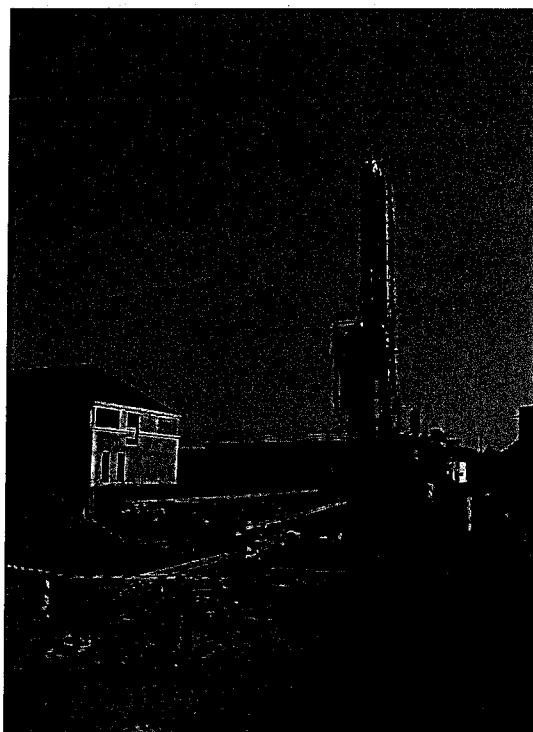




**MAISON DU DEPARTEMENT
SITE DE GIEN(45)**



**Réalisation d'un doublet géothermique
RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX**



Novembre 2008

CONSEIL GENERAL DU LOIRET
MAISON DU DEPARTEMENT
SITE DE GIEN (45)

04006Y0109 / FIPAC / RC1



Réalisation d'un doublet géothermique
RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX

Maître d'ouvrage : Conseil général

Adresse : 15, rue Eugène Vignat,
45 000 ORLEANS

Interlocuteurs : M. MARTIN

Localisation des travaux : Maison du Département de Gien

Maitre d'œuvre : Architecte Cabinet Bourgoïn

Interlocuteur : M BOURGOIN
☎ 01.39.24.22.30
✉ 01.39.24.22.35

Assistant technique : EAU & INDUSTRIE

Chef de projet: D. CHIGOT

Adresse : EAU & INDUSTRIE
ZAC des Aulnaies, 1121, rue de la Bergeresse
45160 OLIVET

Travaux : EXEAU Centre

Responsable: H. LECOMTE

Adresse : EXEAU CENTRE
Le Bois Chesneau
45460 BOUZY LA FORET

SOMMAIRE

04006X 0109 / FIPAC / RC 2

I. RAPPEL DU CONTEXTE	4
II. LOCALISATION DE L'OUVRAGE	4
III. CHRONOLOGIE DES TRAVAUX REALISES	6
III.1. FORAGE DE PRELEVEMENT.....	6
III.1.1 Travaux de forage de réinjection.....	6
III.1.2 Observations géologiques et hydrogéologiques.....	8
III.1.3 Essais de pompage.....	8
III.2. FORAGE DE PRELEVEMENT	10
III.2.1 Travaux de forage de prélèvement.....	10
III.2.2 Observations géologiques et hydrogéologiques.....	12
III.2.3 Essais de pompage.....	12
IV. ANALYSES D'EAU	14
V. PRECONISATIONS	15
V.1. POSITION DE LA POMPE D'EXHAURE	15
V.2. PRECAUTIONS POUR LA REINJECTION	15
V.3. PRECAUTIONS GENERALES	15

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures :

Figure 1 : Localisation du forage (Extrait de la carte IGN n°2324 E - 1/25 000)	5
Figure 2 : Extrait cadastral et localisation des ouvrages de pompage et de réinjection	5
Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage de réinjection	7
Figure 4 : Courbe caractéristique du forage de réinjection.....	9
Figure 5 : Coupe géologique et technique du forage de prélèvement.....	11
Figure 6 : Courbe caractéristique du forage de prélèvement	13
Figure 7 : Essai de prélèvement et de réinjection – Evolution du niveau dynamique sur le puits de pompage et de réinjection	14

Tableaux :

Tableau 1 : Implantation des forages	4
Tableau 2 : Coordonnées géographiques des forages.....	4
Tableau 3 : Données de débits et de rabattement obtenues lors des essais par paliers	8
Tableau 4 : Données de débits et de rabattement obtenues lors des essais par paliers sur le forage de réinjection.....	12
Tableau 5 : Résultats des analyses sur l'eau brute de forage	14

I. RAPPEL DU CONTEXTE

04006x0109/FIPAC/RC₃

Le Conseil Général du Loiret a décidé de réaliser un doublet géothermique pour chauffer le site de la Maison du Département sur la commune de Gien, dans le département du Loiret (45).

Réglementairement, le projet est situé en zone de nappe à répartition (arrêté préfectorale du 22 mai 2006) et est de ce fait, soumis à déclaration, au titre du décret n°2007-397 du 22 mars 2007, rubrique 1.3.1.0. 2° de la nomenclature. Ces ouvrages ont fait l'objet d'un récépissé en date du 04 juin 2008.

Ce rapport rend compte des travaux réalisés.

II. LOCALISATION DE L'OUVRAGE

La commune de Gien est située à l'Est du département du Loiret (45), à une soixantaine de kilomètres au Sud-Est d'Orléans.

Le plan au 1/25 000^e sur fond IGN et le plan cadastral, précise l'implantation des forages.

L'environnement des ouvrages est essentiellement pavillonnaire et est composé d'espaces culturels et de loisirs.

Les forages sont situés sur la parcelle cadastrée :

Tableau 1 : Implantation des forages

Commune	Numéro de parcelle	Section
Gien	571 et 576	AD

Tableau 2 : Coordonnées géographiques des forages

LAMBERT II				
Forage	X (m)	Y (m)	Z (m)	N° BSS
Prélèvement	621 405	2 300 872	158	
Réinjection	621 422	2 300 788	158	

La localisation du projet est présentée par les figures 1 et 2 situées page suivante.

Figure 1 : Localisation du forage (Extrait de la carte IGN n°2324 E - 1/25 000°)

04006X0103/FIPAC/L

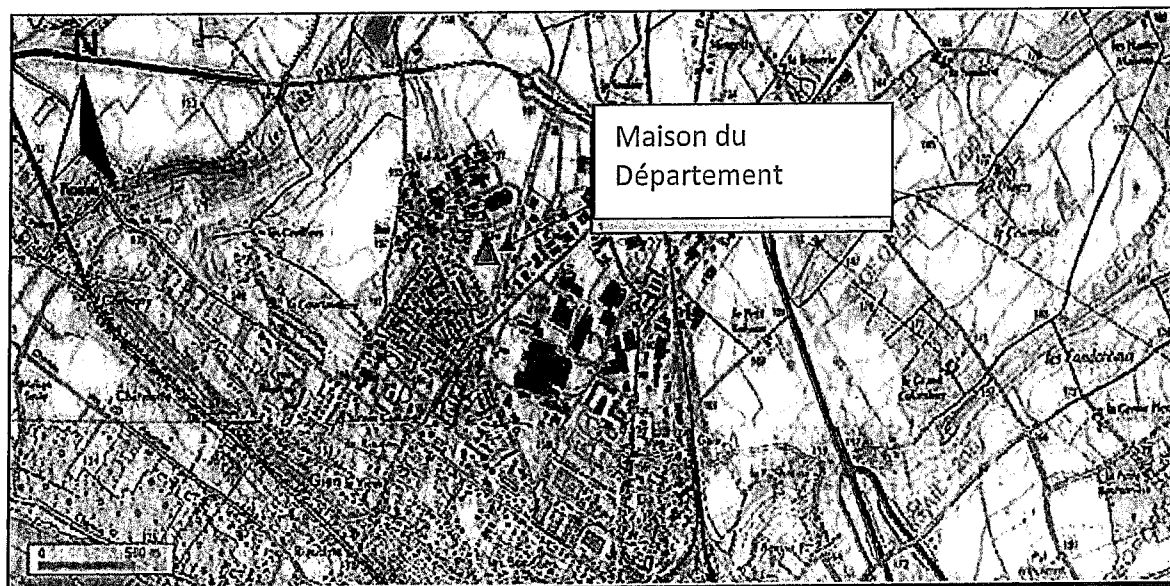
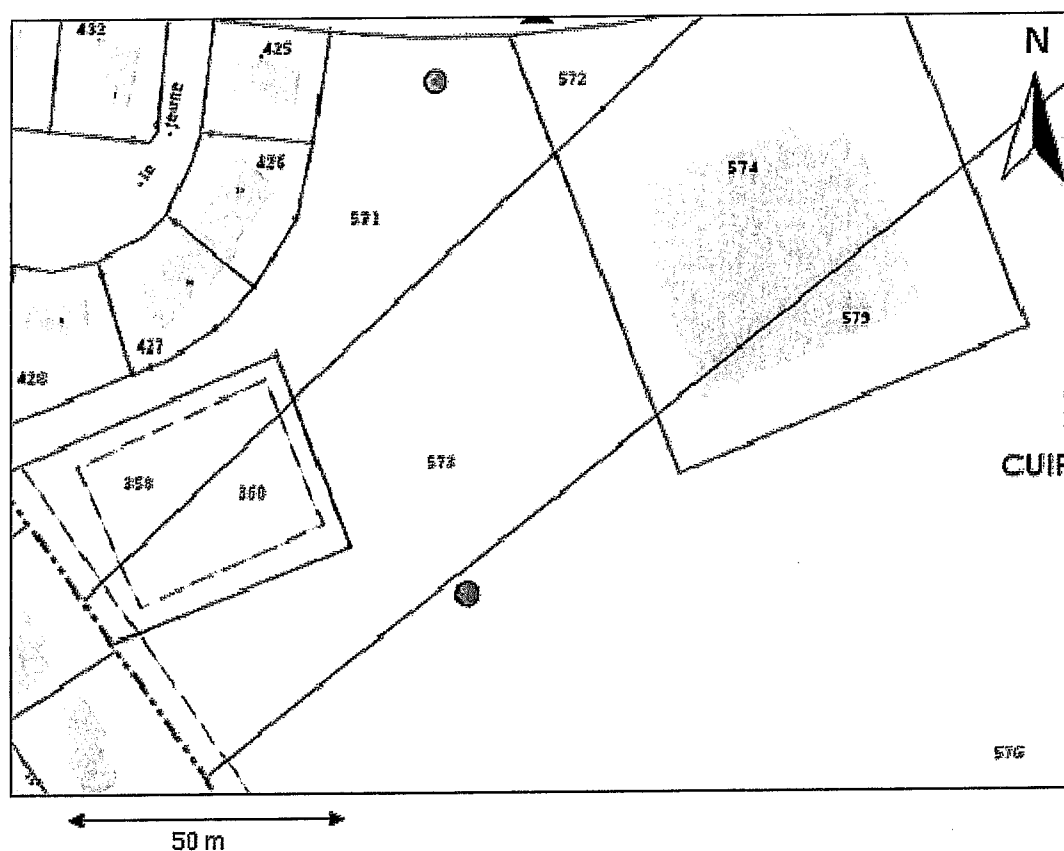


Figure 2 : Extrait cadastral et localisation des ouvrages de pompage et de réinjection



III. CHRONOLOGIE DES TRAVAUX REALISES

III.1. FORAGE DE PRELEVEMENT

04006X0110 / F2PAC / RC4

III.1.1 Travaux de forage de réinjection

Les travaux de forage de réinjection ont été réalisés par l'entreprise Exeau Centre du 19 septembre au 04 juillet 2008 :

- Implantation des ouvrages le 17 septembre 2008,
- Implantation de la machine de forage le 19 septembre 2008,
- Creusement en 380 mm de 0 à 31 m, pose du tubage 273, épaisseur 4 mm et cimentation du 19 au 23 septembre 2008,
- Creusement en 254 mm de 31 m à 62 m, pose tubage PVC 126 – 140 mm gravillonné du 26 au 29 septembre 2008,
- Test à l'air lift et acidification les 30 septembre et 01 octobre 2008,
- Nettoyage et pompage du 02 et 03 octobre 2008.

Le détail de la coupe technique de l'ouvrage est disponible sur la figure 3, page suivante.

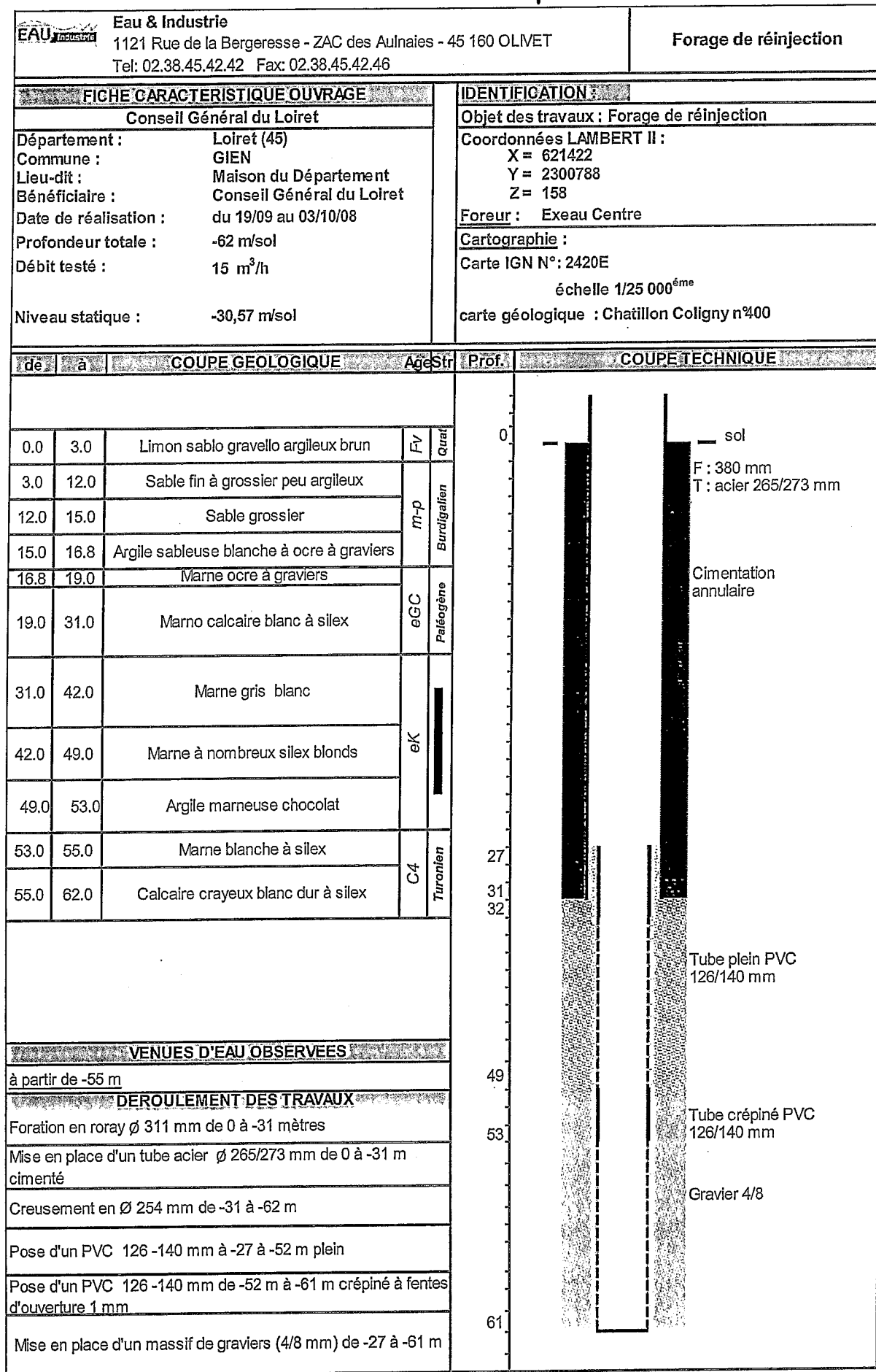


Figure 3 : Coupe géologique et technique du forage de réinjection

0400 6X0109 / FIPAC / RC4

III.1.2 Observations géologiques et hydrogéologiques

Les cuttings de forage ont permis d'établir une coupe géologique des formations rencontrées. Cette coupe peut être décrite comme suit :

- de 0 à -16,8 mètres : sable et argile : Burdigalien,
- de -16,8 à -31 mètres : marno calcaire : équivalent des formations de Beauce,
- de -31 à -53 mètres : argile chocolat à silex : Eocène et argile à silex,
- de -53 à -62 mètres : Calcaire crayeux à silex: Turonien.

Au droit du site, on aurait dû trouver que des formations de Beauce de type calcaire d'après les coupes géologiques voisines.

Or, l'analyse des échantillons montrent clairement que les équivalents des formations de Beauce sont essentiellement marneux. L'argile à silex est très reconnaissable et les niveaux de calcaires crayeux est vraisemblablement une craie de type castine.

Cette interprétation modifie sensiblement les coupes des forages voisins.

III.1.3 Essais de pompage

A la suite d'une phase de nettoyage de l'ouvrage et de deux acidifications de 1 tonne chacune des essais de pompage ont été réalisés. Ces essais ont consisté en un essai de pompage par paliers (ou essai de puits) visant à définir les caractéristiques de l'ouvrage, qui s'est déroulé le 02 et 03 octobre 2008. Cet essai a consisté en la réalisation de trois paliers aux débits de 7 m³/h, de 10 m³/h et d'un palier de 105m³/h. Le niveau piézométrique se situe à 30,57 m du sol.

Lors des essais de pompage, les eaux prélevées ont été évacuées dans le réseau pluvial bordant le site.

Les résultats de l'essai par paliers sont présentés ci-après. Le Tableau 3, présente respectivement les données de débits et de rabattements obtenus lors de l'essai par paliers.

Tableau 3 : Données de débits et de rabattement obtenues lors des essais par paliers

Paliers	1	2	3
Débit de pompage en m ³ /h	7	10	15
Niveau piézométrique mesuré en fin de pompage	-31,45 m	-31,46 m	- 39,45 m
Durée	1 h	1h	1 h

III.2. FORAGE DE PRELEVEMENT

0400 6X0108 / FIPAC / RC 5

III.2.1 Travaux de forage de prélèvement

Les travaux de forage de prélèvement ont été réalisés par l'entreprise Exeau Centre du 06 octobre au 24 octobre 2008 :

- Implantation de la machine de forage le 06 octobre 2008,
- Creusement en 445 mm de 0 à 31 m, pose du tubage 315-323 mm et cimentation le 09 octobre 2008,
- Creusement en 311 mm de 31 m à 70 m, pose tubage PVC 178 – 195 mm gravillonné le 16 octobre 2008,
- Test à l'air lift et acidification du 17 et 20 octobre 2008,
- Nettoyage et pompage par palier du 21 au 23 octobre 2008,
- pompage et réinjection du 23 et 24 juillet 2008.

Le détail de la coupe technique de l'ouvrage est disponible sur la Figure 5, page suivante.

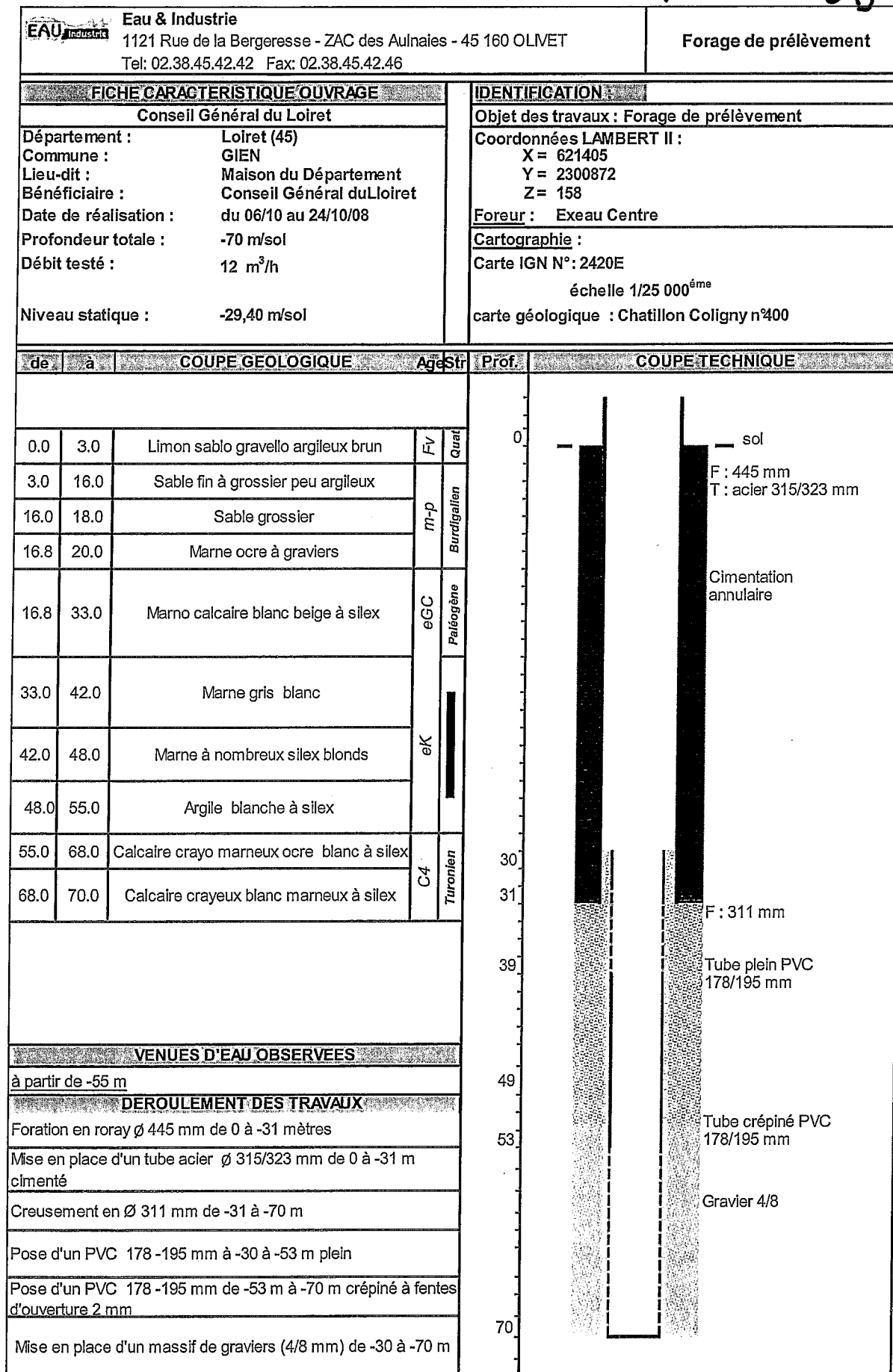


Figure 5 : Coupe géologique et technique du forage de prélèvement

04006X0109/FIPAC/RC₆

III.2.2 Observations géologiques et hydrogéologiques

Les cuttings de forage ont permis d'établir une coupe géologique des formations rencontrées. Cette coupe peut être décrite comme suit :

- de 0 à -20 mètres : sable et argile : Burdigalien,
- de -20 à -33 mètres : marno calcaire : équivalent des formations de Beauce,
- de -33 à -55 mètres : Marne blanche à silex : argile à silex ou Eocène,
- de -55 à -70 mètres : Calcaire crayeux à silex: Turonien.

Au droit du site, on aurait dû trouver que des formations de Beauce de type calcaire d'après les coupes géologiques voisines.

Or, l'analyse des échantillons montrent clairement que les équivalents des formations de Beauce sont essentiellement marneux. L'argile à silex est très reconnaissable et les niveaux de calcaires crayeux est vraisemblablement une craie de type castine.

Cette interprétation modifie sensiblement les coupes des forages voisins.

III.2.3 Essais de pompage

A la suite d'une phase de nettoyage de l'ouvrage, des essais de pompage ont été réalisés. Ces essais ont consisté en un essai de pompage par paliers (ou essai de puits) visant à définir les caractéristiques de l'ouvrage, qui s'est déroulé les 23 octobre 2008. Cet essai a consisté en la réalisation de trois paliers aux débits de 5, 7 et 12 m³/h en palier. Le niveau piézométrique se situe à 29,22 m du sol.

Lors des essais de pompage, les eaux prélevées ont été évacuées dans le réseau d'eaux pluviales.

Les résultats de l'essai par paliers sont présentés ci-après. Le Tableau 4 présente respectivement les données de débits et de rabattements obtenus lors de l'essai par paliers.

Tableau 4 : Données de débits et de rabattement obtenues lors des essais par paliers sur le forage de réinjection

Paliers	1	2	3
Débit de pompage en m ³ /h	5	7	12
Niveau piézométrique mesuré en fin de pompage	-36,21	-43,15	-54,24 m
Durée	1h	1 h	1 h

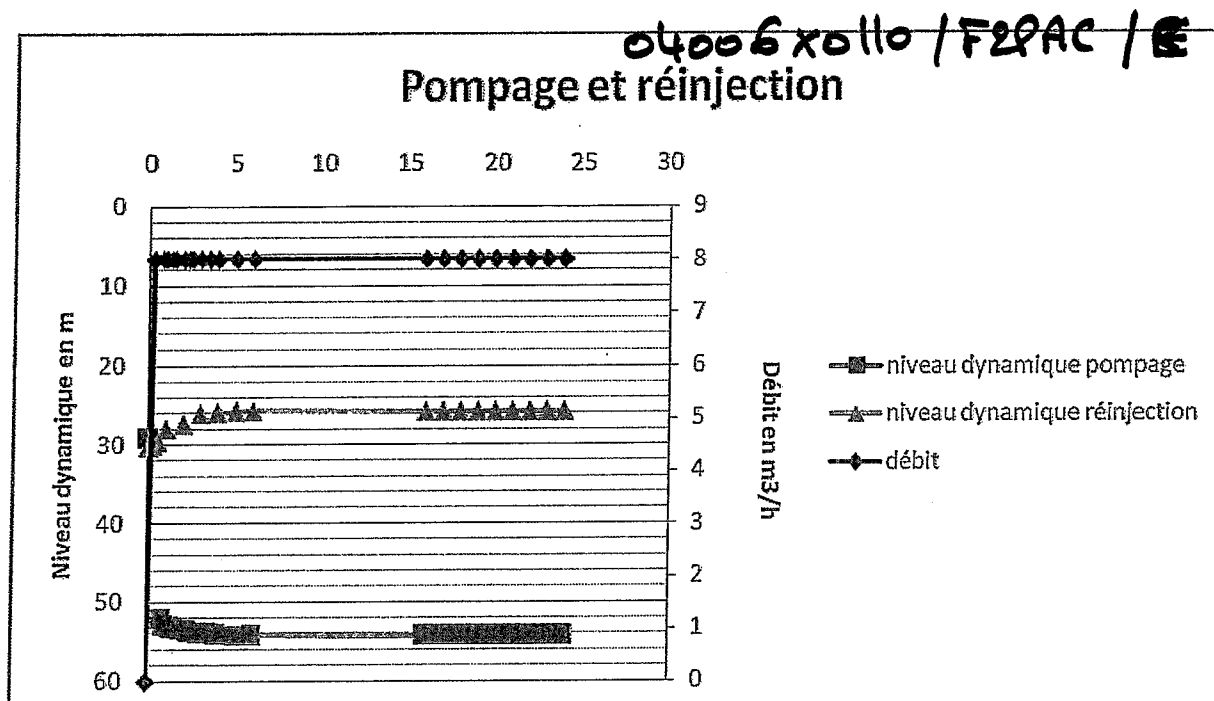


Figure 7 : Essai de prélèvement et de réinjection – Evolution du niveau dynamique sur le puits de pompage et de réinjection

L'essai de longue durée a eu lieu à 8 m³/h. Le débit spécifique en réinjection est de 1,8 m³/h/m et de 0,32 m³/h/m pour le prélèvement. Les niveaux sont stabilisés

IV. ANALYSES D'EAU

La température de l'eau mesurée sur les essais du forage de réinjection est de 12,5° C.

Au cours des essais de pompage par palier, un échantillon d'eau a été prélevé afin de permettre la réalisation d'analyses physico-chimiques.

Ses teneurs en fer et manganèse sont élevées. Il faut éviter toutes oxygénations ce qui évitera la précipitation d'oxydes de fer et manganèse qui pourrait altérer le fonctionnement des installations sur le long terme.

Il conviendra toutefois de surveiller régulièrement les valeurs.

Tableau 5 : Résultats des analyses sur l'eau brute de forage

Paramètre	Valeur
pH	7,93
Sulfate	11 mg/l
Conductivité	1992 µS/cm
Teneur en fer	80 µg/l
Teneur en manganèse	140 µg/l

0400 6x0109 | FIPAC | RC1

V. PRECONISATIONS

Compte tenu des essais réalisés, la Maison du département de Gien peut être alimentée une pompe à chaleur destinée au chauffage des locaux.

Le débit d'exploitation sera de $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$. La température de l'eau de 12°C à 13°C

V.1. POSITION DE LA POMPE D'EXHAURE

Les essais de débit de longue durée réalisés sur le forage de prélèvement indiquent des rabattements obtenus compatible avec l'exploitation et permettent de préciser les conditions hydrogéologiques d'exploitation.

Nous conseillons de positionner la pompe de prélèvement à la profondeur de 65 m.

- Débit : $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$,
- Niveau statique : -29,20 m du sol,
- Niveau dynamique à $7,9 \text{ m}^3/\text{h}$: - 54,30 m,
- Battement de la nappe : 10 m (estimé pas de piézomètre à proximité),
- Position de la pompe : $54 + 10 + 1$ (sécurité) = 65 m.

V.2. PRECAUTIONS POUR LA REINJECTION

De même, les précautions à prendre pour le forage de réinjection sont :

- Débit : $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$
- Niveau statique : -30.57 m du sol
- Niveau dynamique de remontée à $7,5 \text{ m}^3/\text{h}$: environ 25 m
- Battement de la nappe : 10 m (piézomètre de Batilly en Gâtinais)
- Position du rejet : $-25 -10 = 35\text{m}$

La réinjection de l'eau devra se faire par l'intermédiaire d'un tube plongeur positionné à au moins 35 m du sol.

Il est conseillé de mettre une tête fermée sur le forage, si possible étanche avec une ouverture pour mesurer le niveau d'eau.

V.3. PRECAUTIONS GENERALES

Nous préconisons de prendre les précautions suivantes :

- Ne pas démarrer le forage en tout ou rien
- Contrôler les niveaux d'eau et les débits régulièrement
- Munir la tête de forage de prélèvement d'un robinet de prélèvement
- Prévoir un contrôle des ouvrages tous les cinq à six ans
- Surveiller la teneur en fer et manganèse régulièrement. Si la teneur augmente au-delà de $200 \mu\text{g/l}$ pour le fer, envisager la mise en place d'un filtre à sable.