Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Yann MELEARD 20/07/2023	Frédéric PASCAUD 25/07/2023	Jérôme PORFIRIO 26/07/2023

Objet de la mission : Réalisation et suivi de tests sur 2 forages		
Dates : 05/07/2023 – 09/07/2023	**Durée** : 5 jours	
Participants		
GEOTHERMAQ **Responsable de la prestation**	**HYDRO ASSISTANCE** **Prestataire de GEOTHERMAQ**	**STELLANTIS** **Client**
Frédéric PASCAUD Yann MELEARD	Franck LARRERE Alexandre BANCELIN	Dante SEGUIN

Contexte

L'usine de STELLANTIS de Caen possède deux puits (F1 et F2) qui sont actuellement utilisés pour remplir des cuves afin d'alimenter en eau le processus de refroidissement des chaines de fabrication. Une citerne sert également de réserve incendie.
STELLANTIS souhaite connaître le potentiel géothermique du site en vue de l'installation d'un doublet géothermique dans lequel un des deux puits (F1) serait réutilisé en tant que puits d'injection.
Des tests ont été programmés sur les puits F1 et F2 afin de connaître les limites de l'aquifère et de pouvoir dimensionner au mieux un futur puits de pompage.

Missions	
	Relevé de la pompe d'exhaure (F1) Diagraphies sur F1 (conductivité et T°) Contrôle de l'état du puits (F1) Tests de pompage par paliers (F1/F2) Test de pompage longue durée (F2) et réinjection (F1) **Remise en place de la pompe d'exhaure (F1) => Demande faite sur site au démarrage de la mission** Rapport de mission

Arrivée sur site et planning d'intervention

Le 05/07/2023 à 14h : Arrivée de l'équipe GEOTHERMAQ sur site.
Réunion avec Dante SEGUIN pour :

- Une revue générale de la mission et du planning (ci-dessous) :
  - Demande de remise en place pompe F1
  - Précisions sur temps de raccordement du puits F2 pendant le test si urgence
- La préparation des plans de prévention des risques pour GEOTHERMAQ ses prestataires HYDRO ASSISTANCE et le laboratoire d'analyse d'eau CARSO-CAE
- Une visite du chantier : puits F1, F2 et piézomètres

Planning prévu pour la mission :

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 7
	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche	Lundi
	5/7	6/7	7/7	8/7	9/7	10/7
	Déplacement HYDRO ASSISTANCE					
		Contrôles réglementaires et tests par paliers puits 1				
			Installation des tuyaux entre F1 et F2 et démarrage du test de pompage 48h			
			Test de pompage par paliers et longue durée sur F2 (48h)			
					Repli du matériel de pompage	
						Départ HYDRO ASSISTANCE et GEOTHERMAQ
Indisponibilité Puits 2						
Indisponibilité Puits 1						
Présence HYDRO ASSISTANCE						
Présence GEOTHERMAQ						

Suivi de chantier

Cette partie regroupe les différentes étapes de la mission ainsi que leur chronologie. De plus, le recueil de données durant les phases de test nous ont permis d'établir de premières hypothèses quant au niveau du rabattement en fonction du débit d'exploitation. L'analyse de l'ensemble des données recueillies par GEOTHERMAQ, HYDRO ASSISTANCE et le laboratoire d'analyse sera détaillée dans notre rapport final.

Jour 1 (06/07/2023) Diagnostic F1et tests paliers F1	
Objectifs initiaux	• Extraction de la colonne d'exhaure de F1 • Inspection caméra de F1 • Diagraphies sur F1 • Tests de pompage par paliers sur F1
Description de la mission	1. Prise de connaissance des lieux, mise en place du camion grue sur site F1 et déchargement du matériel par HYDRO ASSISTANCE (tuyaux, cabane d'analyse mobile, débitmètre, sonde…). 2. Extraction de la colonne d'exhaure de F1 : à l'aide d'un appareil de levage les tubes reliés à la pompe immergée sont progressivement retirés et alignés à proximité du puits en vue de la remise en place de la pompe une fois la batterie de tests réalisée. 3. Réalisation du premier test : inspection des crépines et des tubes grâce à l'insertion d'une caméra télécommandée permettant la prise de vues et la réalisation d'une vidéo de l'opération. 4. Réalisation des tests de flux, de température et de conductivité via l'insertion dans le puits d'une sonde équipée des capteurs de mesure de ces paramètres. 5. Toutes les mesures sont recueillies directement dans la cabine d'analyse mobile et stockées sur un disque dur. 6. Mise en place du test par paliers : relevé préalable du niveau statique de l'aquifère, installation d'une pompe immergée au-dessus des crépines reliées à un débitmètre connecté au réseau d'eaux pluviales où seront rejetées les eaux pompées lors du test. 7. Réalisation du test par paliers : Ce test consiste à pomper l'eau de la nappe à un débit donné durant une heure, observer l'évolution du niveau dynamique de l'aquifère et réitérer l'opération jusqu'à avoir réaliser tous les paliers de débits prévus.
Equipement	Engin de levage Cabine d'analyse Caméra Sonde diagraphie mesure de flux, température et conductivité Débitmètre Pompe immergée Flexibles
Réalisation	1. 8h30 arrivée sur site des équipes GEOTHERMAQ et HYDO ASSISTANCE ainsi que du représentant du laboratoire CARSO-CAE, récupération des badges et finalisation des PPR. 2. Reconnaissance du site par HYDRO ASSISTANCE et briefing sur le

déroulement du planning et de la mise en place des opérations :

=> Il est apparu que le tracé des flexibles reliant F1 et F2 pour le test de pompage longue durée devait être revu. Le tracé initial passait devant une plateforme de déchargement des poids-lourds et traversait aussi l'itinéraire emprunté par les chariots élévateurs. Ces passages d'engins répétés et les passages de route prévus initialement par HYDRO ASSISTANCE non adaptés représentaient un risque important de déconnexion des tuyaux.

=> HYDRO ASSISTANCE ayant prévu des longueurs de tuyaux complémentaires (plus de 300m), un nouveau tracé ne traversant la route qu'à deux reprises et évitant les passages des chariots élévateurs a été adopté.

=> Des passages de route seront construits par HYDRO ASSISTANCE afin de ne pas risquer d'endommager les flexibles au passage des camions. Ils s'avèreront inefficaces et la décision sera prise au démarrage des tests de pompages du F2 de les enlever et de laisser les camions passer directement sur les flexibles structurellement résistants à de tels passages à vitesse réduite des engins. Une signalisation indiquant le chantier et le nécessité de ralentir au passage des flexibles a été installés (Cf. Jour 2).

3. Une fois le matériel déchargé, les équipes d'HYDRO ASSISTANCE ont commencé le travail prévu sur F1 en déboulonnant la bride du puits et en meulant les rivets du capot qui protégeait le forage afin de pouvoir accéder à la tête de puits.
4. Démarrage de l'extraction de la colonne d'exhaure 10h45. A l'aide de leur appareil de levage, HYDRO ASSISTANCE ont retiré les tubes 2 par 2 ainsi que la pompe immergée.

   => Au cours de la remontée de la colonne le client nous a informé de la présence d'une pompe abandonnée au fond du puits.

   => L'état superficiel des tubes et de la pompe présente une forte oxydation (dépôts de rouille), une bride présente plusieurs boulons très dégradés et déconnectés, la gaine de protection du câble d'alimentation présente une déchirure en partie haute.

   => L'état structurel de l'ensemble colonne et pompe semble cependant en état satisfaisant pour une remise en place à la fin des tests. La bride défectueuse sera reconnectée par de nouveaux boulons et la gaine de protection du câble d'alimentation réparée par HYDRO ASSISTANCE avec des équipements fournis par le client.

5. Mesure du niveau statique F1 avant suite des opérations : -21.40m par rapport au sol.
6. 11h40 démarrage de l'inspection caméra de F1. Cette inspection s'est déroulée correctement jusqu'à atteindre 38.9 mètres :

	=> Les câbles électriques de la pompe abandonnés obstruent le forage à partir de cette profondeur. L'inspection a dû être stoppée, le risque de coincer l'outil de caméra étant trop grand à 38,9m et le passage impossible au-dessous de cette profondeur. **=> Les premières observations à l'écran avant analyse approfondie de la vidéo montrent un tubage ne pressentant pas de traces majeures d'oxydation mais présentant notamment au niveau des crépines de nombreuses concrétions calcaires.** 7. Les tests de conductivité et de température de l'eau n'ont pas pu être menés par la présence de la pompe abandonnée dans le puits : passage de la sonde diagraphique impossible 8. 13h15 la mise en place de la pompe immergé en vue de la réalisation du test de pompage par paliers sur F1. La pompe a été placée à 36.5 mètres de profondeur (35 mètres de colonnes + 1.5 mètres de pompe). Les tests ont pu commencer à 14h15. 3 paliers seront étudiés, voici les résultats en Zsol : **Niveau dynamique à 20m³/h = -21.75m** **Niveau dynamique à 40m³/h = -22.45m** **Niveau dynamique à 60m³/h = -23.23m** 9. A 17h40, fin des tests, la pompe de test est remontée et le matériel est rangé.
Remarques	• La colonne d'exhaure et la pompe retirée dans F1 présentent un état superficiel dégradé par l'oxydation (rouille), une bride sera réparée sur la colonne, la gaine du câble d'alimentation réparée. L'état structurel de l'ensemble permet une remise en place à la suite des tests. • Une opération de récupération de la pompe abandonnée en fond de puits aurait pu être prévue si l'information avait été transmise en amont. Cette opération est préconisée dans le cas où le projet se poursuit (transformation de F1 en puits d'injection). • La faible hauteur de rabattement est encourageante quant au dynamisme de la nappe • Les crépines sont en train de se reboucher (concrétion calcaire), un entretien du puits est à prévoir.

Jour 2 (07/07/2023) Test paliers & test 48h F2	
Objectifs	• Réaliser les tests de pompage par paliers sur F2 • Mettre en place et lancer le test de pompage longue durée
Description de la mission	Le test par paliers repose sur le même principe que celui réalisé la veille. Cependant pour les tests de pompage sur F2, les eaux pompées seront réinjectées dans F1 afin d'étudier la transmissivité et de déterminer le coefficient d'emmagasinement de la nappe. Déroulé prévu de la mission : • Connexion des deux forages via des flexibles (300 mètres environ) type tuyaux de pompiers. • Installation d'un débitmètre en sortie du F2. • Introduction d'un tube de réinjection de 2m dans F1. • Installation de capteurs dans les 5 piézomètres présents sur le site afin d'acquérir des mesures de niveau tout au long de l'essai. • Réalisation des 3 paliers et du test de pompage longue durée de 48h. • Prises d'échantillons d'eau pour analyse et de mesures insitu.
Réalisation	1. Démarrage sur site à 8h : équipement des piézomètres avec les capteurs. Équipement du PZ20' par le capteur principal recueillant et stockant l'ensemble des données piézométriques. Ce dernier est relié à une alimentation électrique fournie par STELLANTIS. 2. Une mesure de niveau a été réalisée à chaque piézomètres (Zsol) : **PZ20' = -21.67m** **PZ21 = -22.16m** **PZ22 = -21.52m** **PZ24 = -21.10m** **PZ25 = -21.31m** 3. 10h : positionnement des tuyaux entre F1 et F2 finalisée. 4. 10h–12h : finalisation des passages de route et de l'installation du tube de réinjection dans F1. Un passage de route testé sur véhicules utilitaire. 5. 12h arrêt de la pompe du F2 et déconnexion de la bride d'alimentation vers la cuve pour connexion au débitmètre et connexion F2-F1. 6. 12h-15h finalisation de la mise en place. **=> Les passages de routes réalisés ne résistant pas au passage des camions il est décidé sur confirmation**

	d'Alain Chapiteau d'HYDO ASSISTANCE de les retirer et de laisser passer les camions sur les flexibles résistants à cette contrainte. Nécessité d'un passage à vitesse réduite des camions. **=> Mise en place d'une signalétique indiquant aux conducteurs de ralentir sur l'ouvrage.** 7. Démarrage des essais de pompage par paliers à 15h. La pompe utilisée est celle déjà en place dans F2. Cette dernière étant bridée et non dé-bridable (essai non concluant par les techniciens STELLANTIS), le débit maximum pour le teste est de 50m³/h. Une mesure de niveau dynamique au niveau de F1 et F2 a pu être établie pour chaque paliers : 20m³/h = -21.37m / -21.10m 40m³/h = -20.5m / -21.65m 50m³/h = -20.10m / -22.05m 8. 15H10 prise des échantillons d'eau pour analyse au niveau du débitmètre et réalisation de mesures insitu par le technicien du laboratoire CARSO-CAE. 9. 18h démarrage du test de pompage longue durée au débit de 50m³/h : **=> 21h05 déconnexion d'un flexible au passage trop rapide d'un camion sur le passage de route amont en proximité F2.** **=> 21h08 arrêt de la pompe F2 par F. PASCAUD et appel du personnel STELLANTIS en astreinte suivant consignes.** **=> 21h10 intervention HYDRO ASSISTANCE pour reconnexion des flexibles.** **=> 21h20 redémarrage de la pompe et reprise de l'essai au débit de 40m³/h pour limiter l'impact des camions ne respectant pas la limitation de vitesse au passage de l'ouvrage.** **=> Déroulé sans incident du test sur la nuit du 07/07 au 08/07, pas de remarques, déroulement comme prévu par la mission.**
Remarques	• Les passages de route fabriqués par HYDRO ASSISTANCE n'ont pas résisté aux camions. • Le passage en direct des camions sur les flexibles a été décidé en accord avec responsable HYDRO ASSISTANCE. • Un incident est survenu à 21h05 à la suite du passage trop rapide d'un camion ne respectant pas la signalétique. L'essai longue durée a été interrompu pendant 30 minutes et a repris à 21h35. • Plus de 40 camions sont passés sur le tuyau sans incident en respectant la limitation de vitesse cependant dans le cadre d'une future

	intervention il serait à étudier soit une déviation de la circulation pour éviter tout incident, soit des passages de route adaptés à un trafic et aux caractéristiques des camions prévus dès l'amont par une visite d'HYDO ASSISTANCE. • L'équipe GEOTHERMAQ a supervisé le bon déroulé de l'essai 24h/24h en se relayant.

Jour 3 (08/07/2023) Suite pompage 48h	
Objectifs	Superviser le test de pompage longue durée
Remarques	Journée plus calme que la veille en termes de trafic routier. Le test s'est déroulé comme prévu.

Jour 4 (09/07/2023) Suite pompage 48h	
Objectifs	Superviser le test de pompage longue durée
Remarques	Le test s'est déroulé comme prévu. Aucun camion n'a circulé en raison de la législation.

Remise en état du site le 09/07/2023

À la suite des opérations de pompage à 15h30 le dimanche 09/07/23, le site a été remis en état :

- Déséquipement et reconnexion du F2 sur le réseau d'alimentation de la cuve.
- Replis des flexibles.
- Déséquipement des piézomètres et du F1.
- Remise en place de la pompe F1 et reconnexion du puits au réseau.
- Remise du capot de protection F1.
- Fin de chantier et départ HYDRO ASSISTANCE 19h15.

Annexes : Photos de la mission

Installation cabine labo



Extraction colonne F1



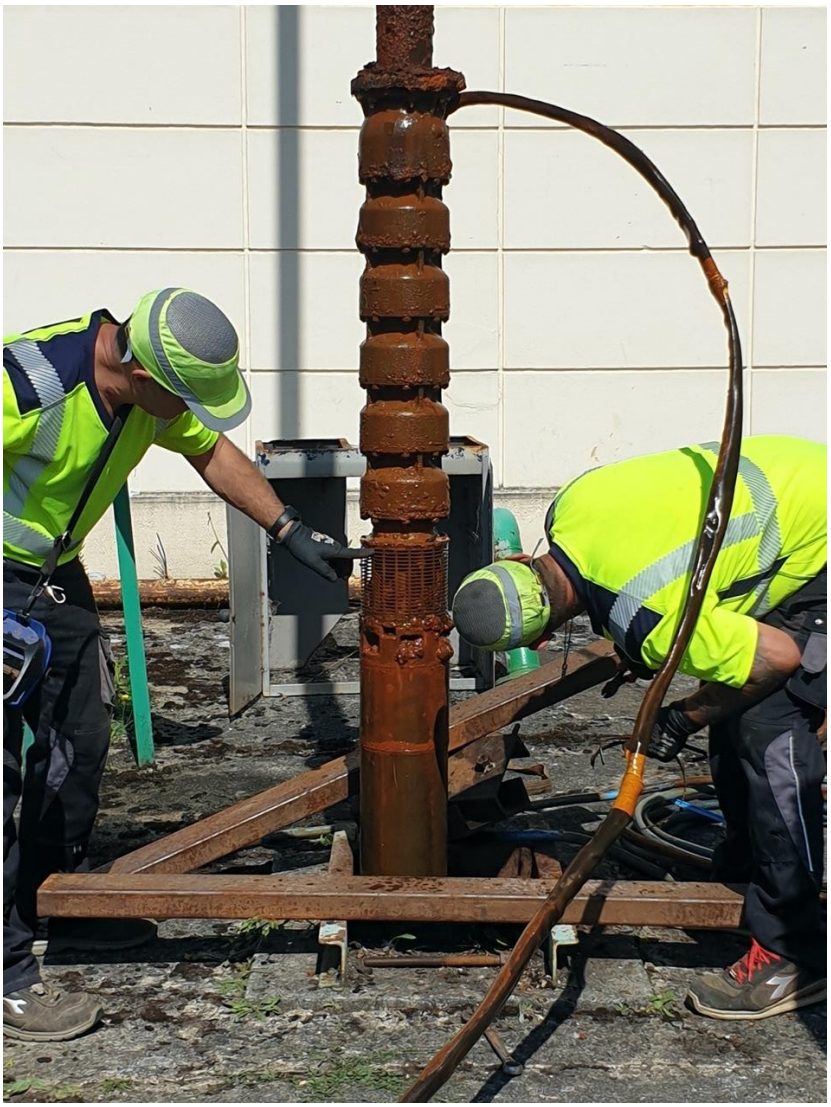
Bride colonne F1



Tronçon colonne F1



Pompe d'exploitation F1



Caméra inspection F1



Pompe test F1



Traversée de route flexible



Débitmètre test pompage F2



Système réinjection F1



Prise échantillons analyse d'eau



Remise en état du site

