

Département du **Gard**

Commune de **BERNIS**

Lieu-dit : **Trièze Terme**

## **RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE**

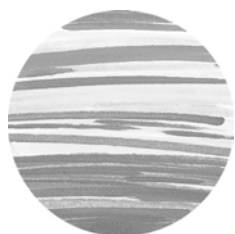
- **Compte rendu de l'essai par pompage réalisé sur le futur captage de Bernis**
- **Document d'incidence**

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



**Bureau d'Études et de Recherches Géologiques Appliquées**  
10, rue des Cigognes - 34000 Montpellier - tél. 04 67 99 52 52 - fax 04 67 99 52 53  
Hameau de Prades - 30580 Lussan - tél. 04 66 72 98 44 - fax 04 67 99 52 53  
berga.sud@wanadoo.fr

Siret : 344 228 606 00044 - Code APE : 742 C

## SOMMAIRE

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

## 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 Canféren, 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 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	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 ( $\approx 68$  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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 Canféren) 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 m<sup>3</sup>/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