

**COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE AUX
GORGES DE L'ARDECHE (07)**

**ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE VULNERABILITE DU
CAPTAGE AEP DES MARRONNIERS
A BOURG SAINT ANDEOL**

LIEU-DIT LES MARRONNIERS



rhône méditerranée & corse
2-4, allée de Lodz
69363 LYON Cedex 07

Tél. 04 72 71 26 00 - Fax 04 72 71 26 01

**PIEZOMETRES
POMPAGES D'ESSAIS – TRAÇAGE**

Phase 2

Rapport 07B41.852/2

Décembre 2008

eau et environnement



GEOPLUS, SOCIETE D'ETUDES

Bordereau de versement d'études papier à l'unité documentation (Udoc) ou électronique sur k:\commun\inter-entites\Documentation

Verser **UN seul exemplaire de l'étude papier + la version numérique obligatoire pour le portail national eau (si en votre possession)**

/!\ Enregistrer le document sur votre disque, informer les champs et retourner ce bordereau à l'Udoc

INFORMATIONS SUR L'ETUDE

Titre : ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE VULNERABILITE DU CAPTAGE AEP DES MARRONNIERS A BOURG ST ANDEOL

Maître d'ouvrage : AERMC Autre (préciser lequel) : Communauté de Communes du Rhône aux Gorges de l'Ardèche

Si « Autre », rôle de l'Agence : partenaire technique partenaire financier

Année : 2007-2008-2009

Sous – bassin : Ardèche

Si pièces complémentaires ou ultérieures d'un document indexé, cote à laquelle rattacher ces pièces

(consulter *Bibli'eau*) : **D** _____ Ce document annule et remplace le précédent

Ce document complète le précédent

Données confidentielles (l'étude ne sera pas versée sur le portail national)

ORIGINE DU VERSEMENT

Agent chargé de l'étude : Philippe RICHARD

Entité/délégation/unité : DRA

Date transmission à l'Udoc : 03/03/2010

PIECES CONSTITUTIVES (nombre et/ou nom)

Pièces papier (étude, phases, annexes ...) constituant l'exemplaire transmis :

papier Nombre : 3 (phases 1, 2 et 3)

cédérom Nombre :
Nom (à porter sur le cédérom) :

k:\commun\inter-entites\Documentation

- indiquer ici le nom parlant du répertoire créé (i.e. **nom de l'étude + nom de l'agent** chargé de l'étude) :

résumé (DPP seulement ou autre agent volontaire)

CLASSEMENT ET DIFFUSION

L'Agent chargé de l'étude souhaite :

un retour par courriel de la notice d'indexation avec **la cote** de l'étude

une transmission par l'Udoc de l'étude au correspondant données/SIG (cf. procédure *Madier*)

un prêt pour un durée de : (6 mois maximum) - si oui, au nom de :

un classement de l'étude à l'UDOC

TRAITEMENT PAR L'UNITE DOCUMENTATION

Etude traitée le : 03/03/10

D 30722/1-3

Ce bordereau est sur l'intranet rubrique *Documentation, archives/Documentation/Boîte à outils* ou sur k : commun

Cote :

Observations :

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	4
2.	PIEZOMETRIE GENERALE	6
2.1	PREAMBULE	6
2.2	METHODOLOGIE ET IMPLANTATION DES OUVRAGES	6
2.3	COUPES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES DES OUVRAGES.....	8
2.3.1	<i>Le puits AEP du Marronniers</i>	8
2.3.2	<i>Piézomètre PZ1</i>	9
2.3.3	<i>Piézomètre PZ2</i>	9
2.3.4	<i>Piézomètre PZ3</i>	9
2.3.5	<i>L'ancien puits de réinjection - Piézomètre PZ4</i>	10
2.4	PIEZOMETRIE SANS POMPAGES AU 20 OCTOBRE 2008	11
3.	LES POMPAGES D'ESSAIS	13
3.1	METHODOLOGIE - PROGRAMME.....	13
3.2	CHRONOGRAMME DES POMPAGES D'ESSAIS.....	13
3.3	INTERPRETATION DES POMPAGES D'ESSAIS	15
3.3.1	<i>Capacité du puits des Marronniers</i>	15
3.3.2	<i>Paramètres hydrodynamiques</i>	16
3.3.3	<i>Limites de l'aquifère alluviale</i>	17
3.3.4	<i>Piézométrie en pompage</i>	18
4.	LE TRAÇAGE CHIMIQUE	20
4.1	OBJECTIFS	20
4.2	METHODOLOGIE – MISE EN ŒUVRE	20
4.3	RESULTATS	24
4.3.1	<i>Estimation du débit de pompage</i>	24
4.3.2	<i>Signal dans le captage AEP</i>	24
4.3.3	<i>Restitution du traceur</i>	27
4.4	CALCUL DES ISOCHRONES.....	28
4.5	CONCLUSIONS	28
5.	SYNTHESE DES VULNERABILITES – CONCLUSIONS - PROPOSITIONS	29

PLANCHES

Planche 1	Carte de localisation générale du secteur d'étude	P 5
Planche 2	Plan d'implantation des ouvrages	P 7
Planche 3	Carte piézométrique non influencée – Octobre 2008	P 12
Planche 4	Chronogramme des pompages d'essais – Octobre 2008	P 14
Planche 5	Carte piézométrique en pompage – régime influencé – Octobre 2008	P 19
Planche 6	Plan de situation du point d'injection du traçage au NaCl	P 23
Planche 7	Situation chronologique du traçage par rapport aux pompages	P 25
Planche 8	Courbe de restitution du traceur au puits des Marronniers	P 26
Planche 9	Proposition de scénarios à modéliser	P 31

1. INTRODUCTION

La Communauté de Communes du Rhône aux Gorges de l'Ardèche a missionné GEOPLUS pour réaliser une étude hydrogéologique de vulnérabilité du captage AEP des Marronniers situé sur la commune de BOURG SAINT ANDEOL (07).

L'objet de l'étude est :

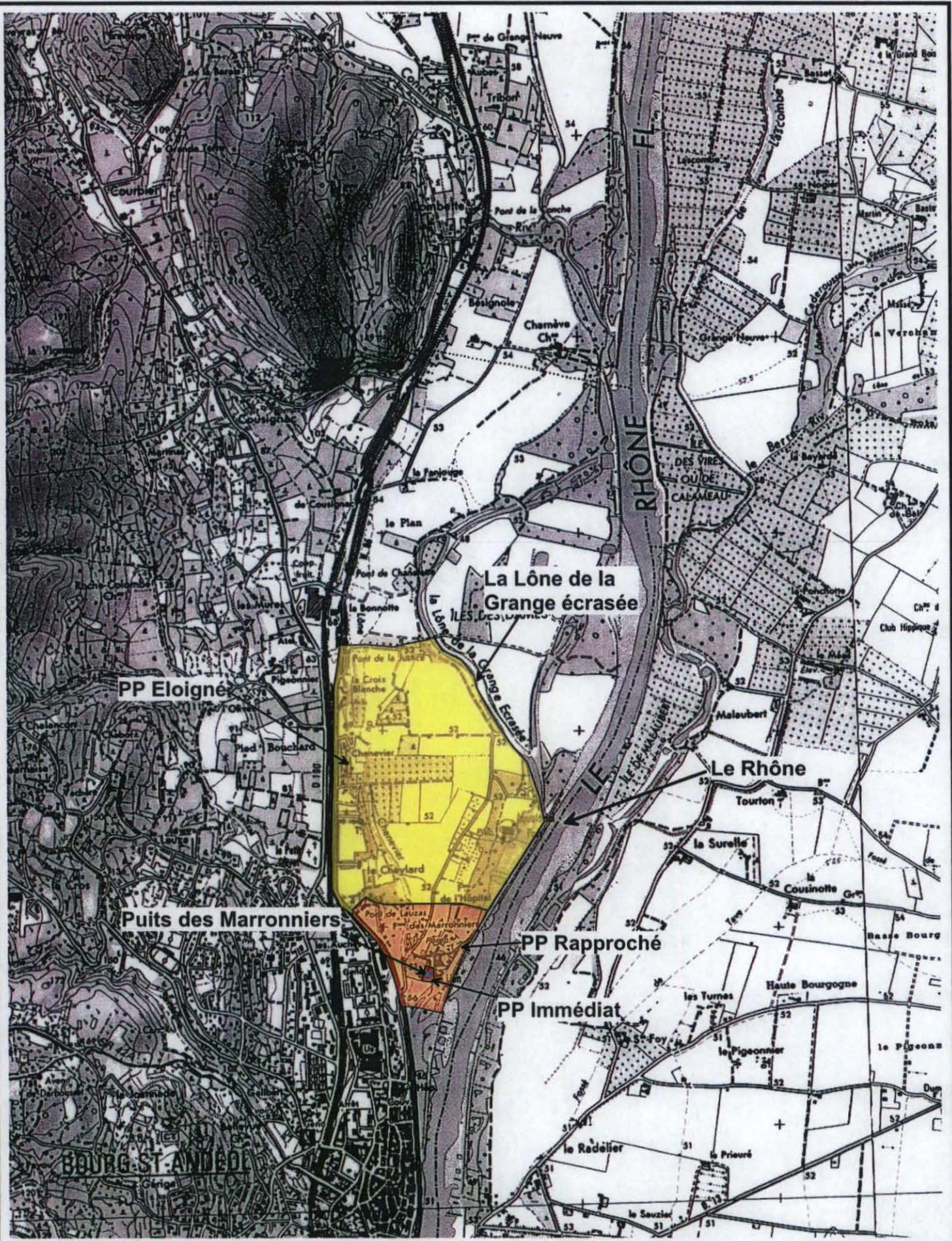
- définir le contexte géologique et hydrogéologique du secteur,
- définir le contexte environnemental général,
- préciser le fonctionnement hydrogéologique général en particulier les modalités d'alimentation du puits des Marronniers,
- mettre en œuvre un modèle numérique simulant les écoulements en régime permanent,
- simuler le transfert de polluants en nappe à partir de scénarios prédéfinis,

L'ensemble de ces informations servira de base à la mise en conformité des périmètres de protection du puits AEP.

Le présent rapport correspond à la seconde phase d'étude comprenant :

- la réalisation de piézomètres destinés à permettre le suivi de l'évolution des niveaux de la nappe,
- la réalisation de pompages d'essais avec les installations en place – pompages par paliers et pompage longue durée,
- la réalisation d'un traçage chimique au sel à partir d'un piézomètre proche de manière à définir les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe.

(Cf. planche 1 : Plan de localisation général – Périmètres de protection à mettre en conformité – page 5)



Date	Dessiné	Vérifié
12/2008	FF	PB
Modifié	Dessiné	Vérifié

GEO+ Société d'études

Siege social
21 Sud - Allée du Vignas - BP172
26304 BOURG DE PEAGE CEDEX
Tél. 04 75 72 80 00 - Fax 04 75 72 80 05

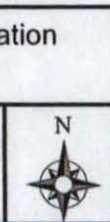
GEOPLUS, SOCIÉTÉ D'ÉTUDES

Commune de BOURG SAINT ANDEOL (07)

Etude Geoplus n° 07 B 41 852/2

Carte de localisation générale

Communauté de Communes du Rhône aux gorges de l'Ardèche



ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE DE VULNÉRABILITÉ

Echelle : 1/25 000

0 500 1000m

2. PIEZOMETRIE GENERALE

2.1 PREAMBULE

Le suivi de la nappe des alluvions du Rhône et la définition des directions d'écoulement de cette dernière était impossible en l'absence d'ouvrages de suivi proches.

Un programme de mise en place de piézomètres a donc été défini de manière à :

- connaître les sens d'écoulement autour de la zone de captage,
- définir les relations hydrauliques éventuelles entre le Rhône et la nappe ainsi que la lône du Chenevier,
- pouvoir quantifier les influences des pompages sur l'aquifère et définir le cône d'influence du captage.

2.2 METHODOLOGIE ET IMPLANTATION DES OUVRAGES

Un réseau de trois piézomètres a été mis en place. Ces ouvrages ont été réalisés par une sondeuse sur chenilles SEDIDRILL S 350, foration rotoinjection avec tubage à l'avancement standard permettant la pose d'un équipement Ø 67 / 74 mm.

Ils ont permis de compléter le réseau piézométrique existant constitué par le puits AEP des Marronniers ainsi que l'ancien puits de réinjection au Sud

La situation précise des ouvrages est présentée en *planche 2 – p 7*.

Le tableau ci-après présente les distances de chacun des piézomètres au puits des Marronniers :

Ouvrage	Distance au puits AEP
PZ1	35 m
PZ2	34 m
PZ3	78 m
PZ4 = puits de réinjection	48 m

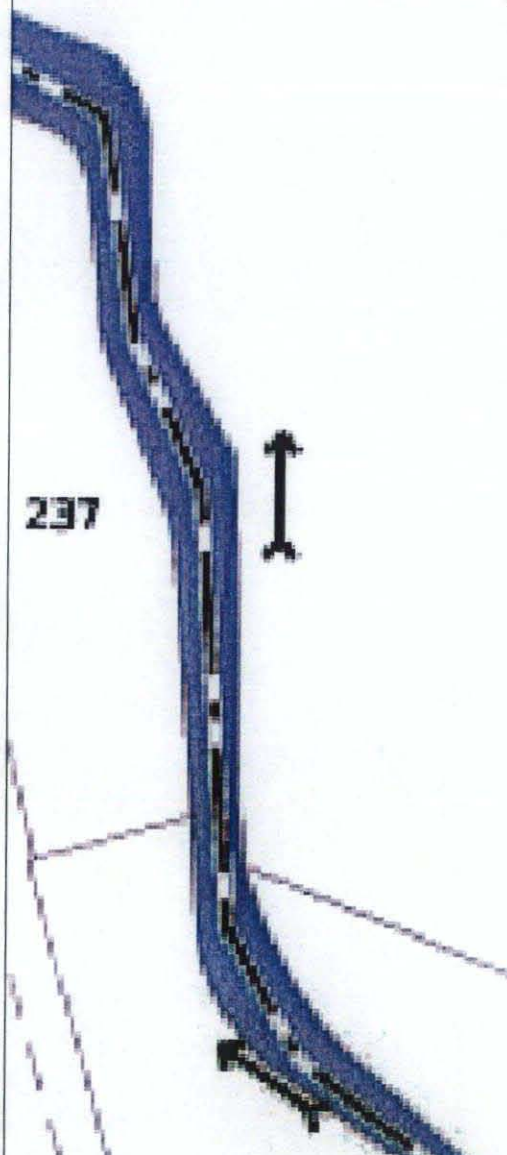
PZ4 correspond à un ancien puits utilisé autrefois pour un réinjection d'eau dans la nappe. Cet ouvrage n'est plus utilisé.

Coupe lithologique
 0 à -0,2/TN : Terre végétale
 -0,2 m à -3,7/TN : Limons sablo-graveleux marrons gris
 -3,7 m à -8,3/TN : Sables et graviers marrons gris
 -8,3 m à -9/TN : Marnes grises beige - substratum
 NS = 4,41 m/TN le 20/10/2008

Coupe lithologique
 0 à -0,2/TN : Terre végétale
 -0,2 m à -3,8/TN : Limons sablo-graveleux marron gris
 -3,8 m à -8,8/TN : Sables et graviers marrons gris
 -8,8 m à -9/TN : Marnes grises beige - substratum
 NS = 3,92 m/TN le 20/10/2008

Coupe lithologique
 0 à -1,0/TN : Limons argileux superficiels
 -1 m à -7,7/TN : Galets et graviers sableux
 A partir de -7,7 m /TN : Substratum marneux
 NS = 4,98 m/TN le 20/10/2008

Coupe lithologique
 0 à -0,3/TN : Terre végétale
 -0,3 m à -3,6/TN : Limons sablo-graveleux marrons gris
 -3,6 m à -7,3/TN : Sables et graviers gris
 -7,3 m à -7,6/TN : Marnes grises beige
 NS = 4,545 m/TN le 20/10/2008



Pz1 100.35
 st1 100
 Pz2 100.62

Puits des Marronniers
 3 103.42
 4 100.5

Puits de réinjection P24
 5 100.26
 4 102.24
 st2 100.03

Pz3 100.7

149

150

237

Communauté de Communes du Rhône
 aux gorges de l'Ardèche
 Commune de Bourg-Saint-Andéol (07)
**Etude hydrogéologique de vulnérabilité du
 captage AEP des Marronniers**
IMPLANTATION DES PIEZOMETRES

Date	Dessiné	Vérifié	Siège social Allée du Vivarais - Z.I.Sud - B.P.172 26304 BOURG DE PEAGE cedex Tél. 04 76 72 80 00-Fax. 04 76 72 80 05
12/2008	PM	FF	
Modifié	Dessiné	Vérifié	
Ech : 1/500			
Etude n° 07.B.41.852/2			

2.3 COUPES GEOLOGIQUES ET TECHNIQUES DES OUVRAGES

Le puits AEP des Marronniers a été inspecté et des documents bibliographiques permettent de définir sa structure et la géologie encaissante. Ces éléments sont fournis en **Annexe 1**.

Les coupes lithologiques et techniques des piézomètres et du puits de réinjection figurent également en **Annexe 1**.

2.3.1 Le puits AEP du Marronniers

La coupe lithologique de cet ouvrage n'a pas été retrouvée. D'après les informations dont disposons notamment le pré-rapport géologique de M. Barat, il s'agit d'un puits complet qui a atteint le substratum marneux formant le mur de l'aquifère alluvial.

La coupe lithologique de l'ancien puits est la suivante :

- du TN à - 1 m de profondeur / TN : limons argileux superficiels,
- de - 1 à 7,7 m de profondeur / TN : galets et graviers sableux,
- à partir de 7,7 m de profondeur / TN : substratum marneux.

Le niveau de nappe, relevé en octobre 2008 à 4,42 m de profondeur / TN, montre que la puissance de la nappe était de 4,78 m hors pompages. Le fond de l'ouvrage est donné à 9,2 m de profondeur / TN.

On peut donc penser soit à un approfondissement local du substratum au droit du puits soit que le puits des Marronniers est ancré de 1 m environ dans le substratum marneux.

D'un point de vue technique, l'ouvrage correspond à un puits en béton coffré de diamètre Ø 2500 mm.

Le cuvelage du puits en béton coffré est plein jusqu'à environ 7,7 m de profondeur / TN puis équipé de barbacanes jusqu'à la base de l'ouvrage à 9,2 m / TN. On compte 2 rangés de barbacanes de Ø 8 cm au total dans le dernier mètre du puits. Le fond est ouvert et non bétonné.

L'alimentation du puits a donc lieu par les barbacanes installées dans les 1,5 m au fond de l'ouvrage et éventuellement par le fond en cas de surcreusement.

Nous ne pouvons pas connaître précisément la position des crépines d'aspiration sans inspection vidéo. Toutefois, une mesure manuelle permet d'estimer ces dernières à environ - 11,5 m / Repère (Dalle plancher de la station) soit environ 8,2 m de profondeur / TN. La tranche aquifère au dessus de la pompe, mesurée lors des pompages était donc de 3,78 m.

La maçonnerie, constituant le haut du cuvelage et du local technique surélevé, même si elle est ancienne présente un bon état général. Nous ne pouvons pas nous prononcer sur la partie immergée qui nécessiterait un passage caméra pour diagnostiquer le reste de l'ouvrage.

2.3.2 Piézomètre PZ1

La coupe lithologique de l'ouvrage est la suivante :

- 0 à - 0,2 m / TN : Terre végétale,
- - 0,2 m à - 3,8 m / TN : Limons sablo-graveleux marrons gris,
- - 3,8 m à - 8,8 m / TN : Sables et graviers marrons gris (perte totale de l'eau d'injection à partir de 3,8 m / TN),
- - 8,8 m à - 9 m / TN : Marnes grises beige – substratum.

La coupe technique de l'ouvrage est la suivante :

- Hors sol : + 0,36 m / TN,
- + 0,36 m à - 2,64 m / TN : Tube PVC plein Ø 60 mm,
- - 2,64 m à - 9 m / TN : Tube PVC crépiné Ø 60 mm avec massif de graviers siliceux périphérique, slot 1 mm, coefficient d'ouverture 8 %.

2.3.3 Piézomètre PZ2

La coupe lithologique de l'ouvrage est la suivante :

- 0 à - 0,2 m / TN : Terre végétale,
- - 0,2 m à - 3,7 m / TN : Limons sablo-graveleux marrons gris,
- - 3,7 m à - 8,3 m / TN : Sables et graviers marrons gris (perte totale de l'eau d'injection à partir de 3,7 m / TN),
- - 8,3 m à - 9 m / TN : Marnes grises beige – substratum.

La coupe technique de l'ouvrage est la suivante :

- Hors sol : + 0,37 m / TN,
- + 0,37 m à - 2,63 m / TN : Tube PVC plein Ø 60 mm,
- - 2,63 m à - 9 m / TN : Tube PVC crépiné Ø 60 mm avec massif de graviers siliceux périphérique, slot 1 mm, coefficient d'ouverture 8 %.

2.3.4 Piézomètre PZ3

La coupe lithologique de l'ouvrage est la suivante :

- 0 à - 0,3 m / TN : Terre végétale,
- - 0,3 m à - 3,6 m / TN : Limons sablo-graveleux marrons gris,
- - 3,6 m à - 7,3 m / TN : Sables et graviers gris (perte totale de l'eau d'injection à partir de 3,6 m / TN),
- - 7,3 m à - 7,6 m / TN : Marnes grises beige – substratum.

La coupe technique de l'ouvrage est la suivante :

- Hors sol : + 0,365 m / TN,
- + 0,365 m à - 2,635 m / TN : Tube PVC plein Ø 60 mm,
- - 2,635 m à - 7,6 m / TN : Tube PVC crépiné Ø 60 mm avec massif de graviers siliceux périphérique, slot 1 mm, coefficient d'ouverture 8 %.

2.3.5 L'ancien puits de réinjection - Piézomètre PZ4

La coupe lithologique de l'ouvrage est donnée dans la bibliographie. Cette dernière est décrite comme suit :

- du TN à - 1 m de profondeur / TN : limons argileux superficiels,
- de - 1 à 7,7 m de profondeur / TN : galets et graviers sableux,
- à partir de 7,7 m de profondeur / TN : substratum marneux.

D'un point de vue technique, l'ouvrage correspond à un puits en béton coffré de diamètre Ø 2000 mm.

Nous n'avons pas de détail sur l'équipement de cet ouvrage qui en très mauvais état notamment le gros œuvre du local technique (fuites en toitures, charpente pourrie...).

Cet ouvrage nous a cependant permis d'avoir un point d'accès supplémentaire à la nappe et a servi comme piézomètre de suivi pendant la phase des pompages d'essais.

2.4 PIEZOMETRIE SANS POMPAGES AU 20 OCTOBRE 2008

(Cf. Planche 3 – Carte piézométrique non influencée de la nappe des alluvions du Rhône – octobre 2008 – p 12)

Les piézomètres décrits ont permis de constituer un réseau piézométrique de suivi des niveaux statiques de la nappe. L'ensemble des repères des points a été nivelé en relatif, les uns par rapport aux autres.

L'extension de la nappe alluviale d'accompagnement du Rhône en rive droite évolue d'amont en aval. En amont au niveau du Pont de la Conche à 3 900 m de captage AEP des Marronniers, l'extension latérale de la nappe alluviale est de 700 m. Elle s'élargit progressivement vers le Sud pour atteindre 1 400 m de largeur maximum à hauteur du lieu-dit « La Bonnotte » à 1 900 m environ du puits d'exploitation.

A partir de ce point, l'extension latérale de la nappe alluviale d'accompagnement du Rhône diminue progressivement pour atteindre environ 250 m d'extension au niveau du puits des Marronniers.

Vers le Sud en aval du captage, la largeur de la nappe alluviale de la basse terrasse se biseaute complètement à hauteur du centre de Bourg.

Les relevés piézométriques de la nappe réalisés le 20 octobre 2008, présentent une **situation non influencée de la nappe à l'étiage.**

La planche n°3 montre que l'écoulement général de la nappe se fait selon une direction principale Nord-Ouest / Sud-Est.

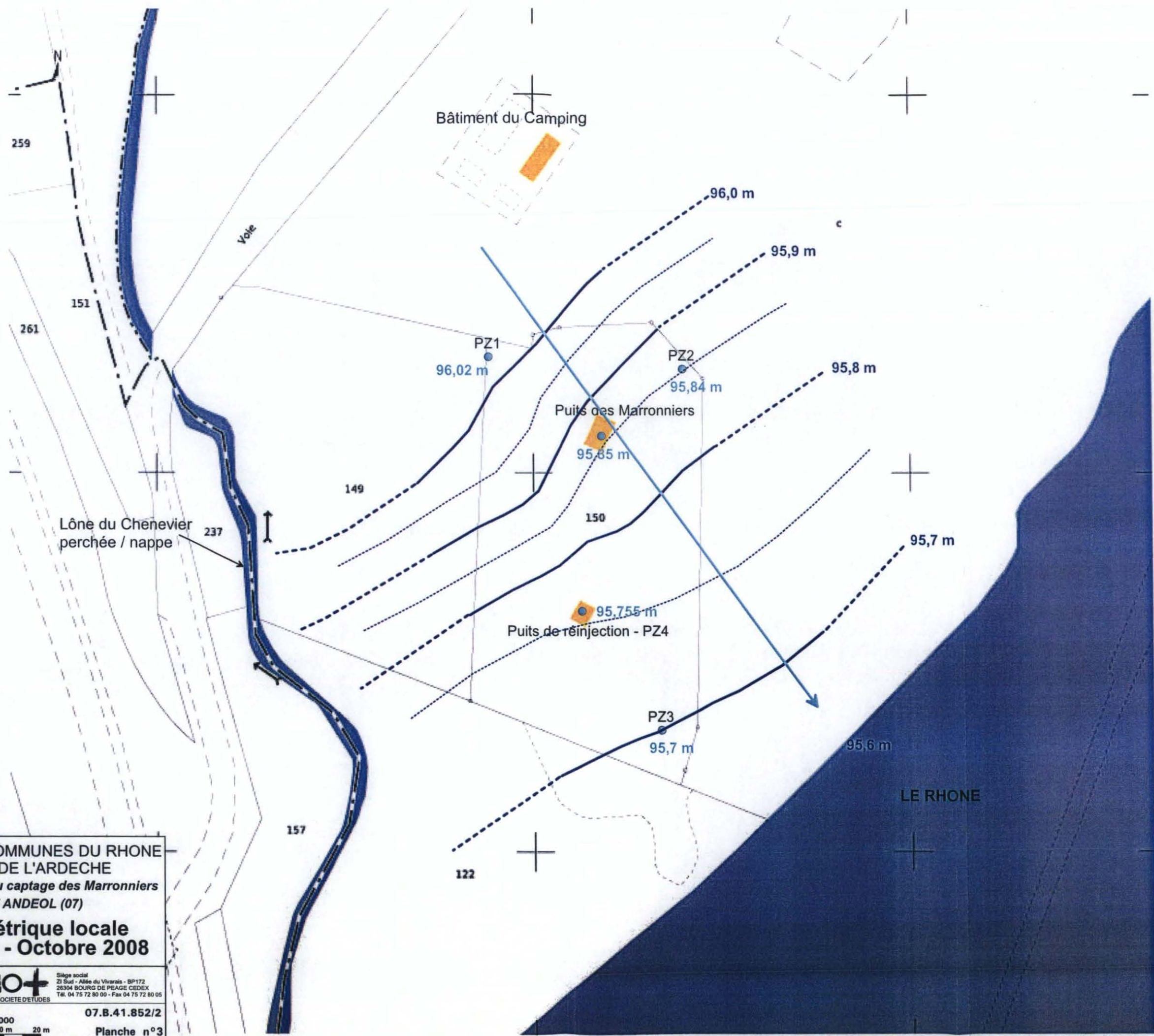
Les courbes isopièzes sont parallèles au vieux Rhône qui draine la nappe en aval au Sud et en fixe le niveau de base. La nappe présente une alimentation générale depuis la plaine alluviale en amont hydraulique au Nord.

Vers l'Ouest en direction de la limite d'extension de la terrasse alluviale, les courbes piézométriques se resserrent, indiquant la présence de terrains moins perméables que dans la partie centrale du remplissage alluvial de l'ancien méandre du Rhône.

La Lône du Chenevier à 180 m à l'Ouest est clairement perchée (+ 3 m / NS) par rapport la nappe et les berges semblent colmatées par les limons fins gris.


Le gradient moyen d'écoulement de la nappe dans la zone du captage est faible, de l'ordre de 0,2 %.

Cette analyse de la piézométrie sera vérifiée par l'interprétation des résultats du traçage chimique qui permettra de définir précisément les vitesses de transfert au sein de la nappe.



COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE
 AUX GORGES DE L'ARDECHE
 Etude Hydrogéologique du captage des Marronniers
 BOURG SAINT ANDEOL (07)

**Carte piézométrique locale
 hors pompages - Octobre 2008**

Date	Dessiné	Vérifié	 Siège social 21 Sud - Allée du Vivarais - BP172 26304 BOURG DE PEAGE CEDEX Tél. 04 75 72 80 00 - Fax 04 75 72 80 05
12 / 2008	FF	PB	
Modifié	Dessiné	Vérifié	

Ech : 1/1000
 0 m 10 m 20 m

07.B.41.852/2
 Planche n°3

3. LES POMPAGES D'ESSAIS

3.1 METHODOLOGIE - PROGRAMME

Le programme des pompages d'essais comprenait :

- la réalisation d'une phase de pompage par paliers de débits de manière à obtenir les caractéristiques intrinsèques du puits,
- un pompage longue durée de 72 heures de manière à définir les paramètres hydrodynamiques de la nappe.

Les pompages ont été réalisés avec les installations en place qui ont permis de pomper au débit maximum de 45 m³/h. La seconde pompe d'exploitation de débit équivalent (45 m³/h) ayant grillé quelques jours avant notre intervention, il n'a pas été possible de pomper au-delà de 45 m³/h.

Nous avons pu, néanmoins, récupérer des données relatives au rabattement induit par un pompage cumulé sur les deux pompes (90 m³/h), auprès du fermier des installations, la société VEOLIA EAU.

La période de réalisation des pompages correspond habituellement à la période d'étiage hydrogéologique, or compte tenu de l'été 2008 relativement arrosé et le mois de septembre marqué par une pluviométrie importante, la nappe se situait plutôt à un niveau moyen haut lors des essais.

Concernant le pompage d'essai longue durée de 72 heures répondant au cahier des charges, il a pu être réalisé au débit d'exploitation de 45 m³/h sur cette durée.

Pendant les pompages d'essai, le puits et les 3 piézomètres et l'ancien puits de réinjection ont été suivi :

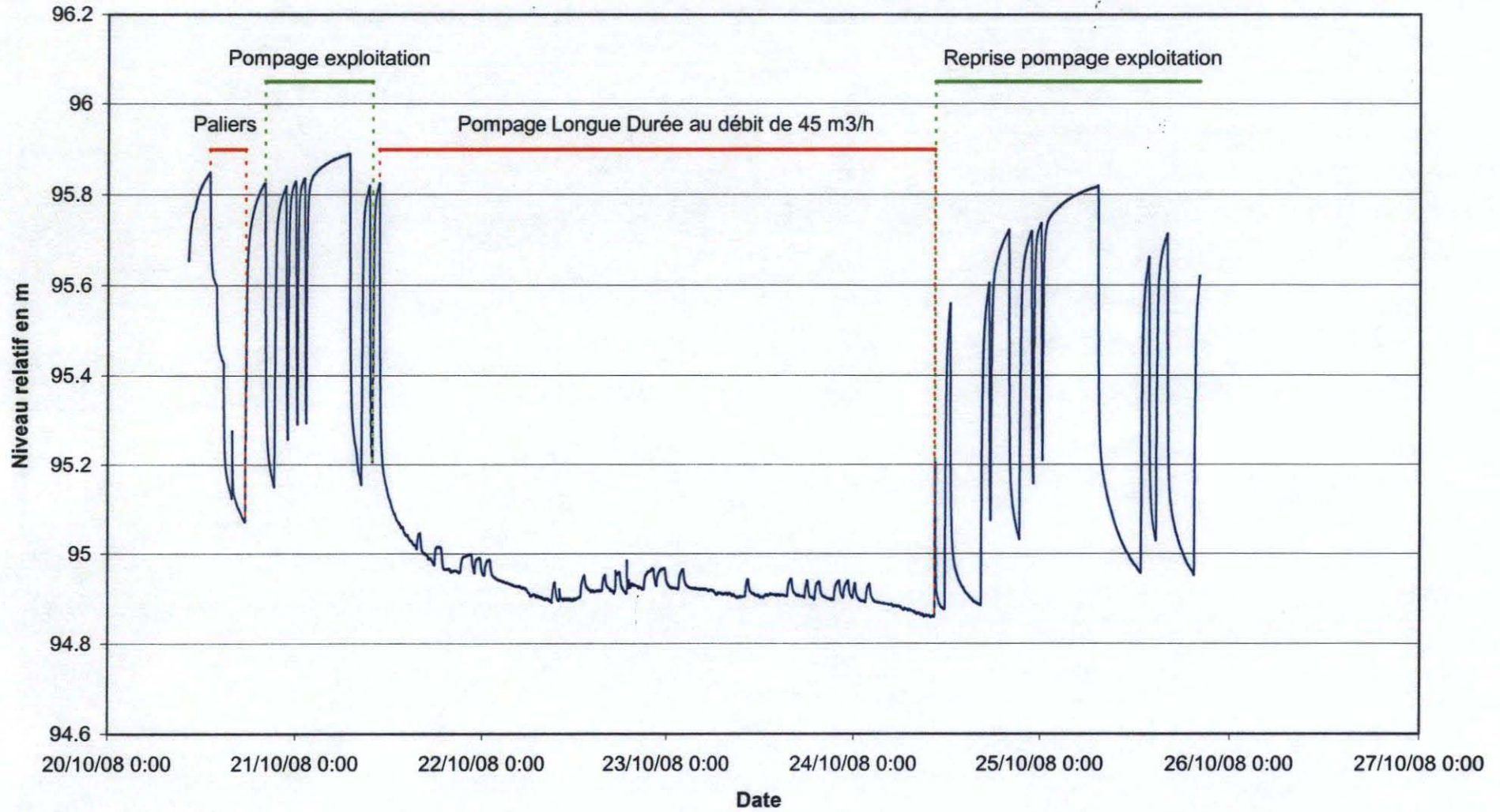
- Le puits AEP a été équipé d'un sonde multi paramètres (Pression – Niveau – Conductivité) couplée à un enregistreur numérique de données,
- Les piézomètres PZ1, PZ3 et l'ancien puits de réinjection ont été équipés de chaînes numériques d'enregistrement composées de capteurs de pression reliés à des enregistreurs,
- Le piézomètre PZ2 a fait l'objet d'un suivi manuel.

3.2 CHRONOGRAMME DES POMPAGES D'ESSAIS

(Cf. Planche 4 – Chronogramme des pompages d'essais – octobre 2008 – p 14)

- Le 20/10/2008 – 10h20 :** Arrêt des pompes et remontée de la nappe,
Le 20/10/2008 – 12h55 : Démarrage des pompages par paliers,
Le 20/10/2008 – 16h30 : Arrêt du pompage,
Le 21/10/2008 – 10h40 : Préparation du traçage, injection et démarrage du pompage longue durée (marche forcée) au débit d'exploitation de 45 m³/h,
Le 24/10/2008 – 12h00 : Arrêt du pompage longue durée,

Chronogramme des essais de pompage du 20 au 24 octobre 2008



3.3 INTERPRETATION DES POMPAGES D'ESSAIS

3.3.1 Capacité du puits des Marronniers

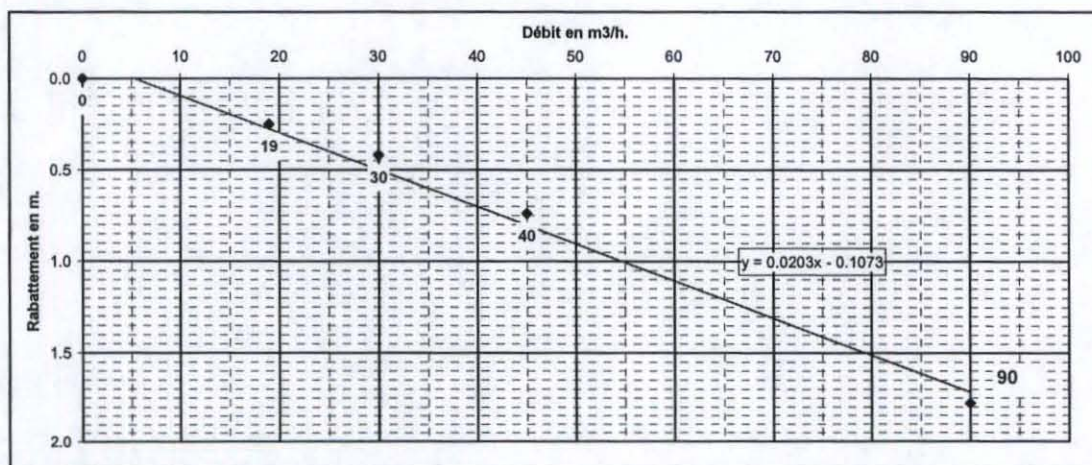
Les essais par paliers ont été réalisés avec la pompe d'exploitation en place. Compte tenu de l'impossibilité d'installer une pompe spécifique pour les pompages d'essais et de la panne de la seconde pompe, les essais par paliers enchaînés ont donc été réalisés jusqu'au débit maximum de 45 m³/h.

Une valeur de rabattement à 90 m³/h, nous a été fournie par VEOLIA EAU.

La courbe caractéristique du puits établie le 20 octobre 2008

Le tableau ci-dessous présente les rabattements induits en fonction des paliers de débit mis en œuvre :

Niveau statique	Débit	Rabattement	Débit spécifique
7,76 m / Repère (Dalle plancher de la station)	19 m ³ /h	0,25 m	76 m ³ /h/m
	30 m ³ /h	0,42 m	71,4 m ³ /h/m
	45 m ³ /h	0,74 m	60,8 m ³ /h/m
	90 m ³ /h	1,78 m	50,6 m ³ /h/m



La relation entre le débit et le rabattement s'écrit pour l'ouvrage sous la forme :

$$\text{Rabattement} = 0,0203 \times Q - 0,1073$$

où :

le rabattement est en m, le débit Q est en m³/h

0,0203 représente les pertes de charge linéaires (liées à l'aquifère)

La courbe en présence est linéaire donc on ne peut pas déterminer de facteur caractérisant les pertes de charges quadratiques (liées à l'équipement du puits)

Les résultats des pompages par paliers indiquent que l'on se situe dans la partie linéaire de la courbe Débit / Rabattement ce qui signifie que les pertes de charges linéaires prédominent sur les pertes de charges quadratiques au débit de 90 m³/h.

En conséquence, on peut affirmer que le débit critique Q_c du puits AEP des Marronniers est supérieur à 90 m³/h donc supérieur au débit d'exploitation qui est de 45 m³/h. L'ouvrage n'est pas surexploité au débit d'exploitation.

3.3.2 Paramètres hydrodynamiques

L'essai longue durée a été réalisé sur la durée de 72 heures conformément au cahier des charges au débit d'exploitation de 45 m³/h.

Cet essai s'est déroulé du 21/10/2008 – 10h40 au 21/10/2008 – 12h00 **soit un pompage continu de 73h 20minutes à 45 m³/h en moyenne.**

Les courbes interprétées sont fournies en **Annexe 2**.

L'interprétation de la dernière partie de la courbe de descente (comportement à long terme) donne :

Ouvrage	Puits	PZ1	PZ3	PZ4
Niveau statique initial	95,85 m*	96,02 m*	95,7 m*	95,755 m*
Transmissivité	1,3.10 ⁻² à 3,2.10 ⁻² m ² /s	5,6.10 ⁻³ m ² /s	1,3.10 ⁻² à 1,1.10 ⁻¹ m ² /s	1,3.10 ⁻² à 2,5.10 ⁻² m ² /s
Perméabilité	3,5.10 ⁻³ à 8,4.10 ⁻³ m/s	1,3.10 ⁻³ m/s	4,4.10 ⁻³ à 3,5.10 ⁻² m/s	5,3.10 ⁻³ à 1,0.10 ⁻² m/s
Emmagasinement	-	1,4.10 ⁻¹	6,5.10 ⁻²	1,0.10 ⁻¹
Rabatement final	96,5 cm	52 cm	18 cm	32 cm
Distance au puits	-	35 m	78 m	48 m

* Niveau relatif

La remontée de nappe n'est pas interprétable car la nécessité de remettre rapidement les ouvrages en fonctionnement normal (automatique) a conduit à des pompages intermittents perturbant la remontée.

Les résultats obtenus sur les différents ouvrages suivis indiquent de **bonnes voire très bonnes caractéristiques hydrodynamiques de la nappe**.

On observe par ailleurs que les paramètres hydrodynamiques s'améliorent en direction du Rhône. Cette observation confirme ce que le resserrement des lignes piézométriques à l'Ouest laissait supposer c'est-à-dire des caractéristiques hydrodynamiques moins bonnes en bordure occidentale de l'aquifère.

Par ailleurs, l'interprétation de l'emmagasinement montre une forte amplitude liée à la nature locale de la nappe, selon qu'elle est libre ou captive à semi-captive.

Au droit de PZ3, la valeur de l'emmagasinement est synonyme d'une nappe captive à semi-captive.

Au droit de PZ1 et PZ4, l'emmagasinement compris entre 10 et 15 % témoigne d'une nappe libre.

En synthèse, nous pouvons retenir les paramètres moyens suivants :

- **Transmissivité T : 1,3.10⁻² m²/s**
- **Perméabilité K : 3.10⁻³ m/s**
- **Emmagasinement S : Variable selon l'état de la nappe - ≈ 10 - 15 % en nappe libre et de l'ordre 6 % en situation semi-captive.**

3.3.3 Limites de l'aquifère alluviale

Les courbes de descente des piézomètres PZ3 et PZ4 montre une forme caractéristique et significative de la présence d'une limite à charge imposée.

En effet, à partir d'un certain temps nommé T_i (temps d'intersection), le rabattement de la nappe se stabilise. Cette valeur caractéristique, T_i , qui permet de calculer la distance à la limite à charge imposée mise en évidence.

La relation suivante permet de calculer la distance à cette limite :

$$d = \frac{r}{2} \cdot \sqrt{\frac{t_i}{t_0}}$$

Avec : d = distance puits – limite mis en évidence

r = distance puits – piézomètre suivi

t_i = temps d'intersection fictif

t_0 = temps d'intersection du premier tronçon de courbe de descente avec l'axe des abscisse.

Le tableau ci-dessous présente la distance entre le puits des Marronniers et la limite à charge imposée :

	PZ3	PZ4
Distance r au puits (m)	78	48
Temps d'intersection t_i (min)	1569	2168
Temps t_0 (min)	221	134
Distance d puits – limite (m)	103,9	96,5

Compte tenu des distances mises en évidence, il apparaît que la limite à charge imposée mise en évidence correspond parfaitement au Rhône. Cela signifie qu'après un certain temps de pompage et un certain rabattement, le Rhône est sollicité et participe à l'alimentation du puits AEP par une inversion du gradient hydraulique à l'aval.

Ce résultat est important car il montre qu'une pollution sur le Rhône pourra avoir un impact sur la qualité de l'eau de la nappe au niveau du puits AEP des Marronniers. Ce résultat révèle un risque majeur qui devra être pris en compte dans le cadre de la protection de l'ouvrage.

Un scénario de pollution à partir des berges du Rhône sera donc proposé dans le cadre de la modélisation des transferts de polluant.

3.3.4 Piézométrie en pompage

(Cf. Planche 5 – Carte piézométrique en pompage – octobre 2008 – p 19)

Le pompage à 45 m³/h sur le puits AEP des Marronniers a conduit à une influence importante sur l'écoulement général de la nappe et au regard de la tranche aquifère du secteur étudié.

Les courbes isopièzes s'incurvent autour du puits de pompage et délimitent clairement un cône d'appel important.

Ce cône s'étend en aval de manière importante induisant un inversement du sens du gradient hydraulique entraînant une alimentation de la nappe et du puits par les eaux du vieux Rhône.

Après un temps de pompage de 73 h environ, les rabattements induits sur les ouvrages sont les suivants :

Ouvrage – Distance au puits	Rabattement induit (cm) après 72 h de pompage à 45 m ³ /h
Puits des Marronniers	96,5
PZ2 à 34 m	61
PZ1 à 35 m	52
PZ4 à 48 m	32
PZ3 à 78 m	18

Les rabattements mesurés permettent de mettre en évidence l'influence du puits AEP sur la nappe en pompage. Il ressort que le pompage, à 45 m³/h sur une durée de 73 heures environ, conduit à une augmentation du gradient hydraulique en amont du puits et une inversion du sens d'écoulement de la nappe en aval immédiat du puits et jusqu'au Rhône.

Le pompage conduit à une modification fondamentale du mode d'alimentation de l'ouvrage en induisant des apports directs à partir du Rhône.

Les calculs théoriques suivants permettent de compléter ces mesures. La méthode de Wyssling permet de calculer la largeur du front d'appel de l'ouvrage, le rayon d'appel, ainsi que la largeur du front d'appel à hauteur du captage.

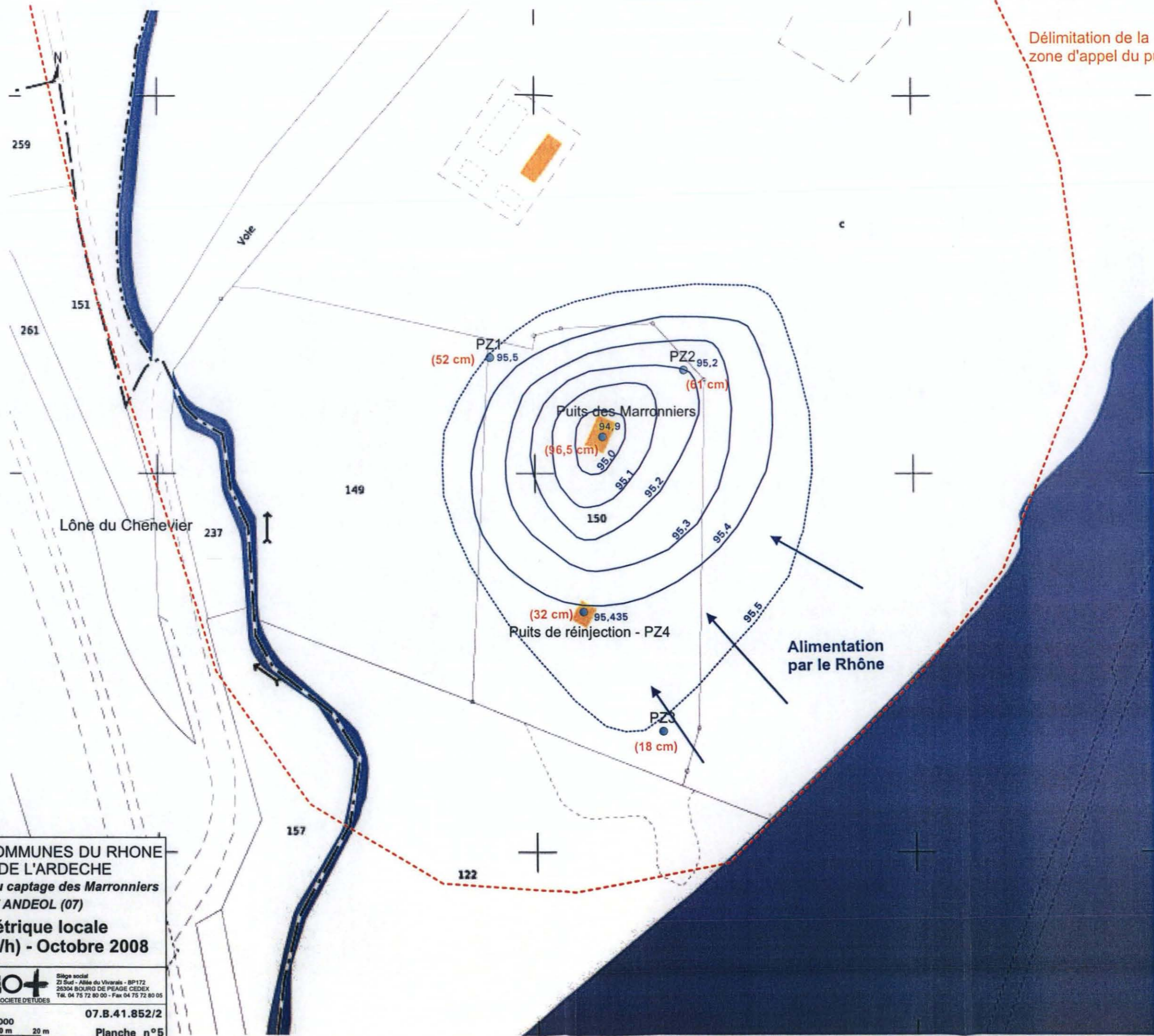
Le tableau ci-dessous est établi avec les hypothèses suivantes :

- Débit $Q_{exp} = 45 \text{ m}^3/\text{h}$,
- Perméabilité $K = 3.10^{-3} \text{ m/s}$,
- Gradient de la nappe $i = 0,003$,
- Epaisseur aquifère $b = 3,46 \text{ m}$.

Front d'appel	Front d'appel au puits	Rayon d'appel (aval)
602 m	301 m	95 m

D'après les mesures piézométriques et les calculs ci-dessus, on peut estimer la zone d'appel en amont du captage à 600 m s'étalant donc largement sur la plaine agricole en amont. Le rayon d'appel aval calculé confirme les résultats du pompage et notamment l'alimentation inverse par le Rhône.

Délimitation de la zone d'appel du puits AEP



COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE
AUX GORGES DE L'ARDECHE
Etude Hydrogéologique du captage des Marronniers
BOURG SAINT ANDEOL (07)
Carte piézométrique locale
en pompage (45m³/h) - Octobre 2008

Date	Dessiné	Vérifié
12 / 2008	FF	PB
Modifié	Dessiné	Vérifié

GEO+ Siège social
ZI Sud - Allée du Vivarais - BP172
26304 BOURG DE PEAGE CEDEX
Tél. 04 75 72 80 00 - Fax 04 75 72 80 05

Ech : 1/1000
0 m 10 m 20 m

07.B.41.852/2
Planche n°5

4. LE TRAÇAGE CHIMIQUE

4.1 OBJECTIFS

Le traçage chimique à mettre en œuvre sur la zone avait un double objectif :

- vérifier la relation hydraulique entre le piézomètre PZ1 et le captage AEP des Marronniers,
- vérifier le transfert hydraulique dans cette zone et quantifier les vitesses réelles d'écoulement dans la nappe.

4.2 METHODOLOGIE – MISE EN ŒUVRE

Choix du point d'injection :

(Cf. *Planche 6 – Situation du point d'injection du traçage – p 23*)

Compte tenu des objectifs du traçage évoqués ci-dessus et de manière à prendre en considération la vulnérabilité du milieu hydraulique souterrain, le point d'injection retenu correspond au piézomètre PZ1, en position amont à 35 mètres du puits AEP.

L'injection a été réalisée directement dans le piézomètre PZ1 par l'infiltration d'une saumure puis chassé par un volume de 2 m³ d'eau claire. Il s'agit d'une injection directe en nappe simulant le transfert en zone saturée.

Choix du traceur :

Compte tenu de l'exploitation des installations pendant la mise en place des pompages d'essais et du traçage, le choix du traceur s'est donc porté sur le Chlorure de Sodium, incolore et inodore. Le suivi correspond à des mesures de conductivité au sein du captage AEP.

La masse de traceur injectée est de 100 kg, mise en solution dans un volume de 0,5 m³ environ.

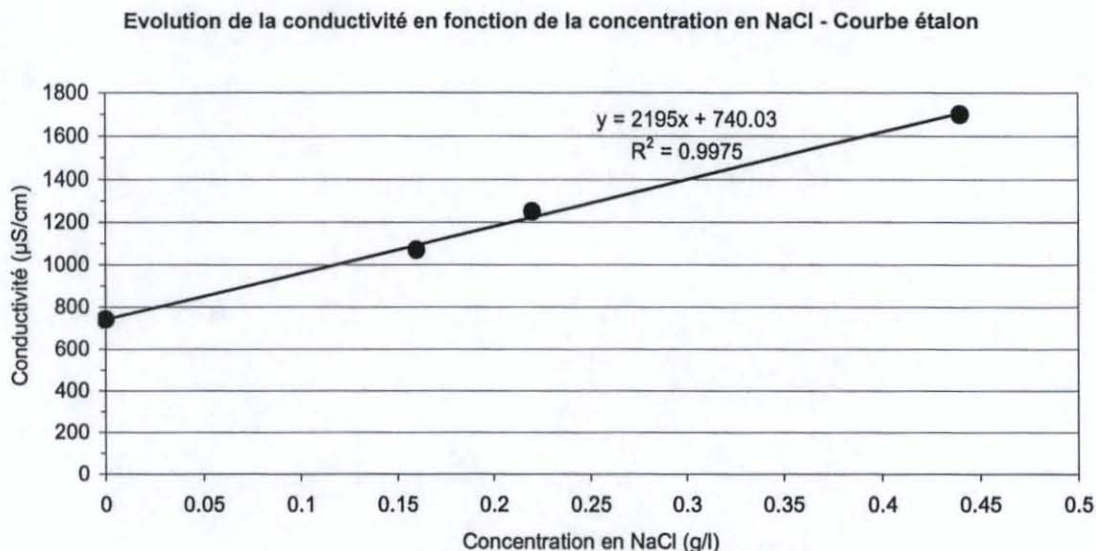
Le traceur a été « chassé » par un volume d'eau claire de 2 m³.

Elaboration de la courbe étalon :

Avant l'injection du traceur, une courbe étalon a été réalisée sur place avec l'eau de la nappe alluviale. L'objectif était d'obtenir une correspondance entre les valeurs de conductivité mesurées et les concentrations en sel.

Pour cela, différentes quantités de NaCl connues (pesée préalable au laboratoire) ont été diluées dans des volumes d'eau constants prélevés sur site. Chaque solution saline a ensuite été dosée à l'aide d'un conductimètre portable, et la relation entre concentration et conductivité a pu être établie.

La relation entre ces deux grandeurs est linéaire et présentée sur le graphique suivant :



Cette courbe étalon nous a également permis d'évaluer la masse de traceur à injecter pour maintenir une valeur de conductivité non nocive pour le milieu naturel.

La valeur seuil à ne pas dépasser au point de suivi a été fixée à 1080 µS/cm, correspondant à une concentration en Na⁺ de 150 mg/l et à une concentration en Cl⁻ de 230 mg/l dans le captage AEP des Basses Rouvières.

A ce titre, rappelons les normes de potabilité en distribution AEP pour les éléments chimiques constituants du traceur :

- **ions sodium (Na⁺)** : 150 mg/l
- **ions chlorure (Cl⁻)** : 200 mg/l

De plus, la toxicité aiguë du NaCl est déterminée par une DL₅₀ de 3 g/kg.

Les valeurs maximales mesurées se sont avérées très inférieures à la DL₅₀ et aux normes de potabilité ; le traçage n'a donc eu aucun effet néfaste sur le milieu naturel et la santé.

Suivi du traceur du traceur :

Le point de suivi de ce traçage est le captage AEP des Marronniers situé à 35 m de distance par rapport au piézomètre d'injection PZ1.

(Cf. *Planche 6 – Situation générale du traçage chimique*)

Les mesures de conductivité ont été réalisées à partir d'une sonde enregistreuse multiparamètres STS (Température, Conductivité, Niveau).

Conditions météorologiques et hydrologiques pendant le traçage :

Lors du traçage, les conditions météorologiques sont restées stables :

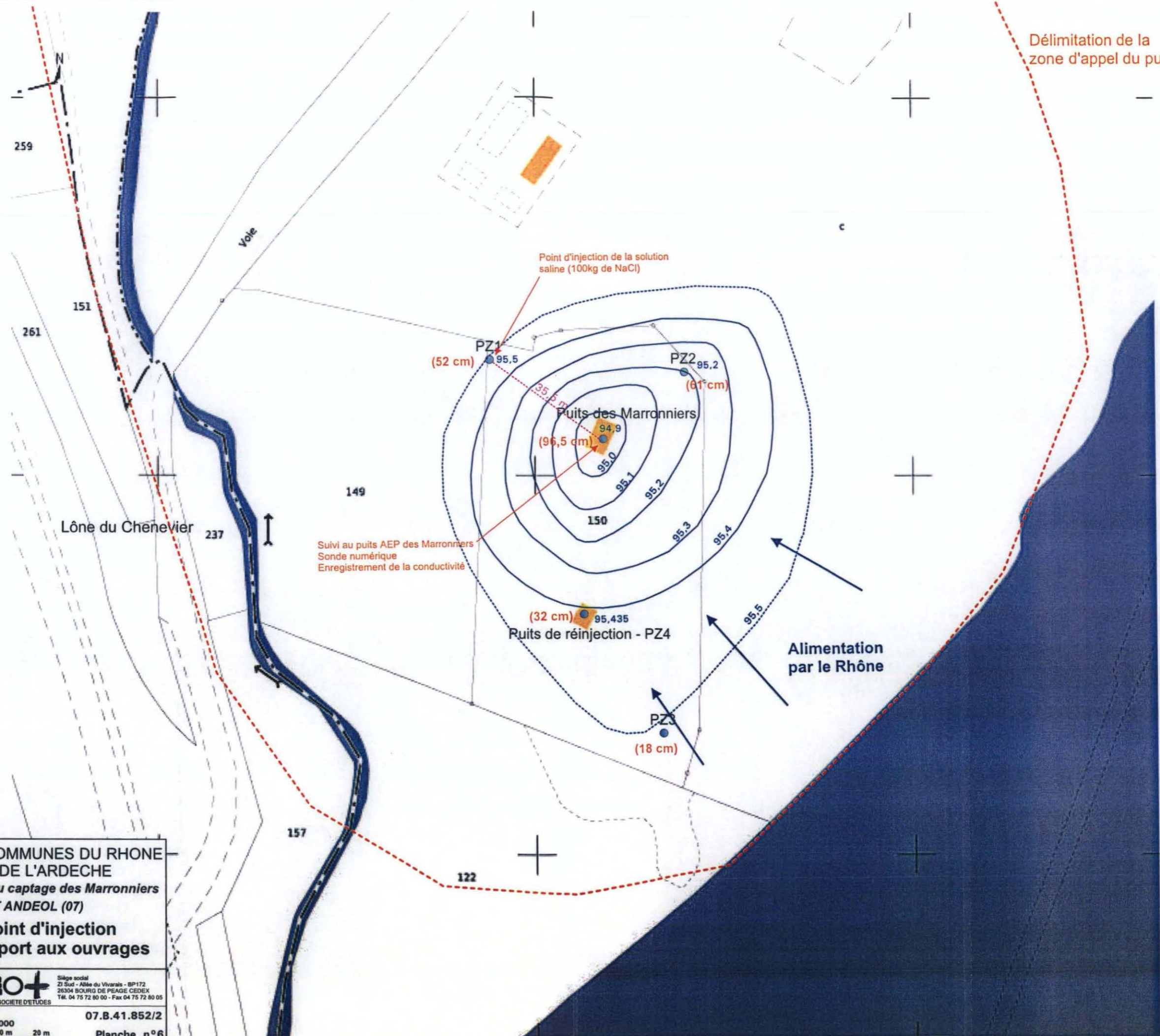
- Temps sec, absence de précipitations,
- Aucune modification du régime d'écoulement du Rhône et de sa nappe alluviale,

Remarque :

Comme prévu dans le programme initial, le traçage a été réalisé pendant le déroulement du pompage longue durée pour se situer dans les conditions d'exploitation les plus défavorables. En exploitation réelle, les pompages sont intermittents car asservis à la demande du réseau d'eau potable.

L'injection directe dans un piézomètre est toutefois beaucoup plus péjorative qu'une injection dans une fosse hors nappe car, dans ce cas le traceur se retrouve immédiatement au sein de l'aquifère alors qu'en cas de déversement accidentel, le polluant doit d'abord percoler au sein de la zone non saturée.

Délimitation de la zone d'appel du puits AEP



COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DU RHONE
AUX GORGES DE L'ARDECHE
Etude Hydrogéologique du captage des Marronniers
BOURG SAINT ANDEOL (07)

Situation de point d'injection
du traçage par rapport aux ouvrages

Date	Dessiné	Vérifié	 Siège social ZI Sud - Allée du Vivarais - BP172 26304 BOURG DE PÉAGE CEDEX Tél. 04 75 72 80 00 - Fax 04 75 72 80 05
12/2008	FF	PB	
Modifié	Dessiné	Vérifié	
Ech : 1/1000			07.B.41.852/2
0 m 10 m 20 m			Planche n°6

4.3 RESULTATS

(Cf. Planche 7 – Situation chronologique du traçage par rapport aux pompages – p 25)

4.3.1 Estimation du débit de pompage

Le traçage chimique a été réalisé en pompage d'exploitation continu au débit moyen de **45 m³/h soit 162 L/s**.

4.3.2 Signal dans le captage AEP

(Cf. Planche 8 – Conductivité mesurée au puits AEP en fonction du temps – p 26)

Le suivi de la conductivité dans le puits AEP des Marronniers a permis de mettre en évidence :

- un signal stabilisé à partir du démarrage du pompage longue durée, le **21/10/2008 à 10h40** – Conductivité de départ **740 µS/cm**,
- cette valeur stabilisée de la conductivité à **740 µS/cm** perdure jusqu'au **22/10/2008 à 20h25**,
- à partir du **22/10/2008 à 20h25**, augmentation brutale du signal pour atteindre la valeur maximum de **755 µS/cm**, le **22/10/2008 à 23h18**,
- une décroissance du signal à partir du **22/10/2008 à 23h18** jusqu'au **23/10/2008 à 18h43** environ, de **755 µS/cm** jusqu'à **735 µS/cm**,
- un retour de la conductivité à un niveau oscillant autour de la valeur moyenne de **735 µS/cm** à partir du **23/10/2008 à 18h43** jusqu'à l'arrêt du pompage longue durée le **24/10/2008 à 12h00**.

L'injection du traceur a été réalisée le **21 octobre 2008 de 11h00 à 12h00**.

La conductivité naturelle moyenne de l'eau de la nappe des alluvions du Rhône au puits des Marronniers se situe à environ **740 µS/cm**, d'après les mesures réalisées in situ.

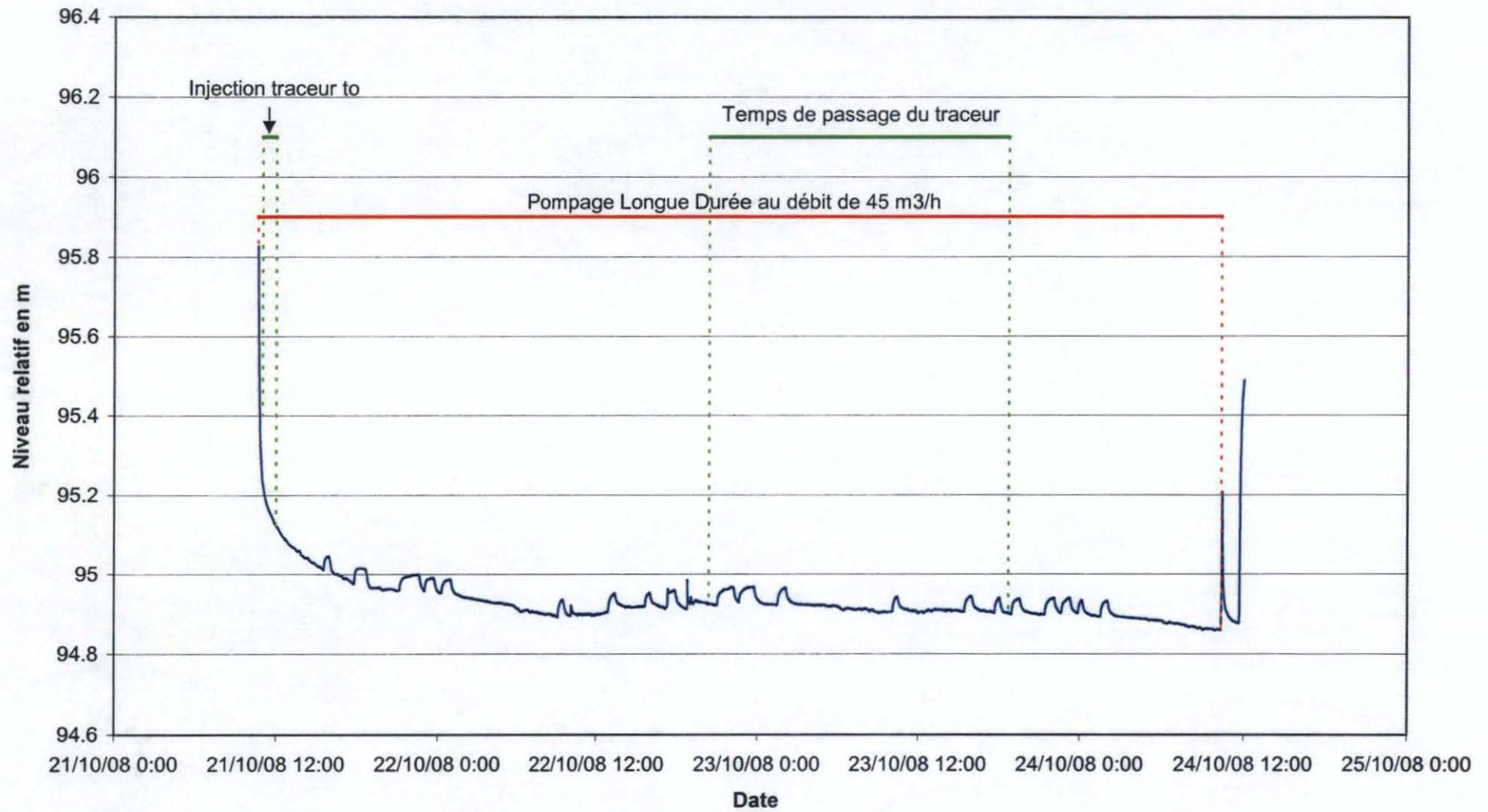
Le passage du nuage de sel a induit une augmentation de la conductivité faible, de l'ordre de **15 µS/cm**, jusqu'à une valeur maximum de **755 µS/cm**.

Le temps de première arrivée du panache de sel est de **32 h 25 mn** après l'injection, le **22/10/2008 à 20h25**.

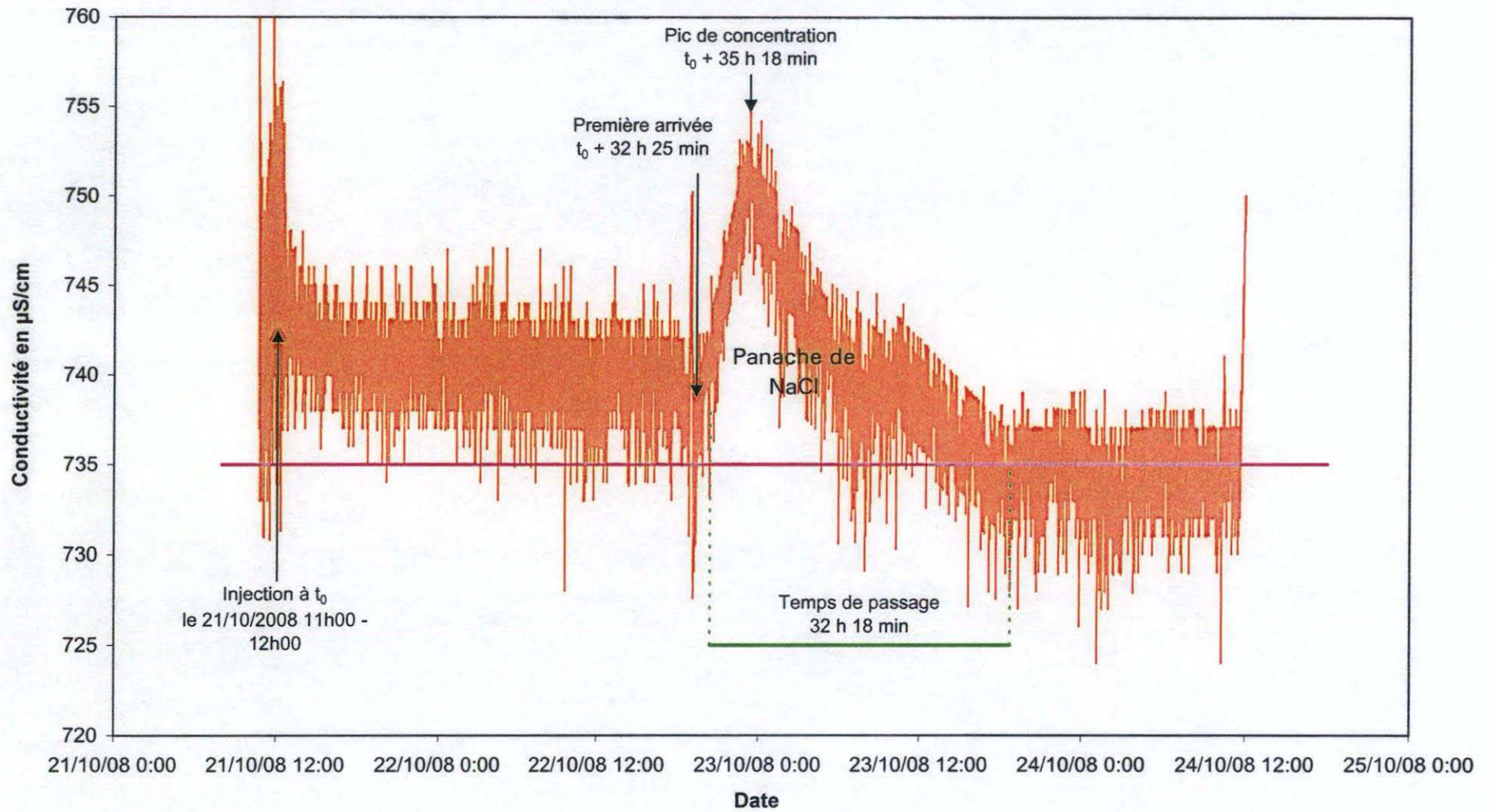
Le pic de concentration est mesuré après **35 h 18 mn** après l'injection, le **22/10/2008 à 23h18**.

Le passage du nuage de sel s'étale sur une durée de **22 h 18 mn** jusqu'au **23/10/2008 à 18h43**.

Chronogramme des essais de pompage du 21 au 24 octobre 2008



Evolution de la conductivité en fonction du temps dans le puits des Marronniers



4.3.3 Restitution du traceur

Les résultats de la restitution dans le captage AEP des Marronniers sont présentés dans le tableau suivant :

Distance entre injection et puits AEP		35
Débit moyen pompé au puits		162 L/s
Dates et heures	Injection	21/10/2008 12:00
	Début de restitution	22/10/2008 20:25
	Pic de concentration	22/10/2008 23:18
	Fin de restitution	23/10/2008 18:43
Vitesse maximale du traceur	1,07 m/h	(25,9 m/j)
Vitesse modale	0,99 m/h	(23,8 m/j)
Temps de passage du panache	22 h et 18 min	

La première détection du traceur a eu lieu le 22/10/2008 à 20h25, soit **32 h et 25 min** après l'injection.

La **vitesse maximale** calculée est représentative des temps de transit en nappe alluviale, à savoir **1,07 m/h soit 25,9 m/j**.

Le **pic de concentration** du traceur a été détecté le 22/10/2008 à 23h18, soit **35 h 18 min** après l'injection. La **vitesse modale** est donc de **0,99 m/h soit 23,8 m/j**.

Le **temps de passage** du panache de sel est de **l'ordre de 22 heures 18 minutes** (retour à une valeur de conductivité de l'ordre de 735 $\mu\text{S/cm}$).

Par ailleurs, en se basant sur la courbe étalon précédemment établie, il a été possible de déterminer la masse de traceur restituée au niveau du captage AEP.

Le taux de restitution au captage AEP figure dans le tableau suivant :

Masse injectée	100 kg
Débit moyen au point de contrôle	162 l/s
Concentration maximale de restitution	10 mg/l
Masse restituée	29,4 kg

Le cumul des concentrations mesurées au niveau du puits AEP permet de montrer que **29,4 % du sel est parvenu dans l'ouvrage**.

Cette valeur nous paraît particulièrement faible au regard de la distance, du cône d'appel induit par le pompage longue durée.

Il est possible qu'une partie du traceur se soit fixée sur la fraction fine des alluvions aquifères (limons, argiles) limitant ainsi sa restitution au sein de l'ouvrage AEP.

Néanmoins, le taux de restitution obtenu signifie que la relation hydraulique entre le piézomètre PZ1 et le puits AEP des Marronniers est directe et sans doute massive. En cas de pollution accidentelle à partir des parcelles agricoles ou du camping en amont, le puits AEP des marronniers serait impacté rapidement.

Compte tenu de la distance par rapport au camping à 40 m en amont, on peut estimer qu'un **déversement accidentel arriverait dans l'ouvrage en moins de 37 heures environ**.

4.4 CALCUL DES ISOCHRONES

La détermination des isochrones répond aux relations suivantes :

- Aval :

$$S_u = \frac{-l + \sqrt{l(l + 8x_0)}}{2}$$

- Amont :

$$S_o = \frac{+l + \sqrt{l(l + 8x_0)}}{2}$$

Avec $l = V \times t$ (vitesse de transfert par le temps)

X_0 = rayon d'appel aval

Au débit de 45 m³/h, le tableau ci-dessous présente les isochrones, amont et aval, pour différentes durées :

Isochrones	Débit d'exploitation	
	Distance amont S_o	Distance aval S_u
2 jours	128 m	76 m
10 jours	384 m	127 m
20 jours	661 m	148 m
50 jours	1 452 m	168 m

4.5 CONCLUSIONS

Le traçage chimique, au Chlorure de Sodium, montre l'existence **d'une relation hydraulique rapide entre le point d'injection, dans le piézomètre PZ1, et le captage AEP des Marronniers.**

Ce résultat illustre **la vulnérabilité avérée du captage vis-à-vis d'une pollution à partir de la plaine alluviale en amont.**

Toutefois les conditions de réalisation du traçage se situent dans des conditions défavorables car ne tiennent pas compte du temps de transfert au sein de la zone non saturée.

De plus, l'opération de traçage a été réalisée en pompage continu, ce qui majore également les vitesses de transfert par rapport au pompage d'exploitation réel, discontinu.

On pourra toutefois retenir **la vitesse de 26 m/j** comme représentative du flux hydraulique de la nappe en pompage à proximité du captage.

5. SYNTHÈSE DES VULNERABILITÉS – CONCLUSIONS - PROPOSITIONS

Les investigations réalisées pendant cette seconde phase d'étude permettent de retenir les éléments suivants :

- La **nappe alluviale** au droit du captage AEP des Marronniers présente une **alimentation principale depuis la nappe alluviale amont**. Cependant, un pompage prolongé sur le puits induit une inversion du gradient en aval de l'ouvrage. **Le cône d'appel du puits AEP des Marronniers sollicite dans ce cas de figure le Rhône qui, au lieu de drainer la nappe en aval, alimente cette dernière et l'ouvrage AEP,**
- La **Lône du Chenevier**, qui est incluse dans le cône d'appel de l'ouvrage en pompage, **est perchée et n'a pas de relation hydraulique avec la nappe** qui alimente le puits.
- Le puits AEP des Marronniers présente un débit critique **Qc supérieur à 90 m³/h**. L'ouvrage exploité actuellement à 45 m³/h fonctionne dans de bonnes conditions de débit compatibles avec les capacités intrinsèques du puits (absence de surtensions au sein de l'ouvrage). Un pompage, à un débit supérieur au débit actuel, accentuerait par contre le phénomène d'inversion du gradient en aval et **augmenterait la part d'alimentation de l'ouvrage par le Rhône.**
- Les **capacités hydrodynamiques** de la nappe, déterminées par les pompages d'essais, sont **bonnes**. Nous retiendrons :
 - Perméabilité **K** : 3.10^{-3} m/s,
 - Epaisseur aquifère : 4,4 m,
 - Transmissivité **T** : $1,3.10^{-2}$ m²/s,
 - Emmagasinement **S** : 10 à 15 %.
- L'interprétation de l'essai de pompage longue durée a permis de montrer une **limite à charge imposée** correspondant **au Rhône qui alimente l'ouvrage au-delà d'une durée de pompage de l'ordre 20 heures**. Au regard des consommations saisonnières du puits AEP, il apparaît **qu'en période estivale (plus forte demande) l'ouvrage induit par son cône de rabattement une alimentation de la nappe par le Rhône**. Ce n'est pas le cas pendant les périodes « creuses » où le Rhône n'est pas sollicité pour alimenter le captage AEP.
- Le traçage au sel a permis :
 - d'approcher **la vitesse de transfert en nappe** soit environ **26 m/j**,
 - de montrer qu'une **pollution dans l'axe de la plaine alluviale amont atteindrait le puits AEP des Marronniers dans de fortes proportions.**

La présente phase d'étude permet donc de hiérarchiser les risques suivants :

- Risque accidentel – Déversement dans la plaine alluviale au Nord dans l'axe d'écoulement de l'ouvrage – **Risque fort**,
- Risque accidentel et risque chronique et diffus - Pollution du Rhône qui alimente l'ouvrage en pompage prolongé ou en pompage d'exploitation lors que la fréquence de la demande est élevée – **Risque fort**,
- Risque accidentel et risque diffus – Pollution ou déversement à partir de la lône du Chenevier – **Risque faible**,

- Risque accidentel et risque chronique et diffus – Déversement accidentel à partir de la zone urbanisée de Bourg Saint Andéol à l'Ouest - **Risque faible car niveau de terrasse alluviale différent et non connecté à la terrasse alluviale exploitée,**

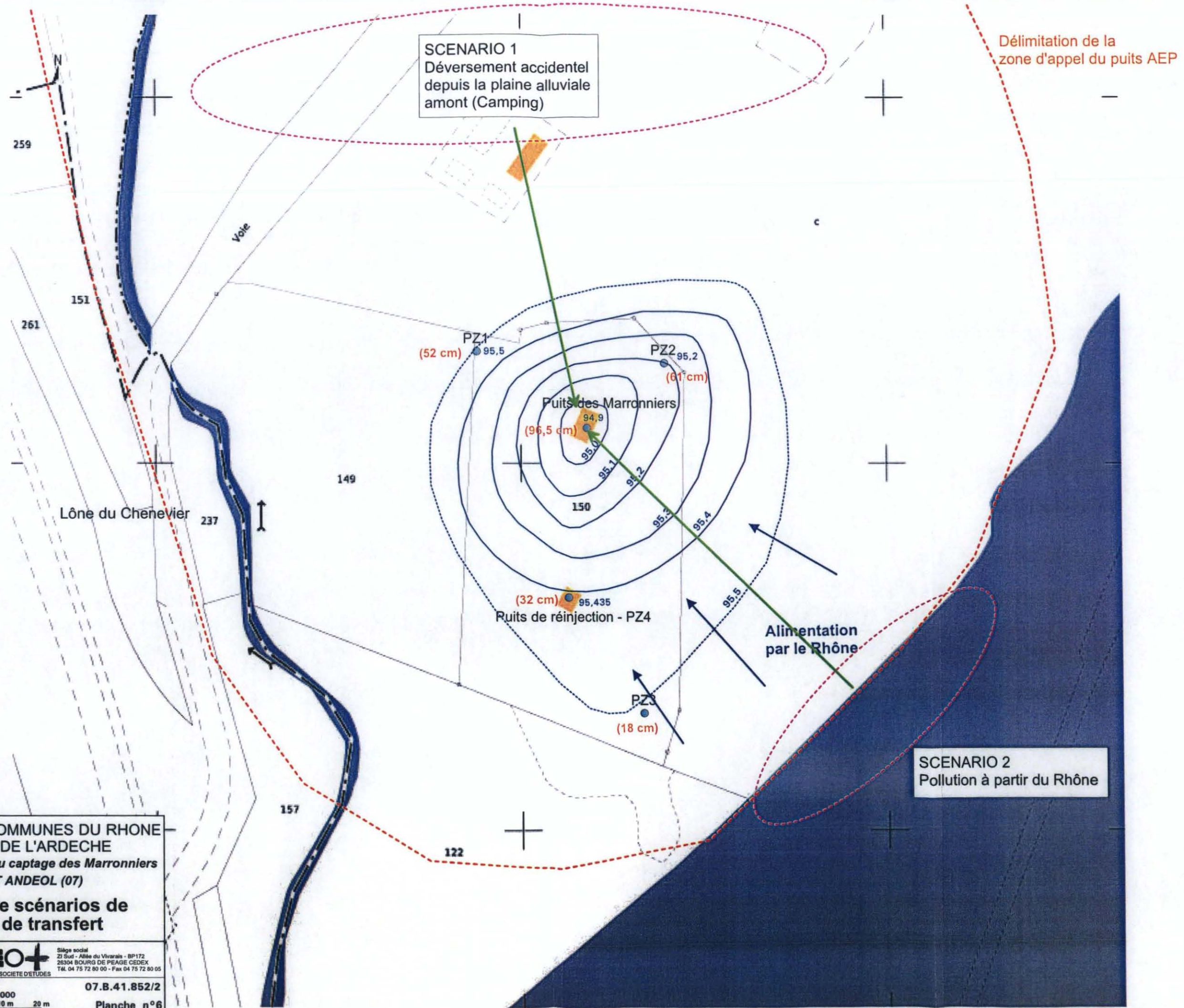
A partir des risques potentiels hiérarchisés ci-avant, nous proposons donc les deux scénarios suivants à modéliser dans le cadre de la troisième phase d'étude :

- **Scénario n°1** - Simulation d'une pollution à partir d'un déversement accidentel dans l'axe de la plaine alluviale,
- **Scénario n°2** - Simulation d'une pollution à partir d'une pollution du Rhône.

GEOPLUS se tient à la disposition des intervenants pour tout renseignement complémentaire.

Bourg de Péage, le 18 décembre 2008

Pour GEOPLUS
F. FIGL



COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE
AUX GORGES DE L'ARDECHE
Etude Hydrogéologique du captage des Marronniers
BOURG SAINT ANDEOL (07)

Proposition de scénarios de simulation de transfert

Date	Dessiné	Vérifié
12 / 2006	FF	PB
Modifié	Dessiné	Vérifié

GEO+
GEOPLUS, SOCIETE D'ETUDES

Siège social
21 Sud - Allée du Vivarais - BP172
26304 BOURG DE PEAGE CEDEX
Tél. 04 75 72 80 00 - Fax 04 75 72 80 05

07.B.41.852/2
Planche n°6

Ech : 1/1000
0 m 10 m 20 m

ANNEXES

- Annexe 1** **Coupes schématiques des ouvrages : puits AEP,
ancien puits de réinjection (PZ4) et piézomètres
réalisés par GEOPLUS**
- Annexe 2** **Courbes des pompages d'essais interprétés –
Descentes sur les principaux ouvrages**

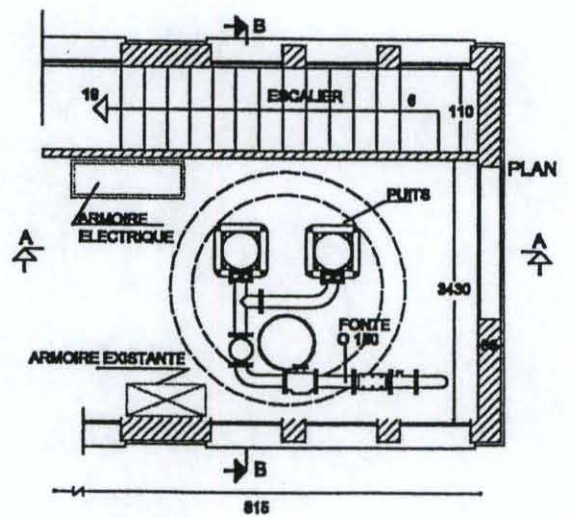
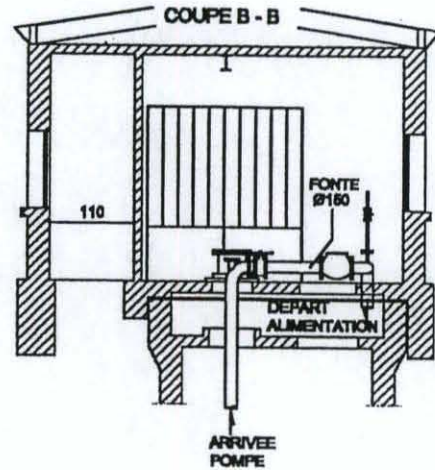
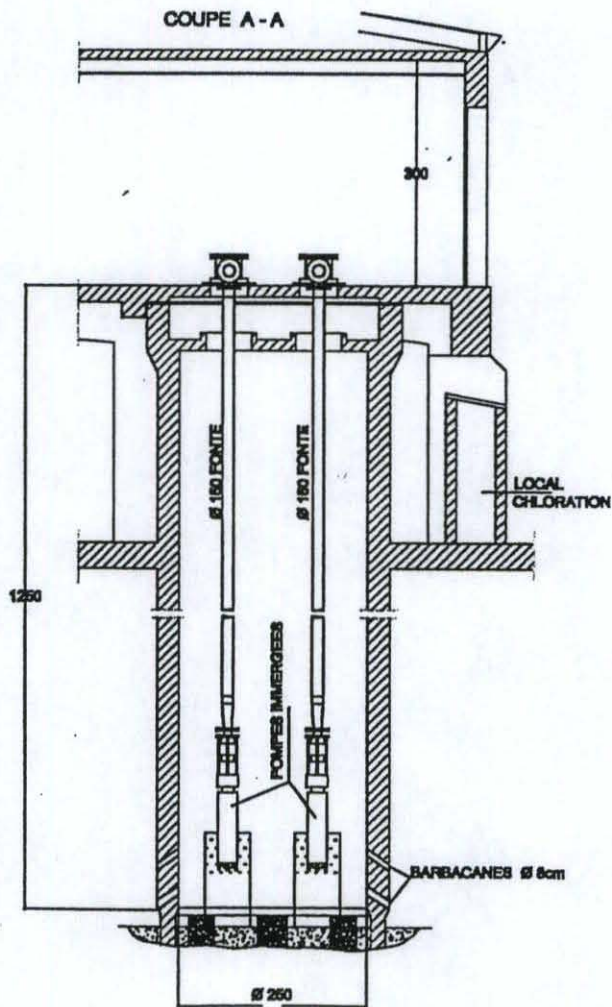
ANNEXE 1

- Coupes schématiques des ouvrages : puits AEP, ancien puits de réinjection (PZ4) et piézomètres réalisés par GEOPLUS

PUITS DES MARRONNIERS

PUITS N° 2 (PUIITS EN EXPLOITATION)

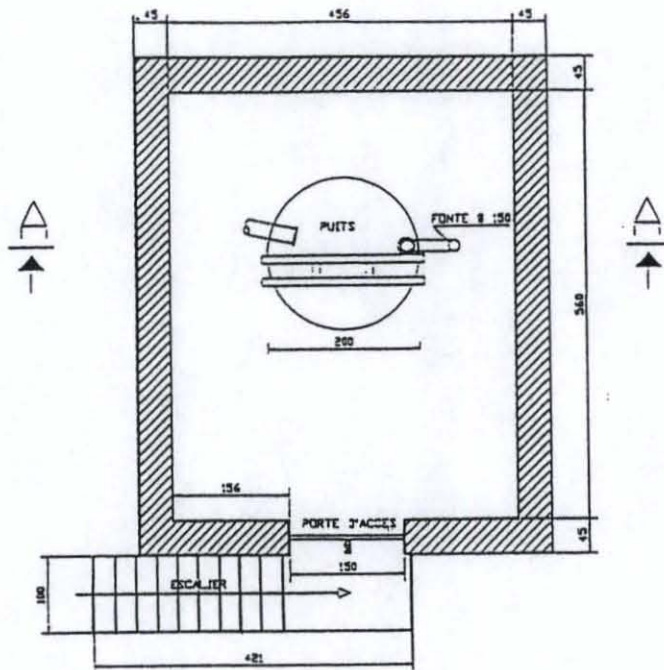
ECHELLE : 1 / 100



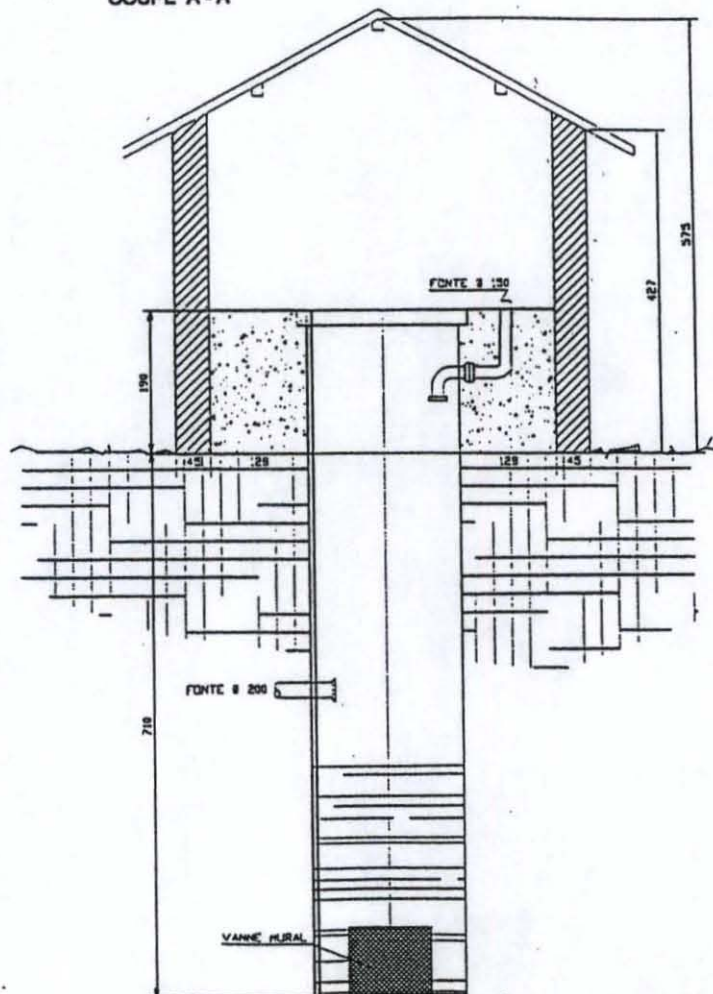
PUITS DES MARRONNIERS

PUITS N° 1 (ANCIEN PUIT D'EXPLOITATION)

ECHELLE : 1 / 100



COUPE A-A



Coupe du piézomètre PZ 2

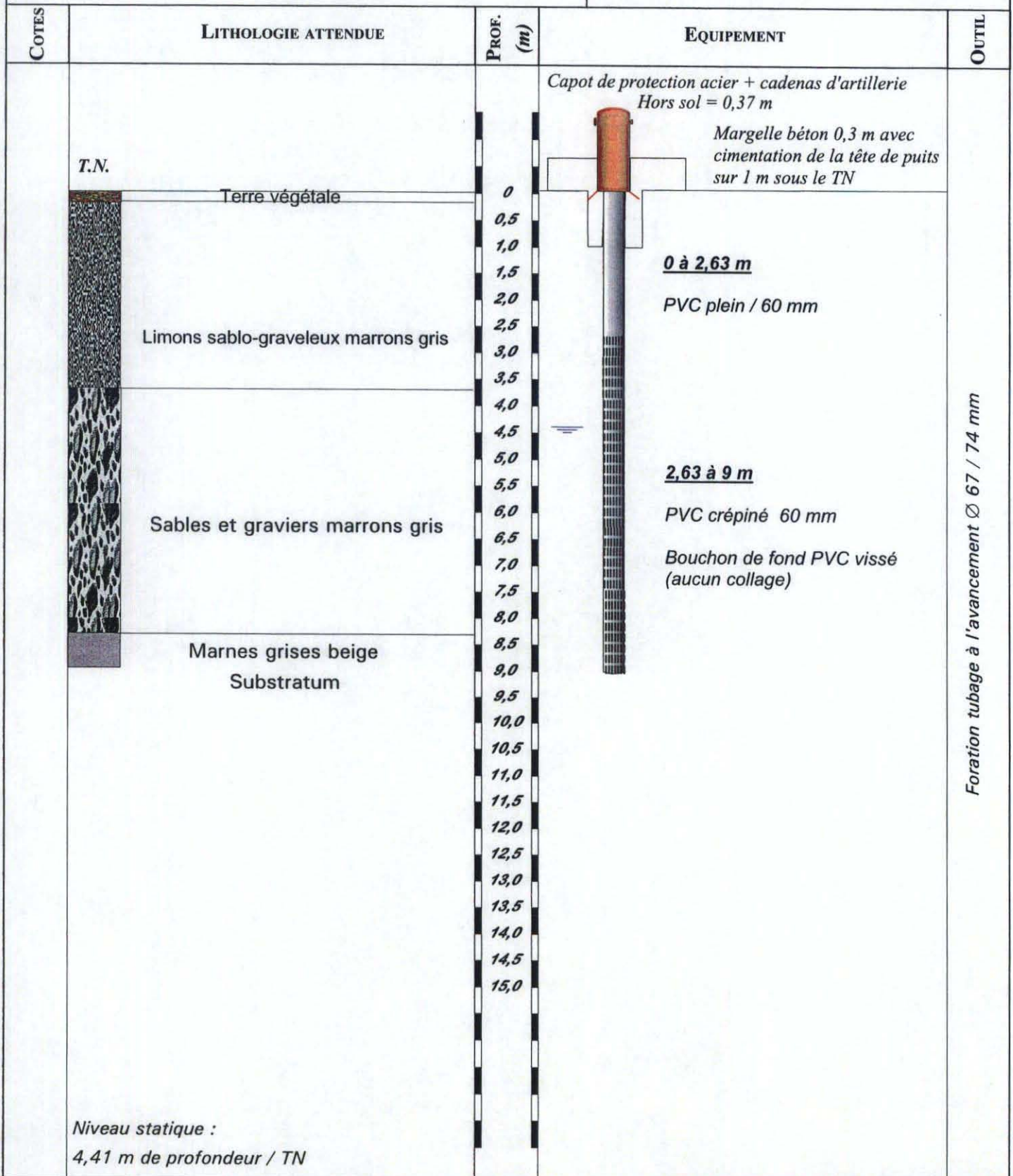
Chantier

BOURG SAINT ANDEOL - LES MARRONNIERS
 ETUDE HYDROGEOLOGIQUE
 Décembre 2008

Bureau d'études

GEO+ GEOPUS SA

Bourg de Péage Tél 04.75.72.80.00



Coupe du piézomètre PZ 3

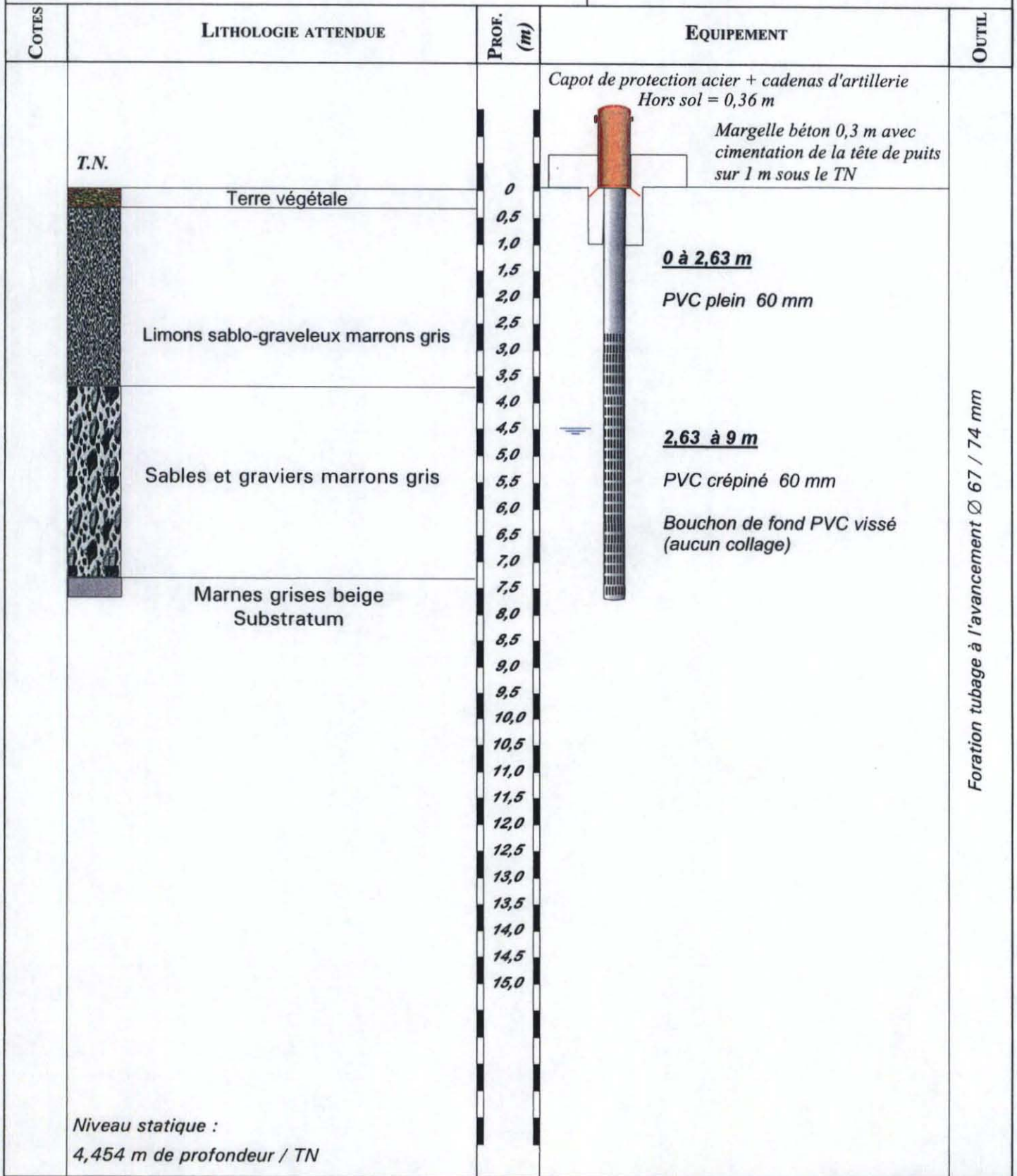
Chantier

BOURG SAINT ANDEOL - LES MARRONNIERS
 ETUDE HYDROGEOLOGIQUE
 Décembre 2008

Bureau d'études

GEO+ GEOPLUS SA

Bourg de Péage Tél 04.75.72.80.00



ANNEXE 2

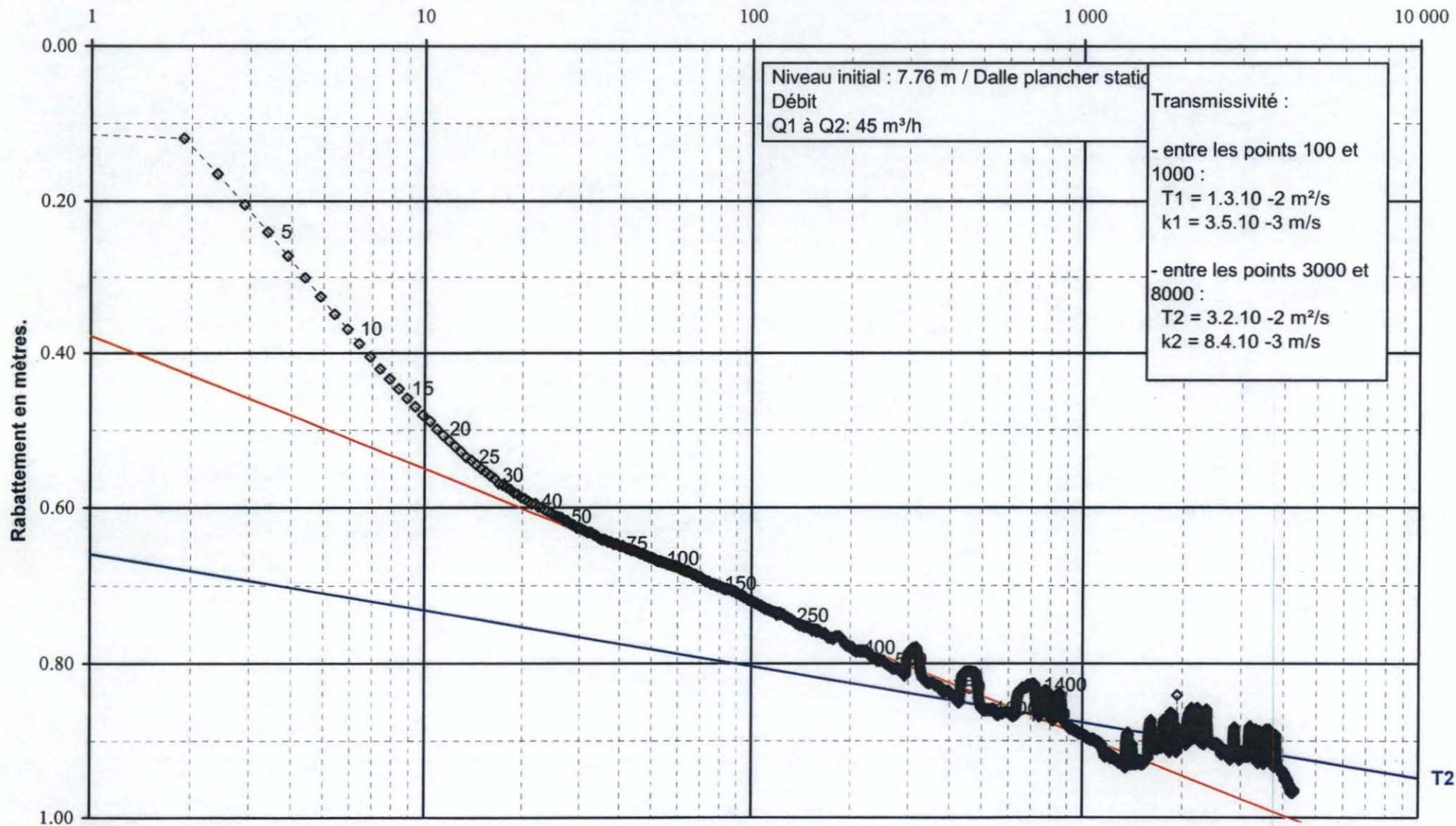
- Courbes des pompages d'essais interprétés – Descentes sur les principaux ouvrages

COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE AUX GORGES DE L'ARDECHE - CAPTAGE DES MARRONNIERS

Essai du PUITES AEP

Pompage d'essai longue durée du 21 au 24 octobre 2008 : descente suivie sur l'ouvrage testé

Temps en minutes (échelle logarithmique).

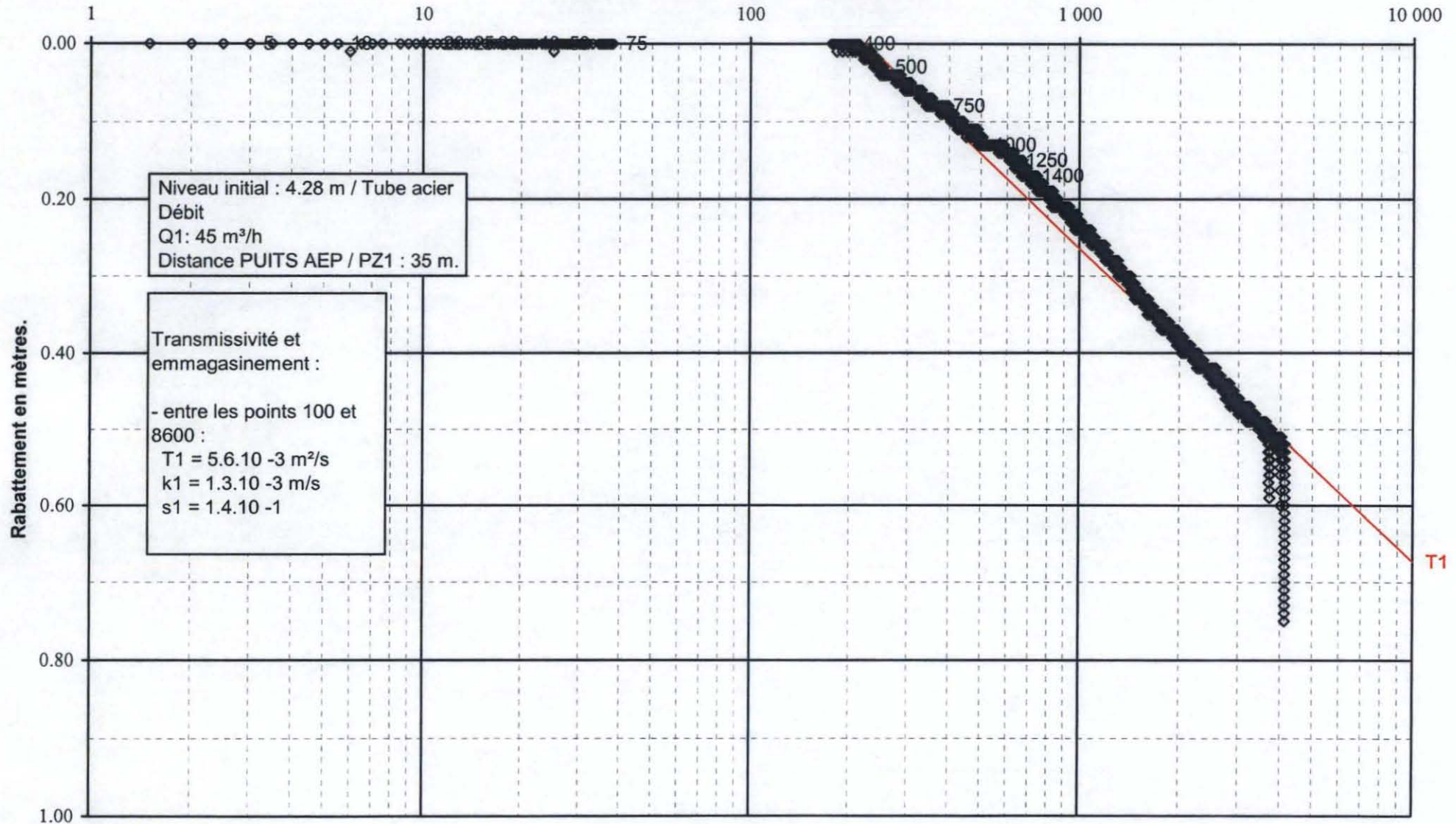


COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE AUX GORGES DE L'ARDECHE - CAPTAGE DES
MARRONNIERS

Essai du PUITIS AEP

Pompage d'essai longue durée du 21 au 24 octobre 2008 : descente suivie sur PZ1

Temps en minutes (échelle logarithmique).

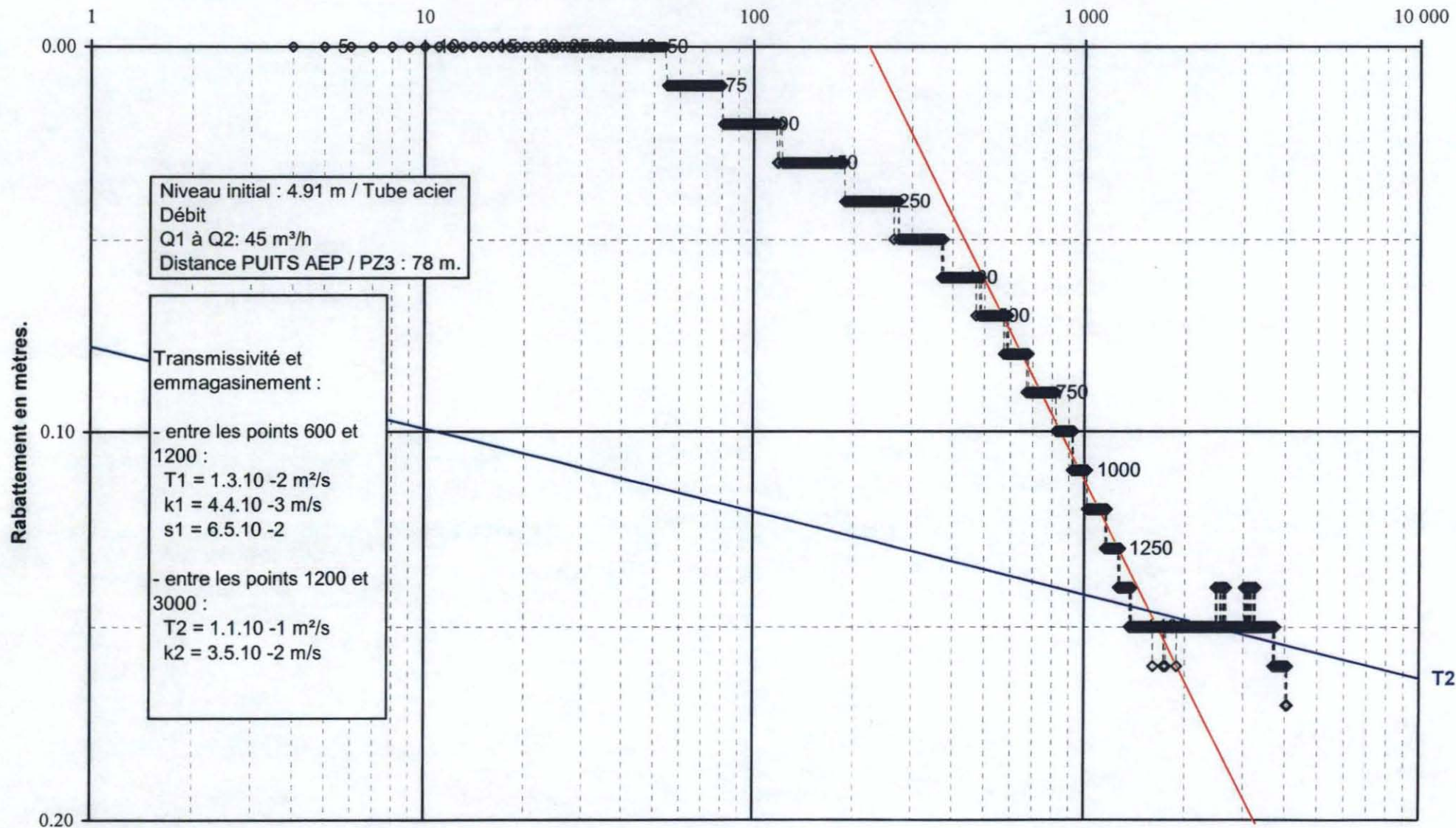


COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE AUX GORGES DE L'ARDECHE - CAPTAGE DES MARRONNIERS

Essai du PUITES AEP

Pompage d'essai longue durée du 21 au 24 octobre 2008 : descente suivie sur PZ3

Temps en minutes (échelle logarithmique).

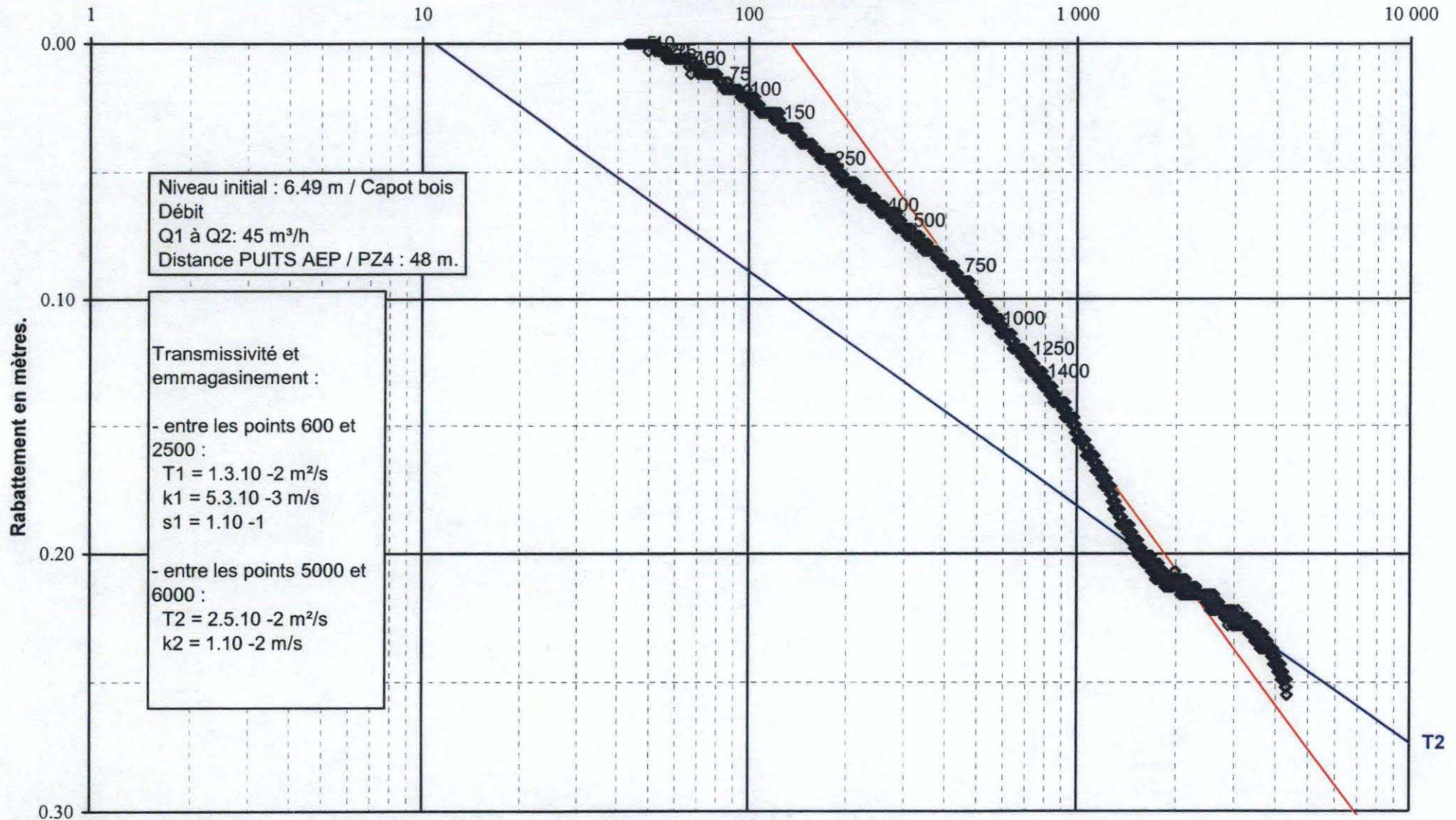


COMMUNAUTE DE COMMUNES DU RHONE AUX GORGES DE L'ARDECHE - CAPTAGE DES
MARRONNIERS

Essai du PUIITS AEP

Pompage d'essai longue durée du 21 au 24 octobre 2008 : descente suivie sur PZ4

Temps en minutes (échelle logarithmique).





GEOPLUS, SOCIETE D'ETUDES
eau et environnement
www.geoplus.fr

Siège social
Z.I. Sud - Allée du Vivarais - BP 172
26304 BOURG-DE-PEAGE CEDEX
Tél. 04 75 72 80 00 - Fax 04 75 72 80 05

Agence de GRENOBLE
14 A, rue de Mayencin
38400 SAINT MARTIN D'HERES
Tél. 04 38 37 00 11 - Fax 04 38 37 00 44

