

III.3. POMPAGES D'ESSAI PAR PALIERS

Le forage a été équipé d'une pompe pour l'exploitation et pour la réalisation des pompages d'essai. Notons toutefois qu'il n'a pas été possible de priver l'exploitation agricole de l'eau du forage le temps des essais. Aussi, il a été nécessaire de maintenir le passage de l'eau dans le ballon de stockage présent après le forage. Les essais ont été réalisés en laissant couler un ou plusieurs robinets afin de générer un besoin en eau beaucoup plus fort que l'exploitation normale de façon à tester le forage dans des conditions maximales.

III.3.1. PRINCIPE

Les dimensions d'un forage ainsi que les phénomènes qui ont lieu à son voisinage introduisent des effets parasites qui déforment les courbes de rabattement lors des pompages d'essai. Ces déformations se manifestent au début du pompage à l'inverse de celles inhérentes à l'aquifère (limites hydrogéologiques, changement de faciès,...) qui se manifestent après un certain temps de pompage. Ainsi, les pertes de charges singulières (ou effet de puits ou effet pariétal) dues au forage ou puits viennent s'ajouter aux pertes de charges théoriques dues à l'aquifère. Elles se décomposent en pertes de charge linéaire (colmatage) et en pertes de charge quadratiques (phénomènes de turbulence).

Les essais de pompage par paliers de courte durée cherchent donc à quantifier ces effets parasites dus au forage et à son voisinage immédiat (crépine, massif filtrant). Les équations utilisées pour la détermination des pertes de charge ci-après sont celles de Jacob (1947) :

$$s = B.Q + C.Q^P$$

B désigne le coefficient de pertes de charge linéaires dans l'aquifère, C désigne le coefficient de pertes de charges non-linéaires au sein du forage. P désigne l'ordre des pertes de charge non linéaires, ce coefficient varie de 1,5 à 3,5, mais la plupart du temps il est proche de 2.

Remarque : on tiendra compte du fait que les pompages par paliers en milieu fissuré ne sont pas obligatoirement adaptés par rapport à des milieux plus homogènes (ex : formations sédimentaires). La présence d'arrivées d'eau ponctuelles par le biais de fractures est susceptible de perturber l'interprétation, voir parfois de minorer les débits critiques qui peuvent être déduits par rapport à la réalité.

III.3.2. INSTRUMENTATION - REALISATION

Une sonde d'acquisition automatique de la pression d'eau a été mise en place dans le forage. Elle permet de suivre, au pas de temps d'une minute, les variations de la hauteur d'eau dans le forage. La profondeur de la sonde est connue, ceci permet de déterminer la profondeur de l'eau par rapport à un repère au sol (en l'occurrence le tube guide sonde présent autour de la colonne d'exhaure).

La sonde a été positionnée à une profondeur de 36,27m/ tube guide sonde. Le niveau statique avant pompage était à 2,9 m /sol.

Le pompage par paliers a été réalisé à l'issue de l'équipement de l'ouvrage le 1^{er} août 2018. Quatre paliers ont été réalisés (Tableau 4).

Tableau 4 – Description du pompage d'essai par paliers

Palier	Débit m ³ /h	Rabattement (m)*	Rabattement spécifique (m/m ³ /h)*	Débit spécifique (m ³ /h/m)*
1	0,96	0,35	0,365	2,742
2	1,644	0,47	0,286	3,497
3	3,248	1,08	0,333	3,007
4	4,768	1,68	0,352	2,838

* en fin de palier de pompage

III.3.3. RESULTATS - INTERPRETATIONS

L'observation des rabattements spécifiques conduit à considérer les quatre paliers. L'interprétation de cet essai permet montre que le débit critique n'a pas été atteint, il serait supérieur à 4,76 m³/h. L'équation caractéristique du forage est la suivante : $s = 0,323.Q + 0,004.Q^2$ (s= rabattement en m et Q débit en m³/h).

III.4. POMPAGES D'ESSAI DE LONGUE DUREE

L'instrumentation mise en place pour cet essai est identique à la description présentée dans le chapitre III.3.2 (p11).

III.4.1. PRINCIPES

L'essai de pompage de longue durée, pratiqué de préférence à débit constant, a pour objectifs principaux la détermination des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère (transmissivité, coefficient d'emmagasinement), l'étude des caractéristiques géométriques de l'aquifère (limite de drainage, imperméabilité, anisotropie...), et la simulation en vraie grandeur de l'exploitation future de l'ouvrage.

De nombreuses méthodes d'interprétation des essais de pompage longue durée existent, elles sont applicables aux diverses configurations hydrogéologiques.

Le calage des courbes de rabattement observées sur les ouvrages a été testé selon les formules « classiques » de Theis, cette formulation correspondant au contexte hydrogéologique local et permet donc la meilleure restitution des courbes de rabattement:

$$s = \frac{Q}{4.\pi.T} \int_u^{\infty} \frac{e^{-y}}{y} .dy \quad \text{avec} \quad u = \frac{r^2.S}{4.t.T}$$

Formule de Theis en milieu confiné:

Les interprétations ont été effectuées à l'aide d'un logiciel hydrogéologique d'interprétation des pompages d'essai, n'intégrant pas les phénomènes pluviométriques éventuellement intervenus durant les essais.

III.4.2. RESULTATS - INTERPRETATIONS

Le pompage d'essai de longue durée a été réalisé, entre le 31 juillet et le 1^{er} et le 2 août 2018, à un débit maximum de la pompe de 6,83 m³/h, sur une durée de 971 minutes (soit près de 16 heures). Toutefois, en raison de la présence du ballon à la sortie du forage (cf note du chap III.3), des successions de marche/ arrêt de la pompe se sont produits durant tout l'essai, aussi en réalité le débit moyen de pompage est de 2,31 m³/h et la durée réelle du fonctionnement de la pompe est de 328 minutes. L'objectif de l'essai étant tout de même de caractériser la capacité de la nappe à fournir les volumes escomptés en forçant le régime d'exploitation de la pompe, ceci sur une longue durée.

Tableau 5 – Relevés du compteur lors du pompage d'essai

Date	Temps pompage	Indice compteur	Observations	Débit moyen	Débit max
01/08/18	0 min	375,64 m ³	Début pompage	2,31 m ³ /h	6,83 m ³ /h
02/08/18	971 min	413,01 m ³	Fin pompage		
Volume pompé :		37,37 m ³			

PN

Le rabattement maximum observé a été de 1,39m, soit un niveau dynamique situé à -4,2 m/sol, c'est à dire au-dessus des premières crépines, situées à -31m/sol (Figure 5).

L'interprétation de l'essai de longue durée en phase de pompage a été réalisée selon la méthode de Theis en milieu confiné. Considérant les oscillations incessantes du niveau d'eau liée aux séquences de marches/ arrêt du pompage, la moyenne du rabattement dans le forage a été considérée ainsi que le débit moyen de pompage sur la période (2,31 m³/h). L'interprétation permet donc de déterminer une transmissivité moyenne de $5,49.10^{-3}$ m²/s (Figure 4). Le coefficient d'emmagasinement ne peut être calculé en l'absence de mesures de niveau sur des ouvrages voisins.

On notera que le niveau moyen est rapidement stabilisé (cf Figure 5), montrant la bonne capacité du forage a fournir le volume escompté.

La compatibilité hydraulique des ouvrages, en fonction de leur équipement a été analysée (Tableau 6). Ces calculs considèrent les hauteurs crépinées, le diamètre de crépine et de foration, l'ouverture (slot) des crépines et le débit maximum d'exploitation. Les calculs montrent que les équipements sont compatibles avec l'exploitation demandée.

Tableau 6 – Compatibilité hydraulique des ouvrages

	Ouvrage	Recommandation
Diamètre crépine	115 / 125 mm	
Hauteur crépine PVC	20 m	
Vitesse ascensionnelle :	0,13 m/s	< 1,5 m/s
Vitesse de filtration :	0,20 cm/s	< 3 cm/s

* pour un débit maximal de 5 m³/h

En conclusion, cet essai montre cependant que le forage a la capacité d'être exploité plusieurs heures en discontinu (16 heures) à hauteur de 2,31 m³/h (soit 37 m³/j), ce qui est compatible avec l'exploitation demandée qui est de 10 m³/j (soit 5 m³/h à raison de 2 heures par jour).

Par sécurité, l'exploitant vérifiera que le niveau en pompage ne descende pas en dessous de -31m/sol (position des premières crépines annoncées par le foreur³), si c'est le cas il vaut alors mieux diminuer le débit de pompage en augmentant les durées journalières de pompage.

³ Information dont la responsabilité incombe à la société de forage

Figure 4 – Interprétation de l'essai de longue durée – phase de pompage

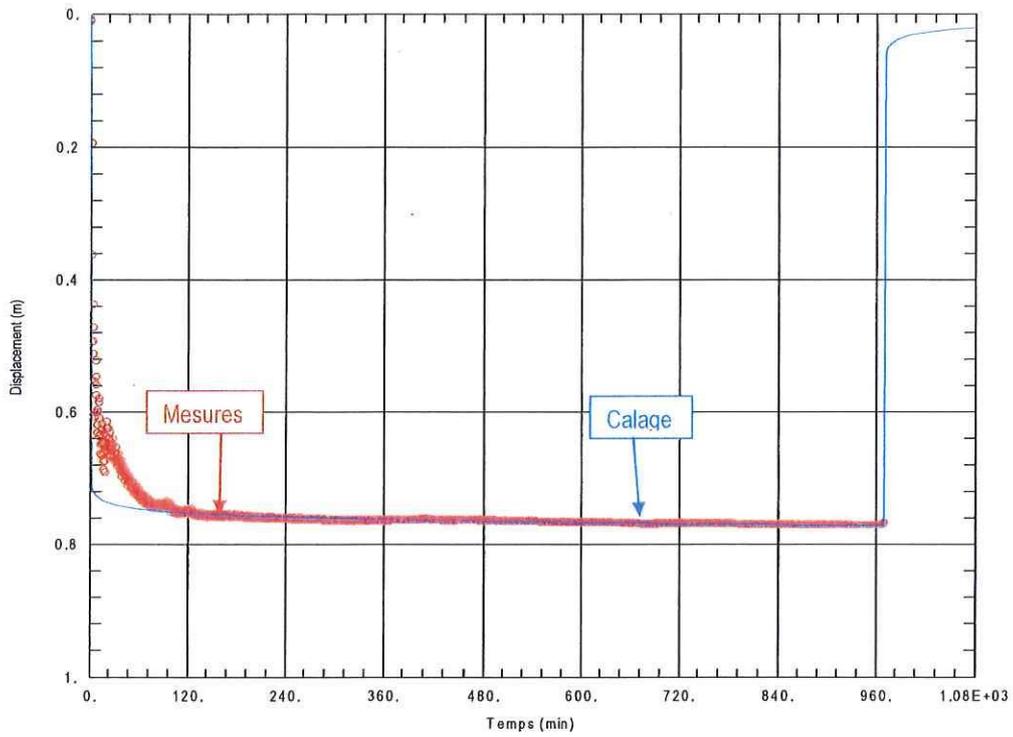
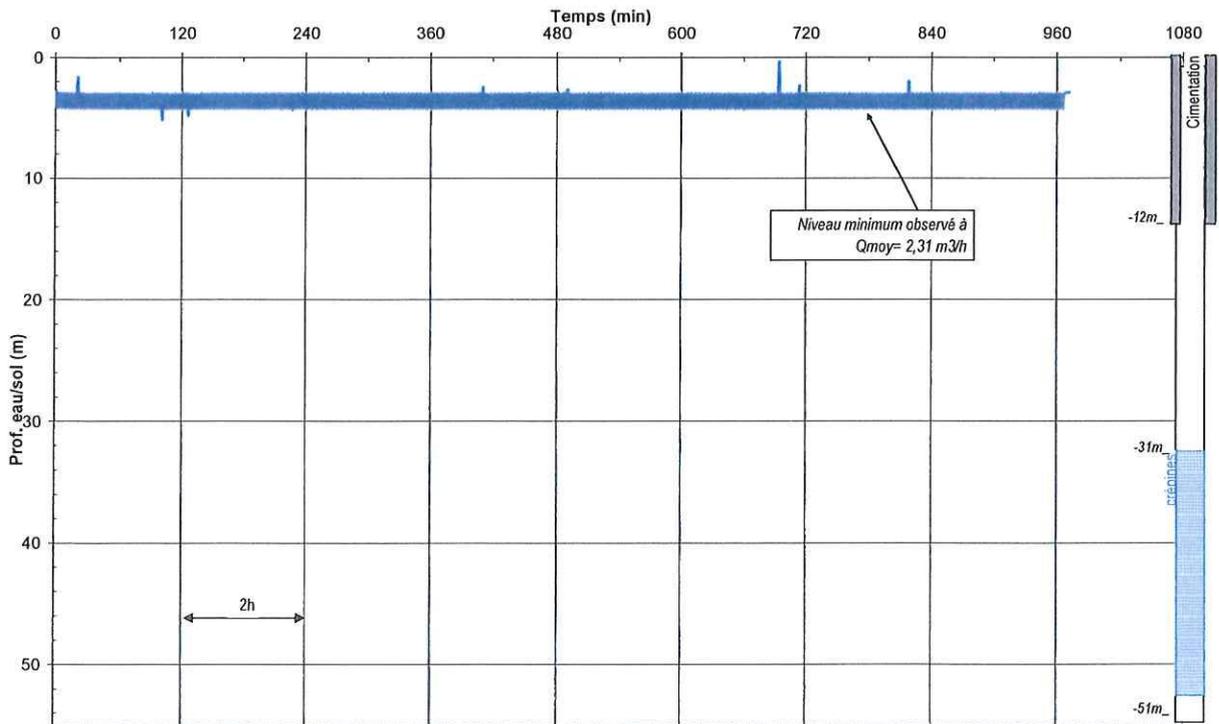


Figure 5 – Evolution du niveau d'eau durant le pompage d'essai de longue durée



PA