

Département du **Gard**

Commune de **VÉZÉNOBRES**

Lieu dit : **Pré Boissier**

RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE

**Etude préalable à l'avis de
l'Hydrogéologue agréé**

Réalisé à la demande de :

**Syndicat Intercommunal des Eaux
de la Mayre
Mairie de Vézénobres
30360 VÉZÉNOBRES**

Montpellier, le 9 février 2011

N° 30/348 I 10 092



SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE	4
2. DOCUMENTS CONSULTÉS	5
3. SITUATION GÉOGRAPHIQUE.....	5
4. ALIMENTATION EN EAU DE LA COLLECTIVITÉ.....	7
4.1. Réseau d'eau potable	7
4.2. Données démographiques et besoins.....	8
4.3. Données de production.....	9
4.4. Besoins de production à l'horizon 2022	10
5. CADRE GÉOLOGIQUE.....	10
5.1. Lithostratigraphie	10
5.2. Structure	11
6. HYDROGÉOLOGIE GÉNÉRALE.....	12
7. L'AQUIFÈRE DES ALLUVIONS RÉCENTES DU GARDON	12
7.1. Généralités	12
7.2. Piézométrie	13
8. TRAVAUX DE FORAGE.....	15
9. ESSAIS PAR POMPAGE.....	16

9.1. Caractéristiques techniques	16
9.2. Pompage par paliers de débit.....	18
9.2.1. Mise en œuvre.....	18
9.2.2. Résultats et interprétation	18
9.3. Essai par pompage de longue durée.....	19
9.3.1. Chronologie	19
9.3.2. Résultats et interprétation	20
10. PROPOSITION D'EXPLOITATION	24
11. QUALITÉ DE L'EAU.....	24
11.1. Etude des conductivités et températures.....	24
11.2. Analyse de première adduction	24
12. VULNÉRABILITÉ.....	25
12.1. Vulnérabilité intrinsèque	25
12.2. Zone d'appel du captage	26
12.3. Vulnérabilité environnementale	28
12.3.1. Alimentation par le Gardon d'Alès	28
12.3.2. Inondabilité.....	29
12.3.3. Agriculture.....	29
12.3.4. Stockage de produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux ...	29
12.3.5. Assainissements autonomes.....	29
12.3.6. Axes routiers et ferroviaires	30
12.3.7. Fossés, ruisseaux.....	30
12.3.8. Forages	31
13. CONCLUSION.....	31

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

Le Syndicat Intercommunal des Eaux de la Mayre alimente en eau potable les communes de Vézénobres et de Deaux à partir de prélèvements réalisés dans la nappe alluviale du Gardon au niveau de deux captages : le puits de la Gare et le puits de la Hyerle (ou du Pont de Cassagnoles). A l'étiage, la ressource est limitée, notamment au niveau du puits de la Gare où l'épaisseur d'alluvions est faible. Le Syndicat a donc lancé des études de recherche d'une nouvelle ressource dès 2006.

Une première phase bibliographique a conduit à orienter les investigations hydrogéologiques vers la plaine alluviale du Gardon dans le secteur de Pré Boissier à l'Ouest de la commune (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/348 F 06 120 du 11/12/2006).

Après réalisation d'une campagne de recherche d'un surcreusement à la tarière motorisée, un forage de reconnaissance (F1) et un piézomètre (Pz1) ont été réalisés. Un essai par pompage de moyenne durée et un échantillonnage de l'eau pour analyse des éléments majeurs avaient permis de mettre en évidence un potentiel de production d'eau intéressant tant quantitativement que qualitativement (cf. rapport BERGA-Sud n° 34/348 G 07 035 du 11/04/2007).

Suite à ces résultats encourageants, un forage de pré-exploitation (F2) a été réalisé en 2007 afin de mettre en œuvre un essai par pompage de longue durée à un débit proche des besoins du Syndicat et d'effectuer des prélèvements pour l'analyse de première adduction réglementaire (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/348 H 07 076 du 11/09/2007).

Ces études ayant révélé que le site de Pré Boissier était apte à fournir un débit compatible avec les besoins d'une eau de bonne qualité, le Syndicat a entrepris la démarche de régularisation administrative du futur captage.

M. Guy VALENCIA, Hydrogéologue agréé désigné par M. le Préfet du Gard, a émis un avis préliminaire en date du 05/03/2008 dans lequel il demande des compléments d'études pour pouvoir rédiger son avis sanitaire définitif et proposer les périmètres de protection réglementaires.

Dans ce cadre, le Syndicat a chargé notre bureau d'études de mener les études hydrogéologiques complémentaires nécessaires et de piloter les travaux de réalisation de l'ouvrage d'exploitation définitif (Fe1). Ces études et travaux font l'objet de ce rapport.

2. DOCUMENTS CONSULTÉS

BRGM. Carte géologique de la France au 1/50 000. Feuille d'Anduze n° 938.

DREAL Languedoc-Roussillon. Février 2003. Atlas de zones inondables du bassin versant du Gardon par analyse hydrogéomorphologique.

BERGA-Sud. Décembre 2006. Recherche d'eau potable – Lieu-dit Pré Boissier. N°30/348 F 06 120.

BERGA-Sud. Avril 2007. Compte rendu de la campagne à la tarière motorisée. Réalisation du forage F1. Résultats de l'analyse – Lieu-dit Pré Boissier. 30/348 G 07 035.

BERGA-Sud. Septembre 2007. Compte rendu des travaux de réalisation du forage F2, des essais par pompage de longue durée, des résultats de l'analyse de première adduction – Lieu-dit Pré Boissier. N°30/348 H 07 076.

EPUR. Janvier 2006. Schéma directeur d'eau potable. Phase 1 et 2.

SAUVEL C. Février 1989. Recherches d'eau souterraine dans la vallée du Gardon d'Alès. Résultats de la campagne de sondages de reconnaissance effectuée en 1988. Rapport d'étude BRGM n° 89 LRO 762 PR.

3. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La SIE de la Mayre regroupe les communes rurales de Vézénobres et de Deaux. La superficie de ces communes est respectivement de l'ordre de 17 km² et 6 km². Ces communes s'étendent au pied des Cévennes, à une dizaine de kilomètres au Sud-Est du centre de la ville d'Alès en rive gauche du Gardon d'Alès.

La partie urbanisée est caractérisée par un faible dénivelé sur Deaux et un relief prononcé sur la commune de Vézénobres. Le point haut du syndicat domine le village de Vézénobres à 219 mètres.

Le futur site de captage de Pré Boissier est situé sur le territoire communal de Vézénobres à 2 kilomètres en droite ligne au Nord-Ouest du centre du village, dans la plaine alluviale en rive gauche du Gardon (cf. Figure 1).

Ce secteur est voué aux pratiques agricoles (céréaliculture et maraîchage de plein champ) et arboricoles. Sa topographie est relativement plane. Il est localisé en zone inondable, dans le lit majeur du Gardon.

Le site compte quatre ouvrages répartis sur les parcelles numérotées 142 et 143 de la section AK du plan cadastral de la commune (cf. Figure 2).

La localisation cadastrale exacte de l'ouvrage F2 devra être vérifiée par un géomètre, car la limite entre les deux parcelles n'a pas pu être située précisément en raison d'une végétation broussailleuse recouvrant le site. Le Syndicat a la maîtrise foncière des deux parcelles.

La parcelle 142 est bordée à l'Est par le ruisseau de Roumassouze qui traverse du Nord vers le Sud la plaine alluviale et rejoint à l'aval le Gardon d'Alès. Ce ruisseau à écoulement temporaire draine la plaine et notamment les fossés qui longent localement les voies d'accès (bordure Nord des parcelles 142 et 143).

Les coordonnées cartographiques et cadastrales des ouvrages du site sont regroupées dans le tableau suivant :

Nom de l'ouvrage	F1	Pz1	F2	Fe1
Date de réalisation	02/03/2007	02/03/2007	16/07/2007	18/10/2010
Code BSS	Inconnu à ce jour			
Coordonnées Lambert II Etendu				
x (km)	742,54	742,55	742,53	742,53
y (km)	1 897,19	1 897,19	1 897,18	1 897,19
z (m NGF)	107	107	107	107
Coordonnées Lambert III Sud				
x (km)	742,38	742,39	742,37	742,375
y (km)	3 197,27	3 197,27	3 197,26	3 197,260
z (m NGF)	107	107	107	107
Coordonnées cadastrales				
Parcelle	142	142	142 ou 143	142
Section	AK			

La commune de Vézénobres possède deux captages qui constituent actuellement les ressources AEP uniques du SIE de la Mayre. Tous deux sont situés au Sud de l'agglomération en rive gauche du Gardon, après la confluence entre le Gardon d'Alès et le Gardon d'Anduze, en bordure de la RD 106 qui relie Vézénobres à Cassagnoles :

- Captage du puits de la Gare, situé à 1 500 mètres du centre du village,
- Captage du puits de la Hyerle (ou du Pont de Cassagnoles)⁽¹⁾ situé à 2 000 mètres.

4. ALIMENTATION EN EAU DE LA COLLECTIVITÉ

4.1. Réseau d'eau potable

Le SIE de la Mayre a délégué par affermage l'exploitation de son service public d'eau potable (production, traitement et distribution) à la société VEOLIA EAU (ex SA Michel RUAS).

Deux stations de captage exploitent actuellement la nappe alluviale du Gardon : Puits "de la Gare" et Puits "de la Hyerle", tous deux situés au Sud de la commune de Vézénobres. Ces deux captages fonctionnent alternativement en hiver et peuvent fonctionner simultanément en période estivale. Chaque puits est équipé de pompes qui fonctionnent selon une alternance mensuelle.

Les conduites d'exhaure se rejoignent au niveau d'un local technique où un comptage commun des eaux produites est réalisé. La conduite de refoulement atteint le réservoir enterré du centre du village (500 m³) où une partie des eaux alimente en gravitaire le réseau bas de Vézénobres et l'autre partie est refoulée (deux pompes de reprise) jusqu'au château d'eau (350 m³). Ce dernier alimente en gravitaire la commune de Deaux et le haut service de Vézénobres.

La désinfection par chlore gazeux s'effectue dans le réservoir enterré de Vézénobres (conduite de distribution bas service et bêche de reprise vers le château d'eau).

⁽¹⁾ Dans le cadre de ce rapport ce captage sera dénommé Puits de la Hyerle.

Le rendement du réseau a été estimé sur la base des valeurs de consommation (145 869 m³) et de production (223 970 m³) obtenues en 2008 autour de 65 % (données EPUR).

4.2. Données démographiques et besoins

Les principales données statistiques⁽¹⁾ concernant la démographie des communes constituant le syndicat sont regroupées dans le tableau ci-après :

	1968	1975	1982	1990	1999	2007
Habitants Vézénobres	914	1 056	1 092	1 312	1 380	1 663
Variation annuelle moyenne de la population en %	+2,1	+0,5	+2,3	+0,6	+2,4	
Habitants Deaux	97	174	288	390	476	578
Variation annuelle moyenne de la population en %	+8,7	+7,4	+3,9	+2,2	+2,5	
Habitants Vézénobres + Deaux	1 011	1 230	1 380	1 702	1 856	2 241

Actuellement les deux captages alimentent en eau potable environ 1 800 habitants permanents (2 100 habitants en période estivale) sur la commune de Vézénobres et de 600 habitants sur la commune de Deaux.

Sur la base d'un ratio de 150 l/j et par habitant⁽²⁾, cela représente un besoin de 360 m³/j hors période estivale. En période estivale le ratio est de 200 l/j et par habitant⁽³⁾ et porte le besoin à 540 m³/j. A ces besoins en eau potable s'ajoute une réserve incendie de 350 m³ située au pélicandrome de Deaux.

⁽¹⁾ Données INSEE : <http://www.insee.fr>

⁽²⁾ valeur calculée à partir des consommations des mois de septembre à mai 2008

⁽³⁾ valeur calculée à partir des consommations des mois de juin à août 2008

4.3. Données de production

Le comptage de la ressource est effectué par l'exploitant en aval des deux puits sur une conduite de refoulement commune (il n'intègre donc pas les éventuelles pertes depuis les points de production distants de 400 m -La Gare et 800 m -La Hyerle). Les valeurs communiquées par l'exploitant pour les trois dernières années sont regroupées dans le tableau ci-après :

	2007	2008	2009
Volume "produit" comptabilisé (m³)	229 700	223 970	266 785

Pour 2009 le volume "produit" mensuellement au niveau des deux captages s'établit d'après les relevés à :

Mois	Nombre de jours	Volume mensuel (m ³)	Volume journalier moyen (m ³)
Janvier	18	12 680	704,44
Février	41	29 800	726,83
Mars	35	18 890	539,71
Avril	23	12 430	540,43
Mai	33	26 600	806,06
Juin	31	26 380	850,97
Juillet	21	20 920	996,19
Août	35	37 150	1 061,43
Septembre	37	31 270	845,14
Octobre	26	16 580	637,69
Novembre	35	17 730	506,57
Décembre	31	16 355	527,58
Total	366	266 785	728,92

Les calculs sont faits par soustraction des index du compteur volumétrique entre les dates des relevés. Ces derniers n'étant pas effectués à date fixe, il en résulte des calculs sur mois "glissants". A titre d'exemple le calcul pour juillet porte sur 21 jours et celui de février porte sur 41 jours.

Le débit de "production" journalier moyen était pour 2009 de 730 m³/j. Pour le mois de pointe, il était de 1 060 m³/j. En posant l'hypothèse d'une majoration de 20 % sur la moyenne journalière du mois de pointe, **on obtient un volume de production journalier de pointe de 1 270 m³.**

En rapportant ces volumes produits au nombre d'habitants actuels (2 400 permanents et 2 700 en période estivale), on obtient une production de 300 l/j/hab. en moyenne et 390 l/j/hab. pour le mois de pointe.

4.4. Besoins de production à l'horizon 2022

La population permanente future du SIE de la Mayre a été évaluée, dans le cadre du PLU, pour 2022, à 2 474 habitants, arrondis à 2 500.

La population saisonnière, estimée à terme à 315 habitants, porte la population estivale à 2 815 habitants à l'horizon 2022.

En considérant les chiffres de production par habitant constant jusqu'en 2022 on obtient un besoin de production de 750 m³/j en moyenne et de 1 100 m³/j pour le mois de pointe. Ce qui, en appliquant une majoration de 20 % sur la moyenne journalière du mois de pointe, donne 1 300 m³/j pour le jour de pointe.

5. CADRE GÉOLOGIQUE

5.1. Lithostratigraphie

Un extrait de la carte géologique du BRGM n° 938 d'Anduze est donné sur la Figure 3. Les formations géologiques présentes sont, des plus récentes aux plus anciennes :

▪ Quaternaire

Fz **Quaternaire récent** : alluvions récentes constituées de limons, sables, graviers et galets d'une épaisseur variable entre 4 et 6 mètres ;

Fy-z et Fy **Quaternaire récent** : alluvions anciennes grossières composées de galets et de sables argileux ;

Fv **Villafranchien** : alluvions fluviales formées de galets siliceux, parfois associées à des limons argilo-sableux rouges à jaunâtres ;

- **Tertiaire**

- g1b** Oligocène inférieur "**formation de Martignargues** : calcaires argileux lacustres et marnes grisâtre ;
- g1a** Oligocène inférieur "**formation de Célas**" : assise détritique formée de grès grossiers siliceux et de marnes sableuses verdâtres ou jaunâtres avec des couches de poudingues intercalées ;
- e7a2** Ludien inférieur "**calcaire de Monteils**" : calcaires en plaquettes et marnes feuilletées ;
- e7a1** Ludien inférieur "**calcaire à *P. aporoschema***" : calcaires durs en bancs épais ;
- e6** Bartonien inférieur et moyen : ensemble de sables argileux et de marnes jaunes associé à des conglomérats à éléments volumineux ;

- **Secondaire**

- n3a** Hauterivien inférieur : calcaires gris argilo-gréseux puis alternances de marnes feuilletées grises et de calcaires argileux ;
- n2** Valanginien : bancs peu épais de calcaires peu résistant dans lesquels s'intercalent progressivement des marnes grises pour constituer un ensemble très marneux.

5.2. Structure

Le secteur d'étude se trouve dans le prolongement Nord du vaste dôme anticlinal de Lédignan et en bordure du bassin Eocène-Oligocène de Saint-Chaptes, au cœur de la plaine alluviale.

Le pendage global des couches, est d'environ 10° vers l'Est/Nord-Est, à l'exception des formations tertiaires de la plaine du Gardon où les pendages sont subhorizontaux.

Les ouvrages sont implantés dans les alluvions récentes du Gardon reposant directement sur les marnes grises du Valanginien.

6. HYDROGÉOLOGIE GÉNÉRALE

Sur le secteur d'étude, on retrouve deux formations aquifères sans relation hydraulique : les calcaires du Jurassique supérieur et les alluvions du Gardon affleurant directement.

Les calcaires du Jurassique supérieur renferment un aquifère de nature karstique d'importance régionale mais se trouvent à trop grande profondeur (> 300 mètres) pour présenter un intérêt économique.

Les alluvions du Gardon sont quant à elles déjà exploitées au niveau des captages de la Gare et de la Hyerle et font l'objet du projet de captage de Pré Boissier.

Au niveau de ce dernier, les dépôts alluviaux récents (Fz) du lit majeur du Gardon d'Alès entaillent les dépôts plus anciens (Fy-z) que l'on retrouve sur une large frange en bordure de la vallée (Vézénobres et Montèze),

Compte tenu de leurs fortes similitudes, tant sur le plan de leur lithologie que de leurs caractéristiques hydrologiques, les deux formations sont confondues au sein d'une seule et même **entité hydrogéologique : n°366a** ; alluvions quaternaires du Gardon d'Alès.

Cet aquifère est rattaché à la **masse d'eau n° 6322** (alluvions du moyen Gardon et Gardons d'Alès et d'Anduze).

7. L'AQUIFÈRE DES ALLUVIONS RÉCENTES DU GARDON

7.1. Généralités

Dans le secteur Ouest de la commune de Vézénobres, les dépôts alluviaux quaternaires, déposés par le Gardon, constituent un aquifère à surface libre, de nature poreuse.

Le substratum est constitué par les marnes du Valanginien. Ces formations, considérées comme imperméables, déterminent également les limites latérales de l'aquifère.

La lithologie des formations alluviales se caractérise par une grande hétérogénéité. Ainsi on y observe la plupart du temps, un classement granulométrique vertical avec du sommet vers la base, une couverture de limons sablo-argileux d'environ 3 mètres et des alluvions grossières représentées par des graviers et des galets. Cette dernière formation d'une épaisseur d'environ 3 mètres constitue la zone aquifère.

Les zones de surépaisseur d'alluvions sont dues à la présence d'anciens lits du Gardon où le substratum marneux a été surcreusé. Ces anciens lits (ou chenaux) sont en général subparallèles au cours actuel et sont en relation hydraulique avec lui.

Cet aquifère poreux est alimenté par les pluies sur sa zone d'affleurement. La plaine alluviale, d'une largeur de 700 mètres sur le secteur, et le caractère poreux des formations géologiques permettent une bonne infiltration des eaux météoriques. Les écoulements en provenance des collines peu ou pas perméables qui bordent l'aquifère contribuent également à son l'alimentation.

Une alimentation par le Gardon est également certaine, comme en atteste la teneur en sulfates qui a été détectée lors de l'analyse de première adduction de 2007.

Les fossés et cours d'eau à écoulement temporaire ne semblent au mieux pouvoir contribuer à l'alimentation de l'aquifère que lorsqu'ils sont suffisamment profonds et en charge. Ce mode d'alimentation ne peut être que négligeable.

Les conditions météorologiques caractéristiques de la région se traduisent sur le secteur par un étiage prononcé d'août à septembre, et par de fortes crues principalement au printemps et à l'automne.

7.2. Piézométrie

La structure de la plaine alluviale confère à l'écoulement souterrain des écoulements sensiblement parallèles au cours du Gardon. L'alimentation par ruissellement sur les marnes valanginiennes et infiltration sur le bord oriental de la plaine peut générer localement une orientation Nord-Est - Sud-Ouest.

Aucun suivi piézométrique de l'aquifère n'est réalisé dans le secteur.

Les principales mesures de profondeur du plan d'eau de l'aquifère, réalisées par notre BET en régime statique, sur les ouvrages du site et à proximité sont regroupées dans le tableau ci-après (cf. Figure 5).

Ouvrage	Profondeur du plan d'eau (m/TN)					Écart maximum (m)
	02/03/2007	18/07/2007	07/09/2010	20/10/2010	10/11/2010	
Pz1	2,02	2,43	-	2,44		0,42
F1	2,05	2,47	-	2,48		0,43
F2	-	2,54	-	2,55		-
Fe1	-	-		2,36	1,71	0,65
P1	2,38	-	3,04	2,84		0,66
P11	-	3,13	3,70	3,13		0,57

Ces valeurs mettent en évidence une variation piézométrique entre les hautes et les basses eaux d'au-moins une soixantaine de centimètres et permettent de qualifier le niveau du 20/10/2010 comme étant représentatif des moyennes à basses eaux.

Ces valeurs montrent également, avec une épaisseur de recouvrement de 2,80 mètres environ, qu'en hautes eaux l'aquifère est semi-captif à captif et qu'à l'étiage il est à surface libre.

Une campagne de recensement des points d'eau du secteur a été organisée en préalable aux essais par pompage. Il s'agit de forages et de puits destinés à l'irrigation des cultures du secteur. Ces points d'eau sont localisés sur fond cadastral sur la Figure 5 et font l'objet d'un tableau descriptif en Annexe. Lorsque cela était possible (ouvrage non bouché et non équipé), ces ouvrages ont fait l'objet d'une mesure de la piézométrie et d'un rattachement altimétrique à partir des données de la carte topographique de l'IGN.

Ces valeurs (cf. tableau en Annexe) ont permis la réalisation d'une esquisse piézométrique qui est présentée sur la Figure 5 et met en évidence un sens d'écoulement de la nappe sensiblement du Nord vers le Sud avec un gradient hydraulique d'environ 3,5 ‰. Ce dernier est légèrement surestimé par rapport aux données et observations classiquement effectuées dans les aquifères d'accompagnement des Gardons où l'on obtient en général un gradient de l'ordre de 1 à 1,5 ‰.

Cette surestimation tient au fait de l'absence d'un nivellement précis des ouvrages de mesure. Le gradient de 1 à 1,5 ‰ peut être retenu pour ce secteur et sera utilisé pour les calculs hydrodynamiques.

8. TRAVAUX DE FORAGE

Ils ont été réalisés par l'entreprise ROUDIL Forages (Nîmes -30) du 6 au 18 octobre 2010 et pilotés par notre bureau d'études. Les coupes géologique et technique du futur forage d'exploitation Fe1 sont données sur la Figure 4.

Compte tenu de la nature bouillante des matériaux à forer, le fonçage a été réalisé selon la technique du Rotary à la boue en diamètre 15" de 0 à 6 mètres. Le tube en acier inoxydable 304 L, d'un diamètre 317/323 mm, a ensuite été mis en place jusqu'à 5,70 mètres de profondeur. Il dépasse d'environ 30 cm au-dessus du TN. Ce tube est pourvu de crépines à nervures repoussées (2,5 mm) entre 2,70 et 5,70 mètres.

La foration s'est poursuivie au marteau fond de trou en diamètre 12" ¼ jusqu'à 8,50 mètres pour permettre la mise en place d'un tube en PVC en diamètre 230/250 mm pourvu de crépines (fentes usine) entre 6 et 8,50 mètres. Ce tube est muni d'un bouchon à la base.

L'espace annulaire a été gravillonné avec un massif siliceux jusqu'à 2,50 mètres, puis une cimentation gravitaire sur bouchon de peltonite a été mise en œuvre jusqu'à la surface.

La zone aquifère a été rencontrée entre 2,60 et 5,80 mètres. Elle est constituée de graviers et de galets moyens à gros, dans une matrice sablo-argileuse.

Le surcreusement dans les marnes et la mise en place d'un tube PVC ont été justifiés par la nécessité de descendre le plus possible la pompe pour exploiter au maximum la faible épaisseur des formations aquifère. La position des crépines dans le tube PVC permettra une circulation de l'eau qui assurera le refroidissement du moteur de la pompe.

Le niveau statique a été mesuré à 2,90 m/tube soit environ 2,36 m/TN.

La température et la conductivité de l'eau ont été mesurées respectivement à 14,0 °C et 735 μ /cm, à l'issue des travaux.

9. ESSAIS PAR POMPAGE

Un essai par pompage d'une durée de 48 heures a été réalisé sur le forage Fe1 afin de tester l'aquifère contenu dans les alluvions du Gardon interceptées par l'ouvrage d'exploitation définitif.

Dans un premier temps, un essai par pompage par paliers de débit a été mené sur le forage Fe1 pour caractériser la relation entre l'ouvrage et l'aquifère.

Ces essais avaient pour objectifs :

- le développement du forage Fe1,
- la détermination de l'équation caractéristique du forage Fe1,
- la détermination des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère,
- l'appréciation du rendement et des possibilités d'exploitation du forage (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 : F1, F2, Pz1, P1.

9.1. Caractéristiques techniques

- **Conditions** : Moyennes eaux.
- **Installateur** : Ent. ROUDIL Forages (Nîmes -30).
- **Groupe de pompage** : Pompe immergée 6" à 8 mètres de profondeur.

- **Alimentation électrique** : Groupe électrogène.

- **Point de rejet de l'eau** : A une centaine de mètres au Sud-Est dans le ruisseau de Roumassouze, 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** : Fe1, F1, F2, Pz1, P1. L'ensemble de ces ouvrages est situé dans les alluvions récentes du Gardon (cf. Figure 5). P5 et P6 ont fait l'objet d'un suivi manuel ponctuel.

- **Niveaux initiaux** : Les niveaux statiques de la nappe alluviale mesurés à partir des têtes de tubage ont été mesurés le 20 novembre 2010,

Fe1	2,90 m/tubage
F1	2,85 m/tubage
F2	3,35 m/tubage
Pz1	3,14 m/tubage
P1	2,84 m/tubage.

- **Références** :

Fe1	0,54 m/sol
F1	0,37 m/sol
F2	0,80 m/sol
Pz1	0,70 m/sol
P1	0 m/sol.

- **Distances Fe1 / piézomètres** :

Fe1/F1 =	2,60 m
Fe1/F2 =	5,60 m
Fe1/Pz1 =	12,60 m
Fe1/P1 =	76 m

- **Mesures des niveaux** :

- mesures ponctuelles : limnimètre électrique manuel,
- mesures continues sur Fe1, F1, F2, Pz1, P1 : sonde piézorésistive PTX 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 MAC 10 de Paratronic.

▪ **Mesure de la conductivité et de la température :** Mesures continues au moyen du conductimètre WTW LF 340i.

9.2. Pompage par paliers de débit

La réalisation d'un forage perturbe l'écoulement des eaux souterraines au voisinage de l'ouvrage. Les pertes de charge 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 charge au sein d'une équation qui traduit la qualité de l'ouvrage.

9.2.1. Mise en œuvre

Le forage Fe1 a été mis en production à différents débits, appelés paliers de débit (cf. Figure 6).

▪ **Nombre de paliers :** 3

▪ **Débits :**

1^{er} palier : 20 m³/h

2^{ème} palier : 40 m³/h

3^{ème} palier : 64 m³/h.

▪ **Durée des paliers :** 40 minutes.

▪ **Temps de remontée :** variable, jusqu'à restitution d'un niveau stabilisé.

9.2.2. Résultats et interprétation

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
Débit	Q (m ³ /h)	20	30	64
Rabattement	s (m)	0,25	0,53	0,92
Rabattement spécifique	s/Q (m/m ³ /h)	0,01250	0,01325	0,01437

L'exploitation graphique de la droite $s/Q = f(Q)$ représentée sur la Figure 6 permet de déterminer l'équation caractéristique suivante :

$$s = 4.10^{-5} Q^2 + 1,16.10^{-2} Q$$

Le premier terme représente les pertes de charge quadratiques qui sont provoquées par l'écoulement turbulent dans l'ouvrage (crépine + tubage) et dans l'aquifère au voisinage de l'ouvrage ; elles dépendent essentiellement du débit pompé et caractérisent l'équipement de l'ouvrage et son environnement immédiat.

Le second terme représente les pertes de charge linéaires qui sont provoquées par l'écoulement laminaire dans l'aquifère.

Cette équation met en évidence que les pertes de charge liées à l'ouvrage et à son environnement immédiat restent faibles devant les pertes de charge dues à l'aquifère même au-delà du débit d'exploitation envisagé. Elles représentent :

- 6 % du rabattement au débit de 20 m³/h,
- 12 % du rabattement au débit de 40 m³/h,
- 17 % du rabattement au débit de 60 m³/h.

9.3. Essai par pompage de longue durée

A l'issue du dernier palier de débit, le pompage s'est poursuivi au débit de 64 m³/h.

9.3.1. Chronologie

▪ **Descente :**

du 20/10/2010 15 h 10 mn
 au 22/10/2010 11 h 15 mn
 soit 1 jour, 20 heures et 5 minutes.

▪ **Remontée :**

du 22/10/2010 11 h 02 mn
 au 25/10/2010 11 h 30 mn
 soit 3 jours et 28 minutes.

9.3.2. Résultats et interprétation

Descente

▪ *Débit moyen* : 64 m³/h.

▪ *Principales valeurs mesurées* :

Temps	0	15 min	30 min	1 h	2 h	6 h	12 h	18 h	24 h	1 j 20 h
Q (m ³ /h)	0	64,4	64,1	64,1	64,1	64,2	64,2	64,2	63,9	66,1

Sur Fe1 :

Profondeur du plan d'eau (m)	2,93	3,80	3,84	3,86	3,91	4,07	4,19	4,14	4,24	4,32
Rabatement (m)	0,00	0,87	0,91	0,93	0,98	1,14	1,26	1,21	1,31	1,39

Sur F1 :

Profondeur du plan d'eau (m)	2,88	3,26	3,28	3,31	3,39	3,50	3,57	3,60	3,62	3,75
Rabatement (m)	0,00	0,38	0,40	0,43	0,51	0,62	0,69	0,72	0,74	0,87

Sur F2 :

Profondeur du plan d'eau (m)	3,35	3,68	3,71	3,74	3,78	3,88	3,95	3,99	4,03	4,12
Rabatement (m)	0,00	0,33	0,36	0,39	0,43	0,53	0,60	0,64	0,68	0,77

Sur Pz1 :

Profondeur du plan d'eau (m)	3,19	3,40	3,44	3,47	3,50	3,59	3,65	3,67	3,75	3,84
Rabatement (m)	0,00	0,21	0,25	0,28	0,31	0,40	0,46	0,48	0,56	0,65

Sur P1 :

Profondeur du plan d'eau (m)	2,84	2,87	2,88	2,89	2,89	2,95	3,01	3,05	3,08	3,15
Rabatement (m)	0,00	0,03	0,04	0,05	0,05	0,11	0,17	0,21	0,24	0,31

Aucun impact du pompage n'a été mesuré sur les piézomètres P5 et P6 distants de 400 mètres environ vers le Nord-Ouest.

L'évolution de la profondeur du plan d'eau dans le forage Fe1 est tracée sur la Figure 7. L'enregistrement a été perturbé par des courants induits par le câble d'alimentation de la pompe le long du tube qui créent sur le graphique un étalement des points. Ces variations ne sont pas de nature à perturber l'interprétation.

L'évolution de la profondeur du niveau du plan d'eau dans les piézomètres F1, F2, Pz1 et P1 est tracée sur la Figure 8.

Ces graphiques montrent que pour la durée de pompage, aucune limite à charge constante ou à flux nul n'est atteinte. L'alimentation de l'aquifère par le Gardon n'est donc pas mise en évidence par les essais par pompage.

Les rabattements sont très fortement réduits par rapports à ceux observés sur les essais par pompage précédents réalisés sur les forages de reconnaissance.

▪ **Rabattements maximums :**

Fe1 :	1,41 m
F1 :	0,87 m
F2 :	0,78 m
Pz1	0,65 m
P1 :	0,36 m.

▪ **Volume extrait du forage :** 3 000 m³ environ.

Le rabattement du plan d'eau a été tracé en fonction du logarithme du temps sur la Figure 9 pour Fe1 et la Figure 11 pour F1, F2, Pz1 et P1.

Les points s'alignent selon une 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 quaternaires du Gardon à un milieu poreux homogène, isotrope et infini :

$$T = \frac{0,183 Q}{\Delta s}$$

avec : T = Transmissivité (m²/s)
 Q = Débit (m³/s)
 Δ s = Rabattement sur un cycle log (m)

Les différentes valeurs de transmissivité obtenues sur les différents ouvrages sont analogues et dans la même gamme que celles obtenues lors des essais précédents.

La transmissivité moyenne qui peut être retenue est :

T = 1 à 1,2.10⁻² m²/s
--

▪ **Coefficient d'emmagasinement**

Les graphiques obtenus à partir du report des rabattements sur les piézomètres (cf. Figure 11) permettent, par extrapolation graphique, le calcul du coefficient d'emmagasinement pour les piézomètres qui sont suffisamment distants du puits producteur :

$$S = \frac{2,25 T t_0}{r^2}$$

avec : S = Coefficient d'emmagasinement
 T = Transmissivité (m²/s)
 t₀ = Abscisse à l'origine
 r = Distance forage - piézomètre

On obtient pour Pz1 et P1 :

S ≈ 4 %

La valeur de ce coefficient est caractéristique d'une nappe libre à bonne porosité efficace caractéristique d'un magasin poreux à granulométrie hétérogène.

▪ **Rayon d'action :**

Les paramètres hydrodynamiques calculés lors des essais par pompage permettent de calculer le rayon d'action du pompage par l'application de la formule suivante :

$$R = 1,5 \sqrt{\frac{Tt}{S}}$$

avec : R = Rayon d'action (m)
 T = Transmissivité (m²/s)
 t = durée du pompage (s)
 S = Coefficient d'emmagasinement

On obtient un rayon d'action théorique de l'ordre de 350 mètres pour un pompage de 48 heures à un débit de 64 m³/h.

Remontée

▪ Principales valeurs mesurées sur Fe1 :

Temps	t=1j20h5' t' = 0	15'	30'	1 h	2 h	6 h	12 h	24 h	36 h	48 h	71 h
Profondeur du plan d'eau (m)	4,32	3,45	3,40	3,35	3,28	3,16	3,09	3,02	2,99	2,97	2,94
Rabattement (m)	1,39	0,52	0,47	0,42	0,35	0,23	0,16	0,09	0,06	0,04	0,01

t = durée du pompage

t' = temps de remontée

La remontée n'a été enregistrée que sur Fe1. F1 et Pz1 ont fait l'objet d'une mesure ponctuelle manuelle 48 heures après l'arrêt du pompage. Le rabattement résiduel était de 2 centimètres sur ces deux ouvrages.

L'évolution de la remontée du niveau du plan d'eau de l'aquifère sur Fe1 est tracée sur la Figure 7.

Cette remontée a été portée sur diagramme semi-logarithmique en fonction d'une expression mettant en relation la durée du pompage et le temps écoulé depuis l'arrêt de celui-ci (cf. Figure 10).

Cette courbe ne met pas en évidence d'alimentation par le Gardon.

Les points s'alignent selon une droite dont la pente permet le calcul de transmissivité par l'application de la méthode simplifiée de Jacob :

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

$$T = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

Cette valeur est conforme avec celle calculée lors de la descente.

On peut considérer que la transmissivité équivalente moyenne de l'aquifère dans le secteur est :

$$T = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

10. PROPOSITION D'EXPLOITATION

Le site est apte à fournir un débit de 50 m³/h pendant 15 heures par jour, soit un volume de 750 m³ par jour. Ce dernier reste inférieur à 5 % du QMNA5 (égal à 0,334 m³/s au niveau de la station de St-Hilaire de Brethmas pour la période de 1994 à 2001).

Un suivi piézométrique devra être réalisé sur le site en cours d'exploitation.

11. QUALITÉ DE L'EAU

11.1. Etude des conductivités et températures

Des mesures de la conductivité et de la température ont été réalisées de manière continue au cours de l'essai par pompage (cf. Figure 12).

On observe une oscillation de la courbe d'évolution de la température liée à l'insolation du bac de mesures. La température moyenne est de l'ordre de 14 °C et n'évolue pas sensiblement au cours de l'essai.

On observe une légère augmentation de la conductivité au cours de l'essai qui passe de 735 µS/cm à une valeur stabilisée de 748 µS/cm. Cette hausse progressive pourrait correspondre à la mobilisation d'eaux plus anciennes.

11.2. Analyse de première adduction

Une analyse de première adduction a été réalisée par le laboratoire CARSO à la fin des essais effectués sur le forage de reconnaissance F2 en juillet 2007 (cf. rapport BERGA-Sud n° 30/348 H 07/076 du 11/09/2007).

Il apparaît que l'eau captée est de très bonne qualité tant au niveau bactériologique que physico-chimique.

La présence de micro-organismes aérobies montre une certaine sensibilité du milieu.

Il peut être remarqué une très faible teneur en nitrates : 6,5 mg/l et l'absence de tous pesticides malgré la présence de cultures dans le secteur.

La teneur assez forte en sulfates : 83 mg/l suggère une alimentation par les eaux du Gardon.

12. VULNÉRABILITÉ

12.1. Vulnérabilité intrinsèque

Elle 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 et épurateur au niveau bactériologique ;
- la vitesse d'écoulement des eaux et la nature poreuse ou fissurée de l'aquifère.

Les aquifères alluviaux représentent d'une manière générale des milieux relativement sensibles aux pollutions en raison des échanges qui peuvent exister entre l'aquifère et les eaux de surface, potentiellement vectrices de contaminations.

Toutefois les circulations, à travers le réservoir poreux, permettent généralement une dilution progressive des substances polluantes (effet de dispersion) ainsi qu'une autoépuration naturelle de certains contaminants de nature organique. Les vitesses de circulation et la rapidité des transferts qui en résultent constituent donc un facteur important en termes de vulnérabilité.

Dans le cas présent, les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère sont bonnes, ce qui confère un écoulement relativement rapide des eaux souterraines qui pourrait engendrer le déplacement rapide de toute pollution accidentelle.

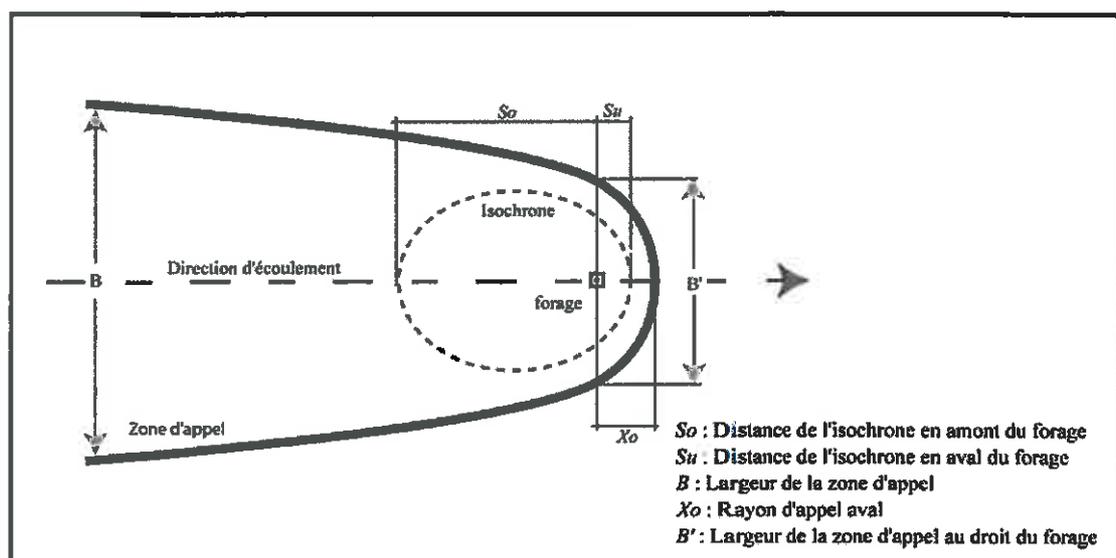
Au vu de la nature semi-perméable des formations de recouvrement (limons sablo argileux), de leur faible épaisseur (environ 2,5 mètres), et des possibles relations avec les cours d'eau, le secteur de Pré Boissier présente une vulnérabilité relativement importante vis-à-vis des eaux d'infiltration.

12.2. Zone d'appel du captage

La zone influencée par l'exploitation et donc la zone vulnérable à la ressource en eau peut être définie de manière théorique au moyen de la méthode de Wissling. Les calculs consistent alors à déterminer les principales caractéristiques géométriques permettant de tracer l'enveloppe de la zone d'appel et/ou d'une isochrone (courbe d'égal temps de transfert) de temps voulu.

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 et notamment de l'alimentation par le Gardon.

L'illustration ci-dessous donne le schéma de principe de détermination des isochrones autour d'un puits d'exploitation.



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

- Débit de pompage en exploitation : $Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$,
- Epaisseur noyée de l'aquifère : $b = 3 \text{ m}$,
- Perméabilité de l'aquifère : $K = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- Porosité cinématique : $\omega \approx 5 \%$,
- Gradient de l'aquifère⁽¹⁾ : $i = 1,5 \text{ à } 2 \%$.

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.

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

B : largeur de la zone d'appel

B' : largeur de la zone d'appel au droit du forage

X_0 : rayon d'appel aval.

La vitesse effective théorique (vitesse d'écoulement longitudinale) peut être estimée à l'aide du calcul suivant :

$$U = K \cdot i / \omega \approx 8 \text{ à } 10 \text{ m/j}$$

avec : U : vitesse effective (m/s)
 K : perméabilité (m/s)
 ω : la porosité efficace
 i : le gradient hydraulique

L'isochrone 50 jours a donc les caractéristiques géométriques théoriques suivantes :

$S_0 \approx 650 \text{ mètres}$ $S_u \approx 180 \text{ mètres}$
--

⁽¹⁾ : utilisation d'un gradient théorique moyen issu de la bibliographie

La zone d'appel a ainsi les caractéristiques géométriques théoriques suivantes :

<p>$B \approx 800$ mètres $B' \approx 400$ mètres $X_0 = 130$ mètres</p>

Ces différentes enveloppes sont reportées sur la Figure 14.

Cette méthode de détermination du temps de transfert au sein d'un aquifère est une méthode empirique. Ces valeurs ne doivent être utilisées que comme des ordres de grandeur. Ces calculs ne tiennent pas compte des particularités locales de l'aquifère étudié et notamment de la chenalisation et de l'alimentation par le Gardon.

D'un point de vue hydraulique, peu de modifications sont à apporter compte tenu de l'absence de prélèvements importants pouvant modifier les écoulements.

Remarque : la présence de limons en surface devrait ralentir la progression d'un polluant vers la nappe sauf s'il est "injecté" dans un forage ou un puits.

12.3. Vulnérabilité environnementale

Elle représente l'apport des activités humaines à la vulnérabilité intrinsèque. Elle a pour origine en particulier les ouvrages facilitant la pénétration des eaux dans l'aquifère (forages, systèmes d'assainissements, drains agricoles, excavations, ...).

Généralement, on associe à cette vulnérabilité l'augmentation de l'aléa potentiel de pollution par la prise en compte des stockages d'hydrocarbures, produits chimiques et phytosanitaires et plus généralement toutes activités sensibles susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines.

Ces points de pollution potentielle sont regroupés sur la Figure 14.

12.3.1. Alimentation par le Gardon d'Alès

Le principal risque de contamination des eaux de l'aquifère est avant tout lié à ses échanges permanents avec le Gardon qui contribue de façon significative à son alimentation.

Le suivi qualitatif des eaux du Gardon montre que le cours d'eau est susceptible de présenter, à hauteur du captage, une mauvaise qualité bactériologique imputable aux rejets d'eaux usées par les différentes stations d'épurations en amont du site.

La nature poreuse de l'aquifère et la distance entre la zone d'alimentation potentielle par le Gardon (non mise en évidence par les essais par pompage) et le captage réduit très fortement ce risque vis-à-vis d'une pollution d'ordre bactériologique.

12.3.2. Inondabilité

Le site est situé en zone inondable, dans le lit majeur du Gardon (cf. Figure 13). Dans le zonage du PPRI de la commune de Vézénobres (arrêté préfectoral n° 2010313-0031 du 09/11/2010) le site est classé en zone N-Uf : zone non urbanisée inondable par un aléa fort. Les profils en travers élaborés dans ce document montrent les plus hautes eaux vers 107 m NGF dans le secteur de Pré Boissier.

12.3.3. Agriculture

La quasi-totalité de la zone d'alimentation du captage est occupée par des terrains agricoles.

Compte tenu du type de culture pratiquée (maraîchère et arboriculture) sur la plaine, l'épandage de produits phytosanitaires semble probable. Toutefois les analyses d'eau disponibles n'indiquent pas de contamination imputable à cette activité.

12.3.4. Stockage de produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux

Aucun site de stockage de produit phytosanitaires et/ou d'hydrocarbures n'est présent sur la plaine alluviale.

12.3.5. Assainissements autonomes

Aucune habitation n'est présente sur la plaine, il n'y a par conséquent aucun système d'assainissement autonome.

12.3.6. Axes routiers et ferroviaires

Les axes de circulations représentent un risque majeur de déversement accidentel de produits polluants (substances de type hydrocarbure principalement). De ce point de vu le principal facteur de risque est donc lié à l'axe ferroviaire situé à 200 mètres à l'Ouest du site et dans une moindre mesure à la route Nîmes-Alès avec un risque de transfert par les ruisseaux rejoignant la plaine alluviale. Il conviendra d'établir un plan de prévention et de secours.

12.3.7. Fossés, ruisseaux

Plusieurs fossés et cours d'eau traversent la plaine. Ils ne semblent pas entailler les formations de recouvrement suffisamment pour modifier sensiblement les modalités d'alimentation de l'aquifère mais peuvent présenter un risque qualitatif.

Le site est bordé à l'Est par le ruisseau à écoulement temporaire de Roumassouze qui recueille les eaux issues du ruisseau de la Coste et parcourt le côté oriental de la plaine. Le lit de ce ruisseau, au moins au droit du site, apparaît argileux et donc peu propice à l'infiltration.

Un chenal d'évacuation des eaux provenant du ruisseau de Ranc vient d'être créé au droit du passage sous la 2x2 voies (cf. photo ci-après) pour évacuer directement les eaux au Gardon (secteur du Cheval vert). Le creusement est ici plus profond et plus large que sur les autres fossés et cours d'eau de la plaine.



12.3.8. Forages

De très nombreux forages d'irrigation sont présents dans le secteur d'étude et constituent le risque majeur vis-à-vis de l'intrusion directe d'un polluant dans la nappe. Si bon nombre d'entre eux présentent une tête étanche (pompe à main), certains sont ouverts, au ras du sol et dépourvus de cimentation annulaire. Ces ouvrages sont localisés sur la Figure 5 et dans le tableau placé en Annexe.

13. CONCLUSION

Les essais par pompage réalisés sur le forage d'exploitation ont permis de confirmer que le site est apte à fonctionner à un débit de 50 m³/h pendant 15 heures par jour, soit 750 m³/jour. Pour cela une pompe immergée 6" sera mise en place de façon à ce que la crépine d'aspiration se trouve à 6 mètres de profondeur.

Les autres captages (puits de la Gare et puits de la Hyerles) permettront de combler les besoins d'alimentation en eau potable du syndicat, estimés à l'horizon 2022 à 1 300 m³/j en pointe.

Lors de l'exploitation future un suivi piézométrique devra être mis en œuvre sur l'un des ouvrages du site pour moduler le cas échéant les prélèvements.

Le forage de reconnaissance F1 devra être rebouché dans les règles de l'art.

Montpellier, le 9 février 2011

Guillaume LATGÉ

Clémentine BOSSA

Jean-Marc FRANÇOIS

FIGURES

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

1



EXTRAIT DES FONDS TOPOGRAPHIQUES IGN NUMÉRISÉS AU 1/25 000

PB ⊗ Site de Pré Boissier (projet AEP SIE de la Mayre)
(cf. plan cadastral sur la Figure 2)

☐ Captages de Vézénobres (AEP SIE de la Mayre) :

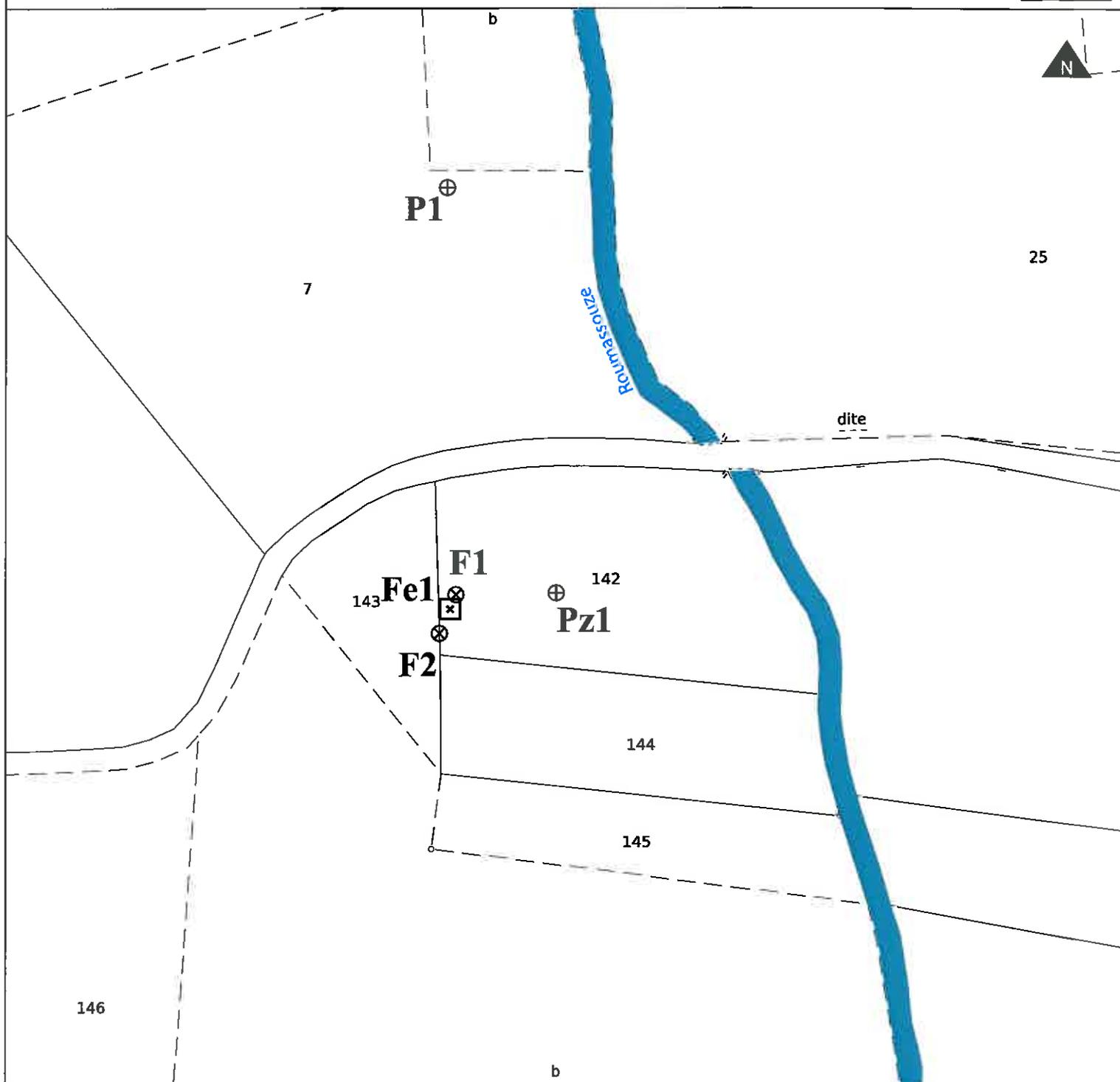
PG : Puits de la Gare

PH : Puits de la Hyerle



SITUATION CADASTRALE

2



EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL DE VEZENOBRES SECTION AK AU 1/1 000

Site de Pré Boissier (emplacements approximatifs) :

- ⊗ F1 Forage de reconnaissance - acier noir Ø 125 mm (mars 2007)
- ⊕ Pz1 Piézomètre - acier noir Ø 50/60 mm (mars 2007)
- ⊗ F2 Forage de reconnaissance - acier noir Ø 193 mm (juillet 2007)
- ⊠ Fe1 Forage d'exploitation - acier inox Ø 317 mm (octobre 2010)
- ⊕ P1 Forage d'irrigation

0 50 100 m

1/1 000



VÉZÉNOBRES (30) - Pré Boissier
 Fe1
 LHe : x = 742,53 y = 1 897,19 z = 107

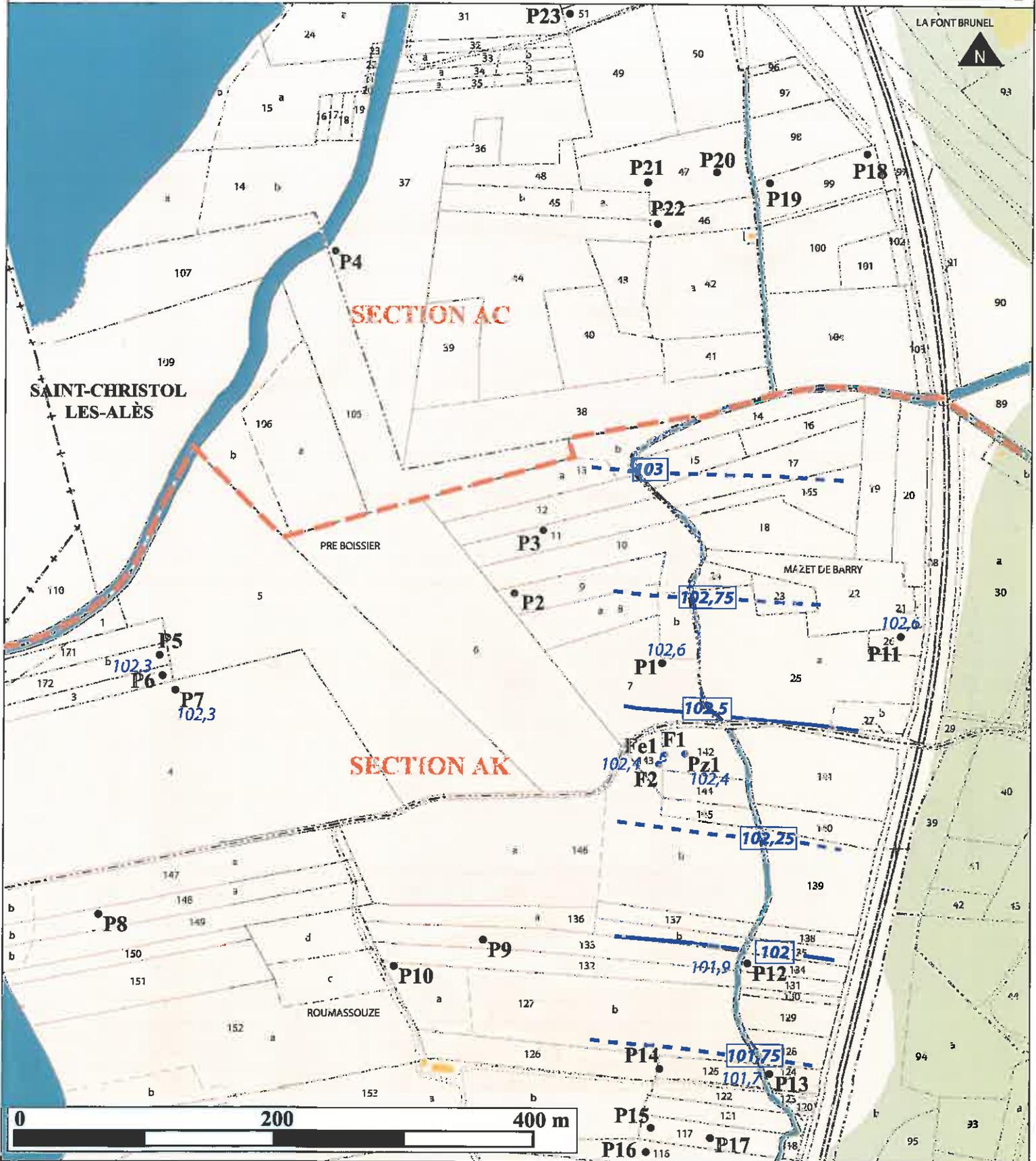
4

PROFIL GÉOLOGIQUE			PROFIL TECHNIQUE		
H (m)	Lithologie	Stratigraphie	Fonçage	Coupe technique	Tubage
0	Terre végétale et limons argileux bruns	QUATERNAIRE	0 m		Cimentation sur bouchon de peltonite de 0 à 2,5 m
1	Argile limoneuse brune		2,7 m	NS = 2,90 m/tube le 20/10/2010	Acier inox 304L Ø 317/323 mm de -0,3 à 5,7 m
2			Rotary à la boue Ø 15" de 0 à 6 m		Crépines nervures repoussées 2,5 mm de 2,7 à 5,7 m
3	Graviers et galets moyens à gros, aquifères dans une matrice argilo-sableuse		5,7 m		Graviers siliceux de 2,5 à 5,7 m
4					PVC Ø 230/250 de 0 à 8,5 m
5					
6	Marnes bleues plus ou moins indurées	VALANGINIEN	MFT Ø 12"¼ de 6 à 8,5 m		Crépines fentes usine de 6 à 8,5 m
7					
8			8,5 m		Bouchon à 8,5 m

Forage d'exploitation. Travaux réalisés par l'entreprise Roudil Forages (Nîmes - 30) du 6 au 18/10/2010.
 Débit instantané > 30 m³/h.

RECENSEMENT DES OUVRAGES DU SECTEUR ET ESQUISSE PIÉZOMÉTRIQUE (20/10/2010)

5



EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL DE VÉZÉNOBRES SECTION AC ET AK AU 1/4 000

Site de Pré Boissier :

- Fel
- F1, F2, Pz1
- Autres ouvrages

□ Alluvions récentes (aquifères)

□ Marnes valanginiennes (imperméables)

Niveau piézométrique en mNGF — 105,1

● P1 — Numéro de l'ouvrage

104 — Isopiète

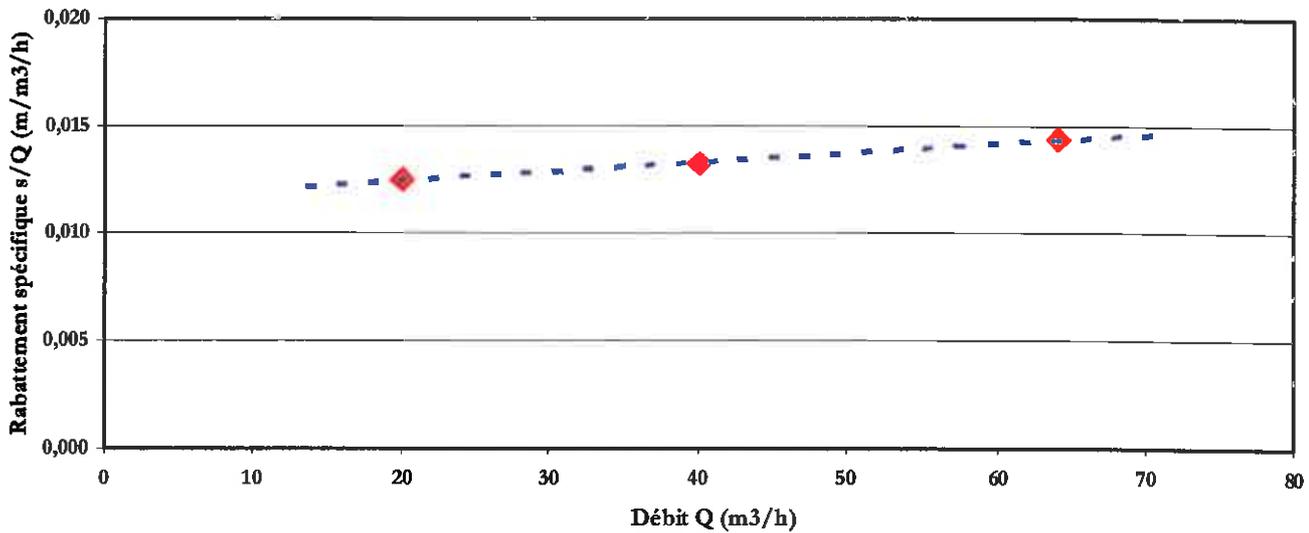
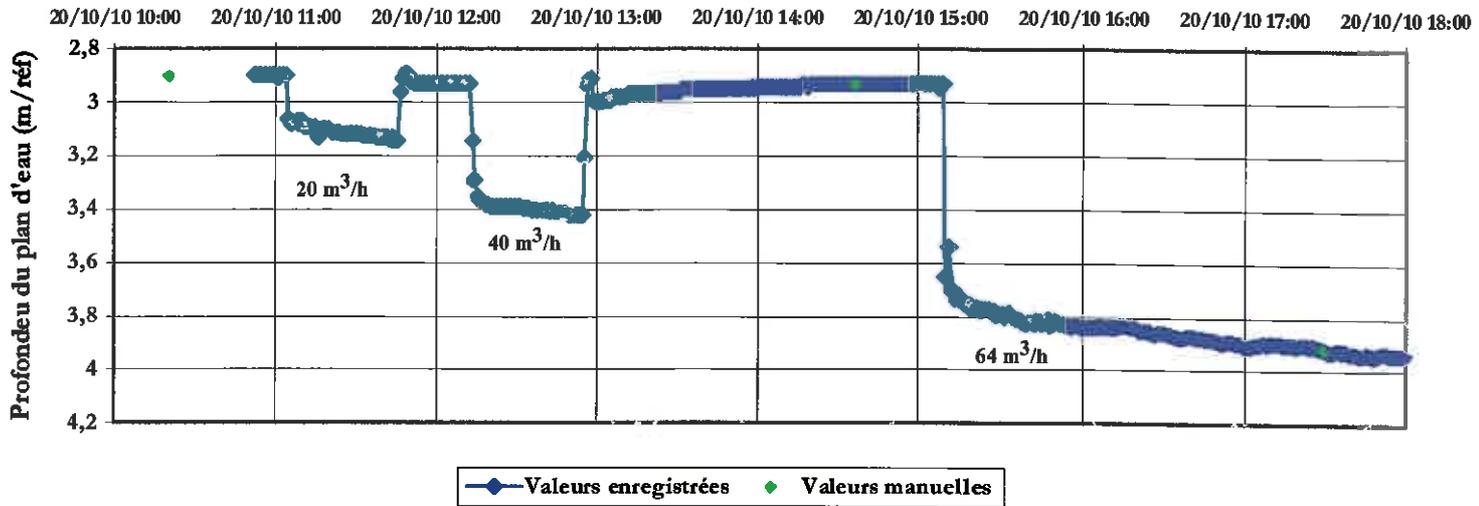
ESSAI PAR PALIERS DE DÉBIT SUR Fe1

6

- Vézénobres (30) - Pré Boissier -

20 octobre 2010

ÉVOLUTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU DANS LE FORAGE Fe1
DROITE CARACTÉRISTIQUE DE L'OUVRAGE Fe1 : $s/Q = f(Q)$



Paliers		1	2	3
Débit	Q (m ³ /h)	20	40	64
Rabattement	s (m)	0,25	0,53	0,92
Rabattement spécifique	s/Q [m/(m ³ /h)]	0,01250	0,01325	0,01437

Équation de la droite caractéristique du forage Fe1 :
coefficient de corrélation ($R^2 = 0,99$)

$$s = 4.10^{-5} Q^2 + 1,16.10^{-2} Q$$

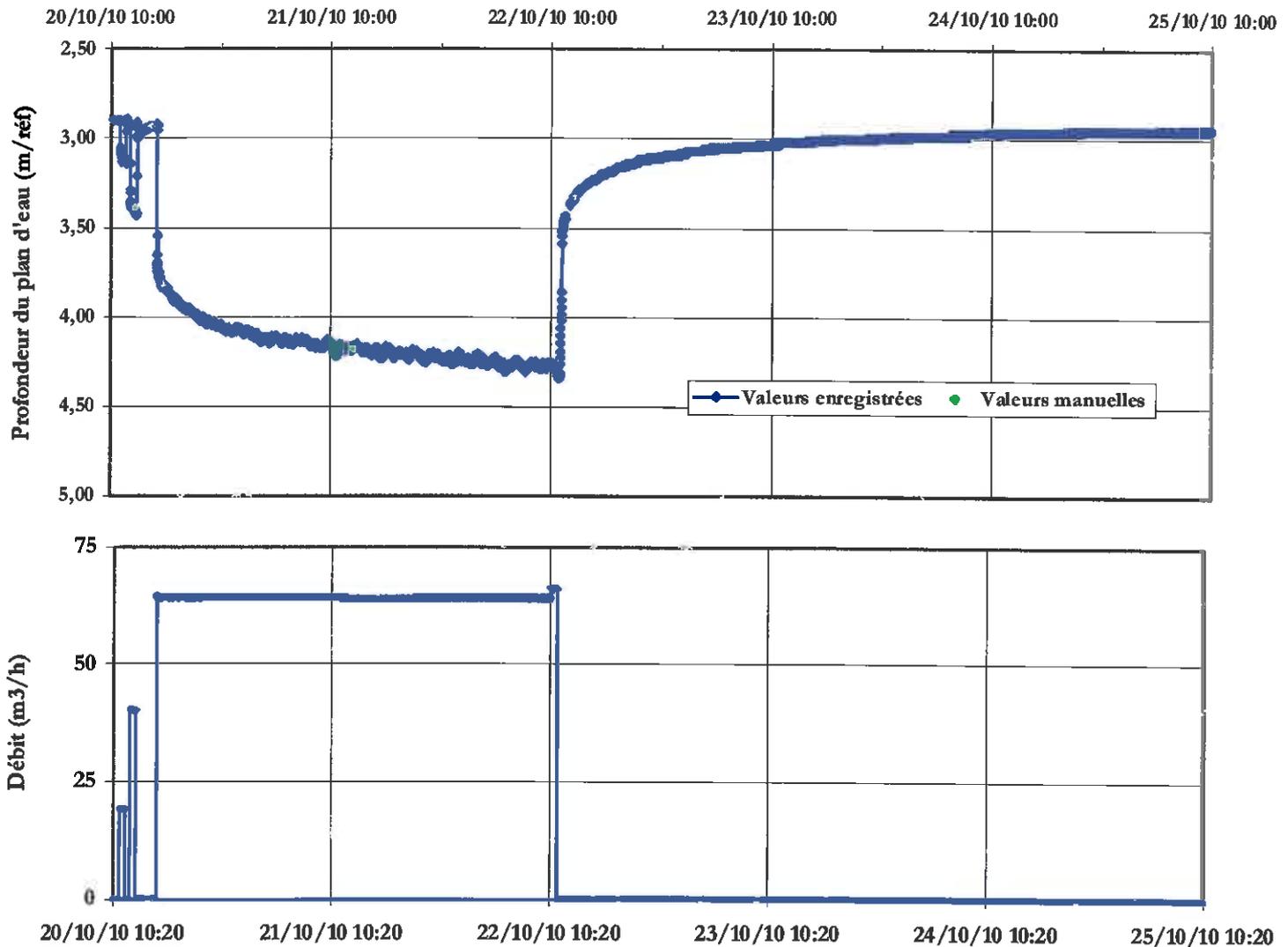
ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DURÉE SUR Fe1

7

- Vézénobres (30) – Pré Boissier

Du 20 au 22 octobre 2010

ÉVOLUTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU DANS LE FORAGE Fe1



Débit moyen : 64 m³/h

Niveaux initial : *Fe1* : 2,93 m/tubage

Rabatement maximal : *Fe1* : 1,39 m

Profondeur de la pompe : 8 m

Temps de pompage : 1 jour 20 heures et 5 minutes

Temps de remontée : 3 jours et 28 minutes

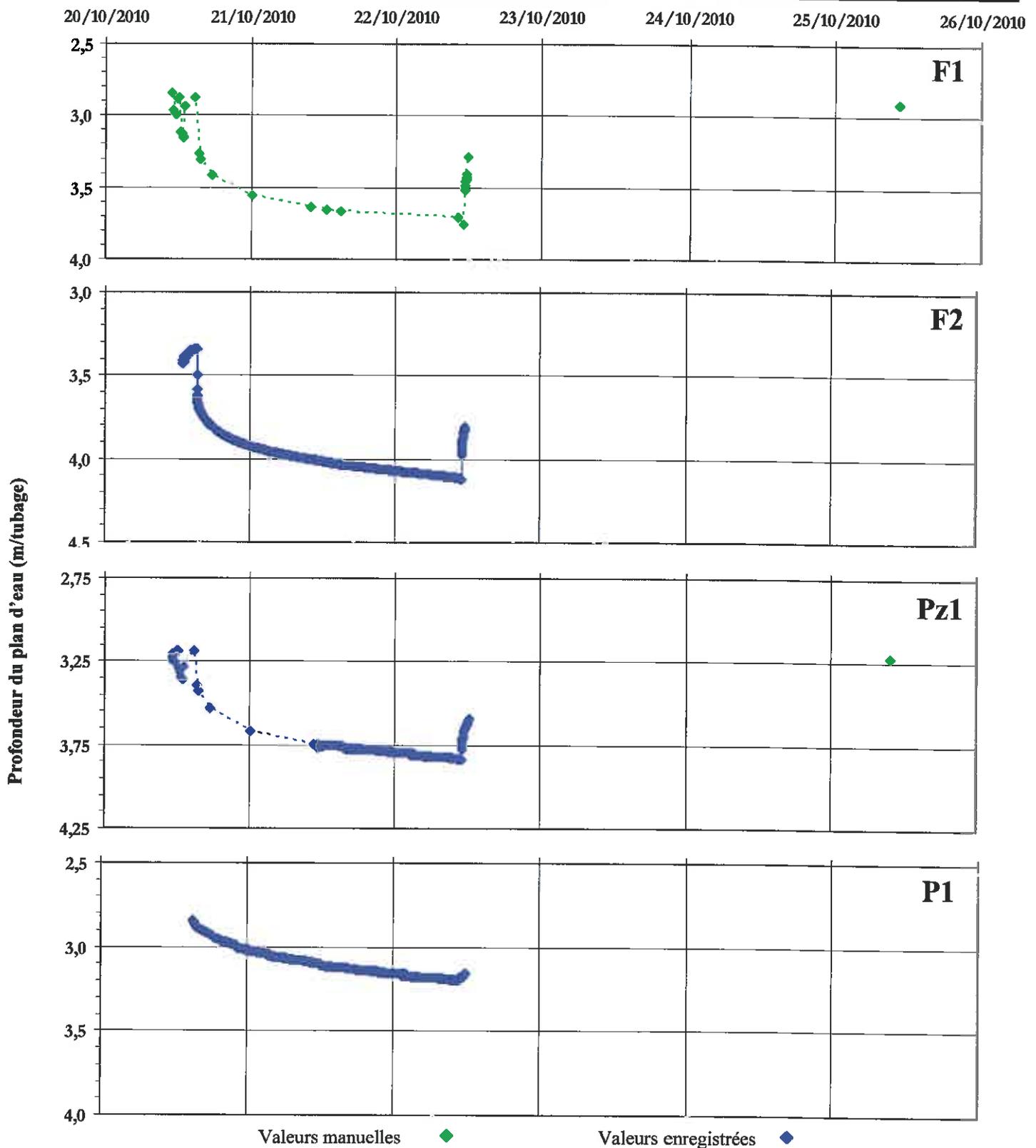
ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DURÉE SUR Fe1

8

- Vézénobres (30) - Pré Boissier -

Du 20 au 22 octobre 2010

ÉVOLUTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU DANS LES PIÉZOMÈTRES F1, F2, Pz1 et P1



ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DURÉE SUR Fe1

9

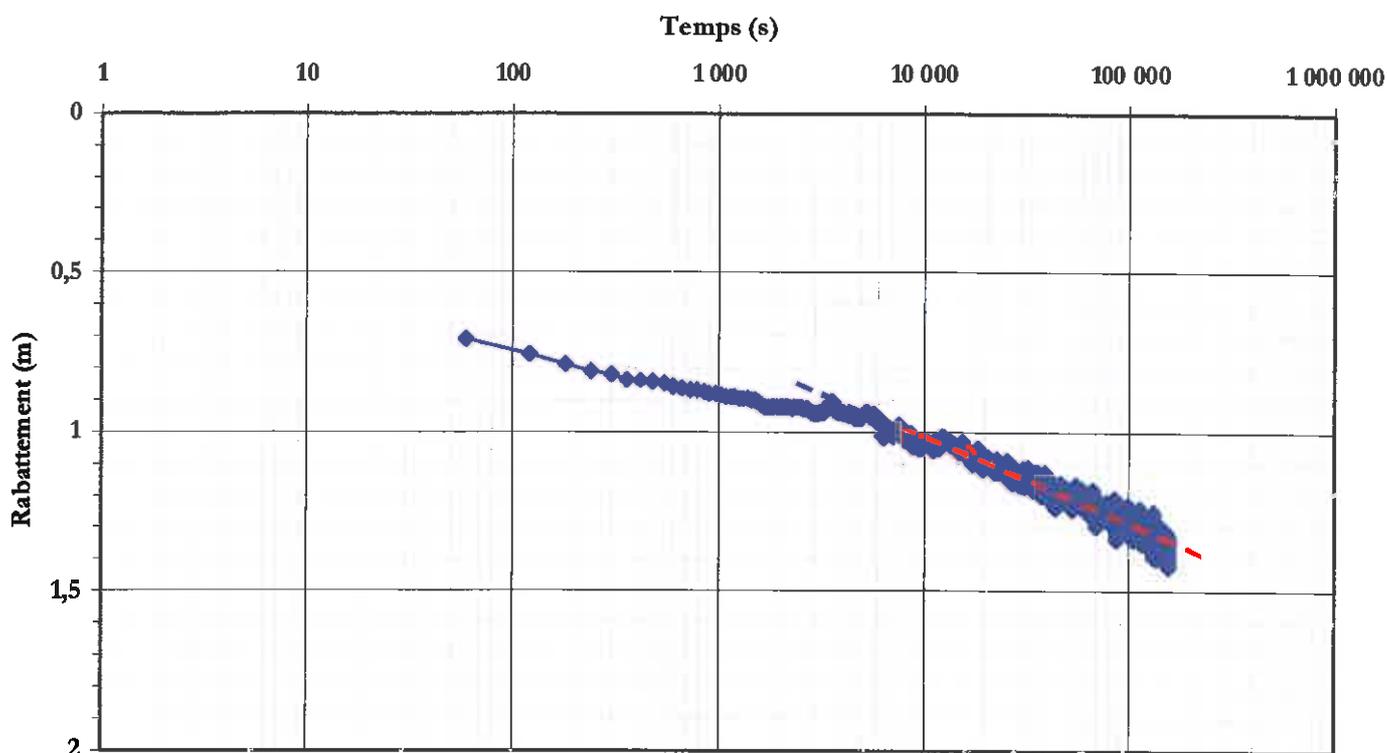
- Vézénobres (30) – Pré Boissier

Du 20 au 22 octobre 2010

ÉVOLUTION DU NIVEAU DU PLAN D'EAU DANS LE FORAGE Fe1

DESCENTE

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



AQUIFÈRE : alluvions quaternaires du Gardon

RÉSULTATS DE L'INTERPRÉTATION DE LA COURBE DE DESCENTE MÉTHODE DE THEIS – JACOB

(Débit moyen = 64 m³/h)

Transmissivité :

$$T = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DURÉE SUR Fe1

10

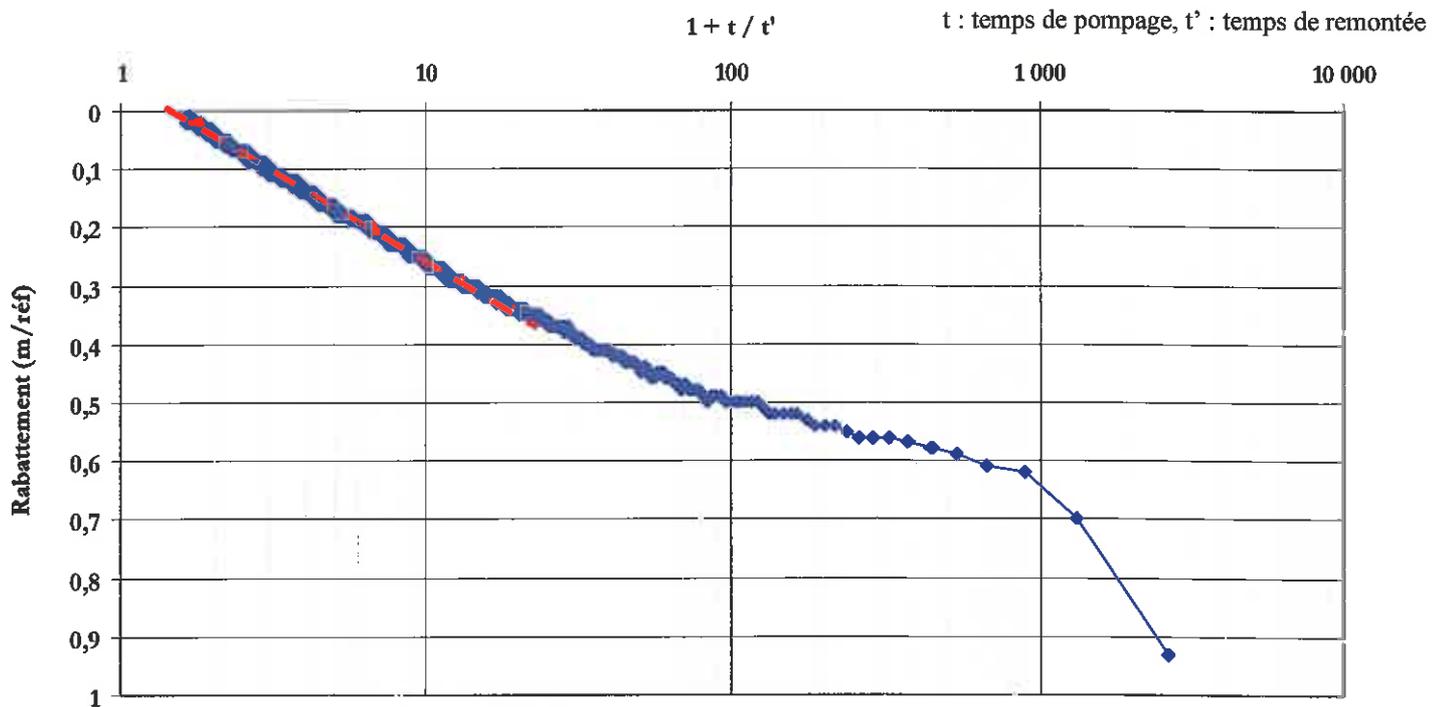
- Vézénobres (30) – Pré Boissier

Du 20 au 22 octobre 2010

VALEURS MESURÉES SUR Fe1

REMONTÉE

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



AQUIFÈRE : alluvions quaternaires du Gardon

**RÉSULTATS DE L'INTERPRÉTATION DE LA COURBE DE DESCENTE
MÉTHODE DE THEIS – JACOB
(Débit moyen = 64 m³/h)**

Transmissivité :

$$T = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$



ESSAI PAR POMPAGE DE LONGUE DURÉE SUR Fe1

11

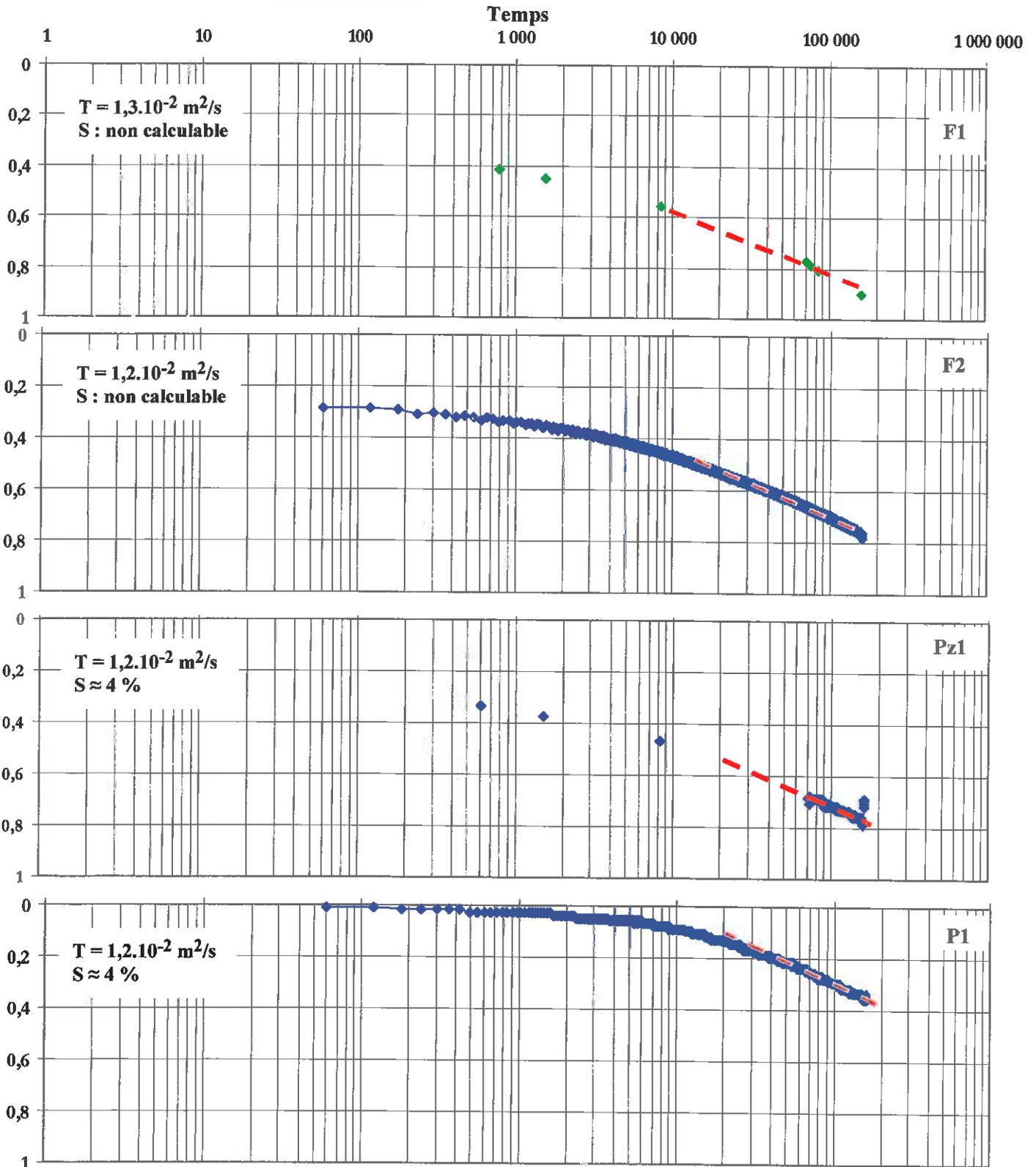
- Vézénobres (30) - Pré Boissier -

Du 20 au 22 octobre 2010

VALEURS MESURÉES SUR F1, F2, Pz1 et P1

DESCENTE

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



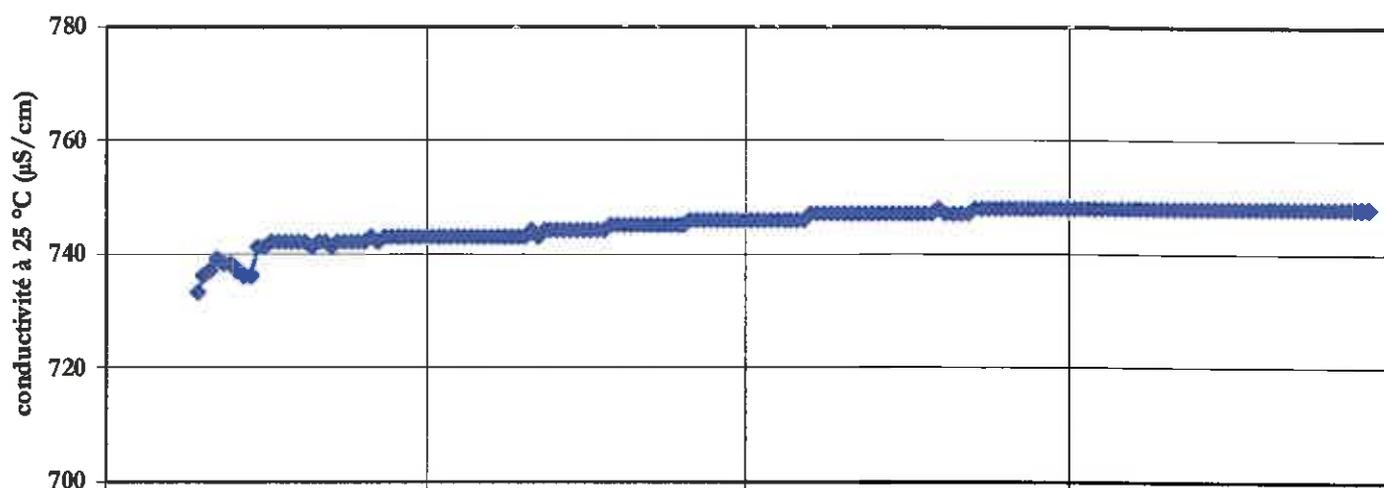
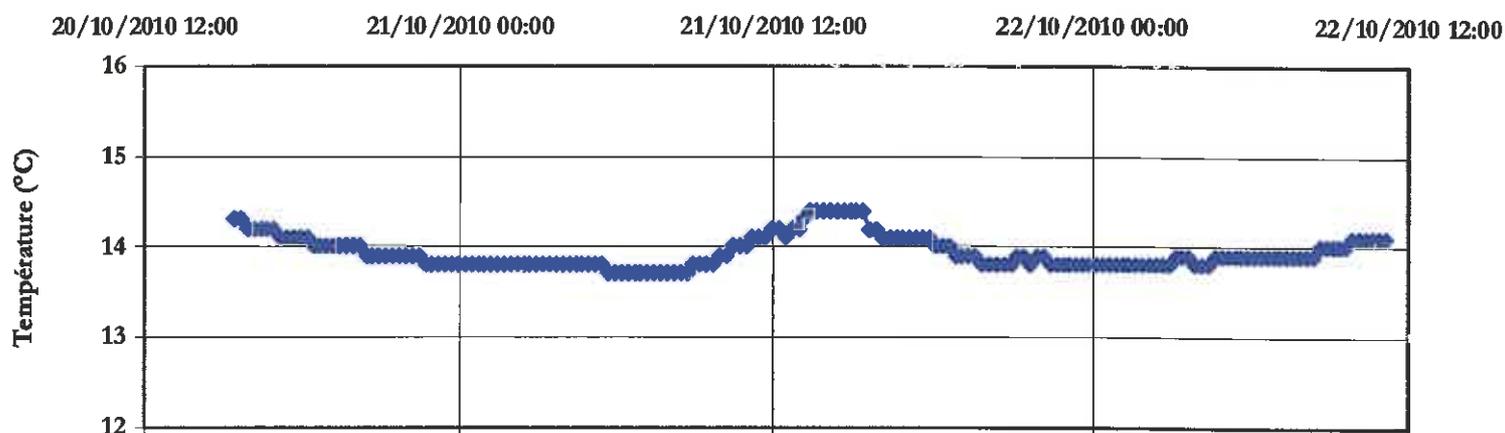
ESSAI PAR POMPAGE SUR Fe1

- Vézénobres (30) - Pré Boissier -

Du 20 au 22 octobre 2010

12

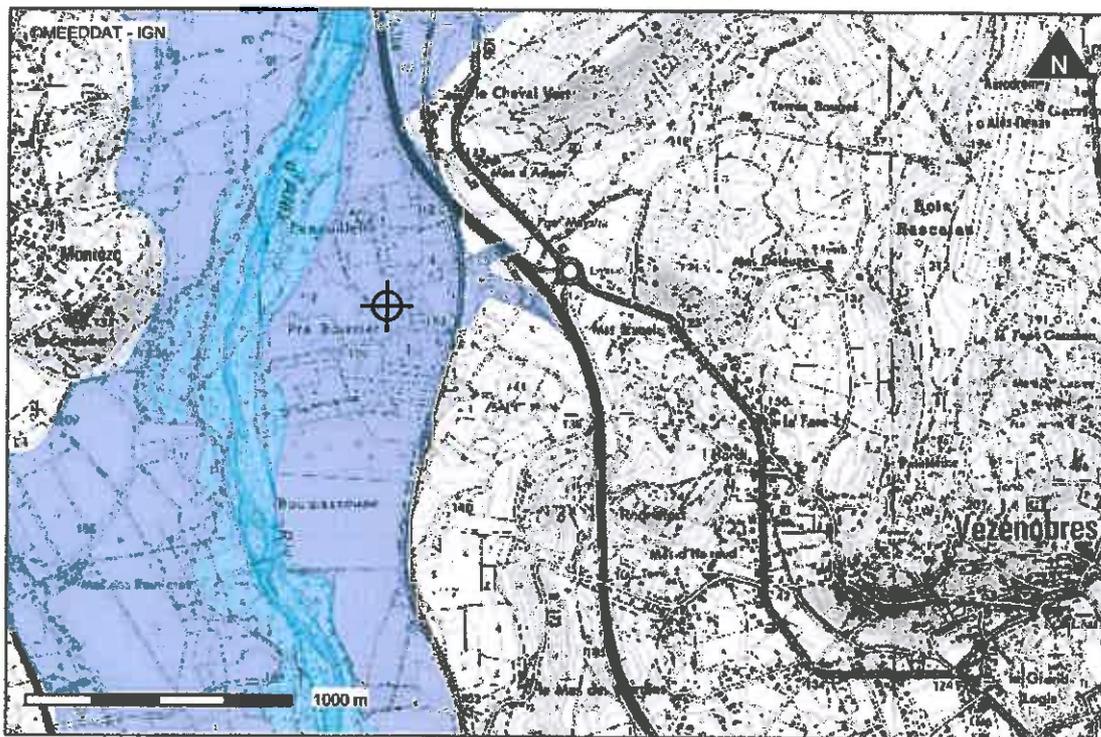
ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA CONDUCTIVITÉ AU COURS DE L'ESSAI PAR POMPAGE



EXTRAIT DU PLAN DE CARTOGRAPHIE DES RISQUES EN GARD

Atlas inondation - Hydrogéomorphologie

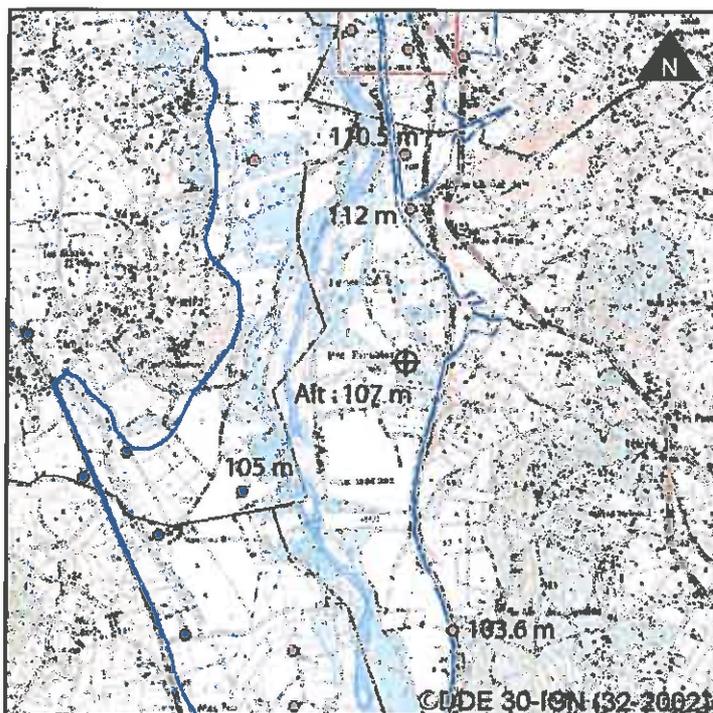
- Lit majeur
- Lit mineur
- Lit moyen
- Zone d'inondation potentielle par ruissellement ou débordement



⊕ Site de Pré Boissier

EXTRAIT DU PLAN DES PHE GARD

- Zone inondée en 2002
- PHE



**DONNÉES ISSUES
DU MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE,
DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE ET DE L'AMÉNAGEMENT
DU TERRITOIRE**

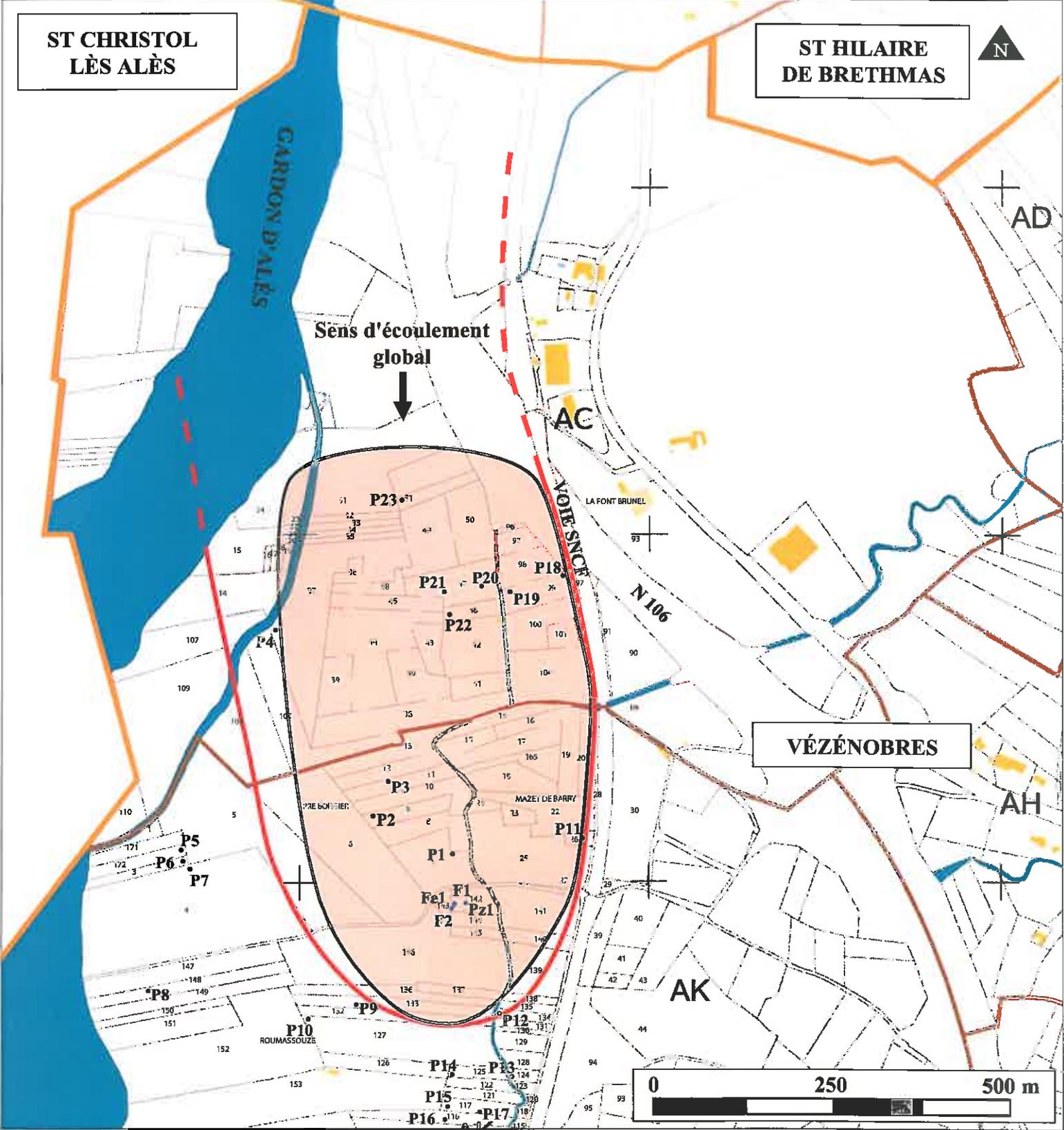
ISOCHRONE 50 JOURS

ZONE D'APPEL DU CAPTAGE

14

ST CHRISTOL
LÈS ALÈS

ST HILAIRE
DE BRETHMAS



EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL DE VÉZÉNOBRES SECTION AC ET AK AU 1/7 500

Isochrone 50 jours

Limite de commune

Site de Pré Boissier :

Fe1

F1, F2, Pz1

Zone d'appel théorique

Limite de section

Autres ouvrages

0 1 2 km

ANNEXE

ANNEXE

Désignation X I2e (m) Y I2e(m) Altitude TN (m NGF)*	Situation cadastrale (Section) (Parcelle)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Diamètre de l'ouvrage (m)	Référence de l'ouvrage / sol (m)	Profondeur du plan d'eau (m/éf) 20/10/10	N.S. (m NGF)* 20/10/10	Photographie de l'ouvrage
F1 742 540 1 897 190 105	AK 142	5,50	0,125	0,37	2,85	≈ 102,45	
F2 742 530 1 897 180 105	AK 143	8,70	0,193	0,80	3,35	≈ 102,45	
Pz1 742 550 1 897 190 105	AK 142	5,36	0,050	0,70	3,14	≈ 102,45	
Fe1 742 534 1 897 180 105	AK 142	8,50	0,317	0,34	2,90	102,45	
P1 742 516 1 897 280 105,5	AK 7	4,70	0,100	0,00	2,84	102,6	

* L'altitude des points de mesure a été déterminée à partir des courbes de niveau de la carte topographique IGN.
 NM : non mesurable

ANNEXE

Désignation X 12e (m) Y 12e(m) Altitude TN (m NGF)*	Situation cadastrale (Section) (Parcelle)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Diamètre de l'ouvrage (m)	Référence de l'ouvrage / sol (m)	Profondeur du plan d'eau (m/réf) 20/10/10	N.S. (m NGF)* 20/10/10	Photographie de l'ouvrage
P2 742 406 1 897 343 106	AK 9	Bouché à 1,30	-	-	NM	-	
P3 742 403 1 897 391 106	AK 11	-	-	-	NM	-	
P4 742 255 1 897 615 105	AC 37	2,90	1,50	0,40	2,27	103,1	
P5 742 130 1 897 284 106,4	AK 172b	-	-	-	NIM	-	
P6 742 132 1 897 276 106,4	AK 3	5,10	0,100	0,30	4,08	102,6	

* L'altitude des points de mesure a été déterminée à partir des courbes de niveau de la carte topographique IGN.
NIM : non mesurable

ANNEXE

Désignation X l2e (m) Y l2e(m) Altitude TN (m NGF)*	Situation cadastrale (Section) (Parcelle)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Diamètre de l'ouvrage (m)	Référence de l'ouvrage / sol (m)	Profondeur du plan d'eau (m/réf) 20/10/10	N.S. (m NGF)* 20/10/10	Photographie de l'ouvrage
P7 742 138 1 897 267 106,4	AK 4	5,65	0,100	0,35	4,12	102,6	
P8 742 081 1 897 085 106	AK 148a	-	-	-	NM	-	
P9 742 387 1 897 056 104,50	AK 133	-	-	-	NM	-	
P10 742 315 1 897 036 104,50	AK 127b	-	-	-	NM	-	
P11 742 702 1 897 316 106,2	AK 26	5,30	0,80	0,64	4,10	104,7	

* L'altitude des points de mesure a été déterminée à partir des courbes de niveau de la carte topographique IGN.
NM : non mesurable

ANNEXE

Désignation X Ize (m) Y Ize(m) Altitude TN (m NGF)*	Situation cadastrale (Section) (Parcelle)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Diamètre de l'ouvrage (m)	Référence de l'ouvrage / sol (m)	Profondeur du plan d'eau (m/réf) 20/10/10	N.S. (m NGF)* 20/10/10	Photographie de l'ouvrage
P12 742 580 1 897 040 104	AK 134	4,10	1,00	0,15	2,58	101,5	
P13 742 587 1 896 965 103,50	AK 124	3,20	0,80	0,30	2,65	101,2	
P14 742 512 1 896 967 103,50	AK 125	-	-	-	NM	-	
P15 742 505 1 896 936 103	AK 117	-	-	-	NM	-	
P16 742 506 1 896 931 103	AK 116	-	-	-	NM	-	

* L'altitude des points de mesure a été déterminée à partir des courbes de niveau de la carte topographique IGN.
NM : non mesurable

ANNEXE

Désignation X Ize (m) Y Ize(m) Altitude TN (m NGF)*	Situation cadastrale (Section) (Parcelle)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Diamètre de l'ouvrage (m)	Référence de l'ouvrage / sol (m)	Profondeur du plan d'eau (m/réf) 20/10/10	N.S. (m NGF)* 20/10/10	Photographie de l'ouvrage
P17 742 558 1 896 918 103	AK 117	-	-	-	NM	-	
P18 742 671 1 897 684 106,5	AC 99	-	-	-	NM	-	
P19 742 596 1 897 662 106,5	AC 99	-	-	-	NM	-	
P20 742 556 1 897 672 106,5	AC 47	-	-	-	NM	-	
P21 742 495 1 897 665 106,5	AC 47	-	-	-	NM	-	

* L'altitude des points de mesure a été déterminée à partir des courbes de niveau de la carte topographique IGN.
NM : non mesurable

ANNEXE

Désignation X Ize (m) Y Ize(m) Altitude TN (m NGF)*	Situation cadastrale (Section) (Parcelle)	Profondeur de l'ouvrage (m)	Diamètre de l'ouvrage (m)	Référence de l'ouvrage / sol (m)	Profondeur du plan d'eau (m/réf) 20/10/10	N.S. (m NGF)* 20/10/10	Photographie de l'ouvrage
P22 742 498 1 897 649 106,5	AC 46	-	-	-	NM	-	
P23 742 434 1 897 791 106	AC 51	-	-	-	NM	-	

* L'altitude des points de mesure a été déterminée à partir des courbes de niveau de la carte topographique IGN.
NM : non mesurable

