

**DEPARTEMENT DE L'HERAULT
COMMUNE DE LUNEL**

**CONSEIL GENERAL DE L'HERAULT
DIRECTION DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES**

Pompage d'essai par paliers de débits et pompage longue
durée sur le forage de Restinclières.
Sur la Commune de Lunel.



B_e.M.E.A.

Bureau d'études Méditerranéen pour l'Eau
et l'Assainissement
Mas Caussignac
1140, Avenue des Moulins
34080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 04 56 83
Fax : 04 67 04 54 23
Site : www.bemea.net



SOMMAIRE

I – OBJET DE L’ETUDE.....	3
II - CONTEXTE GENERAL.....	3
II.1. Contexte géographique	3
II.2. Contexte géologique	3
III – CONDITIONS DE REALISATION DES ESSAIS ET MOYENS MIS EN OEUVRE	4
III.1. Conditions de réalisation des essais.....	4
III.2. Les moyens mis en oeuvre.....	4
IV – RESULTATS DES POMPAGES D’ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS ENCHAINES ET CROISSANTS	6
V – POMPAGE DE LONGUE DUREE	8
VI – ANALYSE DE PREMIERE ADDUCTION	10
VII – CONCLUSION	12

LISTE DES ANNEXES :

Annexe 1 : Evolution de la conductivité et de la température sur le forage de Restinclières au cours des pompages d’essai.

Annexe 2 : Analyse de première adduction

I – OBJET DE L'ETUDE

Dans le cadre du programme départemental de recherche d'eau 2003, nous avons été mandatés par le Conseil Général de l'Hérault (Direction de l'Eau et des Milieux Aquatiques) pour réaliser un pompage d'essai par paliers de débits et un pompage longue durée sur le forage de Restinclières situé sur la commune de Lunel.

Cette étude a pour objectifs principaux la détermination :

- du débit critique de l'ouvrage,
- du débit d'exploitation et du rabattement maximum admissible sur l'ouvrage,
- des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère sollicité,
- de l'évolution de la conductivité et de la température des eaux d'exhaure en cours de pompage.

L'objectif final étant de mettre en forme une carte d'identité du forage de Restinclières, pouvant servir de « point zéro » avant l'exploitation de l'ouvrage.

II - CONTEXTE GENERAL

2.1. Contexte géographique

Le forage de reconnaissance se situe à proximité immédiate du réservoir de stockage communal de Restinclières, à près de 1,2 km à l'Est et en sortie de l'agglomération principale de Lunel. Depuis Lunel, on y accède par la route nationale n°113 menant en direction de Montpellier puis par la route départementale n° 171 E1 menant en direction de Vérargues (**fig.1**).

2.2. Contexte géologique

L'implantation du forage de Restinclières a été réalisée sur les prescriptions hydrogéologiques de Monsieur José GREVELLEC – Hydrogéologue départemental. Cet ouvrage se situe en limite de la flexure post villafranchienne non loin des affleurements calcaires du Valanginien sup. En effet sur ce secteur, il semblait bien que l'on puisse recouper les formations calcaires du Valanginien, au Nord de la grande faille de Nîmes, sous recouvrement villafranchien (au moins 15 à 25 mètres d'épaisseur) et potentiellement fracturées et aquifères compte tenu du contexte structural.

La coupe géologique simplifiée du forage réalisé est la suivante (**fig.2**) :

- ✓ 0 - 5 m : remaniement des terrains graveleux sous jacents – remblai,
- ✓ 5 - 11 m : cailloutis villafranchiens dans matrice sablo-limoneuse brune jaunâtre,
- ✓ 11 – 23 m : cailloutis villafranchiens à prédominance graveleuse – horizon argileux de 14 à 15 mètres de profondeur et horizon plus sableux de 17 à 19 mètres,
- ✓ 23 – 27 m : cailloutis villafranchien très graveleux à éléments de calcaires valanginien remaniés et quartz,
- ✓ 27 -29 m : horizon de remaniement et de mélange de graviers villafranchiens et d'éboulis calcaires du crétacé,

- ✓ 29 - 45 m : calcaires microcristallins beige clair à pâte fine et à patine claire (présence de quelques milioles) – Valanginien sup.,

☞ A titre d'informations, nous avons pu constater la présence d'une faille bien marquée (zone de fracturation intense de 43 à 45 mètres de profondeur occasionnant d'importantes venues d'eau et obligeant l'arrêt des travaux.

Les principales venues d'eau ont été difficiles à repérer de 0 à 27 m de profondeur compte tenu de la technique de forage adoptée (forage à la boue bentonite). Les indices de pertes de boue confirment la présence d'un aquifère et par expérience nous pouvons estimer le débit de cet aquifère sans doute inférieur à 40 m³/h. Ce premier horizon aquifère a été cimenté sous-pression de 0 à 27 mètres de profondeur. Par la suite, la méthode de forage au Marteau Fond de Trou et à l'air nous permis de mieux constater les venues d'eau à l'avancement des travaux. De 29 à 43 mètres de profondeur, le débit des venues d'eau atteint près de 80 m³/h. De 43 à 45 m de profondeur, la fracture repérée et obligeant l'arrêt du forage de reconnaissance a permis l'obtention d'un débit atteignant près de 200 m³/h en soufflage à l'air.

III – CONDITIONS DE REALISATION DES ESSAIS ET MOYENS MIS EN OEUVRE

3.1. Conditions de réalisation des essais

Rappels sur les conditions de base nécessaires à la réalisation de ce type de pompages d'essai :

« L'essai de puits par paliers de débits de courtes durées évalue les caractéristiques du complexe aquifère/ouvrage du captage. Les conditions de base d'application des expressions de l'hydrodynamique souterraine en régime transitoire, auxquelles doit satisfaire le complexe aquifère/ouvrage de captage sont (G. Castany) » :

- validité de la Loi de DARCY : écoulement laminaire et milieu isotrope ou homogène,
- ouvrage correctement équipé et développé (*condition validée*),
- surface piézométrique au repos (*condition validée*),
- débit de pompage constant (*condition validée*),
- rayon de l'ouvrage le plus petit possible.

3.2. Les moyens mis en œuvre

Les moyens mis en œuvre par l'Entreprise Boniface Fils mandatée pour équiper provisoirement le forage de Restinclières pour la réalisation des pompages d'essai par paliers étaient les suivants :

- pompe immergée – marque : Grundfos SP125-2 – 8" Inox.
- groupe électrogène – marque : Renault – 114 KWA.
- Système de comptage – bac d'empotage 2m³ et chronomètre digital.
- Conduite de refoulement en PVC 150 mm rigide pour environ 20 ml avec rejet au fossé après mesures de débits.

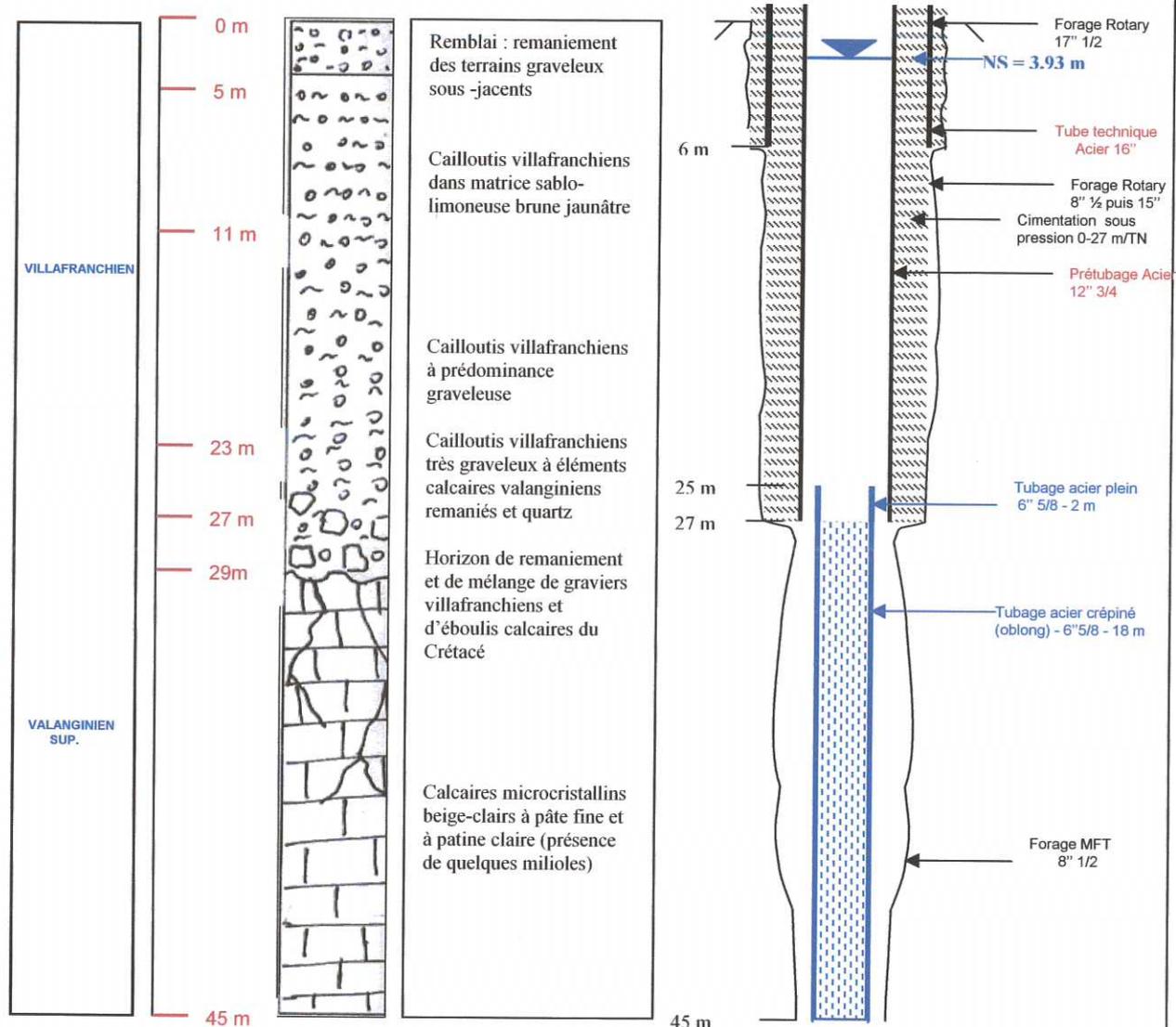
Figure 2 : COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

N° : 1
Client : Conseil général de l'Hérault **Forage**: de Restinclières
Lieu-dit : Château d'eau Restinclières **Entreprise** : BONIFACE Fils
Commune : LUNEL **Date des travaux**: Avril 2003
Département: Hérault (34) **Date de mise en service** :

Stratigraphie

Coupe lithologique

Coupe technique



Observations:

Coordonnées Lambert: Non définis
 Niveau statique: 3,93 m/TN
 Développement : 8 heures de soufflage air-lift

Méthode de forage : Rotary à la boue (bentonite) et MFT à l'air

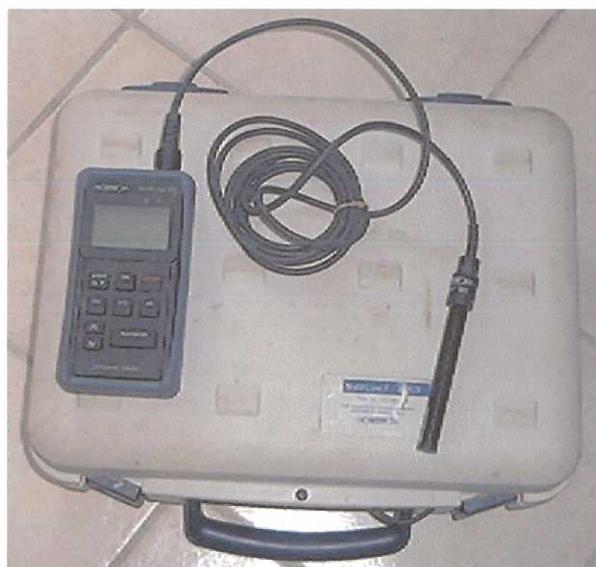
Les mesures des niveaux dynamiques sur le forage de reconnaissance ont été effectuées à l'aide d'une sonde électrique d'une longueur max = 250 mètres équipée d'un voyant lumineux et alarme sonore dans un tube guide sonde $\varnothing_{int} = 31$ mm.

Trois autres points d'eau ont été suivis durant le pompages d'essai (pz1, F2 et F3) :

- le pz1 situait à proximité immédiate du forage de reconnaissance et sollicitant l'aquifère villafranchien ;
- le forage agricole F2 situé à une centaine de mètres au Nord du forage de reconnaissance et captant le Villafranchien (prof = 20 m ; tubage acier DN 114 mm) ;
- le forage agricole F3 situé à environ 200 mètres au Nord-Ouest du forage de reconnaissance et captant le Villafranchien (prof = 20 m ; tubage acier DN 114 mm) ;

Le suivi des points de regard sur l'aquifère Villafranchien avait pour objectif de démontrer l'absence de relations hydrauliques souterraines entre l'aquifère Villafranchien et le forage des Restinclières.

Les mesures de conductivité, température et pH des eaux ont été réalisées à l'aide d'une sonde multiliné F/SET – 3 distribuée par WTW. Les relevés ont été réalisés directement au point de rejet des eaux d'exhaure du forage F1 en bordure du Fleuve Hérault.



Les eaux d'exhaure étaient rejetées dans le fossé d'eaux pluviales à quelques dizaine de mètres pour éviter tout risque de réalimentation des eaux souterraines.

Les opérations de pompages ont consisté en la réalisation de cinq paliers de débits, de courte durée (60 mn environ), enchaînés et croissants avant le pompage de longue durée d'environ 48 heures et 20 mn. L'expérimentation s'est déroulée les 5, 6 et 7 août 2003 par beau temps sec.

IV – RESULTATS DES POMPAGES D'ESSAI PAR PALIERS DE DEBITS ENCHAINES ET CROISSANTS

Calcul du débit critique et du débit d'exploitation (fig.3 à 6)

Cinq paliers ont été réalisés à différents débits :

- ✓ $Q_1 = 37 \text{ m}^3/\text{h}$,
- ✓ $Q_2 = 68,5 \text{ m}^3/\text{h}$,
- ✓ $Q_3 = 98 \text{ m}^3/\text{h}$,
- ✓ $Q_4 = 160 \text{ m}^3/\text{h}$,
- ✓ $Q_5 = 180 \text{ m}^3/\text{h}$.

Chaque paliers de débits a été mené jusqu'à l'obtention d'une pseudo-stabilisation des niveaux dynamiques et d'une eau parfaitement claire pendant une durée de 60 à 85 minutes (**fig. 3 et 4**).

A chaque paliers correspondait un rabattement mesuré au palier de stabilisation :

- ✓ $r_1 = 0,13 \text{ m}$;
- ✓ $r_2 = 0,54 \text{ m}$;
- ✓ $r_3 = 2,2 \text{ m}$;
- ✓ $r_4 = 4,54 \text{ m}$;
- ✓ $r_5 = 5 \text{ m}$.

La courbe caractéristique tracée à partir des rabattements mesurés pour les différents paliers de débits ne permet pas de visualiser de point d'inflexion pour déterminer un débit critique sur le forage de Restinclières.

Calcul du débit critique

Le rabattement total (s) à l'instant (t) est ainsi donné par l'expression de C.E. JACOB (1946) et peut s'écrire $s = BQ + CQ^2$ avec :

- ✗ BQ qui sont les pertes de charge linéaires résultant de l'effet de l'influence de l'aquifère. Les pertes de charge linéaires croît avec le temps de pompage au voisinage du puits.
- ✗ CQ^2 représentant les pertes de charge quadratiques qui caractérisent les difficultés de l'eau à entrer dans l'ouvrage.

Cette expression est souvent la plus utilisée. Elle est établie pour l'aquifère à nappe captive étendue à l'aquifère à nappe libre sous certaines conditions et notamment que le rabattement mesuré soit inférieur à 10 % de la puissance de l'aquifère.

La résolution graphique de l'expression de C.E. JACOB permet de déduire (**fig.5 et 6**) :

$$s = 1.10^{-6} Q + 1,7.10^{-4}Q^2$$

C'est l'équation d'une droite représentative permettant de déduire les pertes de charge par la détermination des coefficients B et C.

Figure 3 : Pompages d'essai par paliers de débits enchainés et croissants paliers 1 et 2

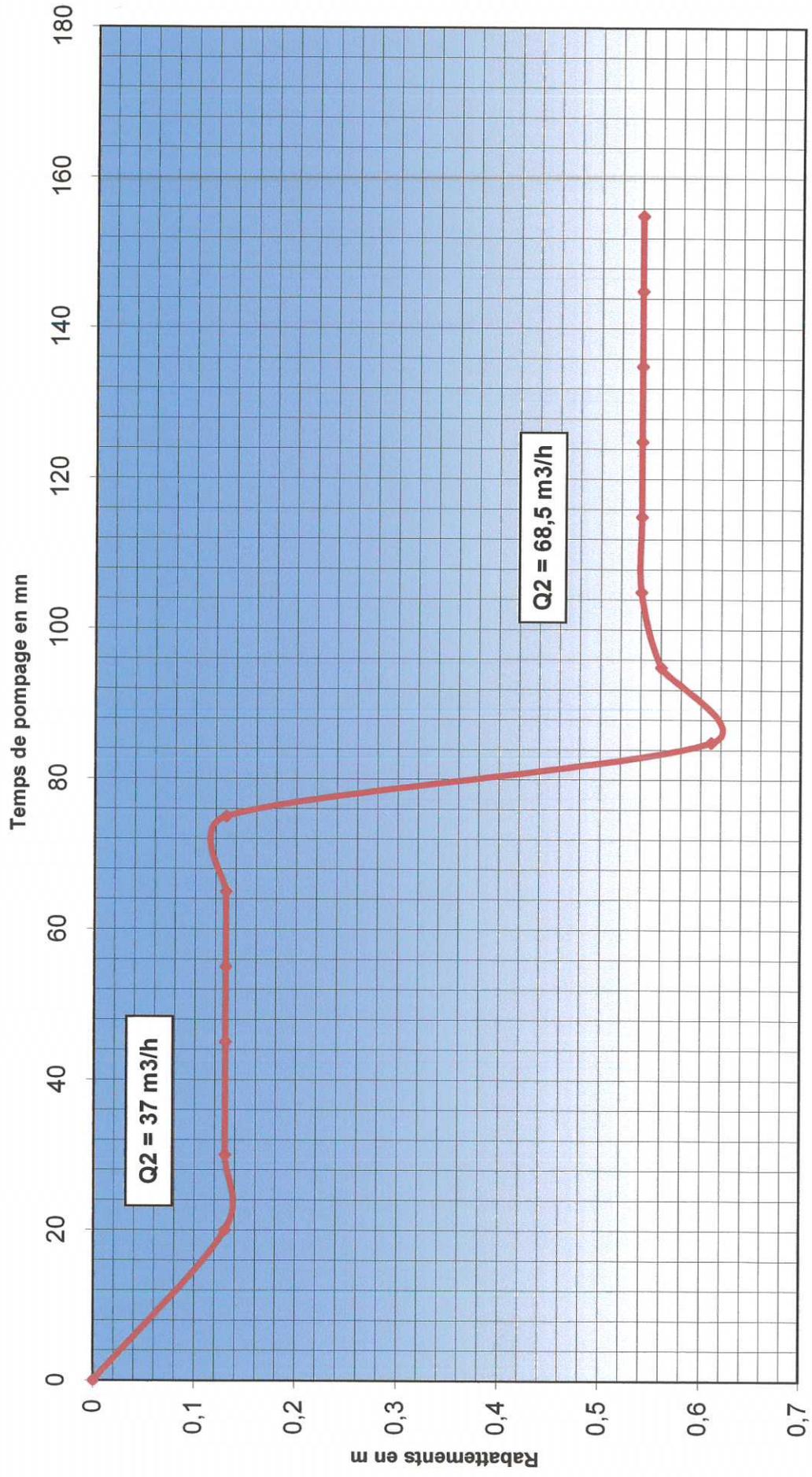
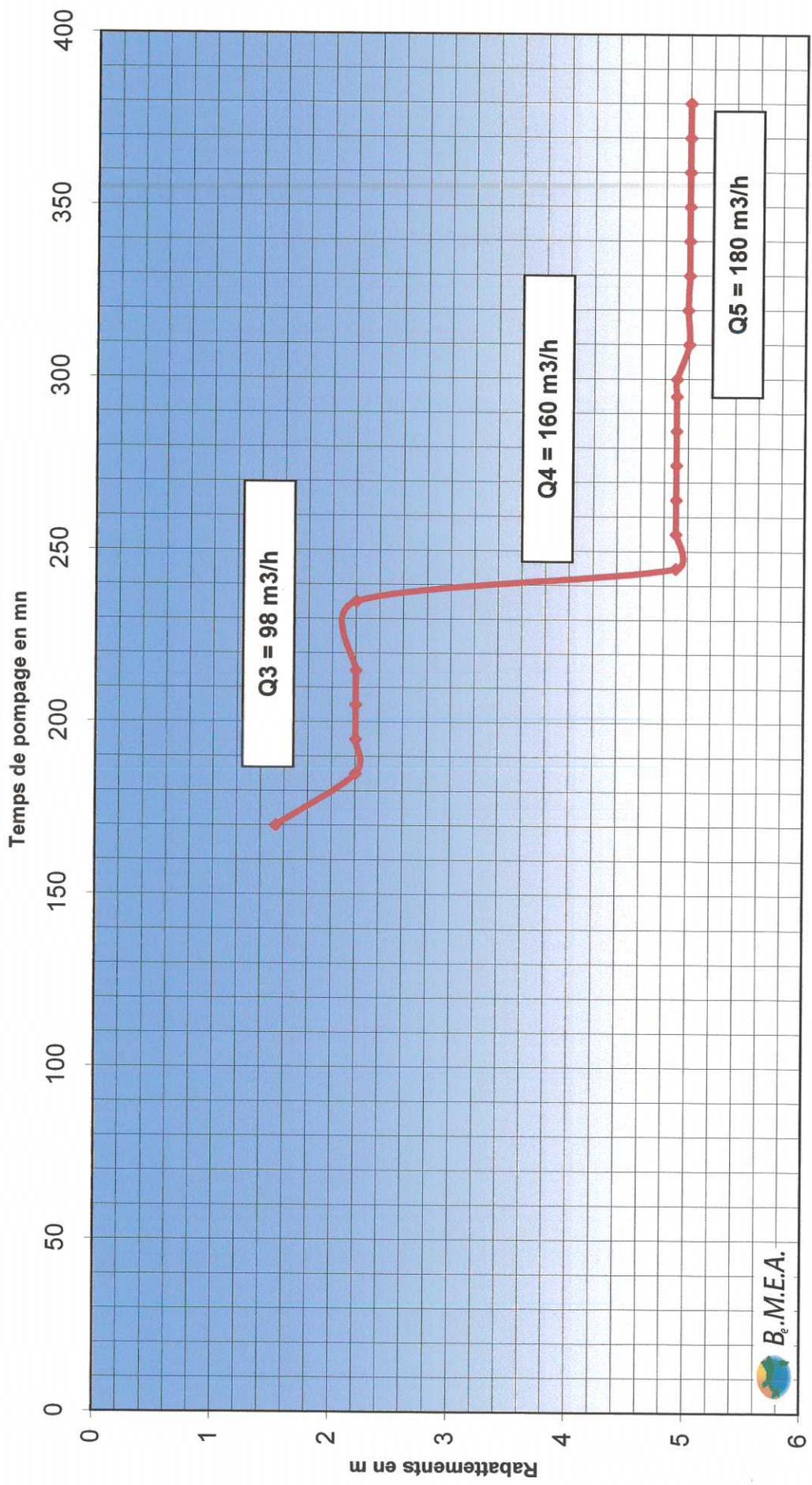


fig 4 : Pompages d'essai par paliers de débits enchainés et croissants paliers 3, 4 et 5



**Figure 5 : COURBE CARACTERISTIQUE DU FORAGE DE
RESTINCLIERES AU 05/08/2003**

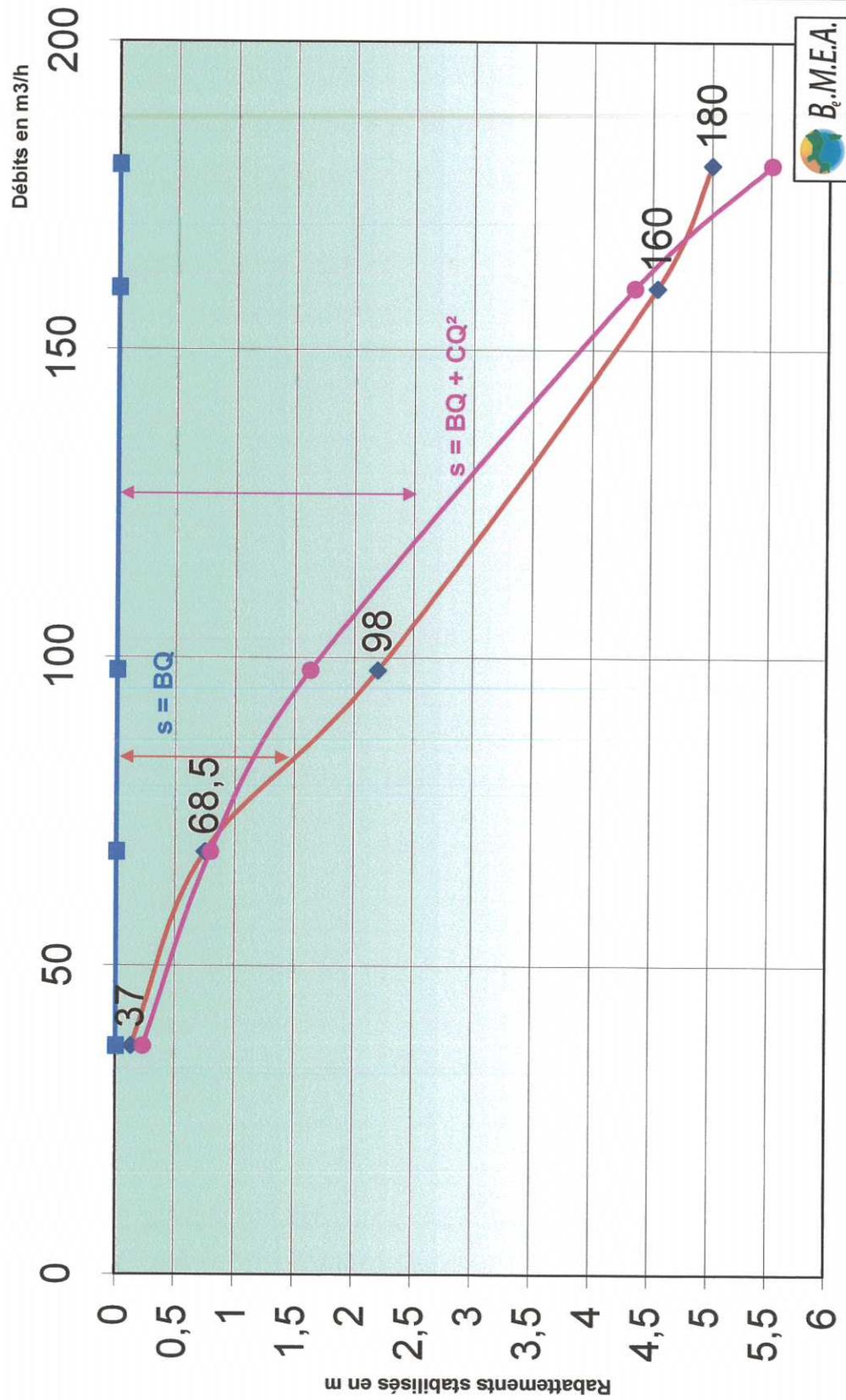
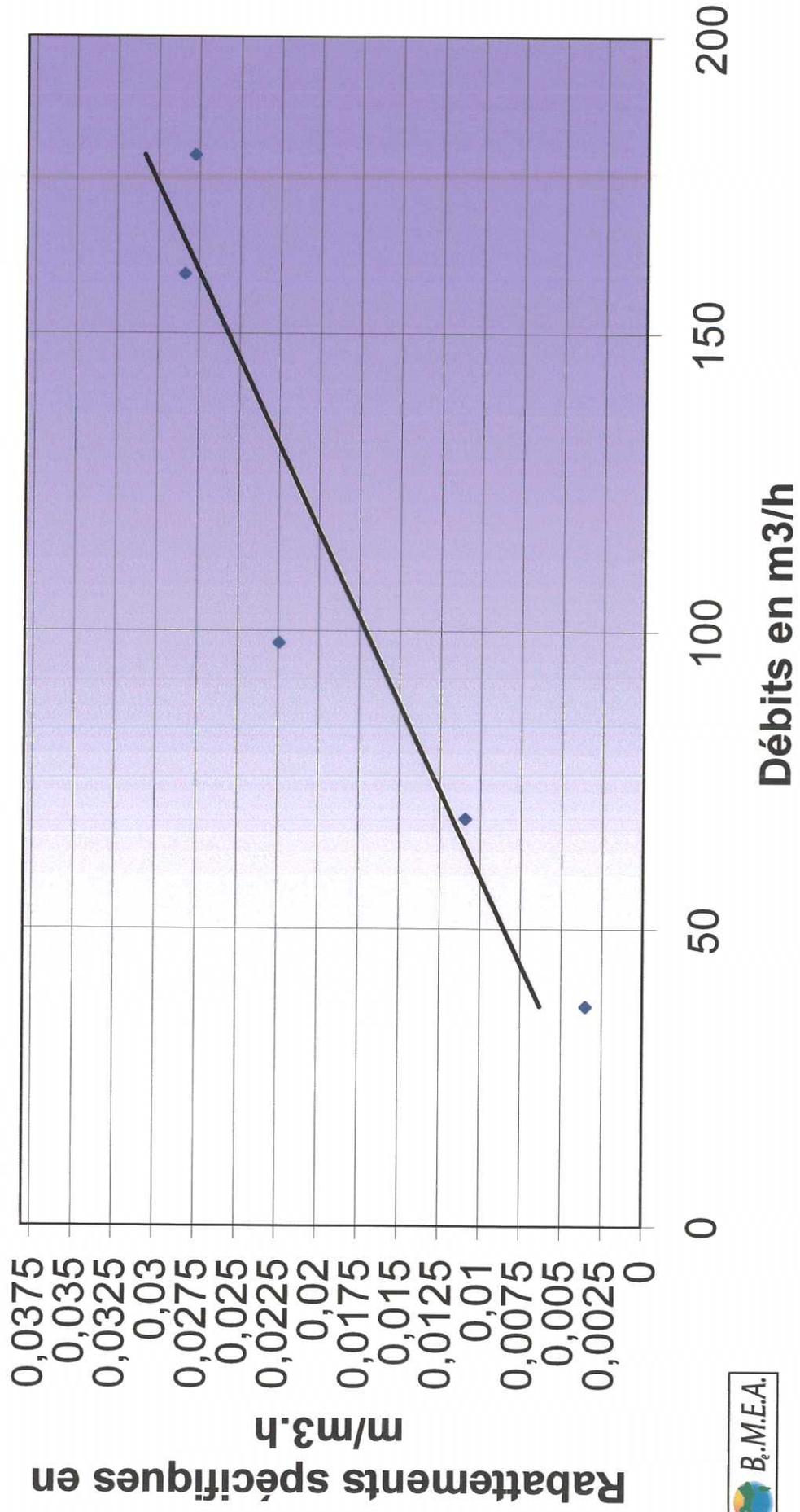


Figure 6 : DROITE DEBITS / RABATTEMENTS SPECIFIQUES



Il convient de signaler :

- que les pertes de charge linéaires sont très faibles,
- que les pertes de charge quadratiques induites par l'ouvrage restent également négligeables,
- que l'essai de puits est correct.

Globalement, la droite représentative ne passant pas par l'origine permet de constater le régime turbulent et laminaire.

Compte tenu des rabattements observés, nous conseillons un débit d'exploitation de l'ordre de 180 m³/h.

Pour un débit de 180 m³/h, on obtient un rabattement théorique de :

$$s = 1,8 \cdot 10^{-4} + 5,508 = 5,51 \text{ m}$$

Pour soucis de vérification, le rabattement théorique a été comparé au rabattement réellement mesuré pour un débit de 180 m³/h. L'expérimentation après 48 heures de pompage pratique a donné le résultat suivant : s = 5,18 m.

Calcul du débit spécifique

Le débit spécifique d'un ouvrage, nommé Qs, est le débit pompé rapporté au rabattement mesuré dans l'ouvrage. Dans les conditions d'exploitation recommandées on obtient :

$$Q_s = Q / s = 180 / 5,51 = 32,67 \text{ m}^3 / \text{h.m}$$

Evolution de la conductivité et de la température pendant les pompages

Au cours des pompages d'essai par paliers, la conductivité des eaux d'exhaure était variable autour de 665 µS/cm. Les eaux de la nappe exploitée sont donc minéralisées. Le suivi de la conductivité pendant le pompage par paliers n'a pas montré de variations importantes laissant penser à une réalimentation directe par un cours d'eau superficiel ou un autre aquifère de conductivité différente (**annexe 1**).

La température des eaux d'exhaure est presque stable autour de 19,5°C (température de l'air évoluant vers 25°C). On notera une légère anomalie en température sans doute témoin du parcours en profondeur des eaux sollicitées.

V – POMPAGE DE LONGUE DUREE

Le pompage de longue a été réalisé du 05 au 07 août 2003 à l'aide des équipements en place utilisés pour la réalisation des pompages par paliers. On notera que le forage de Restinclières était équipé d'un sonde électrique. Les forages de contrôle nommés pz1, F2 et F2 étaient quant à eux équipés de capteurs pression avec centrales d'acquisition en continu. Seules les données du pz1 n'ont pu être enregistrées au cause d'une erreur de manipulation du matériel...Cependant, signalons que l'ensemble des points de regards sur les eaux souterraines pz1, F2 et F3 a été suivi manuellement à la sonde électrique pendant toute la durée des essais.

Les principales données du pompage sont les suivantes :

- niveau statique = 5,5 m/tube ;
- débit d'exhaure = 180 m³/h ;
- durée du pompage = 2940 minutes ou 49 heures (si l'on compte le dernier palier de débit mené à 180 m3/h) ;
- niveau dynamique mesuré après 49 heures de pompage = 10,68 m soit un rabattement de 5,18 m/NS ;

Les **figures 7 et 8** permettent de visualiser la descente des niveaux dynamiques au cours du pompage de longue durée (échelle linéaire et semi-logarithmique).

L'incidence du pompage de longue durée a été suivie sur l'ensemble des piézomètres de contrôle du Pz1, F2 et F3 (**fig. 9, 10 et 11**).

Interprétation du pompage de longue durée sur le forage de Restinclières

Le débit d'exhaure est resté relativement stable au cours du pompage de longue durée.

Sur la courbe en semi-log des rabattements dans le F1 en fonction du temps, il apparaît clairement :

- une première pseudo-stabilisation de la courbe entre 1' et 100' de pompage.
- une première descente des rabattements sur la forme une portion de droite doublant la pente entre 100' et environ 1000' de pompage.
- suivie d'une remontée avec reprise de la première stabilisation observée entre 1000' et 2940' de pompage.

Nous avons volontairement retenu la première partie de la courbe donnant les caractéristiques les plus fiables, car pas encore affectée. L'interprétation de l'essai de pompage de longue durée a été réalisé manuellement en utilisant le schéma de Théis. **L'observation de la première partie de la courbe de descente des niveaux dynamiques permet de calculer une transmissivité de l'ordre de $5,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.** Cette valeur de la transmissivité peut être interprétée en tenant compte du type d'aquifère sollicité assimilé à un milieu fissuré. En l'absence de suivi sur un piézomètre sollicitant l'aquifère valanginien, nous n'avons pas calculer le coefficient d'emmagasinement.

Figure 7 : Pompage de longue durée sur le forage de Restincières

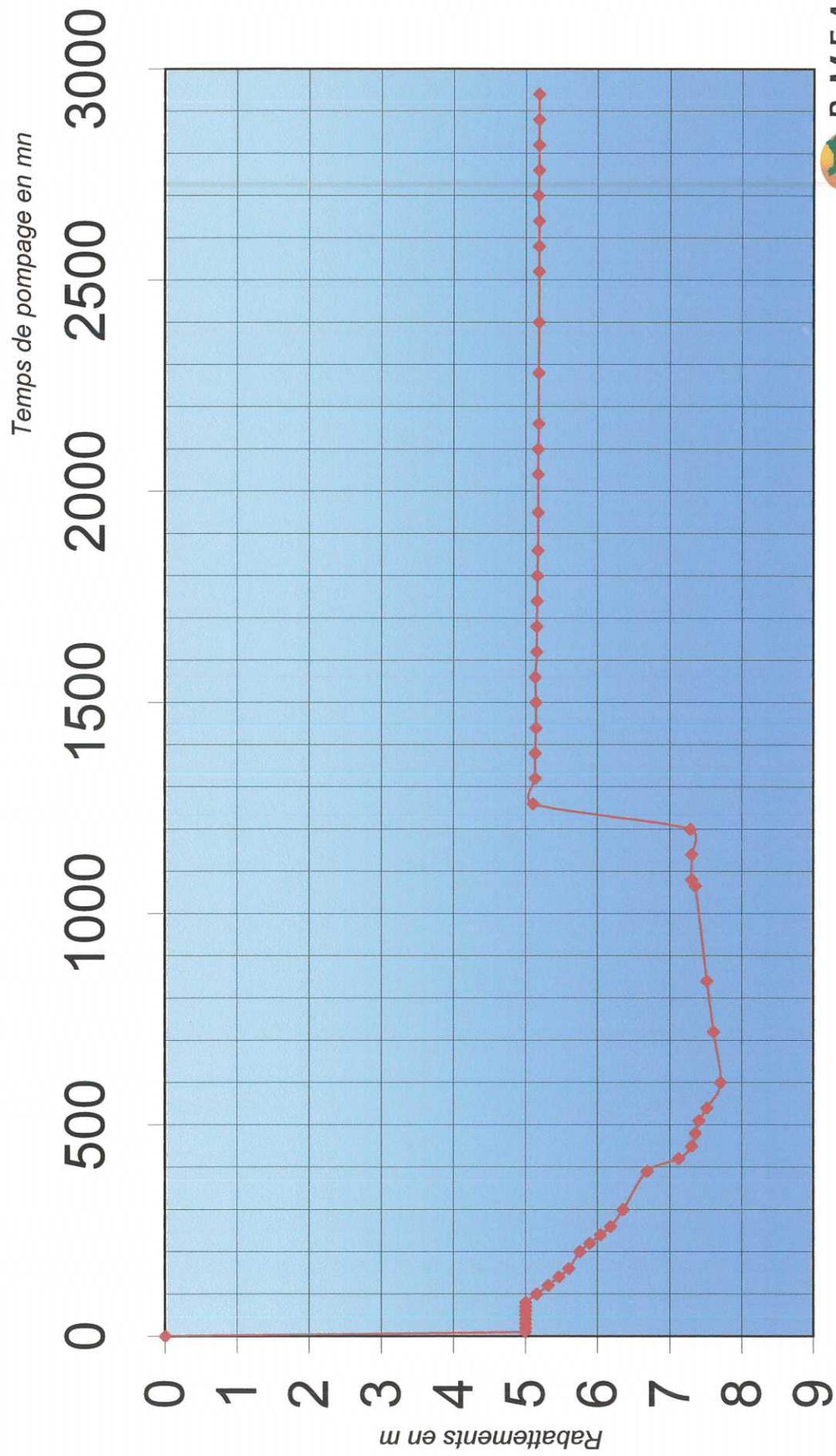


Figure 8 : Pompage de longue durée
sur le forage de Restinclières

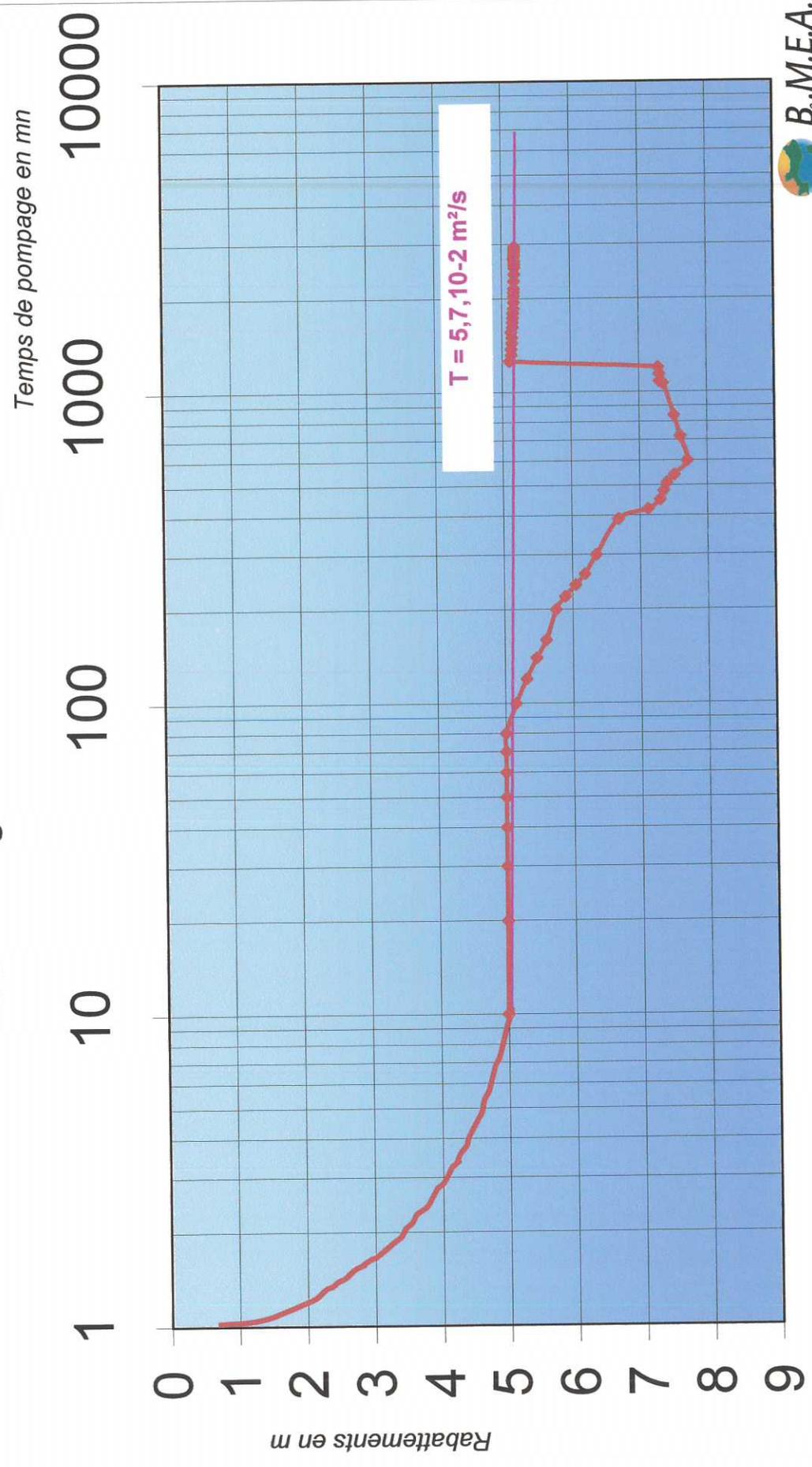


Figure 9 : Evolution des niveaux dynamiques sur PZ1

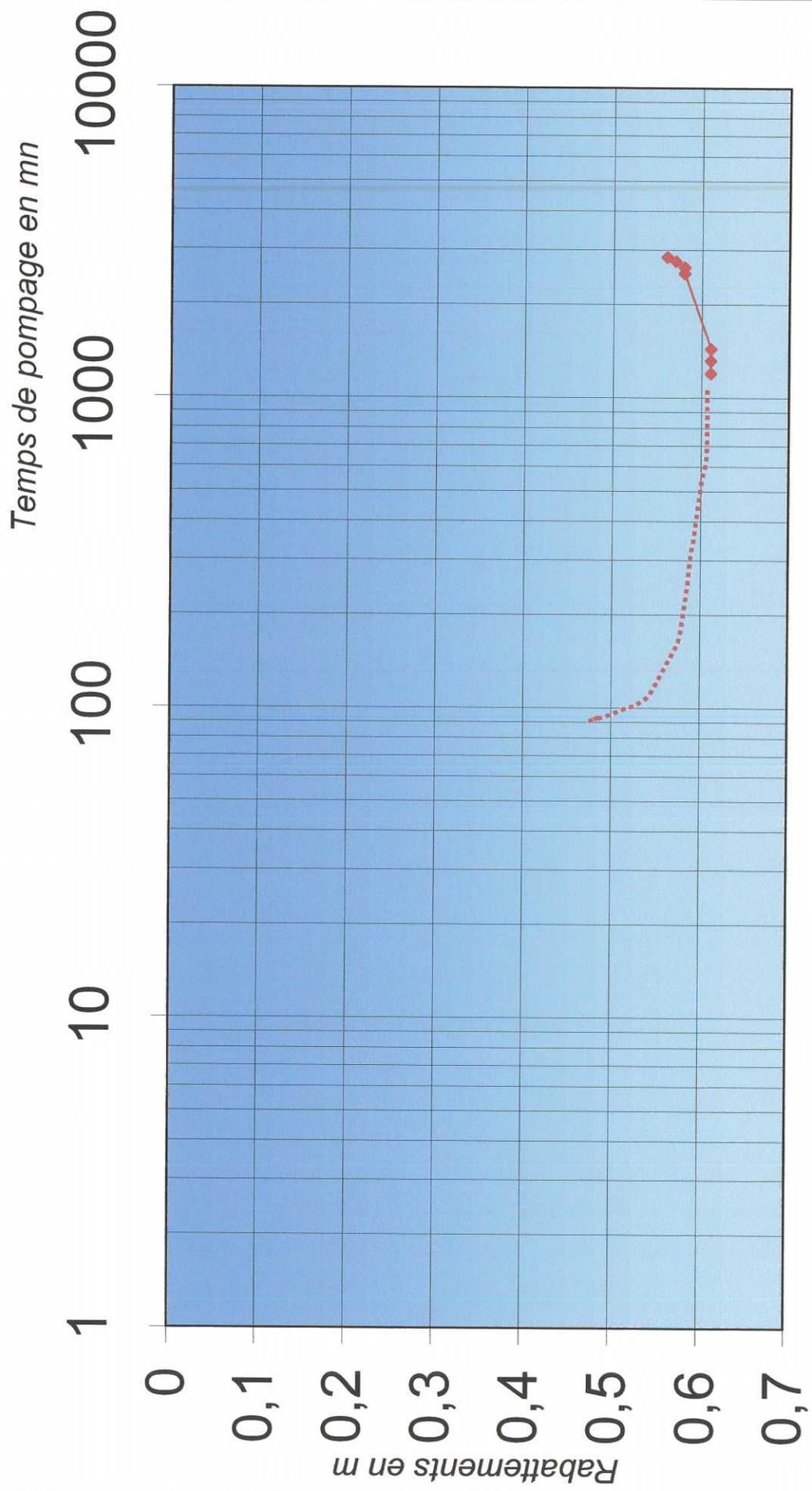


Figure 10 : Evolution des niveaux dynamiques sur F2

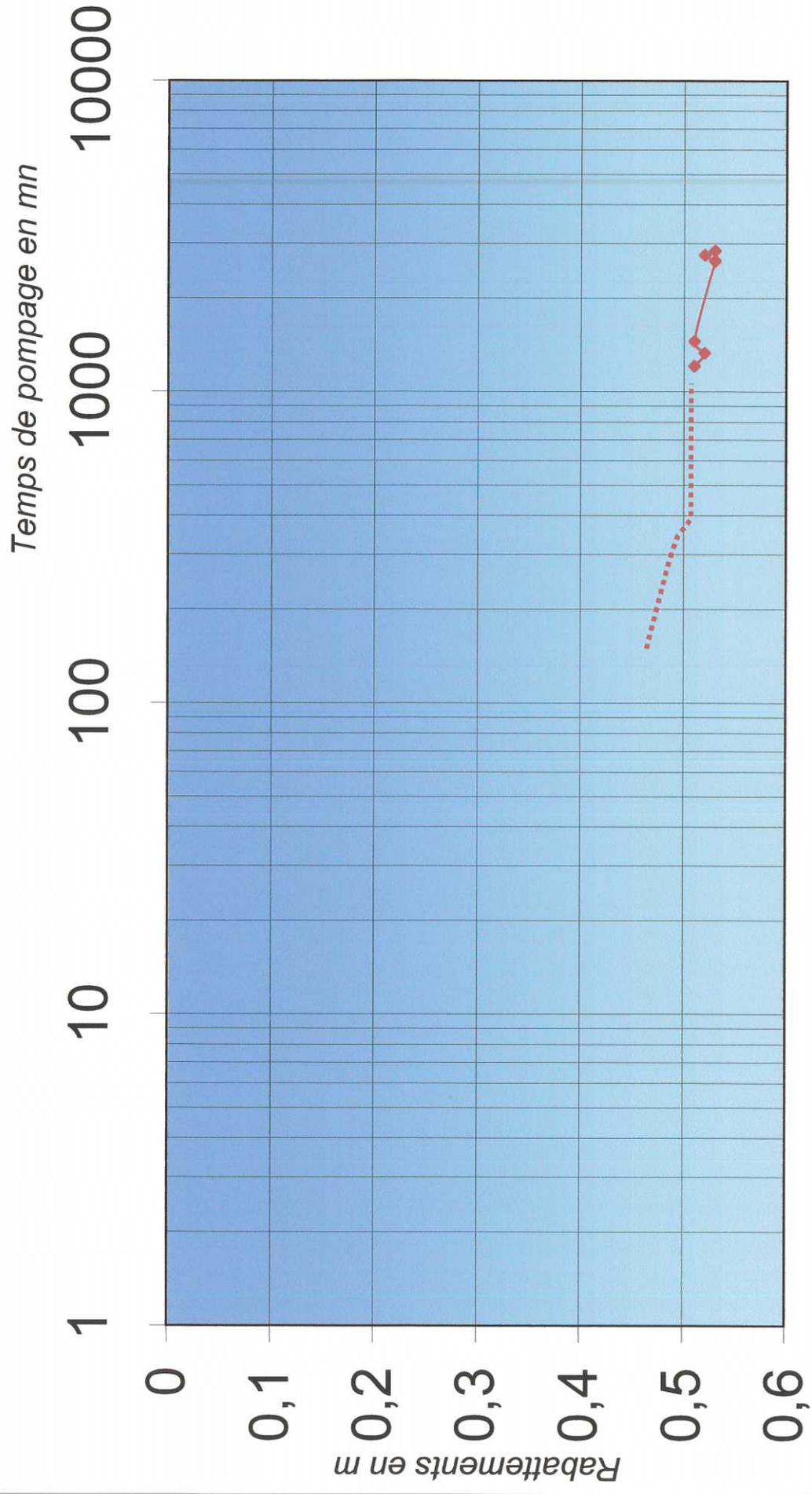
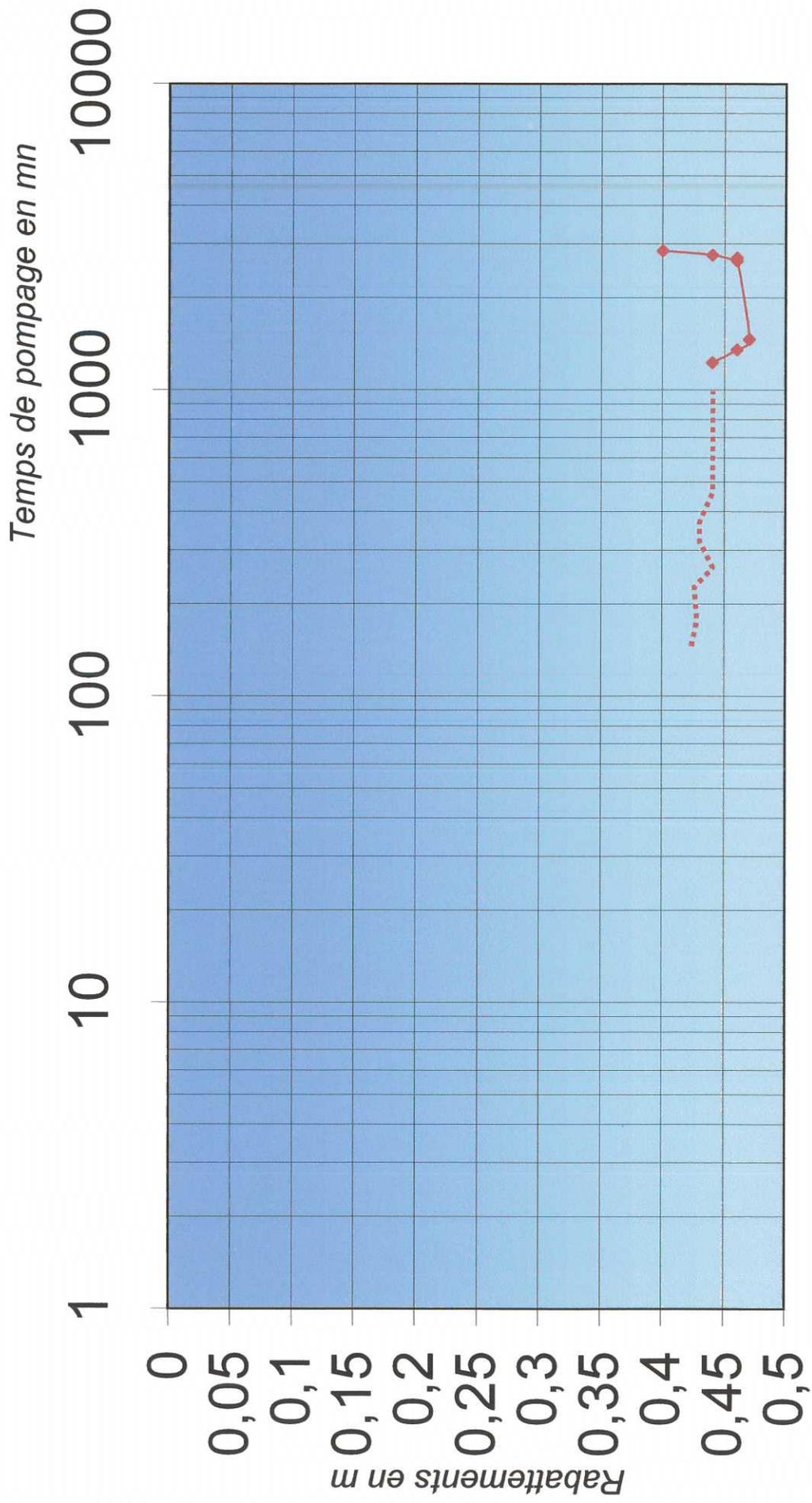


Figure 11 : Evolution des niveaux dynamiques sur F3



Sur l'interprétation de la forme de la courbe de descente des niveaux dynamiques avec doublement de la pente en seconde partie de cette courbe, plusieurs hypothèses peuvent être émises :

- aquifère compartimenté par une faille partiellement colmatée avec débouillage de fissures productives ;
- influence d'un forage voisin captant le même aquifère ou le complexe Villafranchien/Valanginien ;

Afin d'optimiser au mieux le forage de Restinclières, nous conseillons d'utiliser un débit d'exploitation de l'ordre de 180 m³/h – 20 heures par jour.

Dans ces conditions et en tenant compte :

- de variations annuelles des niveaux piézométriques sans doute inférieurs à 3 mètres ;
 - d'un rabattement maximum admissible inférieur à 8,5 mètres ;
- **on peut préconiser l'installation d'une pompe immergée posée à – 24,5 m/ haut du tube acier Ø12^{3/4} (légèrement au dessus du télescopage des tubages) fournissant un débit d'exploitation de 180 m³/h.**

La remontée des niveaux dynamiques après pompage de longue durée laissent espérer que l'on puisse retrouver le niveau statique initial après seulement 300 minutes de repos ou 5 heures (données acquise après pompage).

Ainsi, le prélèvement en pompage à 180 m³/h pendant 960 minutes induirait un rabattement résiduel inférieur à 1 m en fin de journée.

Afin d'optimiser l'installation et vérifier l'extrapolation des niveaux dynamiques, il conviendrait de réaliser un pompage d'essai longue durée sur une semaine en période d'étiage sévère.

Interprétation du pompage de longue durée sur le piézomètre Pz1

Sur la courbe en semi-log des rabattements dans le piézomètre Pz1* en fonction du temps, il apparaît clairement (**fig. 9**) :

- une quasi-stabilisation de la courbe entre 200' et 1500' de pompage.
- Suivie d'une légère remontée des niveaux dynamiques après 1500' de pompage.

Le rabattement maximum observé est de 0,61 m. Il en résulte dans l'interprétation que le forage de Restinclières n'a aucune influence sur le Pz1. Ce dernier capte les niveaux villafrachiens isolés par cimentation sur le forage de Restinclières.

La remontée observée sur Pz1 et sur le forage de Restinclières après 1500' de pompage va dans le sens de l'interférence avec un autre forage en pompage, celui – ci captant sans doute le Villafranchien et l'aquifère fissuré du Valanginien.

(*) : *La réalisation du piézomètre pZ1 avait pour objectif de suivre en pompage les niveaux dynamiques de l'aquifère Villafranchien.*

Interprétation du pompage de longue durée sur les forages F2 et F3

Les rabattements observés respectivement sur F2 et F3 sont inférieurs à 0,6 m et 0,5 m après 48 heures de pompage sur le forage de Restinclières.

Sur la courbe en semi-log des rabattements dans sur le forages F2* en fonction du temps, il apparaît clairement (**fig. 10**) une pseudo-stabilisation de la courbe entre 300' et 2900" de pompage. Il en résulte dans l'interprétation que le forage de Restinclières n'a aucune influence sur le forage F2. Ce dernier capte les niveaux villafranchiens isolés par cimentation sur le forage de Restinclières.

Sur la courbe en semi-log des rabattements dans sur le forages F3* en fonction du temps, il apparaît clairement (**fig. 11**) une pseudo-stabilisation de la courbe entre 300' et 1000', suivie d'une légère descente avec petit palier de stabilisation jusqu'à la fin du pompage. Il en résulte dans l'interprétation que le forage de Restinclières n'a aucune influence sur le forage F3. Ce dernier capte les niveaux villafranchiens isolés par cimentation sur le forage de Restinclières. La descente des niveaux dynamiques observés sur F3 en fin de courbe est sans doute à rapprocher de l'influence d'un pompage voisin.

VI – ANALYSE DE PREMIERE ADDUCTION

Un prélèvement pour analyse de type PAESO a été réalisé en fin de pompage d'essai. Le prélèvement et l'analyse ont été réalisés par le Laboratoire Bouisson Bertrand (Laboratoire régional agréé par le Ministère de la Santé). Les résultats d'analyses sont joints en **annexe 2**.

Vérification de la balance ionique pour validation de l'analyse réalisée :

- somme des cations = 6,644
- somme des anions = 6,887
- écart = 1,8%
- on considère une analyse acceptable lorsque l'écart des charges positives et négatives représentent moins de 3 % de leur somme.

Titre Hydrotimétrique :

- $TH \neq [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$
- $TH = 5,486 + 0,477 = 5,964$ méq/l soit 29,82 °F
- Les eaux captées au forage de reconnaissance sont moyennement dures.

(*) : le suivi des forages F2 et F3 captant l'aquifère Valanginien avait pour objectif de vérifier les relations hydrauliques entre les niveaux aquifères du Valanginien et l'aquifère villafranchien en amont hydraulique du forage de Restinclières.

Détermination du pHs (Ph à saturation) :

Le pHs est déterminé grâce au diagramme de Langellier.

- Total sels dissous en mg/l = 683
- Température des eaux = 18°C
- Constante en température = 2,5
- TAC = 25°F soit 250 mg/l de CaCO₃
- Le pHs est estimé à 7,3.

Equilibre calco-carbonique :

- Indice de Langellier – i = pH – pHs = -0,04
- Eau agressive.
- Indice de Ryznar – Ir = 2 x pHs – pH = -7,34
- Eau moyennement corrosive.

Exploitation des résultats d'analyses micro-biologiques :

Les résultats d'analyses font état d'une flore dite banale (bactéries aérobie revivifiable à 22° et 36°) : < 21 /ml. Ces résultats ne sont pas alarmants compte tenu du mode et des conditions de prélèvement.

On notera l'absence de coliformes totaux et thermotolérants, ainsi que de streptocoques fécaux caractéristiques de la bonne protection de l'aquifère (bon indice de non contamination fécale).

Les spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices sont des formes de résistance d'organismes anaérobies dont les plus fréquentes sont les clostridies. Ces spores sont normalement présentes dans les matières fécales. **L'absence de ce type de spores est un signe d'efficacité de la filtration naturelle, compte tenu de leur absence dans l'analyse (0,00 /20 ml).**

Exploitation des paramètres organoleptiques :

Les résultats d'analyses démontrent l'absence de coloration des eaux, sans odeur ni saveur.

A noter une certaine turbidité des eaux du forage de reconnaissance (2,6 NTU contre une norme à 1 NTU dans un futur proche).

Exploitation des paramètres physico-chimiques :

- Eaux de type bicarbonaté – calcique (**annexe 2**).
- pH conforme au niveau guide CEE. Eau légèrement basique.
- Conductivité : caractéristiques du domaine carbonaté et fissuré (env. 683 µS/cm).
- On notera les très faibles teneurs en sulfates.
- Absence d'ammonium et de nitrites.
- Teneurs moyennes en nitrates : légère contamination agricole sans doute ancienne.
- Faibles teneurs en Fer (51 µg/l - valeur guide à 200 µg/l).
- Faibles teneurs en Manganèse total (sous le seuil de détection de l'appareil < 5 µg/l).

- Absence de micro-polluants, de composés organiques volatils et semi volatils, d'hydrocarbures polycycliques aromatiques. Seule est à noter la présence en traces de tétrachloroéthylène : dérivés halogénés des hydrocarbures aliphatiques (formule brute C_2Cl_4)
- Absence de pesticides organochlorés, organophosphorés, triazines et métabolites des triazines, de pesticides aminés et divers.
- Absence de micro-polluants organiques.

Les autres éléments analysés n'appellent pas de remarques particulières.

VII – CONCLUSION

Le forage de Restinclières destiné à alimenter en eau potable la commune de Lunel a fait l'objet de pompages d'essai par paliers de débits enchaînés et croissants suivis d'un pompage d'essai de longue durée.

Il en résulte un débit d'exploitation recommandé aux alentours de $180 \text{ m}^3/\text{h}$, avec un groupe de pompage immergé placé vers $-24,5 \text{ m}$ haut du tube.

La transmissivité calculée suivant les potentialités d'exploitation est de $5,7 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$.

Les eaux du forage de Restinclières sont moyennement minéralisées. Les prélèvements pour analyses réalisés en fin de pompages d'essai ont conclu à une eau bactériologiquement et physico-chimiquement potable sauf en ce qui concerne la turbidité des eaux élevée à rapprocher de l'origine karstique de l'aquifère sollicité.

L'exploitation de l'aquifère Valanginien nécessitera la réalisation d'un forage d'exploitation avec chambre de pompage adaptée situé à proximité du forage de reconnaissance de Restinclières. Sur ce forage d'exploitation il conviendra de mener des essais de pompage permettant d'obtenir $300 \text{ m}^3/\text{h}$ au moins.

Dressé en septembre 2003
B_eMEA Ingénieurs Conseils

Laurent SANTAMARIA
Hydrogéologue

DEPARTEMENT DE L'HERAULT
COMMUNE DE LUNEL

CONSEIL GENERAL DE L'HERAULT
DIRECTION DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES

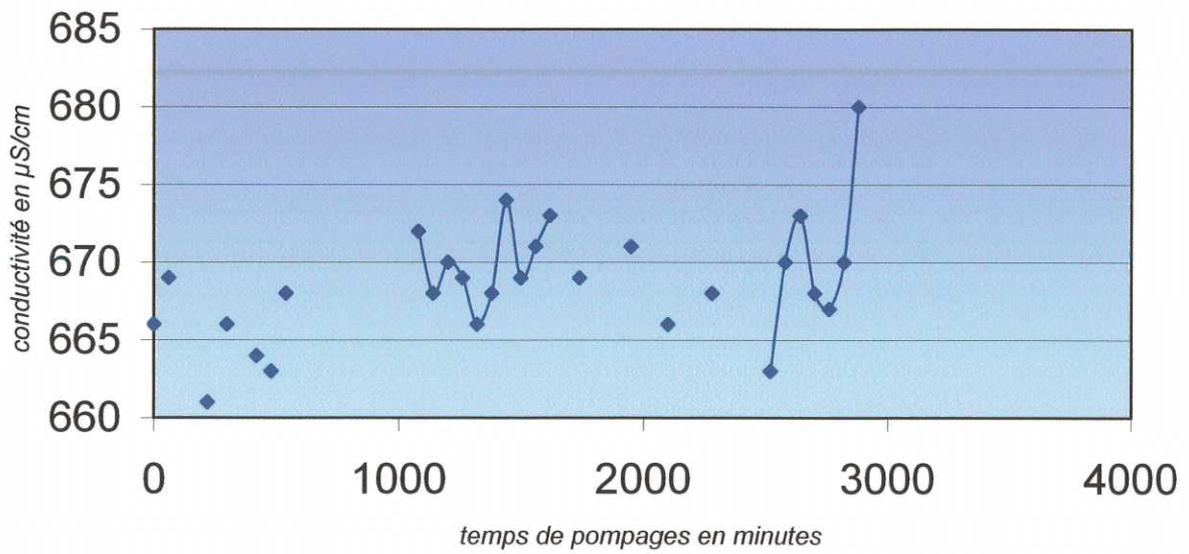
ANNEXE 1



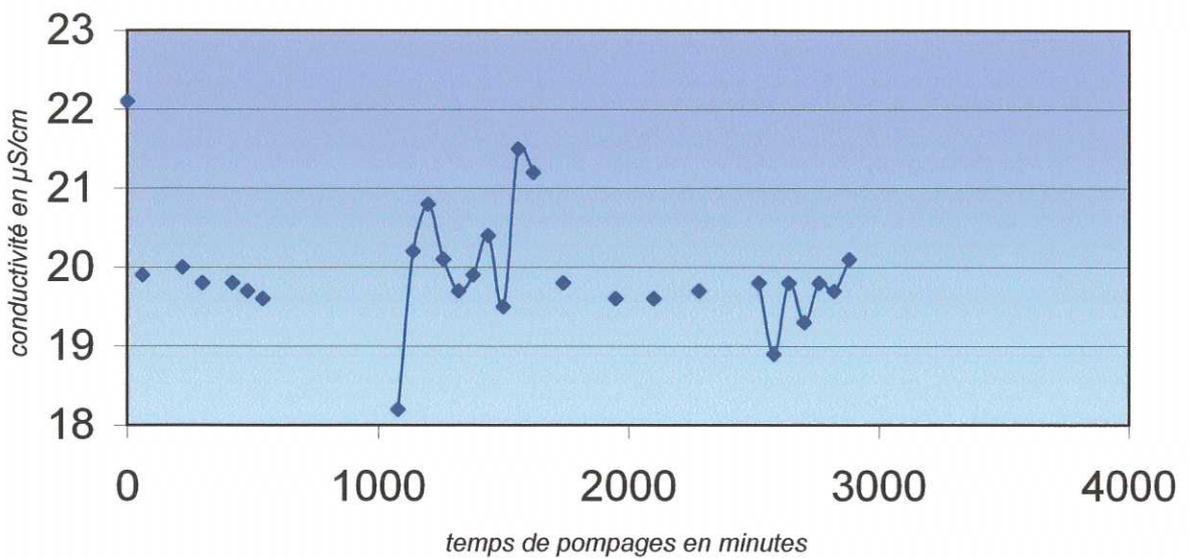
B.M.E.A.

Bureau d'études Méditerranéen pour l'Eau
et l'Assainissement
Mas Caussignac
1140, Avenue des Moulins
34080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 04 56 83
Fax : 04 67 04 54 23
Site : www.bemea.net

Annexe 1 : évolution de la conductivité des eaux d'exhaure au cours des pompages d'essai



Annexe 1 : évolution de la température des eaux d'exhaure au cours des pompages d'essai



DEPARTEMENT DE L'HERAULT
COMMUNE DE LUNEL

CONSEIL GENERAL DE L'HERAULT
DIRECTION DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES

ANNEXE 2



B_e.M.E.A.

Bureau d'études Méditerranéen pour l'Eau
et l'Assainissement
Mas Caussignac
1140, Avenue des Moulins
34080 MONTPELLIER
Tél : 04 67 04 56 83
Fax : 04 67 04 54 23
Site : www.bemea.net



Bouisson Bertrand
LABORATOIRES

04 SEP. 2003

CONSEIL GENERAL

Laboratoire Régional agréé par le Ministère de la Santé
Laboratoire agréé par le Ministère de l'Ecologie et
du Développement Durable au titre de l'année 2003
(agréments 1, 2, 3, 4, 5 & 11).

RAPPORT D'ANALYSE

DIRECTION DE L'EAU
ET DES MILIEUX AQUATIQUES
COURRIER ARRIVÉ LE

05 SEP. 2003

EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE

Dossier n° : 03400373-030807-11587	CONSEIL GENERAL 34
Echantillon n° : M20030807-23001	DEE
Produit : EAUX DISTRIBUEES SANS TRAITEMENT	Monsieur GREVELLEC
Exploitant : CONSEIL GENERAL 34	Hotel du dep. 1000 rue d'alco
Rapport N° 030929832 Page : 1 sur 7	34000 MONTPELLIER
Date de réception 07/08/2003	N° analyse DDASS 00066400
Date de prélèvement 07/08/2003	N° prélèvement DDASS 00066119
Heure de prélèvement 08:30	Conditions de prél. Autres
Prélevé par DL1	Motif de l'analyse PAEKA
Installation CAP RESTINCLIERES	Type d'analyse MAIRIE DE LUNEL
Lieu de prélèvement LUNEL 0340004158 FORAGE RESTINCLIERES	
Localisation exacte Robinet tête de forage Restinclières	

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
MESURES SUR PLACE (PRELEVEUR)							
TEMPERATURE DE L'EAU	18.0	°C			25.0		Méthode Interne M1
Anhydride Carbonique Libre	46.0	mg/l CO2					NF T 90 011
Conductivité terrain (prélèvement R.A.)	683	µS/cm					NF EN 27888
PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES							
BACT. AER. REVIVIFIABLES A 36 ° - 44 H	9	/ml					NF EN ISO 6222
BACT. AER. REVIVIFIABLES A 22 ° - 68 H	21	/ml					NF EN ISO 6222
COLIFORMES TOTAUX / 100 ml (MS)	0	/100 ml					NF EN ISO 9308-1
COLIFORMES THERMOTOLERANTS / 100 ml (MS)	0	/100 ml			0		Méthode Interne 1
STREPTOCOQUES FECAUX / 100 ml (MS)	0	/100 ml			0		NF EN ISO 7899-2
SPORES BACT. ANAER. SULFITO RED.	0.0	/20 ml			1.0		NF EN 26461-2
Cryptosporidium SP	0	/100L					
CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES							
TURBIDITE NEPHELOMETRIQUE	2.60	NTU	X		2.00		NF EN ISO 27027
COLORATION	0	mg/l Pt			15		NF EN ISO 7887
ODEUR SAVEUR A 25 ° C	0	dilut.			3		NF EN 1622
EQUILIBRE CALCO-CARBONIQUE							
TITRE ALCALIMETRIQUE	<1	°F					NF EN ISO 9963-1

Dossier n° : 03400373-030807-11587
 Echantillon n° : M20030807-23001
 Produit : EAUX DISTRIBUEES SANS TRAITEMENT
 Exploitant : CONSEIL GENERAL 34
 Rapport N° 030929832 Page : 2 sur 7

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET	25.0	°F					NF EN ISO 9963-1
TITRE HYDROTOMETRIQUE	29.8	°F					NF EN ISO 14911
HYDROGENOCARBONATES	300	mg/l					NF EN ISO 9963-1
CARBONATES	<6	mg/l CO3					NF EN ISO 9963-1
ESSAI MARBRE PH	7.21	unitéspH					
ESSAI MARBRE TAC	24.0	°F					
Température de mesure du pH et CDTlabo	24.3	°C					
pH	7.26	unitéspH		6.50	9.00		NF T 90-008
MINERALISATION							
CONDUCTIVITE à 20 °C	618	µS/cm					NF EN 27888
CONDUCTIVITE à 25°C	690	µS/cm					NF EN 27888
MAGNESIUM	5.8	mg/l			50.0		NF EN ISO 14911
POTASSIUM	1.10	mg/l			12.00		NF EN ISO 14911
SODIUM	15.0	mg/l			150.0		NF EN ISO 14911
CALCIUM	110.0	mg/l					NF EN ISO 14911
CHLORURES	24	mg/l			200		NF EN ISO 10304-1
SULFATES	52	mg/l			250		NF EN ISO 10304-1
FER ET MANGANESE							
FER TOTAL	51	µg/l			200		NF EN ISO 11885
MANGANESE TOTAL	<5	µg/l			50		NF EN ISO 11885
PARAMETRES AZOTES ET PHOSPHORES							
AMMONIUM (EN NH4)	<0.05	mg/l			0.50		NF EN ISO 11732
NITRITES (en NO2)	<0.05	mg/l			0.10		NF EN ISO 10304-1

Dossier n° :	03400373-030807-11587
Echantillon n° :	M20030807-23001
Produit :	EAUX DISTRIBUEES SANS TRAITEMENT
Exploitant :	CONSEIL GENERAL 34
Rapport N°	030929832 Page : 3 sur 7

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
NITRATES (en NO3)	13.0	mg/l			50.0		NF EN ISO 10304-1
OXYGENE ET MATIERES ORGANIQUES							
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	0.41	mg C/l					NF EN 1484
HYDROGENE SULFURE (PRES = 1, ABS = 0)	0						ORGANOLEPTIQU
OLIGO-ELEMENTS ET MICROPOLLUANTS M.							
FLUORURES	<200	µg/l			1500		NF EN ISO 10304-1
ALUMINIUM TOTAL	0.03	mg/l			0.20		NF EN ISO 11885
ARGENT	<10	µg/l			10		NF EN ISO 11885
ARSENIC	<5	µg/l			50		NF EN ISO 11885
BARYUM	0.030	mg/l					NF EN ISO 11885
BORE	32.00	µg/l					NF T 90-041
CADMIUM	<1	µg/l			5.0		NF EN ISO 11885
CHROME TOTAL	<5	µg/l			50		NF EN ISO 11885
CUIVRE	<0.02	mg/l			1.00		NF EN ISO 11885
CYANURES TOTAUX	<10	µg/l CN			50		NF EN ISO 14403
MERCURE	<0.5	µg/l			1.0		NF EN 1483
NICKEL	<20	µg/l			50.0		FD T 90-119
PLOMB	<5	µg/l			50.0		NF EN ISO 11885
SELENIUM	<5	µg/l			10		NF EN ISO 11885
ZINC	<0.02	mg/l			5.00		NF EN ISO 11885
ANTIMOINE	<5	µg/l			10		NF EN ISO 11885
PARAMETRES LIES A LA RADIOACTIVITE							
Indice de radioactivité ALPHA en équivalent 239Pu	cf résultats joints	mBq/l					NF M 60-801

Dossier n° : 03400373-030807-11587
 Echantillon n° : M20030807-23001
 Produit : **EAUX DISTRIBUEES SANS TRAITEMENT**
 Exploitant : CONSEIL GENERAL 34
 Rapport N° 030929832 Page : 4 sur 7

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
Indice de radioactivité BETA globale en équivalent 90Sr et 90Y	cf résultats joints	mBq/l					NF M 60-800
TRITIUM	Cf résultats joint	Bq/l					NF M 60-802-1
Dose Totale Indicative (radioactivité)	<0.1	mSV/ an			0.10		
COMP. ORG. VOLATILS ET SEMI-VOLATILS							
BENZENE	<1	µg/l					
COMPOSES ORGANOHALOGENES VOLATILS							
1,1,1-TRICHLOROETHANE	<0.2	µg/l					NF EN ISO 10301-3
1,1,2,2-TETRACHLOROETHANE	<0.5	µg/l					NF EN ISO 10301-3
1,1,2,2-TETRACHLOROETHYLENE	0.08	µg/l					NF EN ISO 10301-3
1,1-DICHLOROETHANE	<15	µg/l					NF EN ISO 10301-3
1,1-DICHLOROETHYLENE	<1.2	µg/l					NF EN ISO 10301-3
1,2-DICHLOROETHANE	<10	µg/l					NF EN ISO 10301-3
1,2-DICHLOROETHYLENE CIS	<10	µg/l					NF EN ISO 10301-3
DICHLOROMETHANE	<15	µg/l					NF EN ISO 10301-3
TETRACHLORURE DE CARBONE	<0.05	µg/l					NF EN ISO 10301-3
TRICHLOROETHYLENE	<0.2	µg/l					NF EN ISO 10301-3
HYDROCARB. POLYCYCLIQUES AROMATIQUES							
HYDROCARB. POLYCYCL. AROM. (6 SUBST.)	<0.2	µg/l			0.200		
BENZO (1,12) PERYLENE	<0.01	µg/l			0.200		Méthode Interne N2
BENZO (11,12) FLUORANTHENE	<0.01	µg/l			0.200		Méthode Interne N2
BENZO (3,4) FLUORANTHENE	<0.01	µg/l			0.200		Méthode Interne N2
BENZO (a) PYRENE	<0.01	µg/l			0.010		Méthode Interne N2
FLUORANTHENE	<0.01	µg/l			0.200		Méthode Interne N2

Dossier n° : 03400373-030807-11587
 Echantillon n° : M20030807-23001
 Produit : EAUX DISTRIBUEES SANS TRAITEMENT
 Exploitant : CONSEIL GENERAL 34
 Rapport N° 030929832 Page : 5 sur 7

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
INDENO (1,2,3-CD) PYRENE	<0.01	µg/l			0.200		Méthode Interne N2
PESTICIDES ORGANOCHLORES							
ALDRINE	<0.01	µg/l			0.030		Méthode Interne N1
DDD-4,4'	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
DDE-4,4'	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
DDT-2,4'	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
DDT-4,4'	<0.02	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
DIELDRINE	<0.01	µg/l			0.030		Méthode Interne N1
ENDRINE	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
HCH ALPHA	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
HCH BETA	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
HCH DELTA	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
HCH GAMMA (LINDANE)	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
HEPTACHLORE	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
HEPTACHLORE EPOXIDE	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
HEXACHLOROBENZENE	<0.01	µg/l			0.010		Méthode Interne N1
ENDOSULFAN TOTAL	<0.01	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES							
DIAZINON	<0.05	µg/l			0.10		Méthode Interne N3
FENITROTHION	<0.05	µg/l			0.10		Méthode Interne N3
MALATHION	<0.05	µg/l			0.100		Méthode Interne N3
METHYLPARATHION	<0.05	µg/l			0.10		Méthode Interne N3
PARATHION	<0.05	µg/l			0.10		Méthode Interne N3

Dossier n° : 03400373-030807-11587
 Echantillon n° : M20030807-23001
 Produit : EAUX DISTRIBUEES SANS TRAITEMENT
 Exploitant : CONSEIL GENERAL 34
 Rapport N° 030929832 Page : 6 sur 7

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
CHLORPYRIPHOS ETHYL	<0.05	µg/l			0.100		Méthode Interne N3
PYRIMIPHOSETHYL	<0.05	µg/l			0.100		Méthode Interne N3
PESTICIDES TRIAZINES							
PROPAZINE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
ATRAZINE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
SIMAZINE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
TERBUTHYLAZIN	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
PROMETHRINE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
AMETHRYNE	<0.05	µg/l			0.100		NF EN ISO 11369
TERBUMETON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
TERBUTRYNE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
HEXAZINONE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
PROMETON	<0.05	µg/l			0		NF EN ISO 11369
SEBUTHYLAZINE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
METABOLITES DES TRIAZINES							
ATRAZINE DESETHYL	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
ATRAZINE DEISOPROPYL	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
TERBUTHYLAZINE DESETHYL	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
PESTICIDES AMIDES							
METOLACHLORE	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
PESTICIDES UREES SUBSTITUEES							
CHLORTOLURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
DIURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369

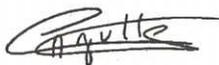
Dossier n° : 03400373-030807-11587
 Echantillon n° : M20030807-23001
 Produit : EAUX DISTRIBUEES SANS TRAITEMENT
 Exploitant : CONSEIL GENERAL 34
 Rapport N° 030929832 Page : 7 sur 7

ANALYSE	RESULTAT	UNITE	HORS NORME	LIMITES		COFRAC	METHODES
				BASSE	HAUTE		
ISOPROTURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
LINURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
MONOLINURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
METOBROMURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
METHABENZTHIAZURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
METOXURON	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
PESTICIDES DIVERS							
PESTICIDES TOTAUX	0.000	µg/l			0.500		
METAZACHLOR	<0.05	µg/l			0.10		NF EN ISO 11369
PLASTIFIANTS							
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)	<0.05	µg/l			0.100		Méthode Interne N1
DIVERS MICROPOLLUANTS ORGANIQUES							
AGENTS DE SURFACE	<50	µg/l			200		
PHENOLS (INDICE PHENOLS C6H6OH)	<10	µg/l			1		NF EN ISO 14402
HYDROCARBURES (INDICE CH2)	<5	µg/l			10		NF T 90-114

Commentaire : Un élément de l'analyse physico-chimique ne correspond pas aux critères exigibles pour les eaux destinées à la consommation humaine.

Validé le : 02/09/2003
 Par M. PIERRE LAZUTTES
 L'adjoint au responsable du service Chimie

Destinataires : DDASS34
 CONSEIL GENERAL 34



Date d'émission du rapport : 02/09/2003

Dernière page

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

RAPPORT D'ANALYSE

 Dossier n° : 03400373-030807-11587
 Echantillon n° : M20030807- 23001
 Produit : Eau brute
 Exploitant : **Conseil général DARE**
 Rapport n° : 121 Nombre de page : 1

CONSEIL GENERAL 34 DEEC

 M.GREVELLEC
 HOTEL DU DEPARTEMENT
 1000 RUE ALCO

34000 MONTPELLIER

 Date de réception : 07/08/2003
 Date de prélèvement : 07/08/2003
 Heure de prélèvement : 8h30
 Prélevé par : IBB34 Gaymard Thierry

 Lieu de prélèvement: **LUNEL**
 Point de prélèvement : **Robinet tête de forage**
 Motif de l'analyse : **Première adduction**
Pré traitement de l'échantillon pour l'analyse Tritium selon NF M 60-802-1

 Filtration NON Type de filtre : porosité : Date :
 Température d'évaporation :
 Date de la mesure : 22/08/2003

Pré traitement de l'échantillon pour l'analyse des indices de radioactivité alpha et bêta globale: selon NF M 60-801 et NF M 60-800

 Filtration NON Type de filtre : porosité : date :
 Température d'évaporation : 65°C
 Date de la mesure : 25/08/2003

Analyse	Résultats	Unité	Incertitude	Seuil de décision	Limite de détection	Cofrac	Mode opératoire
Tritium	<10.0	Bq/l		5.0	10.0		MOP 040354
Indice de radioactivité alpha en équivalent ²³⁹ Pu	< 60	mBq/l		30	60		MOP 040361
Indice de radioactivité bêta globale en équivalent ⁹⁰ Sr et ⁹⁰ Y	< 150	mBq/l		75	150		MOP 040361

 Destinataires :
 DDASS 34
 Conseil Général DARE

Validé le : 29/08/2003 par : Rolland GRASSET

Visa



- Ce rapport d'analyses ne concerne que les objets soumis à analyses.
- La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale sauf autorisation de Bouisson-Bertrand Laboratoires