

Agence de Nantes
(siège social)
15 rue du meunier
44880 SAUTRON
02 40 63 63 51



Agence de Brest
48 bd Gambetta
29200 BREST
02 40 63 63 51



Agence de Bordeaux
20 allée des mésanges
33500 LIBOURNE
05 57 84 36 09



Pompages d'essai sur 3 forages d'eau potable

Île Molène - Finistère

COMPTE-RENDU DES POMPAGES



Pour le compte de :

SAS Pays d'Iroise Energie solaire
9 allée Sully
29000 Quimper

Numéro dossier	Date	Version
23_07.33_JTH	Novembre 2023	1

Suivi des modifications

<i>Rédaction</i>	<i>Validation</i>		<i>Version</i>	<i>Date</i>
Jérémy THIEFAINE		Etablissement du rapport	1	25/10/2023
<i>Modifié par</i>	<i>Validation</i>	<i>Objet de la modification</i>	<i>Version</i>	<i>Date</i>

TABLE DES MATIERES

I.	CONTEXTE - LOCALISATION	5
I.A	Contexte de l'étude	5
I.B	Localisations	6
I.C	Descriptif des ouvrages	8
II.	PROTOCOLE ET MATERIELS.....	9
II.A	Programme des opérations de pompage	9
II.B	Matériels d'acquisition utilisés	10
II.C	Interprétation des pompages	12
III.	MISE EN ŒUVRE OPERATIONNELLE	13
IV.	RESULTATS ET INTERPRETATION DES POMPAGES D'ESSAIS	15
IV.A	Pompages par paliers	15
IV.A.1	Essais par paliers sur F1	15
IV.A.2	Essais pas paliers sur F2	18
IV.A.3	Essais par paliers sur F3	21
IV.B	Pompage d'essai longue durée simultané sur les 3 forages	25
IV.B.1	Précisions sur le mode opératoire	25
IV.B.2	Résultats des rabattements observés aux forages	26
V.	QUALITE DES EAUX.....	37
V.A	Les enjeux	37
V.B	Problématique du biseau salé	37
V.B.1	Suivi de la conductivité dans F1	37
V.B.2	Suivi de la conductivité dans F2	41
V.B.3	Suivi de la conductivité dans F3	42
V.C	Caractérisation géochimique des eaux des forages	44
V.D	Impact du pompage longue durée sur la qualité des eaux	46
V.D.1	Forage F1	46
V.D.2	Forage F2	49
V.D.3	Forage F3	51
VI.	CONCLUSIONS – PRECONISATIONS POUR LA MISE EN PRODUCTION	53
VI.A	Débit d'exploitation	53
VI.B	Réponse des forages aux besoins de la commune	55
VI.C	Nivellement des ouvrages et rabattement admissible au regard du zéro maritime	56
VII.	ANNEXES	58
VII.A	Annexe 1 : Dossiers BSS des ouvrages concernés par l'étude (F1 – F2 – F3)	58
VII.B	Annexe 2 : Rapports d'analyses de qualité des eaux de forages – Laboratoire LABOCEA	68

Table des figures

<i>Figure 1 : photographies en cours d'études (1 : vue de l'intérieur du regard abritant F3 - 2 : impluvium de Molène - 3 : vue sur le regard du forage F2)</i>	<i>5</i>
<i>Figure 2 : Localisation des ouvrages au (fond : Google Satellite).....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 3 : matériel d'acquisition en place sur le forage F3 (Paratronic CNR + MAC10R)</i>	<i>11</i>
<i>Figure 4 : matériel d'acquisition en place sur le forage F1 (OTT CTD).....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 5 : Niveaux manuels des pompages par paliers sur F1.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 6 : Graphiques et résultats d'interprétations issus des essais par paliers F1 (logiciel OUAIP - BRGM)</i>	<i>17</i>
<i>Figure 7 : Niveaux manuels des pompages par paliers sur F2.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 8 : Graphiques et résultats d'interprétations issus des essais par paliers F2 (logiciel OUAIP - BRGM)</i>	<i>21</i>
<i>Figure 9 : Niveaux manuels des pompages par paliers sur F3.....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 10 : Graphiques et résultats d'interprétations issus des essais par paliers F3 (logiciel OUAIP - BRGM)</i>	<i>23</i>
<i>Figure 11 : visualisation des rabattements sur les pompages de longue durée F1, F2 et F3 (de haut en bas).....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 12 : rabattement F1 - Pompage longue-durée.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 13 : interprétation du rabattement sur F1 selon le modèle de THEIS - logiciel OUAIP (BRGM) .</i>	<i>29</i>
<i>Figure 14 : rabattement F2 - Pompage longue-durée.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 15 : interprétation du rabattement sur F2 selon le modèle de THEIS - logiciel OUAIP (BRGM) .</i>	<i>31</i>
<i>Figure 16 : rabattement F3 - Pompage longue-durée.....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 17 : interprétation du rabattement sur F3 selon le modèle de THEIS - logiciel OUAIP (BRGM) .</i>	<i>34</i>
<i>Figure 18 : rabattements aux piézomètres de contrôle (Pz4 - Pz6 - Puits) lors du pompage longue-durée</i>	<i>35</i>
<i>Figure 19 : Suivi en continu de la conductivité sur F1 lors de l'essai de pompage par paliers</i>	<i>38</i>
<i>Figure 20 : Suivi de la conductivité sur F1 lors de l'essai de pompage longue durée</i>	<i>39</i>
<i>Figure 21 : Evolution de la conductivité sur F2 au cours du pompage longue durée</i>	<i>41</i>
<i>Figure 22 : Evolution de la conductivité sur F3 au cours du pompage longue durée</i>	<i>43</i>
<i>Figure 23 : Graphiques comparatifs sur plusieurs paramètres des eaux des 3 forages.....</i>	<i>45</i>
<i>Figure 24 : Diagrammes ternaires cations et anions sur les eaux des 3 forages.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure 25 : Synthèse des résultats d'analyses des eaux de F1 avant et après essai de pompage longue durée.....</i>	<i>47</i>
<i>Figure 26 : Evolution de certains paramètres des eaux de F1 suite à l'essai de pompage longue durée</i>	<i>48</i>
<i>Figure 27 : Synthèse des résultats d'analyses des eaux de F2 avant et après essai de pompage longue durée.....</i>	<i>49</i>
<i>Figure 28 : Evolution de certains paramètres des eaux de F2 suite à l'essai de pompage longue durée</i>	<i>50</i>
<i>Figure 29 : Synthèse des résultats d'analyses des eaux de F3 avant et après essai de pompage longue durée.....</i>	<i>51</i>
<i>Figure 30 : Evolution de certains paramètres des eaux de F3 suite à l'essai de pompage longue durée</i>	<i>52</i>
<i>Figure 31 : Diagrammes cations et anions sur les eaux des 3 forages avant et après pompage longue durée.....</i>	<i>52</i>
<i>Figure 32 : représentation schématique du biseau salé (source : Plaquette Forages en milieu littoral - Préconisations pour la réalisation et l'exploitation - Région Bretagne (octobre 2022) © DREAL Bretagne et BRGM)</i>	<i>56</i>
<i>Figure 33 : nivellement des ouvrages et établissement de cotes piézométriques à ne pas dépasser (atteinte du zéro maritime).....</i>	<i>57</i>

I. CONTEXTE - LOCALISATION

I.A CONTEXTE DE L'ÉTUDE

La présente étude répond à une demande de la Société d'économie mixte « Énergie en Finistère », liée à un projet de parc photovoltaïque sur l'impluvium du site de production d'eau potable de l'île-Molène. L'hydrogéologue agréé ayant instruit la demande a insisté sur la nécessité de préciser le fonctionnement des 3 forages, dans le but de vérifier la disponibilité de la ressource et sa capacité à pallier à un arrêt de production de l'impluvium.

Pour ce faire, une série d'essais par pompages a été réalisée à partir de fin juin 2023 jusqu'à septembre 2023. Ces essais viennent ainsi préciser la plage de fonctionnement des 3 ouvrages (rôle des pompages par paliers), établir la disponibilité de la ressource sur une durée de 2 mois (rôle du pompage de longue durée).



Figure 1 : photographies en cours d'études (1 : vue de l'intérieur du regard abritant F3 - 2 : impluvium de Molène - 3 : vue sur le regard du forage F2)

I.B LOCALISATIONS

La commune de Molène dispose de 3 forages exploités pour la production d'eau potable.

Les coordonnées des ouvrages suivis dans le cadre cette étude sont répertoriées dans le tableau suivant (Tableau 1). Une cartographie de ces mêmes forages est présentée à la suite (Figure 2).

Nom	X (m L93-CC48)	Y (m L93-CC48)	Altitude margelle (m NGF)
F1	1111519,844	7274701,91	16,155
F2	1111446,813	7274657,414	15,629
F3	1111409,833	7274488,819	14,649
Puits Nord	1111751,433	7274613,632	20,506
PZ4	1111482,493	7274516,711	19,053
PZ6	1111329,352	7274723,089	13,225

Tableau 1 : coordonnées métriques des ouvrages (GPS RTK)

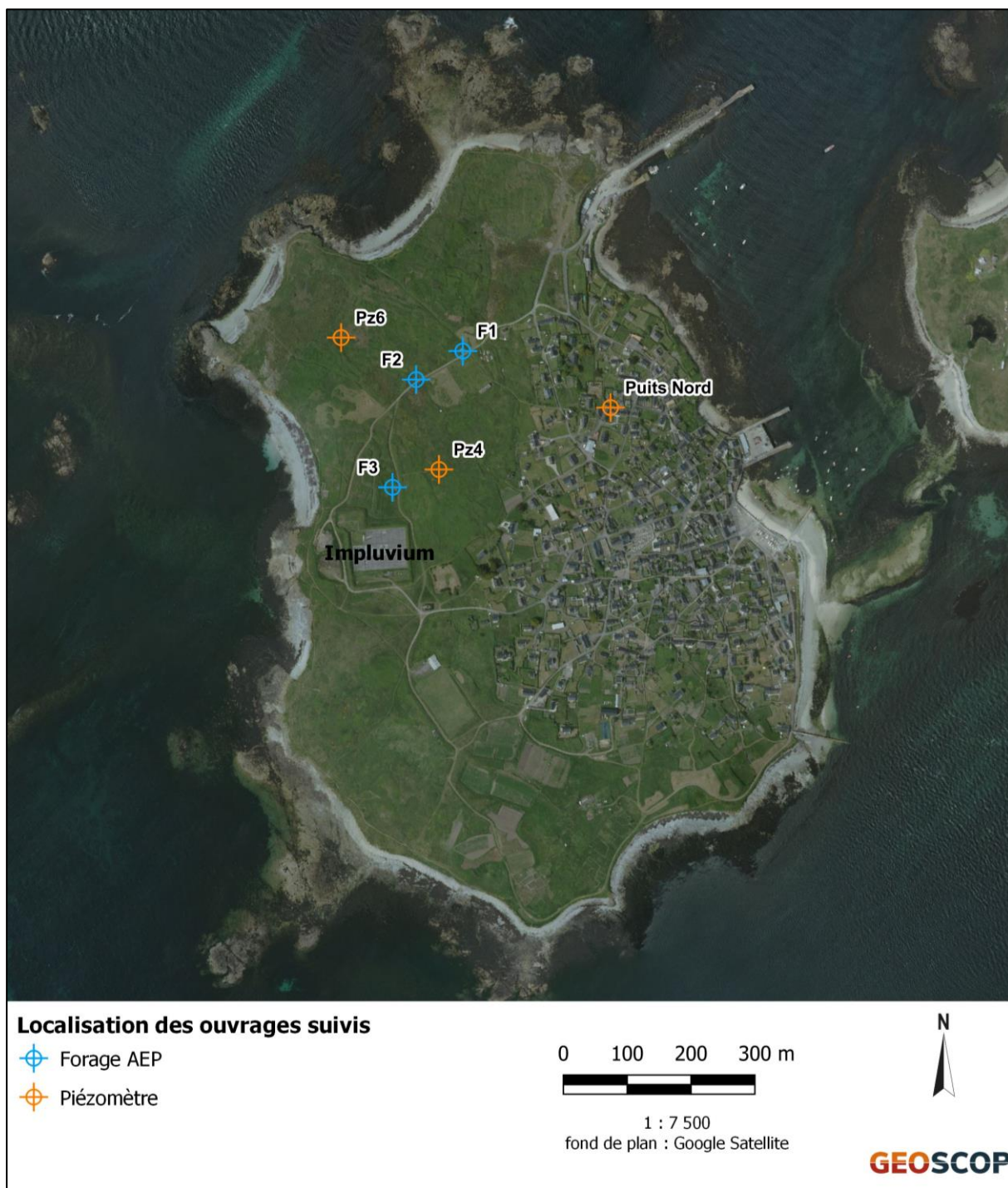


Figure 2 : Localisation des ouvrages au (fond : Google Satellite)

I.C DESCRIPTIF DES OUVRAGES

Les trois forages F1 ; F2 et F3 exploités pour la production d'eau potable ont été réalisés en 1989. Leur dossier a été déposé à la Banque du Sous-Sol, base de données gérée par le BRGM, et comprend notamment des comptes-rendus de travaux. Ceux-ci sont rendus disponibles en annexes.

Leurs principales caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

Nom	Profondeur/sol (m)	Profondeur déclarée (données BSS)	19/06/2023 (avant pompages)	
			Niveau/rep (m)	Niveau NGF
F1	25,306	32,00	-7,26	9,429
F2	34,087	52,00	-6,99	9,362
F3	23,8	29,00	-4,36	10,589

Les profondeurs des ouvrages par rapport au sol correspondent aux profondeurs mesurées à la sonde piézométrique manuelle, et ne correspondent effectivement pas aux profondeurs déclarées des ouvrages suite à leur réalisation. Les mesures manuelles ont pu être gênées par les équipements présents dans le forage (pompes, colonnes). Un léger dépôt de matières fines peut également être présent au fond de certains ouvrages, au fil de la vie de ceux-ci.

La mesure sur F2 a sans doute été gênée par la présence de l'épaulement de la pompe d'exploitation, compte tenu du très fort écart entre la mesure manuelle et la profondeur déclarée.

Malheureusement, les cotes précises des pompes d'exploitation ne sont pas connues. Cette information peut pourtant avoir son importance, surtout dans le cadre d'une exploitation sur des forages présentant une faible productivité (fort rabattement pour débit faible).

Cet ensemble de trois forages a été autorisé d'exploiter à hauteur de :

- Débit maximum horaire 45 m³/h
- Débit maximum journalier 168 m³/h
- Débit maximum annuel 10 000 m³/an

II. PROCOLE ET MATERIELS

II.A PROGRAMME DES OPERATIONS DE POMPAGE

Le programme prévisionnel des opérations comportait un **protocole de pompages par 4 paliers non enchaînés à débits croissants puis un essai par pompage de longue durée sur 3 ouvrages en simultané.**

Les débits des différents paliers n'étaient pas connus précisément avant le démarrage des essais. Les débits des paliers, ainsi que leurs nombres ont été déterminés à partir :

- des données bibliographiques disponibles (notamment l'étude ANTEA de 1998 et la Banque du Sous-Sol du BRGM),
- du régime d'exploitation en place lors de la présente étude et des connaissances techniques détenues par la régie des Eaux,
- des connaissances acquises sur place avant le démarrage des essais (pré-tests par pompages), puis pendant les essais (ajustement en cours d'essais).

Les pompages ont été réalisés avec les équipements communaux (cf. § II.B). Les opérations réalisées dans le cadre de cette étude, et notamment les pompages de longue durée, devaient donc s'effectuer en compatibilité avec les impératifs d'alimentation en eau potable de la commune de Molène. La gestion des volumes dans les différents réservoirs était donc un élément primordial à prendre en compte.

En accord avec l'exploitant Eau du Ponant, il a été décidé que le débit total sur l'ensemble des forages devrait tourner autour du mètre cube par heure. Cette valeur a été déterminée par la connaissance préalable des besoins en eau sur le réseau, des volumes stockables, des volumes stockés initiaux au démarrage de l'étude, mais aussi des capacités d'alimentation connue des forages.

La valeur de **1 m³/h sur les 2 mois de juillet et août** permettait ce compromis.

Le déroulé précis des opérations est décrit au sein du paragraphe suivant (§ II.B).

II.B MATERIELS D'ACQUISITION UTILISES

Les pompages sur les forages F1, F2 et F3 ont été réalisés à partir de l'équipement en place (pompes d'exploitation). Les cotes des pompes ne sont pas connues précisément (environ une vingtaine de mètres). Les 3 forages AEP sont équipés de compteurs volumétriques individuels, permettant d'évaluer les débits de pompage.

Le nivellement des ouvrages a été effectué à l'aide d'un GPS RTK.

Les mesures de niveaux dans les forages et piézomètres suivis ont été réalisées :

- À la sonde piézométrique manuelle,
 - o par GEOSCOP pendant les pompages par paliers,
 - o par Anthony PETTON, technicien en charge de l'exploitation des forages de l'île, pendant le pompage de longue durée et ce quotidiennement (hors week-ends).
- Par sondes immergées connectées à un boîtier d'enregistrement autonome (CNR + MAC10R Paratronic), lors des pompages par paliers et de longue durée,
 - o Sur les forages **F2, F3, Pz4, Pz6** et le **Puits Nord**.
- Par sonde immergée multiparamètres OTT CTD (niveau, conductivité, température),
 - o Sur le forage **F1**.

Ainsi 6 systèmes d'acquisition de données de longue durée ont été mis en place durant les essais. L'ensemble des contrôles effectués manuellement au cours des essais n'ont pas mis en exergue de dérives éventuelles des capteurs. Les données récupérées par ces sondes d'acquisition sont donc considérées comme fiables et ont pu faire l'objet d'interprétations.

Les pas de temps d'acquisition des données devaient permettre une précision appréciable en fonction du type d'essai mené (palier ou longue-durée), tout en gérant le stockage disponible dans les appareils (surtout valable pour les acquisitions lors du pompage de longue durée de 2 mois).

Les pas de temps choisis entre les différents appareils sont documentés dans le tableau suivant :

Paliers	Ouvrage	Appareil	Pas de temps (minutes)	Longue durée (2 mois)	Ouvrage	Appareil	Pas de temps (minutes)
	F1	OTT CTD	1		F1	OTT CTD	15
F2	Paratronic	1	F2	Paratronic	15		
F3	Paratronic	1	F3	Paratronic	15		
Pz4	Paratronic	1	Pz4	Paratronic	30		
Pz6	Paratronic	1	Pz6	Paratronic	15		
Puits Nord	Paratronic	0	Puits Nord	Paratronic	60		

Tableau 2 : pas de temps des acquisitions de données selon les ouvrages et la phase des opérations

L'ensemble des données a été destocké au bureau et a fait l'objet du traitement approprié : correction des éventuelles dérives instrumentales et élimination d'entrées erronées.



Figure 3 : matériel d'acquisition en place sur le forage F3 (Paratronic CNR + MAC10R)



Figure 4 : matériel d'acquisition en place sur le forage F1 (OTT CTD)

II.C INTERPRETATION DES POMPAGES

Un des enjeux de la réalisation des pompages par paliers est la détermination du débit critique des ouvrages. Le débit critique correspond à plusieurs définitions, les plus communément admises étant :

- débit à partir duquel le régime d'écoulement autour de l'ouvrage devient majoritairement turbulent, en opposition à un écoulement laminaire. Le passage à un écoulement turbulent est vu comme un dépassement des capacités du couple [Forage + nappe], car cet écoulement turbulent s'accompagne de vitesses de passage accrues dans les crépines, d'entraînements de particules solides dans l'ouvrage et donc potentiellement dans la pompe, ou encore de déstabilisation accélérée du milieu rocheux proches de l'ouvrage (risque d'éboulement accru, colmatage du terrain par apport de fines, etc.).
- débit à partir duquel le rabattement ne décroît plus de façon linéaire avec le débit. Cette définition, plus pratique, se place davantage du point de vue de l'exploitant, car connaître ce débit critique permet de raisonner l'exploitation du forage et de la rendre plus prévisible, en ne dépassant pas cette limite de débit critique.

Ces deux définitions du débit critique sont interdépendantes, bien qu'elles puissent offrir des résultats légèrement différents sur un même ouvrage.

La détermination du débit critique a été réalisée selon la méthode de calcul des pertes de charges linéaires et quadratiques de Jacob (méthode en œuvre sur le logiciel OUAIP du BRGM).

Les pertes de charge peuvent être traduites par la formule suivante :

$$\Delta s = BQ + CQ^2$$

Avec :

- Δs = rabattement
- Q = Débit de pompage
- B = Coefficient caractérisant les pertes de charge linéaires, dues majoritairement aux écoulements laminaires dans le milieu poreux,
- C = Coefficient caractérisant les pertes de charge quadratiques, dues majoritairement aux écoulements turbulents dans les équipements (venues d'eau très localisées via une fracture, crépines, tubages).

La détermination du débit critique de chaque ouvrage a servi à déterminer le partage des débits entre les 3 ouvrages lors du pompage de longue durée.

III. MISE EN ŒUVRE OPERATIONNELLE

La mise en œuvre effective a eu lieu suivant la chronologie suivante :

Type	Date	Objet	Détails de l'intervention
	➤ 19 juin 2023 :	Installation	Arrivée sur l'île. Prise d'informations sur les ouvrages (niveaux, profondeurs, nivellement GPS RTK). Pose et paramétrage des appareils d'acquisition des données.
Pompages par paliers	➤ 20 juin 2023 :	Forage F3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 9h22 – 10h22 : Palier 1 à 0,2 m³/h ➤ 10h22 – 11h22 : Repos de 1h ➤ 11h22 – 12h22 : Palier 2 à 0,552 m³/h ➤ 12h25 – 13h25 : Repos de 1h ➤ 13h25 – 14h25 : Palier 3 à 0,9 m³/h ➤ 14h25 – 15h25 : Repos de 1h ➤ 15h25 – 16h25 : Palier 4 à 2,2 m³/h ➤ 16h25 – 17h25 : Repos de 1h ➤ 17h25 – 17h56 : Palier 5 à 4,7 m³/h
	➤ 21 juin 2023 :	Forage F2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 9h05 – 10h05 : Palier 1 à 0,18 m³/h, ➤ 10h05 – 11h05 : Repos, ➤ 11h05 – 12h05 : Palier 2 à 0,9 m³/h, ➤ 12h05 – 13h05 : Repos, ➤ 13h05 – 13h30 : Palier 3 à 1,44 m³/h, ➤ 13h30 : Arrêt pompage pour cause de dénoyage de la pompe.
	➤ 22 juin 2023 :	Forage F1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 7h40 – 8h40 : Palier 1 à 0,7 m³/h, ➤ 8h40 – 9h40 : Repos, ➤ 9h40 – 10h40 : Palier 2 à 1,44 m³/h, ➤ 10h40 – 11h40 : Repos, ➤ 11h40 – 12h40 : Palier 3 à 3,3 m³/h, ➤ 12h40 – 13h40 : Repos, ➤ 13h40 – 14h40 : Palier 4 à 4,8 m³/h, ➤ 14h40 : Arrêt pompage et suivi de la remontée <ul style="list-style-type: none"> ➤ Réglage des appareils d'acquisition pour le pompage longue durée, ➤ Réglage des débits de pompage pour le longue-durée : <ul style="list-style-type: none"> ○ F1 : 0,580 m³/h, ○ F2 : 0,180 m³/h, ○ F3 : 0,222 m³/h

Pompage longue durée	➤ 20 juin 2023 :	Début Longue Durée	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 11h : Lancement du pompage de Longue Durée. ➤ 1ers prélèvements pour analyses qualitatives.
	➤ 27 juillet 2023	Coupure F2	<p>Observation de la baisse régulière et soutenue du niveau dans F2 malgré le faible débit de pompage. Décision de couper le pompage avant le week-end, en vue d'éviter un dénoyage de la pompe.</p>
	➤ 2 août 2023	Réajustement débit F3	<p>Coupure effective de F2 : 15h30 11h15 : Réajustement du débit sur F3, pour tenir compte de la coupure de F2.</p>
	➤ 28 août 2023	Fin du Longue-Durée	<p>Nouveau débit F3 = 0,430 m³/h Prélèvement pour analyse sur les 3 forages (remise en route de F2 le temps du prélèvement pour analyses qualitatives).</p> <p>14h30 : Fin du longue durée (2 mois et 1 jour).</p>
	➤ 26 septembre 2023	Désinstallation	Désinstallation du matériel d'acquisition

Tableau 3 : déroulé des opérations de pompage

IV. RESULTATS ET INTERPRETATION DES POMPAGES D'ESSAIS

IV.A POMPAGES PAR PALIERS

IV.A.1 ESSAIS PAR PALIERS SUR F1

IV.A.1.1 Résultats des observations

Les pompages sur F1 ont eu lieu le 22 juin 2023.

Pour rappel, le planning de pompage est décrit dans le paragraphe § III.

Le niveau statique a été mesuré le 19/06/2023 à $N_s = -6,62$ m/sol (mètres par rapport au sol).

De par sa proximité, le forage F2 et le piézomètre Pz6 ont été choisis en guise de piézomètres de surveillance de l'influence du pompage sur F1 (respectivement environ 85 mètres et 200 m de distance à F1).

Malgré leur proximité, **les niveaux observés sur ces deux ouvrages distants n'ont présenté aucun rabattement suite aux pompages sur F1.**

	Débit moyen (m ³ /h)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
	0,0	0,00	-
Palier 1	0,7	0,03	23,3
Palier 2	1,44	0,07	20,57
Palier 3	3,33	0,15	22,2
Palier 4	4,8	0,245	19,59

Tableau 4 : Synthèse des résultats des pompages par paliers sur F1

Les résultats des relevés sont les suivants :

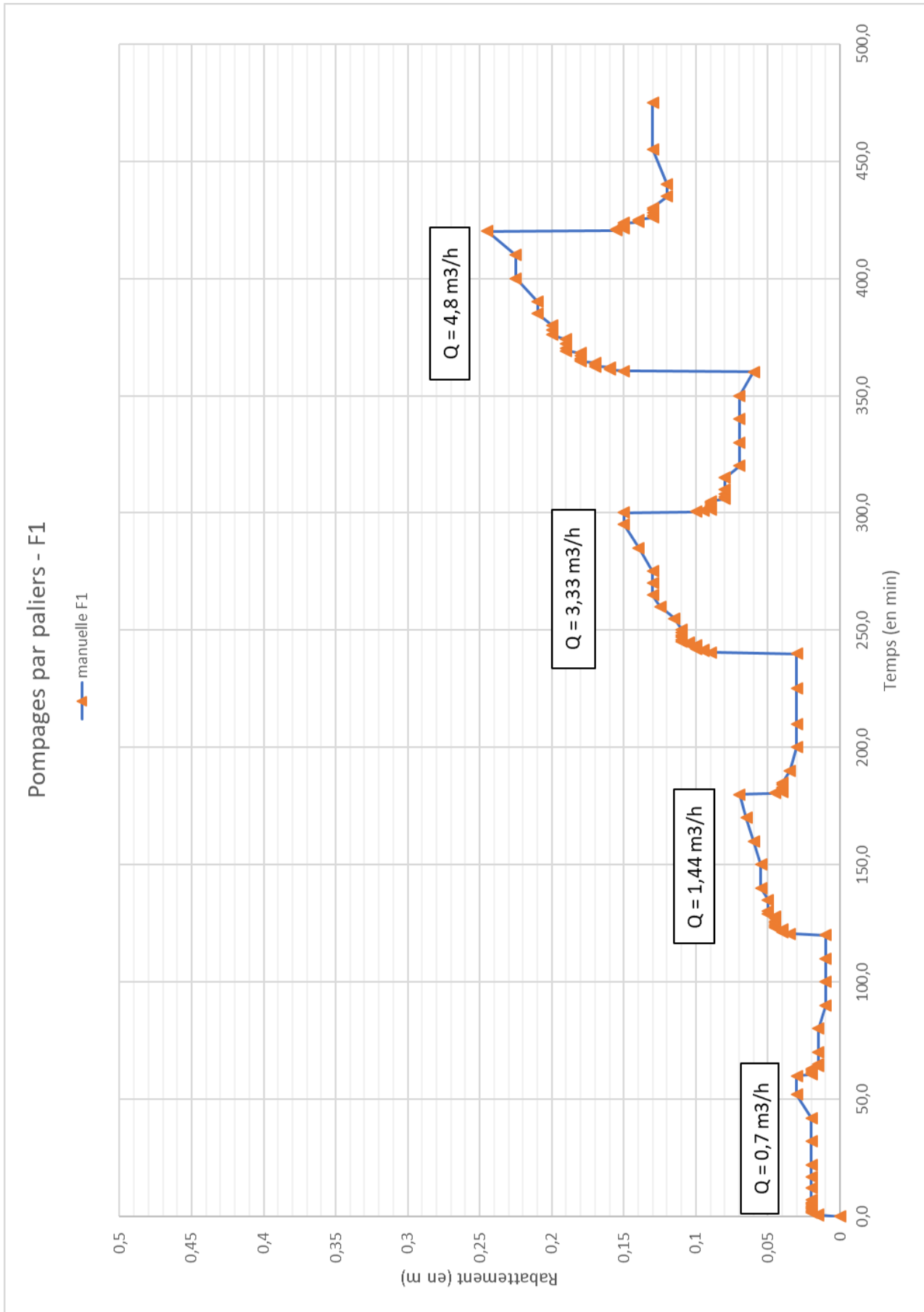


Figure 5 : Niveaux manuels des pompages par paliers sur F1

IV.A.1.2 Analyse et interprétation

La fiche ci-dessous rend compte de l'interprétation numérique de l'essai :

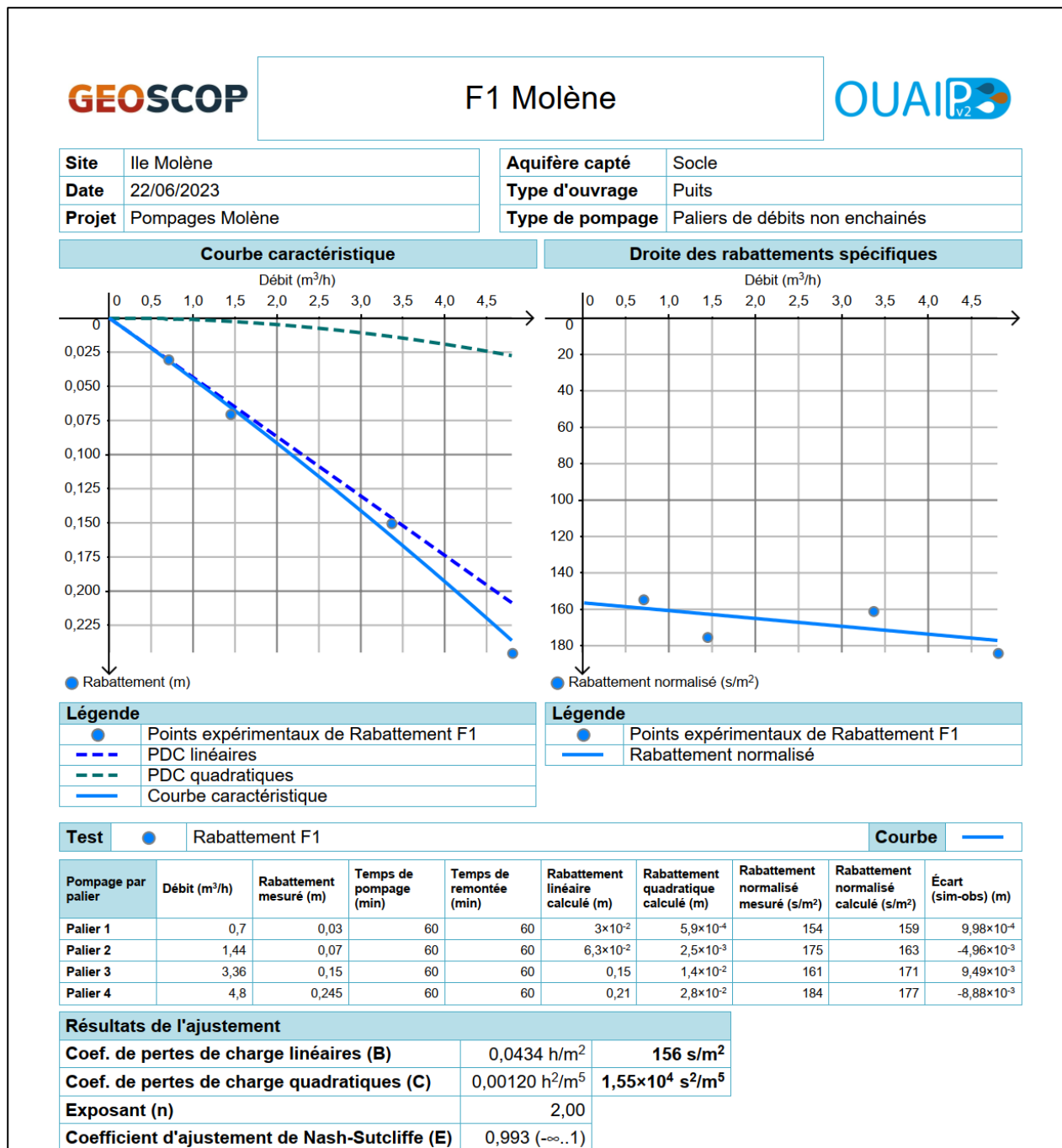


Figure 6 : Graphiques et résultats d'interprétations issus des essais par paliers F1 (logiciel OUAIP - BRGM)

Par interprétation des pompages d'essai, les deux coefficients B et C ont donc pour valeur :

B = 156 s/m² (soit 0,022 m pour 5 m³/h),
C = 155 000 s²/m⁵ (soit 0,03 m pour 5 m³/h).

Les pertes de charges linéaires sont très faibles, révélant une certaine productivité de la part de l'aquifère. Les données issues du dossier BSS de l'ouvrage (n°BSS000VEUW) confirment ces résultats, puisque le débit au soufflage avait été évalué à 40 m³/h.

Les pertes de charges quadratiques sont également faibles. Ces résultats sont pondérés par le fait que le débit maximal offert par l'équipement d'exploitation (environ 5 m³/h) ne permet pas de solliciter l'aquifère aux limites de ses capacités.

Le débit critique est ainsi évalué à 36,28 m³/h selon la méthode de Jacob (débit à partir duquel $BQ < CQ^2$).

Malgré ces résultats encourageants, l'observation qualitative des données et des courbes de rabattement (Figure 5 page 16) montre une évolution linéaire des rabattements en fonction du temps de pompage, et ce même pour les débits les plus faibles. Cela est communément synonyme de l'atteinte d'une limite d'alimentation de l'aquifère. Ici, on comprend que cette limite est très vite atteinte de par la faible épaisseur et de la faible étendue latérale de l'aquifère.

IV.A.2 ESSAIS PAS PALIERS SUR F2

IV.A.2.1 Résultats des observations

Les pompages sur F2 ont eu lieu le 21 juin 2023.
Pour rappel, le planning de pompage est décrit dans le paragraphe § III.

Le niveau statique a été mesuré le 19/06/2023 à $N_s = -6,27$ m/sol (mètres par rapport au sol).

Le forage F1, ainsi que le piézomètre Pz6 ont été suivis en priorité pour mesurer l'éventuelle influence du pompage sur F2 (distances respectives : 80 et 130 m de distance à F2).

Aucun rabattement notable n'a pu être mesuré sur ces deux ouvrages distants, malgré leur proximité.

Le 3^e palier de pompage à 1,44 m³/h n'a pas été amené à son terme prévu de 1 heure. En cause, un possible dénoyage des crépines de la pompe. Le niveau approchant la cote $Niv_{piezo} = -9,15$ m/sol, un bruit d'aspiration d'air émanant de la pompe et une stabilisation inattendue du niveau d'eau se sont produits après 18 minutes de pompage.

Selon les dires du personnel en charge de l'exploitation, la cote approximative de la pompe avoisinerait les 20 mètres de profondeur par rapport au sol.

Or, ce qu'il s'est produit au cours du 3^e pallier de pompage semblerait indiquer une cote plus proche des 10 mètres de profondeur.

	Débit moyen (m ³ /h)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
	0,0	0,00	-
Palier 1	0,18	0,37	0,49
Palier 2	0,9	2,53	0,36
Palier 3	1,44	2,82*	-

* pompage arrêté après 18 min

Tableau 5 : Synthèse des résultats des pompages par paliers sur F2

Les résultats des relevés sont les suivants :

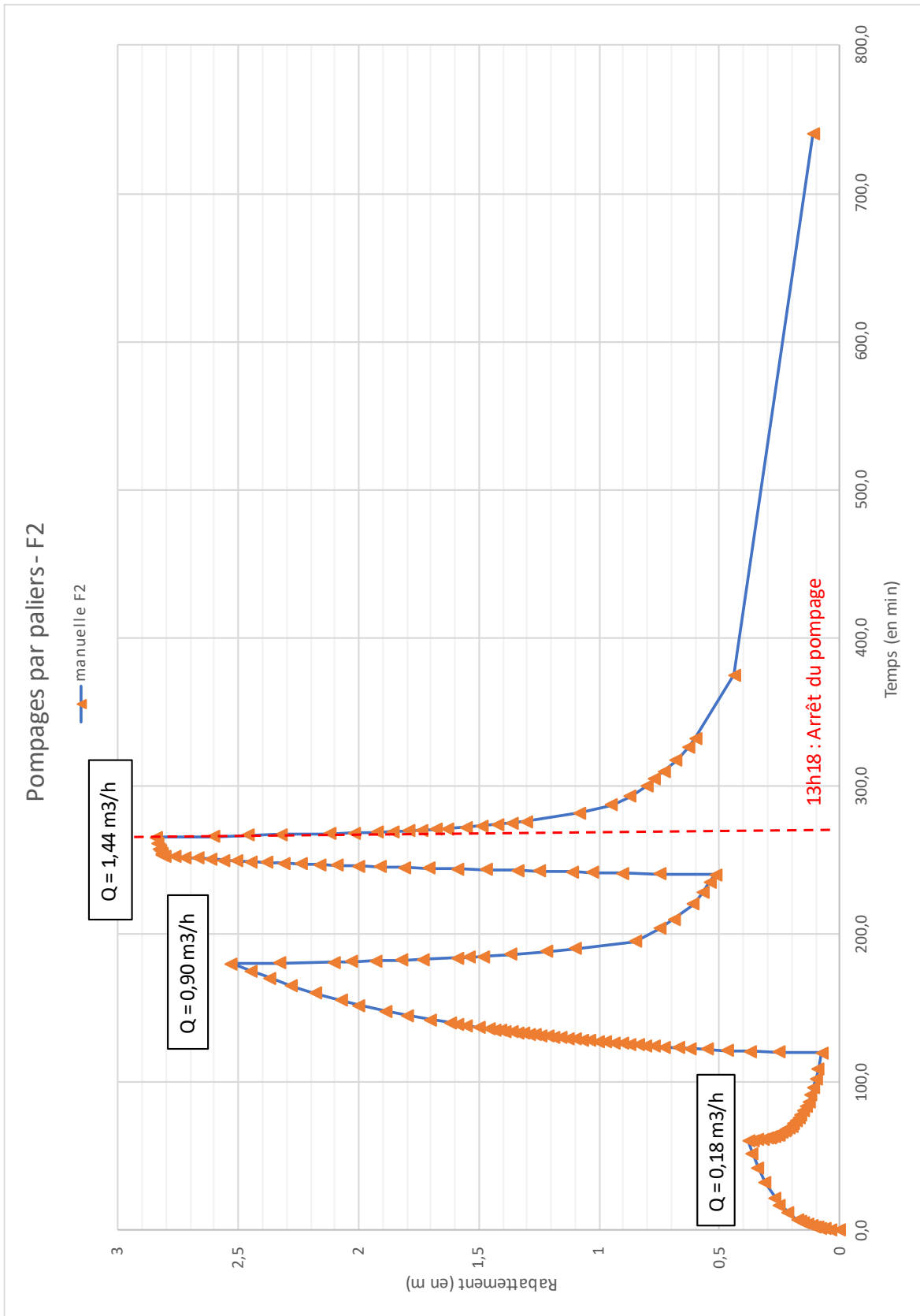


Figure 7 : Niveaux manuels des pompages par paliers sur F2

IV.A.2.2 Analyse et interprétation

L'arrêt prématuré du 3^e palier de pompage à 1,44 m³/h rend l'interprétation compliquée. Il a donc été décidé d'estimer le rabattement théorique qui aurait été induit sur F2 sans cet arrêt prématuré. Nous estimons que les niveaux évoluaient plus ou moins de façon linéaire au cours du pompage (ce qui est déjà en soit synonyme d'un dépassement des capacités du forage). Selon ce principe, le rabattement après 60 min de pompage a donc été extrapolé à r = 7,00 m.

La fiche ci-dessous rend compte de l'interprétation numérique de l'essai :

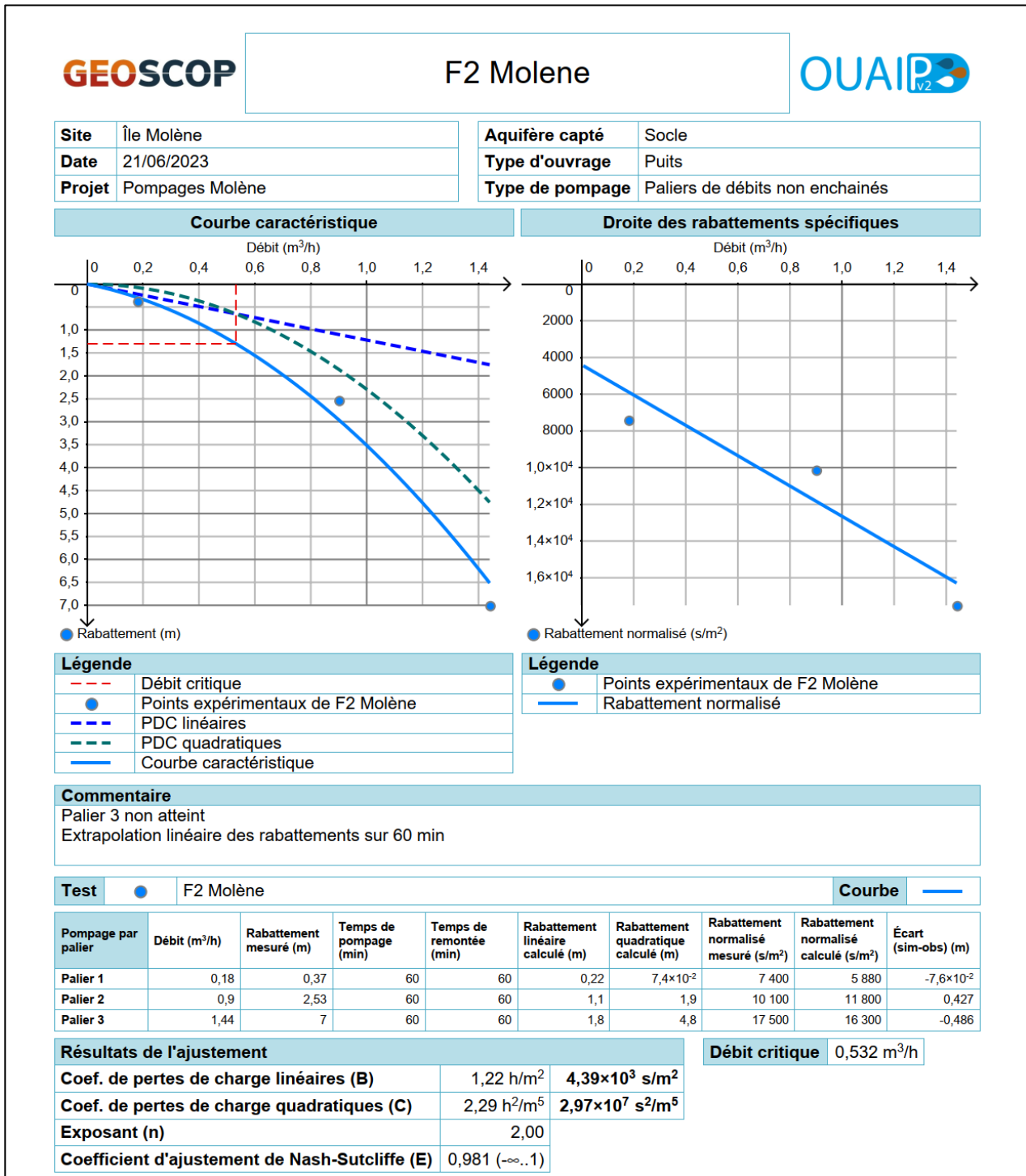


Figure 8 : Graphiques et résultats d'interprétations issus des essais par paliers F2 (logiciel OUAIP - BRGM)

Par interprétation des pompages d'essai, les deux coefficients B et C ont pour valeur :

B = 4 390 s/m² (soit 1,22 m pour 1 m³/h),
C = 2,97.10⁷ s²/m⁵ (soit 2,294 m pour 1 m³/h).

Les pertes de charges linéaires sont bien plus élevées que sur les autres forages. Les attentes vis-à-vis de ce forage étaient en effet limitées, au vu des données disponibles sur le débit à la foration (1 m³/h au soufflage).

Les pertes de charges quadratiques sont également élevées.

Le régime turbulent est très vite atteint sur cet ouvrage, en témoigne le point critique à partir duquel $BQ < CQ^2$, estimé ici à environ $Q_{\text{critique}} = 0,53 \text{ m}^3/\text{h}$.

Cependant, même à débit inférieur (palier 1 à 0,180 m³/h), le rabattement induit n'a jamais semblé se stabiliser pendant l'heure de pompage. La détermination du débit critique selon sa définition de « débit en-dessous duquel les rabattements suivent une tendance logarithmique » n'est donc pas vraiment atteinte ici, et ce même pour des débits faibles.

IV.A.3 ESSAIS PAR PALIERS SUR F3

IV.A.3.1 Résultats des observations

Les pompages sur F3 ont eu lieu le 20 juin 2023.

Pour rappel, le planning de pompage est décrit dans le § III.

Le niveau statique a été mesuré le 19/06/2023 à $N_s = -3,675 \text{ m/sol}$ (mètres par rapport au sol).

De par sa proximité, le piézomètre Pz4 a été choisi en guise de piézomètres de surveillance de l'influence du pompage sur F3 (respectivement environ 80 mètres de distance à F3).

Malgré leur proximité, **le niveau observé sur Pz4 n'a pas varié pendant les pompages sur F3.**

	Débit moyen (m ³ /h)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)
	0,0	0,00	-
Palier 1	0,2	0,06	3,33
Palier 2	0,55	0,24	2,29
Palier 3	0,9	0,40	2,25
Palier 4	2,2	1,11	1,98
Palier 5	4,7	2,53	1,86

Tableau 6 : Synthèse des résultats des pompages par paliers sur F3

Les résultats des relevés sont les suivants :

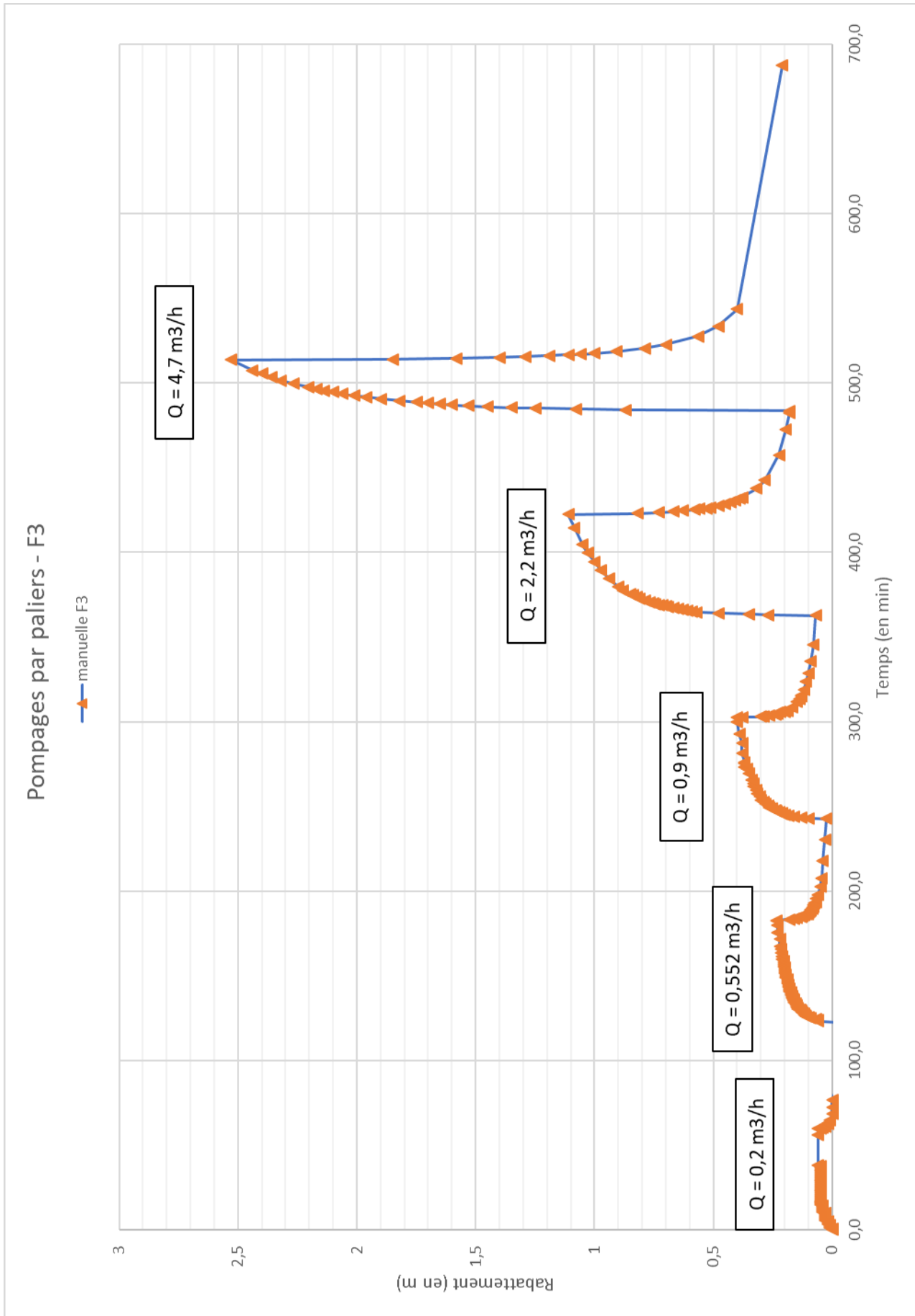


Figure 9 : Niveaux manuels des pompages par paliers sur F3

IV.A.3.2 Analyse et interprétation

La fiche ci-dessous rend compte de l'interprétation numérique de l'essai :

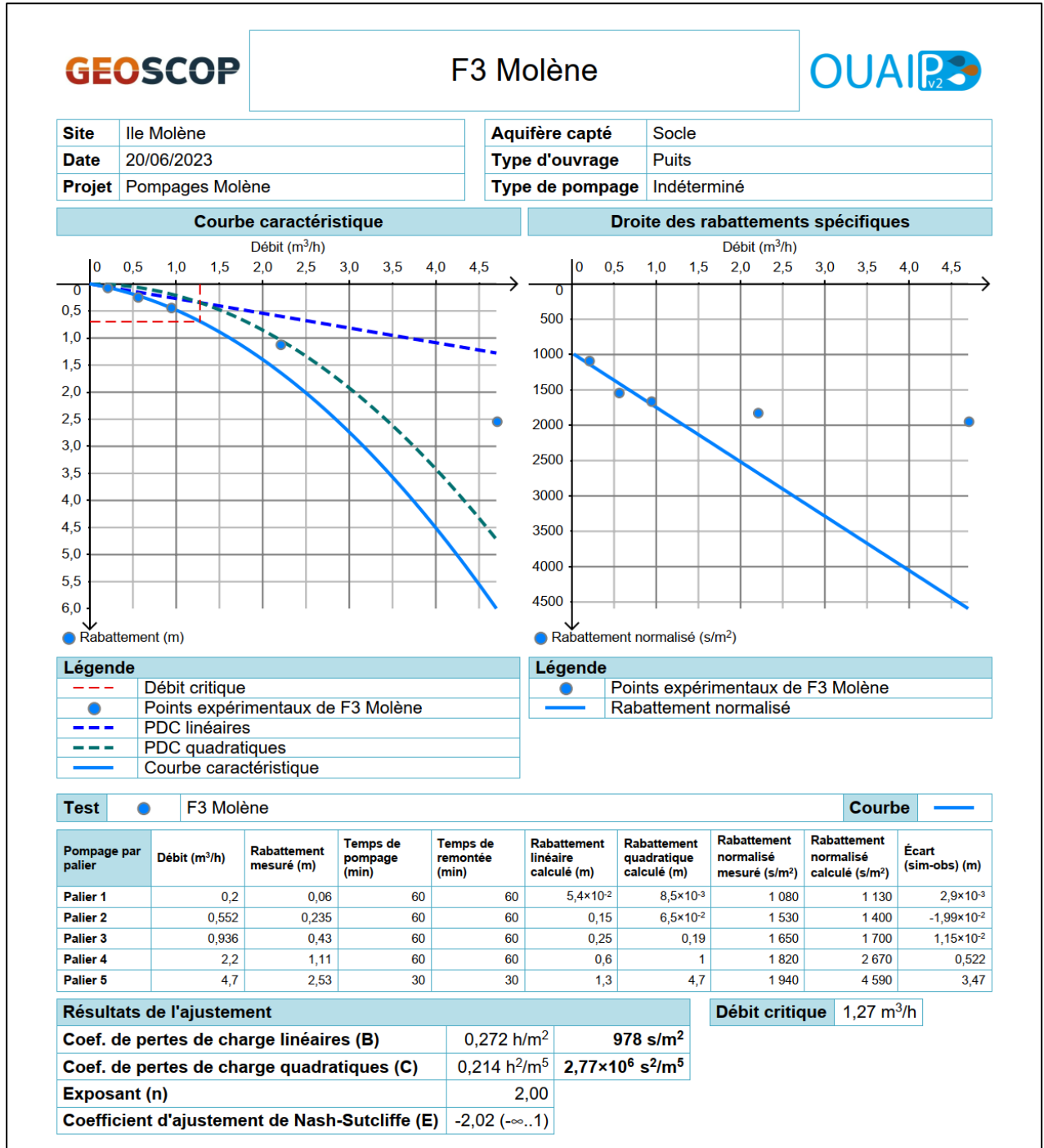


Figure 10 : Graphiques et résultats d'interprétations issus des essais par paliers F3 (logiciel OUAIP - BRGM)

Par interprétation des pompages d'essai, les deux coefficients B et C ont donc pour valeur :

B = 978 s/m² (soit 0,272 m pour 1 m³/h),
C = 2,77.10⁶ s²/m⁵ (soit 0,214 m pour 1 m³/h).

Les pertes de charges linéaires sont supérieures à F1 mais tout de même largement inférieures à F2, révélant une certaine productivité de la part de l'ouvrage. Les données issues du dossier BSS de l'ouvrage (n°BSS000VEUY) évoquaient un débit à la foration de 4 m³/h, montrant que cet ouvrage est plus productif que F2, tout en étant loin de F1.

Les pertes de charges quadratiques restent élevées, et témoignent de la faible réalimentation de l'ouvrage par les fractures recoupées.

Le débit critique est ainsi évalué à 1,27 m³/h selon la méthode de Jacob (débit à partir duquel $BQ < CQ^2$).

Les rabattements au cours des paliers de débit semblent suivre une tendance logarithmique sur les 3 premiers paliers de pompage (de 0,2 à 0,9 m³/h), portant à croire que le débit critique se situerait au-delà de ces débits. Ces observations sont donc plutôt en accord avec la précédente détermination du débit critique par la méthode de Jacob.

IV.B POMPAGE D'ESSAI LONGUE DUREE SIMULTANE SUR LES 3 FORAGES

IV.B.1 PRECISIONS SUR LE MODE OPERATOIRE

Pour rappel, les pompages d'essai longue durée ont eu lieu :

- du 27 juin 2023 à 11h00 jusqu'au 28 août 2023 à 14h30 pour la phase de pompage (à globalement 1 m³/h réparti sur les trois forages),
- du 28 août 2023 au 27 septembre pour la phase de remontée.

La répartition des débits dans les 3 forages était initialement la suivante :

- **F1 : 0,580 m³/h,**
- **F2 : 0,180 m³/h (du 27/06 au 27/07),**
- **F3 : 0,222 m³/h (du 02/08 au 28/08).**

Pour un débit total avoisinant 1 m³/h.

Aucun incident n'a été détecté durant le déroulé des pompages de longue durée tout au long des 2 mois : pas de coupure électrique, fluctuation trop importante du débit des pompes, etc..

Cas particulier de F2 puis réajustement du débit pompé :

Au vu du niveau critique atteint sur F2 lors des essais par paliers ($Niv_{piezo} = -9,15$ m/sol), interprété comme un dénoyage de la crépine de la pompe d'exploitation en place, l'attention a été portée sur le non dépassement du rabattement induit sur ce forage.

Pour résultat, le pompage sur F2 a donc dû être interrompu le 27 juillet 2023. Les débits alors soustraits à F2 (0,180 m³/h) ont donc ensuite été reportés sur le forage F3 (passant ainsi de 0,222 m³/h à 0,430 m³/h).

IV.B.2 RESULTATS DES RABATTEMENTS OBSERVES AUX FORAGES

Les graphiques ci-dessous indiquent l'évolution de la piézométrie sur les 3 forages objets des essais.

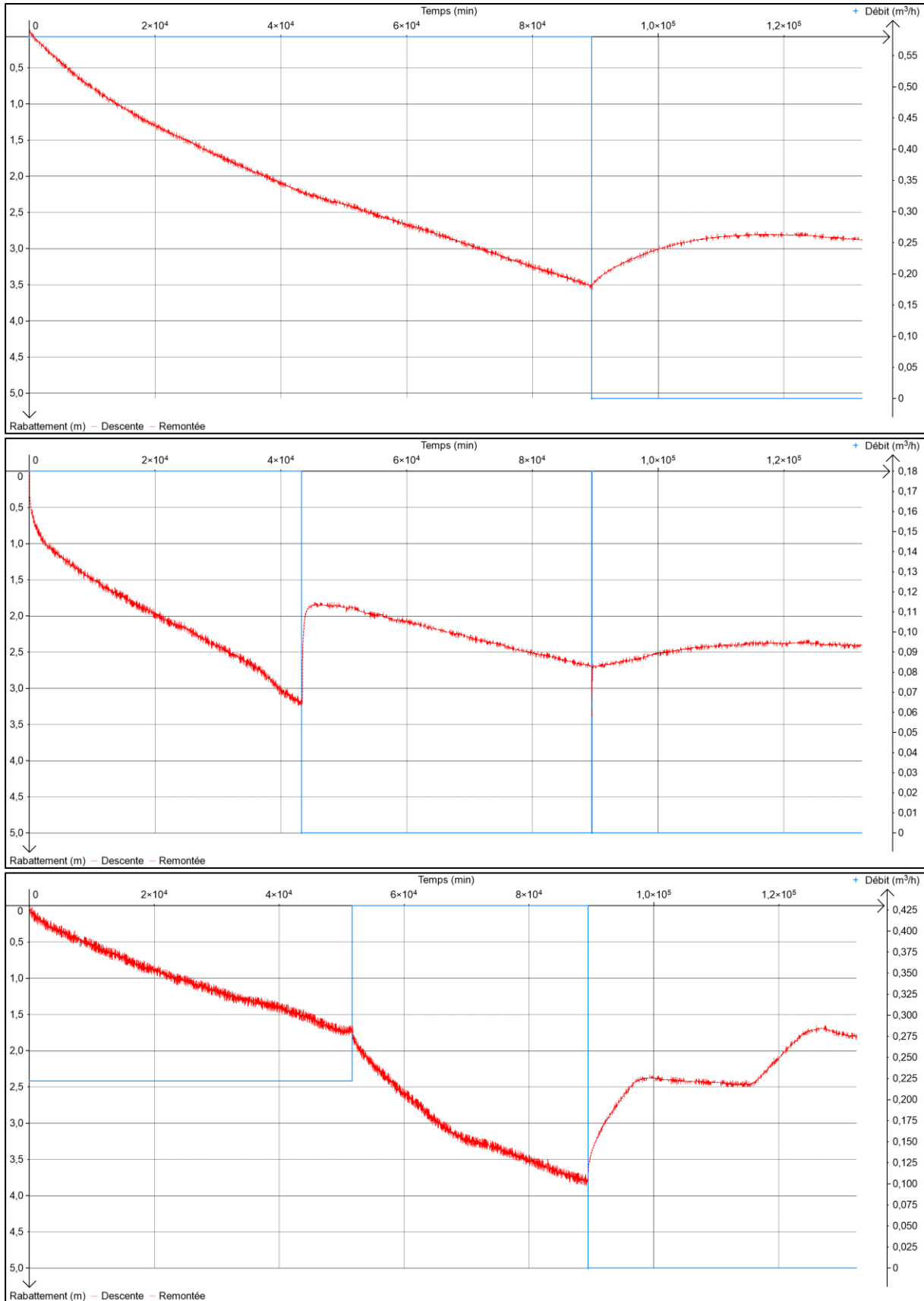


Figure 11 : visualisation des rabattements sur les pompages de longue durée F1, F2 et F3 (de haut en bas)

La partie suivante traite en détail des résultats sur chacun des forages.

IV.B.2.1 Interprétation des rabattements sur F1

La Figure 12 montre que le rabattement observé au forage F1 pendant le pompage de longue-durée évolue selon une tendance globalement linéaire. On semble distinguer une tendance logarithmique entre le début du pompage et une date correspondant approximativement à celle du réajustement du débit de pompage de F3 (suite à l'arrêt de F2). Après ce réajustement, les rabattements sur F1 évoluent de façon clairement linéaire. Rappelons que le « réajustement » des débits de pompage suite à l'arrêt de F2 n'ont pas vu le débit de pompage cumulé augmenter par rapport au début. Le réajustement a eu lieu de manière à conserver toujours 1 m³/h sur l'ensemble des 3 forages.

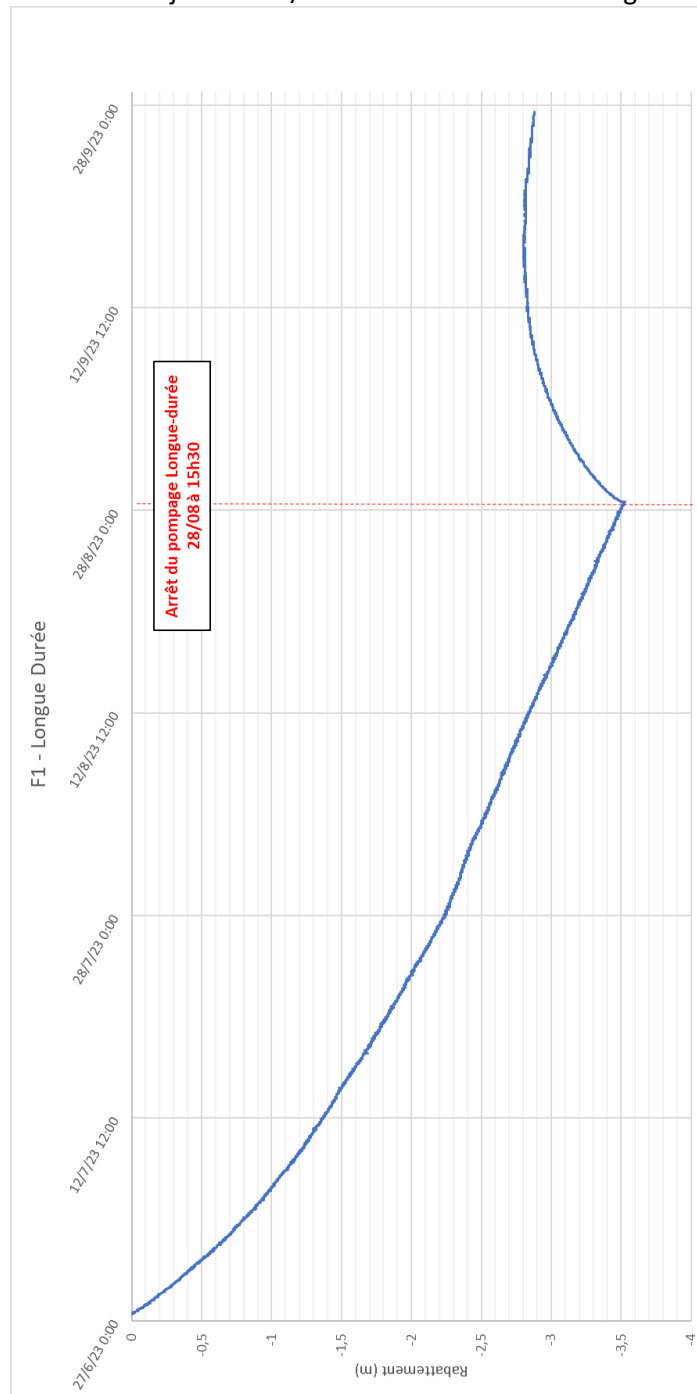


Figure 12 : rabattement F1 - Pompage longue-durée

Pour confronter les résultats obtenus ici avec ceux disponibles dans le rapport A18067 d'ANTEA : ANTEA avait mesuré une évolution linéaire du rabattement lors d'un pompage longue-durée à 1,5 m³/h, puis un décrochement brutal du niveau d'eau avait été observé après une reprise de pompage à 3 m³/h. Les débits employés dans le cadre de cette précédente étude ne sont donc pas comparables.

Dans un aquifère non limité, un régime dit « permanent » s'installe, avec une stabilisation du rabattement autour d'une cote. La courbe des rabattements en fonction du temps prend alors une forme logarithmique.

L'absence de comportement logarithmique tend à montrer le caractère limité de l'aquifère contenu dans le socle granitique de Molène et son horizon altéré en surface.

La limitation de l'aquifère dans le plan horizontal se comprend par le caractère insulaire du réservoir, limité de part et d'autre par l'océan.

La limitation dans le plan vertical s'interprète davantage au regard des connaissances hydrogéologiques. L'étude ANTEA A12406 (suivi géologique en cours de foration) a montré l'existence d'un horizon altéritique de forte porosité au droit du forage F1, composé de galets et sables argileux. ANTEA supposait alors qu'une importante réserve d'eau était disponible dans cet horizon. Néanmoins, une fois épuisée, l'horizon fracturé ne permettait pas un apport suffisant (pompage à 1,5 m³/h pendant plus de 2 mois).

Le forage F1 ne présente pas de pertes de charges majeures lors des « essais de puits » (pompages courts), témoignant de la bonne réalisation de l'ouvrage et du bon choix des équipements (tubages, positionnement et ouverture des crépines). Cependant, les essais de nappes (pompages longs) montrent les limites de la ressource en eau souterraine.

Les rabattements mesurés sur F1 ont fait l'objet d'une interprétation selon le modèle de THEIS. Les hypothèses de ce modèle sont les suivantes : nappe captive, homogène, isotrope, infinie, d'épaisseur constante, puits parfait (crépine sur toute la hauteur et équipements n'induisant pas de perte de charge). Ces hypothèses sont loin d'être applicables dans le cas présent, nous situant dans le cas d'une nappe libre, comportant des hétérogénéités, probablement des limites étanches relativement proches et une épaisseur finie. Néanmoins, il est possible d'approcher le comportement du rabattement observés en introduisant des facteurs correctifs (effet de capacité, effet de limite).

Le résultat de cette interprétation est rendu disponible via la fiche OUAIP en Figure 13 ci-après :

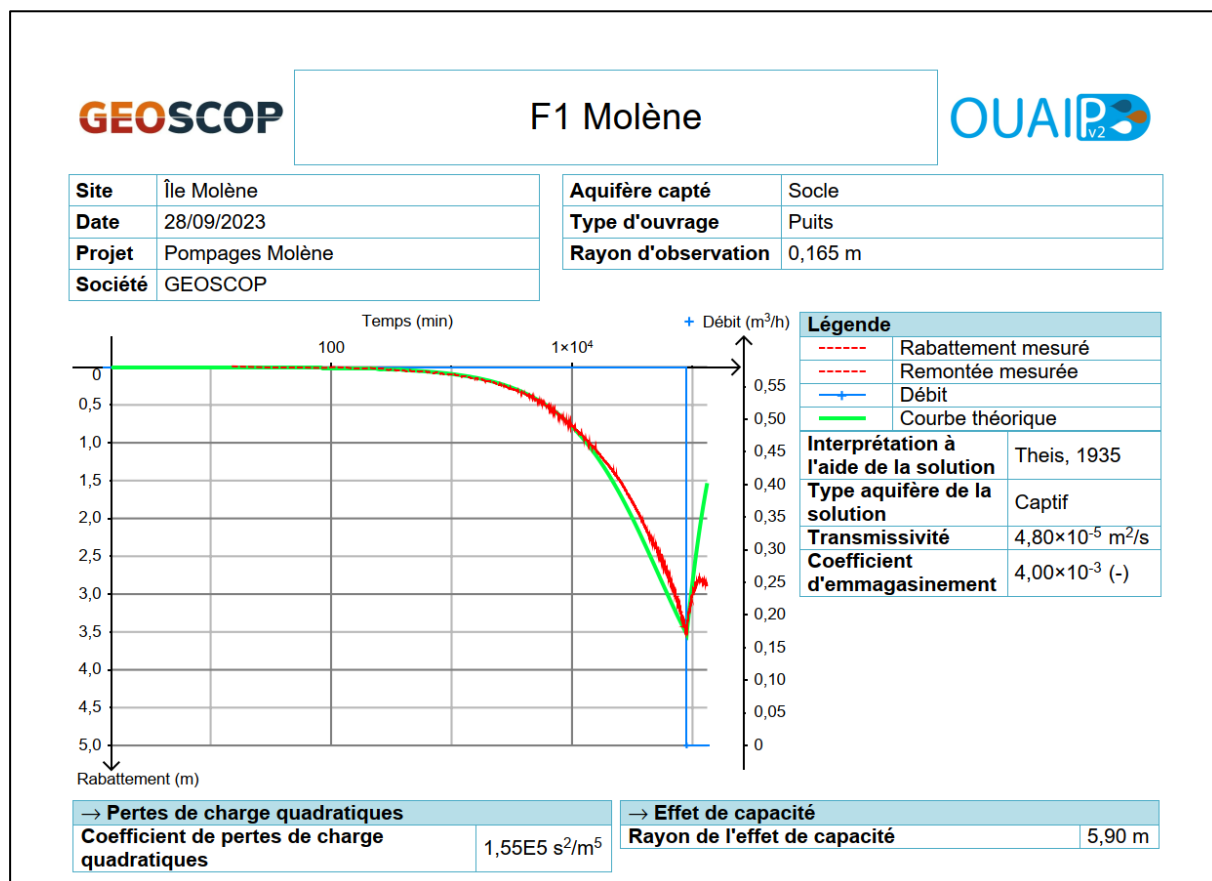


Figure 13 : interprétation du rabattement sur F1 selon le modèle de THEIS - logiciel OUAIP (BRGM)

L'interprétation se focalise sur la partie logarithmique de la courbe de rabattement, soit environ les 10 000 premières minutes de pompage.

Les paramètres hydrodynamiques obtenus par le calage sont les suivants :

- Transmissivité : $4,80 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$
- Coefficient d'emmagasinement : $4,00 \cdot 10^{-3}$
- Effet de capacité : rayon = 5,90 m

Les paramètres aboutissant à ce calage ne comportent une signification physique que très limitée, premièrement du fait que les hypothèses du modèle employé ne correspondent pas strictement au contexte étudié. De plus, les effets appliqués pour coller au rabattement mesuré, comme l'effet de capacité, ne correspondent pas non plus à une réalité observée.

IV.B.2.2 Interprétation des rabattements sur F2

La Figure 14 rapporte les rabattements en fonction du temps lors du pompage de longue-durée sur le forage F2.

Il apparaît que, malgré le débit de pompage minimale employé (ouverture de la vanne au minimum, donnant un débit d'environ 0,180 m³/h), les niveaux ne semblent jamais se stabiliser après un temps donné. L'évolution du rabattement est purement linéaire, un rythme moyen proche de 10 cm/jour.

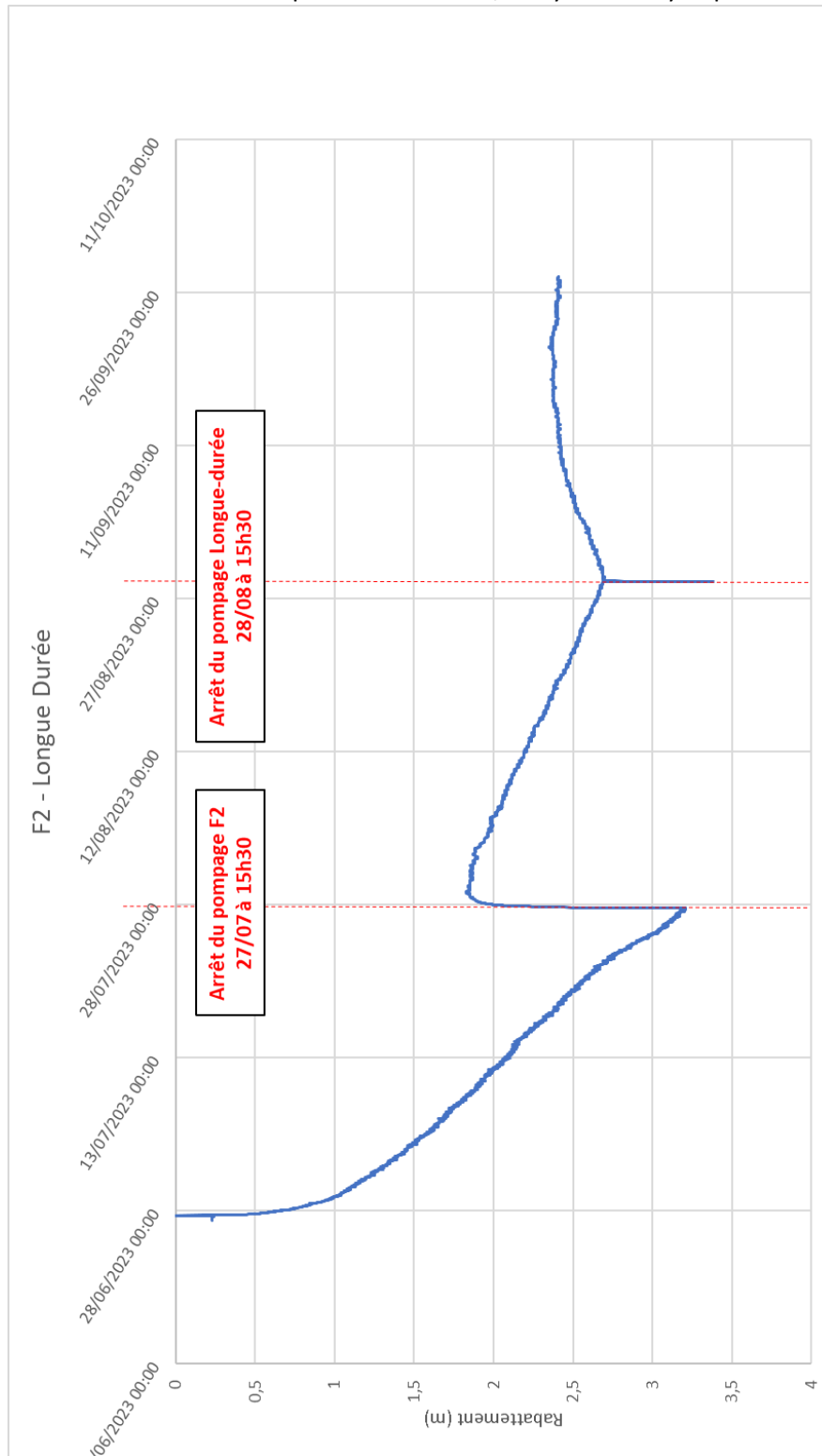


Figure 14 : rabattement F2 - Pompage longue-durée

Une tendance légèrement logarithmique s'observe pendant environ 3 jours, avant de passer sur une tendance linéaire à -7 cm/jour de rabattement. À partir du 23/07 environ, le rabattement passe à un rythme accéléré de -9 cm/jour. C'est ce qui a mené à l'arrêt du pompage sur F2, craignant un dénoyage de la pompe, comme ce qui avait été supposément observé pendant les paliers.

L'interprétation du pompage par un modèle mathématique de THEIS ne peut que s'effectuer sur les 3 premiers jours de pompage, avec toutes les incertitudes que cela comporte (non applicabilité des hypothèses associées au modèle).

Cette interprétation mathématique ne représente que la partie logarithmique du comportement de F2, et n'a pas vocation à permettre une quelconque simulation du comportement du forage.

Les paramètres en entrée de ce modèle n'ont ainsi pas vraiment de réalité physique pour appuyer leur choix. Cette modélisation est visible en Figure 15 ci-dessous.

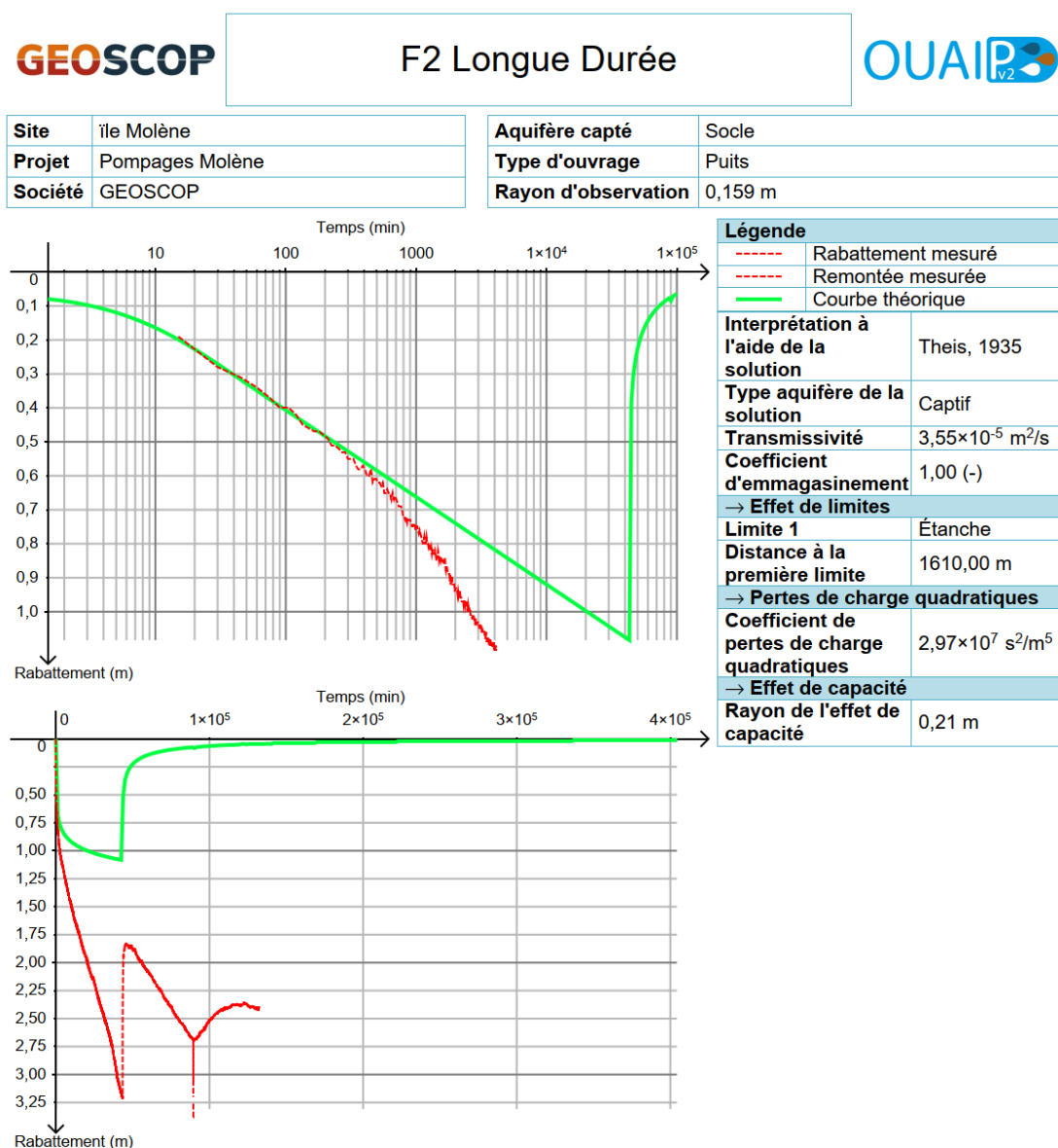


Figure 15 : interprétation du rabattement sur F2 selon le modèle de THEIS - logiciel OUAIP (BRGM)

Aucune donnée interprétative n'a ainsi pu être calculée sur cet ouvrage.

IV.B.2.3 Interprétation des rabattements sur F3

La Figure 16 présente l'évolution du rabattement observé sur F3 en fonction du temps de pompage. Ce graphique a été mis en regard de la pluviométrie journalière sur l'île. Cette donnée a été ajoutée pour tenter d'expliquer la présence d'un comportement singulier observé lors de la remontée des niveaux.

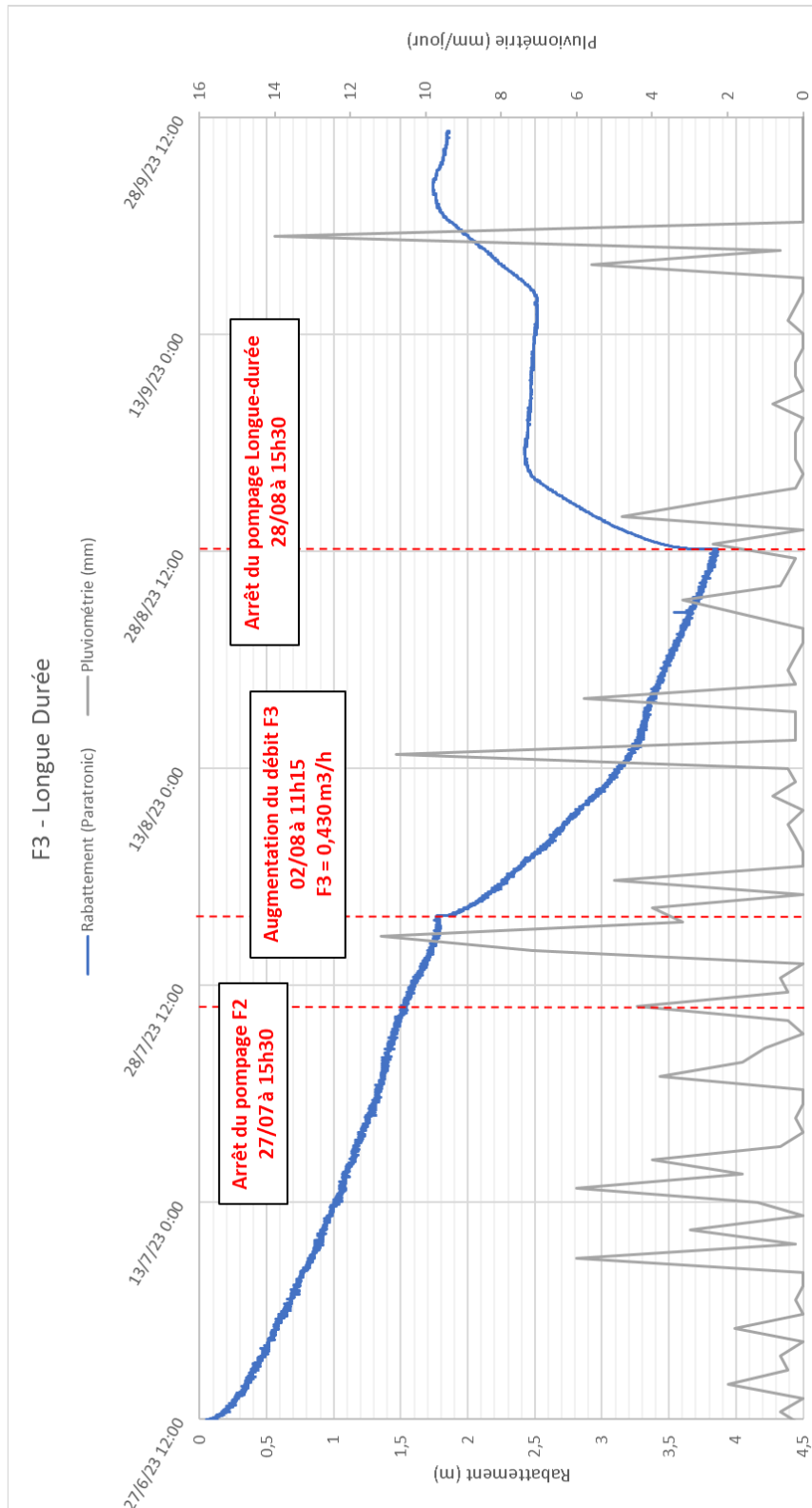


Figure 16 : rabatement F3 - Pompage longue-durée

La remontée des eaux s'est en effet effectuée en deux temps, avec tout d'abord une remontée du niveau d'environ 1,40m entre le 28/08 et le 04/09, suivie d'une stagnation du niveau autour des 2,5 m de rabattement. Une deuxième phase de remontée a lieu à partir du 15/09 jusqu'au 23/09. Les précipitations survenues sur cette période (20 mm cumulés du 14 au 20 septembre) pourraient expliquer cette « deuxième remontée ».

En dehors de ce phénomène observé, les précipitations semblent avoir une influence ténue sur le rabattement en cours de pompage. On observe toutefois une corrélation entre les plus forts épisodes pluvieux et une diminution du rabattement sur F3 . Ce ralentissement est donc probablement dû à la réalimentation lors de cet épisode pluvieux du 11 au 18 août.

F3 porte des caractéristiques proches de F1 et F2, à savoir un rabattement qui s'accroît linéairement avec le temps , après un début de pompage montrant un faible comportement logarithmique.

On observe ainsi plusieurs tendances linéaires en fonction du débit de pompage. Aucune chute brutale du niveau n'a été observée, et globalement les rabattements se sont montrés relativement maîtrisés et prédictibles tout au long du pompage.

Encore une fois, l'aquifère est soupçonné de montrer des limites très franches d'alimentation, une fois le principale réservoir épuisé (probablement la couche altérée superficielle du substratum granitique).

L'interprétation proposée à partir du modèle de THEIS tient compte essentiellement des premières minutes de pompage (tendance logarithmique), ainsi que du rabattement final observé par pompage, pour proposer un modèle qui ait une portée prédictive dans le cadre d'un pompage de longue-durée (à débit similaire).

Les paramètres du modèle sont exposés au sein de la fiche d'interprétation OUAIP en Figure 17.

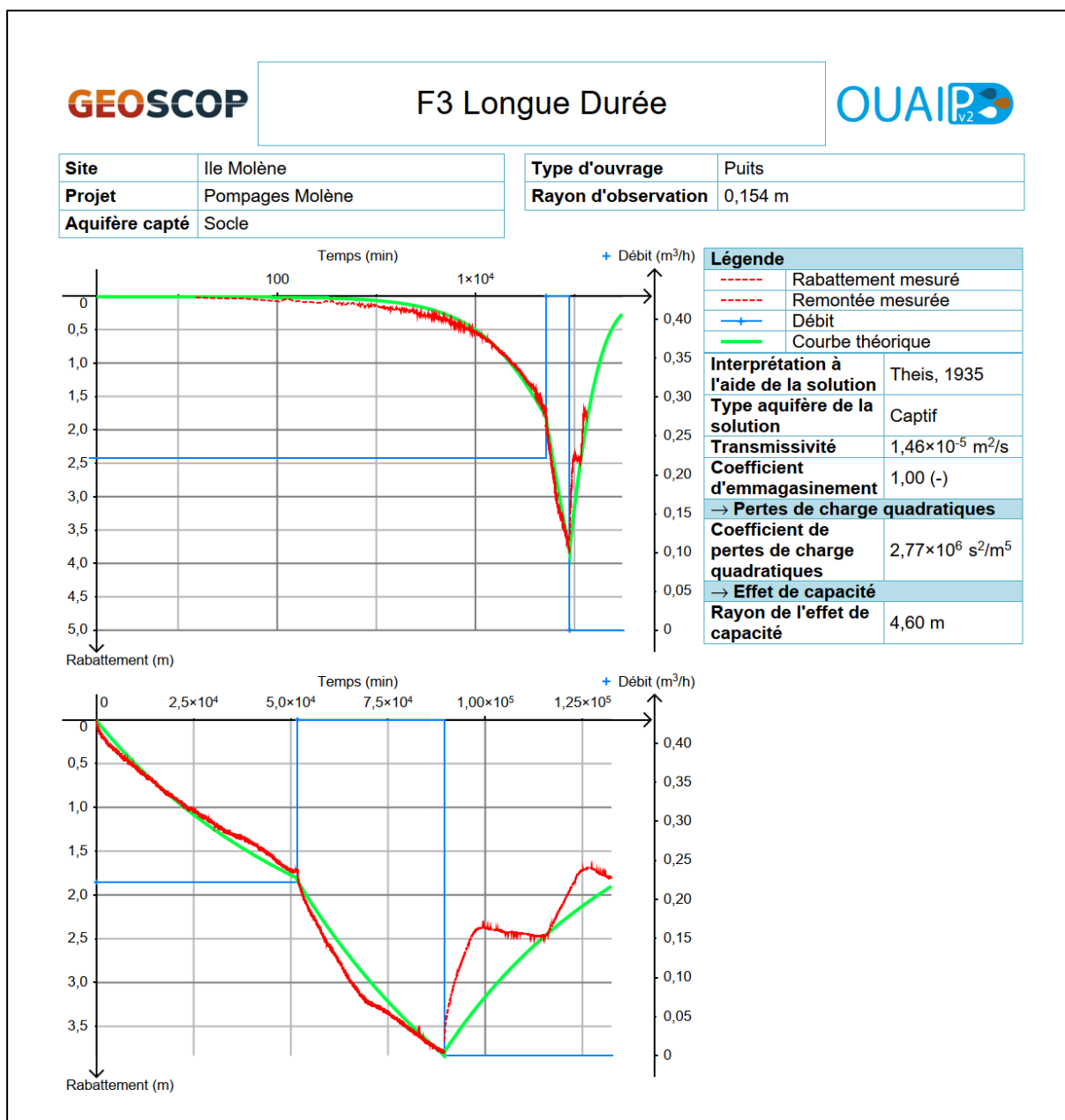


Figure 17 : interprétation du rabattement sur F3 selon le modèle de THEIS - logiciel OUAIP (BRGM)

IV.B.2.4 Interprétation des rabattements aux piézomètres de contrôle

Les piézomètres de surveillance distants que sont Pz4, Pz6 et le puits au nord du village ont également fait l'objet d'une surveillance des niveaux lors du pompage longue durée. L'ensemble des résultats est retranscrit sur le graphique suivant :

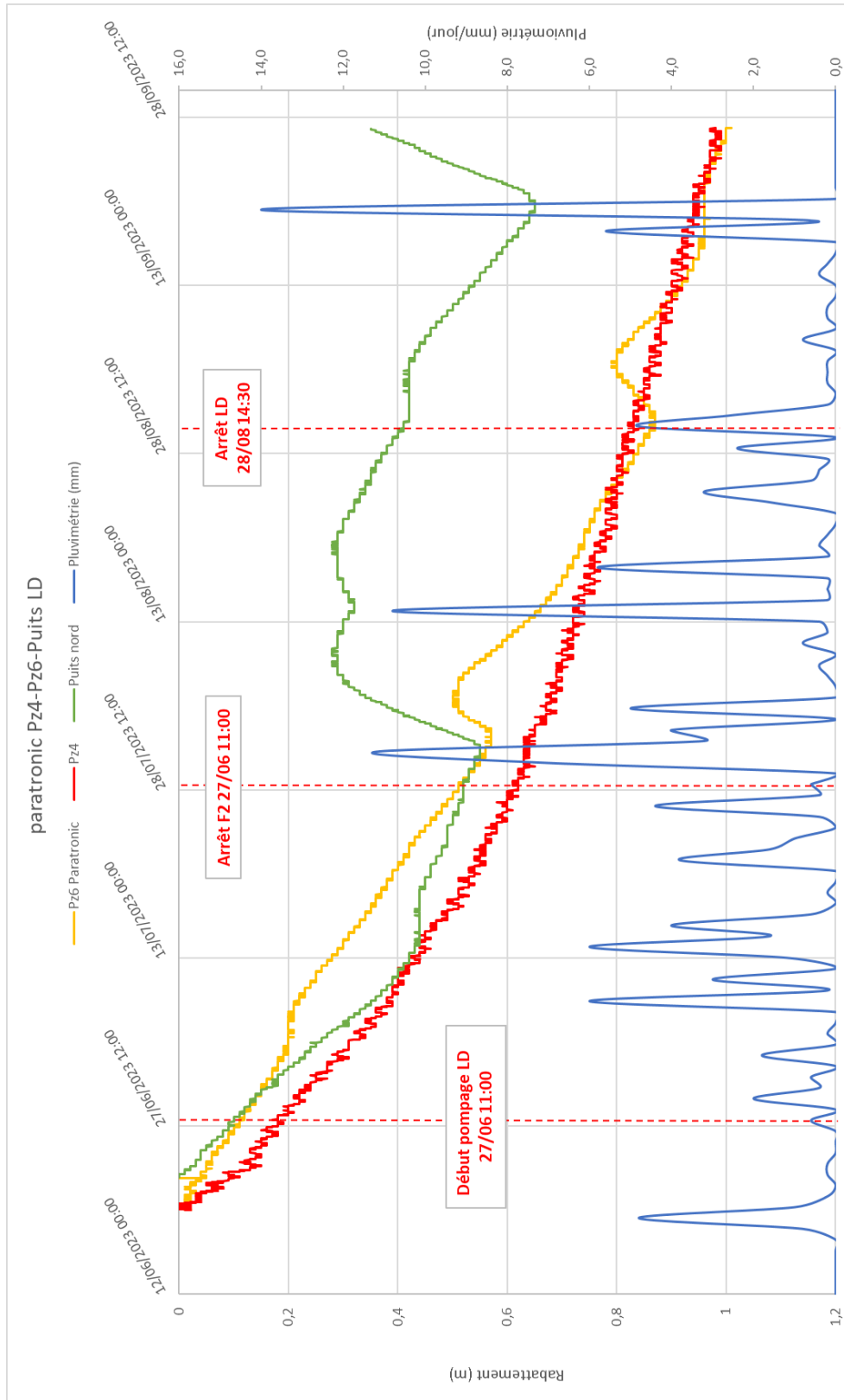


Figure 18 : rabattements aux piézomètres de contrôle (Pz4 - Pz6 - Puits) lors du pompage longue-durée

Globalement, l'influence du pompage est difficile à distinguer de la baisse naturelle du niveau de nappe en période d'étiage. On remarque en effet que la baisse des niveau piézométriques de ces piézomètre est se fait au même globalement au même rythme après la fin du pompage longue durée.

Des remontées des niveaux sont très visibles et sont liées à des fortes pluies survenues dans les dernières 24 heures. Ce phénomène de réaction est très accentué sur le puits, bien visible sur Pz6, mais quasiment imperceptible sur le Pz4 (piézomètre très profond, peu connecté au milieu superficiel et donc davantage représentatif du milieu fracturé profond).

Ces observations tendent à montrer que le pompage à 1 m³/h n'aurait pas eu une influence très étendue autour des forages.

IV.B.2.5 Synthèse

L'analyse des rabattements aux forages montre que malgré les faibles débits employés pour le pompage de longue durée, choisis en fonction des débits critiques évalués par les pompages par paliers, **les rabattements observés dans chaque forage évoluent de façon linéaire avec le temps sur la durée de l'essai réalisé (2 mois).**

Le comportement de l'aquifère, évalué par les essais de longue durée montre une forte limite d'alimentation. Par interprétation via le modèle de Theis, cette limite se traduit par l'application d'un effet de capacité important sur chaque forage. Le comportement des forages F1 et F3 sont approchés à l'aide de ces modèles mathématiques, malgré que les conditions d'application ne soient clairement pas remplies (hypothèses liées au modèle de Theis).

Le comportement décrit s'explique en partie par le contexte géologique et hydrogéologique qu'ANTEA a décrit dans son rapport de 1999. Les forages sont probablement alimentés par des fractures profondes, elles-mêmes connectées aux horizons altérés sus-jacents. Cet horizon altéré est de faible épaisseur, si bien qu'il est à peine décrit au sein des coupes de forage de F2 et F3. Il apparaît cependant clairement sur la coupe F1 (argiles sableuses et galets sur 6 mètres d'épaisseur). Cela tendrait ainsi à expliquer la bien meilleure productivité du forage F1, tout en expliquant le fait que le comportement hydrodynamique observé soit sensiblement le même sur chaque ouvrage de pompage.

L'observation des rabattements aux piézomètres n'a pas montré d'influence notable du prélèvement atteignant les piézomètres. Cela montre que le réseau de fracture capté par les forages est très peu étendu, ou que les piézomètres ne le recourent pas.

L'exploitation des forages de l'île doit tenir compte

V. QUALITE DES EAUX

V.A LES ENJEUX

Comme précisé précédemment, les eaux pompées sur les 3 forages concernés par l'étude sont destinées à l'alimentation en eau potable de la population de l'île. La qualité des eaux pompées représente donc un enjeu majeur et doit par conséquent faire l'objet d'une surveillance poussée. Ainsi, un des objectifs de cette étude est de déterminer si la modification des conditions d'exploitation des trois forages (augmentation des débits d'exploitation, augmentation des périodes de pompage) peut entraîner une dégradation de la qualité de la ressource. Cette potentielle dégradation, aurait, dans le meilleur des cas, une incidence sur les moyens à mettre en œuvre pour la potabilisation des eaux et dans le pire des cas un arrêt de l'exploitation des forages.

Au regard du contexte insulaire et de la proximité des ouvrages avec la mer, cette potentielle dégradation pourrait notamment être liée à une accentuation de l'intrusion du biseau salé et à terme une remontée de l'eau de mer jusqu'au sein des forages.

Compte-tenu de ces enjeux et problématiques il a été décidé de réaliser :

- Un suivi en continu de la conductivité à l'aide d'une sonde immergée dans le forage F1 lors des essais de pompage (essai par paliers et essai longue durée) ;
- Un suivi journalier (hors week-end) de la conductivité des eaux pompées dans les forages F2 et F3 au cours de l'essai de pompage longue durée ;
- Une analyse de la qualité des eaux des forages avant et après l'essai de pompage longue durée comprenant des analyses bactériologiques et physico-chimiques.

V.B PROBLEMATIQUE DU BISEAU SALE

V.B.1 SUIVI DE LA CONDUCTIVITE DANS F1

Sur F1, le suivi en continu du niveau piézométrique, de la conductivité et de la température lors des essais de pompage a été réalisé à l'aide d'une sonde immergée multiparamètres OTT CTD placée à une profondeur de 23,5 m par rapport au niveau du terrain naturel.

La sonde ayant été mise en place le 19 juin, des données ont été acquises avant le démarrage des essais de pompage. Ainsi, entre le 19 juin à 22h00 et le 22 juin à 07h40, 240 données de conductivité ont été enregistrées avec des dont la moyenne est égale à 1093 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Le graphique en Figure 19 présente les données de conductivité acquises lors de l'essai de pompage par paliers.



Figure 19 : Suivi en continu de la conductivité sur F1 lors de l'essai de pompage par paliers

Ces données montrent :

- Une baisse de la conductivité du début à la fin du 1^{er} palier de l'essai de pompage (de 1075 à 987 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Une légère remontée de la conductivité lors de la 1^{ère} phase de repos (987 à 997 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Une légère baisse de la conductivité lors du démarrage des paliers 2, 3 et 4 avec des valeurs atteignant respectivement 972, 971 et 975 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Une stabilisation de la conductivité lors du palier 2 ;
- Une faible et régulière augmentation de la conductivité au cours des phases de pompage des paliers 3 et 4 et lors des phases de repos.

Globalement, l'essai de pompage par palier a entraîné une baisse de la conductivité avec une valeur minimale de 971 $\mu\text{S}/\text{cm}$ atteinte lors du démarrage du palier 2 (baisse de 9,7%). En effet, avant l'essai la conductivité était de 1075 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alors qu'à la fin du palier 4 elle était de 981 $\mu\text{S}/\text{cm}$ soit une baisse globale de 8,7%.

Ces éléments montrent qu'au cours de l'essai de pompage par palier, il n'y a pas eu d'intrusion d'eau salée au sein du forage F1.

A la suite de ce 1^{er} essai, l'ouvrage a été laissé au repos jusqu'au 27 juin à 12h00. Durant cette phase de repos, la conductivité est remontée jusqu'à une valeur de 1094 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valeur très proche de la moyenne des mesures effectuées avant l'essai.

Le graphique en Figure 20 présente les données de conductivité acquises lors de l'essai de pompage longue durée. Deux séries de données sont affichées sur le graphique, elles correspondent aux :

- Mesures en continu prises par la sonde immergée OTT (courbe bleue) ;
- Mesures journalières prises par un technicien de la régie au robinet de prélèvement du forage.

Sur ce graphique, on observe un décalage entre les mesures issues de la sonde immergée et celles effectuées avec une autre sonde après prise d'échantillon au niveau du robinet de prélèvement du forage. Ce léger décalage, d'environ 10 à 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$, peut s'expliquer par l'utilisation de deux sondes différentes avec un étalonnage différent. Il est peut également être expliqué par le fait que la sonde OTT soit immergée à 23,5 m de profondeur par rapport au terrain naturel soit très proche du fond de l'ouvrage avec potentiellement la présence d'arrivée légèrement plus minéralisée à cette profondeur.

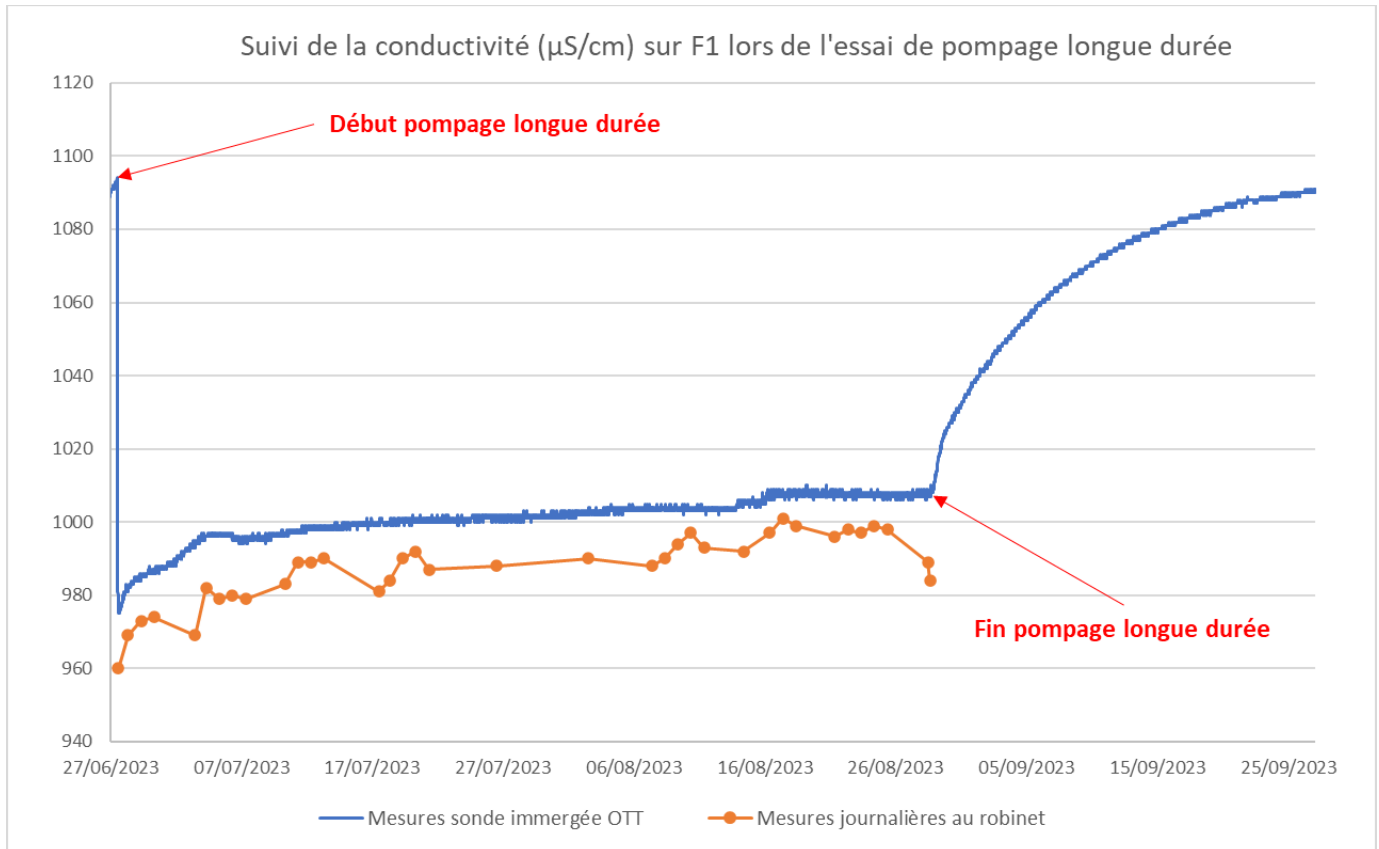


Figure 20 : Suivi de la conductivité sur F1 lors de l'essai de pompage longue durée

Ci-dessous les observations issues de la lecture des données :

- Comme lors du démarrage du pompage par palier, on observe une chute de la conductivité au démarrage de l'essai longue durée avec une valeur de la conductivité de la sonde immergée passant de 1094 à 975 $\mu\text{S}/\text{cm}$ soit une diminution de 10,9% (le minimum mesuré au robinet de F1 est de 960 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ;
- Suite à cette chute « brutale », on observe sur les deux séries de données une légère hausse de la conductivité jusqu'à la fin de l'essai. Cette hausse apparaît plus prononcée au cours des 20 premiers jours de l'essai avec ensuite une conductivité qui tend à se stabiliser autour d'une valeur de 1007 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les mesures en profondeur et de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour les mesures en surface ;
- A l'arrêt du pompage, on observe, comme pour l'essai par paliers, une remontée de type logarithmique de la conductivité avec une valeur de 1091 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mesurée le 27/09/2023 soit 1 mois après l'arrêt du pompage.

Ces données confirment les premières observations faites lors de l'essai par paliers. En effet, la mise en route du pompage entraîne une chute de la conductivité d'environ 120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avant de remonter

progressivement jusqu'à environ 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ sans retrouver la valeur de conductivité initiale (1094 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

On peut donc conclure qu'un pompage longue durée de 2 mois dans F1 à un débit de 0,58 m^3/h n'entraîne pas de hausse de la conductivité ce qui traduit l'absence d'intrusion d'eau saumâtre dans la zone d'influence du forage.

V.B.2 SUIVI DE LA CONDUCTIVITE DANS F2

Le forage F2 n'a pas été équipé de sonde immergée pour le suivi de la conductivité. Ainsi, au cours de l'essai de pompage par palier la conductivité n'a pas été suivie.

En revanche, des mesures journalières ont été réalisées par un technicien de la régie au robinet de prélèvement du forage au cours de l'essai de pompage longue durée. A noter que, comme précisé au § III, le pompage longue durée sur F2 a été réalisé sur 1 mois. Le tableau de données de conductivité et le graphique associé sont présentés ci-dessous :

Date	heure	Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Temp ($^{\circ}\text{C}$)
27/06/2023	13:43:00	990	19.7
28/06/2023	07:45:00	951	16.6
29/06/2023	08:05:00	945	16
30/06/2023	07:55:00	948	15.8
03/07/2023	11:15:00	949	17.7
04/07/2023	07:44:00	950	15.7
05/07/2023	07:35:00	951	15.5
06/07/2023	07:47:00	952	16.5
07/07/2023	07:57:00	951	16.5
10/07/2023	07:50:00	955	16.2
11/07/2023	07:43:00	955	16.1
12/07/2023	07:40:00	956	15.6
13/07/2023	07:45:00	957	16
17/07/2023	11:55:00	957	17.1
18/07/2023	07:42:00	957	16.3
19/07/2023	07:37:00	957	16.3
20/07/2023	07:53:00	962	16
21/07/2023	07:56:00	963	15.8
26/07/2023	10:50:00	975	17.8

Tableau 7 : Mesures de la conductivité sur F2 lors de l'essai de pompage longue durée

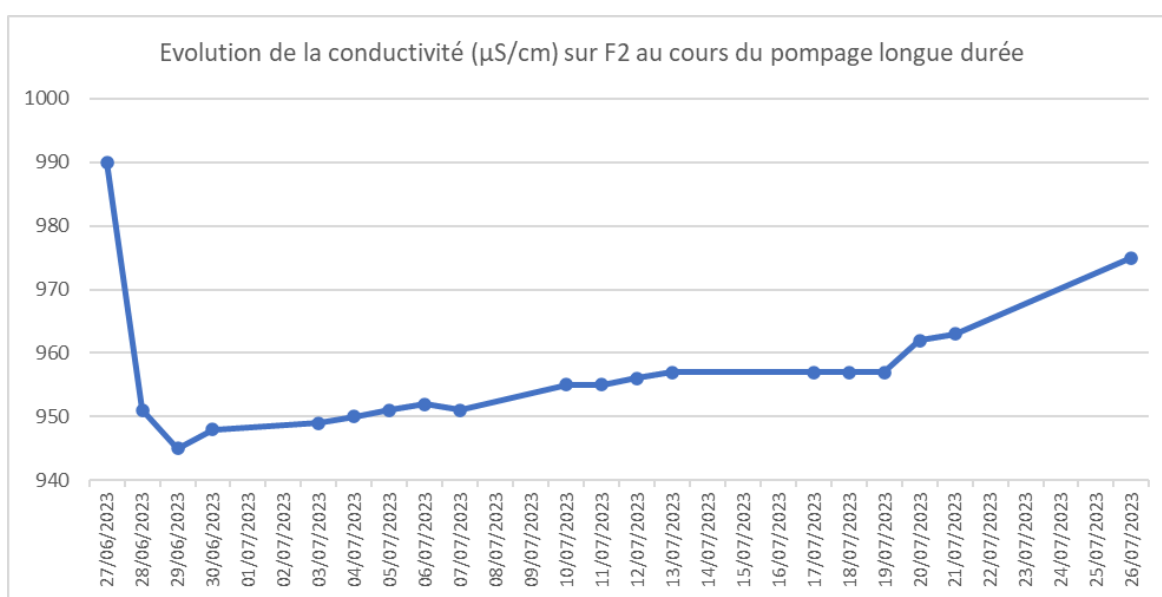


Figure 21 : Evolution de la conductivité sur F2 au cours du pompage longue durée

L'évolution de la conductivité sur F2 lors du pompage longue durée est similaire à celle observée sur F1 avec :

- Une chute importante au démarrage du pompage avec une valeur minimum de 945 $\mu\text{S}/\text{cm}$ atteinte après deux jours de pompage ;
- Puis, une hausse progressive de la conductivité au cours de l'essai sans retrouver la valeur initiale. A la fin de l'essai la conductivité était de 975 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Au global, les variations de la conductivité au cours de l'essai sont peu significatives avec une amplitude de 45 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Ainsi, on peut conclure qu'un pompage longue durée de 1 mois dans F2 à un débit de 0,18 m³/h n'entraîne pas de hausse de la conductivité ce qui traduit l'absence d'intrusion d'eau saumâtre dans la zone d'influence du forage.

V.B.3 SUIVI DE LA CONDUCTIVITE DANS F3

Comme pour F2, le forage F3 n'a pas été équipé de sonde immergée pour le suivi de la conductivité. Ainsi, au cours de l'essai de pompage par palier la conductivité n'a pas été suivie.

En revanche, des mesures journalières ont été réalisées par un technicien de la régie au robinet de prélèvement du forage au cours de l'essai de pompage longue durée. A noter que, comme précisé au § III, compte-tenu de l'arrêt du pompage longue durée sur F2 au bout de 1 mois, le débit de pompage sur F3 a été réajusté le 2 août passant de 0,22 à 0,43 m³/h. Le tableau de données de conductivité et le graphique associé sont présentés ci-dessous :

Date	heure	Cond ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Temp (°C)
27/06/2023	10:56:00	1059	18
27/06/2023	13:30:00	1059	18
28/06/2023	08:00:00	1063	16.5
29/06/2023	08:15:00	1067	16.8
30/06/2023	08:12:00	1078	16.1
03/07/2023	11:28:00	1075	16.09
04/07/2023	07:40:00	1082	16.1
05/07/2023	07:50:00	1083	15.8
06/07/2023	08:01:00	1082	16.6
07/07/2023	08:09:00	1083	16.7
10/07/2023	08:01:00	1086	16.4
11/07/2023	07:53:00	1086	16.5
12/07/2023	07:51:00	1084	16
13/07/2023	07:58:00	1086	16.3
17/07/2023	12:03:00	1085	17.5
18/07/2023	07:53:00	1088	16.3
19/07/2023	07:43:00	1087	16.2
20/07/2023	08:08:00	1090	16.4
21/07/2023	08:09:00	1090	16
26/07/2023	11:12:00	1095	18.5
02/08/2023	11:17:00	1094	16.5
07/08/2023	08:31:00	1104	15.2
08/08/2023	08:35:00	1100	15
09/08/2023	08:23:00	1106	15.3
10/08/2023	08:37:00	1106	15.3
11/08/2023	08:25:00	1109	15.6
14/08/2023	08:50:00	1108	15.6
16/08/2023	08:40:00	1109	17.4
17/08/2023	08:55:00	1110	15.7
18/08/2023	08:37:00	1107	15.8
21/08/2023	08:20:00	1086	15.6
22/08/2023	08:25:00	1077	15.8
23/08/2023	08:23:00	1070	15.3
24/08/2023	08:35:00	1062	15.4
25/08/2023	08:40:00	1054	15.2
28/08/2023	11:30:00	1031	15.8
28/08/2023	14:30:00	1027	16.6

Tableau 8 : Mesures de la conductivité sur F3 lors de l'essai de pompage longue durée

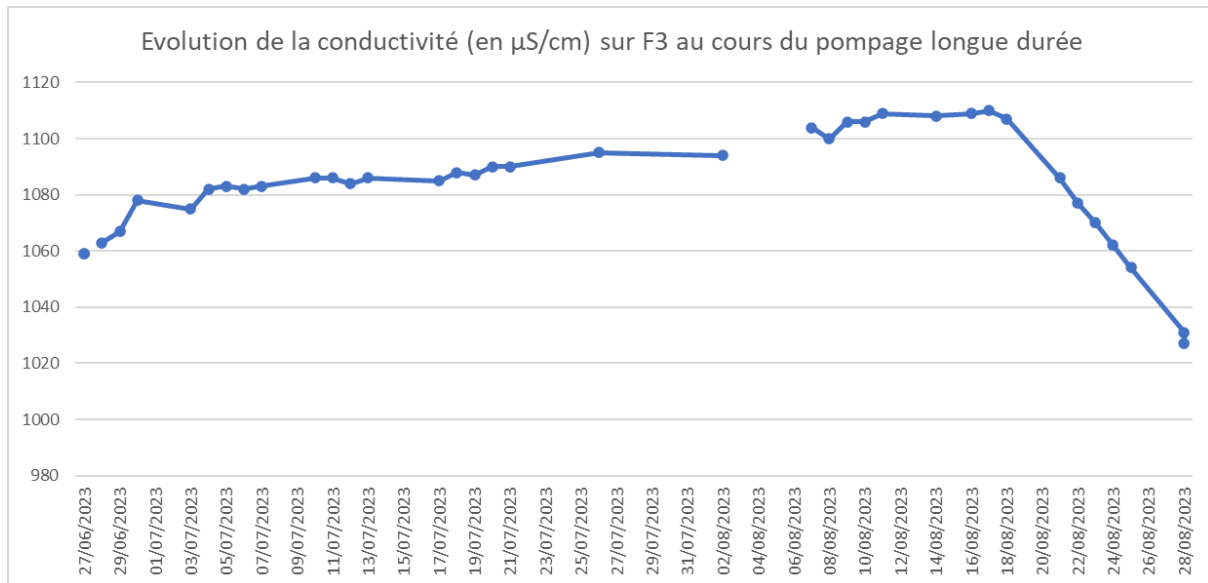


Figure 22 : Evolution de la conductivité sur F3 au cours du pompage longue durée

L'évolution de la conductivité sur F3 lors du pompage longue durée diffère de celles observées sur F1 et F2. En effet, on n'observe pas de chute brutale de la conductivité au démarrage du pompage. En revanche, on remarque une légère hausse progressive du paramètre au cours du pompage avec une valeur passant de $1059 \mu\text{S}/\text{cm}$ le 27 juin à $1110 \mu\text{S}/\text{cm}$ le 17 août soit une hausse d'environ $1 \mu\text{S}/\text{cm}$ par jour avec au total 4,8% d'augmentation.

L'augmentation du débit de pompage réalisé le 2 août semble avoir entraîné une très légère hausse de la conductivité (environ $10 \mu\text{S}/\text{cm}$).

Cette augmentation progressive s'est stoppée le 17 août, date à partir de laquelle la conductivité affiche une baisse linéaire jusqu'à la fin de l'essai avec une valeur passant de 1110 à $1030 \mu\text{S}/\text{cm}$. Cette légère baisse pourrait traduire l'apport de venues d'eaux moins minéralisées.

Au global, les variations de la conductivité au cours de l'essai sont peu significatives avec une amplitude de $80 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Ainsi, on peut conclure qu'un pompage longue durée de 2 mois dans F3 à un débit de $0,22$ puis de $0,43 \text{ m}^3/\text{h}$ n'entraîne pas de hausse de la conductivité ce qui traduit l'absence d'intrusion d'eau saumâtre dans la zone d'influence du forage.

V.C CARACTERISATION GEOCHIMIQUE DES EAUX DES FORAGES

Comme précisé précédemment des analyses qualités des eaux des forages ont été réalisées avant et après l'essai de pompage longue durée, l'objectif étant d'évaluer l'impact des modifications d'exploitation des ouvrages sur la qualité de la ressource. Le programme analytique retenu pour l'étude est le suivant :

- Paramètres bactériologiques : bactéries coliformes à 36°C, micro-organismes revivifiables à 22 et 36°C, entérocoques intestinaux, Escherichia coli, spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices ;
- Paramètres physico-chimiques : pH, conductivité, turbidité, ions majeurs (Cl, SO₄, Si, Ca, Mg, Na, K), Carbone Organique Total, nitrates, ammonium, nitrites, phosphore, métaux (As, Al, Fe total, Cu, Zn, Pb, Mn, Ni, Cr total, Cd, Hg), MES.

Les résultats d'analyses ont été confrontés aux limites de qualités des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine selon l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 et par l'arrêté du 30 décembre 2022.

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyses avant l'essai de pompage longue durée pour les 3 forages.

Résultats d'analyses sur les 3 forages, prélèvement avant pompage longue durée	Limites du qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 et par l'arrêté du 30 décembre 2022	F1	F2	F3
		LABOCEA	LABOCEA	LABOCEA
Laboratoire				
Niveau piézométrique (m/TN)		6.89	6.47	3.80
Température (°C)		16.4	19.7	18.0
Bactéries coliformes à 36°C (ufc/100 ml)		3	présence	0
Micro-organismes revivifiables à 22°C (ufc/ml)		130	86	53
Micro-organismes revivifiables à 36°C (ufc/ml)		25	70	19
Entérocoques intestinaux (ufc/100 ml)	10 000/100 ml	0	0	0
Escherichia coli (ufc/100 ml)	20 000/100 ml	0	0	0
Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ufc/100 ml)		présence	0	présence
pH		7.00	6.90	7.00
Conductivité (µS/cm)		962	988	1055
Turbidité (NTU)		0.23	0.16	0.21
COT (mg/l)	10 mg/l	6.00	7.50	7.80
Matières en suspension (mg/l)		<2	<2	<2
Chlorures (mg/l)	200 mg/l	135	159	170
Sulfates (mg/l)	250 mg/l	44	39	39
Silicates (mg/l)		2.8	4.1	3.1
Iode (mg/l)		4.1	4.1	4.9
Azote ammoniacal (mg/l NH ₄)	4 mg/l	<0.01	<0.01	<0.01
Nitrites (mg/l NO ₂)		<0.01	<0.01	<0.01
Nitrates (mg/l NO ₃)	100 mg/l	40.00	29.00	44.00
Calcium (mg/l)		30.00	39.00	43.00
Magnésium (mg/l)		15.00	16.00	18.00
Sodium (mg/l)	200 mg/l	98.00	98.00	103.00
Potassium (mg/l)		70.00	49.00	51.00
Fer Total (µg/l)		<10.00	14.00	13.00
Aluminium (µg/l)		13.00	33.00	24.00
Manganèse (µg/l)		<2.00	13.00	<2.00
Plomb (µg/l)	50 µg/l	<0.40	1.70	0.58
Nickel (µg/l)	20 µg/l	<2.00	<2.00	<2.00
Zinc (µg/l)		<10.00	18.00	33.00
Cuivre (µg/l)		6.00	7.00	9.00
Chrome Total (µg/l)	50 µg/l	<2.00	<2.00	<2.00
Cadmium (µg/l)	5 µg/l	<0.20	<0.20	<0.20
Mercure (µg/l)	1 µg/l	<0.03	<0.03	<0.03
Arsenic (µg/l)	100 µg/l	3.90	28.00	12.00
Phosphore total en P (mg/l)		0.13	0.09	0.11

xxx : mesures in situ

GEO SCOP

Tableau 9 : Synthèse des résultats d'analyses avant essai de pompage longue durée

Ces résultats d'analyses indiquent que les trois forages présentent une qualité de l'eau relativement similaire avec comme principales caractéristiques :

- Une activité bactérienne relativement faible ;
- Un pH neutre
- Une conductivité traduisant une eau bien minéralisée avec le maximum pour F3 (1055 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et le minimum pour F1 (962 $\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Une turbidité très basse se traduisant par une teneur en matière en suspension inférieure à la limite de quantification du laboratoire ;
- Une charge organique satisfaisante avec des valeurs de COT allant de 6 (F1) à 7,8 mg/l (F3)
- Une concentration en chlorures assez élevées mais inférieures à la limite de qualité sur eaux brutes. Les teneurs en chlorures plus basse sur F1 (135 mg/l) et plus élevée sur F3 (170 mg/l) expliquent les différences de conductivité ;
- Une teneur en nitrates moyenne ;
- Une charge métallique faible bien que légèrement plus importante sur F2 notamment au regard de la concentration en arsenic.

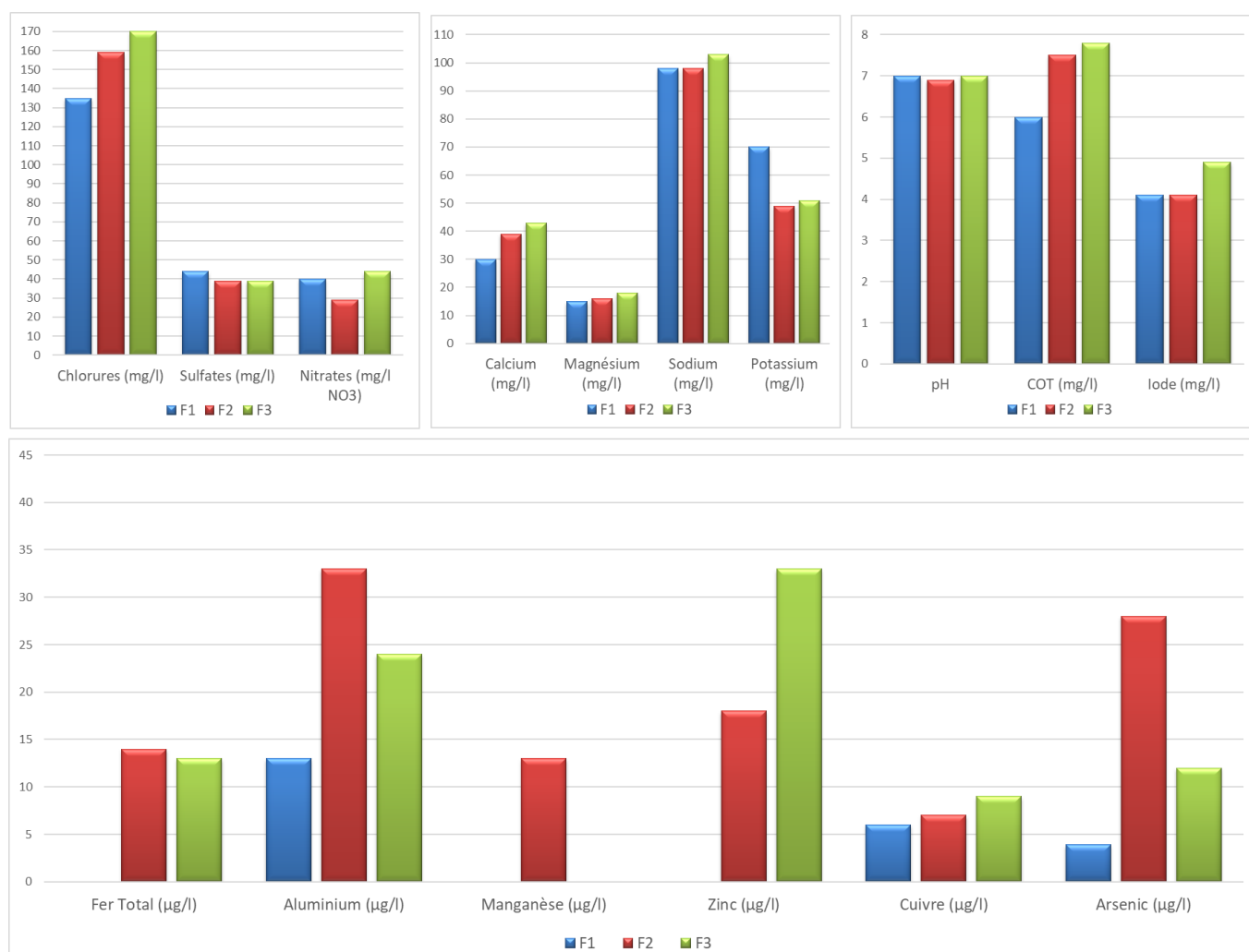


Figure 23 : Graphiques comparatifs sur plusieurs paramètres des eaux des 3 forages

Les diagrammes ternaires ci-après confirment la forte similarité de la chimie des eaux des 3 forages.

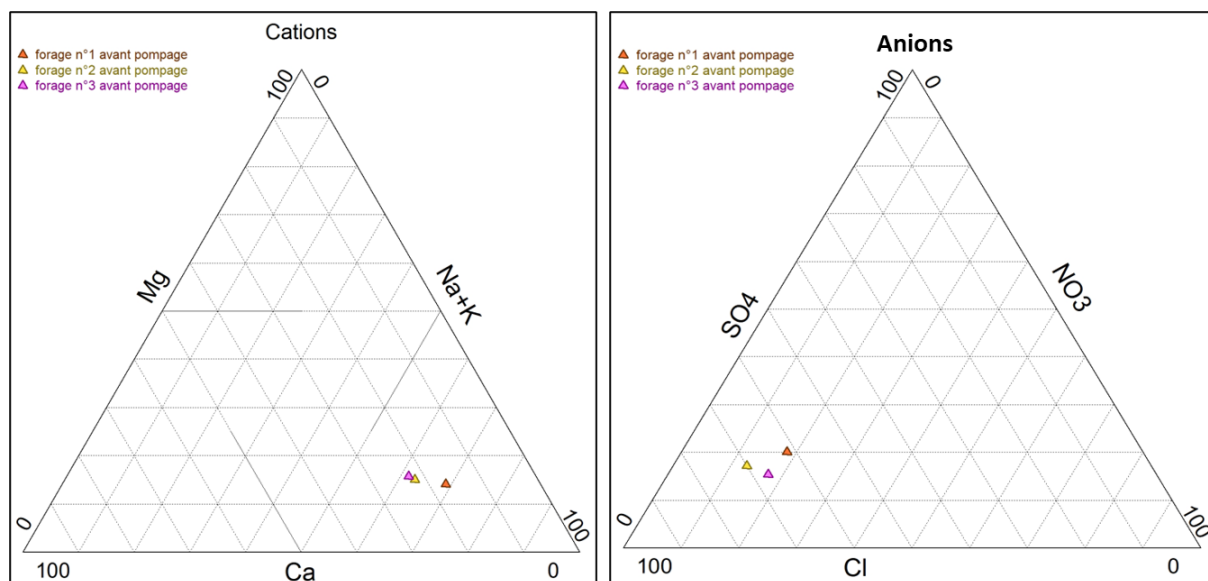


Figure 24 : Diagrammes ternaires cations et anions sur les eaux des 3 forages

V.D IMPACT DU POMPAGE LONGUE DUREE SUR LA QUALITE DES EAUX

V.D.1 FORAGE F1

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyses sur les eaux de F1 avant et après l'essai de pompage longue durée.

FORAGE F1	Limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 et par l'arrêté du 30 décembre 2022)	avant pompage longue durée	après pompage longue durée
		27/06/2023	28/08/2023
Laboratoire		LABOCEA	LABOCEA
Niveau piézométrique (m/TN)		6.89	10.31
Température (°C)		16.4	15.2
Bactéries coliformes à 36°C (ufc/100 ml)		3	0
Micro-organismes revivifiables à 22°C (ufc/ml)		130	présence
Micro-organismes revivifiables à 36°C (ufc/ml)		25	0
Entérocoques intestinaux (ufc/100 ml)	10 000/100 ml	0	0
Escherichia coli (ufc/100 ml)	20 000/100 ml	0	0
Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ufc/100 ml)		présence	présence
pH		7.00	7.10
Conductivité (µS/cm)		962	994
Turbidité (NTU)		0.23	0.12
COT (mg/l)	10 mg/l	6.00	5.40
Matières en suspension (mg/l)		<2	<2
Chlorures (mg/l)	200 mg/l	135	104
Sulfates (mg/l)	250 mg/l	44	45
Silicates (mg/l)		2.8	3.4
Iode (mg/l)		4.1	5.3
Azote ammoniacal (mg/l NH ₄)	4 mg/l	<0.01	<0.01
Nitrites (mg/l NO ₂)		<0.01	<0.01
Nitrates (mg/l NO ₃)	100 mg/l	40.00	46.00
Calcium (mg/l)		30.00	35.00
Magnésium (mg/l)		15.00	15.20
Sodium (mg/l)	200 mg/l	98.00	98.00
Potassium (mg/l)		70.00	66.70
Fer Total (µg/l)		<10.00	3.80
Aluminium (µg/l)		13.00	10.00
Manganèse (µg/l)		<2.00	<1.00
Plomb (µg/l)	50 µg/l	<0.40	<0.40
Nickel (µg/l)	20 µg/l	<2.00	<1.00
Zinc (µg/l)		<10.00	<5.00
Cuivre (µg/l)		6.00	4.00
Chrome Total (µg/l)	50 µg/l	<2.00	<1.00
Cadmium (µg/l)	5 µg/l	<0.20	<0.10
Mercure (µg/l)	1 µg/l	<0.03	<0.03
Arsenic (µg/l)	100 µg/l	3.90	4.000
Phosphore total en P (mg/l)		0.13	0.10

xxx : mesures in situ

GEO SCOP

Figure 25 : Synthèse des résultats d'analyses des eaux de F1 avant et après essai de pompage longue durée

Globalement ces résultats indiquent que le pompage longue durée sur F1 ne modifie que très peu la qualité de l'eau du forage. Des variations minimales sont tout de même observables, à savoir :

- Une légère amélioration de la contamination bactériologique ;
- Une légère hausse de la conductivité (32 µS/cm) malgré une légère diminution de la teneur en chlorures ;
- Une diminution de la turbidité et de la charge organique ;
- Une légère hausse des teneurs en silicates et en iode ;

Que ce soit avant ou après l'essai de pompage, aucun des paramètres concernés ne dépasse la limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine selon la réglementation en vigueur.

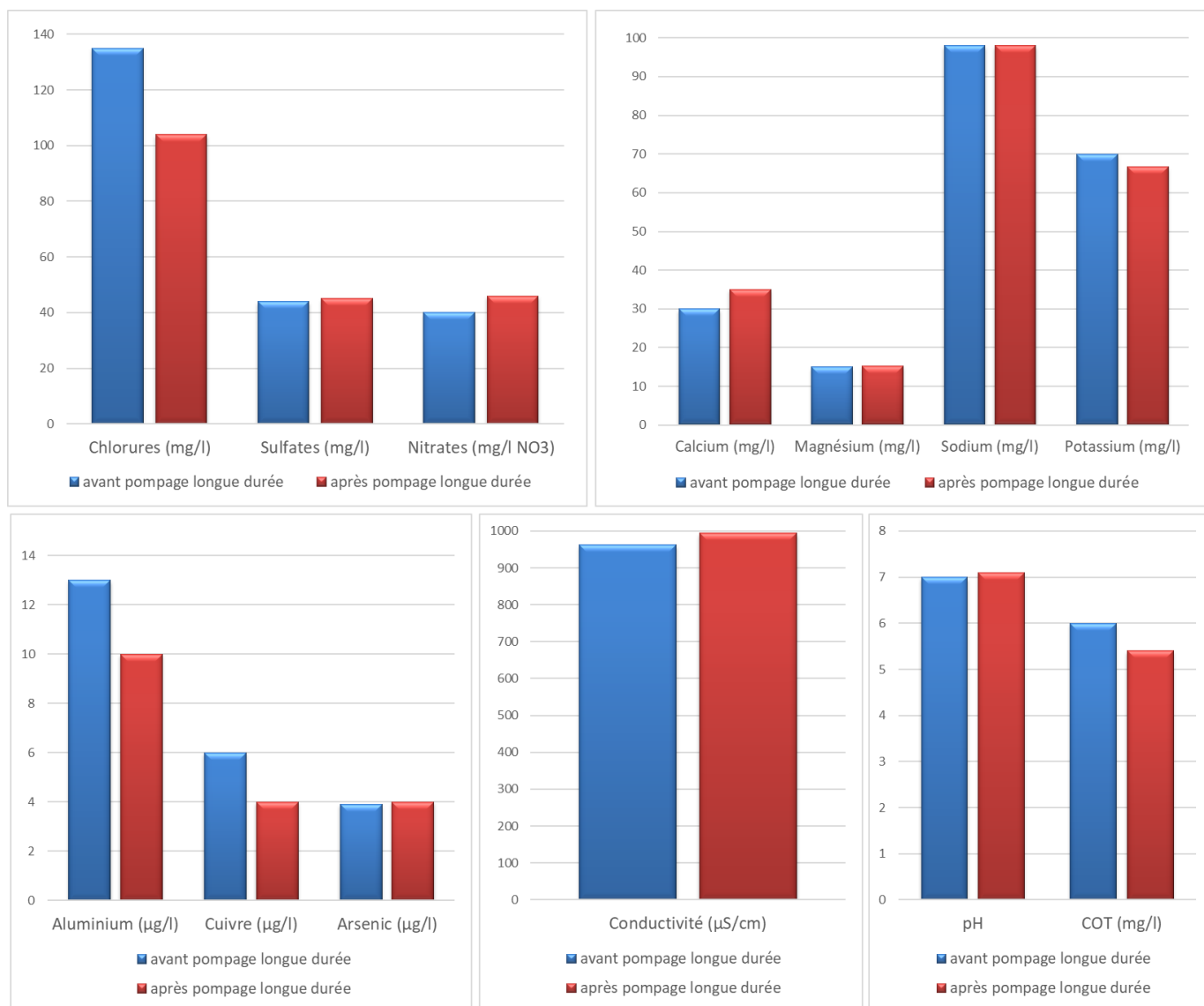


Figure 26 : Evolution de certains paramètres des eaux de F1 suite à l'essai de pompage longue durée

V.D.2 FORAGE F2

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyses sur les eaux de F2 avant et après l'essai de pompage longue durée.

FORAGE F2	Limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 et par l'arrêté du 30 décembre 2022)	avant pompage longue durée	après pompage longue durée
		27/06/2023	28/08/2023
Laboratoire		LABOCEA	LABOCEA
Niveau piézométrique (m/TN)		6.47	9.18
Température (°C)		19.7	17.0
Bactéries coliformes à 36°C (ufc/100 ml)		présence	présence
Micro-organismes revivifiables à 22°C (ufc/ml)		86	130
Micro-organismes revivifiables à 36°C (ufc/ml)		70	>300
Entérocoques intestinaux (ufc/100 ml)	10 000/100 ml	0	0
Escherichia coli (ufc/100 ml)	20 000/100 ml	0	0
Spoires de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ufc/100 ml)		0	0
pH		6.90	7.00
Conductivité (µS/cm)		988	1021
Turbidité (NTU)		0.16	0.16
COT (mg/l)	10 mg/l	7.50	6.60
Matières en suspension (mg/l)		<2	<2
Chlorures (mg/l)	200 mg/l	159	109
Sulfates (mg/l)	250 mg/l	39	41
Silicates (mg/l)		4.1	4.2
Iode (mg/l)		4.1	4.7
Azote ammoniacal (mg/l NH ₄)	4 mg/l	<0.01	<0.01
Nitrites (mg/l NO ₂)		<0.01	<0.01
Nitrates (mg/l NO ₃)	100 mg/l	29.00	35.00
Calcium (mg/l)		39.00	42.40
Magnésium (mg/l)		16.00	15.60
Sodium (mg/l)	200 mg/l	98.00	111.00
Potassium (mg/l)		49.00	58.30
Fer Total (µg/l)		14.00	11.00
Aluminium (µg/l)		33.00	17.00
Manganèse (µg/l)		13.00	15.00
Plomb (µg/l)	50 µg/l	1.70	1.90
Nickel (µg/l)	20 µg/l	<2.00	<1.00
Zinc (µg/l)		18.00	41.00
Cuivre (µg/l)		7.00	9.00
Chrome Total (µg/l)	50 µg/l	<2.00	1.70
Cadmium (µg/l)	5 µg/l	<0.20	0.13
Mercure (µg/l)	1 µg/l	<0.03	<0.03
Arsenic (µg/l)	100 µg/l	28.00	28.00
Phosphore total en P (mg/l)		0.09	0.08

xxx : mesures in situ

GEO SCOP

Figure 27 : Synthèse des résultats d'analyses des eaux de F2 avant et après essai de pompage longue durée

Globalement ces résultats indiquent que le pompage longue durée sur F2 ne modifie que très peu la qualité de l'eau du forage. Des variations minimales sont tout de même observables, à savoir :

- Une légère dégradation de la contamination bactériologique ;
- Comme pour F1, une légère hausse de la conductivité (33 µS/cm) malgré une diminution de la teneur en chlorures ;
- Une légère diminution du COT ;
- Une légère hausse des teneurs en iode, calcium et potassium ;
- Une baisse de la concentration en aluminium ;
- Une hausse de la teneur en zinc ;

Que ce soit avant ou après l'essai de pompage, aucun des paramètres concernés ne dépasse la limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine selon la réglementation en vigueur.

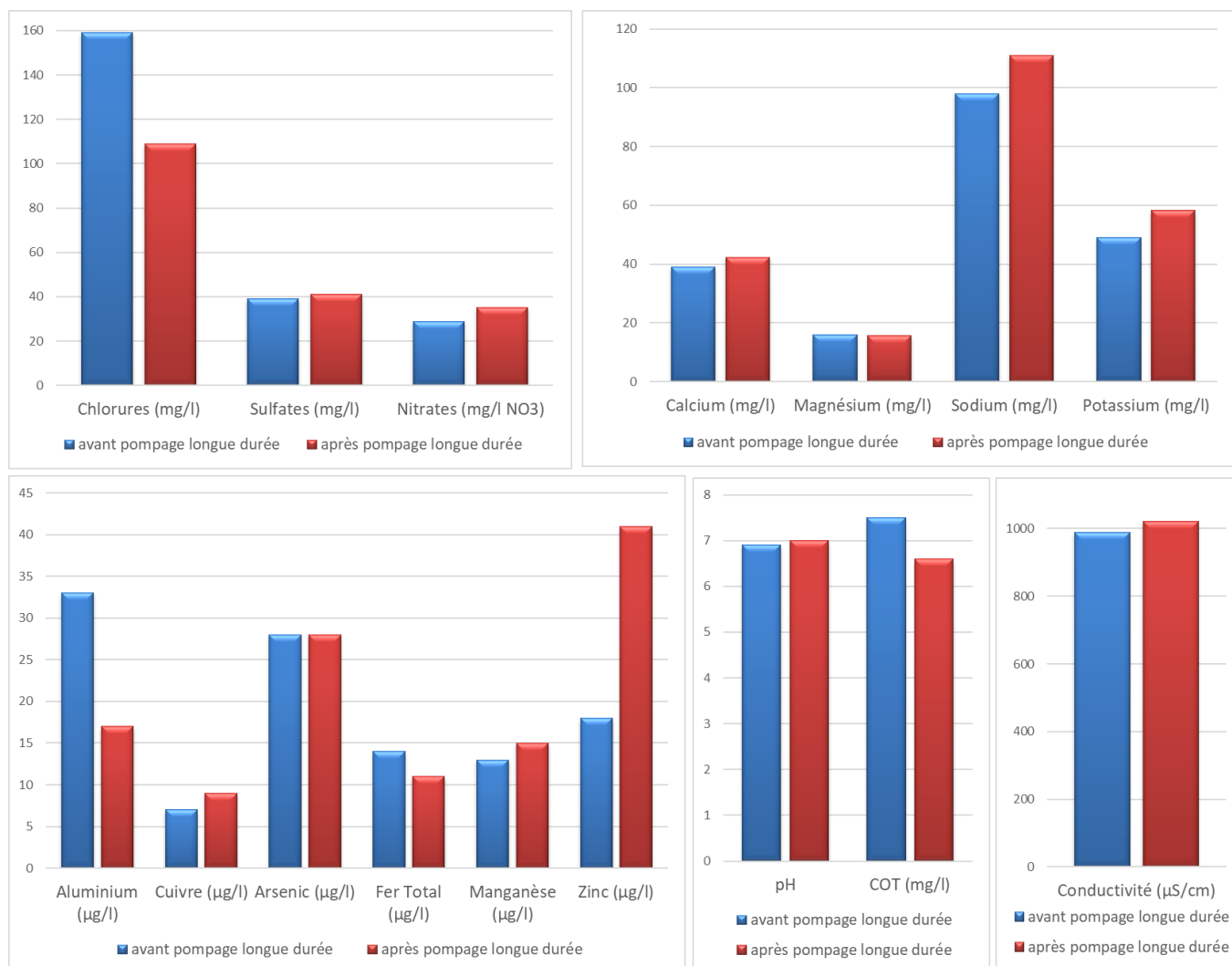


Figure 28 : Evolution de certains paramètres des eaux de F2 suite à l'essai de pompage longue durée

V.D.3 FORAGE F3

Le tableau ci-dessous présente les résultats d'analyses sur les eaux de F3 avant et après l'essai de pompage longue durée.

FORAGE F3	Limites de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 et par l'arrêté du 30 décembre 2022)	avant pompage longue durée	après pompage longue durée
		27/06/2023	28/08/2023
Laboratoire		LABOCEA	LABOCEA
Niveau piézométrique (m/TN)		3.80	7.64
Température (°C)		18.0	16.6
Bactéries coliformes à 36°C (ufc/100 ml)		0	4
Micro-organismes revivifiables à 22°C (ufc/ml)		53	23
Micro-organismes revivifiables à 36°C (ufc/ml)		19	6
Entérocoques intestinaux (ufc/100 ml)	10 000/100 ml	0	0
Escherichia coli (ufc/100 ml)	20 000/100 ml	0	0
Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ufc/100 ml)		présence	4
pH		7.00	7.10
Conductivité (µS/cm)		1055	1017
Turbidité (NTU)		0.21	0.15
COT (mg/l)	10 mg/l	7.80	6.20
Matières en suspension (mg/l)		<2	<2
Chlorures (mg/l)	200 mg/l	170	140
Sulfates (mg/l)	250 mg/l	39	37
Silicates (mg/l)		3.1	3.6
Iode (mg/l)		4.9	4.2
Azote ammoniacal (mg/l NH ₄)	4 mg/l	<0.01	<0.01
Nitrites (mg/l NO ₂)		<0.01	<0.01
Nitrates (mg/l NO ₃)	100 mg/l	44.00	30.00
Calcium (mg/l)		43.00	44.70
Magnésium (mg/l)		18.00	16.00
Sodium (mg/l)	200 mg/l	103.00	104.00
Potassium (mg/l)		51.00	52.30
Fer Total (µg/l)		13.00	7.10
Aluminium (µg/l)		24.00	18.00
Manganèse (µg/l)		<2.00	<1.00
Plomb (µg/l)	50 µg/l	0.58	<0.40
Nickel (µg/l)	20 µg/l	<2.00	<1.00
Zinc (µg/l)		33.00	8.00
Cuivre (µg/l)		9.00	6.00
Chrome Total (µg/l)	50 µg/l	<2.00	<1.00
Cadmium (µg/l)	5 µg/l	<0.20	<0.10
Mercurure (µg/l)	1 µg/l	<0.03	<0.03
Arsenic (µg/l)	100 µg/l	12.00	21.00
Phosphore total en P (mg/l)		0.11	0.11

xxx : mesures in situ

GEO SCOP

Figure 29 : Synthèse des résultats d'analyses des eaux de F3 avant et après essai de pompage longue durée

Globalement ces résultats indiquent que le pompage longue durée sur F3 ne modifie que très peu la qualité de l'eau du forage. Des variations minimales sont tout de même observables, à savoir :

- Une légère amélioration de la contamination bactériologique ;
- Une légère diminution de la conductivité (38 µS/cm) corrélée à une diminution de la teneur en chlorures ;
- Une légère diminution de la turbidité et du COT ;
- Une légère baisse de la teneur en iode ;
- Une baisse des concentrations en zinc et aluminium ;
- Une hausse de la teneur en arsenic ;

Que ce soit avant ou après l'essai de pompage, aucun des paramètres concernés ne dépasse la limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine selon la réglementation en vigueur.

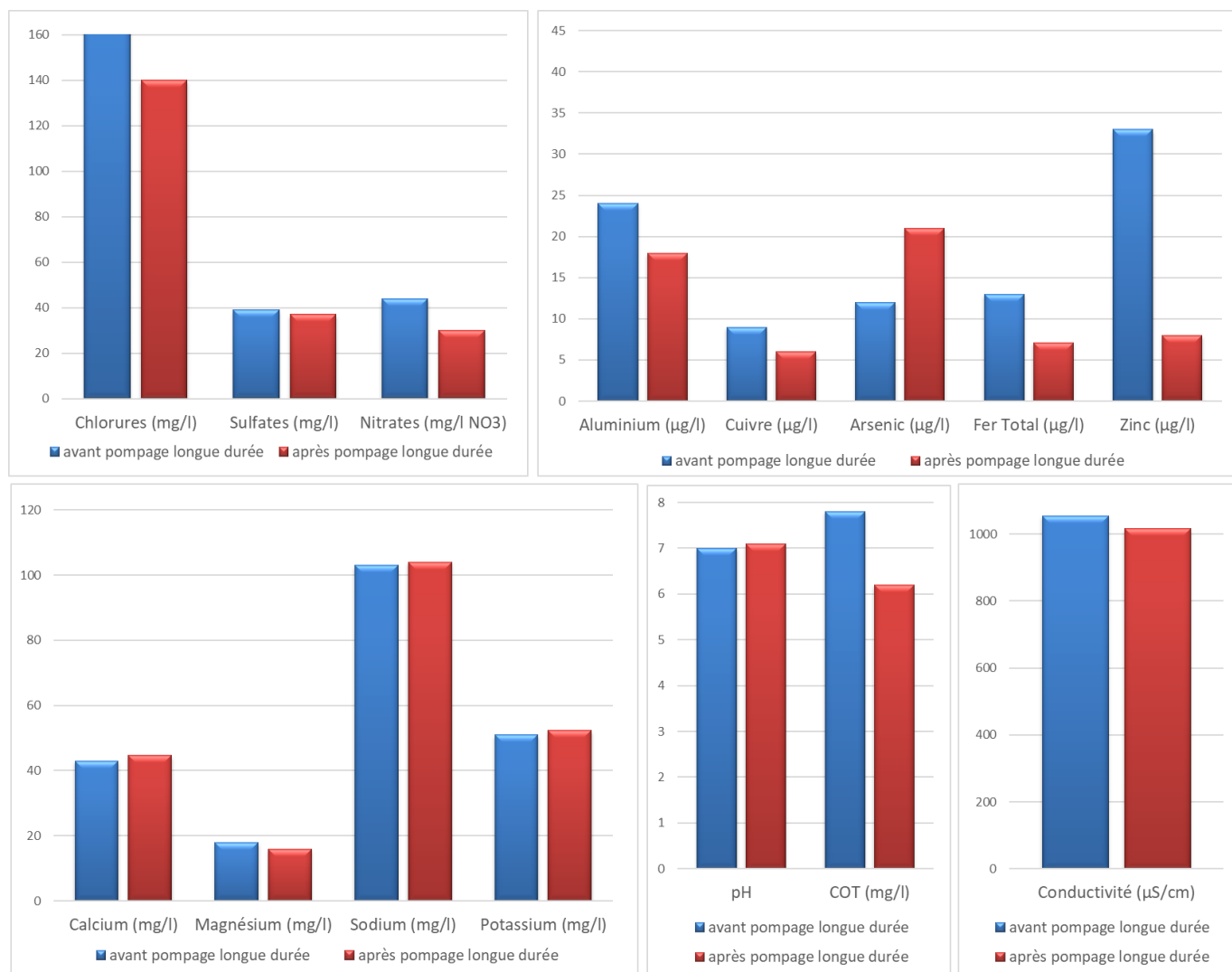


Figure 30 : Evolution de certains paramètres des eaux de F3 suite à l'essai de pompage longue durée

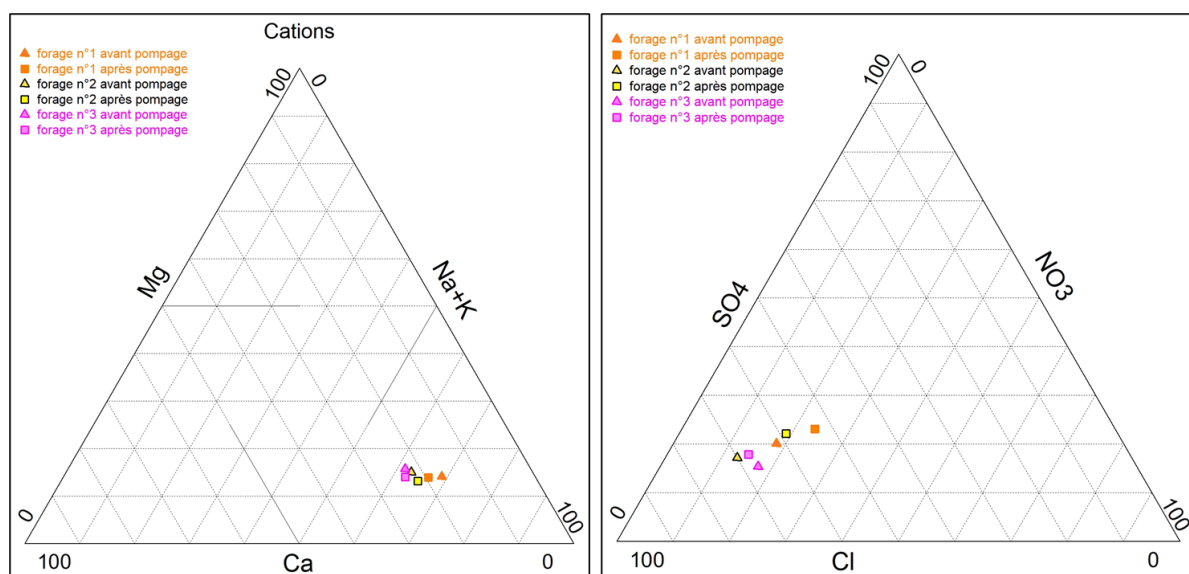


Figure 31 : Diagrammes cations et anions sur les eaux des 3 forages avant et après pompage longue durée

VI. CONCLUSIONS – PRECONISATIONS POUR LA MISE EN PRODUCTION

VI.A DEBIT D'EXPLOITATION

Les pompages par palier ont pour vocation principale de fixer le débit critique des forages d'alimentation en eau potable F1, F2 et F3.

Ces débits critiques traduisent le passage à un écoulement turbulent, qui au-delà d'une probable perte de maîtrise des rabattements, peut se traduire par une détérioration accélérée de l'ouvrage et de ses équipements (pompe, crépines, tenue des roches alentour).

Ces débits critiques font donc office de première « limite » à ne pas dépasser, en termes de débits d'exploitation.

Le débit critique a été évalué ici sur chaque forage par une méthode de calcul s'appuyant sur les données des pompages par paliers. Les résultats sont rappelés ici :

F1 : $Q_c = 36,28 \text{ m}^3/\text{h}$

F2 : $Q_c = 0,53 \text{ m}^3/\text{h}$

F3 : $Q_c = 1,27 \text{ m}^3/\text{h}$

Au-delà de cette estimation via calcul mathématique des pertes de charges dans les ouvrages, le débit critique se définit aussi qualitativement comme le débit pour lequel tout débit inférieur amène à une quasi-stabilisation du rabattement pour un temps de pompage supposé très long. Il correspond donc à un débit jusqu'auquel on maîtrise les rabattements, et pour lequel la réalimentation du forage par la nappe est égale au débit de pompage.

En s'en tenant à cette définition, les débits critiques estimés précédemment doivent être revus à la baisse. En effet, les pompages par paliers et de longue-durée ont montré que les rabattements ne montraient que très rarement une stabilisation sur un long temps de pompage, et ce même pour des débits très faibles (notamment sur F2, qui ne voit pas de stabilisation du rabattement pour un débit d'exploitation minimal de $0,180 \text{ m}^3/\text{h}$).

Ainsi, pour préserver l'intégrité des ouvrages, nous préconisons les débits maximums suivant, correspondant à des débits pour lesquels les rabattements semblaient stables lors des pompages par paliers :

F1 : $Q_c = 1,500 \text{ m}^3/\text{h}$,

F2 : $Q_c = 0,180 \text{ m}^3/\text{h}$,

F3 : $Q_c = 0,900 \text{ m}^3/\text{h}$

Ces débits sont définis individuellement pour chaque ouvrage, en vue de préserver leur intégrité et d'induire un rabattement acceptable pendant un temps limité (quelques jour). Ce ne sont en aucun cas des débits devant servir à l'exploitation sur le long terme.

L'exploitation devra favoriser le plus possible des débits faibles associés à des cycles de pompage longs. Ce régime permet de maîtriser les rabattements, de limiter les écoulements turbulents et ainsi l'entraînement de particules fines dans les crépines.

Dans la mesure du possible, le régime d'exploitation actuel, et qui est celui qui a été employé lors des essais de longue durée de cette étude, est à privilégier en vue d'une bonne gestion du parc d'ouvrages souterrains :

Ouvrage	Débit d'exploitation recommandé	Débit cumulé sur les 3 forages
F1	0,580 m ³ /h	1 m ³ /h
F2	0,180 m ³ /h	
F3	0,222 m ³ /h	

Tableau 10 : débits d'exploitation recommandés

En cas de besoin, le débit cumulé peut être porté de manière provisoire à 1,5 m³/h, en faisant essentiellement porter l'augmentation sur F1 et/ou F3.

F2 peut également être coupé si son exploitation venait à poser problème (rabattement trop important). Le forage F3 peut alors être amené à un débit proche de 0,5 m³/h.

VI.B REPONSE DES FORAGES AUX BESOINS DE LA COMMUNE

La période couverte par l'étude correspond presque exactement aux 2 mois de pic de consommation de l'île Molène (juillet-août).

L'exploitation de l'ensemble des 3 forages d'alimentation en eau potable de l'île a permis d'extraire un volume d'environ **1 376 m³** (source : données d'exploitant sur la période des pompages longue durée).

Sur la même période (27/06 au 28/08/2023), **les besoins se sont élevés à 1 664 m³** (volume distribué). Le solde de production des forages sur cette période est donc négatif : **-288 m³**

D'après le suivi 2022, les besoins en eau sur la période juillet-août se sont élevés à environ **2 173 m³** (27/06/22 au 31/08/22).

Enfin, sur la même période, les apports de l'impluvium se sont élevés à environ **466,6 m³** (obtenu par report de la pluviométrie relevée sur l'impluvium par rapport à sa surface de 4 000 m²).

Les volumes issus de l'impluvium sur la période d'étude ont permis d'atteindre **un solde de production [forage+impluvium] positif, de + 754,6 m³**.

Les réserves sont de 1 750 m³ répartis sur 4 réservoirs :

- La citerne des Anglais, réservoir situé près de l'église (250 m³),
- 3 bâches au niveau des installations de l'impluvium (3x 500 m³).

De plus, le projet photovoltaïque s'accompagne d'une bâche supplémentaire de 800 m³, permettant la captation d'un surplus hivernal, destiné à compenser la surface de collecte de l'impluvium impactée par le projet (environ 700 m²).

La question posée est de savoir si les forages peuvent subvenir aux besoins de l'île en cas d'impossibilité de production de la part de l'impluvium.

On estime que la période couverte par l'étude est représentative d'un été peu sévère, car ayant bénéficié de précipitations généreuses (environ 104 mm pendant le pompage de 2 mois).

Les analyses des chroniques de pompages ont montré une certaine sensibilité aux précipitations, notamment via les piézomètres de surveillance, ou même vis-à-vis de la conductivité sur F3 (cf. § V Qualité des eaux).

Ne disposant pas de recul sur la gestion des ressources en eau de l'île (chroniques d'exploitation sur plusieurs années, chroniques des niveaux piézométriques sur chaque ouvrage), il nous est impossible d'estimer si le niveau des forages en juin 2023 était représentatif des niveaux généralement observés à cette période de l'année.

Néanmoins, il en ressort que l'exploitation des forages était possible, soutenable et comportant une marge de confort dans la gestion des rabattements et de la conductivité sur la période estivale à hauteur d'environ 1 m³/h, sortant d'après le suivi de production environ 1 376 m³ sur 2 mois.

La consommation estivale s'élevant, pour une année très sèche comme 2022 (environ 30 mm entre juillet et août), à environ 2 200 m³, il convient alors de tenir compte de ce déficit entre la distribution et la production des forages.

L'exploitation devra donc tenir compte, à l'horizon de l'été, du potentiel écart entre ce volume disponible via les forages et la consommation projetée sur les deux prochains mois.

VI.C NIVELLEMENT DES OUVRAGES ET RABATTEMENT ADMISSIBLE AU REGARD DU ZÉRO

MARITIME

Un des points critiques est le nivellement des ouvrages par rapport au niveau de la mer, dans le cadre de la prévention de la remontée éventuelle du biseau salé.

Le phénomène de biseau salé se traduit par la présence en profondeur d'une « nappe » d'eau salée, sur laquelle vient se poser la nappe d'eau douce exploitée par les forages. Moins dense, l'eau douce flotte sur l'eau salée et leur interface prend alors le profil d'un biseau s'approfondissant à mesure qu'on pénètre dans les terres. L'eau salée peut pénétrer sur plusieurs dizaines à plusieurs centaines de kilomètre.

L'exploitation d'un forage dans ce contexte doit en permanence prendre en considération la présence de ce biseau salé. En effet le pompage d'eau douce en trop grande quantité permet la remontée du biseau salé, amenant au pompage d'une eau potentiellement impropre à la consommation.

Généralement, les préconisations d'exploitation consistent à ne pas descendre le niveau de la nape sous le niveau de la mer (définition du zéro NGF). Enfin, on estime qu'un rabattement d'1 mètre d'eau douce conduit à une remontée du biseau salé de 40 mètres, par effet de compensation hydrostatique.

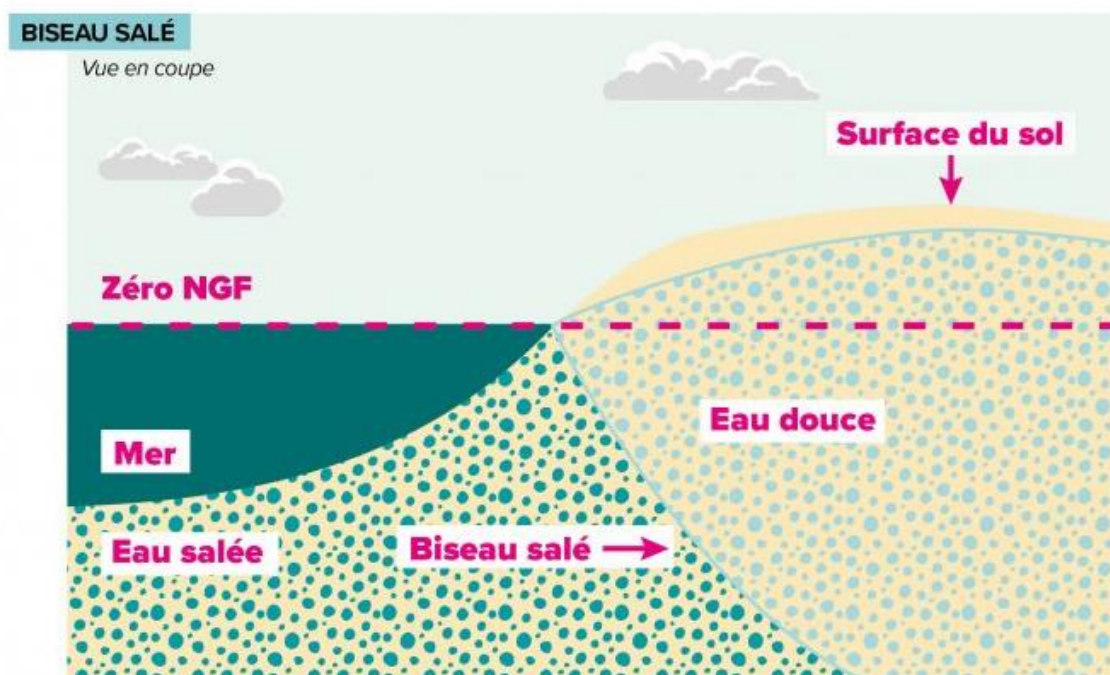


Figure 32 : représentation schématique du biseau salé (source : Plaquette Forages en milieu littoral - Préconisations pour la réalisation et l'exploitation - Région Bretagne (octobre 2022) © DREAL Bretagne et BRGM)

Dans le cas présent de l'île de Molène, et considérant la petite surface de l'île (72 ha), ainsi que la conductivité moyenne déjà relativement élevée des eaux des forages, cette problématique est à prendre avec soin.

Un nivellement des ouvrages a donc eu lieu, à l'aide d'un GPS RTK.

Les résultats de ce nivellement, avec conclusions sur un niveau piézométrique à ne pas dépasser dans chaque forage sont présentés au sein de la Figure 33.

Nom	Altitude margelle (m NGF)	Niveau piézométrique admissible par rapport au sol (m)	Niveau piézométrique admissible par rapport à la bride du tubage de tête (m)
F1	16,155	-16,155	-16,575
F2	15,629	-15,629	-16,243
F3	14,649	-14,649	-15,224

Figure 33 : nivellement des ouvrages et établissement de cotes piézométriques à ne pas dépasser (atteinte du zéro maritime)

Les seuils établis ici doivent faire figure de **seuils absolus à ne pas dépasser**.

Nous recommanderions l'installation d'un matériel de surveillance permanent des niveaux dans le forage (capteurs de pression). Ces capteurs devront être liés à des boîtiers de télécommunication permettant une télétransmission pour consultation en direct des niveaux dans les forages. Un système d'alerte pourra être mis en place pour prévenir de l'approche des seuils critiques.

Un premier seuil d'alerte peut être défini à environ 5 mètres avant l'atteinte de ces niveaux critiques (soit à + 5 m NGF).

La coupure automatique des pompes peut être programmée dès l'atteinte d'un niveau inférieur à 2 mètres par rapport à ces seuils critiques (soit + 2 m NGF).

Conjointement, la surveillance en continu de la conductivité en sortie de chaque ouvrage devrait être poursuivie.

La définition de ces seuils paraît raisonnable dans le cadre d'un pompage de longue durée sur 2 mois. En effet, les rabattements ayant eu lieu lors du pompage d'essai de longue durée n'ont pas mené à atteindre des seuils critiques. Le report des rabattement maximaux atteints lors des essais est fait au sein du tableau suivant :

Nom	Altitude margelle (m NGF)	Niveau piézométrique admissible par rapport au sol (m)	Niveau piézométrique admissible par rapport à la bride du tubage de tête (m)	Niveau minimum atteint lors du pompage longue durée (m NGF)
F1	16,155	-16,155	-16,575	5,83
F2	15,629	-15,629	-16,243	5,822
F3	14,649	-14,649	-15,224	7,014

Tableau 11 : niveaux admissibles vis à vis du biseau salé et niveaux atteints durant les pompages de longue durée (2 mois)

Selon le Tableau 11, F1 et F2 auraient été proches d'atteindre le premier seuil d'alerte défini précédemment (premier seuil d'alerte à + 5 m NGF).

**VII.
ANNEXES**

VII.A ANNEXE 1 : DOSSIERS BSS DES OUVRAGES CONCERNES PAR L'ÉTUDE (F1 – F2 – F3)

0273/1X00-1 (12)

Création dossier: 22/01/98
 Mise à jour : 23/03/98

N° classt : 0273-1X-0001
 Désignation : F 1

Page 1/2

- IDENTIFICATION ET LOCALISATION -

Projet : Département : FINISTERE
 Marché : Commune : ILE DE MOLENE

Maître d'ouvrage : Mairie de Molène Zone Lambert : 1
 X = 60.360 km
 Y = 1103.665 km
 Z = 19.000 m

Entrepreneur : PRISER

Forage Objet : exploitation Etat : exploité
 Usage : A.E.P.
 Réalisé du 16/09/89 au 16/09/89
 Carte topographique: ILE D'OUESSANT (0317 OT) Echelle : 1/25000

- DESCRIPTION DU TROU NU -

Diamètre (mm)	Profondeur/sol (m)	Mode de foration	Fluide utilisé
220	0.00 - 19.50	M.F.T.	Air
165	19.50 - 32.00	M.F.T.	Air

- TUBAGES -

Type de tube	φint. (mm)	Profondeur (m) sup. - inf.	Nature du tube	Epaisseur tube (mm)
Tube plein	244	0.00 - 7.70	ACIER ordinaire	4
Tube plein	113	0.00 - 12.80	P.V.C. lisse	6
Crépine n°1	113	12.80 - 32.00	P.V.C. lisse	6

CARACTERISTIQUES DES CREPINES				
N°	Type de crépine	Slot (mm)	Vide (%)	Centreurs
1	Fentes	1.5		

- COUPE LITHOLOGIQUE -

Base (m)	Description lithologique
6.00	Argile et galet.
18.50	Granite faillé.
19.50	Granite dur.
26.00	Granite altéré rouille.
32.00	Granite gris à passées rouilles.

KC

E

Création dossier: 22/01/98
Mise à jour : 23/03/98

N° classt : 0273-1X-0001
Désignation : F 1

Page 2/2

- DESCRIPTION DES VENUES D'EAU -

Profondeur/sol (m)	Débit cumulé (m3/h)
9.50	humidité
13.00	6.0
16.00	14.0
19.50	40.0
32.00	40.0

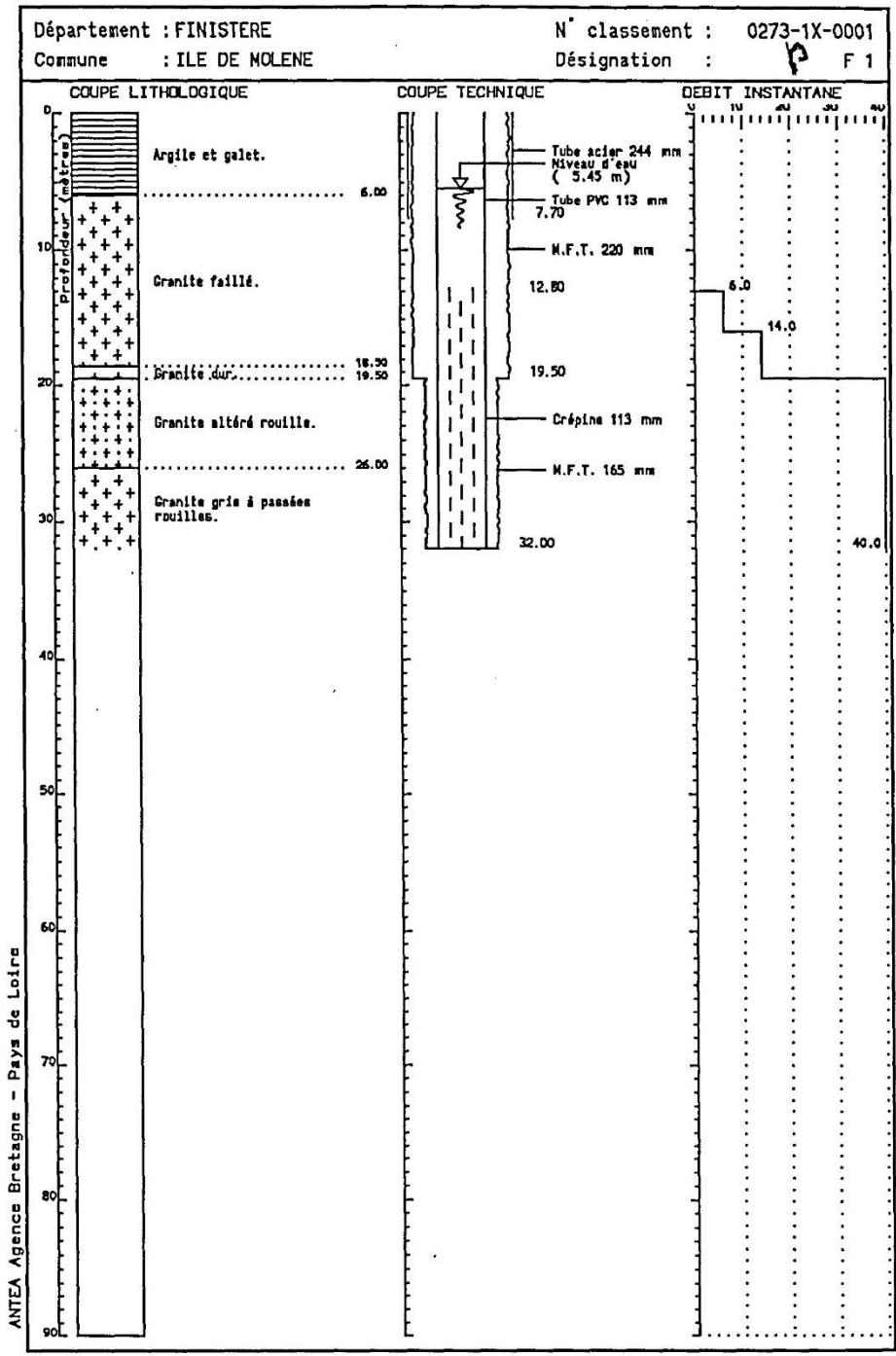
- POMPAGE D'ESSAI -

Repère : Sol Cote NGF : 0.00 m
Niveau au repos : 5.45 m/repère (09/03/98) Repère / sol :

- OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES -

les cotes de la cimentation et le niveau stat
ique ne nous ont pas été fournis

02731X001 / RCIT
2731X1



02731X0002

RC

Création dossier: 22/01/98
 Mise à jour : 23/03/98

N° classt : 0273-1X-0002
 Désignation : F 2

Page 1/2

- IDENTIFICATION ET LOCALISATION -

Projet : Département : FINISTERE
 Marché : Commune : ILE DE MOLENE

Maître d'ouvrage : Mairie de Molène Zone Lambert : 1
 X = 60.290 km
 Y = 1103.630 km
 Z = 18.000 m

Entrepreneur : PRISER

Forage Objet : exploitation Etat : exploité
 Usage : A.E.P.
 Réalisé du 18/09/89 au 18/09/89
 Carte topographique: ILE D'OUessant (0317 OT) Echelle : 1/25000

- DESCRIPTION DU TROU NU -

Diamètre (mm)	Profondeur/sol (m)	Mode de foration	Fluide utilisé
159	0.00 - 52.00	M.F.T.	Air

- TUBAGES -

Type de tube	φint. (mm)	Profondeur (m) sup. - inf.	Nature du tube	Epaisseur tube (mm)
Tube plein	125	0.00 - 4.00	P.V.C. lisse	5
Crépine n°1	125	4.00 - 46.00	P.V.C. lisse	5

CARACTERISTIQUES DES CREPINES				
N°	Type de crépine	Slot (mm)	Vide (%)	Centreurs
1	Fentes			

- COUPE LITHOLOGIQUE -

Base (m)	Description lithologique
46.00	Granite gris jaune très dur avec quelques failles

0273 1X0002

E

Création dossier: 22/01/98
Mise à jour : 23/03/98

N° classt : 0273-1X-0002
Désignation : F 2

Page 2/2

- DESCRIPTION DES VENUES D'EAU -

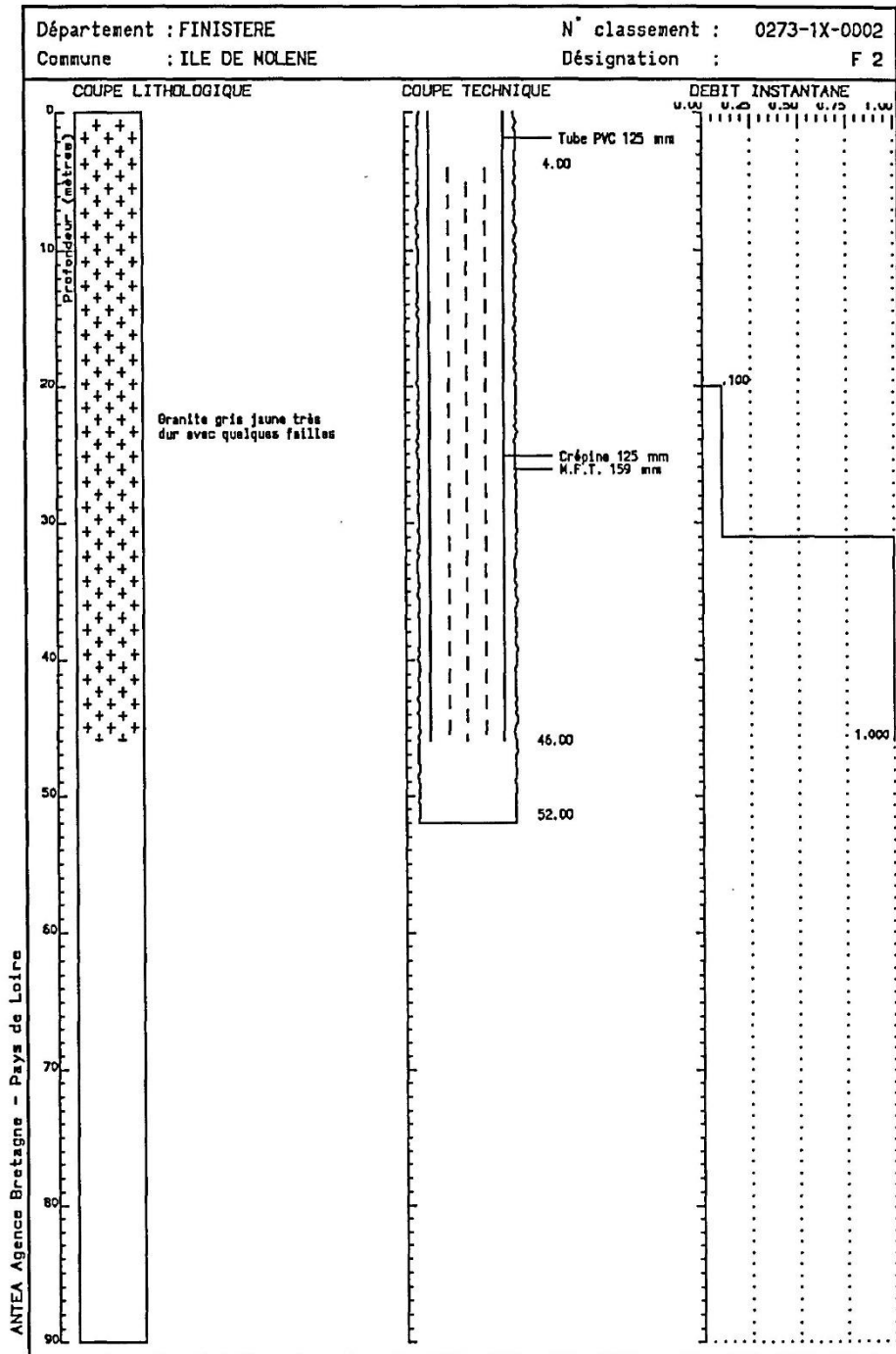
Profondeur/sol (m)	Débit cumulé (m3/h)
10.00	humidité
20.00	0.1
31.00	1.0
46.00	1.0

- OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES -

les cotes de la cimentation et le niveau statique ne nous ont pas été fournis

02731X0002

RC



RC

Création dossier: 22/01/98
 Mise à jour : 23/03/98

N° classt : 0273-1X-0003
 Désignation : F 3

Page 1/2

- IDENTIFICATION ET LOCALISATION -

Projet : Département : FINISTERE
 Marché : Commune : ILE DE MOLENE

Maître d'ouvrage : Mairie de Molène Zone Lambert : 1
 X = 60.255 km
 Y = 1103.440 km
 Z = 17.000 m

Entrepreneur : PRISER

Forage Objet : exploitation Etat : exploité
 Usage : A.E.P.
 Réalisé du 20/09/89 au 20/09/89
 Carte topographique: ILE D'OUESSANT (0317 OT) Echelle : 1/25000

- DESCRIPTION DU TROU NU -

Diamètre (mm)	Profondeur/sol (m)	Mode de foration	Fluide utilisé
159	0.00 - 19.50	M.F.T.	Air
154	19.50 - 29.00	M.F.T.	Air

- TUBAGES -

Type de tube	φint. (mm)	Profondeur (m) sup. - inf.	Nature du tube	Epaisseur tube (mm)
Tube plein	164	0.00 - 4.70	P.V.C. lisse	6
Tube plein	113	0.00 - 13.30	P.V.C. lisse	6
Crépine n°1	113	13.30 - 29.00	P.V.C. lisse	6

CARACTERISTIQUES DES CREPINES				
N°	Type de crépine	Slot (mm)	Vide (%)	Centreurs
1	Fentes	1.5		

- ANNULAIRES -

ESPACE ANNULAIRE EXTERNE (entre trou nu et tubage externe)

Profondeur/sol		Type d'annulaire	Nature (et texture)	Granulométrie (mm - mm)
sommet	base			
0.00	5.00	Cimentation	Ciment	
5.00	5.50	Cimentation	Sobranite	

02731X0003.

RC

Création dossier: 22/01/98
Mise à jour : 23/03/98N° classt : 0273-1X-0003
Désignation : F 3

Page 2/2

- COUPE LITHOLOGIQUE -

Base (m)	Description lithologique
19.50	Granite très dure faillé.
23.00	Granite altéré marron à 2 micas.
26.00	Granite gris à passées rouilles.
29.00	Granite gris à 2 micas.

- DESCRIPTION DES VENUES D'EAU -

Profondeur/sol (m)	Débit cumulé (m3/h)
7.00	humidité
10.00	2.0
15.00	4.0
19.50	3.8
29.00	4.0

- POMPAGE D'ESSAI -

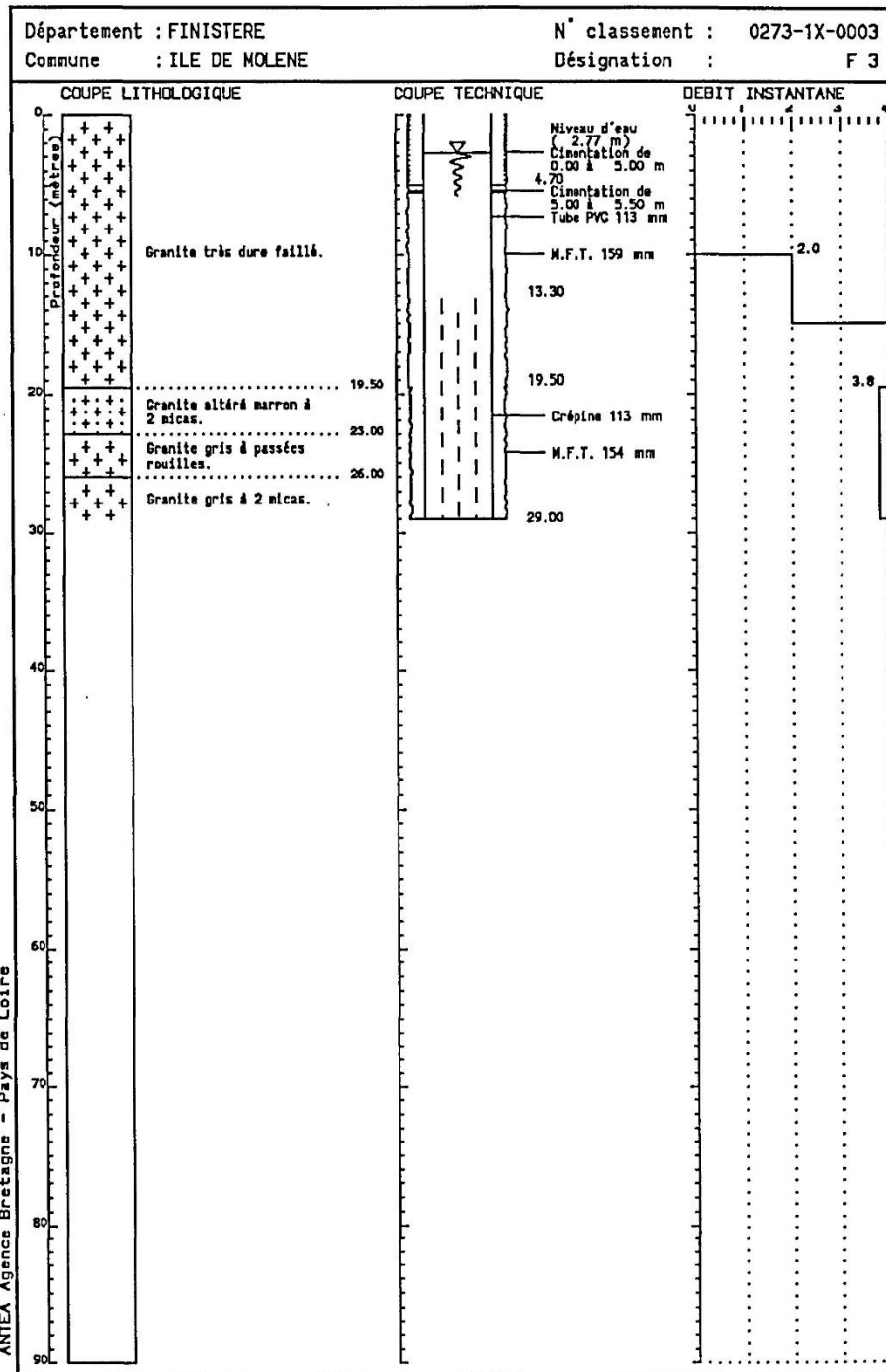
Repère : Sol Cote NGF : 0.00 m
Niveau au repos : 2.77 m/repère (10/03/98) Repère / sol :

- OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES -

Les cotes de la cimentation n'ont pas été fou
rnies, ni le niveau statique de la nappe

02731X0003

RC



**VII.B ANNEXE 2 : RAPPORTS D'ANALYSES DE QUALITE DES EAUX DE FORAGES – LABORATOIRE
LABOCEA**


RAPPORT D'ESSAIS n° 23062806792501

Date d'édition : 31/07/2023 Edition n°1

Page : 1/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :

B : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7016
P : 1-7015
Q : 1-1628



Client : GEOSCOP Agence de Nantes

Site de prélèvement :

Référence : Devis 202304-4596-REV1

Date de réception : 28/06/2023 - Site de Brest

GEOSCOP Agence de Nantes

15 rue du Meunier

44880 SAUTRON

Point de prélèvement :

Date et heure du prélèvement : 27/06/2023 à 14:00

Préleveur :

Nature de l'échantillon : Eau de forage

Traitement de l'eau :

Usage de l'eau : Non renseigné

Température pour bactériologie si délai >8h : Conforme

Réserves:

Délai bactériologique : Délai d'acheminement de l'échantillon non conforme

Ech 1 : N.T 053059 - F1

Date de début d'analyse : 28/06/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
ANALYSES BACTERIOLOGIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 22°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 68h	130	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 36°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 44h	25	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Bactéries Coliformes à 36°C	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 sept 2000	3*	ufc/100ml	0(R)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Entérocoques intestinaux	B	Filtration	NF EN ISO 7899-2	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Escherichia coli	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 Sept 2000	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Bact. Anaérobies Sulfite Réductrices (spores)	B	Filtration	NF EN 26461-2	PRESENCE	ufc/100ml	0(R)	3
ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Turbidité	Q	Spectrométrie	NF EN ISO 7027-1	0.23	NTU	<1(L)	0.1
<input checked="" type="checkbox"/> pH	Q	Potentiométrie	NF EN ISO 10523	7	unité pH	>6.5 ET <9(R)	-
Température de mesure du pH	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	19.3	°C		-
Température de mesure de la conductivité	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	19.3	°C		-
<input checked="" type="checkbox"/> Conductivité corrigée (par calcul) à 25 °C	Q	Méthode à la sonde	NF EN 27888	962	µS/cm	>200 ET <1100(R)	10
<input checked="" type="checkbox"/> Matières En Suspension	Q	Filtration/Gravimétrie	NF EN 872 - Filtre GF/C	<2	mg/l		2

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Comboug - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

A,ND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr



RAPPORT D'ESSAIS n° 23062806792501

Date d'édition : 31/07/2023 Edition n°1

Page : 2/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :
 B : 1-7014
 C : 1-7017
 F : 1-7018
 P : 1-7015
 Q : 1-1828



Température pour bactériologie si délai >8h : Conforme

Réerves:

Délai bactériologique : Délai d'acheminement de l'échantillon non conforme

Ech 1 : N.T 053059 - F1

Date de début d'analyse : 28/06/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
<input checked="" type="checkbox"/> Carbone Organique Total	Q	Oxyd. chimique (Filtration non purgeable)	NF EN 1484	6	mg/l C	< 2(R)	0.3
<input checked="" type="checkbox"/> Azote Ammoniacal (en NH4)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NH4	< 0.1(R)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrates (en NO3)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	40	mg/l NO3	<50(L)	0.5
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrites (en NO2)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NO2	<0.5(L)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures	Q	Colorimétrie automatique	NF ISO 15923-1	135	mg/l	< 250(R)	
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfates	Q	Chromatographie Ionique	NF EN ISO 10304-1	44	mg/l	< 250(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore Total (en P)	Q	Miné. H2SO4 - ICP/OES	NF EN ISO 11885 [Q]	0.13	mg/l P		0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore Total (en P2O5)	Q	Miné. H2SO4 - ICP/OES	NF EN ISO 11885 [Q]	0.28	mg/l P2O5		0.02
<input checked="" type="checkbox"/> Silicates	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	2.8	mg/l SiO2		
Iode	B	ICP MS	Méthode interne selon NF EN 15111	4.1	mg/l		
MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium (en Ca)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	30	mg/l Ca		0.8
<input checked="" type="checkbox"/> Magnésium (en Mg)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	15	mg/l Mg		0.8
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium (en K)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	70	mg/l K		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Sodium (en Na)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	98	mg/l Na	< 200(R)	0.8
POLLUANTS MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Aluminium	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.013	mg/l Al	< 0.2(R)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Arsenic	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	3.9	µg/l As	<10(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Cadmium	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<0.2	µg/l Cd	<5(L)	0.2
<input checked="" type="checkbox"/> Chrome Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Cr	<50(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Cuivre	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.006	mg/l Cu	<2(L)	0.001
<input checked="" type="checkbox"/> Fer Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<10	µg/l Fe	< 200(R)	10
<input checked="" type="checkbox"/> Manganèse Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Mn	< 50(R)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Mercure	B	AFS	NF EN ISO 17852	<0.03	µg/l Hg	<1(L)	0.03

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en #italique#) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr


RAPPORT D'ESSAIS n° 23062806792501

Date d'édition : 31/07/2023 Edition n°1

Page : 3/7


 Liste des sites et
portées disponibles
sur www.cofrac.fr :
B : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7016
P : 1-7015
Q : 1-1828


Température pour bactériologie si délai >8h : Conforme

Réerves:

Délai bactériologique : Délai d'acheminement de l'échantillon non conforme

Ech 1 : N.T 053059 - F1

Date de début d'analyse : 28/06/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
<input checked="" type="checkbox"/> Nickel	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Ni	<20(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Plomb	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<0.4	µg/l Pb	<10(L)	0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Zinc	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<0.01	mg/l Zn		0.01

Référence et limite de qualité issues : code de la santé publique

Commentaire :

Analyse de MES : Limite de quantification calculée à partir d'une masse récupérée sur le filtre de 1 mg qui est inférieure à l'exigence normative de 2 mg

Analyses bactériologiques: Qualité non satisfaisante au point d'usage.

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

A,ND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une forte interférence.
Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

 120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
 TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
 contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr



RAPPORT D'ESSAIS n° 23062806792501

Date d'édition : 31/07/2023 Edition n°1

Page : 4/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :
 B : 1-7014
 C : 1-7017
 F : 1-7016
 P : 1-7015
 Q : 1-1828



Point de prélèvement : Date et heure du prélèvement : 27/06/2023 à 13:30
 Préleveur :
 Nature de l'échantillon : Eau de forage Traitement de l'eau : Usage de l'eau : Non renseigné

Température pour bactériologie si délai >8h : Conforme
 Réserves:
 Délai bactériologique : Délai d'acheminement de l'échantillon non conforme

Ech 1 : N.T 053060 - F2 Date de début d'analyse : 28/06/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
ANALYSES BACTERIOLOGIQUES							
☑ Microorganismes revivifiables à 22°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 68h	83	ufc/ml		3
☑ Microorganismes revivifiables à 36°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 44h	70	ufc/ml		3
☑ Bactéries Coliformes à 36°C	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 sept 2000	PRESENCE	ufc/100ml	0(R)	3
☑ Entérocoques intestinaux	B	Filtration	NF EN ISO 7899-2	0	ufc/100ml	0(L)	3
☑ Escherichia coli	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 Sept 2000	0	ufc/100ml	0(L)	3
☑ Bact. Anaérobies Sulfito Réductrices (spores)	B	Filtration	NF EN 26461-2	0	ufc/100ml	0(R)	3
ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES							
☑ Turbidité	Q	Spectrométrie	NF EN ISO 7027-1	0.16	NTU	<1(L)	0.1
☑ pH	Q	Potentiométrie	NF EN ISO 10523	6.9	unité pH	>6.5 ET <9(R)	-
Température de mesure du pH	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	19.6	°C		
Température de mesure de la conductivité	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	19.6	°C		
☑ Conductivité corrigée (par calcul) à 25 °C	Q	Méthode à la sonde	NF EN 27888	988	µS/cm	>200 ET <1100(R)	10
☑ Matières En Suspension	Q	Filtration/Gravimétrie	NF EN 872 - Filtre GF/C	<2	mg/l		2
☑ Carbone Organique Total	Q	Oxyd. chimique/IR (Fraction non purgeable)	NF EN 1484	7.5	mg/l C	< 2(R)	0.3
☑ Azote Ammoniacal (en NH4)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NH4	< 0.1(R)	0.01
☑ Nitrates (en NO3)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	29	mg/l NO3	<50(L)	0.5
☑ Nitrites (en NO2)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NO2	<0.5(L)	0.01
☑ Chlorures	Q	Colorimétrie automatique	NF ISO 15923-1	159	mg/l	< 250(R)	
☑ Sulfates	Q	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	39	mg/l	< 250(R)	1
☑ Phosphore Total (en P)	Q	Miné. H2SO4 - ICPI/OES	NF EN ISO 11885 (Q)	0.09	mg/l P		0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par ☑ sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
 Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
 Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.
 La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Résultats précédés d'un signe ☑ correspondent aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une forte interférence.
 Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
 La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
 Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA
 120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29260 PLOUZANÉ - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
 TVA : FR 07130002062 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
 contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr



RAPPORT D'ESSAIS n° 23062806792501

Date d'édition : 31/07/2023 Edition n°1

Page : 5/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :
 B : 1-7017
 C : 1-7017
 F : 1-7018
 P : 1-7015
 Q : 1-1828



Température pour bactériologie si délai >8h : Conforme

Réserve:

Délai bactériologique : Délai d'acheminement de l'échantillon non conforme

Ech 1 : N.T 053060 - F2

Date de début d'analyse : 28/06/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore Total (en P2O5)	Q	Miné. H2SO4 - ICP/OES	NF EN ISO 11885 (Q)	0.2	mg/l P2O5		0.02
<input checked="" type="checkbox"/> Silicates	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	4.1	mg/l SiO2		
<input checked="" type="checkbox"/> Iode	B	ICP MS	Méthode interne selon NF EN 15111	4.1	mg/l		
MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium (en Ca)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	39	mg/l Ca		0.8
<input checked="" type="checkbox"/> Magnésium (en Mg)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	16	mg/l Mg		0.8
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium (en K)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	49	mg/l K		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Sodium (en Na)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	98	mg/l Na	< 200(R)	0.8
POLLUANTS MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Aluminium	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.033	mg/l Al	< 0.2(R)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Arsenic	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	28	µg/l As	<10(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Cadmium	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<0.2	µg/l Cd	<5(L)	0.2
<input checked="" type="checkbox"/> Chrome Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Cr	<50(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Cuivre	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.007	mg/l Cu	<2(L)	0.001
<input checked="" type="checkbox"/> Fer Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	14	µg/l Fe	< 200(R)	10
<input checked="" type="checkbox"/> Manganèse Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	13	µg/l Mn	< 50(R)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Mercure	B	AFS	NF EN ISO 17852	<0.03	µg/l Hg	<1(L)	0.03
<input checked="" type="checkbox"/> Nickel	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Ni	<20(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Plomb	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	1.7	µg/l Pb	<10(L)	0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Zinc	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.018	mg/l Zn		0.01

Référence et limite de qualité issues : code de la santé publique

Commentaire :

Analyse de MES : Limite de quantification calculée à partir d'une masse récupérée sur le filtre de 1 mg qui est inférieure à l'exigence normative de 2 mg

Analyses bactériologiques: Qualité non satisfaisante au point d'usage.

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

A,ND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr



RAPPORT D'ESSAIS n° 23062806792501

Date d'édition : 31/07/2023 Edition n°1

Page : 6/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :
 B : 1-7014
 C : 1-7017
 F : 1-7016
 P : 1-7015
 Q : 1-1628



Point de prélèvement : Date et heure du prélèvement : 27/06/2023 à 13:00
 Préleveur :
 Nature de l'échantillon : Eau de forage Traitement de l'eau : Usage de l'eau : Non renseigné

Température pour bactériologie si délai >8h : Conforme
 Réserves:
 Délai bactériologique : Délai d'acheminement de l'échantillon non conforme

Ech 1 : N.T 053061 - F3 Date de début d'analyse : 28/06/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
ANALYSES BACTERIOLOGIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 22°C	B	Inclusion	NF EN ISO 8222 - 68h	53	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 36°C	B	Inclusion	NF EN ISO 8222 - 44h	19	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Bactéries Coliformes à 36°C	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 sept 2000	0	ufc/100ml	0(R)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Entérocoques intestinaux	B	Filtration	NF EN ISO 7899-2	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Escherichia coli	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 Sept 2000	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Bact. Anaérobies Sulfito Réductrices (spores)	B	Filtration	NF EN 28461-2	PRESENCE	ufc/100ml	0(R)	3
ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Turbidité	Q	Spectrométrie	NF EN ISO 7027-1	0.21	NTU	<1(L)	0.1
<input checked="" type="checkbox"/> pH	Q	Potentiométrie	NF EN ISO 10523	7	unité pH	>6.5 ET <9(R)	-
Température de mesure du pH	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	19.8	°C		-
Température de mesure de la conductivité	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	19.8	°C		-
<input checked="" type="checkbox"/> Conductivité corrigée (par calcul) à 25 °C	Q	Méthode à la sonde	NF EN 27888	1055	µS/cm	>200 ET <1100(R)	10
<input checked="" type="checkbox"/> Matières En Suspension	Q	Filtration/Gravimétrie	NF EN 872 - Filtre GF/C	<2	mg/l		2
<input checked="" type="checkbox"/> Carbone Organique Total	Q	Oxyd. chimique/IR (Fraction non poreuse)	NF EN 1484	7.8	mg/l C	< 2(R)	0.3
<input checked="" type="checkbox"/> Azote Ammoniacal (en NH4)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NH4	< 0.1(R)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrates (en NO3)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	44	mg/l NO3	<50(L)	0.5
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrites (en NO2)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NO2	<0.5(L)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures	Q	Colorimétrie automatique	NF ISO 15923-1	170	mg/l	< 250(R)	
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfates	Q	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	39	mg/l	< 250(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore Total (en P)	Q	Miné. H2SO4 - ICPI/OES	NF EN ISO 11885 [Q]	0.11	mg/l P		0.01

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
 Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement et effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
 Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.
 La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - NA = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.
 Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
 La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
 Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA
 120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
 TVA : FR 07130002092 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220654922
 contact@laboce.fr - site internet : laboce.fr


RAPPORT D'ESSAIS n° 23062806792501

Date d'édition : 31/07/2023 Edition n°1

Page : 7/7


 Liste des sites et
portées disponibles
sur www.cofrac.fr
B : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7016
P : 1-7015
Q : 1-1628


Température pour bactériologie si délai >8h : Conforme

Réerves:

Délai bactériologique : Délai d'acheminement de l'échantillon non conforme

Ech 1 : N.T 053061 - F3

Date de début d'analyse : 28/06/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore Total (en P2O5)	Q	Miné. H2SO4 - ICP/OES	NF EN ISO 11885 [Q]	0.25	mg/l P2O5		0.02
<input checked="" type="checkbox"/> Silicates	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	3.1	mg/l SiO2		
Iode	B	ICP MS	Méthode interne selon NF EN 15111	4.9	mg/l		
MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium (en Ca)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	43	mg/l Ca		0.8
<input checked="" type="checkbox"/> Magnésium (en Mg)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	18	mg/l Mg		0.8
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium (en K)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	51	mg/l K		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Sodium (en Na)	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	103	mg/l Na	< 200(R)	0.8
POLLUANTS MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Aluminium	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.024	mg/l Al	< 0.2(R)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Arsenic	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	12	µg/l As	<10(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Cadmium	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<0.2	µg/l Cd	<5(L)	0.2
<input checked="" type="checkbox"/> Chrome Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Cr	<50(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Cuivre	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.009	mg/l Cu	<2(L)	0.001
<input checked="" type="checkbox"/> Fer Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	13	µg/l Fe	< 200(R)	10
<input checked="" type="checkbox"/> Manganèse Total	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Mn	< 50(R)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Mercure	B	AFS	NF EN ISO 17852	<0.03	µg/l Hg	<1(L)	0.03
<input checked="" type="checkbox"/> Nickel	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	<2	µg/l Ni	<20(L)	2
<input checked="" type="checkbox"/> Plomb	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.58	µg/l Pb	<10(L)	0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Zinc	B	Miné. HNO3 - ICP/MS	NF EN ISO 15587-2 / NF EN ISO 17294-2	0.033	mg/l Zn		0.01

Référence et limite de qualité issues : code de la santé publique

Commentaire :

Analyse de MES : Limite de quantification calculée à partir d'une masse récupérée sur le filtre de 1 mg qui est inférieure à l'exigence normative de 2 mg

Analyses bactériologiques: Qualité non satisfaisante au point d'usage.

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

A.JND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (eo) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

Validation scientifique par :

LE GENT LAURENT Chef de service Microbiologie

DALBIES AUDE Responsable Technique

BOURHIS VALERIE Responsable technique

Validation administrative le : 28/07/2023 par :

Stéphane MONOT

Responsable Technique

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr



RAPPORT D'ESSAIS n° 23082908908501

Date d'édition : 15/09/2023 Edition n°1

Page : 1/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :
 S : 1-7014
 C : 1-7017
 F : 1-7016
 P : 1-7015
 Q : 1-1828

Client : GEOSCOPE Agence de Nantes
Site de prélèvement :
Référence : Devis n°202304-4596-REV1
Date de réception : 29/08/2023 - Site de Brest

GEOSCOPE Agence de Nantes
 15 rue du Meunier
44880 SAUTRON

Point de prélèvement :

Date et heure du prélèvement : 28/08/2023 à 14:50

Préleveur :

Nature de l'échantillon : Eau de forage **Traitement de l'eau :** non **Usage de l'eau :** eau souterraine

Remarque : préleveur: Jean-Marie GOUEZ

Ech 1 : N.T 074767 - F1

Date de début d'analyse : 29/08/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
ANALYSES BACTERIOLOGIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 22°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 89h	PRESENCE	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 36°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 44h	0	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Bactéries Coliformes à 36°C	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 sept 2000	0	ufc/100ml	0(R)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Entérocoques intestinaux	B	Filtration	NF EN ISO 7899-2	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Escherichia coli	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 Sept 2000	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Bact. Anaérobies Sulfito Réductrices (spores)	B	Filtration	NF EN 26461-2	PRESENCE	ufc/100ml	0(R)	3
ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Turbidité	Q	Spectrométrie	NF EN ISO 7027-1	0.12	NTU	< 2(R)	0.1
<input checked="" type="checkbox"/> pH	Q	Potentiométrie	NF EN ISO 10523	7.1	unité pH	>6.5 ET <9(R)	-
Température de mesure du pH	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	16.9	°C		-
Température de mesure de la conductivité	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	16.9	°C		-
<input checked="" type="checkbox"/> Conductivité corrigée (par calcul) à 25 °C	Q	Méthode à la sonde	NF EN 27888	994	µS/cm	>200 ET <1100(R)	10
<input checked="" type="checkbox"/> Matières En Suspension	Q	Filtration/Gravimétrie	NF EN 872 - Filtre GF/C	<2	mg/l		2
<input checked="" type="checkbox"/> Carbone Organique Total	Q	Oxyd. chimique/IR (Fraction non purgeable)	NF EN 1484	5.4	mg/l C	< 2(R)	0.3
<input checked="" type="checkbox"/> Azote Ammoniacal (en NH4)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NH4	< 0.1(R)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrates (en NO3)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	46	mg/l NO3	<50(L)	0.5

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
 Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
 Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.
 La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - P/NQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.
 Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
 La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
 Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
 TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
 contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr




RAPPORT D'ESSAIS n° 23082908908501

Date d'édition : 15/09/2023 Edition n°1

Page : 2/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :

S : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7018
P : 1-7015
Q : 1-1828

Remarque : préleveur: Jean-Marie GOUEZ

Ech 1 : N.T 074767 - F1

Date de début d'analyse : 29/08/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrites (en NO2)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NO2	<0.5(L)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures	Q	Colorimétrie automatique	NF ISO 15923-1	104	mg/l	< 250(R)	
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfates	Q	Chromatographie ionique	NF EN ISO 10304-1	45	mg/l	< 250(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore Total (en P)	Q	Miné. H2SO4 - ICP/OES	NF EN ISO 11885 [Q]	0.1	mg/l P		0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Silicates	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	3.4	mg/l SiO2		
Iode	B	ICP MS	Méthode interne selon NF EN 15111	5.3	mg/l		
MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium (en Ca)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	35	mg/l Ca		1
<input checked="" type="checkbox"/> Magnésium (en Mg)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	15.2	mg/l Mg		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium (en K)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	66.7	mg/l K		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Sodium (en Na)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	98	mg/l Na	< 200(R)	1
POLLUANTS MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Aluminium	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.01	mg/l Al	< 0.2(R)	0.002
<input checked="" type="checkbox"/> Arsenic	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	4	µg/l As	<10(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Cadmium	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<0.1	µg/l Cd	<5(L)	0.1
<input checked="" type="checkbox"/> Chrome Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l Cr	<50(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Cuivre	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.004	mg/l Cu	<2(L)	0.0005
<input checked="" type="checkbox"/> Fer Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	3.8	µg/l Fe	< 200(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Manganèse Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l Mn	< 50(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Mercure	B	AFS	NF EN ISO 17852	<0.03	µg/l Hg	<1(L)	
<input checked="" type="checkbox"/> Nickel	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l Ni	<20(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Plomb	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<0.4	µg/l Pb	<10(L)	0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Zinc	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<0.005	mg/l Zn		0.005

Référence et limite de qualité issues : code de la santé publique

Commentaire :

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - P/NQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.
Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr


RAPPORT D'ESSAIS n° 23082908908501

Date d'édition : 15/09/2023 Edition n°1

Page : 3/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :

S : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7016
P : 1-7015
Q : 1-1828

Remarque : préleveur: Jean-Marie GOUEZ

Ech 1 : N.T 074767 - F1

Date de début d'analyse : 29/08/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
-----------	------	---------	-------	----------	-------	---------------------------------------	----

Analyse de MES : Limite de quantification calculée à partir d'une masse récupérée sur le filtre de 1 mg qui est inférieure à l'exigence normative de 2 mg

Analyses bactériologiques: Qualité non satisfaisante au point d'usage.

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en *italique*) qui peuvent affecter la validité des résultats.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - P/NQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.
Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr


RAPPORT D'ESSAIS n° 23082908908501

Date d'édition : 15/09/2023 Edition n°1

Page : 4/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :

S : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7018
P : 1-7015
Q : 1-1828

Point de prélèvement :

Date et heure du prélèvement : 28/08/2023 à 15:05

Préleveur :

Nature de l'échantillon : Eau de forage

Traitement de l'eau : non

Usage de l'eau : eau souterraine

Remarque : préleveur: Jean-Marie GOUÉZ

Ech 1 : N.T 074797 - F2

Date de début d'analyse : 29/08/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
ANALYSES BACTERIOLOGIQUES							
<input type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 22°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 68h	130	ufc/ml		3
<input type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 36°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 44h	>300	ufc/ml		3
<input type="checkbox"/> Bactéries Coliformes à 36°C	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 sept 2000	PRESENCE	ufc/100ml	0(R)	3
<input type="checkbox"/> Entérocoques intestinaux	B	Filtration	NF EN ISO 7899-2	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input type="checkbox"/> Escherichia coli	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 Sept 2000	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input type="checkbox"/> Bact. Anaérobies Sulfito Réductrices (spores)	B	Filtration	NF EN 28461-2	0	ufc/100ml	0(R)	3
ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES							
<input type="checkbox"/> Turbidité	Q	Spectrométrie	NF EN ISO 7027-1	0.16	NTU	< 2(R)	0.1
<input type="checkbox"/> pH	Q	Potentiométrie	NF EN ISO 10623	7	unité pH	>6.5 ET <9(R)	-
Température de mesure du pH	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	16.7	°C		-
Température de mesure de la conductivité	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	16.7	°C		-
<input type="checkbox"/> Conductivité corrigée (par calcul) à 25 °C	Q	Méthode à la sonde	NF EN 27888	1021	µS/cm	>200 ET <1100(R)	10
<input type="checkbox"/> Matières En Suspension	Q	Filtration/Gravimétrie	NF EN 872 - Filtre GF/C	<2	mg/l		2
<input type="checkbox"/> Carbone Organique Total	Q	Oxyd chimique-IR (Fraction non purgeable) Colorimétrie automatisée	NF EN 1484	6.6	mg/l C	< 2(R)	0.3
<input type="checkbox"/> Azote Ammoniacal (en NH4)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NH4	< 0.1(R)	0.01
<input type="checkbox"/> Nitrates (en NO3)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	35	mg/l NO3	<50(L)	0.5
<input type="checkbox"/> Nitrites (en NO2)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NO2	<0.5(L)	0.01
<input type="checkbox"/> Chlorures	Q	Colorimétrie automatique	NF ISO 15923-1	109	mg/l	< 250(R)	
<input type="checkbox"/> Sulfates	Q	Chromatographie Ionique	NF EN ISO 10304-1	41	mg/l	< 250(R)	1
<input type="checkbox"/> Phosphore Total (en P)	Q	Méth. H2SO4 - ICP-OES	NF EN ISO 11885 [Q]	0.08	mg/l P		0.01
<input type="checkbox"/> Silicates	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	4.2	mg/l SiO2		
Iode	B	ICP MS	Méthode interne selon NF EN 15111	4.7	mg/l		

Cople à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploutragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - PNO = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr


RAPPORT D'ESSAIS n° 23082908908501

Date d'édition : 15/09/2023 Edition n°1

Page : 5/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :

S : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7016
P : 1-7015
Q : 1-1828

Remarque : préleveur: Jean-Marie GOUEZ

Ech 1 : N.T 074797 - F2

Date de début d'analyse : 29/08/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium (en Ca)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	42.4	mg/l Ca		1
<input checked="" type="checkbox"/> Magnésium (en Mg)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	15.6	mg/l Mg		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium (en K)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	58.3	mg/l K		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Sodium (en Na)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	111	mg/l Na	< 200(R)	1
POLLUANTS MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Aluminium	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.017	mg/l Al	< 0.2(R)	0.002
<input checked="" type="checkbox"/> Arsenic	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	28	µg/l As	<10(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Cadmium	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.13	µg/l Cd	<5(L)	0.1
<input checked="" type="checkbox"/> Chrome Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	1.7	µg/l Cr	<50(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Cuivre	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.009	mg/l Cu	<2(L)	0.0005
<input checked="" type="checkbox"/> Fer Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	11	µg/l Fe	< 200(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Manganèse Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	15	µg/l Mn	< 50(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Mercure	B	AFS	NF EN ISO 17852	<0.03	µg/l Hg	<1(L)	
<input checked="" type="checkbox"/> Nickel	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l Ni	<20(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Plomb	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	1.9	µg/l Pb	<10(L)	0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Zinc	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.041	mg/l Zn		0.005

Référence et limite de qualité issues : code de la santé publique

Commentaire :

Analyse de MES : Limite de quantification calculée à partir d'une masse récupérée sur le filtre de 1 mg qui est inférieure à l'exigence normative de 2 mg

Analyses bactériologiques: Qualité non satisfaisante au point d'usage.

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - P/NQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.

Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).

La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.

Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01

TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922

contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr


RAPPORT D'ESSAIS n° 23082908908501

Date d'édition : 15/09/2023 Edition n°1

Page : 6/7


 Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :
 S : 1-7014
 C : 1-7017
 F : 1-7016
 P : 1-7015
 Q : 1-1828

Point de prélèvement : **Date et heure du prélèvement : 28/08/2023 à 15:00**
 Préleveur :
 Nature de l'échantillon : *Eau de forage* Traitement de l'eau : *non* Usage de l'eau : *eau souterraine*

Remarque : préleveur: Jean-Marie GOUÉZ

Ech 1 : N.T 074798 - F3

Date de début d'analyse : 29/08/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
ANALYSES BACTERIOLOGIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 22°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 68h	23	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Microorganismes revivifiables à 36°C	B	Inclusion	NF EN ISO 6222 - 44h	6*	ufc/ml		3
<input checked="" type="checkbox"/> Bactéries Coliformes à 36°C	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 sept 2000	4*	ufc/100ml	0(R)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Entérocoques intestinaux	B	Filtration	NF EN ISO 7899-2	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Escherichia coli	B	Filtration	NF EN ISO 9308-1 Sept 2000	0	ufc/100ml	0(L)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Bact. Anaérobies Sulfito Réductrices (spores)	B	Filtration	NF EN 28461-2	4*	ufc/100ml	0(R)	3
ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES							
<input checked="" type="checkbox"/> Turbidité	Q	Spectrométrie	NF EN ISO 7027-1	0.15	NTU	< 2(R)	0.1
<input checked="" type="checkbox"/> pH	Q	Potentiométrie	NF EN ISO 10623	7.1	unité pH	>6.5 ET <9(R)	-
Température de mesure du pH	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	17.2	°C		-
Température de mesure de la conductivité	Q	Méthode à la sonde	Méthode interne	17.2	°C		-
<input checked="" type="checkbox"/> Conductivité corrigée (par calcul) à 25 °C	Q	Méthode à la sonde	NF EN 27888	1017	µS/cm	>200 ET <1100(R)	10
<input checked="" type="checkbox"/> Matières En Suspension	Q	Filtration/Gravimétrie	NF EN 872 - Filtre GF/C	<2	mg/l		2
<input checked="" type="checkbox"/> Carbone Organique Total	Q	Oxyd. chimique-IR (Fraction non purgeable) Colorimétrie automatisée	NF EN 1484	6.2	mg/l C	< 2(R)	0.3
<input checked="" type="checkbox"/> Azote Ammoniacal (en NH4)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NH4	< 0.1(R)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrates (en NO3)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	30	mg/l NO3	<50(L)	0.5
<input checked="" type="checkbox"/> Nitrites (en NO2)	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	<0.01	mg/l NO2	<0.5(L)	0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Chlorures	Q	Colorimétrie automatique	NF ISO 15923-1	140	mg/l	< 250(R)	
<input checked="" type="checkbox"/> Sulfates	Q	Chromatographie Ionique	NF EN ISO 10304-1	37	mg/l	< 250(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Phosphore Total (en P)	Q	Miné. H2SO4 - ICP-OES	NF EN ISO 11885 [Q]	0.11	mg/l P		0.01
<input checked="" type="checkbox"/> Silicates	Q	Colorimétrie automatisée	NF ISO 15923-1	3.6	mg/l SiO2		
Iode	B	ICP MS	Méthode interne selon NF EN 15111	4.2	mg/l		

Cople à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploutragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
 Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
 Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.
 La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
 Résultats précédés du signe < correspondant aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - P/NQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.
 Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
 La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
 Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

GIP LABOCEA

 120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
 TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
 contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr


RAPPORT D'ESSAIS n° 23082908908501

Date d'édition : 15/09/2023 Edition n°1

Page : 7/7



Liste des sites et portées disponibles sur www.cofrac.fr :

S : 1-7014
C : 1-7017
F : 1-7016
P : 1-7015
Q : 1-1828

Remarque : préleveur: Jean-Marie GOUEZ

Ech 1 : N.T 074798 - F3

Date de début d'analyse : 29/08/2023

Paramètre	Site	Méthode	Norme	Résultat	Unité	Référence (R) + Limite (L) Qualité	LQ
MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Calcium (en Ca)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	44.7	mg/l Ca		1
<input checked="" type="checkbox"/> Magnésium (en Mg)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	16	mg/l Mg		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Potassium (en K)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	52.3	mg/l K		0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Sodium (en Na)	Q	ICP OES	NF EN ISO 11885	104	mg/l Na	< 200(R)	1
POLLUANTS MINÉRAUX							
<input checked="" type="checkbox"/> Aluminium	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.018	mg/l Al	< 0.2(R)	0.002
<input checked="" type="checkbox"/> Arsenic	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	21	µg/l As	<10(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Cadmium	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<0.1	µg/l Cd	<5(L)	0.1
<input checked="" type="checkbox"/> Chrome Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l Cr	<50(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Cuivre	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.006	mg/l Cu	<2(L)	0.0005
<input checked="" type="checkbox"/> Fer Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	7.1	µg/l Fe	< 200(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Manganèse Total	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l Mn	< 50(R)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Mercure	B	AFS	NF EN ISO 17852	<0.03	µg/l Hg	<1(L)	
<input checked="" type="checkbox"/> Nickel	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<1	µg/l Ni	<20(L)	1
<input checked="" type="checkbox"/> Plomb	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	<0.4	µg/l Pb	<10(L)	0.4
<input checked="" type="checkbox"/> Zinc	B	ICP MS	NF EN ISO 17294-2	0.008	mg/l Zn		0.005

Référence et limite de qualité issues : code de la santé publique

Commentaire :

Analyse de MES : Limite de quantification calculée à partir d'une masse récupérée sur le filtre de 1 mg qui est inférieure à l'exigence normative de 2 mg

Analyses bactériologiques: Qualité non satisfaisante au point d'usage.

Copie à :

Sites de LABOCEA : B : Brest-Plouzané - C : Combourg - F : Fougères - P : Ploufragan - Q : Quimper

AJND : Ajout non demandé

Seuls les prestations identifiées par sont réalisées sous couvert de l'accréditation.
Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à analyse, et le cas échéant au prélèvement si effectué par LABOCEA. Si le prélèvement n'est pas réalisé par le laboratoire, les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Le laboratoire est responsable de toutes les informations fournies dans le rapport sauf celles fournies par le client (identifiées en italique) qui peuvent affecter la validité des résultats.
La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification (LQ). (ec) = en cours d'analyse - N/A = non analysé - NI = non interprétable - * = nombre estimé - PRESENCE = 1 à 2 colonies - 0 = non détecté - P/NQ = présence non quantifiable en raison d'une flore interférente.
Pour déclarer ou non la conformité, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée aux résultats (incertitudes communiquées sur demande).
La déclaration de conformité est couverte par l'accréditation si toutes les analyses sont couvertes par l'accréditation.
Laboratoire agréé par les ministères chargés de l'agriculture, de la santé et de l'environnement (voir site internet de ces ministères).

Validation scientifique par :

LANNUZEL GUILLAUME Technicien microbiologiste
DALBIES AUDE Responsable Technique
BONIOU BRUNO Chef du Service hydrologie et polluants minéraux

Validation administrative le : 15/09/2023 par :

Bruno BONIOU Chef du Service hydrologie et poll

GIP LABOCEA

120, avenue Alexis de Rochon BP 52 - CS 10052 - 29280 PLOUZANE - Tél : 02 96 69 02 10 - Fax : 02 98 34 11 01
TVA : FR 07130002082 - N° SIRET : 13000208200027 - Code APE : 7120B - N° d'organisme formateur : 53220854922
contact@labocea.fr - site internet : labocea.fr

