ont un pourcentage de vide de 18,7.
La cimentation mise en place gravitairement est équivalente à une cimentation pression.

Recherche d'eau potable - Travaux réalisés par l'entreprise ROUDIL Forages (Nîmes - 30) du 12 au 16/11/2007.
Débit instantané : 100 m³/h.

SITUATION GÉOLOGIQUE

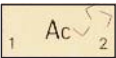
Captages AEP :

- CT : captage de Trièze Terme (future AEP Bernis)
- CB : captage du Creux de Mante (AEP Bernis)
- CC : captage de Canférin (AEP SAEP de la Vaunage)
- CR : captage des Rochelles (AEP SAEP de la Vaunage)

CA Site de reconnaissance pour le futur captage d'Aubord

LÉGENDE GÉOLOGIQUE PARTIELLE :

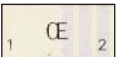
Quaternaire indifférencié



Ac - formations de piémont de la Garrigue : Limons et débris calcaires du Crétacé
1 - Limons dominants
2 - Débris calcaires dominants

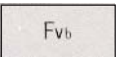


CF - Remplissage des dépressions de la Vistrenque : limons gris et calcaires



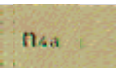
OE - Limons loessiques
1 - Couverture épaisse et continue en bordure des dépressions de la Vistrenque
2 - Couverture mince et discontinue sur Fvb

Pléistocène (Quaternaire)

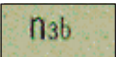


Fvb : Cailloutis villafranchiens
formation détritique de galets, graviers et sables

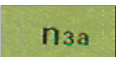
Hauterivien (Secondaire)



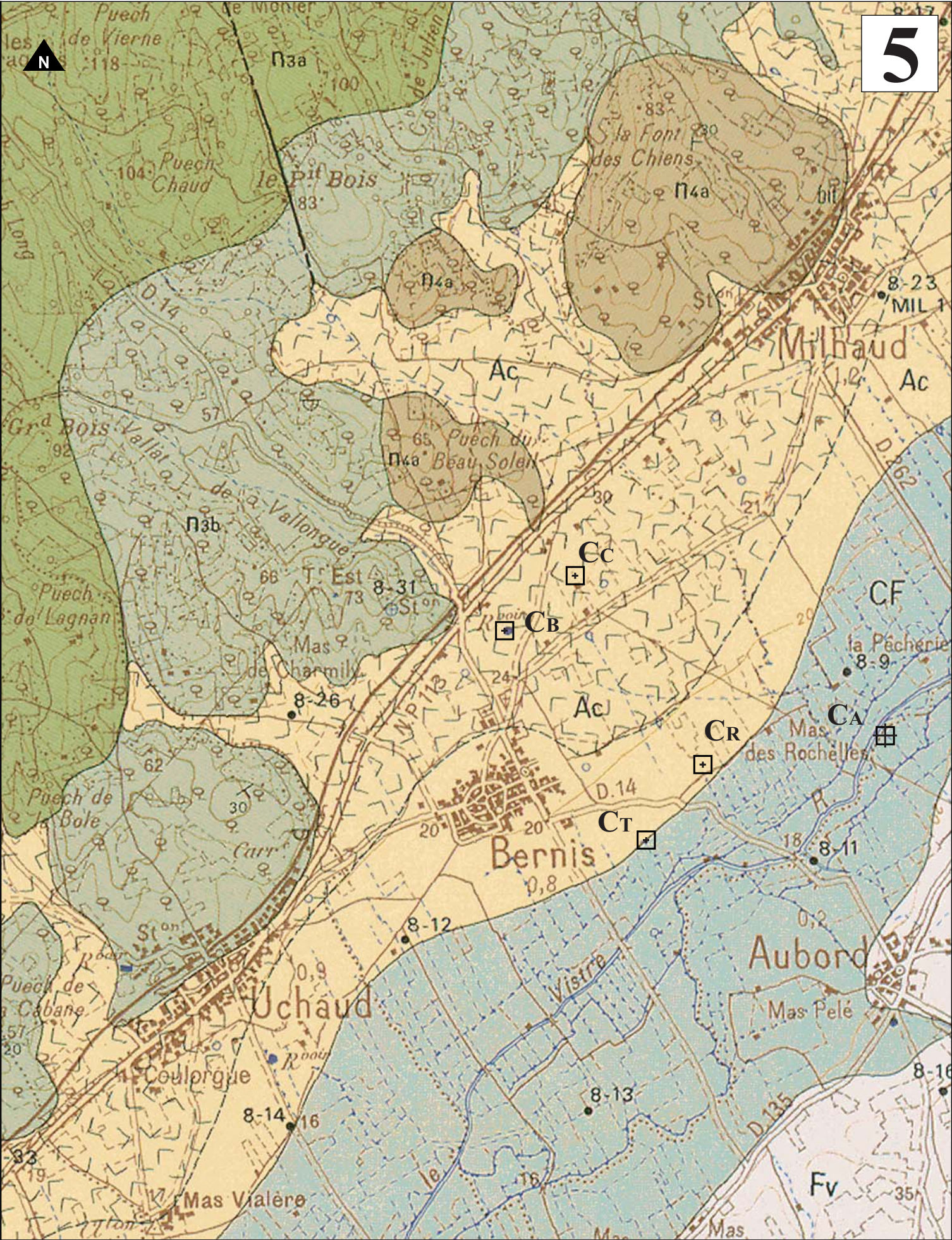
n4a : Calcaires argileux



n3b : Hauterivien supérieur : calcaires



n3a : Hauterivien inférieur : calcaires marneux



EXTRAIT DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DU BRGM FEUILLE DE SOMMIERES N° 964
AGRANDISSEMENT AU 1/25 000

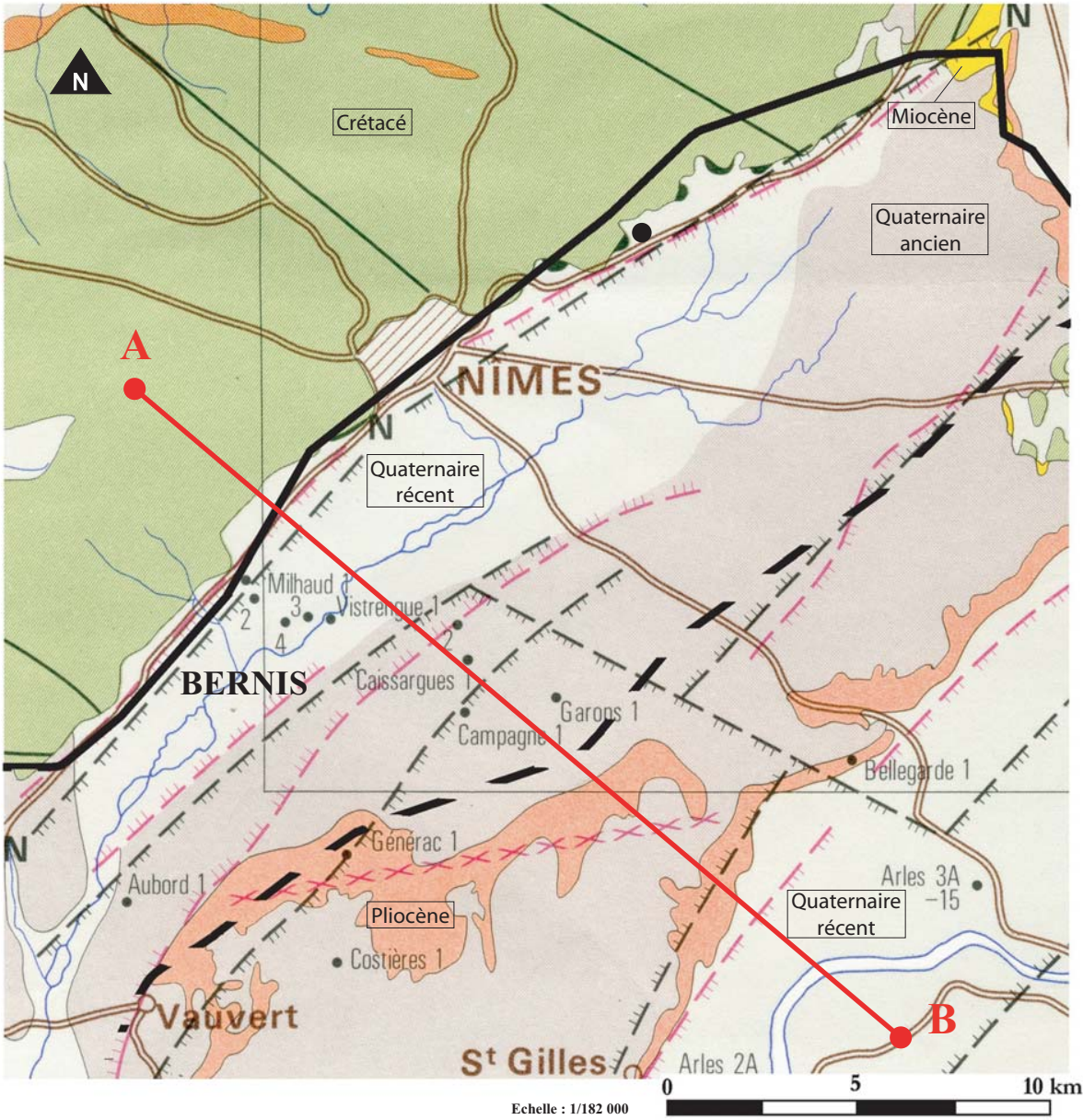


LÉGENDE STRUCTURALE

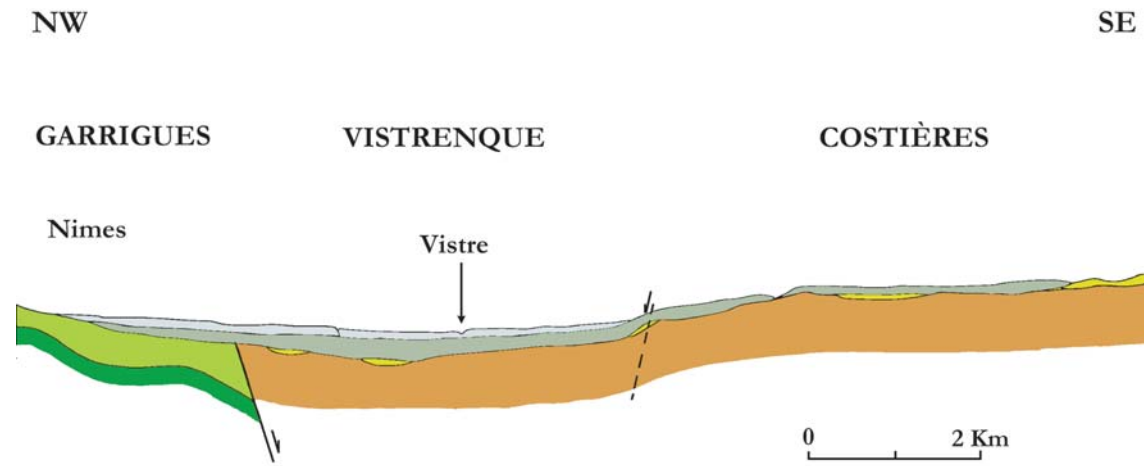
- Faille "postvillafranchienne"
(les barbelures indiquent le compartiment abaissé)
- Flexure "postvillafranchienne"
- Failles observables en surface
- Failles importantes du substratum antépliocène
des Costières et de la vallée du Rhône
- Axe anticlinal "postvillafranchien"
- Forage pétrolier

LÉGENDE LITHOLOGIQUE

- Alluvions quaternaire récentes
- Alluvions quaternaire anciennes
(cailloutis villafranchien)
- Sables astiens
- Argiles plaisanciennes
- Calcaires hauteriviens
- Marnes hauteriviennes



EXTRAIT DU SCHÉMA STRUCTURAL DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DU BRGM AU 1/50 000
FEUILLE DE NÎMES N° 965



COUPE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE SUR LE TRANSECT AB

BASSIN D'ALIMENTATION

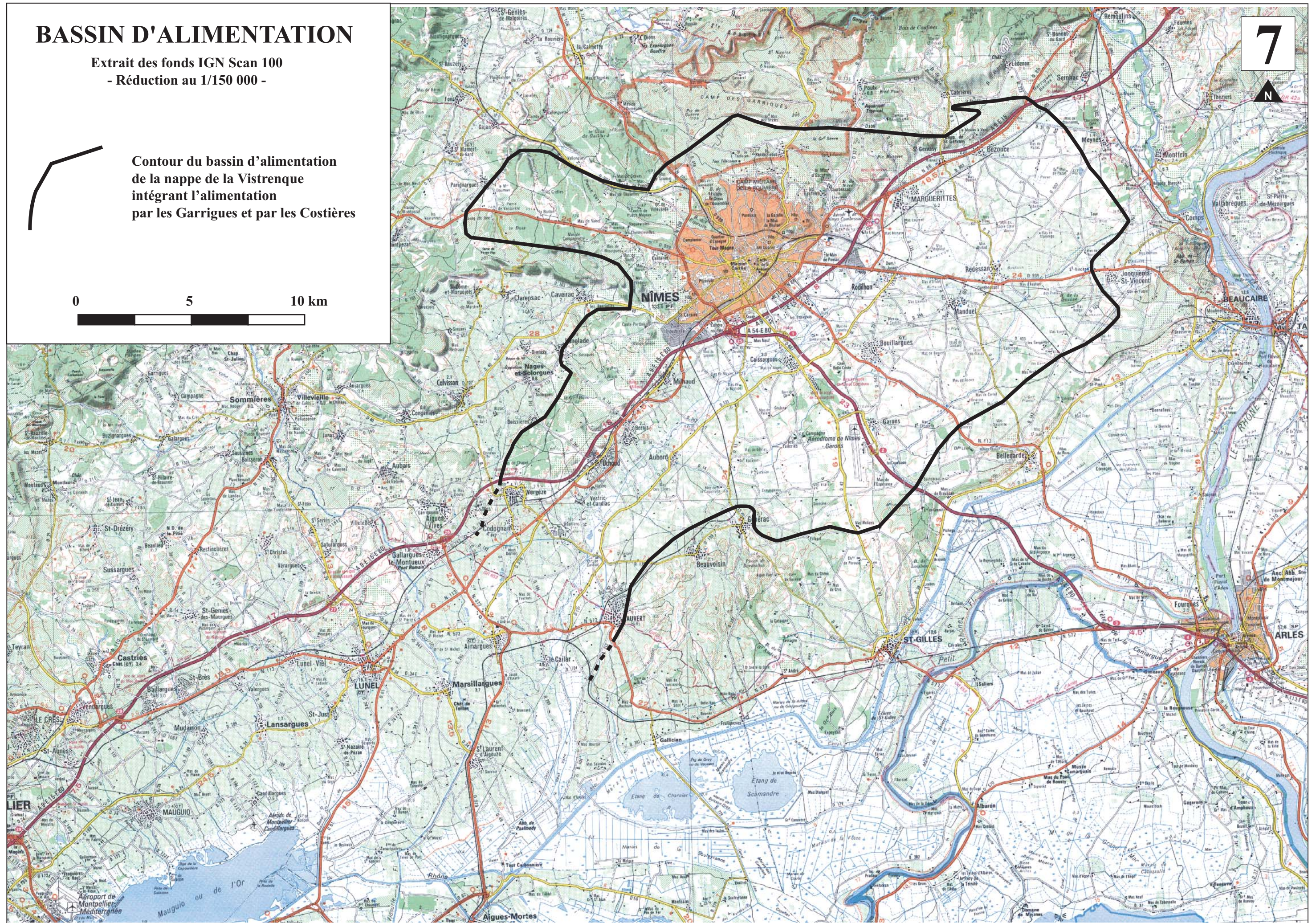
Extrait des fonds IGN Scan 100
- Réduction au 1/150 000 -

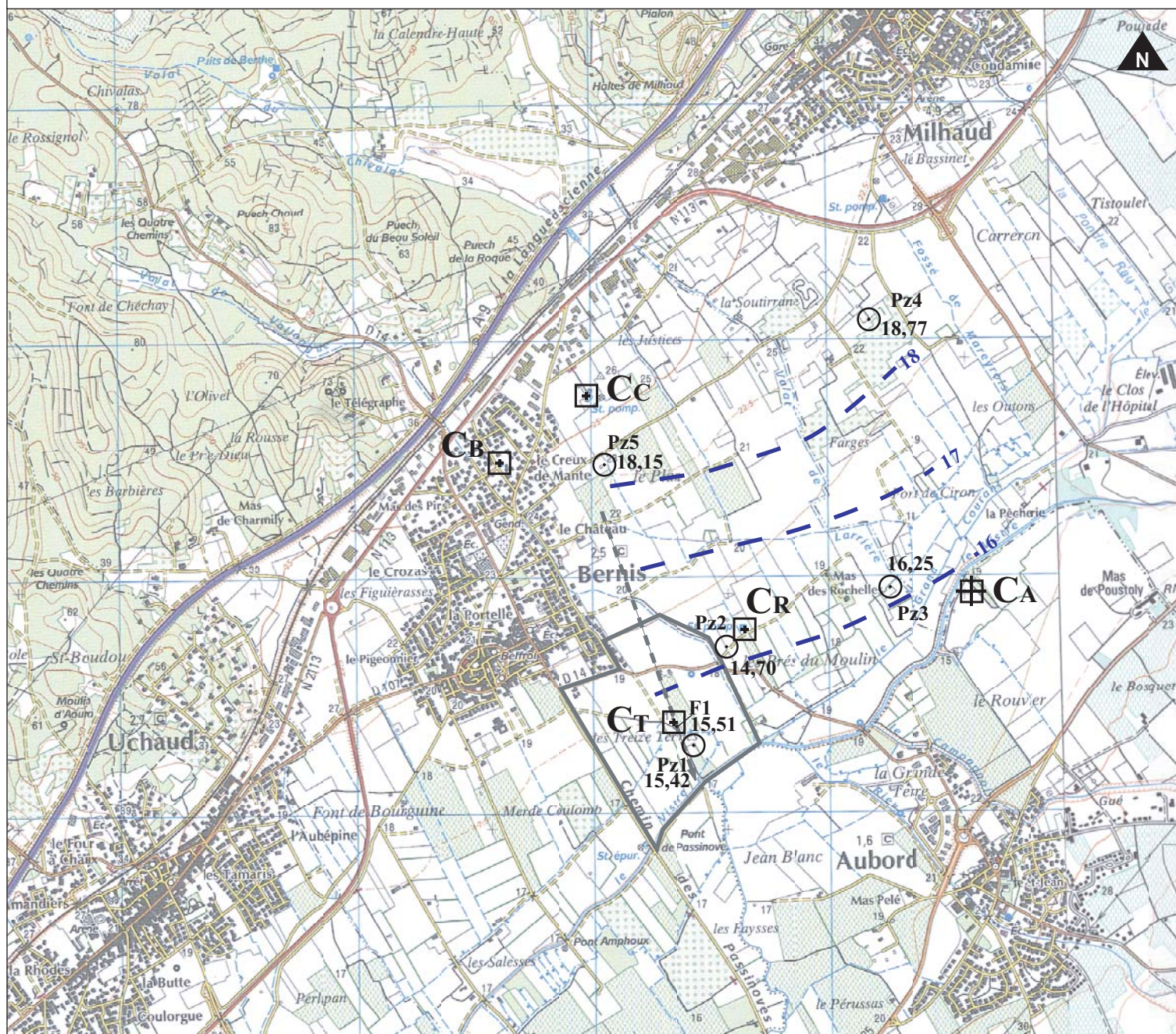
Contour du bassin d'alimentation
de la nappe de la Vistrenque
intégrant l'alimentation
par les Garrigues et par les Costières

0 5 10 km

7

N





EXTRAIT DES FONDS TOPOGRAPHIQUES IGN NUMÉRISÉS AU 1/25 000



Captages AEP :

CT : captage des Trièze Terme (future AEP Bernis)

CB : captage du Creux de Mante (AEP Bernis)

CC : captage de Canférin (AEP SAEP de la Vaunage)

CR : captage des Rochelles (AEP SAEP de la Vaunage)



CA site de reconnaissance pour le futur captage d'Aubord



Périmètre initialement proposé par l'Hydrogéologue agréé

Pz
○
15,42

Ouvrages mesurables recensés et nivelés
niveau piézométrique associé (Pz1 à Pz5 et F1)

— 18

Isopièzes



Axe d'écoulement le 6 juin 08

Remarque : il n'est pas tenu compte de la valeur mesurée sur Pz2, prise en pompage

0 1 2 km

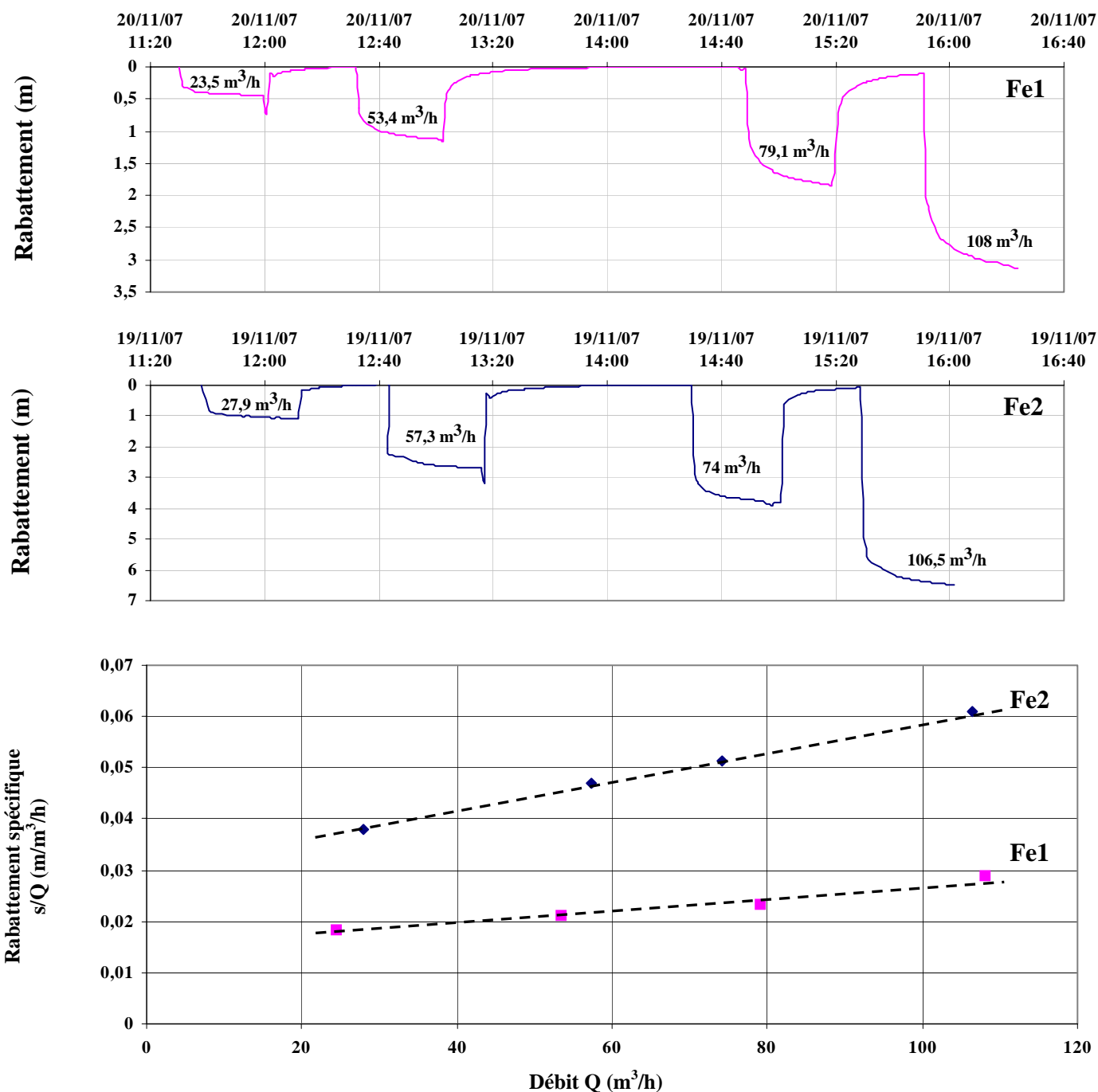
ESSAI PAR PALIERS DE DÉBIT SUR Fe1 et Fe2

9

- BERNIS (30) – Les Trièze Terme -

19 et 20 novembre 2007

ÉVOLUTION DU RABATTEMENT SUR Fe2 ET Fe1 ET DÉBITS ASSOCIÉS DROITES CARACTÉRISTIQUES



Équations caractéristiques des ouvrages :

Fe1 : $s = 1.10^{-4} Q^2 + 1,5.10^{-2} Q$

Fe2 : $s = 3.10^{-4} Q^2 + 3.10^{-2} Q$

s : rabattement (m) et Q : débit (m³/h)



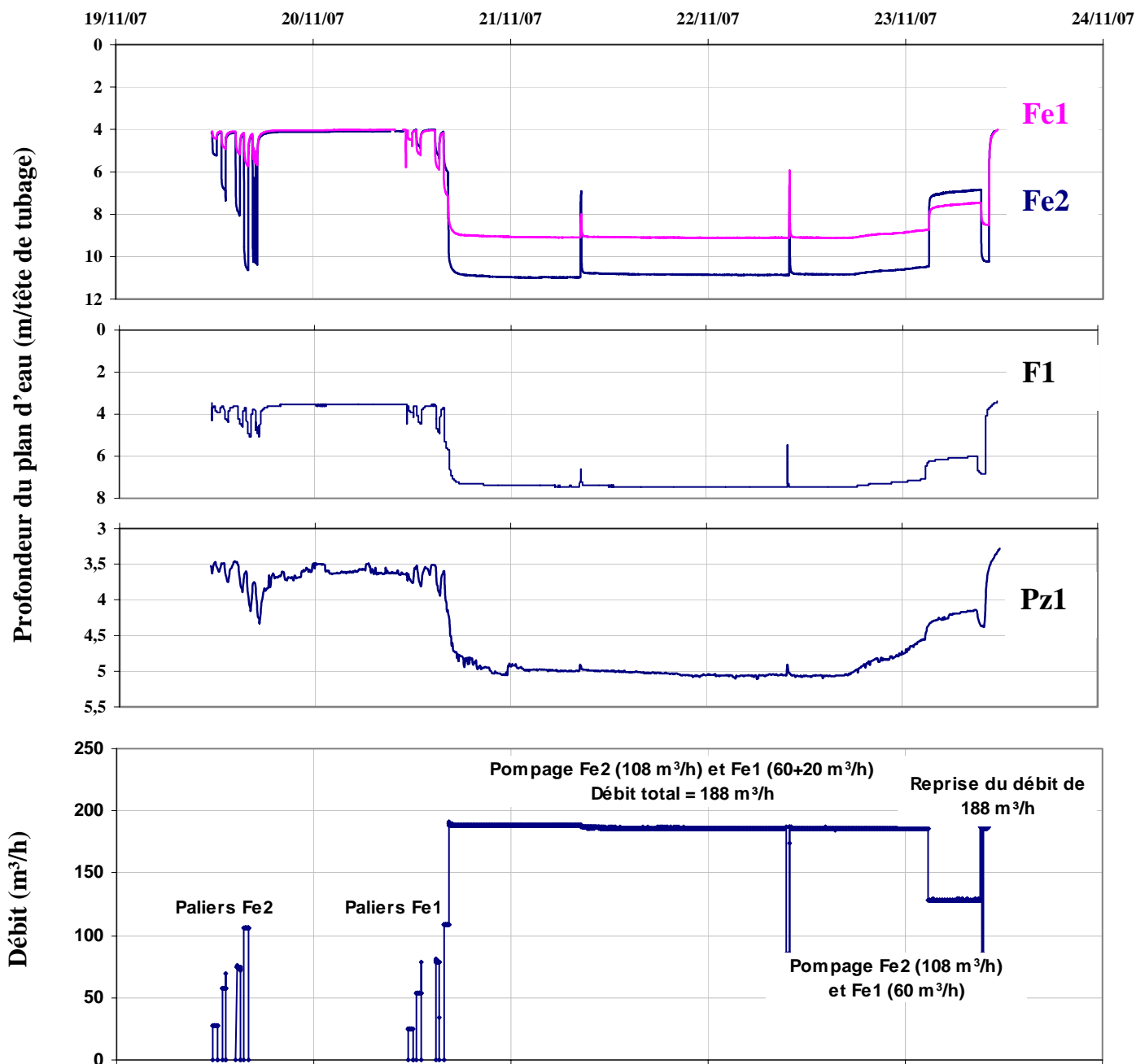
ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME

10

- BERNIS (30) – Les Trièze Terme

Du 19 au 23 novembre 2007

ÉVOLUTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU DANS LES FORAGES Fe1, Fe2, F1 et Pz1 DÉBIT DE PRODUCTION



Niveau initial (m/tubage) : *Fe1* : 4,15 m *Fe2* : 4,11 m *F1* : 3,68 m *Pz1* : 3,60 m

Rabatement maximum : *Fe1* : 5,07 m *Fe2* : 6,87 m *F1* : 3,81 m *Pz1* : 1,51 m

Temps de pompage sur les deux forages simultanément : 2 jours, 18 heures et 18 minutes

Temps de remontée : 1 heure et 12 minutes (abrégé par les précipitations du 23/11/07)



ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME

- BERNIS (30) – Les Trièze Terme

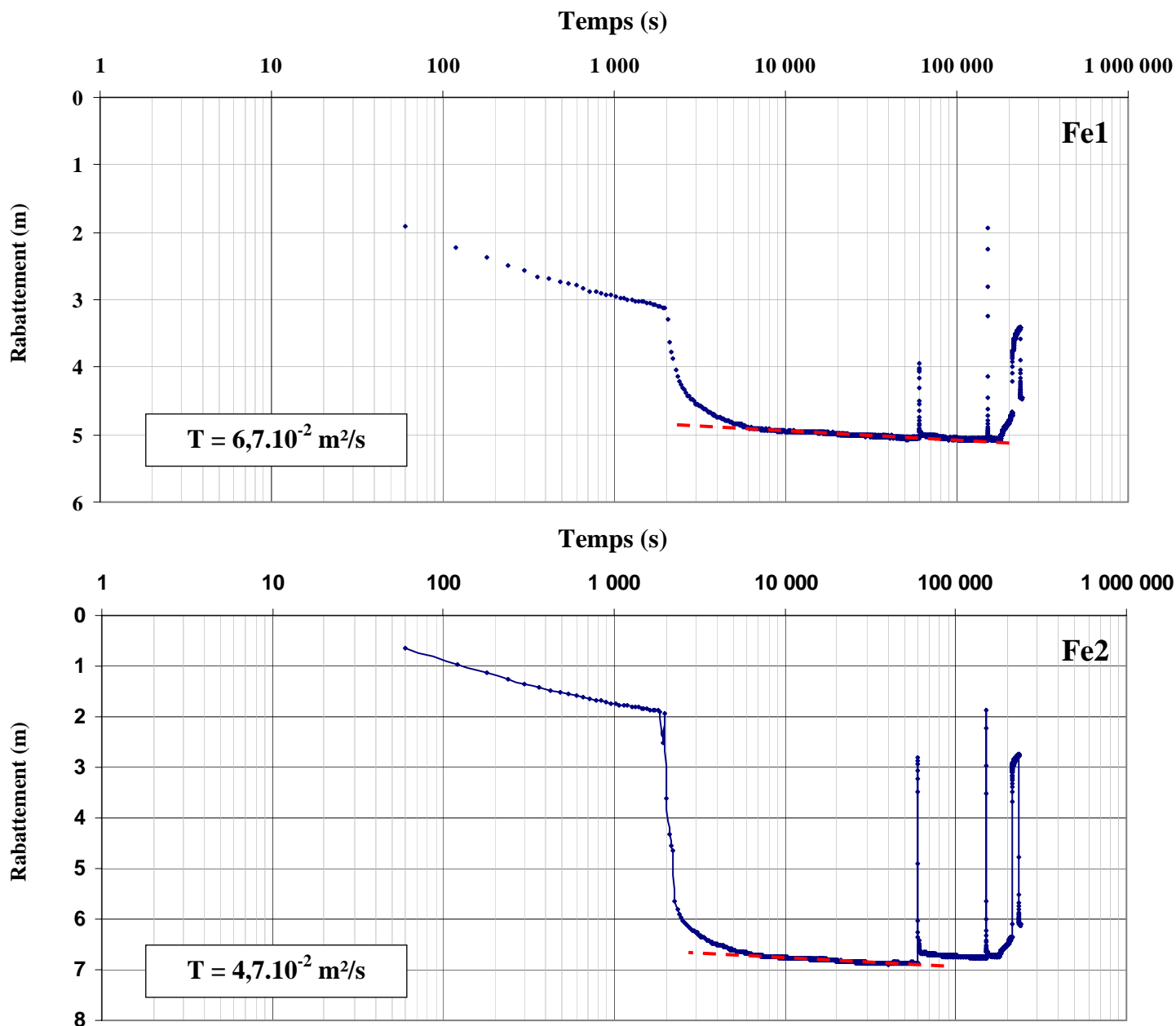
Du 20 au 23 novembre 2007

11

VALEURS MESURÉES SUR Fe1 ET Fe2

DESCENTE

Graphe $s = f(\log(t))$



AQUIFÈRE : Alluvions villafranchiennes

RÉSULTATS DE L'INTERPRÉTATION DE LA COURBE DE DESCENTE

MÉTHODE DE THEIS – JACOB

(Débit moyen (Fe1+Fe2) = 187,4 m³/h)



ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME

- BERNIS (30) – Les Trièze Terme

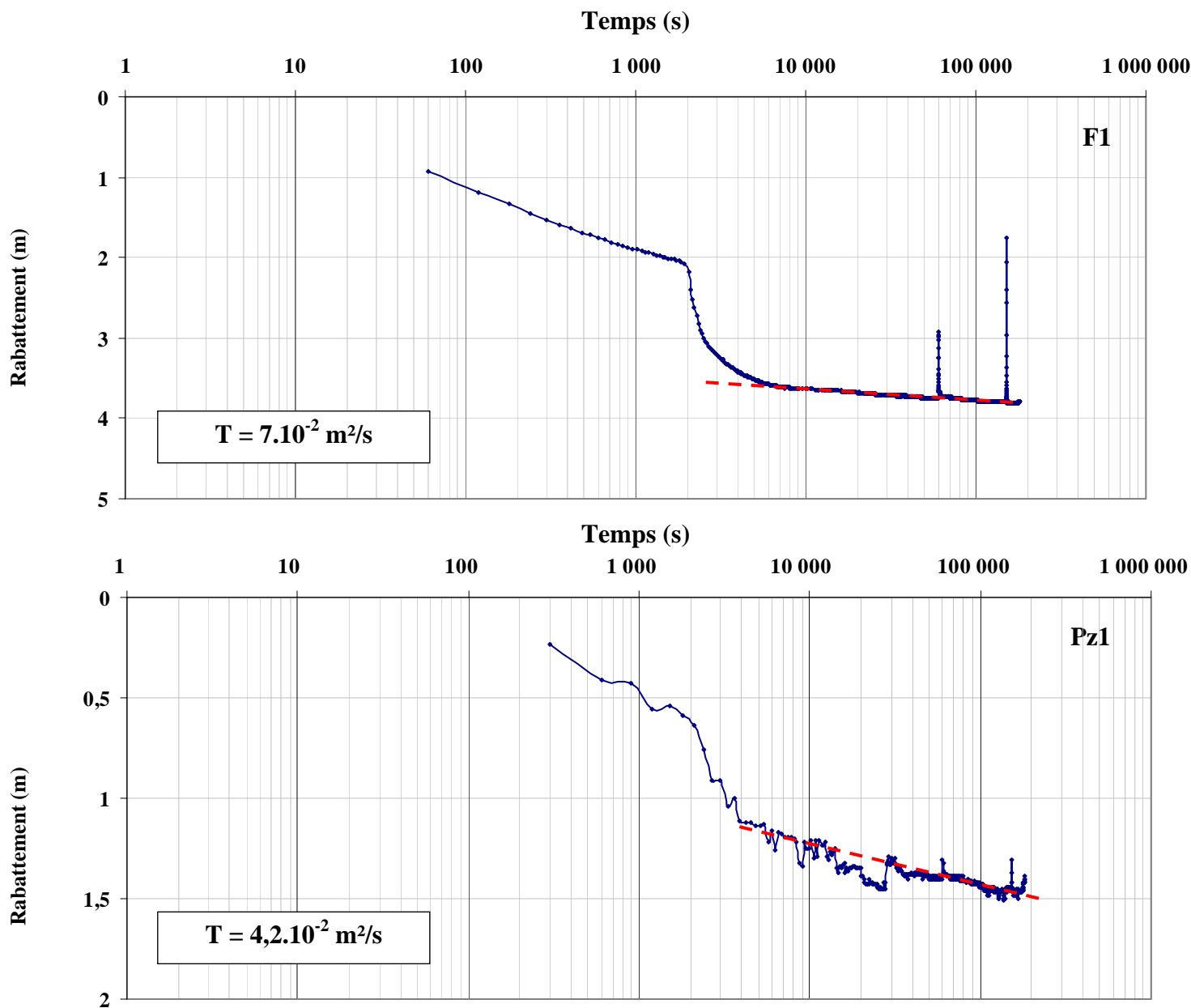
Du 20 au 23 novembre 2007

12

VALEURS MESURÉES SUR F1 et Pz1

DESCENTE

Graphe $s = f(\log(t))$



AQUIFÈRE : Alluvions villafranchiennes

RÉSULTATS DE L'INTERPRÉTATION DE LA COURBE DE DESCENTE

MÉTHODE DE THEIS – JACOB

(Débit moyen (Fe1 + Fe2) = 187,4 m³/h)

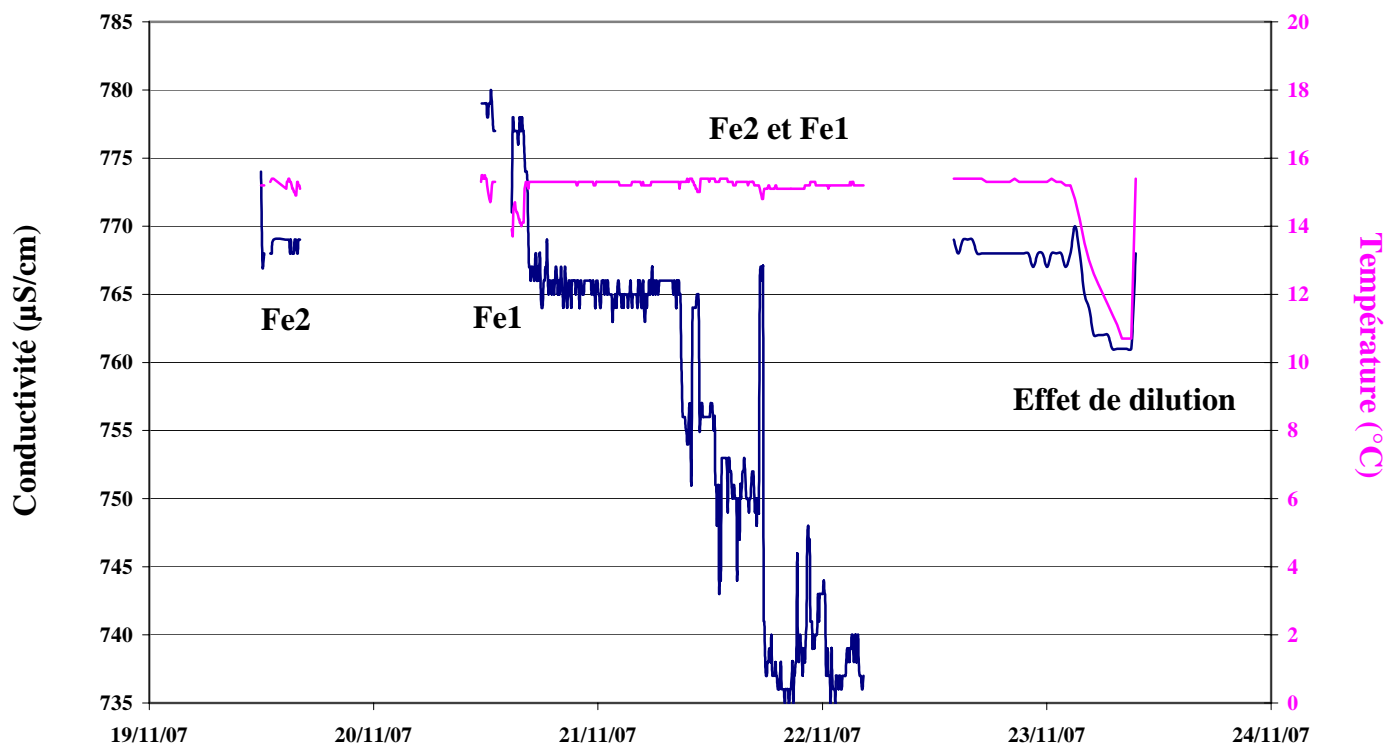
ESSAI PAR POMPAGE SUR LE SITE DU FUTUR CAPTAGE DES TRIÈZE TERME

- BERNIS (30) – Les Trièze Terme -

Du 19 au 23 novembre 2007

13

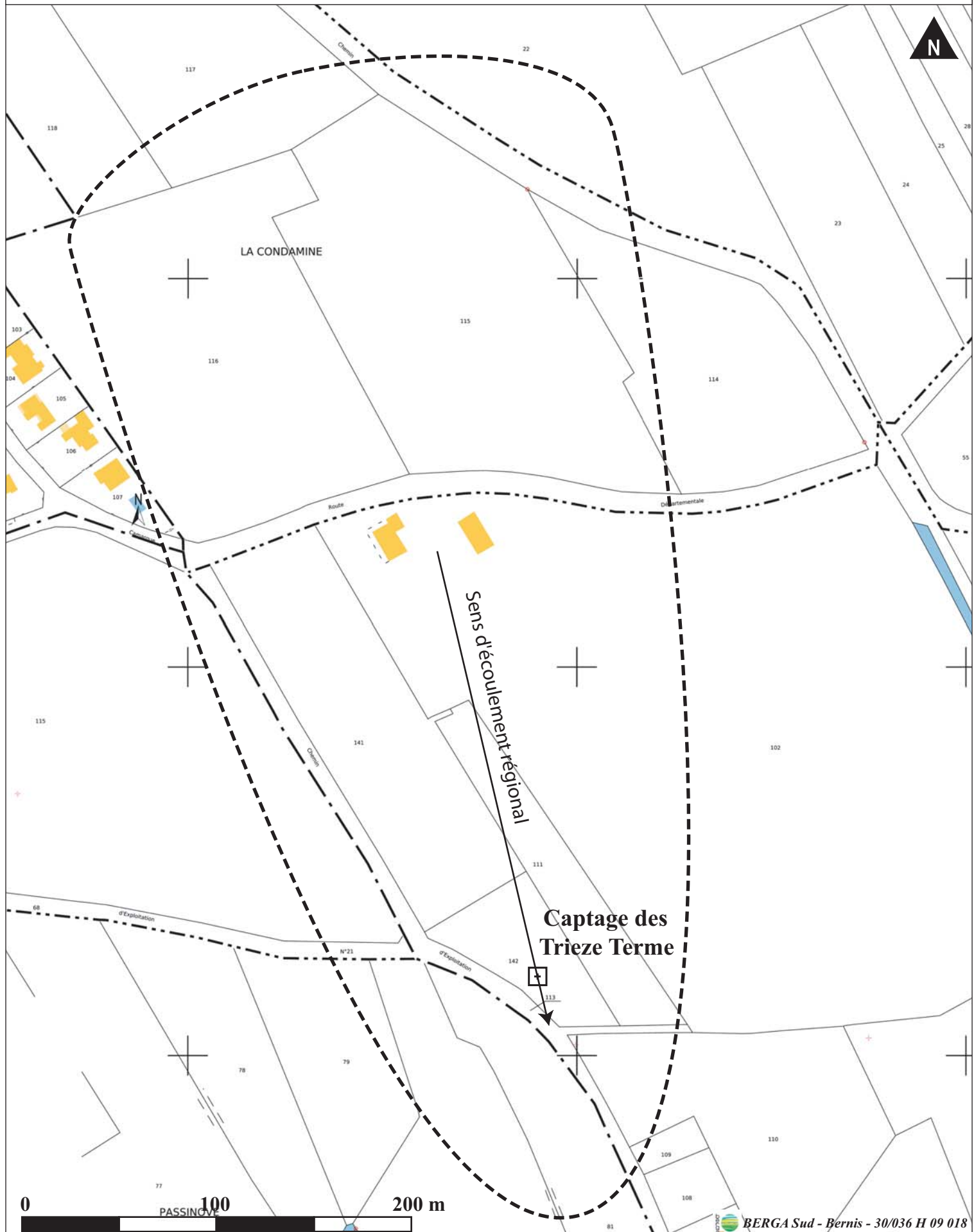
ÉVOLUTION DE LA CONDUCTIVITÉ ET DE LA TEMPÉRATURE DANS LES EAUX D'EXHAURE SUR Fe2, Fe1 ET Fe2+Fe1



ISOCHRONE 50 JOURS

(méthode Wissling)

14



ANNEXE I

DEPARTEMENT : Gard

COMMUNE : Bernis

LIEU DIT :

OBJET : Recherche d'eau

COORDONNEES LAMBERT III : X = 757.81 Y = 3164.40 Z = 19.00 m

DATE DES TRAVAUX : 8 au 10 août 1988

ENTREPRISE : Roudil-Forages

DEBIT INSTANTANE : 30.0 m³/h

NIVEAU STATIQUE : 2.6 m le 10/08/88

PROFIL GEOLOGIQUE				PROFIL TECHNIQUE		
H	LOG	COMMENTAIRE	STRATIGRAPHIE	FORAGE	PROFIL	TUBAGE
m				m		m
0				0		0
0.8		Formation sup.	QUATERNAIRE			
		Limons argileux	QUATERNAIRE			
3.6						
		Galets embalés dans une matrice argilo-sableuse		Marteau Fond de Trou 0- 25 m Q= 152		
9.5		Sable avec quelques galets				
11.0						
			VILLAFRANCHIEN			
		Galets embalés dans une matrice sableuse		Marteau Fond de Trou -> 26 m Q= 115		
						De -0.1 m à 24.9 m Acier Ø 139 mm
						Crépines 21.8->24.8
25.9				25.0		24.9
26.0		Argile jaune puis bleu	PLAISANCIEN	26.0		

OBSERVATIONS :"

Préforage à la tarière jusqu'à 4.50 m (diam.150 mm).

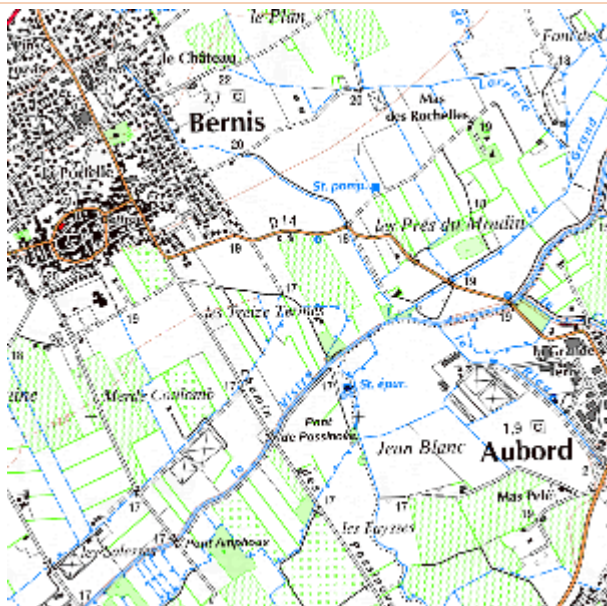
Forage exécuté à l'O.D.E.X. jusqu'à 24.90 m.

Fiche Dossier du sous-sol

Point n° 09648X0080/TERME F2


Les BSS de nombreux SGR sont en cours de numérisation, de ce fait les consultations des documents papier pourront être interrompues pendant ces travaux.

▼ Description générale

Identifiant du point	09648X0080/TERME		
Localisation			
Département	GARD (30) - SGR/LRO		
Commune	BERNIS (30036)		
Région naturelle	BAS-LANGUEDOC		
Bassin versant			
Adresse ou Lieu-dit	CAPTAGE DE TRIEZE TERME - PARCELLE 142 SECTION ZB		
Coordonnées	<div><div><div>- Lambert 2 étendu X : 758023 m Y : 1864297 m</div><div>- Lambert 3 - Sud X : 757810 m Y : 164400 m</div><div>- WGS84 Lat : 43.76265699 soit 43° 45' 45" N Lon : 4.29670626 soit 4° 17' 48" E</div></div><div><div>Précision : Précis: 25 m, Carte IGN au 1/25000</div><div>Qualité de la position : BON</div></div></div>		
Altitude	19 m - Précision M01		
Image			

▼ Description technique

Nature	FORAGE
Profondeur atteinte	34.0 m

Diamètre de l'ouvrage	
Date fin de travaux	November 14, 1988
Mode d'exécution	ROTATION.
Etat de l'ouvrage	ACCES, EXPLOITE, TUBE-METAL, CREPINE, PRELEV.
Utilisation	EAU-COLLECTIVE
Objet de la recherche	
Objet de l'exploitation	EAU.
Objet de la reconnaissance	
Gisement	
Document(s) papier	COUPE-GEOLOGIQUE, COUPE-TECHNIQUE, PERIMETRE-PROTECTION, PLAN-SITUATION, RAPPORT-GEOLOGUE-OFFICIEL, CARACTERISTIQUES-CREPINE.
Références	EXPERTISE HYDROGEOLOGUE AGREE REILLE J.-L. 02/05/1989
Référencé comme point d'eau	 OUI
Niveau d'eau mesuré par rapport au sol	2 m - November 15, 1988
Coupe	
Z Origine	19.0 - Précision : EPD
Auteur	ROUDIL-FORAGES
Date	

▼ Documents disponibles

Document(s) numérisé(s)	Nombre de documents: 0 Aucun document disponible																
Log géologique numérisé	Nombre de niveaux: 4 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Profondeur</th><th>Lithologie</th><th>Stratigraphie</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>De 0 à 0.8 m</td><td>FORMATIONS SUPERFICIELLES</td><td>QUATERNAIRE</td></tr> <tr> <td>De 0.8 à 3.4 m</td><td>LIMONS ARGILEUX</td><td>QUATERNAIRE</td></tr> <tr> <td>De 3.4 à 31.7 m</td><td>GALETS EMBALLES DANS UNE MATRICE ARGILE-SABLEUSE (VILLAFRANCHIEN)</td><td></td></tr> <tr> <td>De 31.7 à 34 m</td><td>ARGILE JAUNE PUIS BLEUE</td><td>ASTIEN</td></tr> </tbody> </table>		Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	De 0 à 0.8 m	FORMATIONS SUPERFICIELLES	QUATERNAIRE	De 0.8 à 3.4 m	LIMONS ARGILEUX	QUATERNAIRE	De 3.4 à 31.7 m	GALETS EMBALLES DANS UNE MATRICE ARGILE-SABLEUSE (VILLAFRANCHIEN)		De 31.7 à 34 m	ARGILE JAUNE PUIS BLEUE	ASTIEN
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie															
De 0 à 0.8 m	FORMATIONS SUPERFICIELLES	QUATERNAIRE															
De 0.8 à 3.4 m	LIMONS ARGILEUX	QUATERNAIRE															
De 3.4 à 31.7 m	GALETS EMBALLES DANS UNE MATRICE ARGILE-SABLEUSE (VILLAFRANCHIEN)																
De 31.7 à 34 m	ARGILE JAUNE PUIS BLEUE	ASTIEN															

ANNEXE II

Département du GARD

Commune de BERNIS

RAPPORT HYDROGEOLOGIQUE

Recherche d'un nouveau site de captage
communal.
Forage de reconnaissance et essai
par pompage.

réalisé à la demande de :
**Direction Départementale de
l'Agriculture et de la Forêt
du Gard**

Palavas, le 19 Février 1989

BERGA-SUD

N° 30/036 A 89018

SOMMAIRE

3	INTRODUCTION
3	RECHERCHE D'UN SITE DE RECONNAISSANCE PAR FORAGE
3	TRAVAUX DE FORAGE
3	ESSAIS PAR POMPAGE
4	<u>Moyens techniques</u>
4	<u>Essais par paliers de débit</u>
4	<u>Essai de longue durée</u>
6	CHIMIE DES EAUX
6	PROPOSITION D'EXPLOITATION
6	PROPOSITIONS DE TRAVAUX
6	CONCLUSION

INTRODUCTION

La Commune de Bernis est alimentée en eau potable à partir d'un puits situé dans l'agglomération au Nord du vieux village, au pied du château d'eau (Figure A).

La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt a chargé notre Bureau d'Etudes de rechercher un nouveau site d'implantation pour un captage.

Les travaux se sont déroulés selon trois phases :

- recherche d'un site (étude hydrogéologique générale),
- réalisation d'un forage de reconnaissance en petit diamètre, pompage de courte durée, permettant une analyse de type II,
- réalisation d'un forage de reconnaissance en 180 mm de diamètre (utilisable en exploitation) ; essai par pompage de longue durée, analyse de type I.

RECHERCHE D'UN SITE DE RECONNAISSANCE PAR FORAGE

Notre choix s'est porté sur un site se trouvant à 900 mètres en droite ligne à l'E.S.E. du vieux village de Bernis (Fig. A).

Les raisons de ce choix sont d'ordre hydrogéologique : axe de l'aquifère de la Vistrenque, distance importante des zones à risque de pollution et d'ordre géographique : faible distance des installations.

TRAVAUX DE FORAGE

Ils se sont déroulés en Août 1988 (F1) et Novembre 1988 (F2).

Ces forages sont distants de 10 mètres. Leurs coupes géologiques et techniques sont données en figures B et C.

On remarque qu'on trouve 5,8 mètres d'épaisseur d'aquifère de plus sur F 2 que sur F 1.

ESSAIS PAR POMPAGE

- Date: du 15 au 18 Novembre 1989.

- Durées :
- essais par paliers de débits : paliers de 15' séparés par 15' de remontée.
 - essai de longue durée : 68h 19 mn.

Moyens techniques

Pompe immergée de 6" à 12 mètres de profondeur.
 Alimentation électrique par groupe électrogène.
 Mesures de débits par tube Pitot.
 Mesures des niveaux d'eau par sonde électrique manuelle et par limnigraphe.
 Rejet de l'eau dans un fossé rejoignant le Vistre.

Essais par paliers de débit

Les résultats suivants ont été obtenus :

Q m³/s	28	43	68	90	102
s_m	0,55	0,94	1,56	2,26	2,61
s/Q	0,019	0,022	0,023	0,025	0,026

La résolution graphique du graphe $s/Q = f(Q)$ (Fig. D) permet de donner l'équation caractéristique du forage :

$$s = 10^{-4} Q^2 + 1.7 \cdot 10^{-2} Q$$

On constate que le terme en Q^2 est petit par rapport à l'autre, mettant en évidence la faiblesse des pertes de charge et donc le bon rendement de l'ouvrage.

Essai de longue durée

Résultats bruts:

Les mesures de niveaux effectuées pendant la descente et la remontée sur le piézomètre F1 sont données dans les tableaux 1 et 2.

Les rabattements maximums observés sur les différents points de mesure sont :

Ouvrage	F2 (point de pompage "puits")	F1	F4 (SAEP Vaunage)	F3 (SAEP Vaunage)
Distance à F2 (en m)	0	10	700	650
s max (en m)	2,74	2,13	0,09	0,11

Volume total pompé : 6150 m³.

Débit moyen : 90 m³/h.

Niveau dynamique en fin de pompage sur F 2 : 4,73 mètres.

Interprétation des résultats

Les données de descente (sur le F 1) ont été portées sur un graphique $s = f(\log t)$ sur la Figure 1 ; les données relatives à la remontée (sur F 1) sur un graphique $s = f(\log t/t')$ sur la Figure 2, où :

s = rabattements en mètres
 t = temps de pompage en secondes
 t' = temps écoulé depuis la fin du pompage.

On obtient trois tronçons de droite sur la courbe de descente (Fig. 1), qui ne nous permettent pas de calculer la transmissivité de l'aquifère en raison de leur trop courte durée.

Le premier tronçon correspond à la partie captive de la nappe. L'évolution postérieure peut provenir de variations d'épaisseur de l'aquifère (5,8 mètres de différence entre F 1 et F 2).

Le calcul de la transmissivité peut être effectué par la méthode de Jacob à partir de la courbe de remontée (Fig. 2):

$$T = \frac{0,183 Q}{\Delta s} \quad \begin{array}{l} Q = \text{débit en m}^3/\text{s} \\ \Delta s = \text{rabattement sur un cycle log} \end{array}$$

$$T = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}.$$

Le coefficient d'emménagement peut être calculé à partir du premier tronçon de la droite sur la courbe de descente (Fig 1):

$$S = \frac{2,25 T t}{R^2} \quad \begin{array}{l} T = 8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s} \\ t = 1 \text{ s} \\ R = 10 \text{ m} \end{array}$$

$$S = 2 \cdot 10^{-4}$$

Ce coefficient est caractéristique de l'état captif de la nappe.

Ces très bonnes caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère permettent le calcul théorique du rabattement provoqué sur le forage (F4) d'exploitation du SAEP de la Vaunage pour un temps de pompage de 68h 19' :

$$s_{F4} = 0,4 \text{ mètre.}$$

En fait, on n'observe qu'un rabattement de 0,09 mètre.

Cette différence est due peut-être aux éventuels changements des caractéristiques de l'aquifère, mais surtout au sens de circulation de la nappe (du site de la Vaunage vers celui de Bernis) : l'alimentation de l'aquifère compensant le rabattement.

En fin de remontée on a mesuré les rabattements résiduels suivants :

F1	F4 (Vaunage)	F3 (Vaunage)
0.13 m	0.09 m	0.10 m

Ces rabattements résiduels assez forts sont dus à l'influence du pompage sur l'aquifère ainsi qu'au rabattement naturel.

L'influence du Vistre n'est visible ni en pompage (pas de stabilisation des niveaux), ni en remontée (rabattements résiduels).

CHIMIE DES EAUX

Lors du 1er essai de courte durée un prélèvement a été réalisé en vue d'une analyse de type II.

Les résultats sont donnés en Annexe.

La bonne qualité bactériologique et chimique de l'eau nous a conduit à proposer la poursuite des travaux.

En fin du pompage de longue durée un nouveau prélèvement a été effectué par l'Institut Bouisson Bertrand afin de permettre une analyse de type I + toxiques.

Cette analyse complète était motivée par la relativement faible distance du Vistre ($d = 200$ m) qui a été recalibré dans le secteur et dont on pouvait par conséquent craindre l'influence.

Aucun problème chimique n'apparaît (Cf. Annexe); on notera une teneur en nitrates particulièrement faible pour la région (16.8 mg/l).

Une pollution bactériologique assez importante est à remarquer, son origine est difficile à préciser. Elle met en évidence la nécessité d'un traitement bactériologique de l'eau.

PROPOSITION D'EXPLOITATION

Le site pourra être exploité à un débit de 1200 m³/jour.

Cette exploitation se fera à partir de deux ouvrages d'où pourront être extraits des débits de 50 m³/h.

Ce débit relativement faible par ouvrage permettra de limiter les risques de venues de sable.

PROPOSITIONS DE TRAVAUX

Un ou deux forages (le forage de reconnaissance pouvant être utilisé avec une pompe de 6") tubé en 260/273 mm de diamètre seront réalisés.

Leur profondeur sera comprise entre 25 et 33 m; ils seront équipés de 9 m de crépines de 2 mm d'ouverture.

Des essais par paliers de débit permettront de déterminer le niveau dynamique de l'eau.

Un pompage à débit maximum (100 m³/h) sera effectué pendant au moins 24 heures afin de parfaire le développement des ouvrages.

CONCLUSION

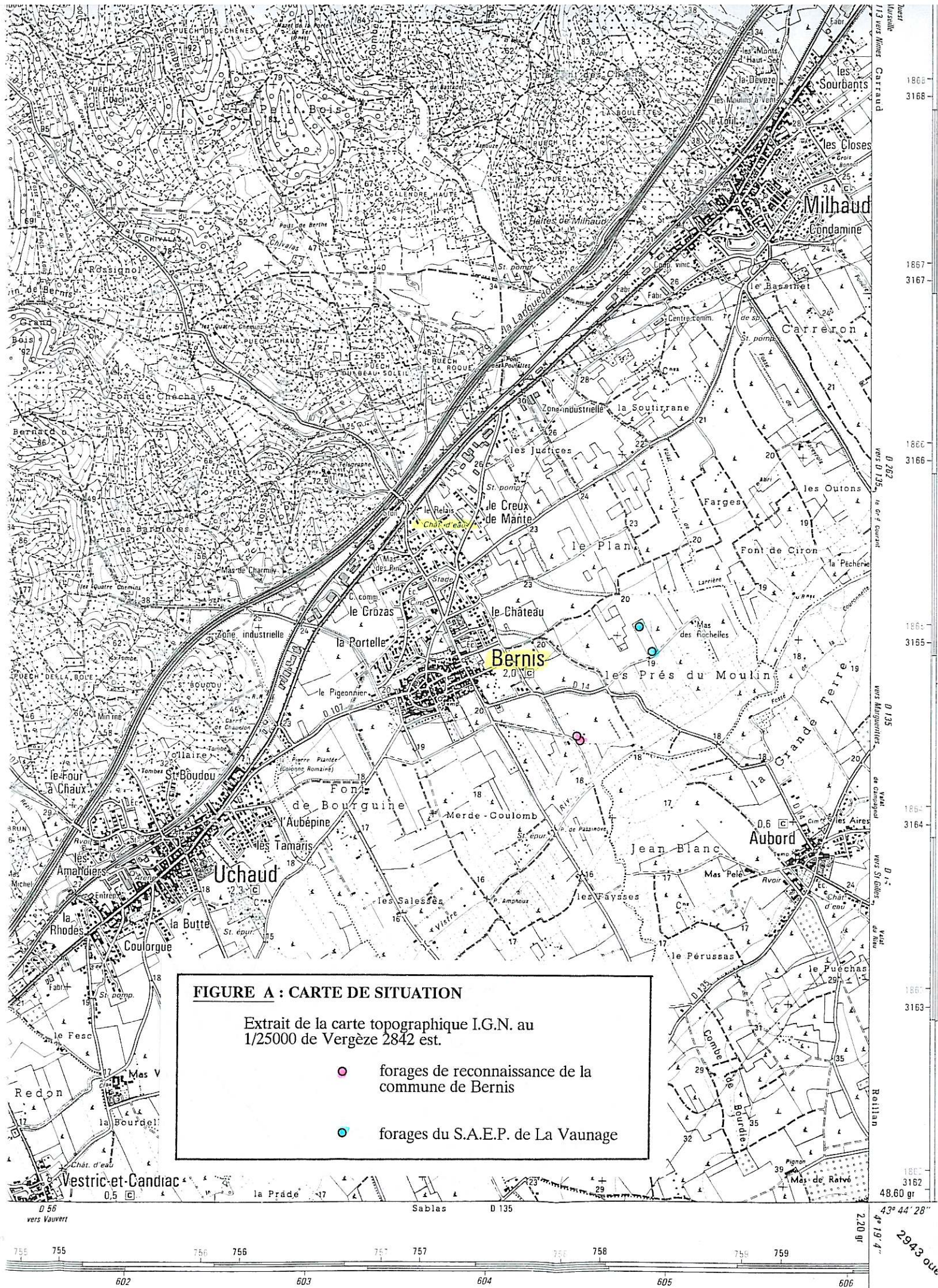
Les recherches d'eau menées sur le territoire de la commune de Bernis ont permis de déterminer un site apte à fournir un débit de 1200 m³/jour.

Ce débit sera obtenu à partir de deux ouvrages (dont éventuellement le forage de reconnaissance) d'exploitation implanté à proximité des forages de reconnaissance.

Palavas le 19 février 1989

Denis MICHEL

Jean-Marc FRANCOIS



DEPARTEMENT : Gard

COMMUNE : Bernis

LIEU DIT :

OBJET : Recherche d'eau

COORDONNEES LAMBERT III : X = 757.81 Y = 3164.40 Z = 19.00 m

DATE DES TRAVAUX : 8 au 10 août 1988

ENTREPRISE : Roudil-Forages

DEBIT INSTANTANE : 30.0 m³/h

NIVEAU STATIQUE : 2.6 m le 10/08/88

PROFIL GEOLOGIQUE				PROFIL TECHNIQUE		
H	LOG	COMMENTAIRE	STRATIGRAPHIE	FORAGE	PROFIL	TUBAGE
m				m		m
0				0		0
0.8		Formation sup.	QUATERNAIRE			
		Limons argileux	QUATERNAIRE			
3.6						
		Galets embalés dans une matrice argilo-sableuse		Marteau Fond de Trou 0- 25 m Q= 152		
9.5		Sable avec quelques galets				
11.0						
			VILLAFRANCHIEN			
		Galets embalés dans une matrice sableuse		Marteau Fond de Trou -> 26 m Q= 115		
						De -0.1 m à 24.9 m Acier Ø 139 mm
						Crépines 21.8->24.8
25.9				25.0		24.9
26.0		Argile jaune puis bleu	PLAISANCIEN	26.0		

OBSERVATIONS :"

Préforage à la tarière jusqu'à 4.50 m (diam.150 mm).

Forage exécuté à l'O.D.E.X. jusqu'à 24.90 m.

Δ/Q

0.02

0.01

0

25

20

50

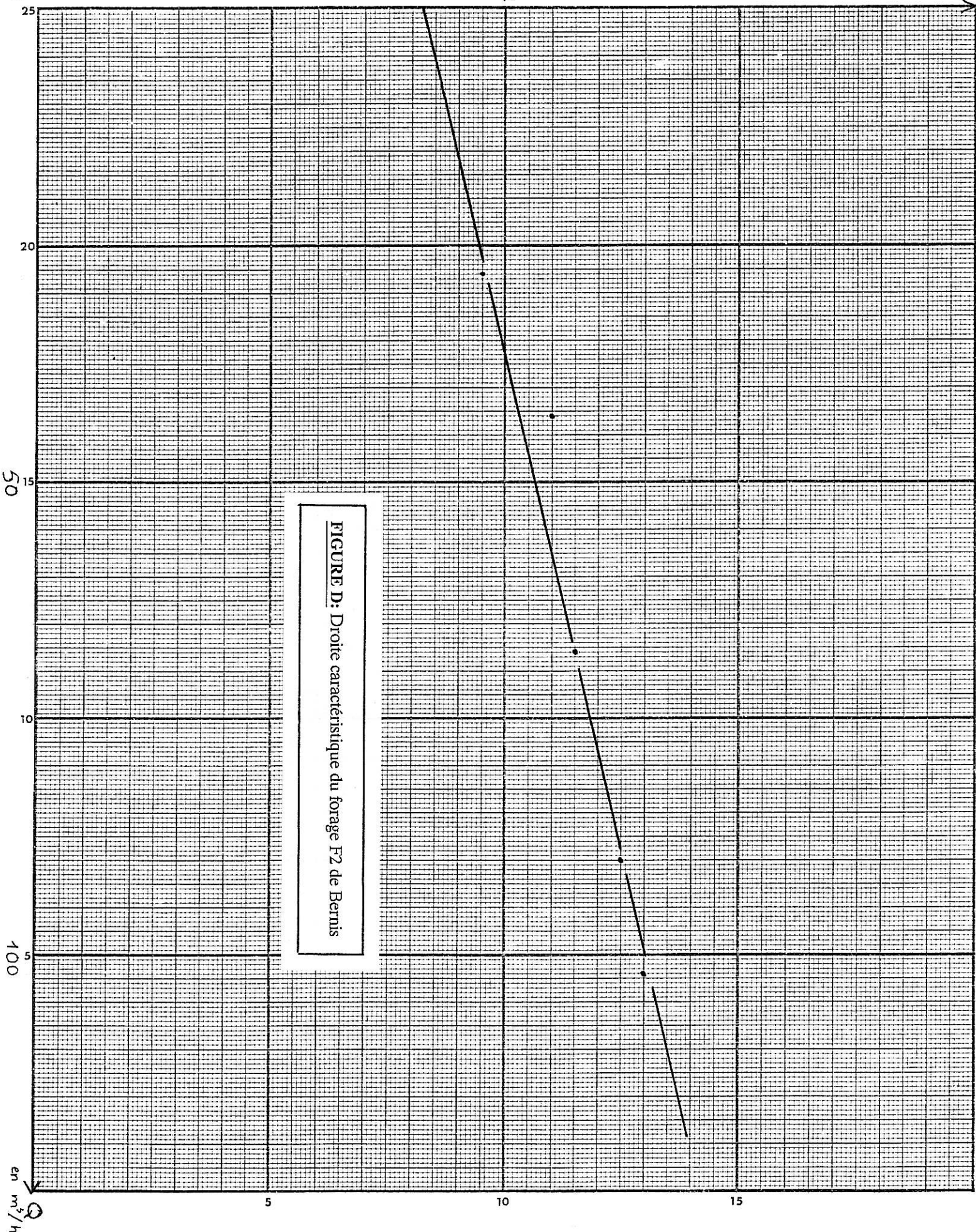
10

5

100

Q
 m^3/h

FIGURE D: Droite caractéristique du forage F2 de Bernis



TABLERAU : 1

LIEU : BERNIS - Gard

POMPAGE D'ESSAI SUR : Forage de reconnaissance F2

MESURES DURANT LA DESCENTE SUR : Piezometre F1

COORDONNEES LAMBERT III : X= 757.81 Y=3164.40 Z= 19.00

PROFONDEUR : 25 m DIAMETRE : 0.125 m

DISTANCE PUIT-S-PIEZO : 10 m

Debut de l'essai le 15.11 1988 a 15h 2

DUREE DU POMPAGE : 68 h 19

Arret de l'essai le 18.11 1988 a 11h 21

NIVEAU PIEZOMETRIQUE INITIAL : 1.77 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE AU REPOS : 0 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE FINAL : 3.9 m

! DATE !	! HEURE LEGALE !	! TEMPS (sec) !	! RABATTEMENT (m) !	! DEBIT (M3/H) !
15.11	15 h 2	0	0.00	0.00
15.11	15 h 3	60	0.98	90.00
		120	1.16	
		180	1.25	
		300	1.37	
	15 h 9	420	1.45	
		720	1.55	
		960	1.64	
		1440	1.67	
		1560	1.69	
	15 h 42	2400	1.73	
		3300	1.75	
		5460	1.77	
		8880	1.79	
16.11	9 h 0	64680	1.96	
	10 h 30	70080	1.97	
		95880	2.00	
17.11	9 h 0	151080	2.07	
		172080	2.08	
18.11	11 h 21	245940	2.13	

TABLERAU : 2

LIEU : BERNIS - Gard

POMPAGE D'ESSAI SUR : Forage de reconnaissance F2 (DUREE T = 68 h 19)

MESURES DURANT LA REMONTEE SUR : Piezometre F1

COORDONNEES LAMBERT III : X= 757.81 Y=3164.40 Z= 19.00

PROFONDEUR : 25 m DIAMETRE : 0.125 m

DISTANCE FUIITS-PIEZO : 10 m

Debut de la remontee le 18.11 1988 a 11h 21

DUREE : 70 h 19

Arret de la remontee le 21.11 1988 a 9h 40

NIVEAU PIEZOMETRIQUE INITIAL : 3.9 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE AU REPOS : m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE FINAL : 1.9 m

DATE	HEURE LEGALE	TEMPS (sec) t'	RABATTEMENT (m)	$1+t/t'$
18.11	11 h 22	0		
		60	0.93	4100.0
		120	0.84	2050.5
		240	0.75	1025.8
	11 h 38	420	0.65	586.6
		1020	0.50	242.1
		1320	0.47	187.3
		4260	0.37	58.7
		21240	0.26	12.6
		27540	0.25	9.9
		41940	0.23	6.9
		63540	0.19	4.9
19.11	23 h 0	77940	0.18	4.2
	5 h 0	103140	0.16	3.4
		139140	0.15	2.8
20.11	2 h 0	175140	0.14	2.4
	12 h 0	207540	0.13	2.2
		253140	0.13	2.0
21.11	9 h 40			

FIGURE : 1

LIEU : BERNIS - Gard

POMPAGE D'ESSAI SUR : Forage de reconnaissance F2

MESURES DURANT LA DESCENTE SUR : Piezometre F1

COORDONNEES LAMBERT III : X= 757.81 Y=3164.40 Z= 19.00

PROFONDEUR : 25 m DIAMETRE : 0.125 m

DISTANCE Puits-PIEZO : 10 m

Debut de l'essai le 15.11 1988 a 15h 2

DUREE DU POMPAGE : 68 h 19

Arrêt de l'essai le 18.11 1988 a 11h 21

NIVEAU PIEZOMETRIQUE INITIAL : 1.77 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE AU REPOS : 0 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE FINAL : 3.9 m

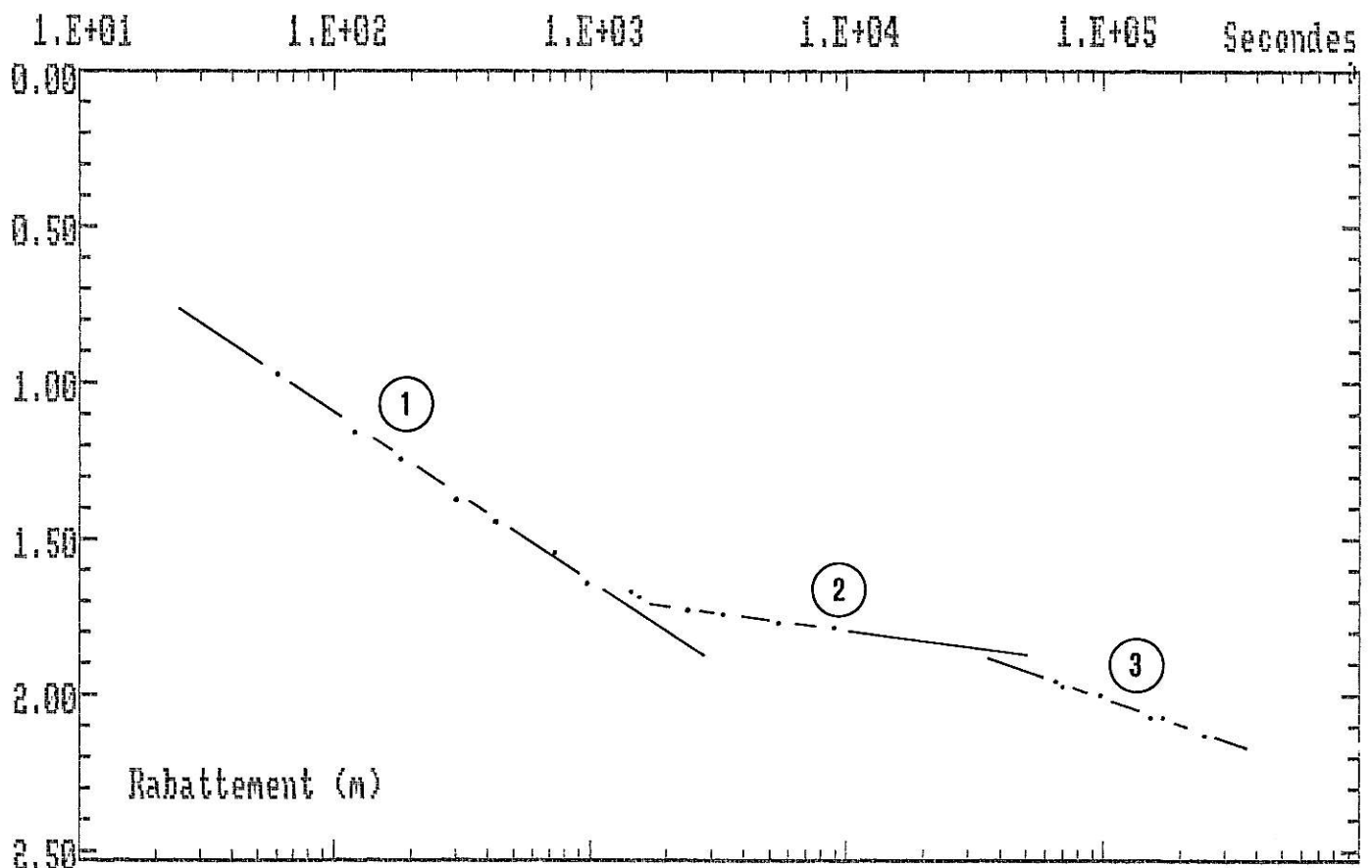


FIGURE : 2

LIEU : BERNIS - Gard

POMPAGE D'ESSAI SUR : Forage de reconnaissance F2 (DUREE T = 68 h 19)

MESURES DURANT LA REMONTEE SUR : Piezometre F1

COORDONNEES LAMBERT III : X= 757.81 Y=3164.40 Z= 19.00

PROFONDEUR : 25 m DIAMETRE : 0.125 m

DISTANCE PUITS-PIEZO : 10 m

Debut de la remontee le 18.11 1988 a 11h 21

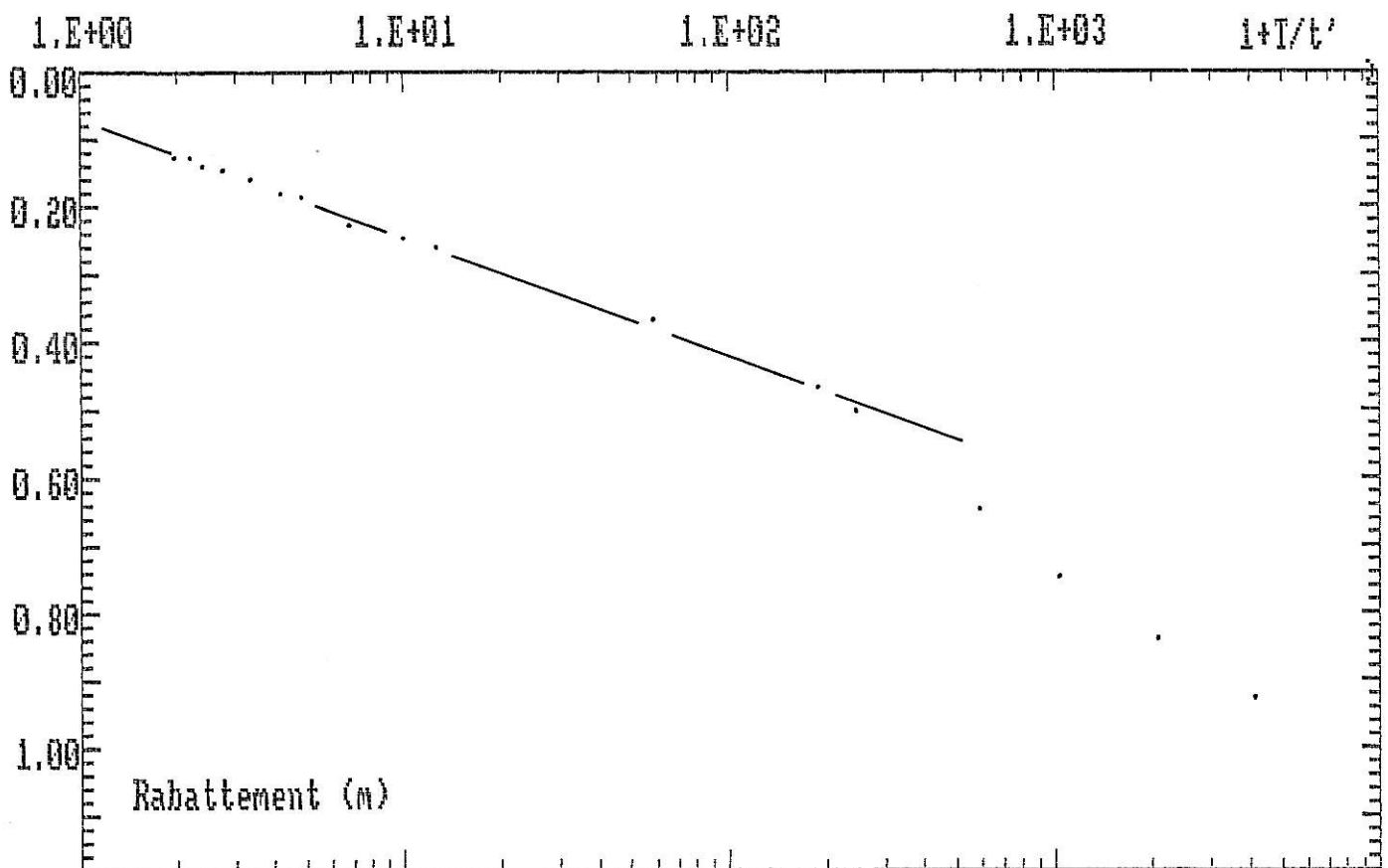
DUREE : 70 h 19

Arret de la remontee le 21.11 1988 a 9h 40

NIVEAU PIEZOMETRIQUE INITIAL : 3.9 m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE AU REPOS : m

NIVEAU PIEZOMETRIQUE FINAL : 1.9 m



INSTITUT BOUISSON-BERTRAND

LABORATOIRE DES EAUX

(Fondation de la Faculté de Médecine)

(Laboratoire régional pour les actions préventives de santé)

RUE DE LA CROIX-VERTE - 34100 MONTPELLIER - ☎ (67) 54-45-77

C.C.P. 203-71 N Montpellier

N° 2647

Réception le 88.2647

Réponse le 18/8/88

22.8.88

DESTINATAIRE →

Prélèvement effectué par : M. RACHOU

DDASS DU GARD

le 18.8.88 à N° D.D.A.S.S.

Lieu de prélèvement : ^M Forage - BERNIS/30
(26 m.)ORIGINE DE L'EAU : ☐ Réseau ☐ Captage ☐ Avant traitement ☐ Traitée ☒ Non traitée.MOTIF : ☒ Contrôle ☐ Confirmation ☐ Enquête. Chlore libre :

— pH :

Moyens de transport : ☒ Glace - ☐ Sans glace — Température de l'air : 35°

Température de l'eau : 14,7°

Temps le jour du prélèvement :

Importance des pluies dans les dix jours précédant le prélèvement : ☐ Nulles ☒ Faibles ☐ AbondantesModes de traitement : ☐ Chlore ☐ Ozone ☐ Autre procédé.

Renseignements supplémentaires concernant le prélèvement et une éventuelle cause de contamination :

EXAMEN BACTERIOLOGIQUE - ANALYSE DE SURVEILLANCE - TYPE III - NUMERATION DES GERMES

R E S U L T A T S

TYPE II

1° DENOMBREMENT TOTAL DES BACTERIES SUR GELOSE NUTRITIVE

— Nombre de colonies après 24 heures à 37°	0	par 1 ml.
— Nombre de colonies après 72 heures à 20-22°	12	par 1 ml.

2° COLIMETRIE

(Sur membranes filtrantes sur milieu TTC à 37° et à 44°)

— Escherichia coli	0	par 100 ml.
— Bactéries coliformes	0	par 100 ml.

3° DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX

(Sur membranes filtrantes à 37° sur milieu de Slanetz)

— Streptocoques fécaux	0	par 100 ml.
------------------------	---	-------------

4° DENOMBREMENT DES CLOSTRIDIUM SULFITO-REDUCTEURS

(Sur milieu de Wilson et Blair)

— Clostridium sulfito-réducteurs		par 100 ml.
----------------------------------	--	-------------

5° RESISTIVITE ELECTRIQUE en ohms/cm à 20°

CONCLUSIONS :

EAU BACTERIOLOGIQUEMENT POTABLE.-

LE CHEF DU SERVICE DE BACTERIOLOGIE,



INSTITUT BOUISSON BERTRAND
Rue de la Croix Verte ZOLAD
34100 MONTPELLIER
(Tél. 67 54 45 77)

ANNEXE DE NIMES
FACULTE DE MEDECINE
AVENUE KENNEDY-30000 NIMES
TEL:66-23 28 29

DEMANDEUR (nom et adresse complète): D D A S S
10 RUE VILLEPERDRIX
30034 NIMES

N° ANALYSE :88.2647
Reçue le :18.08.88
Réponse le :31.08.88

Prélèvement effectué le:18.08.88
Prélève effectué par :Mr RACHOU
Origine de l'eau :FORAGE
Traitement de l'eau :
Motif de l'analyse :AEP BERNIS

ANALYSE CHIMIQUE DE TYPE II

Couleur :
Odeur :
Saveur :

EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

pH à 20° 7.04
Résistivité
en ohms.cm à 20° 1330
Turbidité en gouttes
de mastic <5

CATIONS	mg/l	mEq/l
Ammoniaque en NH4 +	<0.05	0.00
Fer en Fe++	0.10	

Dureté totale(°français)	38.6
T.A.C. (°français)	29.8
Oxygène cédé par KMnO4 à chaud 10 mn en milieu acide (mg/l)	0.54

ANIONS	mg/l	mEq/l
Chlorures en Cl-	31.8	0.90
Sulfates en SO4--	34.2	0.71
Nitrites en NO2-	<0.02	0.00
Nitrates en NO3-	19.9	0.32

CONCLUSIONS:

LES ELEMENTS DOSES REpondent AUX NORMES PHYSICO-CHIMIQUES
DES EAUX D'ALIMENTATION.

Le Chef du Service de Chimie



ANALYSE No 88 / 66998

Prescripteur : DDA NIMES
Reference : E: 66998
Preleveur No 13211 Nom : SALLES JEAN LOUIS
IBB

Motif de l'analyse : ADDUCTION
Nature de l'eau : ALIMENTATION
Origine de l'eau : FORAGE

DDA NIMES
19 RUE BERNARD ATON
30000 NIMES

Tempe. de l'eau : 15 °C

Mode de traitement : NON TRAITEE
Date prelevement : 17/11/88 Reception : 17/11/88
Point de prelevement : FORAGE BERNIS - BERNIS 30

ANALYSE DE TYPE I + TOXIQUES BACTERIOLOGIE

** DENOMBREMENT DES GERMES TESTS **

COLIFORMES TOTAUX	536 PAR 100 ML
COLIFORMES FECAUX	6 PAR 100 ML
STREPTOCOQUES FECAUX	0 PAR 100 ML
SPORES BACTERIES ANAEROBIES	
SULFITO REDUCTRICES	0 PAR 20 ML

** DENOMBREMENT TOTAL GERMES **

APRES 72 H A 22 ° Celsius	64 PAR 1 ML
APRES 24 H A 37 ° Celsius	21 PAR 1 ML

** CONCLUSION : **

EAU BACTERIOLOGIQUEMENT NON POTABLE EN FONCTION DES ELEMENTS RECHERCHES.

MONTPELLIER LE 22/11/88

Le Chef de Service



ANALYSE No 88/ 66998

Prescripteur : DDA NIMES
Reference : E: 66998
Preleveur No 13211 Nom : SALLES JEAN LOUIS
IBB

Motif de l'analyse : ADDUCTION
Nature de l'eau : ALIMENTATION
Origine de l'eau : FORAGE

DDA NIMES
9 RUE BERNARD ATON
30000 NIMES

Temp. de l'eau : 15 °C

Mode de traitement : NON TRAITEE
Date prelevement : 17/11/88 Reception : 17/11/88
Point de prelevement : FORAGE BERNIS - BERNIS 30

ANALYSE DE TYPE I + TOXIQUES

CHIMIE

** EXAMEN PHYSIQUE

**

CMA

pH a 20 C	7,18	Unite pH	9,00
RESISTIVITE A 20 C	1420	ohms cm	
TURBIDITE en unite Jackson	0,5	U. Jackson	4
ODEUR A 25 C	NEANT		
SAVEUR A 25 C	NEANT		
COULEUR (mg/l de Pt/Co)	0,5	mg/l Pt/Co	15

** EXAMEN CHIMIQUE

**

CMA

RESIDU A 110 C	491,00	mg/l	
RESIDU A 500 C	457,00	mg/l	
OXYDABILITE AU KMnO4 EN MILIEU	0,19	mg/l O2	5,00
DURETE TOTALE	40,00	Deg. F	
TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET	29,60	Deg. F	
ANHYDRIDE CARBONIQUE LIERE	68,00	mg/l	
HYDROGENE SULFURE	NEANT		
OXYGENE DISSOUS EN O2	5,30	mg/l O2	
SILICE (SiO2)	13,20	mg/l	



Institut Bouisson Bertrand

LABORATOIRE RÉGIONAL AGRÉÉ POUR LE CONTRÔLE DES EAUX

ANALYSE No 66998 DDA NIMES

2^{ème} FEUILLET

ESSAI AU MARBRE : Recherche de l'agressivité

		AVANT		APRES	
		MARBRE		MARBRE	
pH		7,18		7,28	
Alcalinite au methyl orange - mg/l de CaO		165,76		170,8	
=====					
CATIONS	mg/l	CMA	ANIONS	mg/l	CMA
=====					
Calcium			Carbonates		
en Ca ++	152,14		en CO3--	NEANT	
Magnesium			Bicarbonates		
en Mg ++	4,8	50	en HCO3-	361,12	
Ammoniaque			Chlorures		
en NH4+	0,05	0,5	en Cl -	34,1	250
Sodium			Sulfates		
en Na+	13,8	175	en SO4--	39,7	250
Potassium			Nitrites		
en K +	0,4	12	en NO2-	0,02	0,1
Fer			Nitrates		
en Fe++	0,04	0,2	en NO3-	16,8	50
Manganese	Microgrammes/litre		Phosphates		
en Mn++	0,20	50	en PO4---	0,05	5
Aluminium	Microgrammes/litre				
en Al+++	10	200			
=====					

** TOXIQUES OU INDESIRABLES

**

CMA

FLUOR EN F	0,17 mg/l	1,50
ARSENIC EN As	0,5 microg/l	50
CHROME TOTAL EN Cr	0,50 microg/l	50
CUIVRE EN Cu	0,20 microg/l	1000
PLOMB EN Pb	0,05 microg/l	50
ZINC EN Zn	0,20 mg/L CaO	5000
SELENIUM EN Se	0,05 microg/l	10

** MICROPOLLUANTS ORGANIQUES

**

CMA

PHENOLS (INDICE PHENOL)	0,05 microg/l	0,5
CYANURES	0,05 microg/l	50

nota: CMA = Concentration Maximale Admissible

** CONCLUSION :

**

LES ELEMENTS DOSES REpondent AUX NORMES PHYSICO-CHIMIQUES
DES EAUX D'ALIMENTATION
MINERALISATION ET DURETE IMPORTANTES

MONTPELLIER LE 07/12/88

Le Chef de Service

ANNEXE III

Département du **Gard**

Commune de **BERNIS**

Lieu-dit : **Trièze Terme**

RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE

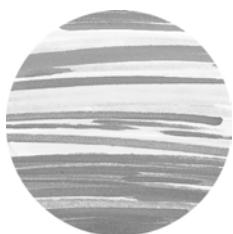
- **Compte rendu de l'essai par pompage réalisé sur le futur captage de Bernis**
- **Document d'incidence**

Réalisé à la demande du :

**Communauté d'Agglomération
Nîmes Métropole
3 rue du Colisée
30947 NÎMES**

Lussan, le 4 novembre 2004

N° 30/036 E 04 102



SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION	3
2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE.....	3
3. CADRES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE.....	4
4. ESSAI PAR POMPAGE.....	4
4.1. Caractéristiques techniques.....	5
4.2. Chronologie.....	6
4.3. Résultats et interprétation.....	7
5. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.....	9
6. INCIDENCE DU PRÉLÈVEMENT	10
7. CHRONIQUE DES NIVEAUX ET DES TENEURS EN NITRATES	11
8. QUALITÉ DE L'EAU	11
9. POSSIBILITÉS D'EXPLOITATION	12
10. CONCLUSION	13

1. PRÉSENTATION

La commune de Bernis, membre de la Communauté d'Agglomération de Nîmes Métropole, est partiellement alimentée en eau potable par un captage situé dans l'agglomération (forage de Creux de Mantes) et qui ne peut donc pas être régularisé administrativement. Le complément d'alimentation est assuré par la Compagnie du Bas-Rhône Languedoc.

En 1988, un nouveau site de captage avait été testé au Sud-Est du village.

Dans le cadre de la régularisation administrative et comme suite à l'avis préliminaire de l'Hydrogéologue agréé Monsieur REILLE réalisé en juillet 2001, un nouvel essai par pompage a été réalisé à un débit de l'ordre de 100 m³/h parallèlement à des essais sur trois autres sites (Les Rochelles et Canférin -captages du S.A.E.P. de la Vaunage- et Le Rouvier -futur captage d'Aubord-).

Cette opération de pompage globale était destinée à tester le potentiel de production aux niveaux quantitatif et qualitatif de ce secteur de l'aquifère de la Vistrenque.

Un prélèvement pour analyse de première adduction a été réalisé à l'issue du pompage pour analyse de première adduction de type PASOU telle que prévue par le législateur.

Ce rapport est un compte rendu de ces travaux.

2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le site de Trièze Terme se trouve à 900 mètres en droite ligne au Sud-Est du centre village de Bernis (cf. Figure 1). Le forage F1, réalisé en 1988, a pour coordonnées Lambert III :

$$\begin{aligned}x &= 757,81 \text{ km} \\y &= 3\,164,40 \text{ km} \\z &= 19 \text{ m.}\end{aligned}$$

Les coupes géologique et technique de l'ouvrage sont représentées sur la Figure 2.

3. CADRES GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

L'aquifère testé est celui de la Vistrenque, référencé sous le code 150 dans le référentiel hydrogéologique français, dont le magasin est constitué de galets, graviers et sables d'âge Villafranchien-Quaternaire.

Cet aquifère de grande dimension présente localement des variations d'épaisseur et de qualité du matériau poreux dont il est constitué.

Ainsi sur le site d'étude pour les deux ouvrages distants seulement de 10 mètres, l'épaisseur des alluvions varie de 22,50 à 29 mètres.

Une couverture limoneuse de 3,50 à 4 mètres d'épaisseur assure la captivité de l'aquifère au repos (en période de hautes et moyennes eaux) et sa protection vis-à-vis des pollutions superficielles.

Le site d'essai actuel est composé d'un forage de 32 mètres de profondeur tubé en acier de diamètre 180/193 mm et d'un piézomètre de 26 mètres de profondeur, tubé en acier de diamètre 139 mm (cf. Figure 2).

4. ESSAI PAR POMPAGE

Cet essai a eu lieu en même temps que ceux réalisés sur les captages des Rochelles et de Canféren et sur le forage de reconnaissance au lieu-dit Le Rouvier à Aubord.

Le captage actuel de Bernis (forage de Creux de Mantes) a été laissé en fonctionnement normal.

D'une durée de 3 jours et 23 minutes, il a été réalisé du 9 au 12 août 2004 à un débit moyen de 100 m³/h. Il était destiné à :

- préciser le potentiel de production du site,
- vérifier la qualité de l'eau en fin d'essai avec les autres sites voisins en exploitation,
- permettre des propositions d'exploitation,
- définir les influences réciproques des divers captages.

4.1. Caractéristiques techniques

- **Conditions** : Basses eaux.
- **Installateur** : ROUDIL Forages (Nîmes -30).
- **Groupe de pompage** : Pompe immergée 6" à 16 mètres dans le forage et pompe de surface sur le piézomètre, remplacée ensuite par une pompe immergée 4".
- **Alimentation électrique** : Groupe électrogène.
- **Point de rejet de l'eau** : Dans un fossé qui draine les eaux superficielles vers le Vistre sans risque de recyclage.
- **Mesure du débit** : Débitmètre électromagnétique Krohne aquaflux 010K associé à un convertisseur IFC 090K relié à une centrale d'acquisition de données numériques HDL de Cr2m,
- **Points d'eau contrôlés** : Forage F1 ainsi que sur les Rochelles les cinq puits de pompage (F1 à F5) et 3 piézomètres (piézomètre entrée, piézomètre central, piézomètre fond), entre Les Rochelles et Canférin (piézomètre vigne), sur le Rouvier (F1 et P1).
- **Niveau initial** : 4,29 mètres / tube.
- **Distance entre les forages** :
 - Trièze Terme / Les Rochelles : 600 mètres
 - Trièze Terme / Canférin : 1 500 mètres
 - Trièze Terme / Le Rouvier : 1 300 mètres.
- **Mesure des niveaux** :
 - Mesures ponctuelles : limnimètre électrique manuel
 - Mesures continues : sonde piézorésistive PTX 1830 de Druck qui convertit la pression d'eau en signal électrique par technologie piézorésistive et le conditionne en boucle (4-20 mA). Ce capteur est relié à une centrale d'acquisition et d'enregistrement de données numériques HDL de Cr2m,
- **Mesure de la conductivité et de la température** : Mesures ponctuelles au moyen du conductimètre WTW LF 330.
- **Mesure de la pluviométrie** : Banque PLUVIO stations de Vestric et Candiac (30347001).

4.2. Chronologie

Descente

Le démarrage sur chaque point de pompage a été réalisé de façon décalée, on peut reconstituer l'historique de la manière suivante :

- Trièze Terme (Bernis) :

du 09/08/2004 11 h 40
au 12/08/2004 12 h 03
soit 3 jours et 23 minutes.

- Rochelles et Canféren :

du 09/08/2004 12 h 08
au 12/08/2004 14 h 10
soit 3 jours, 2 heures et 2 minutes.

- Le Rouvier (Aubord) :

du 10/08/2004 11 h 04
au 13/08/2004 14 h 10
soit 3 jours, 3 heures et 6 minutes.

Remontée

Le temps d'observation de la remontée a été variable selon les points du réseau de forages et piézomètres contrôlés.

- Au niveau du forage de Trièze Terme, la remontée a été observée pendant 24 heures environ et sur le forage du Rouvier (Aubord) pendant 3 jours environ.

- Au niveau des Rochelles et de Canferin, la remontée a été écourtée en raison de la reprise des prélèvements pour l'alimentation du réseau d'eau potable. Ainsi la remontée s.s. a durée environ 1 heure mais les enregistrements se sont poursuivis jusqu'au 16/08/2004 11 h 46 sur le piézomètre de l'entrée (soit environ pendant 4 jours) et jusqu'au 13/08/2004 13 h 20 (soit environ 1 jour) sur le piézomètre du Fond.

- Au niveau du piézomètre des Vignes, l'évolution du niveau de l'eau a été enregistrée jusqu'au 16/08/2004 11 h 20, soit pendant environ 4 jours après l'arrêt du pompage.

4.3. Résultats et interprétation

Descente

▪ *Débits moyens :*

Trièze Terme $\approx 100 \text{ m}^3/\text{h}$

Les Rochelles $\approx 280 \text{ m}^3/\text{h}$

Canférin $\approx 90 \text{ m}^3/\text{h}$

Le Rouvier $\approx 80 \text{ m}^3/\text{h}$

Soit un débit total de l'ordre de $550 \text{ m}^3/\text{h}$. (sans tenir compte du prélèvement actuel de Bernis).

Les variations du débit que l'on peut observer tout le long du pompage ont été provoquées par des incidents successifs.

Le pompage a débuté avec la mise en route de deux pompes, une de surface dans le piézomètre et une immergée dans le forage F1, permettant d'atteindre un débit cumulé de $126 \text{ m}^3/\text{h}$.

La pompe de surface a, par la suite, baissé de puissance, avant de s'arrêter complètement, portant le débit à $86 \text{ m}^3/\text{h}$ environ (F1).

L'installation d'une nouvelle pompe (4" immergée) de remplacement a permis de poursuivre le pompage avec un débit moyen cumulé de $105 \text{ m}^3/\text{h}$.

L'arrêt du pompage dans la nuit du 11 au 12 août a été provoqué par un dysfonctionnement du groupe électrogène.

▪ *Principales valeurs mesurées sur F1 :*

Temps	0	2h	4h	21h30	1j2h50'	1j9h20'	1j16h20'	2j5h20'	2j17h20'	3j23'
Débit (m^3/h)	0	126	92		86,5	105				
Profondeur plan d'eau (m/tube)	4,29	7,95	7,29	7,42	7,25	7,67	7,71	7,70	7,73	7,75
Rabatement (m)	0,00	3,66	3,00	3,13	2,96	3,38	3,42	3,41	3,44	3,46

L'enregistrement de l'évolution du plan d'eau dans le forage F1 au cours de l'essai par pompage est présenté sur la Figure 3. Les variations du niveau que l'on peut observer sont dues aux variations du débit (cf. paragraphe précédent).

- **Rabatement maximum ($Q \approx 126 \text{ m}^3/\text{h}$) sur F1 :** 3,69 mètres.

Soit une profondeur de 7,98 mètres / tube.

- **Estimation des volumes extraits des forages :**

Trièze Terme $\approx 7\,500 \text{ m}^3$

Les Rochelles $\approx 21\,000 \text{ m}^3$

Canférin $\approx 6\,800 \text{ m}^3$

Le Rouvier $\approx 6\,000 \text{ m}^3$

Soit au total d'environ $41\,000 \text{ m}^3$ en 74 heures de pompage.

Remontée

- **Principales valeurs mesurées :**

Temps	t = 3j23' t' = 0	t' = 1'	t' = 5'	t' = 10'	t' = 1h	t' = 6h	t' = 12h	t' = 18h	t' = 24h
Profondeur plan d'eau (m/tube)	7,75	5,57	5,12	4,96	4,67	4,34	4,31	4,31	4,29
Rabatement (m)	3,46	1,28	0,83	0,67	0,38	0,05	0,02	0,02	0,00

Le niveau initial est restitué et dépassé au bout d'environ 15 heures d'arrêt, ce qui traduit la bonne réalimentation de l'aquifère.

- **Caractéristiques hydrodynamiques :**

En raison des variations de débit, les mesures effectuées lors de ce pompage ne permettent pas une interprétation très rigoureuse de l'essai permettant de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques propres au site. Néanmoins, des tronçons de courbes d'évolution peuvent être utilisés (cf. Figure 4 et 5) pour quantifier ces valeurs.

De plus, par analogie avec ce qui a pu être mesuré lors de cet essai sur les sites voisins et grâce aux résultats des essais de novembre 1988 (rapport BERGA-Sud n° 30/036 A 89018), des valeurs moyennes représentatives de l'état global de l'aquifère pourront être proposées.

5. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

La descente sur le forage F1 a été portée sur un graphique $s = f(\log t)$ -cf. Figure 4- malgré les perturbations apportées par les variations du débit de pompage.

Les points correspondant au rabattement du plan d'eau (seconde période de débit) s'alignent selon une droite qui permet de calcul d'une valeur de la transmissivité si l'on adopte les hypothèses de traitement relatives au modèle simplifié de Jacob en régime hydrodynamique transitoire et en comparant l'aquifère à un milieu poreux homogène, isotrope et infini :

$$T = \frac{0,183 Q}{\Delta s} \quad \text{avec : } \begin{array}{ll} T & = \text{Transmissivité (m}^2/\text{s)} \\ Q & = \text{Débit (m}^3/\text{s)} \\ \Delta s & = \text{Rabattement sur un cycle log (m)} \end{array}$$

$$T = 2,5.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}.$$

Pour la remontée, les valeurs du rabattement dans le forage sont portées sur le graphique 4 en fonction du logarithme d'une expression mettant en relation le temps de pompage et le temps écoulé depuis l'arrêt de celui-ci.

Nous avons pu calculer deux valeurs de transmissivité :

$$\begin{aligned} T1 &= 8.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \\ T2 &= 1.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Résultats antérieurs :

Lors de l'essai par pompage de novembre 1989, d'une durée et d'un débit équivalents (≈ 68 heures) à ceux de l'essai de cette année, des mesures avaient été possibles sur le piézomètre alors non équipé d'une pompe.

Les caractéristiques hydrodynamiques calculées alors (du même ordre de grandeur que celles déterminées lors de cet essai) étaient :

$$\begin{aligned} T &= 2,7.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \\ S &= 2.10^{-4} \end{aligned}$$

Ces valeurs correspondaient à celles d'un aquifère captif d'excellente perméabilité.

Toutefois, pour ajuster les calculs d'interférence avec les autres sites et en tenant compte des observations effectuées lors des différents essais dans le secteur (0,11 cm de rabattement provoqué aux Rochelles en 1988) et dans les environs, les valeurs moyennes qui peuvent être retenues sont :

$T = 2.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ $S = 10^{-2}$
--

6. INCIDENCE DU PRÉLÈVEMENT

Lors de l'essai de 1988, il avait été mesuré un rabattement de 0,11 mètre sur les Rochelles après 60 heures de pompage à 90 m³/h.

Lors de cet essai, de petites variations (de l'ordre d'une dizaine de centimètres) de niveau ont été observées sur le piézomètre entrée du site des Rochelles concomitamment aux variations du débit sur les forages de Trièze Terme.

Une évolution du niveau du plan d'eau dans les trois piézomètres des Rochelles contrôlés est présentée en Annexe I.

Sur le site du Rouvier à Aubord, aucun impact du pompage sur Trièze Terme n'a pu être mis en évidence (cf. Annexe II).

L'utilisation des caractéristiques hydrodynamiques calculées permet de déterminer quel serait le rabattement induit sur le captage des Rochelles par un pompage de 104 jours à un débit de 200 m³/h sur le site des Trièze Terme.

$$s = \frac{0,183 Q}{T} \log \frac{2,25 T t}{r^2 S}$$

avec : $Q = 200 \text{ m}^3/\text{h}$ ou 55 l/s
 $T = 2.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$
 $S = 10^{-2}$
 $t = 9.10^6 \text{ s}$ ou 104 jours
 $R = \text{distance pompage / site} \approx 600 \text{ m}$

s = 1,04 mètre

On notera que, si on utilise un coefficient d'emmagasinement de nappe captive plus proche de ce que l'on rencontre sur le secteur de Trièze Terme, que de l'ensemble de l'aquifère local, le rabattement ne serait quand même que de 2,06 mètres.

L'impact induit par un prélèvement de 300 m³/h sur les Rochelles pendant un pompage de 104 jours serait voisin de 1,56 mètre sur Trièze Terme.

Compte tenu des tranches d'eau disponibles au niveau de chacun des sites de captage, les prélèvements proposés n'auraient pas d'impact perturbant sur le site voisin.

7. CHRONIQUE DES NIVEAUX ET DES TENEURS EN NITRATES

Sur les Figures 6 et 7 ont été portées respectivement les teneurs en nitrates et la piézométrie mesurées par la DIREN dans des piézomètres proches du secteur d'étude.

Il peut être remarqué que la teneur en nitrates de l'aquifère, qui semble corrélée avec la hauteur de la nappe, a tendance à diminuer et que le niveau de l'aquifère est plutôt en baisse depuis 1993 avec des étiages très marqués en 2003 et 2004.

Il n'apparaît toutefois pas que la ressource soit en danger ni qualitativement ni quantitativement.

8. QUALITÉ DE L'EAU

Des mesures de conductivité et de température ont été réalisées au cours du pompage. Les principales valeurs sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Date	09/08/2004	10/08/2004	11/08/2004	12/08/2004
Heure	12 h 40	14 h 09	11 h 43	12 h 03
Température (°C)	15,6	15,7	15,7	15,9
Conductivité (µS/cm)	711	735	736	730

Les valeurs mesurées ne montrent aucune évolution significative au cours du pompage et sont comparables à celles mesurées habituellement dans le secteur.

En fin d'essai par pompage, un prélèvement a été réalisé par Bouisson Bertrand Laboratoires. Le résultat de l'analyse réalisée sur ces échantillons est donné en Annexe III.

Il apparaît une bonne qualité bactériologique de l'eau. La présence d'un grand nombre de bactéries revivifiables est probablement dû au fait que ces forages ne sont pas utilisés et à une certaine dégradation du tubage du piézomètre.

La qualité chimique de l'eau est très bonne avec notamment une faible teneur en nitrates (19 mg/l ; compatible avec le suivi de l'aquifère dans le secteur -cf. chapitre précédent-) et avec ce qui avait été mesuré lors de l'essai de 1988 : 16,9 mg/l.

Les autres éléments mesurés (les résultats des mesures des éléments radioactifs ne sont pas encore connus) sont absents ou en quantité indétectable.

Le seul élément présent est le tétrachloroéthylène (0,23 µg/m). Cette teneur (retrouvée le même jour sur l'analyse effectuée aux Rochelles) pourrait provenir d'une erreur de mesure et devra donc être vérifiée.

9. POSSIBILITÉS D'EXPLOITATION

Les rabattements observés lors des différents pompages, l'épaisseur de l'aquifère sur le site, les très faibles influences observées ou calculées entre les différents sites exploités, montrent qu'un débit d'au moins 200 m³/h pourrait être obtenu sur les sites des Trièze Terme.

Pour cela, deux ou trois forages d'exploitation d'une profondeur de 25 à 30 mètres devront être réalisés.

10. CONCLUSION

L'essai par pompage de 72 heures réalisé sur le site des Trièze Terme et les autres points du captage actuel (Les Rochelles et Canférim) ou futur (Le Rouvier) ont confirmé le fort potentiel de production du site et la bonne qualité de son eau.

Deux ou trois ouvrages d'exploitation de 25 à 30 mètres de profondeur devraient permettre l'obtention d'un débit atteignant au moins 200 m³/h.

En l'état actuel de l'aquifère, l'influence réciproque des différents captages ne pose pas de problème ni quantitatif ni qualitatif.

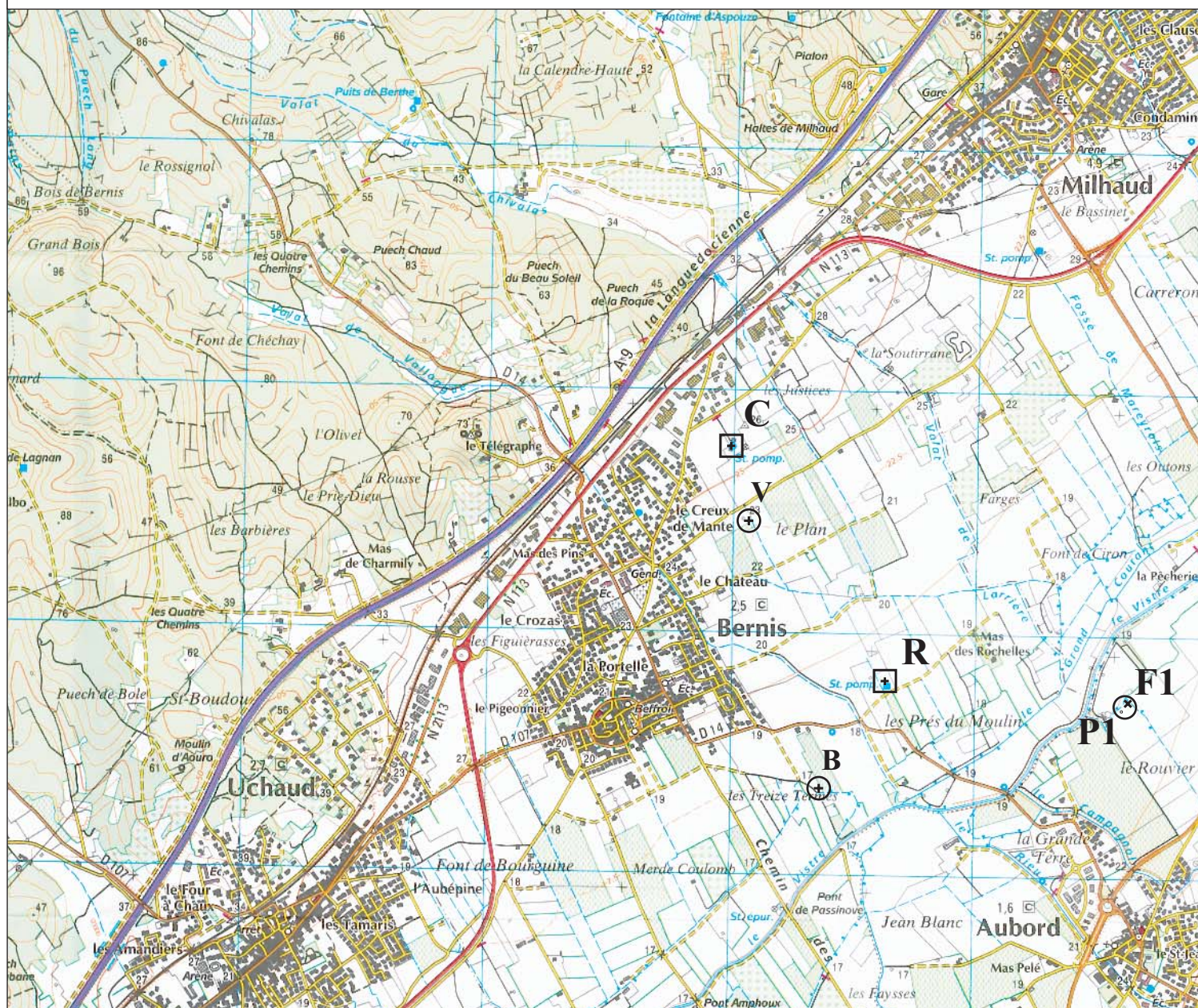
Lussan, le 4 novembre 2004

Guillaume LATGÉ

Jean-Marc FRANÇOIS

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

1



EXTRAIT DE LA CARTE TOPOGRAPHIQUE IGN AU 1/25 000 N° 2842 E VERGEZE

Forage de Bernis (Le Trièze Termes) :



Forage et piézomètre

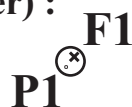
Captages du Syndicat de la Vaunage :



Captage des Rochelles

Captage de Canférin

Forage d'Aubord (Le Rouvier) :



Forage et piézomètre P1

Piézomètre de surveillance (Le Plan) :



Piézomètre situé dans une vigne





BERNIS (30) - Lieu-dit : Trièze Terme

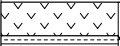

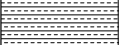
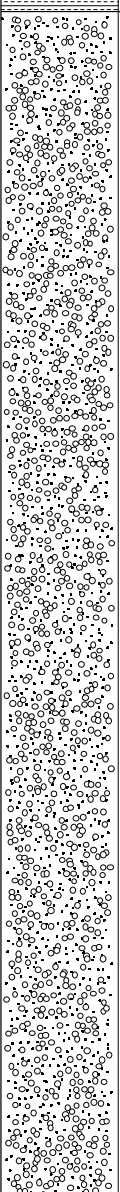

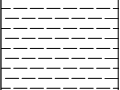

F1

x = 757,81 y = 3 164,40 z = 19

2

PROFIL GÉOLOGIQUE

PROFIL TECHNIQUE

H (m)	Lithologie	Stratigraphie	Fonçage	Coupe technique	Tubage
0	 Formation superficielle	Quaternaire			Cimentation gravitaire de 0 à 3,0 m
	 Limons argileux				
5	 Galets emballés dans une matrice argilo-sableuse	Villafranchien	Rotary Ø 210 mm de 0 à 34 m		Acier Ø 180/193 de -0,1 à 32,2 m
10					
15					
20					
25	 Argile jaune puis argile bleue	Plaisancien			Crépines de 22 à 31 m
30					

Observations :

Recherche d'eau - Travaux réalisés par l'entreprise ROUDIL Forages (Nîmes - 30) du 12 au 14/11/1988
Débit instantané : 50 m³/h

ESSAI PAR POMPAGE SUR LE FORAGE F1

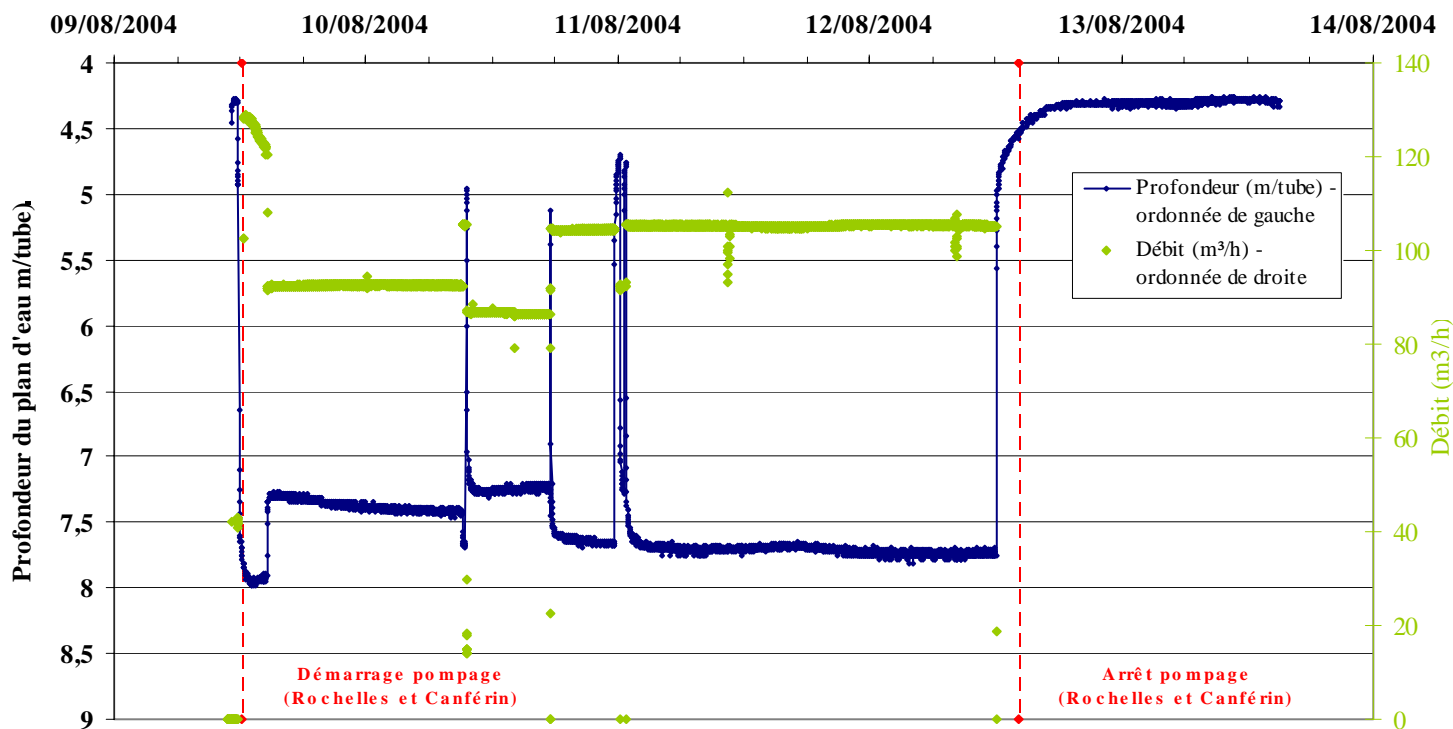
09 au 12 août 2004

- BERNIS (30) Le Trièze Terme -

3

ÉVOLUTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU DANS LE FORAGE F1 DE TRIÈZE TERME

DÉBIT DE PRODUCTION SUR LE SITE



ESSAI PAR POMPAGE SUR LE FORAGE F1

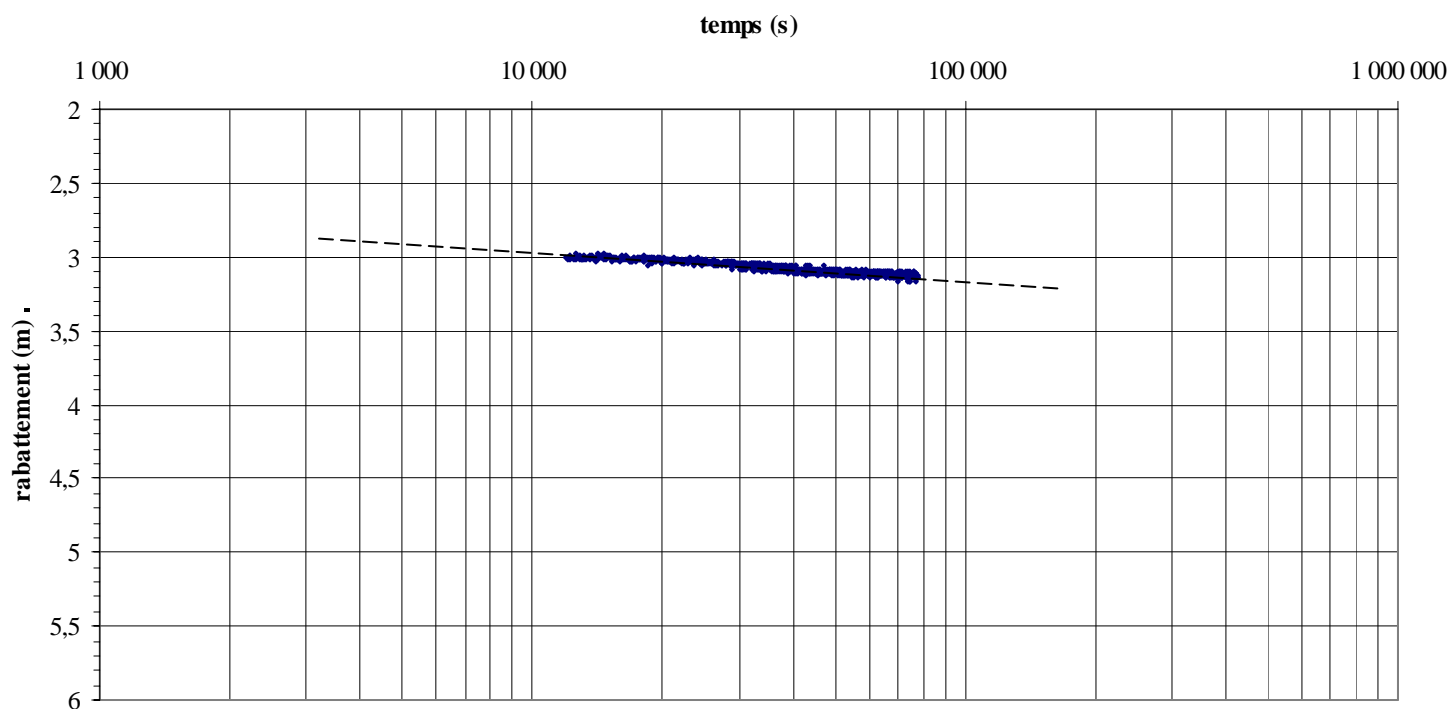
09 au 12 août 2004

- BERNIS (30) Le Trièze Terme -

4

DESCENTE

Graphe $s = f(\log t)$



ESSAI PAR POMPAGE SUR LE FORAGE F1

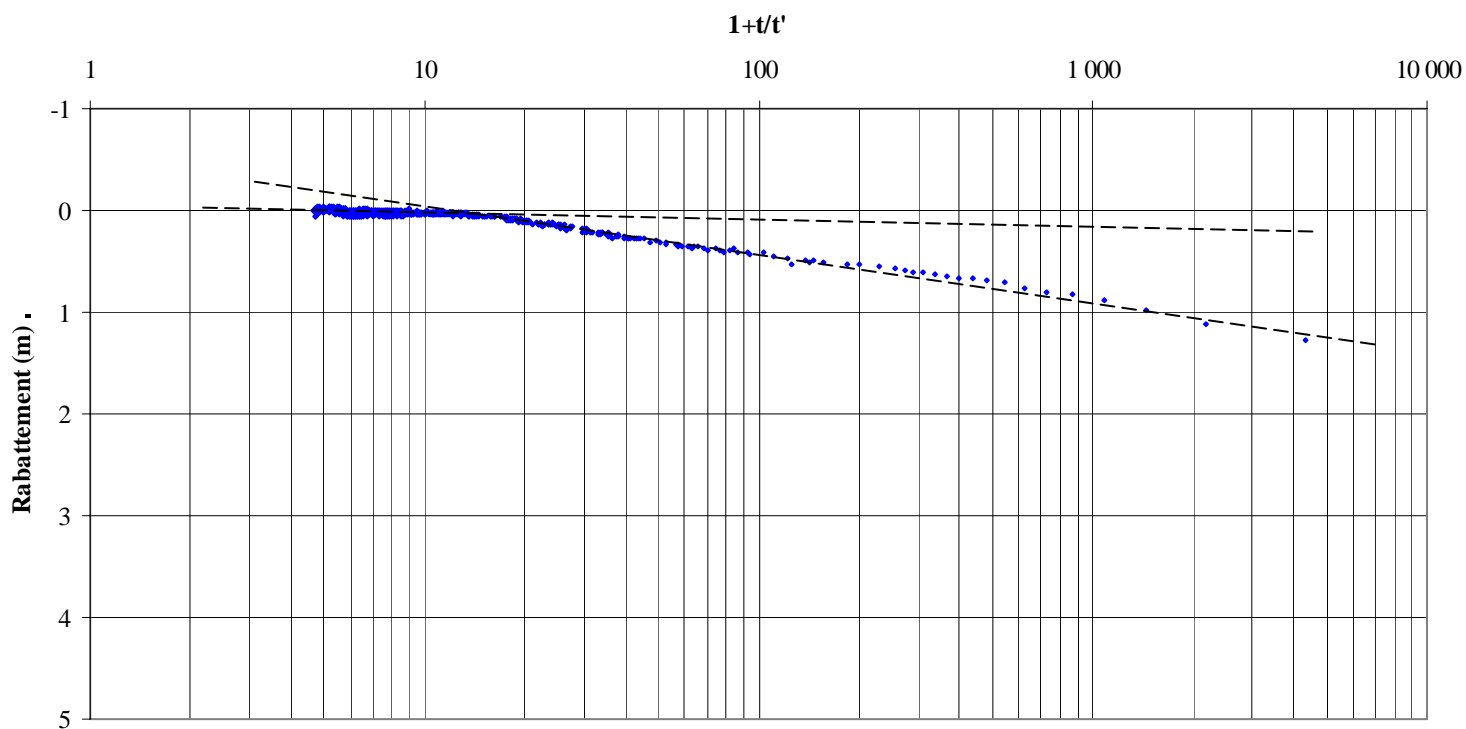
09 au 12 août 2004

- BERNIS (30) Le Trièze Terme -

5

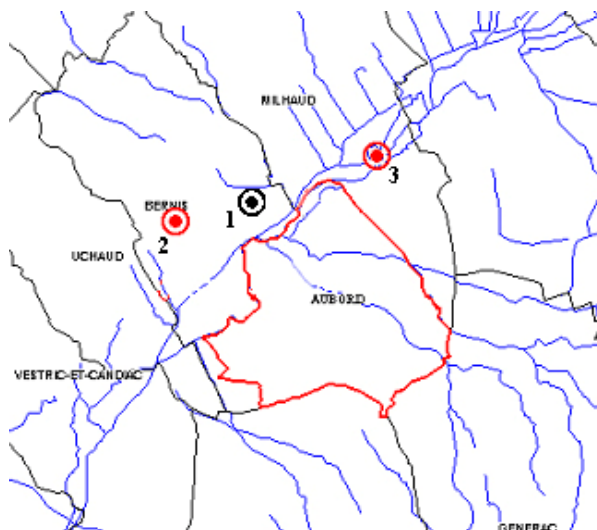
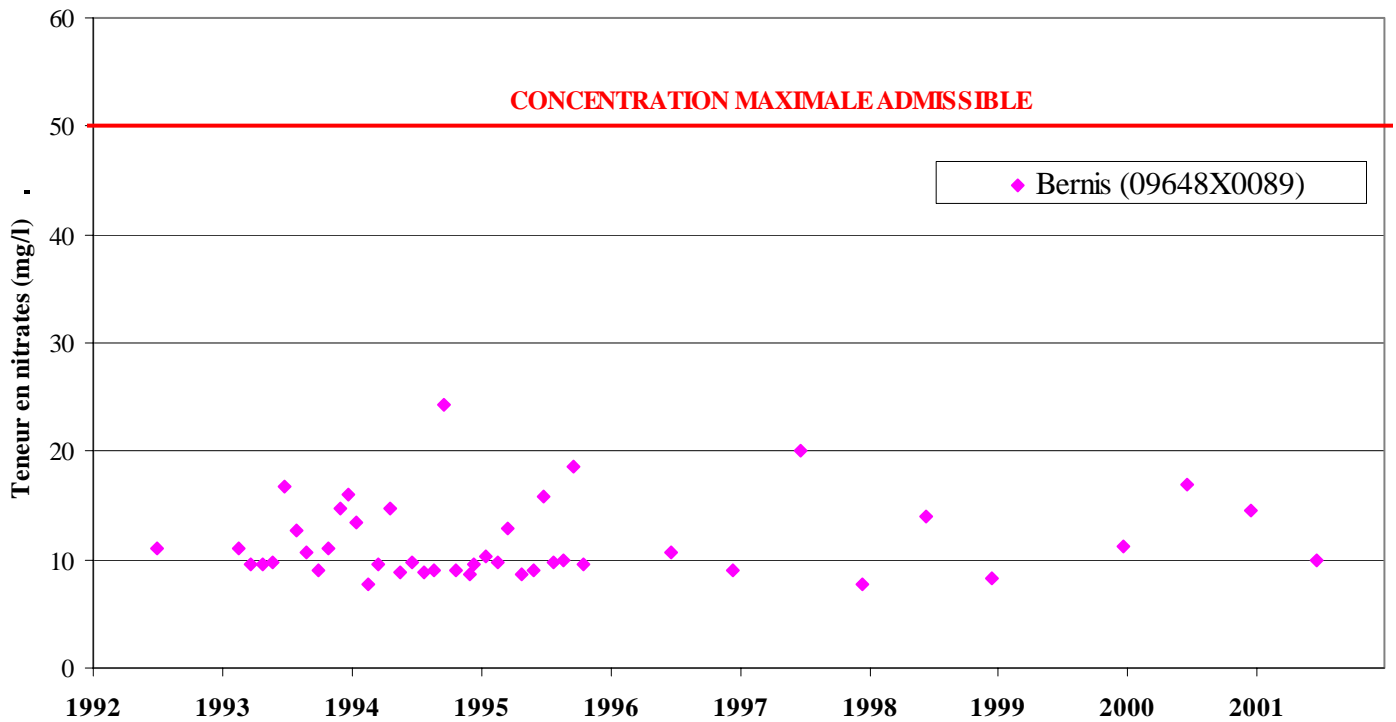
REMONTÉE

Graphe $s = f(\log 1+t/t')$



6

RÉSEAU DE SUIVI QUALITATIF DE LA NAPPE DE LA VISTRENQUE (DIREN Languedoc-Roussillon)



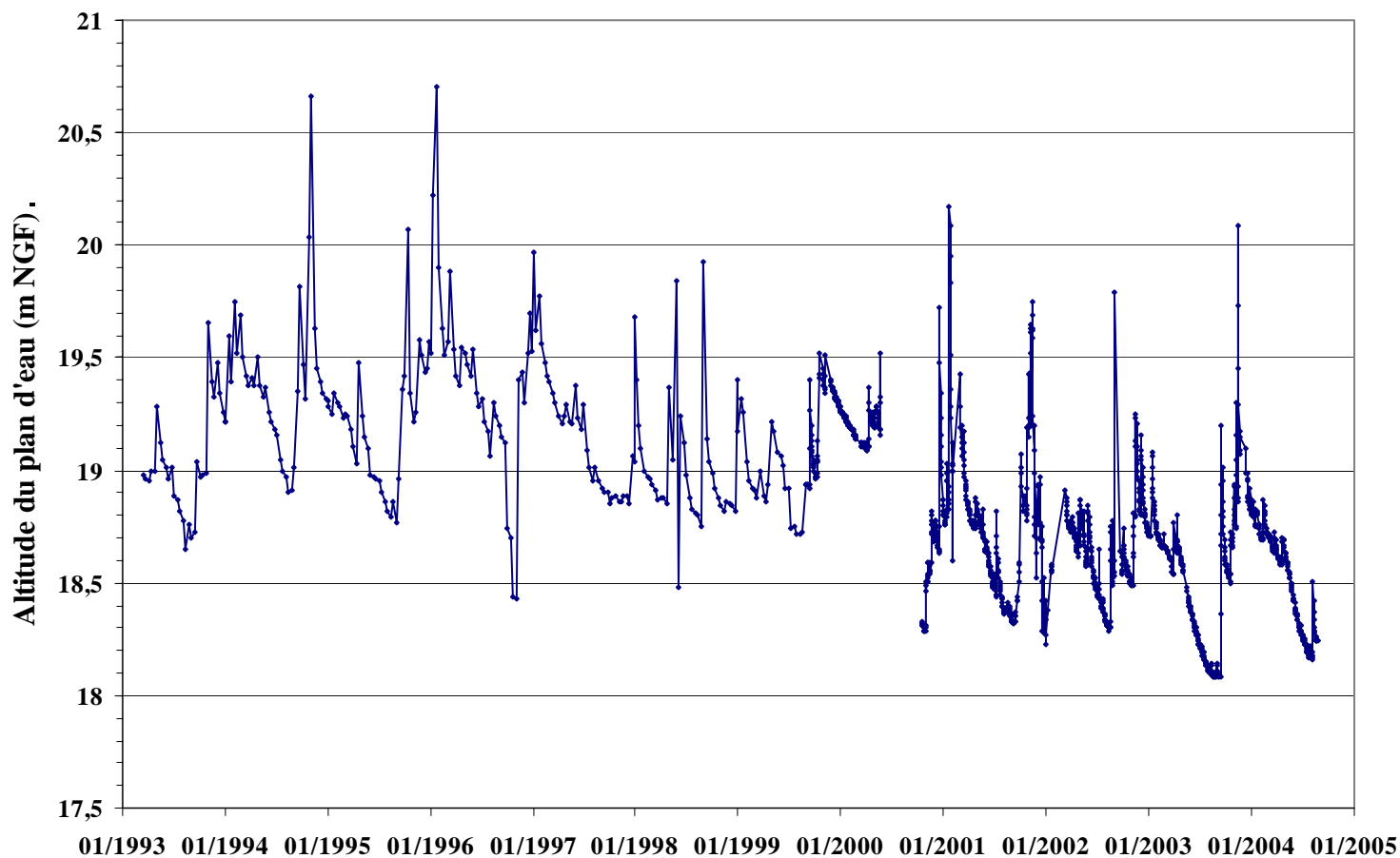
1 – Forage F1 – Trièze Termes (Bernis)

Emplacement du réseau de suivi de la Vistrenque :

2 – suivi qualitatif (Bernis) 09648X0089/V399

3 – suivi quantitatif (Milhaud) 09655X0265/CLOS

CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS LE FORAGE (1993 – 2004)

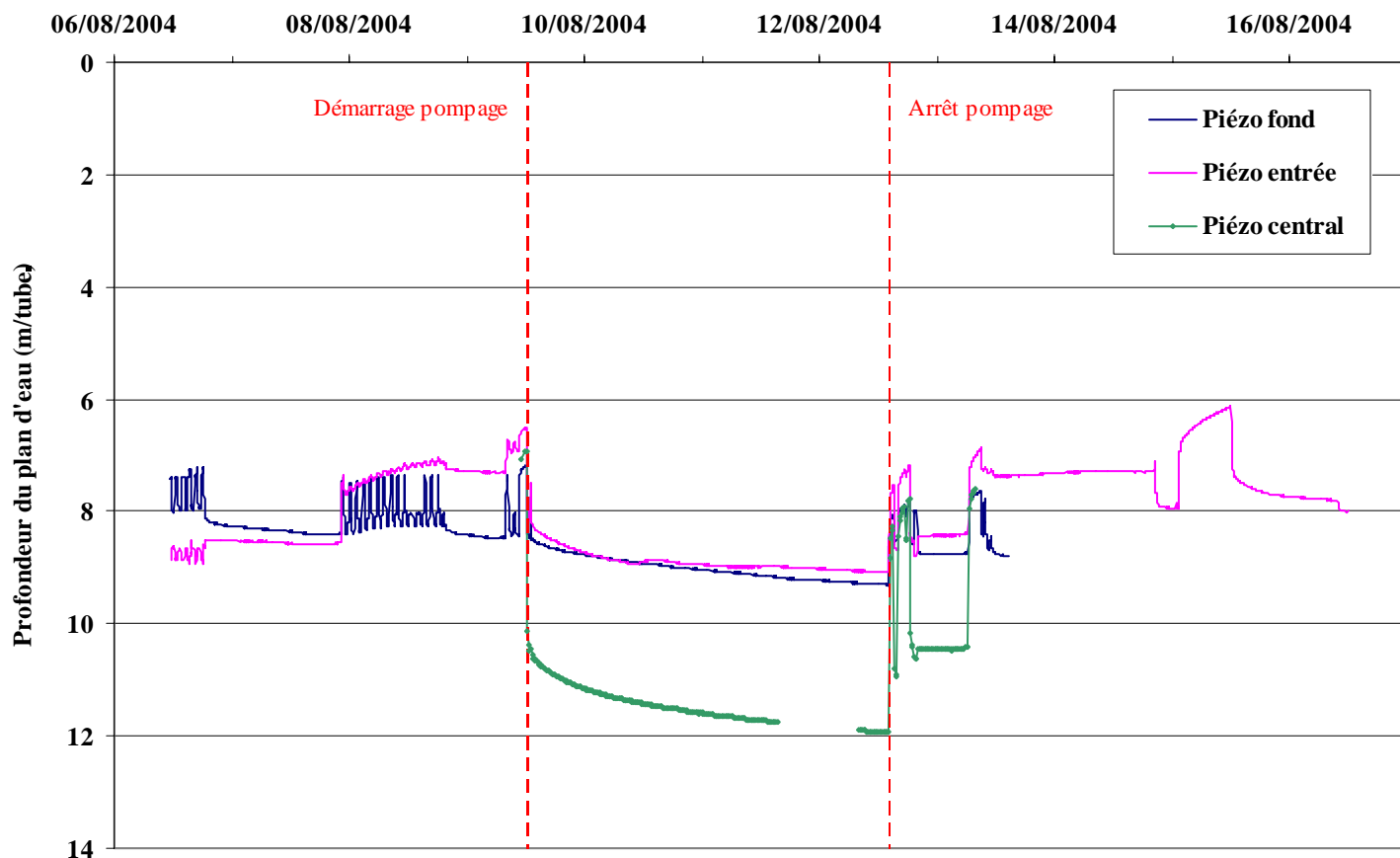


ESSAI PAR POMPAGE SUR LES ROCHELLES ET CANFÉRIN

09 au 12 août 2004

- BERNIS (30) Les Rochelles -

ÉVOLUTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU DANS LES PIÉZOMÈTRES DES ROCHELLES AU COURS DE L'ESSAI PAR POMPAGE

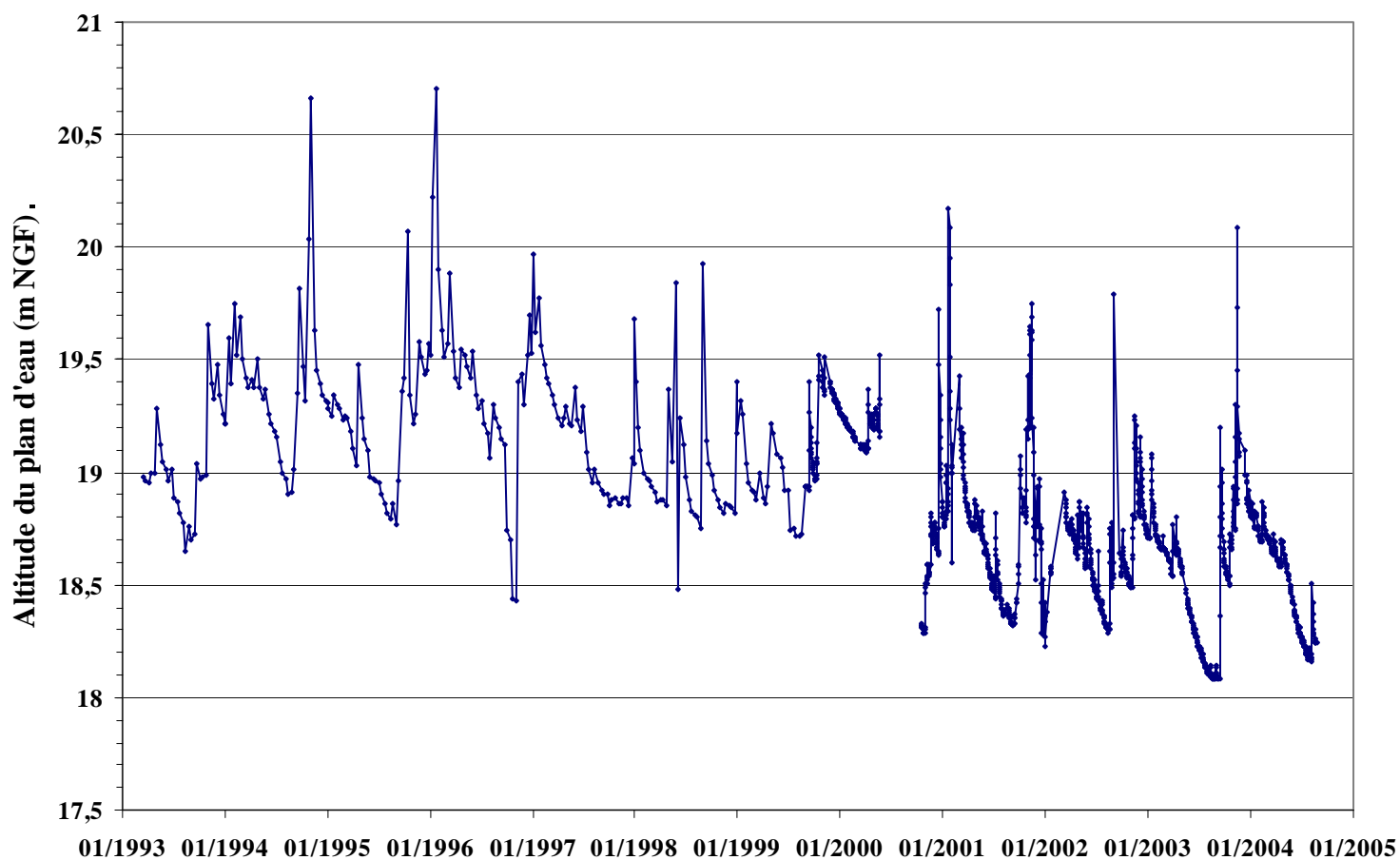


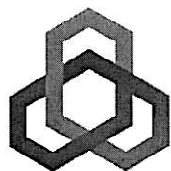
MILHAUD

09655X0265/CLOS

- RÉSEAU DE SUIVI PIÉZOMÉTRIQUE DE LA DIREN LANGUEDOC-ROUSSILLON -

CHRONIQUES DE L'ÉVOLUTION DU NIVEAU D'EAU DANS LE FORAGE (1993 – 2004)





Bouisson Bertrand
LABORATOIRES

Laboratoire Régional agréé par le Ministère de la Santé.
Laboratoire agréé par le Ministère de l'Ecologie et
du Développement Durable au titre de l'année 2004
(agréments 1, 2, 3, 4, 5 & 11).

RAPPORT D'ANALYSE

BULLETIN PARTIEL

EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE

Dossier n° :	03000716-040812-12607	DDASS30	
Echantillon n° :	N20040812-27005	6, Rue du Mail	
Produit :	EAUX BRUTES		
Exploitant :	NIMES METROPOLE		
Rapport N°	041111495 Page : 1	30900	NIMES Cedex
Date de réception	12/08/2004	N° analyse DDASS	00034385
Date de prélèvement	12/08/2004	N° prélèvement DDASS	00034495
Heure de prélèvement	08h45	Conditions de Prél.	
Prélevé par	ICB	Motif de l'analyse	Etude
Installation	CAP FORAGE LE TRIÈZE TERMES	Type d'analyse	PASOU
Lieu de prélèvement	BERNIS 0300005503 FORAGE LE TRIÈZE TERMES		
Localisation exacte	Sortie forage	Maître d'ouvrage	COMMUNAUTE D'AGGLO NI

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
MESURES SUR PLACE (PRELEVEUR)							
TEMPERATURE DE L'EAU	15.0	°C			25.0		Méthode Interne M2
Anhydride Carbonique Libre	19.4	mg/l CO2					NF T 90 011 (MIP3)
HYDROGENE SULFURE (PRES = 1, ABS = 0)	0						ORGANOLEPTIQU
PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES							
BACT AER REVIVIFIABLES 36°C-44h	>300	/ml					NF EN ISO 6222
BACT. AER. REVIVIFIABLES A 22 ° - 68 H	>300	/ml					NF EN ISO 6222
COLIFORMES TOTAUX / 100 ml (MS)	0	/100 ml					NF EN ISO 9308-1
ESCHERICHIA COLI / 100 ml	0	/100ml			20000		NF EN ISO 9308-1
ENTEROCOQUES / 100 ml (MS)	0	/100 ml			10000		NF EN ISO 7899-2
BACT.et SPORES SULFITO-REDUCTRICES	5	/100ml					NF EN 26461-2
CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES							
TURBIDITE NEPHELOMETRIQUE	0.20	NFU					NF EN ISO 27027
COLORATION	0	mg/l Pt			200		NF EN ISO 7887
ODEUR SAVEUR A 25 ° C	0	dilut.					NF EN 1622
EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE							
TITRE ALCALIMETRIQUE	<1	°F					NF EN ISO 9963-1

Dossier n° : 03000716-040812-12607 Echantillon n° : N20040812-27005 Produit : EAUX BRUTES Exploitant : NIMES METROPOLE Rapport N° 041111495 Page : 2							
ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET	30.0	°F					NF EN ISO 9963-1
TITRE HYDROTOMETRIQUE	39.2	°F					
HYDROGENOCARBONATES	370	mg/l					NF EN ISO 9963-1
CARBONATES	<6	mg/l CO3					NF EN ISO 9963-1
ESSAI MARBRE PH	6.91	unitéspH					
ESSAI MARBRE TAC	31.0	°F					
Température de mesure du pH et CDTlabo	20.3	°C					
MINERALISATION							
CONDUCTIVITE à 20 °C	645	µS/cm					NF EN 27888
CONDUCTIVITE à 25°C	720	µS/cm					NF EN 27888
MAGNESIUM	4.3	mg/l					NF EN ISO 14911
POTASSIUM	<1	mg/l					NF EN ISO 14911
SODIUM	15.0	mg/l			200.0		NF EN ISO 14911
CALCIUM	150.0	mg/l					NF EN ISO 14911
CHLORURES	32	mg/l			250		NF EN ISO 10304-1
SULFATES	39	mg/l			250		NF EN ISO 10304-1
FER ET MANGANESE							
FER TOTAL	<20	µg/l					NF EN ISO 11885
MANGANESE TOTAL	<5	µg/l					NF EN ISO 11885
PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES							
AMMONIUM (EN NH4)	<0.05	mg/l			4.00		NF EN ISO 11732
NITRITES (en NO2)	<0.05	mg/l					NF EN ISO 10304-1
NITRATES (en NO3)	19.0	mg/l			50.0		NF EN ISO 10304-1

Dossier n° : 03000716-040812-12607 Echantillon n° : N20040812-27005 Produit : EAUX BRUTES Exploitant : NIMES METROPOLE Rapport N° 041111495 Page : 3							
ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES							
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	0.42	mg C/l					NF EN 1484
OLIGO-ELEMENTS ET MICROPOLLUANTS M.							
FLUORURES	<0.200	mg/l					NF EN ISO 10304-1
ALUMINIUM TOTAL	<0.01	mg/l					NF EN ISO 11885
ARSENIC	<5	µg/l			100		NF EN ISO 11885
BARYUM	0.020	mg/l			1.000		NF EN ISO 11885
CADMIUM	<1	µg/l			5.0		NF EN ISO 11885
CHROME TOTAL	<5	µg/l			50		NF EN ISO 11885
CUIVRE	<0.02	mg/l					NF EN ISO 11885
CYANURES TOTAUX	<10	µg/l CN			50		NF EN ISO 14403 (i
MERCURE	<0.5	µg/l			1.0		NF EN 1483
NICKEL	<20	µg/l					NF EN ISO 11885
PLOMB	<5	µg/l			50.0		NF EN ISO 11885
SELENIUM	<5	µg/l			10		NF EN ISO 11885
ZINC	<0.02	mg/l			5.00		NF EN ISO 11885
ANTIMOINE	<5	µg/l					NF EN ISO 11885
BORE	0.03	mg/l					NF EN ISO 11885
Pré traitement pour analyse Alpha Beta							
Filtration avant analyse	En cours						NF M 60 801 et 800
Type et porosité du filtre	En cours						NF M 60 801 et 800
Température d'évaporation	En cours	°C					NF M 60 801 et 800
PARAMETRES LIES A LA RADIOACTIVITE							

Dossier n° : 03000716-040812-12607 Echantillon n° : N20040812-27005 Produit : EAUX BRUTES Exploitant : NIMES METROPOLE Rapport N° 041111495 Page : 4							
ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
Indice de radioactivité Alpha en équivalent 239Pu	En cours	mBq/l					NF M 60-801
Incertitude liée à la mesure d'activité Alpha	En cours	mBq/l					NF M 60-801
Seuil de décision (indice activité alpha)	En cours	mBq/l					NF M 60-801
Limite de détection (indice activité alpha)	En cours	mBq/l					NF M 60-801
Date de mesure (activité alpha)	En cours						
Indice de radioactivité Beta globale en équivalent 90Sr et 90Y	En cours	mBq/l					NF M 60-800
Incertitude liée à la mesure d'activité Beta	En cours	mBq/l					NF M 60-800
Seuil de décision (indice activité beta)	En cours	mBq/l					NF M 60-800
Limite de détection (indice activité beta)	En cours	mBq/l					NF M 60-800
Date de mesure (activité beta)	En cours						
TRITIUM (activité due au)	En cours	Bq/l					NF M 60-802-1
Incertitude liée à la mesure d'activité Tritium	En cours	Bq/l					NF M 60-802-1
Seuil de décision (indice activité H3)	En cours	Bq/l					NF M 60-802-1
Limite de détection (indice activité tritium)	En cours	Bq/l					NF M 60-802-1
Date de mesure (activité tritium)	En cours						
Mode opératoire activité tritium	En cours						NF M 60-802-1
Dose Totale Indicative (radioactivité)	En cours	mSv / an					
Validation des éléments de radioactivité par:	En cours						
COMP. ORG. VOLATILS ET SEMI-VOLATILS							
BENZENE	<1	µg/l					NF ISO 11423-1
COMPOSES ORGANOHALOGENES VOLATILS							
1,1,2,2-TETRACHLOROETHYLENE	0.23	µg/l					NF EN ISO 10301-3

Dossier n° : 03000716-040812-12607
 Echantillon n° : N20040812-27005
 Produit : **EAUX BRUTES**
 Exploitant : NIMES METROPOLE
 Rapport N° 041111495 Page : 5

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
1,2-DICHLOROETHANE	<3	µg/l					NF EN ISO 10301-3
TRICHLOROETHYLENE	<0.2	µg/l					NF EN ISO 10301-3
Somme du Trichloréthylène et Tétrachloréthylène	0.23	µg/l					NF EN ISO 10301-3
HYDROCARB. POLYCYCLIQUES AROMATIQUES							
BENZO (1,12) PERYLENE	<0.01	µg/l					SPE HPLC-Fluo (int
BENZO (1,12) FLUORANTHENE	<0.01	µg/l					SPE HPLC-Fluo (int
BENZO (3,4) FLUORANTHENE	<0.01	µg/l					SPE HPLC-Fluo (int
BENZO (a) PYRENE	<0.01	µg/l					SPE HPLC-Fluo (int
INDENO (1,2,3-CD) PYRENE	<0.01	µg/l					SPE HPLC-Fluo (int
HYDROCARB. POLYCYCL. AROM. (4 SUBST.)	<0.1	µg/l					SPE HPLC-Fluo (int
PESTICIDES ARYLOXYACIDES							
2,4-D	<0.05	µg/l			2.00		
2,4-MCPA	<0.05	µg/l			2.00		
MECOPROP	<0.05	µg/l			2.00		
TRICLOPYR	<0.05	µg/l			2.00		
PESTICIDES ORGANOCHLORES							
ALDRINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
DIELDRINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
HCH GAMMA (LINDANE)	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
HEPTACHLORE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
HEPTACHLORE EPOXIDE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES							
DIAZINON	<0.05	µg/l			2.00		SBSE GC-MS

Dossier n° : 03000716-040812-12607 Echantillon n° : N20040812-27005 Produit : EAUX BRUTES Exploitant : NIMES METROPOLE Rapport N° 041111495 Page : 6							
ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
DICHLORVOS	<0.05	µg/l			2.00		Methode Interne N3
METHYLPARATHION	<0.05	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PARATHION	<0.05	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
CHLORPYRIPHOS ETHYL	<0.05	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
Date de dérivation Glyphosate AMPA	05/10/04	µg/l					
Extraction SPE Paraquat Diquat	FAIT	µg/l					
METHIDATHION	<0.05	µg/l			2.00		
PESTICIDES TRIAZINES							
PROPAZINE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
ATRAZINE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
SIMAZINE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
TERBUTHYLAZINE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
AMETHRYNE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
TERBUMETON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
TERBUTRYNE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
BENTAZONE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
HEXAZINONE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
METABOLITES DES TRIAZINES							
ATRAZINE DESETHYL	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
ATRAZINE DEISOPROPYL	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
TERBUTHYLAZINE DESETHYL	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
PESTICIDES AMIDES							
METOLACHLORE	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369

Dossier n° : 03000716-040812-12607 Echantillon n° : N20040812-27005 Produit : EAUX BRUTES Exploitant : NIMES METROPOLE Rapport N° 041111495 Page : 7							
ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
PESTICIDES UREES SUBSTITUEES							
CHLORTOLURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
DIURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
ISOPROTURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
LINURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
MONOLINURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
METOBROMURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
METHABENZTHIAZURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
METOXURON	<0.05	µg/l			2.00		NF EN ISO 11369
PESTICIDES TRIAZOLES							
AMINOTRIAZOLE	<0.1	µg/l			2.00		
TEBUCONAZOLE	<0.05	µg/l			2.00		
TRIADIMINOL	<0.05	µg/l			2.00		
PESTICIDES DIVERS							
PESTICIDES TOTAUX	<0.5	µg/l			5.00		
2,6 DICHLOROBENZAMIDE	<0.05	µg/l			2.00		
AMPA	<0.1	µg/l			2.00		
AZOXYSTROBINE	<0.05	µg/l			2.00		
BROMACIL	<0.05	µg/l			2.00		
CAPTANE	<0.05	µg/l			2.00		
CHLOROTHALONIL	<0.05	µg/l			2.00		
DIQUAT	<0.1	µg/l			2.000		
DIMETOMORPHE	<0.05	µg/l			2.00		

Dossier n° : 03000716-040812-12607 Echantillon n° : N20040812-27005 Produit : EAUX BRUTES Exploitant : NIMES METROPOLE Rapport N° 041111495 Page : 8							
ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
DINOCAP	<0.05	µg/l			2.00		
FOLPEL	<0.05	µg/l			2.00		
GLYPHOSATE	<0.1	µg/l			2.00		
IMIDACLOPRID	<0.05	µg/l			2.00		
METALAXYLE	<0.05	µg/l			2.00		
NORFLURAZON	<0.05	µg/l			2.00		Methode Interne N4
OXADIXYL	<0.05	µg/l			2.00		
OXADIAZON	<0.05	µg/l			2.00		Methode Interne N4
CYPRODINIL	<0.05	µg/l			2.00		Methode Interne N4
PARAQUAT	<0.1	µg/l			2.000		
TRIADIMEFON	<0.05	µg/l			2.00		Methode Interne N4
DIVERS MICROPOLLUANTS ORGANIQUES							
AGENTS DE SURFACE	<0.1	mg/l			0.50		Flux Continu (int.M6
PHENOLS (INDICE PHENOLS C6H6OH)	<0.01	mg/l			0.100		NF EN ISO 14402

Validé le :

 Destinataires : DDASS30
 NIMES METROPOLE

Date d'émission du rapport : 10/11/2004

Dernière page

- Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation (N°1 - 0903; N°1 - 1181).
- Listes des sites et portées communiquées sur demande. Les commentaires émis sont hors accréditation.
- Ce rapport d'analyses ne concerne que les objets soumis à analyses.
- La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale sauf autorisation de Bouisson Bertrand Laboratoires SA.
- L'accréditation de la Section Essais du COFRAC atteste de la compétence des Laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation.

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45

WWW.BOUISSON-BERTRAND.FR

ANNEXE IV















Bouisson Bertrand
LABORATOIRES

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Laboratoire agréé par le ministère chargé de l'environnement - Se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet du ministère
Laboratoire agréé par les ministères chargés de la santé et de l'environnement pour les mesures de radioactivité dans l'environnement - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande

RAPPORT D'ANALYSE

EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE












Dossier n° : 03000716-071122-17835	BERGA SUD
Echantillon n° : N20071122-06072	10 RUE DES CIGOGNES
Produit : EAUX BRUTES	
Exploitant : NIMES METROPOLE	34000 MONTPELLIER
Rapport N° 071208626 Page : 1	Fax : 04.67.99.52.53
Date de réception 22/11/2007	N° analyse DDASS
Date de prélèvement 22/11/2007	N° prélèvement DDASS
Heure de prélèvement 14:40	Conditions de Prél.
Prélevé par ICB	Motif de l'analyse Autres
Installation CAP FORAGE LE TRIÈZE TERMES	Type d'analyse PA-PS
Lieu de prélèvement BERNIS 0300005503 FORAGE LE TRIÈZE TERMES	
Localisation exacte Sortie forage Les Trièze termes	Maître d'ouvrage COMMUNAUTE D'AGGLO NI

PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
MESURES SUR PLACE (PRELEVEUR)							
PH TERRAIN	7.25	unités pH					NF T 90-008
PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES							
BACT AER REVIVIFIABLES 36°C-44h	270	UFC/ml					NF EN ISO 6222
BACT. AER. REVIVIFIABLES A 22 ° - 68 H	280	UFC/ml					NF EN ISO 6222
COLIFORMES TOTAUX / 100 ml (MS)	0	UFC/100 m					NF EN ISO 9308-1
ESCHERICHIA COLI / 100 ml	0	UFC/100ml			20000		NF EN ISO 9308-1
ENTEROCOQUES / 100 ml (MS)	0	UFC/100 m			10000		NF EN ISO 7899-2
SPORES DE BACT SULFITO-REDUCTRICES	1	UFC/100ml					NF EN 26461-2
CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES (M)							
COLORATION	<5	mg/l Pt			200		NF EN ISO 7887
Turbidité néphélométrique NFU	0.23	NFU					NF EN ISO 7027
PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES (M)							
NITRATES (EN NO3)	19.0	mg/l			100.0		NF EN ISO 13395
COMPOSES ORGANOHALOGENES VOLATILS (N)							
1,1,2,2-TETRACHLOROETHYLENE	0.22	µg/l					NF EN ISO 10301-3
TRICHLOROETHYLENE	<0.2	µg/l					NF EN ISO 10301-3
Somme du Trichloréthylène et Tétrachloréthylène	0.22	µg/l					
HYDROCARB. POLYCYCLIQUES AROMATIQUES (N)							

Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation COFRAC (N°1 - 0903; N°1 - 1181) disponibles sur www.cofrac.fr

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45

















Dossier n° : 03000716-071122-17835
 Echantillon n° : N20071122-06072
 Produit : **EAUX BRUTES**
 Exploitant : NIMES METROPOLE
 Rapport N° 071208626 Page : 2

PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
FLUORANTHENE	<0.01	µg/l					SPE HPLC-Fluo (int
PESTICIDES ARYLOXYACIDES (N)							
2,4-D (forme Acide ou Sel)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
DICHLORPROP (forme Acide ou Sel)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
DICHLORPROP-P (forme Acide ou Sel)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
MECOPROP (forme Acide ou Sel)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
2,4-MCPA (forme Acide ou Sel)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
MECOPROP-P (forme Acide ou Sel)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
TRICLOPYR (forme Acide ou Sel)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
CARBAMATES (N)							
3-HYDROXYCARBOFURAN	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
CARBOFURAN	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
CARBENDAZIME	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
IPROVALICARB	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PESTICIDES ORGANOCHLORES (N)							
ALDRINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
DIELDRINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
ENDOSULFAN ALPHA	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
ENDOSULFAN BETA	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
HCH GAMMA (LINDANE)	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
HEPTACHLORE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
HEPTACHLORE EPOXIDE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS

Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation COFRAC (N°1 - 0903; N°1 - 1181) disponibles sur www.cofrac.fr

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45















Dossier n° : 03000716-071122-17835
 Echantillon n° : N20071122-06072
 Produit : EAUX BRUTES
 Exploitant : NIMES METROPOLE
 Rapport N° 071208626 Page : 3

PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
HEXACHLOROBENZENE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
ENDOSULFAN TOTAL	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
DIMETACHLORE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
ENDOSULFAN SULFATE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES (N)							
DIAZINON	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
DICHLORVOS	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
FENITROTHION	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
MALATHION	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
METHYLPARATHION	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PARATHION	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
CHLORPYRIPHOS ETHYL	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
OXYDEMETON METHYL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
TEMEPHOS	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
CHLORFENVINPHOS	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
METHIDATHION	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PHOXIME	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PESTICIDES TRIAZINES (N)							
SIMAZINE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PROPAZINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
TERBUTHYLAZINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
AMETHRYNE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS

Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation COFRAC (N°1 - 0903; N°1 - 1181) disponibles sur www.cofrac.fr

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45









Dossier n° : 03000716-071122-17835
 Echantillon n° : N20071122-06072
 Produit : **EAUX BRUTES**
 Exploitant : NIMES METROPOLE
 Rapport N° 071208626 Page : 4

PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
TERBUMETON	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
TERBUTHRINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
ATRAZINE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
CYANAZINE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
HEXAZINONE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
METABOLITES DES TRIAZINES (N)							
ATRAZINE DESETHYL	0.03	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
SIMAZINE HYDROXY	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
ATRAZINE DEISOPROPYL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
TERBUTHYLAZINE DESETHYL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
TERBUTHYLAZINE HYDROXY	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PESTICIDES AMIDES (N)							
METOLACHLORE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
ALACHLORE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
ACETOCHLORE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
CYMOXANIL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
METAZACHLORE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
NAPROPAMIDE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
S-METOLACHLORE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
TEBUTAM	<0.020	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PESTICIDES UREES SUBSTITUEES (N)							
CHLORTOLURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS

Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation COFRAC (N°1 - 0903; N°1 - 1181) disponibles sur www.cofrac.fr

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45












Dossier n° : 03000716-071122-17835
 Echantillon n° : N20071122-06072
 Produit : **EAUX BRUTES**
 Exploitant : NIMES METROPOLE
 Rapport N° 071208626 Page : 5

PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
1-(3,4-dichlorophényl)-3-méthylurée (DCPMU)	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
DIURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
DEMETHYL ISOPROTURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
ISOPROTURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
LINURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
MONOLINURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
METOBROMURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
METABENZTHIAZURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
METOXURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PESTICIDES SULFONYLUREES (N)							
FLAZASULFURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
METSULFURON METHYL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
SULFOSULFURON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PESTICIDES PYRETHRINOIDES (N)							
CYPERMETHRINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
DELTAMETHRINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PIPERONIL BUTOXIDE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PESTICIDES TRICETONES (N)							
SULCOTRIONE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PESTICIDES NITROPHENOLS ET ALCOOLS (N)							
BROMOXYNIL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
IOXYNIL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PESTICIDES TRIAZOLES (N)							

Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation COFRAC (N°1 - 0903; N°1 - 1181) disponibles sur www.cofrac.fr

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45














Dossier n° : 03000716-071122-17835
 Echantillon n° : N20071122-06072
 Produit : **EAUX BRUTES**
 Exploitant : NIMES METROPOLE
 Rapport N° 071208626 Page : 6

PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
TEBUCONAZOLE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
AMINOTRIAZOLE	<0.1	µg/l			2.00		DERIV. LC FLUO
HEXACONAZOLE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PESTICIDES DIVERS (N)							
OXADIAZON	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PESTICIDES TOTAUX	<0.5	µg/l			5.00		
2,6 DICHLOROBENZAMIDE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
AMPA	<0.1	µg/l			2.00		DERV. LC FLUO F
AZOXYSTROBINE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
BROMACIL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
BENTAZONE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
CAPTANE	<0.1	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
CARFENTRAZONE ETHYL	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
CHLOROMEQUAT CHLORURE	N.M.	µg/l			2.00		SPE LC UV
DIQUAT	<0.1	µg/l			2.00		SPE LC UV
DIMETOMORPHE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
DINOCAP	<0.05	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
FAMOXADONE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
FENAMIDONE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
FOLPEL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
FENPROPIDINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
GLUFOSINATE	<0.1	µg/l			2.00		DERV. LC FLUO F

Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation COFRAC (N°1 - 0903; N°1 - 1181) disponibles sur www.cofrac.fr

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45

Dossier n° : 03000716-071122-17835
 Echantillon n° : N20071122-06072
 Produit : **EAUX BRUTES**
 Exploitant : NIMES METROPOLE
 Rapport N° 071208626 Page : 7

PARAMETRE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
GLYPHOSATE	<0.1	µg/l			2.00		DERV. LC FLUO F
IMIDACLOPRIDE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
KRESOXIM METHYL	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
MEPIQUAT	N.M.	µg/l			2.00		SPE LC UV
METALAXYLE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
NORFLURAZON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
DESMETHYLNORFLURAZON	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
OXADIXYL	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
PROCHLORAZE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PENDIMETHALINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
PARAQUAT	<0.1	µg/l			2.00		SPE LC UV
SPIROXAMINE	<0.025	µg/l			2.00		HPLC MS/MS
TRIFLURALINE	<0.02	µg/l			2.00		SBSE GC-MS
DIVERS MICROPOLLUANTS ORGANIQUES (N)							
HYDROCARBURES DISSOUS OU EMULSIONNES	<0.1	mg/l			1.00		NF EN ISO 9377-2 (

Les éléments désignés par le Logo COFRAC font partie des portées d'accréditation COFRAC (N°1 - 0903; N°1 - 1181) disponibles sur www.cofrac.fr

Hérault: Parc Euromédecine, 34196 Montpellier Cedex 5 - Tél. 04 67 84 74 00 - Parc Scientifique G. BESSE, 30000 Nîmes - Tél. 04 66 38 89 45

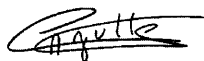
Dossier n° :	03000716-071122-17835
Echantillon n° :	N20071122-06072
Produit :	EAUX BRUTES
Exploitant :	NIMES METROPOLE
Rapport N°	071208626
Page :	8

COFRAC	METHODES
--------	----------

Commentaire : Les éléments recherchés sur cet échantillon respectent les exigences des limites de qualité des eaux brutes d'alimentation (Code de la Santé Publique).

Destinataires : BERGA SUD
NIMES METROPOLE
DDASS30
NIMES METROPOLE

Signature administrative le : 04/12/2007
Par PIERRE LAZUTTES
L'adjoint au responsable du service Chimie



Date d'émission du rapport : 04/12/2007

Dernière page

- Le laboratoire tient à votre disposition les incertitudes de mesure associées à vos résultats.
- Les commentaires émis sont hors accréditation.
- Ce rapport d'analyses ne concerne que les objets soumis à analyses.
- La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale sauf autorisation de Bouisson Bertrand Laboratoires SA.
- L'accréditation de la Section Essais du COFRAC atteste de la compétence des Laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation.
- Les analyses microbiologiques des échantillons dont le numéro est précédé de N sont réalisées au Laboratoire de Nîmes.
- Pour l'analyse physico-chimique et radiologique le site de réalisation est identifié par (M) site de Montpellier ou (N) site de Nîmes, accolé au titre du paragraphe.