



Rapport de fin de travaux des sondages hydrogéologiques d'Estagel et de Salses-le-Château

Rapport final

BRGM/RP-53727-FR
Février 2005

BRGM/RP-53727-FR
Février 2005

Rapport de fin de travaux des sondages hydrogéologiques d'Estagel et de Salses-le-Château

Rapport final

BRGM/RP-53727-FR

Février 2005

Étude réalisée dans le cadre du projet de recherche EAUR01-
KARSTEAU du BRGM

N.Dörfliger

Avec la collaboration de

J-C. Maréchal, P. Le Strat, V. Petit et J-L. Izac

Vérificateur :

Nom : Petit Vincent

Date : 15/02/2005

Signature :

Approbateur :

Nom : Lachassagne Patrick

Date :

Signature :

Mots clés : Karst, hydrogéologie, sondage, forage, piézomètre, pertes de cours d'eau, Corbières, Estagel (66), Salses-le-Château (66), Agly.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Dörfliger N. avec la contribution de J-C. Maréchal, P. Le Strat, V. Petit et de J-L.Izac (2005) - Rapport de fin de travaux des sondages hydrogéologiques d'Estagel et de Salses-le-Château, Rapport BRGM RP-53727-FR, 33 pages, 12 illustrations, 1 annexe.

© BRGM, 2005, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Dans le cadre de la phase II du projet « Corbières – Evaluation de la ressource en eau souterraine des systèmes karstiques », projet cofinancé par le BRGM (PDR05EAU01-KARSTEAU), les Conseils Généraux des Pyrénées-Orientales, de l'Aude et l'agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, deux sondages hydrogéologiques ont été réalisés.

Le premier est un piézomètre d'observation au niveau du secteur de la confluence entre l'Agly et le Verdouble, en aval de la zone de pertes de ces deux cours d'eau. Son objectif est de mieux contraindre un des signaux d'entrée du système karstique du synclinal du Bas-Agly dont les exutoires principaux sont les sources de Fontestramar et de Fontdame (Salses-le-Château, 66).

Le deuxième ouvrage est un forage de reconnaissance servant de piézomètre, d'une profondeur de 150 m, implanté au niveau de la Combe-Française à Salses-le-Château. L'objectif de cet ouvrage est d'une part de tester la ressource, de vérifier la qualité des eaux et de disposer d'un point d'observation supplémentaire dans un secteur proche de l'axe de drainage souterrain principal, dont l'exutoire est notamment la source de Fontestramar.

Le présent rapport de fin de travaux est conforme à l'arrêté du 11 septembre 2003. Il concerne les dossiers de déclaration déposés à la Préfecture des Pyrénées-Orientales par le Conseil Général des Pyrénées-Orientales, Mission Ressource en Eau Assainissement, en août 2004, pour les deux sondages hydrogéologiques cités ci-dessus. Les travaux ont eu lieu en novembre-décembre 2004.

Les données techniques relatives au log de forage, à l'équipement du piézomètre, au niveau piézométrique ainsi qu'aux données d'essai de pompage pour l'ouvrage de la Combe-Française sont présentés dans le cadre de ce rapport.

Sommaire

1 Introduction.....	7
1.1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR	7
2 Piézomètre d'Estagel.....	9
2.1 DONNEES ADMINISTRATIVES.....	9
2.2 DONNÉES GÉOGRAPHIQUES, GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES	9
2.2.1 Localisation géographique	9
2.2.2 Information géologique.....	10
2.2.3 Information technique de l'équipement du piézomètre.....	11
2.2.4 Caractéristiques hydrogéologiques et suivi.....	12
3 Piézomètre de la Combe-Française à Salses-le-Château.....	13
3.1 DONNEES ADMINISTRATIVES.....	13
3.2 DONNÉES GÉOGRAPHIQUES, GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES	13
3.2.1 Localisation géographique	13
3.2.2 Information géologique.....	15
3.2.3 Information technique de l'équipement du piézomètre.....	16
3.2.4 Caractéristiques hydrogéologiques et suivi.....	17

Liste des illustrations

<i>Illustration 1 - Tête de puits du piézomètre d'Estagel (66).....</i>	<i>9</i>
<i>Illustration 2 - Localisation du piézomètre situé sur la commune d'Estagel (66) à la confluence Verdoube et Agly.....</i>	<i>10</i>
<i>Illustration 3 - Log géologique du sondage hydrogéologique d'Estagel – E1</i>	<i>11</i>
<i>Illustration 4 - Coupe technique du piézomètre d'Estagel (66) (Cr : tube crépiné (fente de 1mm sur tube en PVC), Plein : tube pvc plein)</i>	<i>11</i>
<i>Illustration 5 - tête de puits du piézomètre de la Combe-Française à Salses-le-Château (66).....</i>	<i>14</i>
<i>Illustration 6 - Localisation du forage de reconnaissance- piézomètre de la Combe-Française à Salses-le-Château</i>	<i>14</i>
<i>Illustration 7 - Localisation du forage de reconnaissance en tant que piézomètre dans la Combe-Française sur la commune de Salses-le-Château (66).</i>	<i>15</i>
<i>Illustration 8 - Log géologique du forage de reconnaissance de Combe-Française à Salses-le-Château</i>	<i>16</i>
<i>Illustration 9 - Coupe technique du forage de reconnaissance de la Combe-Française à Salses-le-Château (66) (Cr : tube crépiné (fente de 1mm sur tube en PVC), Plein : tube pvc plein)</i>	<i>17</i>
<i>Illustration 10 - Evaluation des pertes de charge quadratiques par interprétation du pompage par paliers sur le forage de reconnaissance de Combe-Française à Salses-le-Château (66).....</i>	<i>19</i>
<i>Illustration 11 - Evolution du niveau d'eau, de la conductivité électrique et de la température lors du pompage d'essai sur le forage de reconnaissance de la Combe-Française à Salses-le-Château (66) entre le 16 et le 18/12/2004.....</i>	<i>20</i>
<i>Illustration 12 - Ajustement par un modèle analytique (solution de Theis) de la courbe de rabattement pour l'essai de pompage de longue durée sur le forage de reconnaissance de la Combe-Française (Salses-le-Château, 66).....</i>	<i>21</i>

1 Introduction

Ce rapport constitue le rapport de fin de travaux des sondages hydrogéologiques réalisés dans le cadre du projet CORBIERES « Évaluation des ressources en eaux souterraines des systèmes karstiques des Corbières Orientales », appartenant au projet de recherche du BRGM, KARSTEAU « Structure et fonctionnement des systèmes karstiques ».

Le présent rapport de fin de travaux est conforme à l'arrêté du 11 septembre 2003, il concerne les dossiers de déclaration déposés à la Préfecture des Pyrénées-Orientales par le Conseil Général des Pyrénées-Orientales, Mission Ressource en Eau Assainissement, en août 2004, pour les sondages hydrogéologiques d'Estagel et de Salses-le-Château à la Combe-Française. Les travaux ont eu lieu en novembre-décembre 2004.

Les numéros de récépissé de déclaration sont les suivants :

- Piézomètre d'observation au niveau des pertes de l'Agly et du Verdoube sur la commune d'Estagel (66) : N° 289//2004 (01/10/2004).
- Forage de reconnaissance au lieu-dit « Combe-Française » à Salses-le-Château (66) : N° 288//2004 (01/10/2004).

1.1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR

Conseil Général des Pyrénées-Orientales
Mission Ressource en Eau Assainissement
24 quai Sadi Carnot
66009 Perpignan

Personne à contacter : Martine Assens, Hydrogéologue (Tél. : 04.68.85.82.22)

2 Piézomètre d'Estagel

2.1 DONNÉES ADMINISTRATIVES

Le piézomètre d'Estagel situé au niveau de la confluence entre le Verdoube et l'Agly, en rive gauche de ce dernier a été implanté sur la parcelle 1005, dont le propriétaire est Monsieur René Fabre.

Le piézomètre a été réalisé par l'entreprise AQUAFORAGE de St-Cyprien entre le 22 et le 24 novembre 2004. Les travaux ont été suivis par J-Louis Izac, technicien de l'unité RMD du service EAU du BRGM à Montpellier. Le sondage a été foré au Marteau Fond de Trou en diamètre 168.

Le numéro du récépissé de déclaration émis par la Préfecture des Pyrénées-Orientales est le suivant : 289//2004.

Le numéro d'enregistrement de la déclaration selon le code minier à la DRIRE est le suivant : 9320 ; le code BSS attribué par le BRGM est le suivant : 1090-3X-0034.

2.2 DONNÉES GÉOGRAPHIQUES, GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES

2.2.1 Localisation géographique

Le piézomètre est situé en rive gauche de l'Agly, le long de la route menant à Mas de Jau et Cases-de-Pène en rive gauche de l'Agly aux coordonnées suivantes (Lambert II étendu) :

Coordonnées X : 631.250 km

Coordonnées Y : 1 752.99 km

Altitude Z : 60 m NGF

L'implantation du forage est représentée aux illustrations suivantes 1 et 2.



Illustration 1 - Tête de puits du piézomètre d'Estagel (66).

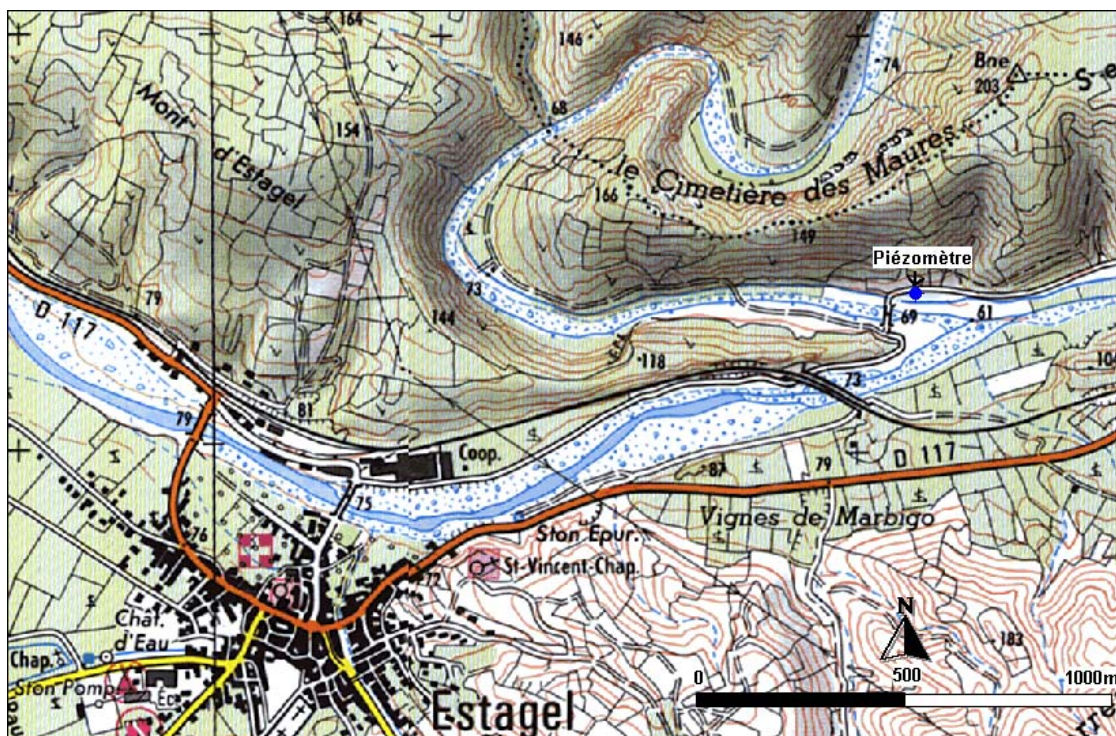


Illustration 2 - localisation du piézomètre situé sur la commune d'Estagel (66) à la confluence Verdoube et Agly.

2.2.2 Information géologique

Le sondage hydrogéologique, d'une profondeur de 50 m, a recoupé les terrains mésozoïques du Tithonien et du Berriasien. La coupe géologique de l'ouvrage a été déterminée sur la base des cuttings récupérés à chaque changement de tige en cours de foration au Marteau Fond de Trou (environ tous les trois mètres), par Paul Le Strat, géologue régional au service géologique régional du Languedoc Roussillon du BRGM.

De 0 à -26 m, ce sont les faciès des calcaires recristallisés noirs qui s'expriment au niveau des cuttings rattachés au Berriasien. Puis ce sont les calcaires recristallisés blancs de faciès du lagon tithonien qui sont présents entre -26 m et -50 m.

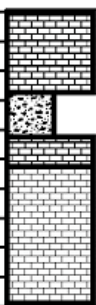
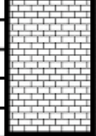
Profondeur mètres	Log	Description lithologique	Formations	Stratigraphie
0		0 à 16 m Calcaires recristallisés noir à pustules blanche	Calcaires recristallisés noirs	Berriasien
10		16 m Niveau de la nappe phréatique		
20		16 à 22 m Calcaire karstifié avec sable dolomitique plus ou moins argileux		
30		22 à 26 m Calcaires recristallisés noir	Calcaires tithonien sous faciès lagon	Tithonien
40		26 à 50 m Calcaires recristallisés blanc faciès lagon tithonien		
50				

Illustration 3 - Log géologique du sondage hydrogéologique d'Estagel – E1.

2.2.3 Information technique de l'équipement du piézomètre

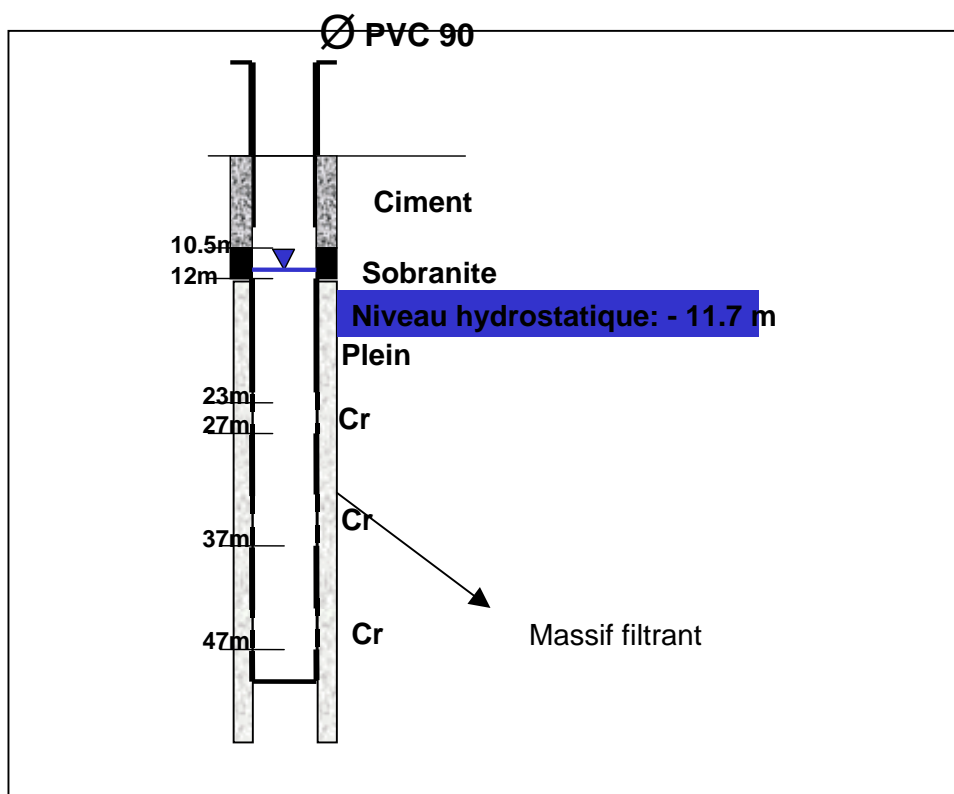


Illustration 4 - Coupe technique du piézomètre d'Estagel (66) (Cr : tube crépiné (fente de 1mm sur tube en PVC), Plein : tube pvc plein).

La tête du forage est cimentée et est entourée d'une dalle de propreté 1*1*0.3 m. Elle est équipée d'un capot étanche cadenassé de diamètre 170 mm. Caractéristiques hydrogéologiques et suivi

La conductivité électrique de l'eau a été mesurée en cours de foration dès les premières venues d'eau. Le tableau ci-dessous récapitule les conductivités électriques en fonction des venues d'eau.

Venue d'eau et mesures au changement de tige	Profondeur (m)	Conductivité électrique (μS/cm)
1 ^{ère} venue d'eau	22 m	560
2 ^{ème} mesure	25 m	615
3 ^{ème} mesure	58 m	595
4 ^{ème} mesure	31 m	593
5 ^{ème} mesure	34 m	610
6 ^{ème} mesure	37 m	606
7 ^{ème} mesure	40 m	590
8 ^{ème} mesure	43 m	610
9 ^{ème} mesure	46 m	605
10 ^{ème} mesure	49 m-50 m	605

En cours de foration, lors des rajouts de tige à l'avancement, des mesures de débit ont été effectuées dès les premières venues d'eau à -22m. Le débit a évolué de la façon suivante :

Profondeur (m)	Débit (m³/h)
22 m	1.2
25 m	1.8
28 m	1.8
31 m	2
34 m	5.15
37 m	6
40 m	5.7
43 m	6
46 m	6
49 m	6.7
50 m	7.7

Le débit au soufflage en fin d'ouvrage était de 7.7 m³/h.

Le niveau piézométrique en date du 23/11/2004 était situé à -11,70 m. Une centrale d'acquisition (madofil 1bar, 20 m) a été mise en place dans l'ouvrage en date du 08/12/2004 afin de suivre l'évolution piézométrique de ce point et de mieux contraindre le signal d'entrée du système karstique binaire du synclinal du Bas-Agry dont l'exutoire principal est la source de Fontestramar à Salses-le-Château. Cet ouvrage n'a pas fait l'objet d'essai de puits ou de nappe.

3 Piézomètre de la Combe-Française à Salses-le-Château

3.1 DONNÉES ADMINISTRATIVES

Le piézomètre de Combe-Française est situé au lieu dit la Combe-Française sur la commune de Salses-le-Château, sur la parcelle G 350, section AC2, dont le propriétaire est le Groupement Foncier Agricole Saint-Gilles, représenté par son Gérant Monsieur Daniel GOMEZ.

Le piézomètre a été réalisé par l'entreprise AQUAFORAGE de St-Cyprien Plage (66) entre le 24 novembre et le 7 décembre 2004. Les travaux ont été suivis par J-Louis Izac, technicien de l'unité RMD du service EAU du BRGM à Montpellier. Le sondage a été foré au Marteau Fond de Trou en diamètre 168.

Le numéro du récépissé de déclaration émis par la Préfecture des Pyrénées-Orientales est le suivant : 288//2004.

Le numéro d'enregistrement de la déclaration selon le code minier à la DRIRE est le suivant : 9169 ; le code BSS attribué par le BRGM est le suivant : 1079-5X-0070.

3.2 DONNÉES GÉOGRAPHIQUES, GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES

3.2.1 Localisation géographique

Le piézomètre est situé dans la Combe-Française aux coordonnées suivantes (Lambert II étendu) :

Coordonnées X : 646.680 km
Coordonnées Y : 1 760.300 km
Altitude Z : 65 m NGF

L'implantation du forage est représentée aux Illustrations 5, 6 et 7.



Illustration 5 - Tête de puits du piézomètre de la Combe-Française à Salses-le-Château (66).

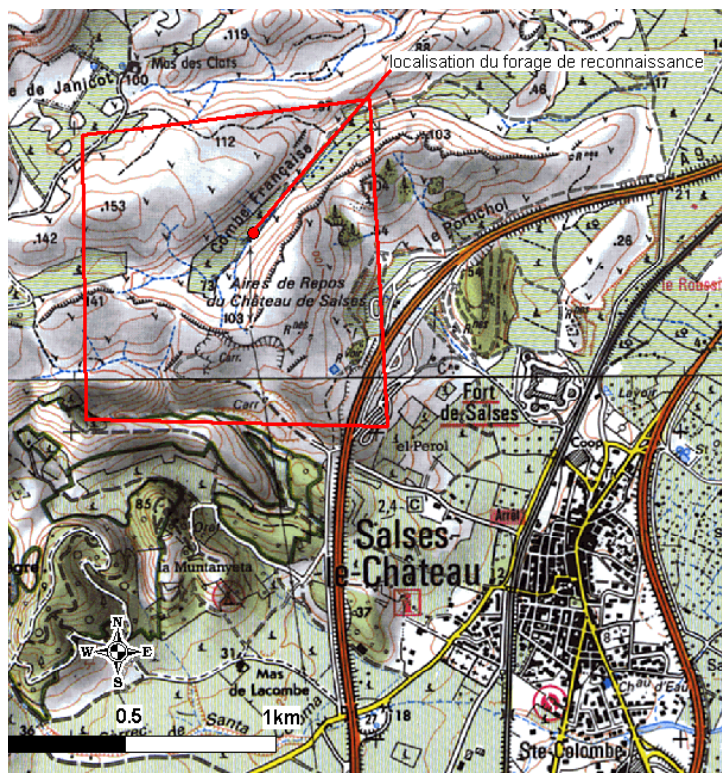


Illustration 6 - Localisation du forage de reconnaissance- piézomètre de la Combe-Française à Salses-le-Château.



Illustration 7 - Localisation du forage de reconnaissance en tant que piézomètre dans la Combe-Française sur la commune de Salses-le-Château (66).

3.2.2 Information géologique

Le forage de reconnaissance (piézomètre), d'une profondeur de 150 m, a recoupé les terrains mésozoïques du Crétacé inférieur. La coupe géologique de l'ouvrage a été déterminée sur la base des cuttings récupérés à chaque changement de tige en cours de foration au Marteau Fond de Trou (environ tous les trois mètres), par Paul Le Strat, géologue régional au service géologique régional du Languedoc Roussillon du BRGM.

Jusqu'à -58 m de profondeur, de haut en bas, ce sont les faciès des marnes calcaires argileux du Bédoulien supérieur qui sont présents. Viennent ensuite de -58 m à -150 m, les calcaires beiges dans les 30 premiers mètres, suivis des calcaires recristallisés à faciès urgonien, du Néocomien-Barrémien-Bédoulien inférieur.

Profondeur mètres	Log	Description lithologique	Formations	Stratigraphie	
0		0 à 34 m Marnes et calcaires argileux gris à rose plus ou moins karstifiés	Marnes et calcaires argileux	Bédoulien supérieur	
10		34 à 60 m Calcaires argileux et marnes grise, Karst à la base 53 m Niveau d'eau d'une nappe perchée (53-58m)			
20		60 à 91 m Calcaires beige à brun clair avec passées karstifiées (75 m, 88 m) 91 m Niveau phréatique	Calcaires beige	Néocomien Barrémien Bédoulien inférieur	
30		91 à 133 m Calcaires recristallisés gris à gris beige parfois blanc. Karst à 124 m	Calcaires recristallisés à faciès urgonien		
40		133 à 146 m Calcaires recristallisés gris à gris beige avec quelques passées karstiques			
50					
60					
70					
80					
90					
100					
110					
120					
130					
140					
150					

Illustration 8 - Log géologique du forage de reconnaissance de Combe-Française à Salses-le-Château.

3.2.3 Information technique de l'équipement du piézomètre

Le forage de reconnaissance a été effectué par foration au marteau fond de trou avec Air lift, avec la mise en place d'un pré-tubage en acier pour maintenir les terrains de surface d'un diamètre de 168 mm. Le forage a atteint 150 m de profondeur ; le tubage a été posé sans massif filtrant dès -130 m pour forer les 20 derniers mètres avec un taillant de taille inférieure (Ø110 mm). Le diamètre du forage pour les 130 premiers mètres est de Ø 168 mm.

Les premières venues d'eau sont situées à -53 m, avec un niveau perché entre -53 et -58 m. Les principales venues sont situées à -91 m où le débit a augmenté sensiblement. En fin de réalisation de l'ouvrage, le débit au soufflage est de quelques 21 m³/h, avec une conductivité électrique de 680 µS/cm environ. La conductivité électrique a varié en cours de forage entre 500 et 680 µS/cm.

Le forage a été équipé comme suit :

- tube plein en diamètre 113/125 mm en PVC H-P alimentaire,
- crépine en diamètre 113/125 mm en PVC H-P alimentaire fente 1mm,
- massif filtrant de gravier de silice calibré de 2/4 mm.

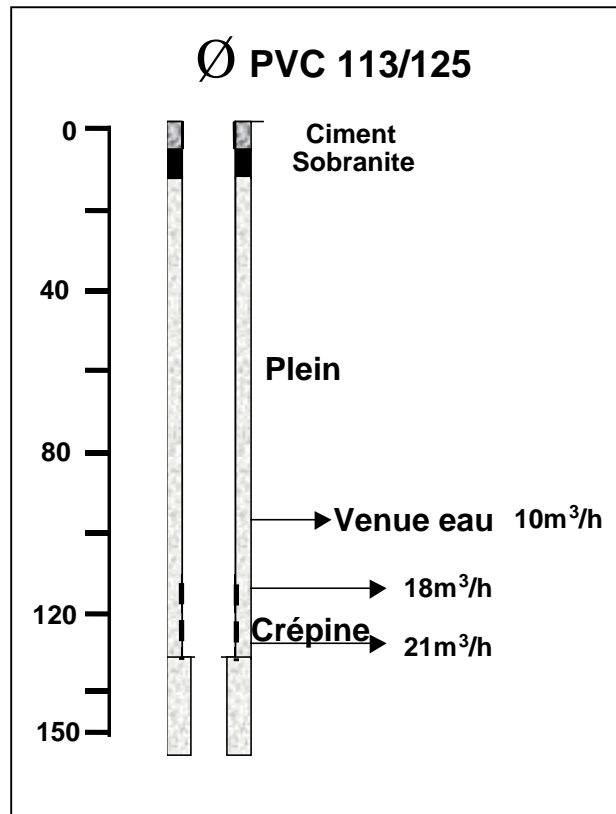


Illustration 9 - Coupe technique du forage de reconnaissance de la Combe-Française à Salses-le-Château (66) (Cr : tube crépiné (fente de 1mm sur tube en PVC), Plein : tube pvc plein).

La tête du forage est cimentée et est entourée d'une dalle de propreté 1*1*0.3 m. Elle est équipée d'un capot étanche cadernassé de diamètre 170 mm.

3.2.4 Caractéristiques hydrogéologiques et suivi

La conductivité électrique de l'eau a été mesurée en cours de foration dès les premières venues d'eau. Le tableau ci-dessous récapitule les valeurs de conductivité électrique en fonction des venues d'eau.

Venue d'eau et mesures au changement de tige	Profondeur (m)	Conductivité électrique (μS/cm)
1 ^{ère} venue d'eau	52 m	Humidité forte, pas de mesure de conductivité possible
2 ^{ème} venue d'eau principale	97 m	600
3 ^{ème} mesure	100 m	675
4 ^{ème} mesure	103 m	665
5 ^{ème} mesure	106 m	500
6 ^{ème} mesure	109 m	490

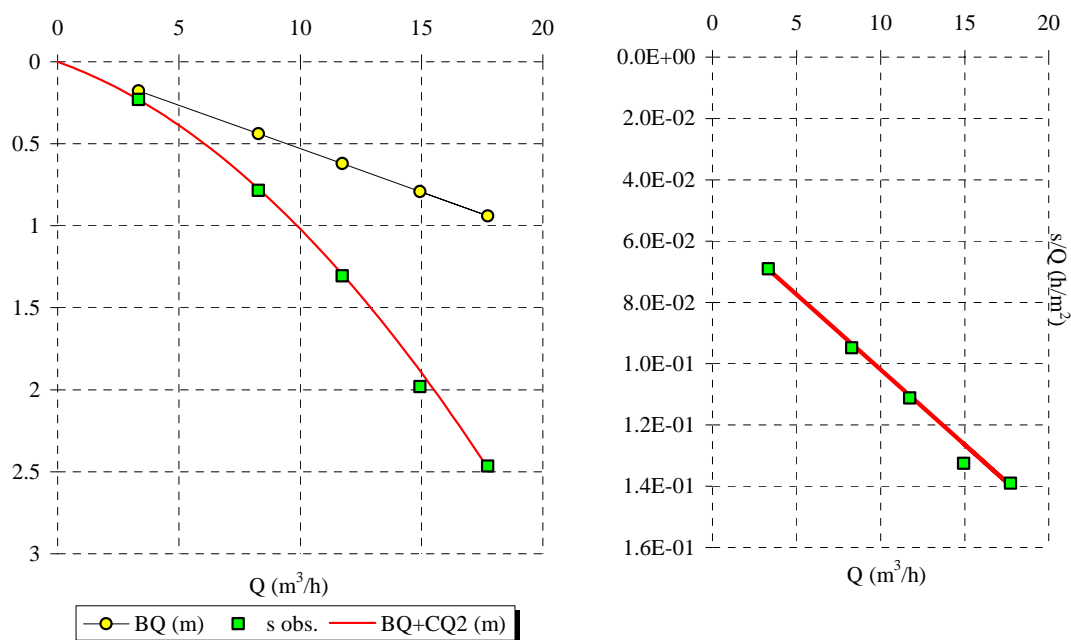
7 ^{ème} mesure	112 m	500
8 ^{ème} mesure	115 m	505
9 ^{ème} mesure	118 m	650
10 ^{ème} mesure – venue d'eau importante	121 m	510
11 ^{ème} mesure	124 m	650
12 ^{ème} mesure	127 m	660
13 ^{ème} mesure	130 m	670
14 ^{ème} mesure	136 m	680
15 ^{ème} mesure	139 m	670
16 ^{ème} mesure	142 m	670
17 ^{ème} mesure	145 m	670

En cours de foration, lors des rajouts de tige à l'avancement, des mesures de débit ont été effectuées dès les premières venues d'eau à – 75m. Le débit a évolué de la façon suivante :

Profondeur (m)	Débit (m ³ /h)
75 m	2,1
97 m	2,1
100 m	10
103 m	10
106 m	10
109 m	9,8
112 m	10
115 m	10
118 m	11
121 m	18
124 m	18
127 m	19
130 m	21
133 m	21
139 m	20

Le débit au soufflage en fin d'ouvrage était de 21 m³/h.

Un essai de pompage par paliers (5 paliers compris entre 3,5 et 18 m³/h) avec remontée de 1 h 00 suivi d'un essai de 48 h au débit maximum, soit 18 m³/h (contrainte de la pompe immergée de 6" disponible sur le marché (Grundfos) pour une hauteur de refoulement de 95 m,) a été effectué par l'entreprise AquaForage avec le suivi d'un ingénieur du BRGM (J-Christophe Maréchal) entre les 16 et 18/12/2004 (Illustration 10). En cours de pompage, la conductivité électrique et la température de l'eau ont été mesurées et les débits de pompage vérifiés. Le suivi des piézomètres par enregistreur en continu est assuré, le pas de temps de mesure a été adapté (piézomètres 104, 107, 103 notamment du réseau de suivi du projet Corbières).



Coef. pertes de charge linéaires (B) = 0.05 m/(m³/h) = 191 m/(m³/s)
 Coef. pertes de charge quadratiques (C) = 4.90E-03 m/(m³/h)² = 63481 m/(m³/s)²

	Palier1	Palier 2	Palier 3	Palier 4	Palier 5
Q (m ³ /h)	3.33	8.28	11.73	17.73	14.94
Temps de pompe (h)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Temps de remontée (h)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q/s calculé (m ² /h)	14.44	10.69	9.06	7.15	7.93
Q/s observé (m ² /h)	14.48	10.55	8.99	7.19	7.55
Ecart Q/s cal.- Q/s obs. (m ² /h)	0.04	-0.14	-0.07	0.04	-0.38

Rabatement observé (m)	0.23	0.79	1.31	2.47	1.98
Rabatement calculé (m)	0.23	0.77	1.30	2.48	1.88
Ecart Scal-Sobs (m)	0.00	-0.01	-0.01	0.01	-0.10

Illustration 10 - Evaluation des pertes de charge quadratiques par interprétation du pompage par paliers sur le forage de reconnaissance de Combe-Française à Salses-le-Château (66).

Le coefficient de pertes de charges quadratiques $C = 63\,481 \text{ m}/(\text{m}^3/\text{s})^2$. Les pertes de charge quadratiques sont importantes, traduisant l'interception par l'ouvrage d'une zone de fissures drainant l'eau sur une zone localisée par rapport à la hauteur totale de l'ouvrage. Elles sont cohérentes pour un milieu karstique.

Le niveau piézométrique en date du 16/12/2004 était situé à -60,57m. Une sonde de pression de type « Diver Van Essen » a été mise en place dans l'ouvrage en date du 16/12/2004 afin de suivre l'évolution piézométrique de ce point en cours de pompage. Il sera équipé d'une autre sonde de pression en janvier 2005, ce point étant intégré au réseau de suivi piézométrique du système karstique du synclinal du Bas-Agly.

Un essai de pompage d'une durée de 48 h a été réalisé au débit de 18 m³/h (un premier palier d'une heure à environ 16 m³/h suivi d'un palier de 47 heures à 18 m³/h). La conductivité électrique et la température de l'eau ont été mesurées ponctuellement.

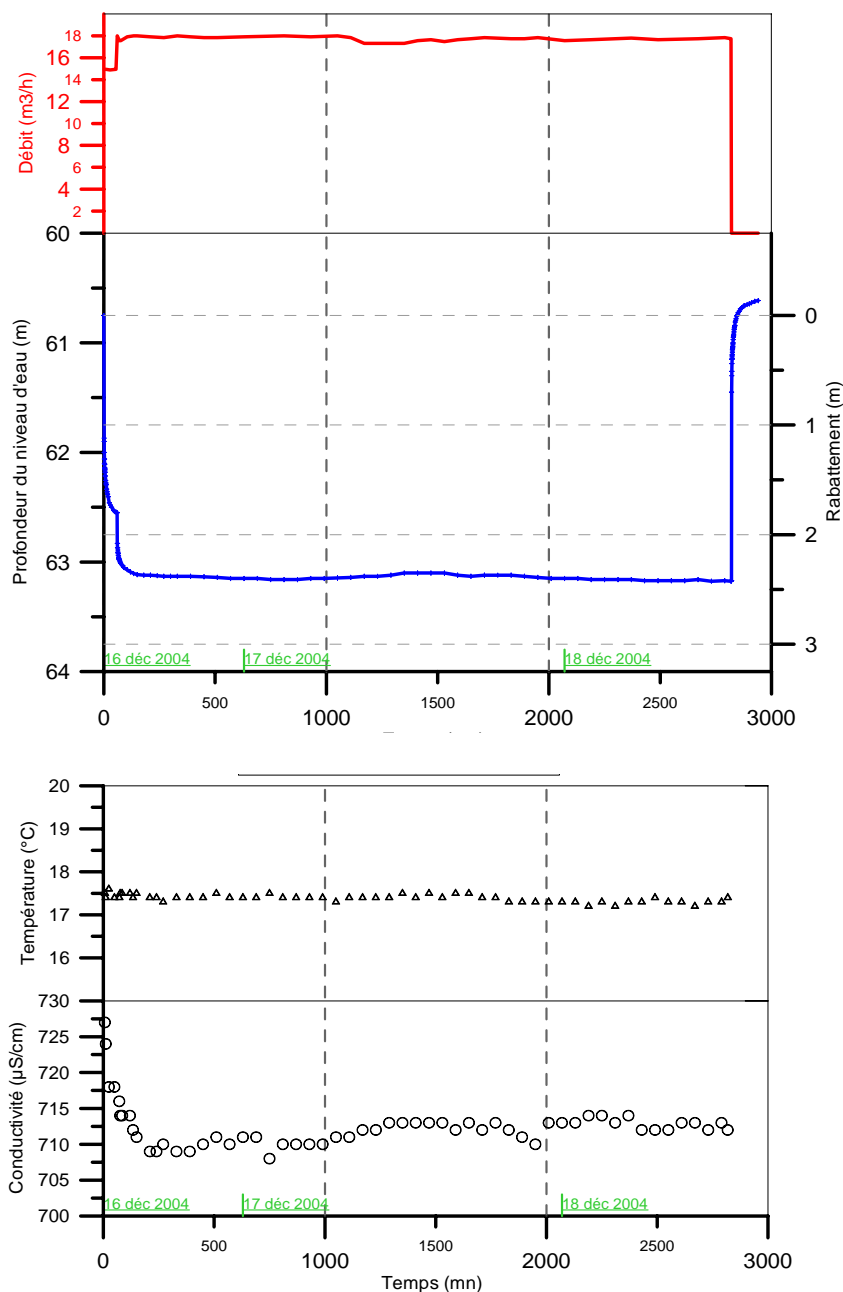


Illustration 11 - Evolution du niveau d'eau, de la conductivité électrique et de la température lors du pompage d'essai sur le forage de reconnaissance de la Combe-Française à Salses-le-Château (66) entre le 16 et le 18/12/2004.

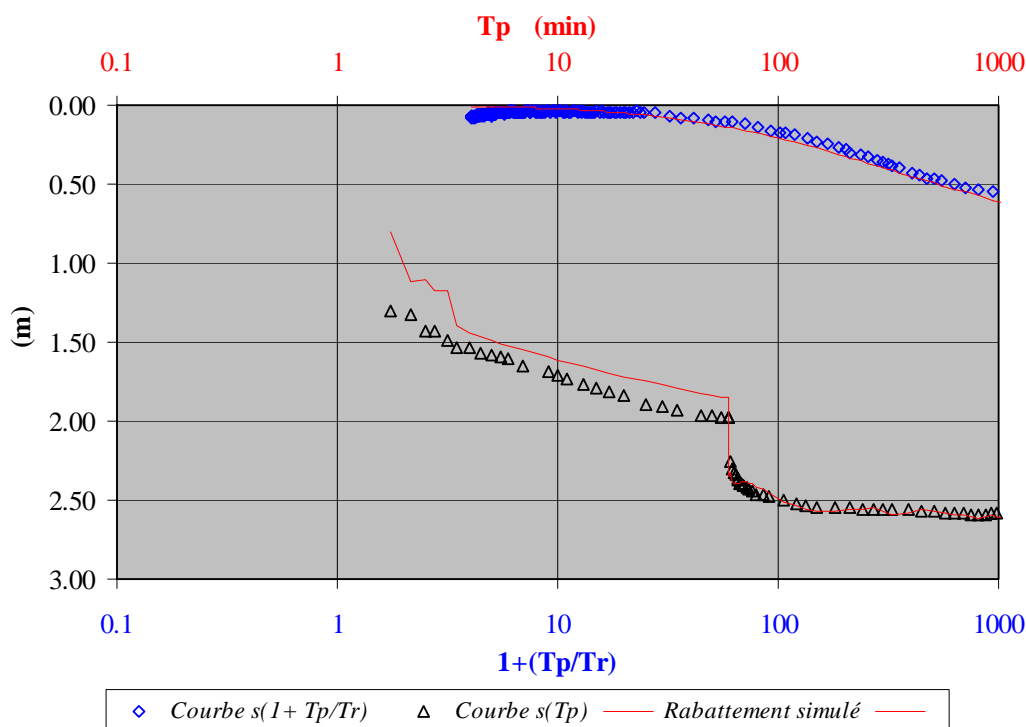


Illustration 12 - Ajustement par un modèle analytique (solution de Theis) de la courbe de rabattement pour l'essai de pompage de longue durée sur le forage de reconnaissance de la Combe-Française (Salses-le-Château, 66).

Les données de rabattement, de conductivité électrique, de température et de débit sont en annexe I.

La meilleure interprétation de l'essai longue durée avec une solution classique de Theis est obtenue avec une transmissivité de $2.1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et un emmagasinement de 15 %, en tenant compte des pertes de charge quadratiques déterminées par l'essai par paliers.

La valeur de l'emmagasinement est irréaliste et ne doit pas être prise en compte car elle est estimée au puits de pompage. Des mesures de rabattement à un piézomètre auraient été nécessaires pour estimer correctement ce paramètre.

L'interprétation fait par ailleurs appel à une limite alimentée située (en temps) à environ 20 minutes du puits. Cette limite contribue à stabiliser les rabattements lors du palier longue durée. La limite alimentée devrait correspondre à un drain karstique à forte perméabilité passant à proximité du puits. Le puits, foré dans un milieu fissuré de perméabilité moyenne, solliciterait ce drain karstique en cours de pompage.

Annexe 1

Données de l'essai de pompage à Combe-Française

	Date et heure	Temps (min)	Niveau d'eau (m)	Rabatement (m)	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)
	15/12/04 9:00		60.59	0.00		
	15/12/04 9:45		60.69	0.10		
	15/12/04 9:49		60.64	0.05		
Palier 1	15/12/04 10:00	0.0	60.64	0.05		
	15/12/04 10:01	1.0	60.85	0.26		
	15/12/04 10:02	2.0	60.8	0.21		
	15/12/04 10:03	3.3	60.79	0.20		
	15/12/04 10:04	4.0	60.8	0.21		
	15/12/04 10:04	4.7				
	15/12/04 10:05	5.3	60.81	0.22		
	15/12/04 10:06	6.0	60.81	0.22	17.9	728
	15/12/04 10:06	6.3				
	15/12/04 10:08	8.0	60.81	0.22	18.1	724
	15/12/04 10:10	10.0	60.81	0.22		
	15/12/04 10:12	12.1				
	15/12/04 10:13	13.3	60.815	0.22		
	15/12/04 10:16	16.0	60.815	0.22	18.3	727
	15/12/04 10:19	19.0	60.815	0.22		
	15/12/04 10:21	21.0			18.2	735
	15/12/04 10:27	27.0	60.82	0.23		
	15/12/04 10:33	33.0	60.82	0.23		
	15/12/04 10:42	42.0	60.82	0.23		
	15/12/04 10:44	44.8				
	15/12/04 10:50	50.0	60.82	0.23		
	15/12/04 10:55	55.0	60.82	0.23		
	15/12/04 10:57	57.0			18.2	727
	15/12/04 10:59	59.5	60.82	0.23		
	15/12/04 11:00	60.0	60.82	0.23		
R e	15/12/04 11:00	0.0	60.82	0.23		
	15/12/04 11:00	0.6	60.63	0.06		
	15/12/04 11:01	0.9	60.625	0.05		
	15/12/04 11:01	1.2	60.62	0.05		
	15/12/04 11:01	1.4	60.62	0.05		
	15/12/04 11:02	1.9	60.615	0.05		
	15/12/04 11:02	2.6	60.61	0.04		
	15/12/04 11:03	2.9	60.61	0.04		
	15/12/04 11:04	3.9	60.61	0.04		
	15/12/04 11:06	5.9	60.61	0.04		
	15/12/04 11:08	7.9	60.61	0.04		
	15/12/04 11:10	9.9	60.62	0.05		
	15/12/04 11:12	11.9	60.62	0.05		

	15/12/04 11:14	13.9	60.62	0.05		
	15/12/04 11:16	15.9	60.62	0.05		
	15/12/04 11:18	17.9	60.62	0.05		
	15/12/04 11:20	19.9	60.615	0.05		
	15/12/04 11:25	24.9	60.61	0.04		
	15/12/04 11:30	29.9	60.61	0.04		
	15/12/04 11:35	34.9	60.61	0.04		
	15/12/04 11:40	39.9	60.605	0.03		
	15/12/04 11:45	44.9	60.605	0.03		
	15/12/04 11:50	49.9	60.605	0.03		
	15/12/04 11:55	55.0	60.6	0.03		
	15/12/04 11:59	58.9	60.6	0.03		
Palier 2	16/12/04 8:08	1388.0	60.57	0.00		
	16/12/04 8:09	1389.0	61.13	0.56		
	16/12/04 8:10	1390.0	61.16	0.59		
	16/12/04 8:11	1391.0	61.185	0.62		
	16/12/04 8:12	1392.0	61.2	0.63		
	16/12/04 8:13	1393.0	61.21	0.64		
	16/12/04 8:14	1394.0	61.225	0.66		
	16/12/04 8:15	1395.0	61.235	0.66	17.7	727
	16/12/04 8:16	1396.5	61.245	0.67		
	16/12/04 8:17	1397.0	61.25	0.68		
	16/12/04 8:18	1398.0	61.26	0.69		
	16/12/04 8:20	1400.0	61.27	0.70		
	16/12/04 8:22	1402.0	61.285	0.71	17.7	726
	16/12/04 8:24	1404.0	61.295	0.73		
	16/12/04 8:26	1406.0	61.3	0.73		
	16/12/04 8:28	1408.0	61.31	0.74	16.9	735
	16/12/04 8:30	1410.0	61.315	0.74		
	16/12/04 8:32	1412.0	61.32	0.75		
	16/12/04 8:34	1414.0	61.32	0.75		
	16/12/04 8:36	1416.5				
	16/12/04 8:42	1422.0	61.34	0.77	17.7	731
	16/12/04 8:45	1425.0				
	16/12/04 8:49	1429.0	61.35	0.78		
	16/12/04 8:54	1434.0	61.355	0.78		
	16/12/04 8:57	1437.0			17.7	727
	16/12/04 8:58	1438.0	61.355	0.78		
	16/12/04 9:00	1440.0				
	16/12/04 9:04	1444.0	61.35	0.78		
	16/12/04 9:07	1447.5	61.35	0.78		
	16/12/04 9:08	1448.0	61.355	0.78		
R e	16/12/04 9:08	0.0	61.355	0.78		
	16/12/04 9:08	0.5	60.78	0.21		
	16/12/04 9:08	0.7	60.76	0.19		
	16/12/04 9:09	1.0	60.735	0.16		
	16/12/04 9:09	1.5	60.72	0.15		

P 3	16/12/04 9:10	2.0	60.71	0.14		
	16/12/04 9:10	2.5	60.7	0.13		
	16/12/04 9:11	3.0	60.695	0.13		
	16/12/04 9:11	3.5	60.69	0.12		
	16/12/04 9:12	4.0	60.685	0.12		
	16/12/04 9:13	5.0	60.68	0.11		
	16/12/04 9:13	5.5	60.675	0.10		
	16/12/04 9:16	8.0	60.67	0.10		
	16/12/04 9:17	9.0	60.66	0.09		
	16/12/04 9:18	10.0	60.655	0.09		
	16/12/04 9:20	12.0	60.645	0.08		
	16/12/04 9:22	14.0	60.635	0.06		
	16/12/04 9:24	16.0	60.63	0.06		
	16/12/04 9:28	20.0	60.62	0.05		
	16/12/04 9:33	25.0	60.605	0.03		
	16/12/04 9:38	30.0	60.6	0.03		
	16/12/04 9:43	35.0	60.595	0.02		
	16/12/04 9:47	39.0	60.59	0.02		
	16/12/04 9:54	46.0	60.585	0.02		
	16/12/04 9:58	50.0	60.58	0.01		
	16/12/04 10:06	58.0	60.575	0.01		
	16/12/04 10:08	60.0	60.575	0.01		
	16/12/04 10:08	1508.0	60.575	0.01		
	16/12/04 10:09	1509.0	61.54	0.97		
	16/12/04 10:09	1509.5	61.57	1.00		
	16/12/04 10:10	1510.0	61.59	1.02		
	16/12/04 10:10	1510.5	61.605	1.04		
	16/12/04 10:12	1512.5	61.64	1.07		
	16/12/04 10:13	1513.0	61.645	1.08		
	16/12/04 10:14	1514.0	61.665	1.10		
	16/12/04 10:15	1515.5			17.6	721
	16/12/04 10:16	1516.0	61.69	1.12		
	16/12/04 10:17	1517.0	61.7	1.13		
	16/12/04 10:18	1518.0	61.71	1.14		
	16/12/04 10:19	1519.2	61.72	1.15		
	16/12/04 10:20	1520.3	61.735	1.17		
	16/12/04 10:22	1522.0	61.745	1.18		
	16/12/04 10:24	1524.0	61.76	1.19		
	16/12/04 10:25	1525.0				
	16/12/04 10:26	1526.0	61.775	1.21		
	16/12/04 10:27	1527.0			17.7	720
	16/12/04 10:28	1528.0	61.785	1.22		
	16/12/04 10:33	1533.0	61.815	1.25		
	16/12/04 10:35	1535.5			17.8	717
	16/12/04 10:38	1538.0	61.82	1.25		
	16/12/04 10:43	1543.0	61.84	1.27		
	16/12/04 10:47	1547.7	61.85	1.28		

	16/12/04 10:52	1552.0			17.7	716
	16/12/04 10:53	1553.0	61.86	1.29		
	16/12/04 10:54	1554.3				
	16/12/04 10:58	1558.0	61.875	1.31		
	16/12/04 11:03	1563.0	61.875	1.31		
	16/12/04 11:07	1567.0	61.875	1.31		
	16/12/04 11:08	1568.0	61.875	1.31		
Remontée 3	16/12/04 11:08	0.0	61.875	1.31		
	16/12/04 11:08	0.3	61.18	0.61		
	16/12/04 11:08	0.5	60.98	0.41		
	16/12/04 11:08	0.7	60.91	0.34		
	16/12/04 11:09	1.0	60.88	0.31		
	16/12/04 11:09	1.2	60.85	0.28		
	16/12/04 11:09	1.5	60.835	0.27		
	16/12/04 11:10	2.0	60.815	0.24		
	16/12/04 11:10	2.5	60.8	0.23		
	16/12/04 11:11	3.0	60.79	0.22		
	16/12/04 11:11	3.5	60.78	0.21		
	16/12/04 11:12	4.0	60.775	0.20		
	16/12/04 11:13	5.0	60.765	0.20		
	16/12/04 11:14	6.0	60.75	0.18		
	16/12/04 11:16	8.0	60.725	0.16		
	16/12/04 11:18	10.0	60.705	0.13		
	16/12/04 11:20	12.0	60.69	0.12		
	16/12/04 11:22	14.0	60.695	0.13		
	16/12/04 11:25	17.0	60.655	0.09		
	16/12/04 11:27	19.0	60.65	0.08		
	16/12/04 11:30	22.0	60.64	0.07		
	16/12/04 11:33	25.0	60.63	0.06		
	16/12/04 11:38	30.0	60.62	0.05		
	16/12/04 11:43	35.0	60.61	0.04		
	16/12/04 11:48	40.0	60.6025	0.03		
	16/12/04 11:53	45.0	60.595	0.02		
	16/12/04 11:58	50.0	60.59	0.02		
	16/12/04 12:03	55.0	60.585	0.02		
	16/12/04 12:07	59.0	60.585	0.02		
	16/12/04 12:08	60.0	60.585	0.02		
P s	16/12/04 12:08	1628.0	60.585	0.02		
	16/12/04 12:08	1628.3	60.95	0.38		
	16/12/04 12:08	1628.5	62.08	1.51		
	16/12/04 12:08	1628.8	62.14	1.57		
	16/12/04 12:09	1629.1	62.23	1.66		
	16/12/04 12:09	1629.5	62.27	1.70		
	16/12/04 12:10	1630.0	62.34	1.77		
	16/12/04 12:10	1630.5	62.37	1.80		
	16/12/04 12:11	1631.0	62.4	1.83		
	16/12/04 12:11	1631.5	62.45	1.88		

R e	16/12/04 12:12	1632.0	62.47	1.90		
	16/12/04 12:12	1632.5	62.5	1.93		
	16/12/04 12:13	1633.0	62.52	1.95		
	16/12/04 12:14	1634.0			17.4	720
	16/12/04 12:15	1635.0	62.6	2.03		
	16/12/04 12:15	1635.8				
	16/12/04 12:16	1636.5	62.645	2.08		
	16/12/04 12:18	1638.0	62.68	2.11		
	16/12/04 12:19	1639.3				
	16/12/04 12:20	1640.0	62.72	2.15		
	16/12/04 12:22	1642.0	62.755	2.19		
	16/12/04 12:23	1643.0			17.6	716
	16/12/04 12:25	1645.0	62.8	2.23		
	16/12/04 12:27	1647.0	62.83	2.26		
	16/12/04 12:28	1648.0				
	16/12/04 12:30	1650.0	62.85	2.28		
	16/12/04 12:31	1651.3			17.6	714
	16/12/04 12:36	1656.0	62.895	2.33		
	16/12/04 12:39	1659.0	62.94	2.37		
	16/12/04 12:44	1664.3	62.975	2.41		
	16/12/04 12:49	1669.0	62.99	2.42		
	16/12/04 12:54	1674.8			17.7	714
	16/12/04 12:55	1675.3	63.01	2.44		
	16/12/04 12:56	1676.0				
	16/12/04 13:03	1683.0	63.03	2.46		
	16/12/04 13:07	1687.0	63.035	2.47		
	16/12/04 13:08	1688.0	63.035	2.47		
	16/12/04 13:08	0.0	63.035	2.47		
	16/12/04 13:08	0.2	61.5	0.93		
	16/12/04 13:08	0.5	61.37	0.80		
	16/12/04 13:08	0.7	61.26	0.69		
	16/12/04 13:09	1.0	61.21	0.64		
	16/12/04 13:09	1.2	61.16	0.59		
	16/12/04 13:09	1.5	61.12	0.55		
	16/12/04 13:09	1.8	61.1	0.53		
	16/12/04 13:10	2.0	61.075	0.51		
	16/12/04 13:10	2.5	61.03	0.46		
	16/12/04 13:11	3.0	61.005	0.44		
	16/12/04 13:11	3.5	60.985	0.41		
	16/12/04 13:12	4.0	60.96	0.39		
	16/12/04 13:13	5.3	60.92	0.35		
	16/12/04 13:14	6.0				
	16/12/04 13:17	9.0	60.84	0.27		
	16/12/04 13:20	12.0	60.78	0.21		
	16/12/04 13:25	17.0	60.72	0.15		
	16/12/04 13:32	24.0	60.68	0.11		
	16/12/04 13:35	27.0	60.665	0.09		

16/12/04 13:40	32.0	60.65	0.08		
16/12/04 13:45	37.0	60.635	0.06		
16/12/04 13:50	42.0	60.625	0.05		
16/12/04 13:55	47.0	60.62	0.05		
16/12/04 14:05	57.0	60.605	0.03		
16/12/04 14:10	62.0	60.6	0.03		
16/12/04 14:20	72.0	60.595	0.02		

Date et heure	Temps (min)	Niveau d'eau (m)	Rabattement (m)	Cond. (μ S/cm)	Temp. (°C)
16/12/04 14:30	0.0	60.570	0.00		
16/12/04 14:31	1.8	61.870	1.30		
16/12/04 14:32	2.2	61.900	1.33		
16/12/04 14:32	2.5	62.000	1.43		
16/12/04 14:32	2.8	62.000	1.43		
16/12/04 14:33	3.2	62.060	1.49		
16/12/04 14:33	3.5	62.100	1.53		
16/12/04 14:34	4.0	62.110	1.54		
16/12/04 14:34	4.5	62.140	1.57		
16/12/04 14:35	5.0	62.150	1.58		
16/12/04 14:35	5.5	62.160	1.59		
16/12/04 14:36	6.0	62.180	1.61		
16/12/04 14:37	7.0	62.215	1.65	727	17.5
16/12/04 14:38	8.7				
16/12/04 14:39	9.0	62.255	1.69		
16/12/04 14:40	10.0	62.280	1.71		
16/12/04 14:41	11.0	62.295	1.73	724	17.4
16/12/04 14:43	13.0	62.335	1.77		
16/12/04 14:45	15.0	62.360	1.79		
16/12/04 14:47	17.0	62.380	1.81		
16/12/04 14:50	20.0	62.405	1.84		
16/12/04 14:55	25.0	62.460	1.89	718	17.6
16/12/04 14:58	28.3				
16/12/04 15:00	30.0	62.480	1.91		
16/12/04 15:05	35.0	62.500	1.93		
16/12/04 15:15	45.0	62.530	1.96		
16/12/04 15:20	50.0	62.540	1.97	718	17.4
16/12/04 15:25	55.0	62.545	1.98		
16/12/04 15:30	60.0	62.550	1.98		
16/12/04 15:30	60.0	62.550	1.98		
16/12/04 15:31	61.0	62.830	2.26		
16/12/04 15:32	62.0	62.870	2.30		
16/12/04 15:33	63.0	62.890	2.32		
16/12/04 15:34	64.0	62.910	2.34		

16/12/04 15:35	65.0	62.925	2.36		
16/12/04 15:36	66.0	62.940	2.37		
16/12/04 15:37	67.0	62.955	2.39		
16/12/04 15:38	68.0	62.970	2.40		
16/12/04 15:39	69.0	62.975	2.41		
16/12/04 15:40	70.0	62.980	2.41		
16/12/04 15:42	72.0	62.990	2.42	716	17.4
16/12/04 15:44	74.0	63.000	2.43		
16/12/04 15:46	76.0	63.010	2.44	714	17.5
16/12/04 15:50	80.0	63.025	2.46		
16/12/04 15:55	85.0	63.035	2.47	714	17.5
16/12/04 16:00	90.0	63.050	2.48		
16/12/04 16:15	105.0	63.070	2.50		
16/12/04 16:30	120.0	63.090	2.52	714	17.5
16/12/04 16:44	134.0	63.105	2.54	712	17.4
16/12/04 17:00	150.0	63.115	2.55	711	17.5
16/12/04 17:30	180.0	63.120	2.55		
16/12/04 18:00	210.0	63.120	2.55	709	17.4
16/12/04 18:30	240.0	63.125	2.56	709	17.4
16/12/04 19:00	270.0	63.130	2.56	710	17.3
16/12/04 19:30	300.0	63.130	2.56		
16/12/04 20:00	330.0	63.130	2.56	709	17.4
16/12/04 21:00	390.0	63.130	2.56	709	17.4
16/12/04 22:00	450.0	63.135	2.57	710	17.4
16/12/04 23:00	510.0	63.140	2.57	711	17.5
17/12/04 0:00	570.0	63.150	2.58	710	17.4
17/12/04 1:00	630.0	63.150	2.58	711	17.4
17/12/04 2:00	690.0	63.150	2.58	711	17.4
17/12/04 3:00	750.0	63.160	2.59	708	17.5
17/12/04 4:00	810.0	63.160	2.59	710	17.4
17/12/04 5:00	870.0	63.160	2.59	710	17.4
17/12/04 6:00	930.0	63.150	2.58	710	17.4
17/12/04 7:00	990.0	63.150	2.58	710	17.4
17/12/04 8:00	1050.0	63.145	2.58	711	17.3
17/12/04 9:00	1110.0	63.140	2.57	711	17.4
17/12/04 10:00	1170.0	63.130	2.56	712	17.4
17/12/04 11:00	1230.0	63.130	2.56	712	17.4
17/12/04 12:00	1290.0	63.120	2.55	713	17.4
17/12/04 13:00	1350.0	63.100	2.53	713	17.5
17/12/04 14:00	1410.0	63.100	2.53	713	17.4
17/12/04 15:00	1470.0	63.100	2.53	713	17.5
17/12/04 16:00	1530.0	63.100	2.53	713	17.4
17/12/04 17:00	1590.0	63.120	2.55	712	17.5
17/12/04 18:00	1650.0	63.130	2.56	713	17.5
17/12/04 19:00	1710.0	63.120	2.55	712	17.4
17/12/04 20:00	1770.0	63.120	2.55	713	17.4
17/12/04 21:00	1830.0	63.120	2.55	712	17.3
17/12/04 22:00	1890.0	63.130	2.56	711	17.3

17/12/04 23:00	1950.0	63.140	2.57	710	17.3
18/12/04 0:00	2010.0	63.150	2.58	713	17.3
18/12/04 1:00	2070.0	63.150	2.58	713	17.3
18/12/04 2:00	2130.0	63.150	2.58	713	17.3
18/12/04 3:00	2190.0	63.160	2.59	714	17.2
18/12/04 4:00	2250.0	63.160	2.59	714	17.3
18/12/04 5:00	2310.0	63.160	2.59	713	17.2
18/12/04 6:00	2370.0	63.160	2.59	714	17.3
18/12/04 7:00	2430.0	63.170	2.60	712	17.3
18/12/04 8:00	2490.0	63.170	2.60	712	17.4
18/12/04 9:00	2550.0	63.170	2.60	712	17.3
18/12/04 10:00	2610.0	63.170	2.60	713	17.3
18/12/04 11:00	2670.0	63.160	2.59	713	17.2
18/12/04 12:00	2730.0	63.175	2.61	712	17.3
18/12/04 13:00	2790.0	63.170	2.60	713	17.3
18/12/04 13:28	2818.0	63.175	2.61	712	17.4
18/12/04 13:30	2820.0	63.170	2.60		
18/12/04 13:30	0.0	63.170	2.60		
18/12/04 13:30	0.5	61.450	0.88		
18/12/04 13:31	1.0	61.340	0.77		
18/12/04 13:31	1.2	61.300	0.73		
18/12/04 13:31	1.5	61.260	0.69		
18/12/04 13:32	2.0	61.190	0.62		
18/12/04 13:32	2.5	61.150	0.58		
18/12/04 13:32	2.8	61.140	0.57		
18/12/04 13:33	3.0	61.120	0.55		
18/12/04 13:33	3.5	61.105	0.53		
18/12/04 13:34	4.0	61.085	0.52		
18/12/04 13:34	4.5	61.065	0.49		
18/12/04 13:35	5.1	61.050	0.48		
18/12/04 13:35	5.5	61.040	0.47		
18/12/04 13:36	6.0	61.030	0.46		
18/12/04 13:36	6.5	61.010	0.44		
18/12/04 13:37	7.0	61.000	0.43		
18/12/04 13:38	8.0	60.970	0.40		
18/12/04 13:38	8.7	60.950	0.38		
18/12/04 13:39	9.0	60.940	0.37		
18/12/04 13:39	9.5	60.930	0.36		
18/12/04 13:40	10.0	60.920	0.35		
18/12/04 13:41	11.0	60.900	0.33		
18/12/04 13:42	12.0	60.880	0.31		
18/12/04 13:43	13.3	60.865	0.30		
18/12/04 13:44	14.0	60.850	0.28		
18/12/04 13:45	15.0	60.840	0.27		
18/12/04 13:47	17.0	60.810	0.24		
18/12/04 13:49	19.0	60.795	0.23		
18/12/04 13:51	21.0	60.780	0.21		
18/12/04 13:54	24.0	60.755	0.19		

18/12/04 13:56	26.0	60.750	0.18
18/12/04 13:58	28.0	60.740	0.17
18/12/04 14:00	30.5	60.725	0.16
18/12/04 14:05	35.0	60.710	0.14
18/12/04 14:10	40.5	60.690	0.12
18/12/04 14:16	46.7	60.680	0.11
18/12/04 14:20	50.0	60.675	0.10
18/12/04 14:25	55.0	60.665	0.09
18/12/04 14:30	60.0	60.660	0.09
18/12/04 14:40	70.0	60.650	0.08
18/12/04 14:50	80.0	60.645	0.08
18/12/04 15:00	90.0	60.635	0.06
18/12/04 15:15	105.0	60.620	0.05
18/12/04 15:30	120.0	60.615	0.05

Centre scientifique et technique
3 avenue Claude-Guillemin
BP 6009
45060 Orléans Cedex 2 - France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service EAU
Unité RMD
1039 rue de Pinville,
34000 Montpellier - France
Tél. : 04 67 15 79 90