



RECEPISSE DE DÉPÔT DE DOSSIER DE DÉCLARATION
CONCERNANT
EXPLOITATION D'UN DOUBLET GEOTHERMIQUE

COMMUNE DE PARCAY-MESLAY

DOSSIER N° 37-2011-00058

LE PRÉFET D'INDRE-ET-LOIRE
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
CHEVALIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MÉRITE

ATTENTION : CE RECEPISSE ATTESTE DE L'ENREGISTREMENT DE VOTRE DEMANDE MAIS
N'AUTORISE PAS LE DEMARRAGE IMMÉDIAT DES TRAVAUX.

VU le code de l'environnement, et notamment les articles L. 211-1, L. 214-1 à L. 214-6 et R. 214-1 à
R. 214-56 ;

VU le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) ;

VU le dossier de déclaration déposé au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement
considéré complet en date du 26/05/11, présenté par la DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES
TERRITOIRES d'Indre-et-Loire, représenté par Monsieur le Directeur, enregistré sous le n° 37-2011-
00058 et relatif à l'EXPLOITATION D'UN DOUBLET GEOTHERMIQUE à PARCAY-MESLAY ;

donne récépissé du dépôt de sa déclaration au pétitionnaire suivant :

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES
61 AVENUE DE GRAMMONT
37000 TOURS

concernant :

L'EXPLOITATION D'UN DOUBLET GEOTHERMIQUE

dont la réalisation est prévue dans la commune de PARCAY-MESLAY

Les ouvrages constitutifs à ces aménagements rentrent dans la nomenclature des opérations
soumises à déclaration au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement. La rubrique du
tableau de l'article R. 214-1 du code de l'environnement concernée est la suivante :

04581X0466/f2
04581X0150/f1

Les agents mentionnés à l'article L. 216-3 du code de l'environnement et notamment ceux chargés de la police de l'eau et des milieux aquatiques auront libre accès aux installations objet de la déclaration dans les conditions définies par le code de l'environnement, dans le cadre d'une recherche d'infraction.

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

Le présent récépissé ne dispense en aucun cas le déclarant de faire les déclarations ou d'obtenir les autorisations requises par d'autres réglementations.

A TOURS, le 02/09/2011

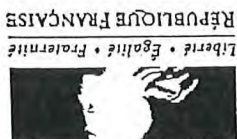
Le chef du service de l'eau
et des ressources naturelles,



Dany LECOMTE

PJ : liste des arrêtés de prescriptions générales

Les informations recueillies font l'objet d'un traitement informatique destiné à l'instruction de votre dossier par les agents chargés de la police de l'eau en application du code de l'environnement. Conformément à la loi « informatique et liberté » du 6 janvier 1978, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification des informations qui vous concernent. Si vous désirez exercer ce droit et obtenir une communication des informations vous concernant, veuillez adresser un courrier au guichet unique de police de l'eau où vous avez déposé votre dossier, à défaut auprès de la direction de l'eau et de la biodiversité du ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.



PREFECTURE D'INDRE-ET-LOIRE

ANNEXE TECHNIQUE

n° 37-2011-00058

Dossier de déclaration en date du 26/05/2011
relatif à la création de 2 forages

Demandeur :	DDT 37
Localisation des forages :	F1 : ZM n° 174 F2 : ZM n° 174
Commune :	PARCAY-MESLAY
Coordonnées Lambert :	F1 : X = 478 614 - Y = 2 273 781 F2 : X = 478 623 - Y = 2 273 737
Nappe captée :	Craie (sèno-turonien)
Débit prélevé	5 m ³ /h
Volume prélevé	6440 m ³ /an

04581x0166/F2
04581x0450/F1

ARCHAMBAULT CONSEIL



DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT D'INDRE ET LOIRE

Projet d'implantation d'une thermo frigo pompe sur
le centre d'examen de permis de conduire à
Parcay Meslay (37)

Création d'un second forage et exploitation du
doublet

DOSSIER DE DECLARATION Rapport CAT 233-4 Janvier 2010

ETUDES ET EXPERTISES - FAH - ENVIRONNEMENT

AGENCE CENTRE OUEST : 175 rue Horandière - 37260 Monts - Tél 02 47 26 98 31 - Fax 02 47 73 04 17
AGENCE NORD EST : 3 av. du Général Gallien - 92000 Nanterre - Tél 01 55 90 16 68 - Fax 01 55 90 60 77
SIEGE & AGENCE SUD EST : ZA du Charpenay - 16 rue de l'Aqueduc - 69210 LENTILLY - Tél : 04 78 48 83 83 - Fax : 04 78 48 86 31
ARCHAMBAULT CONSEIL - SA à Directoire et Conseil de Surveillance Capital 500 000 € - SIRET 32875112800054 - APE 7112B
www.archambault-conseil.fr

SOMMAIRE

1	LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	3
2	INTRODUCTION.....	4
3	IDENTIFICATION DU PROJET.....	5
4	SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	6
4.1	LOCALISATION GEOGRAPHIQUE.....	6
4.2	LOCALISATION CADASTRALE.....	7
4.3	TOPOGRAPHIE.....	7
5	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	9
5.1	CONTEXTE GENERAL.....	9
5.2	COUPE LITHOLOGIQUE.....	11
6	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	12
6.1	INVENTAIRE DES AQUIFERES.....	12
6.2	INVENTAIRE DES OUVRAGES ENVIRONNANTS.....	13
6.3	PIEZOMETRIE ET FLUCTUATIONS DE LA NAPPE.....	13
6.4	CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DE LA NAPPE.....	15
6.5	CHIMIE DES EAUX DE LA NAPPE.....	19
7	ENVIRONNEMENT.....	25
7.1	ENVIRONNEMENT AU DROIT DE L'OUVRAGE.....	25
7.2	ENVIRONNEMENT AUTOUR DE L'OUVRAGE.....	25
7.3	INVENTAIRE DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION.....	25
8	VULNERABILITE.....	27
8.1	HYDROGEOLOGIE.....	27
8.2	PEDOLOGIE.....	27
8.3	GEOMORPHOLOGIE.....	27
9	CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES.....	28
9.1	FORAGE DE CAPTAGE F 1.....	28
9.2	FORAGE DE REJET F 2 A CREER.....	28
9.3	DEVELOPPEMENT ET POMPAGE.....	28
9.4	CALCULS ET FONCTIONNEMENT THERMIQUES.....	32
10	MOYENS DE SURVEILLANCE ET DE PROTECTION.....	34
10.1	MOYENS DE SURVEILLANCE.....	34
10.2	MOYENS DE PROTECTION.....	34
11	INCIDENCE DU PROJET.....	35
11.1	INCIDENCE SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....	35
11.2	INCIDENCE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES.....	38
11.3	COMPATIBILITE DU PROJET.....	38
12	RECOMMANDATIONS POUR LA CREATION DU SECOND FORAGE.....	40
12.1	ESTIMATION DU RECYCLAGE THERMIQUE.....	40
12.2	DESCRIPTION DE L'OUVRAGE ET DES ESSAIS.....	41
12.3	EQUIPEMENT DES OUVRAGES ET SURVEILLANCE.....	43
13	CONCLUSION.....	46



1 LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau n° 1 : géo localisation des forages	6
Tableau n° 2 : formations géologiques et aquifères	12
Tableau n° 3 : résultats du pompage par paliers - 30 janvier 2009	16
Tableau n° 4 : résultats de l'injection par paliers - 2 février 2009	16
Tableau n° 5 : interprétation des essais continus au droit du forage F1	18
Tableau n° 7 : qualité des eaux au droit du forage F1 comparée au SEQ Eaux souterraines à usage énergie	20
Tableau n° 8 : relation entre l'indice de Ryznar et l'agressivité de l'eau	22
Tableau n° 9 : relation entre l'indice de Larson et la corrosivité de l'eau	23
Tableau n° 10 : bases de calcul pour le fonctionnement des pompes et thermo frigo pompes	32
Tableau n° 11 : valeurs retenues des paramètres	36
Tableau n° 12 : cône de rabattement/charge théorique, au débit maximum de 5 m ³ /h	37
Tableau n° 13 : estimation du recyclage thermique (température de base de 13,1 °C)	40
Figure n° 1 : carte de localisation	6
Figure n° 2 : localisation cadastrale	7
Figure n° 3 : localisation sur plan de masse	8
Figure n° 4 : extrait des cartes géologiques de Tours et d'Amboise	9
Figure n° 5 : extrait des cartes piézométriques de 1987	13
Figure n° 6 : chronique piézométrique de la nappe de la craie turonienne	14
Figure n° 9 : comparaison des courbes caractéristiques du forage F1	17
Figure n° 10 : coupe géologique et technique du forage F1	30
Figure n° 11 : coupe géologique et technique prévisionnelle du forage F2	31
Figure n° 12 : schéma de principe de l'installation prévue	33
Figure n° 13 : localisation du doublet sur plan de masse	42
Photo n° 1 : vue de la zone de recherche depuis l'entrée du centre d'examen	25



2 INTRODUCTION

Dans le cadre de la construction du centre d'examen de permis de conduire sur la commune de Parçay Meslay (37), la DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT D'INDRE ET LOIRE (DDE 37) envisage la mise en œuvre d'une thermo frigo pompe sur eau de nappe

L'utilisation d'une thermo frigo pompe, pour le chauffage de ces bâtiments, nécessite la création d'un doublet de forages captage - réinjection et son exploitation au débit de 4,5 m³/h (6 440 m³/an).

A ce titre, la DDE 37 a confié à l'entreprise TOURAINE FORAGE les travaux de réalisation d'un forage d'essai F 1 et au bureau d'études ARCHAMBAULT CONSEIL le suivi de ces travaux et l'interprétation des résultats.

Les travaux ayant mis en évidence une ressource exploitable au débit de 10 m³/h, la DDE 37 souhaite finaliser le projet et donc créer le deuxième forage de ce doublet.

D'après la Mission InterService de l'Eau et de l'Environnement de l'Indre et Loire, et conformément au décret n°2006-881 du 17 juillet 2006, il est nécessaire de procéder à une déclaration en préfecture pour la création du forage : rubrique n° 1.1.1.0.

Cette déclaration nécessite l'établissement et l'envoi d'une notice d'incidence en Préfecture.

Les caractéristiques du futur ouvrage F 2 sont consignées dans la présente notice d'incidence qui aborde les points suivants :

- nom et adresse du demandeur,
- emplacement des installations,
- nature et consistance, volume et objet des ouvrages,
- synthèse géologique, hydrogéologique et environnementale,
- incidences de l'opération sur la ressource en eau et le milieu naturel,
- mesures compensatoires ou correctives, moyens de surveillance et d'intervention prévus,
- plans, coupes techniques et coupes géologiques.

Dans cette notice, le contexte géologique et le contexte hydrogéologique seront analysés, ce qui permettra de définir l'environnement et la vulnérabilité du site. Un descriptif de l'ouvrage sera ensuite effectué.



3 IDENTIFICATION DU PROJET

Création d'un forage sollicitant la nappe de la craie sêno-turonienne

Loi sur l'eau et décret d'application 2006-881 :
nomenclature 1.1.1.0, déclaration pour la création d'un forage F 2 y compris pompage d'essai

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DDE 37 / SCIPA / BP	Monsieur ASSELIN Tél : 02 47 70 80 14
61 Avenue Grammont 37000 TOURS	Chargé d'Opérations

Localisation des ouvrages				
Département	Commune	Lieu-dit	ZA Papillons	Forage F 2
INDRE et LOIRE (37)	PARCAY MESLAY			
		Désignation	Forage F 1	à attribuer
		N° BSS	458 1X 150/ F 1	

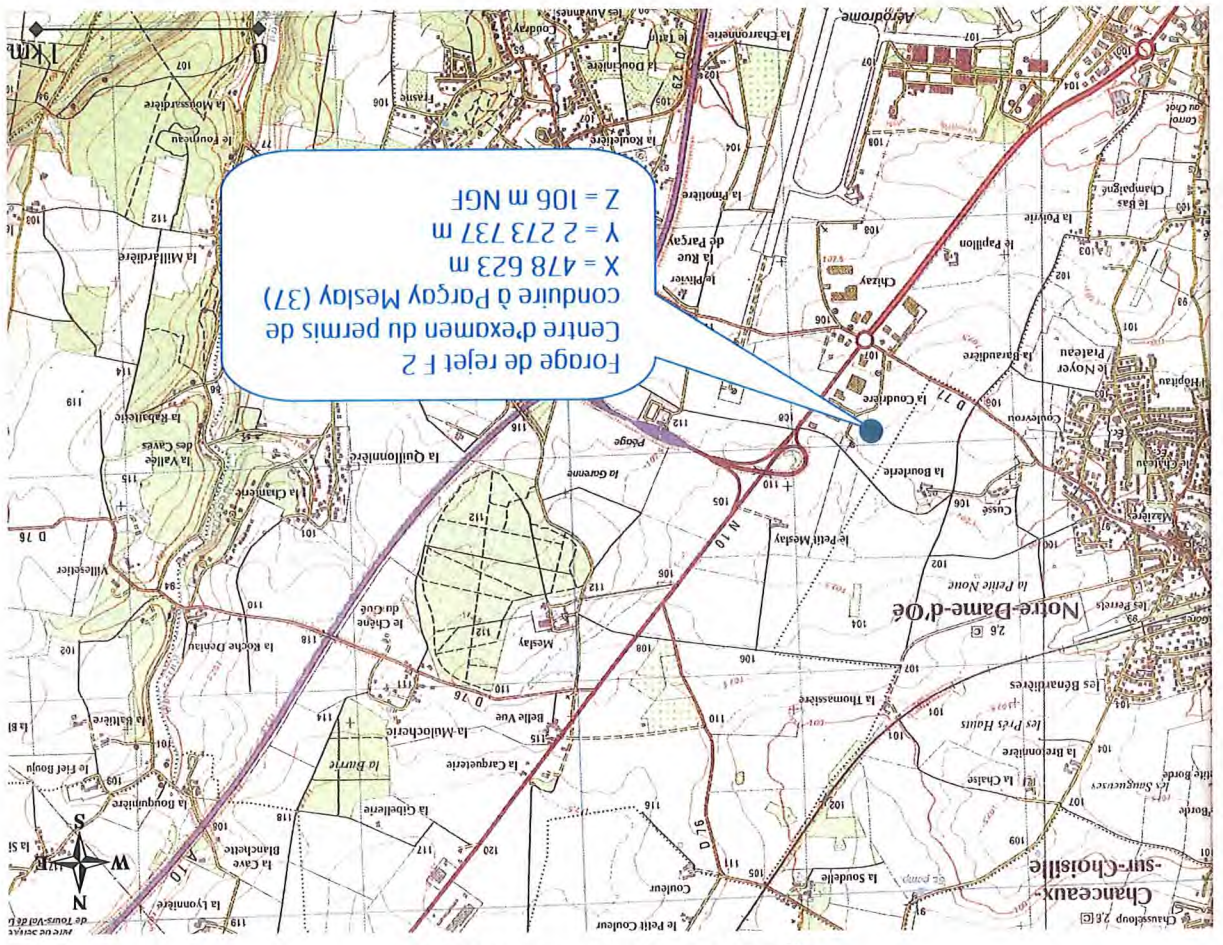


4 SITUATION GEOGRAPHIQUE

4.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Le projet se situe, au Nord-Est de la commune de Parçay Meslay (37), dans la ZAC des Papillons. Le bâtiment du centre départemental du permis de conduire est localisé à une altitude moyenne de 106 m NGF.

Figure n° 1 : carte de localisation



D'après la carte topographique 1822E au 1/25000^{ème} et la Banque de données du Sous Sol, les coordonnées Lambert II des ouvrages sont les suivantes :

Tableau n° 1 : géo localisation des forages

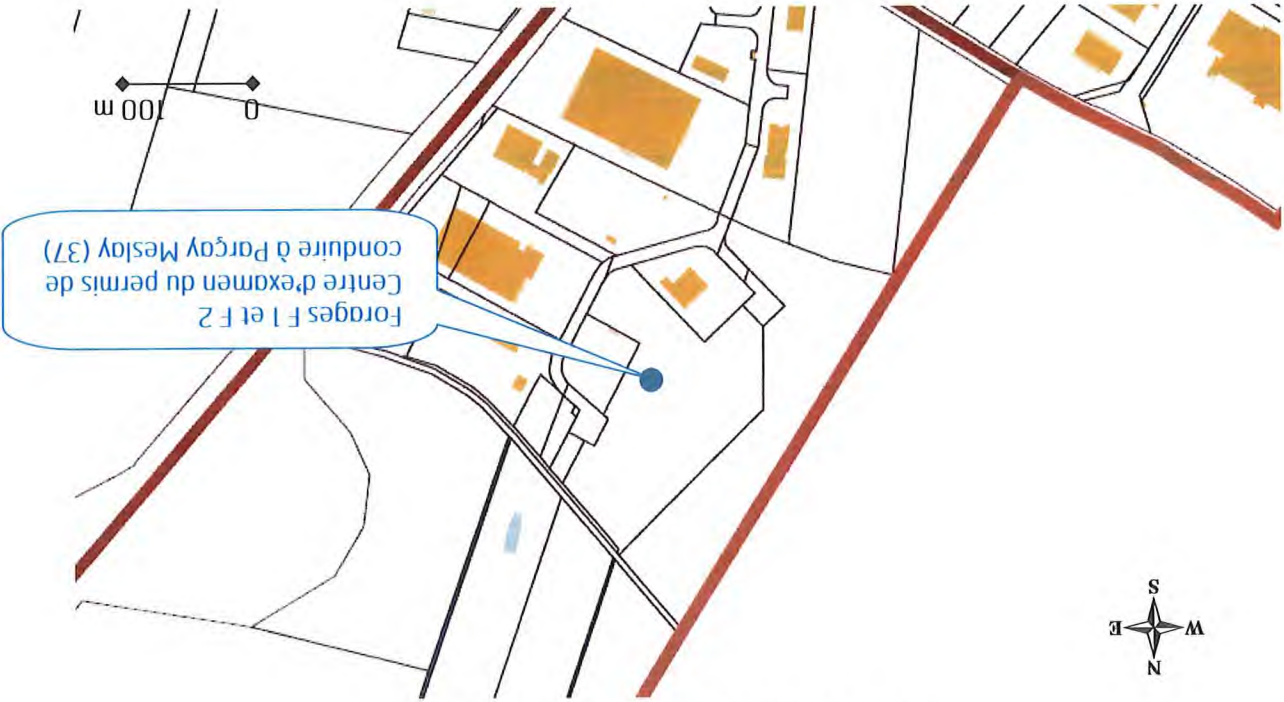
Ouvrage	Coordonnées Lambert (étendue II)		
	X (m)	Y (m)	Z (m NGF)
Forage F 1	478 614	2 273 781	106
Forage F 2	478 623	2 273 737	106

ARCHAMBAULT CONSEIL AGENCE CENTRE OUEST - Dossier CAT 08 233/4 - 1001
d'après l'Annuaire
F 1 478 623
F 2 478 614
2 273 737
2 273 781

4.2 LOCALISATION CADASTRALE

Le forage est implanté au cœur de la parcelle 000 ZM 174.

Figure n° 2 : localisation cadastrale



Ouvrage	Département	Commune	Section	Parcelle	Description
Forage F 1	37	Parçay Meslay	ZM	174	Terrassement en cours
Forage F 2					

4.3 TOPOGRAPHIE

Source : Carte IGN 1822 E au 1/25000^{ème}

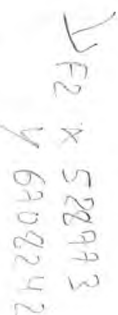
D'après la carte topographique 1822 E, la zone d'étude se situe sur le plateau qui surplombe la rive droite de la Loire, à une altitude de 106 m NGF.

Le fleuve Loire s'écoule à environ 5 km au Sud. La Fosse à la Boite et le Près du Ruisseau, qui s'écoulent respectivement à 625 m au Sud et à 1,25 km à l'Ouest, confluent vers la Choissille à l'Est.

Au droit du site le terrain est subhorizontal.



04581X0:50 F-1 K 5287412
04581X0:06 Y 6708294



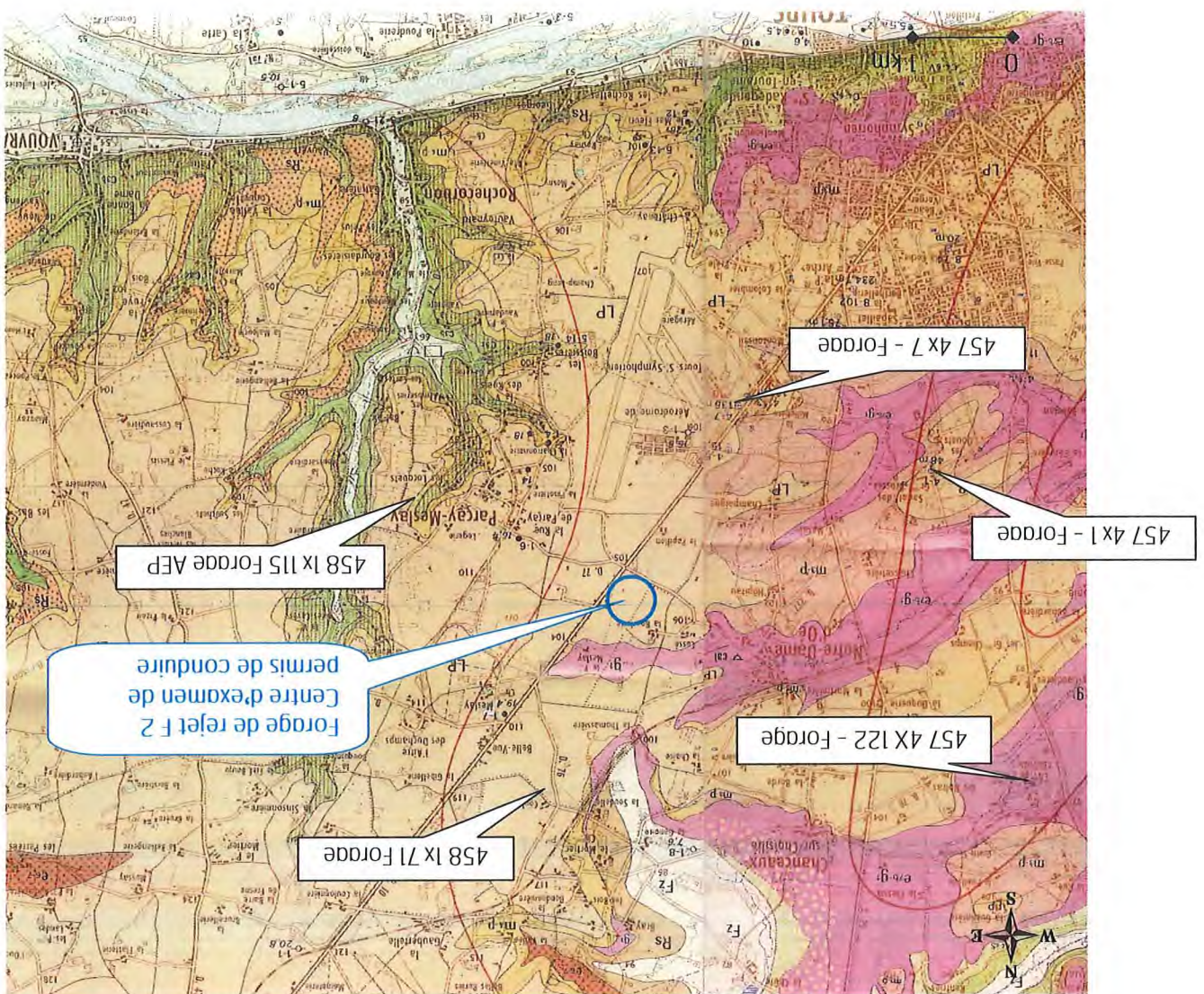
5 CONTEXTE GEOLOGIQUE

5.1 CONTEXTE GENERAL

Sources : cartes géologiques de Tours au 1/50 000^{ème} (457) et Amboise (458), et Banque de Données du Sous-Sol du Service Géologique National.

D'après la carte géologique de Tours, la Loire et ses affluents la Choisille et l'Bedoire, qui s'écoulent respectivement d'Est en Ouest et du Nord vers le Sud recoupent les formations géologiques du secteur. D'après la notice de cette carte, il s'agit de formations sédimentaires allant du Secondaire au Quaternaire (craie séno turonienne, formations éocènes et alluvions...).

Figure n° 4 : extrait des cartes géologiques de Tours et d'Amboise



Au droit du site, d'après ces cartes géologiques, le mur de la craie sèno turonienne se situe à environ - 5 m NGF soit à environ - 110 m par rapport au terrain naturel.

Différents sondages ou forages ont été réalisés dans le secteur. Nous ne citerons que les plus intéressants, point de vue géologie.

Au droit du forage 457 4X 1 (altitude de 99 m NGF), la coupe géologique est la suivante :

0 à 32 m : avant puits	
32 à 37,5 m : détritique	Éocène
37,5 à 48 m : indifférencié	Sèno - Turonien

Au droit du forage 457 4X 7 (altitude de 99,9 m NGF), la coupe géologique est la suivante :

0 à 6 m : alluvions (?)	Quaternaire
6 à 16 m : calcaires lacustres de Touraine	Éocène
16 à 90 m : indifférencié	Sèno - Turonien
Au-delà	Cénomannien

Au droit du forage 458 1X 115 (altitude de 98 m NGF), la coupe géologique est la suivante :

0 à 5 m : argile brundtre	Quaternaire
5 à 10 m : tuffeau glauconieux dur avec un peu d'argile	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle; font-size: 4em; line-height: 1;">{</div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: center;">Turonien</div>
10 à 20 m : tuffeau glauconieux finement micacé	
20 à 50 m : tuffeau glauconieux à nodules siliceux	
50 à 75 m : craie grise tendre à silex noir	
Au-delà	Cénomannien

Au droit du forage 458 1X 71 (altitude de 112 m NGF), la coupe géologique est la suivante :

0 à 0,5 m : terre végétale	Quaternaire
0,5 à 24 m : calcaires lacustres de Touraine	Éocène
24 à 50 m : craie	Sèno - Turonien

Au droit du forage 457 4X 122 (altitude de 89 m NGF), la coupe géologique est la suivante :

0 à 1 m : terre végétale	Quaternaire
1 à 4 m : argile et silex, marne	Éocène
4 à 29 m : tuffeau jaune, calcaire grossier, marne grise	Sèno - Turonien

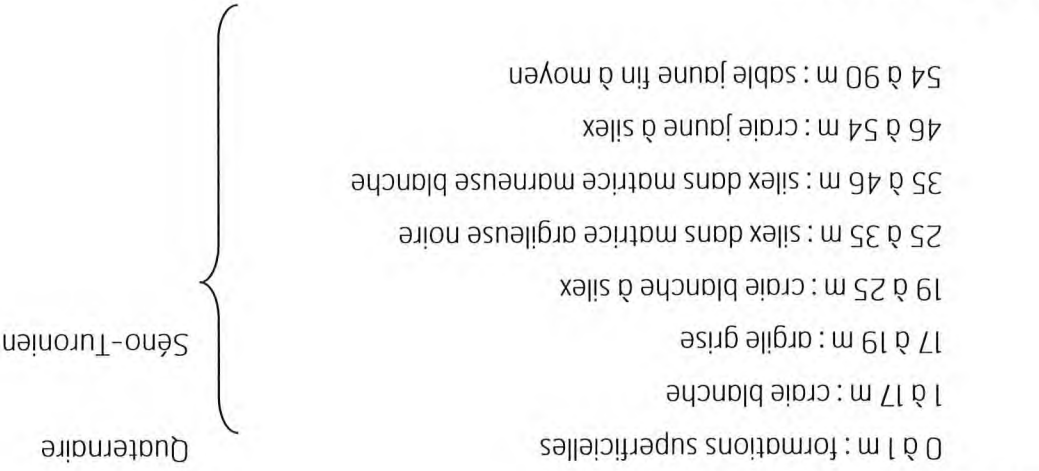


5.2 COUPE LITHOLOGIQUE

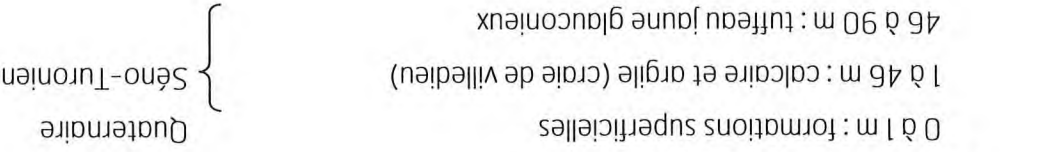
5.2.1 FORAGE D'ESSAI F 1

Le forage d'essai a consisté, en une foration de 0 à 90 m au marteau fond de trou en diamètre 240 mm.

La coupe lithologique et technique du forage d'essai est reportée en figure 10 et peut être synthétisée de la manière suivante :



Si l'on compare les données lithologiques de la B55 avec les données du forage d'essai, on peut interpréter la lithologie de la façon suivante :



6 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Sources : carte géologique de Tours au 1/50 000^{ème} (457), cartes piézométriques Tours du SREA à l'étiage 1987 et Banque de Données du Sous-Sol du Service Géologique National.

6.1 INVENTAIRE DES AQUIFERES

Au droit du secteur d'étude, trois aquifères ont été recensés et sont susceptibles d'être exploités dans le secteur. Le tableau ci-dessous présente ces formations géologiques et leurs caractéristiques aquifères :

Tableau n° 2 : formations géologiques et aquifères

Formations géologiques	Caractéristiques des aquifères	Observations
Calcaires de Touraine	Nappe libre, drainée par le réseau hydrographique (Choisille), débit lié à la fissuration	Utilisée pour des usages domestiques, vulnérable aux pollutions superficielles
Craie sêno turonienne	Nappe libre, drainée par le réseau hydrographique (Cher et Indre), débit lié à la fissuration	Utilisée pour des usages domestiques, d'alimentation en eau potable, vulnérable aux pollutions superficielles
Sables cénomaniens	Nappe libre, drainée par le réseau hydrographique ou nappe captive sous recouvrement	Aquifère protégé et réservé à l'eau potable. ZRE à 25 m NGF

Seule la nappe de la craie sêno turonienne, pour des raisons techniques et financières, a été testée en vue de l'alimentation en eau souterraine d'une pompe à chaleur. Dans les paragraphes suivants, il ne sera analysé que le cas de la nappe de la craie sêno turonienne captée par le forage d'essai.



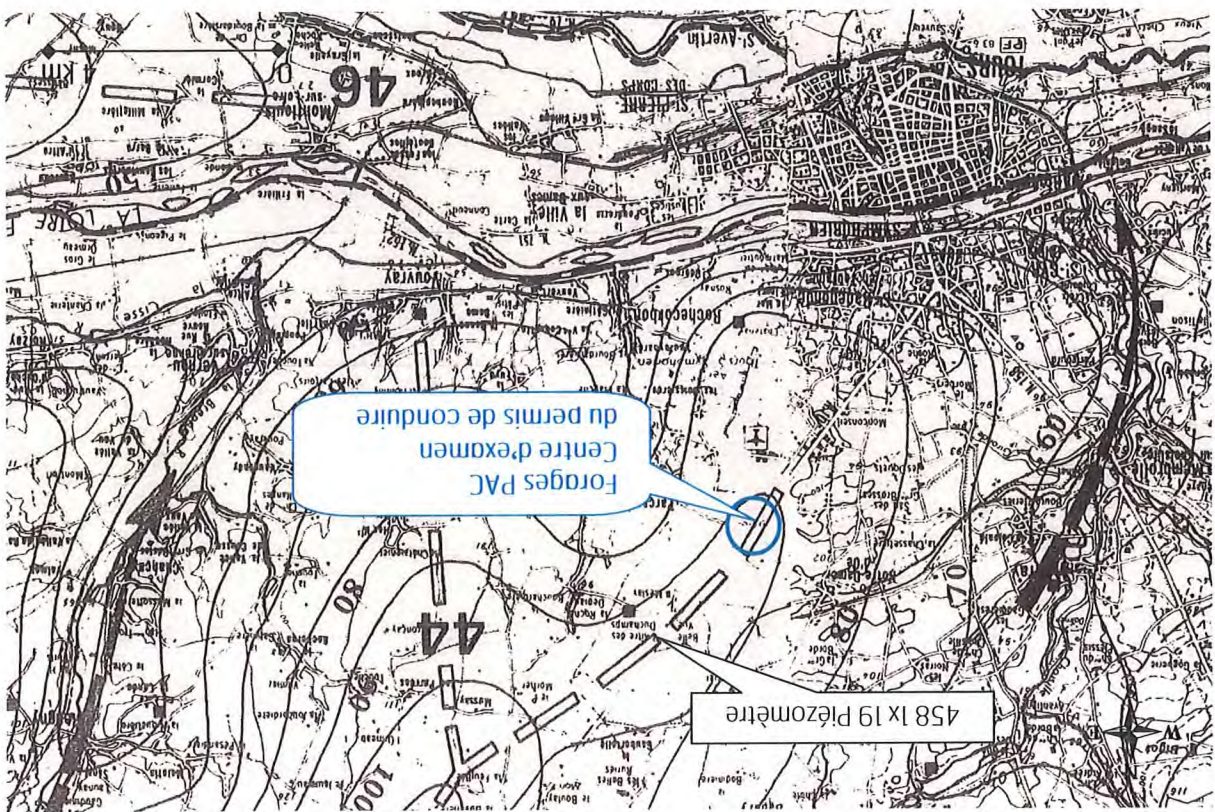
6.2 INVENTAIRE DES OUVRAGES ENVIRONNANTS

D'après la Banque de Données du Sous-Sol, aucun captage autre que ceux liés au projet n'est recensé dans un rayon de 500 m autour du projet.

6.3 PIEZOMETRIE ET FLUCTUATIONS DE LA NAPPE

D'après la carte piézométrique du SRAE de la nappe de la craie turonienne de 1987 à l'étiage, le projet situe au droit de la crête piézométrique, qui sépare les eaux souterraines, qui d'une part alimentent la Choissille à l'Ouest et d'autre part alimentent l'Bedoire à l'Est. Le niveau statique, se situait vers 90 m NGF (16 m/sol).

Figure n° 5 : extrait des cartes piézométriques de 1987



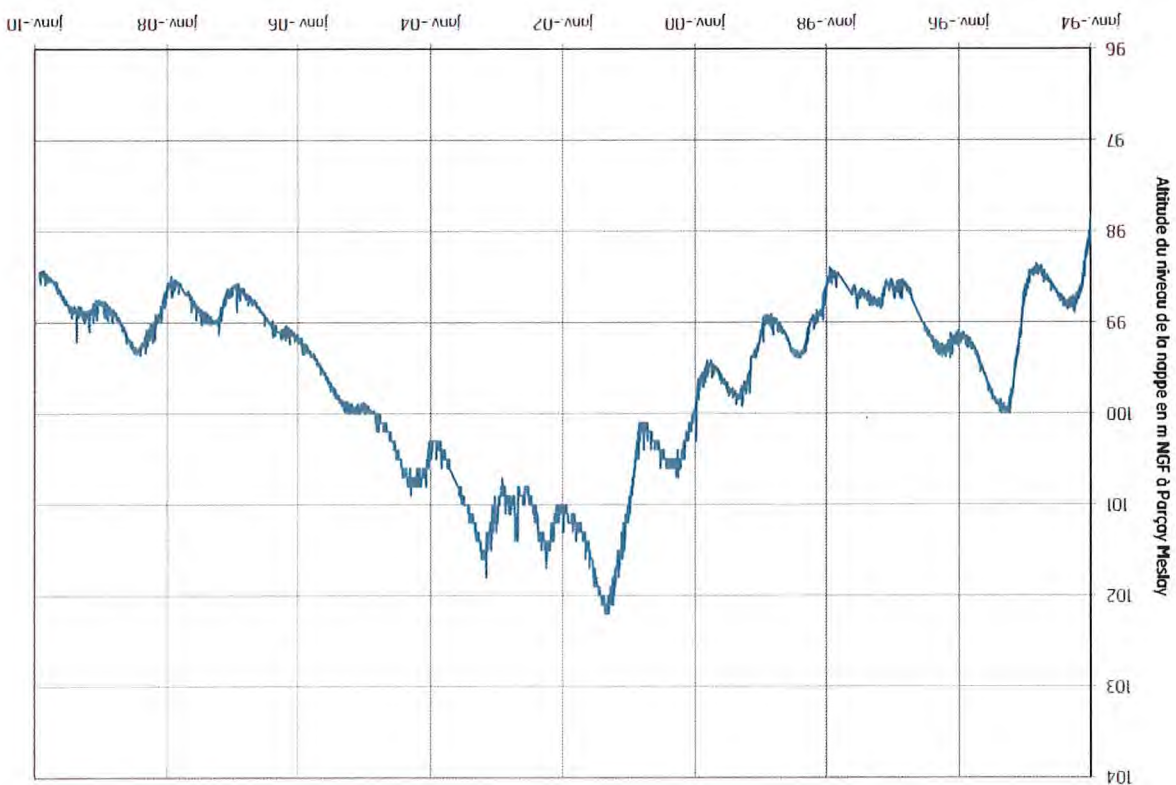
Au droit du projet, la nappe s'écoule soit d'Est en Ouest, soit du Nord-Ouest au Sud-Est selon sa position par rapport à la crête piézométrique. Le gradient sur site devra être estimé à partir de nivellement et du relevé des niveaux statiques dans les ouvrages (forage d'essai, et forage à créer).

Lors des essais réalisés en février 2009, un niveau statique a été relevé à environ 9 m/sol, soit un niveau de l'ordre de 97 m NGF.

De plus, a été recueilli auprès du Réseau Piézométrique de la région Centre, la chronique du niveau d'eau au droit d'un piézomètre mobilisant l'aquifère de la craie turonienne : le piézomètre 458 1X 19 situé sur la commune de Parçay Meslay, à environ 2 km au Nord est de la zone d'étude, à une altitude de 114 m NGF

La chronique de ce piézomètre, qui débute au milieu des années 1990, est fournie ci-dessous :

Figure n° 6 : chronique piézométrique de la nappe de la craie turonienne



D'après cette chronique,

- les fluctuations interannuelles présentent une montée de la nappe entre 1993 et 2001, et depuis une baisse plus rapide du niveau de la nappe. Entre 1993 et 2001, le niveau de la nappe est monté d'environ 4,5 m.
- les fluctuations saisonnières montrent les périodes de recharge (mai à août) et les périodes d'étiage (novembre à mars).



6.4 CARACTERISTIQUES HYDRODYNAMIQUES DE LA NAPPE

6.4.1 GENERALITES

D'après la notice de la carte géologique, les débits spécifiques sont généralement inférieurs à $3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ et les valeurs de la transmissivité sont comprises entre 1 et $4.10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. En règle générale, la craie du Sénonien est plus productive que la craie du Turonien.

Par ailleurs, notre expérience locale a mis en évidence un débit spécifique de l'ordre de $1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

Le forage d'essai F 1 a fait l'objet d'essais de pompages et d'injection en février 2009.

6.4.2 DEROULEMENT DES POMPAGES/ INJECTIONS D'ESSAI

Lors des essais, qui se sont déroulés du 30 janvier au 04 février 2009 un suivi (mesures de débits et des niveaux dynamiques) a été effectué.

Un pompage par paliers a été réalisé le 30 janvier 2009. Ce dernier a consisté en 4 paliers de une heure non enchainés à débits croissants : $2,5 - 5 - 7,5$ et $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Un pompage continu a été réalisé du 31 janvier au 1^{er} février sur environ 24 heures au débit moyen de $5 \text{ m}^3/\text{h}$. Ce dernier a été suivi d'une remontée de 24 heures.

Une injection par paliers a été réalisée le 2 février 2009. Cette dernière a consisté en 4 paliers de une heure non enchainés à débits croissants : $2,5 - 5 - 7,5$ et $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Une injection en continue a été réalisée du 03 au 04 février 2009 sur environ 24 heures au débit moyen de $5 \text{ m}^3/\text{h}$. Elle a été suivie d'une descente du niveau d'eau.

Le niveau statique au droit du forage, le 30 février 2009 était d'environ $9 \text{ m}/\text{sol}$.



6.4.3 COURBES CARACTERISTIQUES

La courbe caractéristique (rabattement s en fonction du débit Q) du forage a été tracée à l'aide des données des essais par paliers reportées dans le tableau ci-dessous :

Tableau n° 3 : résultats du pompage par paliers – 30 janvier 2009

Pompage	Débit moyen Q	m ³ /h	m/sol	Niveau statique	Niveau dynamique	Rabattement final s	Débit spécifique Q/s
1 ^{er} palier	2,5	9,2	11,43	1,23	2,03	5,7.10 ⁻⁴	
2 ^{ème} palier	5	9,2	13,55	3,35	1,49	3,9.10 ⁻⁴	
3 ^{ème} palier	7,5	9,2	15,1	4,90	1,53	4,3.10 ⁻⁴	
4 ^{ème} palier	10	9,2	16,9	6,70	1,49	4,2.10 ⁻⁴	

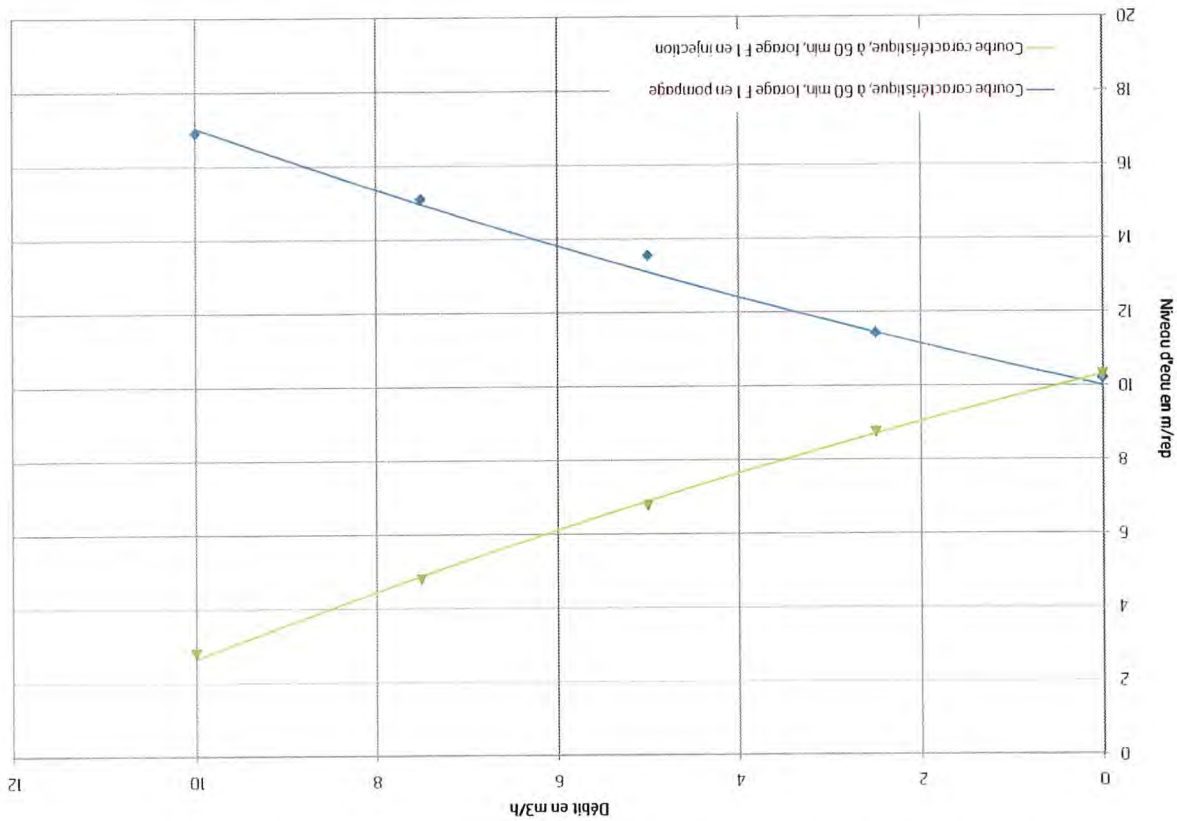
Tableau n° 4 : résultats de l'injection par paliers – 2 février 2009

Pompage	Débit moyen Q	m ³ /h	m/rep	Niveau statique	Niveau dynamique	Charge finale s	Débit spécifique Q/s
1 ^{er} palier	2,5	10,32	8,75	-1,57	1,59	4,4.10 ⁻⁴	
2 ^{ème} palier	5	10,32	6,78	-3,54	1,41	3,9.10 ⁻⁴	
3 ^{ème} palier	7,5	10,32	4,80	-5,52	1,36	3,8.10 ⁻⁴	
4 ^{ème} palier	10	10,32	2,80	-7,52	1,33	3,7.10 ⁻⁴	

Les courbes caractéristiques du forage sont présentées ci-après :



Figure n° 9 : comparaison des courbes caractéristiques du forage F 1



En pompage, la courbe caractéristique du forage ne présente pas de fléchissement et n'atteint donc pas le débit critique. De même, en injection, la courbe caractéristique est quasi rectiligne jusqu'à 10 m³/h, le débit critique n'est pas observé.

Ces essais ont permis de mettre en évidence une présence d'eau permettant de couvrir les besoins estimés (5 m³/h) de la pompe à chaleur exploitée pour le chauffage et le rafraichissement des locaux du centre d'examen du permis de conduire.

En observant ces courbes, on peut remarquer que les capacités d'absorption du forage F 1, sont légèrement moins performantes qu'en pompage, à débit égal.

Débit de la pompe	5 m³/h
Q/s en pompage	1,49
Q/s en injection	1,42



6.4.4 INTERPRETATIONS DES POMPAGE ET REINJECTION CONTINUS

A partir des mesures de débits et de niveaux dynamiques effectuées lors des essais continus, divers graphiques ont été réalisés dans le présent compte rendu pour permettre l'analyse des paramètres hydrodynamiques.

Tableau n° 5 : interprétation des essais continus au droit du forage F 1

Ouvrage	en pompage	en injection
NS en m/repère (pompe le 31/01/09 ; inj le 3/02/09)	10,84	8,5
Débit spécifique (au bout de 1 heure de pompage - $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$)	5,3	7,4
Niveau dynamique, fin continu en m/repère	14,24	5,3
Transmissivité descente ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) avec un débit moyen de $5 \text{ m}^3/\text{h}$	4,3	1,9
Transmissivité remontée ($10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) avec un débit moyen de $5 \text{ m}^3/\text{h}$	3,2	4,1
Coefficient d'emmagasinement	Non calculable	-

Globalement, la transmissivité estimée est de $4,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, et le coefficient d'emmagasinement n'a pas pu être calculé. Le coefficient d'emmagasinement n'a pas pu être calculé en raison de l'absence de piézomètre à proximité de l'ouvrage.

Dans des conditions hydrogéologiques identiques, l'extrapolation de la descente sur 1 an d'exploitation continue, met en évidence un niveau dynamique vers 15,75 m/repère (soit 14,75 m/sol) pour un débit de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ en pompage et un niveau dynamique vers 1,75 m/sol pour un débit de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ en injection.



6.5 CHIMIE DES EAUX DE LA NAPPE

6.5.1 GENERALITES

D'après la notice de carte géologique de Tours, le principal paramètre permettant de caractériser les eaux de la nappe de la craie sèno turonienne est une dureté comprise entre 30 et 60 °F.

La nappe de la craie sèno turonienne est vulnérable aux pollutions bactériologiques et chimiques en raison de l'absence fréquente de couverture protectrice et de l'insuffisance de la filtration durant le parcours souterrain des eaux (perméabilité de fissures).

6.5.2 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Des prélèvements d'eau ont été réalisés en fin de pompage au droit du forage F 1, le 2 février 2009 pour être analysés par le Laboratoire Départemental d'Analyse.

Les principaux paramètres analysés pour caractériser la qualité des eaux sont présentés dans ce tableau et sont comparés avec les paramètres des altérations du Système d'Evaluation de la Qualité des eaux souterraines.

D'après les résultats de l'analyse, les eaux extraites sont de type bicarbonate calcique.



Tableau n° 7 : qualité des eaux au droit du forage F 1 comparée au SEQ Eaux souterraines à usage énergie

Paramètres	Unité	Résultats	Qualité de l'altération		Qualité générale de l'altération
Altération température - usage Pompes à chaleur					
Température*	°C	13,1	Vert		
Altération corrosion					
CO ₂ dissous	mg/l	65	Jaune		
O ₂ dissous	mg/l	6,9	Rouge		
Salinité	g/l NaCl	-	-		
Conductivité	µS/cm	568	Bleu		
pH		7,05	Vert		
Chlorures	mg/l	16	Bleu		
Sulfates	mg/l	14	Bleu		
Ferro bactéries		Présence	Rouge		
Bactéries sulfato réductrices	N/ml	Absence	Bleu		
Sulfures	mg/l HS-	< 0,5			
Eh, potentiel redox	mV	202	Bleu		
Altération formations de dépôts					
pH		7,05	Jaune		
Eh (1330-166 pH)	mV	159,7			
O ₂ dissous	mg/l	6,9	Rouge		
Ferro bactéries		Présence	Jaune		
Indice de saturation avec TAC = 25,4 °F		-0,25	Rouge		
Equilibre calco	Calcul selon Poirier Legrand				
carbonique					



6.5.3 AGRESSIVITE ET CORROSIVITE

6.5.3.1 DEFINITIONS

La corrosivité d'une eau est le résultat de l'interaction électrochimique entre le caractère électrolytique de cette eau (présence d'anions et de cations) et le métal (ou le béton). Cette interaction conduit à la dissolution du métal et sa transformation en oxydes insolubles (la corrosion la plus connue est la rouille qui correspond à l'action de l'eau sur l'acier). Le degré de corrosivité peut être mesuré par la conductivité (qui correspond à la minéralisation de l'eau : moins il y a de cations et d'anions dans l'eau, moins cette eau sera corrosive).

L'agressivité d'une eau est la tendance à dissoudre du carbonate de calcium : elle est due au CO_2 (anhydride carbonique) libre présent dans l'eau.

6.5.3.2 INDICE DE LANGELEIR

L'indice de Langelier ou indice de saturation caractérise l'agressivité d'une eau. Il se définit par la formulation suivante :

$$I_L = pH - pH_s$$

Avec : I_L , indice de Langelier
pH, potentiel en hydrogène mesuré de l'eau
pH_s, potentiel en hydrogène de saturation

Une eau agressive est caractérisée par un indice négatif, ce qui signifie que l'eau est sous-saturée en carbonate de calcium : elle dissout le calcaire. Si l'indice de saturation est positif, l'eau est dite incrustante ou entartarante : il y a formation de dépôts carbonatés.

L'indice de Langelier est de -0,25 : l'eau est agressive.

6.5.3.3 INDICE DE RYZNAR

L'indice de Ryznar ou indice de stabilité permet également de caractériser l'agressivité d'une eau. Sa formulation est la suivante : $I_R = 2 pH_s - pH$

Avec : I_L, indice de Ryznar

pH_s, potentiel en hydrogène de saturation
pH, potentiel en hydrogène mesuré de l'eau
7,03
7,05

L'indice de Ryznar de l'eau prélevée est de 7,55. Le tableau ci après donne la relation entre l'indice de stabilité et l'agressivité de l'eau :

Tableau n° 8 : relation entre l'indice de Ryznar et l'agressivité de l'eau

Indice de Larson	Caractère de l'eau
4 à 5	Entartrage important
5 à 6	Entartrage faible
6 à 7	Equilibre
7 à 7,5	Légère agressivité
7,5 à 8,5	Agressivité notable
>8,5	Agressivité importante

A partir de cette classification, l'eau issue du forage F1 est agressive.

6.5.3.4 INDICE DE LARSON

L'indice de Larson permet de déterminer la corrosivité d'une eau à partir des concentrations en ions chlorures, sulfates et bicarbonates. Cette formulation ne tient pas compte des ions calcium et magnésium qui ralentissent le phénomène de corrosion ni des bactéries qui accentuent le phénomène.

L'indice de Larson ou indice de corrosivité est déterminé par la formule empirique suivante :

$$Ic = \frac{[Cl^-] + 2 \times [SO_4^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

Avec Ic, indice de corrosivité

[Cl⁻], concentration en chlorures (mol/l)
16 mg/l
[SO₄²⁻], concentration en sulfates (mol/l)
14 mg/l
[HCO₃⁻], concentration en hydrogènocarbonates (mol/l)
310 mg/l



L'indice de Larson de l'eau prélevée est de 0,15. Le tableau ci après donne la relation entre l'indice de Larson et la corrosivité de l'eau :

Tableau n° 9 : relation entre l'indice de Larson et la corrosivité de l'eau

Indice de Larson	Caractère de l'eau
$< 0,2$	Pas de tendance à la corrosion
0,2 à 0,4	Faible corrosion
0,4 à 0,5	Légère corrosion
0,5 à 1	Corrosion moyenne
> 1	Nette tendance à la corrosion

A partir de cette classification, l'eau issue du forage FI n'est pas corrosive

6.5.3.5 INDICE DE LEROY

L'indice de Leroy, qui est égal au rapport du TAC (25,4 ° F) sur le TH (26,1 ° F), permet de confirmer ou non la tendance à la corrosion d'une eau déterminée à partir de l'indice de Larson.

Une eau est considérée comme non corrosive si l'indice de Leroy est compris entre 0,7 et 1,3.

L'indice de Leroy de l'eau du forage est égal à 0,97. Ce résultat confirme la faible corrosivité de l'eau estimée à partir de l'indice de Larson.

6.5.4 TEMPERATURE

La température n'a pas été enregistrée pendant la durée des pompages. Toutefois, la température de l'eau a été mesurée le 2 février 2009 à 13,1 ° C.

Il serait intéressant de mettre en place une sonde et un enregistrement pour mesurer en continu les variations de température de l'eau sur une année. Cela permettrait d'optimiser les performances de la pompe à chaleur, en sachant que le fonctionnement de la pompe d'exhaure réchauffe toujours un peu l'eau extraite.



6.5.5 CONCLUSIONS

D'après les résultats de l'analyse, les eaux extraites sont de type bicarbonate calcique.

Les deux indices de Langelier et de Ryznar classent l'eau issue du forage comme **agressive**. Les deux indices de Larson et de Leroy classent l'eau issue du forage comme **peu corrosive**.

Selon le Système d'Evaluation de la Qualité des eaux souterraines, l'utilisation de cette eau est **défavorable à l'usage énergétique considéré** (classe vert pour l'usage de la pompe à chaleur mais classe rouge pour l'altération formation de dépôts et l'altération corrosion).

Globalement, l'eau du forage F 1 n'a pas de tendance à attaquer les métaux, et ne favorise pas les dépôts et donc le risque de colmatage des crépines est diminué. A terme, la surveillance et l'entretien des forages est nécessaire pour le bon fonctionnement du dispositif.

Par ailleurs, les teneurs en fer total sont importantes (0,17 mg/l) mais restent inférieures aux limites de qualité pour les eaux brutes destinées à l'alimentation humaine. La présence de fer et des bactéries ferrugineuses sont des facteurs aggravants pour le colmatage.

La température de l'eau est de l'ordre de 13,1 °C.



7 ENVIRONNEMENT

7.1 ENVIRONNEMENT AU DROIT DE L'OUVRAGE

Accès :

voie sans dénomination

Description parcelle : défrichée, en cours de terrassement

Occupation du sol : zone industrielle

7.2 ENVIRONNEMENT AUTOUR DE L'OUVRAGE

Les deux ouvrages se situent dans une zone en cours de terrassement.



Photo n° 1 : vue du forage F 1 depuis l'entrée du centre d'examen

7.3 INVENTAIRE DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

Voies de communication :

le centre d'examen se situe à 250 m de la route départementale RD 910, l'accès se fait par un chemin sans dénomination

Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : d'après les fiches du service environnement de la Préfecture plusieurs installations sont recensées dans la zone de la

Coudrière. La plus proche est AS24 soumise en déclaration pour l'exploitation d'une station service privative réservée à des abonnés. Elle se situe à plus de 50 m au Sud du site.

Réseau d'assainissement : les assainissements (industries et centre d'examen) sont autonomes. Les forages sont implantés à plus de 35 m de ces dispositifs.

Installations et pratiques agricoles : aucune installation n'est recensée dans un rayon de 200 m autour du projet.

Toutes les sources potentielles de pollution (assainissement, hydrocarbures ou autres produits..) sont situées au-delà des distances réglementaires définies dans l'arrêté du 11 septembre 2003.



8 VULNERABILITE

8.1 HYDROGEOLOGIE

Formations imperméables : terre végétale

Niveau statique : vers 9 m/sol (janvier - février 2009) soit 97 m NGF - nappe libre

Perméabilité de l'aquifère : perméabilité matricielle et de fissure

Liaison cours d'eau : nappe libre drainée par la Choisille à l'Ouest, l'Bédoire à l'Est et la Loire au Sud

8.2 PEDOLOGIE

Sol : terre végétale

Couvert : espaces verts et zone imperméabilisée

8.3 GEOMORPHOLOGIE

Zones fissurées : néant

Modelés karstiques : néant

Topographie : plateau et vallée



9 CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES

9.1 FORAGE DE CAPTAGE F 1

La coupe technique et géologique de cet ouvrage est fournie en figure 10.

L'ouvrage a été foré de Ø à 90 m en diamètre 240 mm pour être équipé en tête d'un tube acier de diamètre 194 mm, puis en tubage PVC de diamètre 125 mm :

- tube plein de Ø à 27 m avec bouchon d'argile et coulis de ciment à l'extrados de Ø à 11 m.
- tube crépiné de 27 à 82 m avec massif filtrant à l'extrados de 11 à 82 m.
- bouchon de pied de 82 à 82,1 m.

9.2 FORAGE DE REJET F 2 A CREEP

Le deuxième forage, qui sera utilisé comme forage de rejet (sauf si le sens d'écoulement de la nappe s'avérait inverse à celui retenu pour les calculs d'incidence et de recyclage thermique) sera foré de Ø à 55 m en diamètre 240 mm pour être équipé d'un tubage PVC de diamètre 112/125 mm :

- tube plein de Ø à 4 m avec bouchon d'argile et coulis de ciment à l'extrados de Ø à 3 m.
- tube crépiné de 4 à 52 m avec massif filtrant à l'extrados de 3 à 52 m.
- bouchon de pied de 52 à 52,1 m.

9.3 DEVELOPPEMENT ET POMPAGE

La phase de développement du forage commencera par un nettoyage à l'aide d'un émulseur air/lift à double colonne, immédiatement après la pose de l'équipement, et sera poursuivi jusqu'à obtention d'une eau claire sans fines à la sortie du refoulement.

Un pompage par palier sera réalisé par paliers de 1 heure non enchaînés à débits croissants. Sur l'ouvrage en repos, un pompage continu sera réalisé durant au moins 24 heures au débit d'exploitation établi à partir du pompage par paliers. La remontée de la nappe sera suivie pendant 8 heures. Les niveaux d'eau seront suivis dans le forage en essai et le premier.



Puis sur le doublet (forage de captage et forage de rejet), sera réalisé des essais pompage/injection en grandeur nature : pompage/infiltration par paliers et pompage/infiltration continu de 72 h.

L'interprétation de ces pompages / infiltrations permettra de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques du forage (débit spécifique, débit critique...) et de préciser les caractéristiques de la nappe de la craie turonienne (niveau d'eau, transmissivité, perméabilité, coefficient d'emmagasinement...) et ainsi de confirmer l'incidence du projet sur la ressource et le recyclage thermique.



Figure n° 10 : coupe géologique et technique du forage F 1

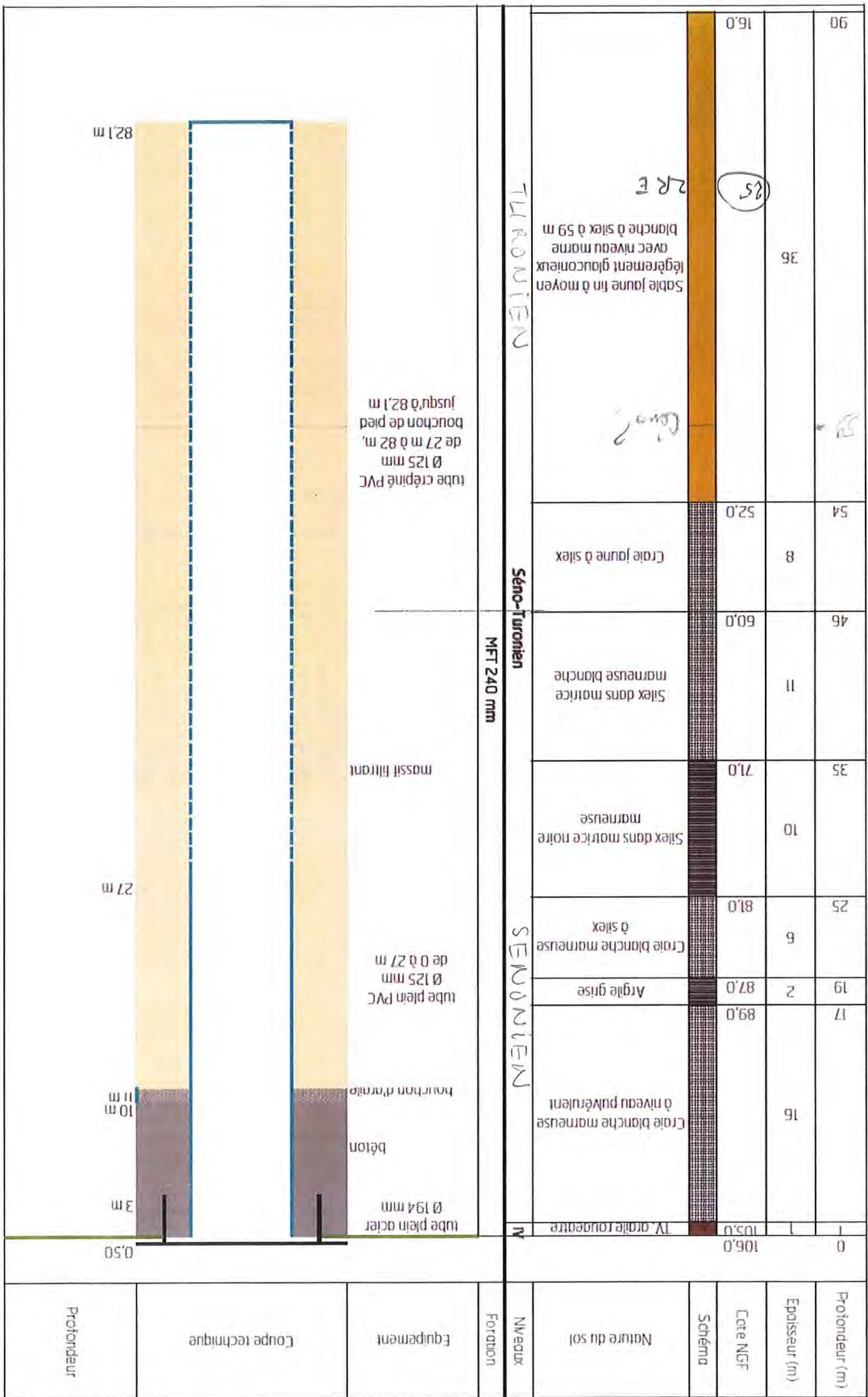
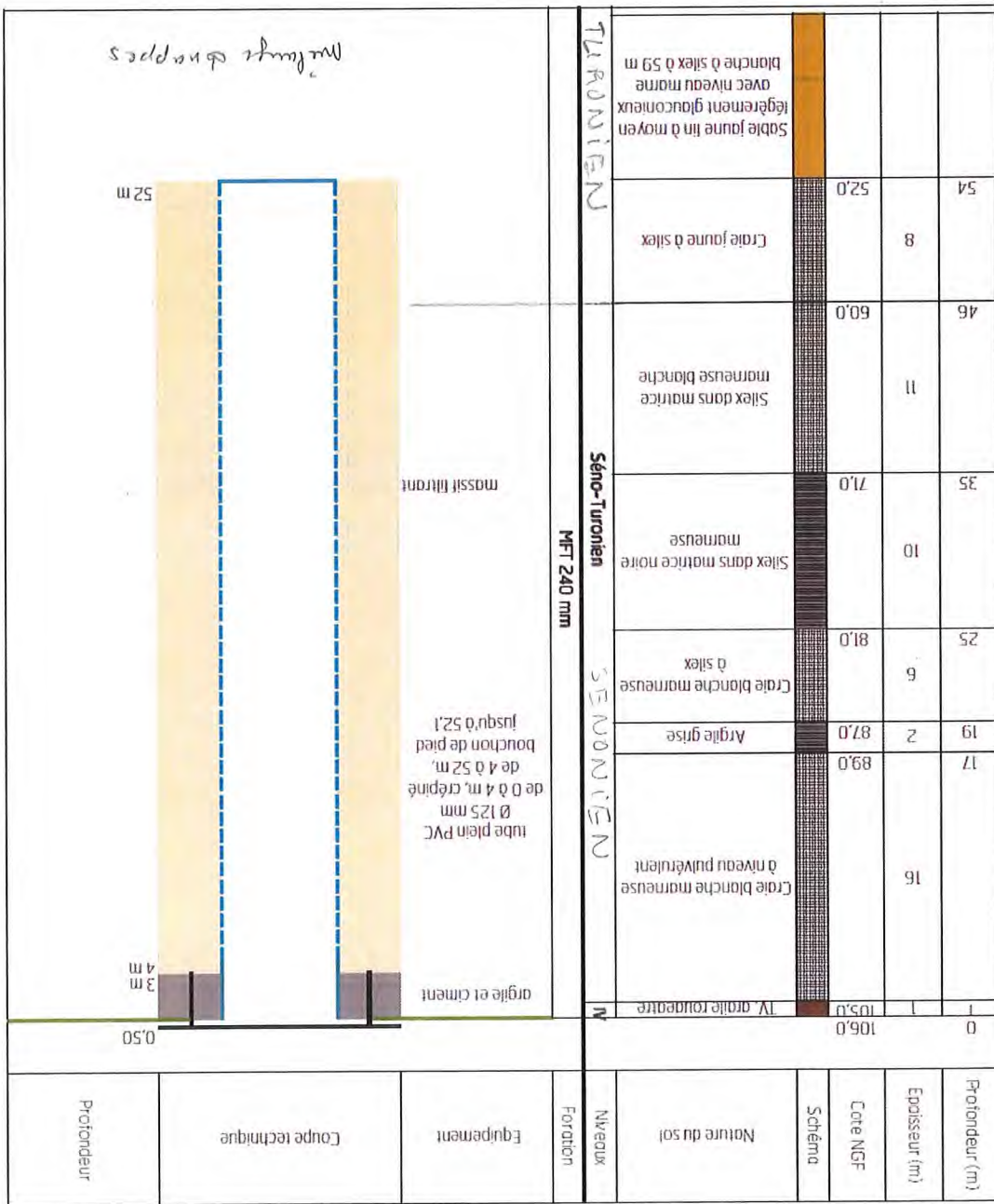


Figure n° 11 : coupe géologique et technique prévisionnelle du forage F 2



9.4 CALCULS ET FONCTIONNEMENT THERMIQUES

Les résultats (pompage et injection) étant satisfaisants, ce forage d'essai F 1 sera transformé en forage de captage et un deuxième forage (de rejet) sera créé, après établissement du dossier de déclaration pour la création du deuxième forage et l'exploitation du doublet de forage.

Actuellement, il est prévu qu'une thermo frigo pompe fonctionne seulement en chauffage en hiver. Le schéma de principe de l'installation est joint ci-après.

Les bases de calculs pour le fonctionnement des pompes et thermo frigo pompes sont les suivantes :

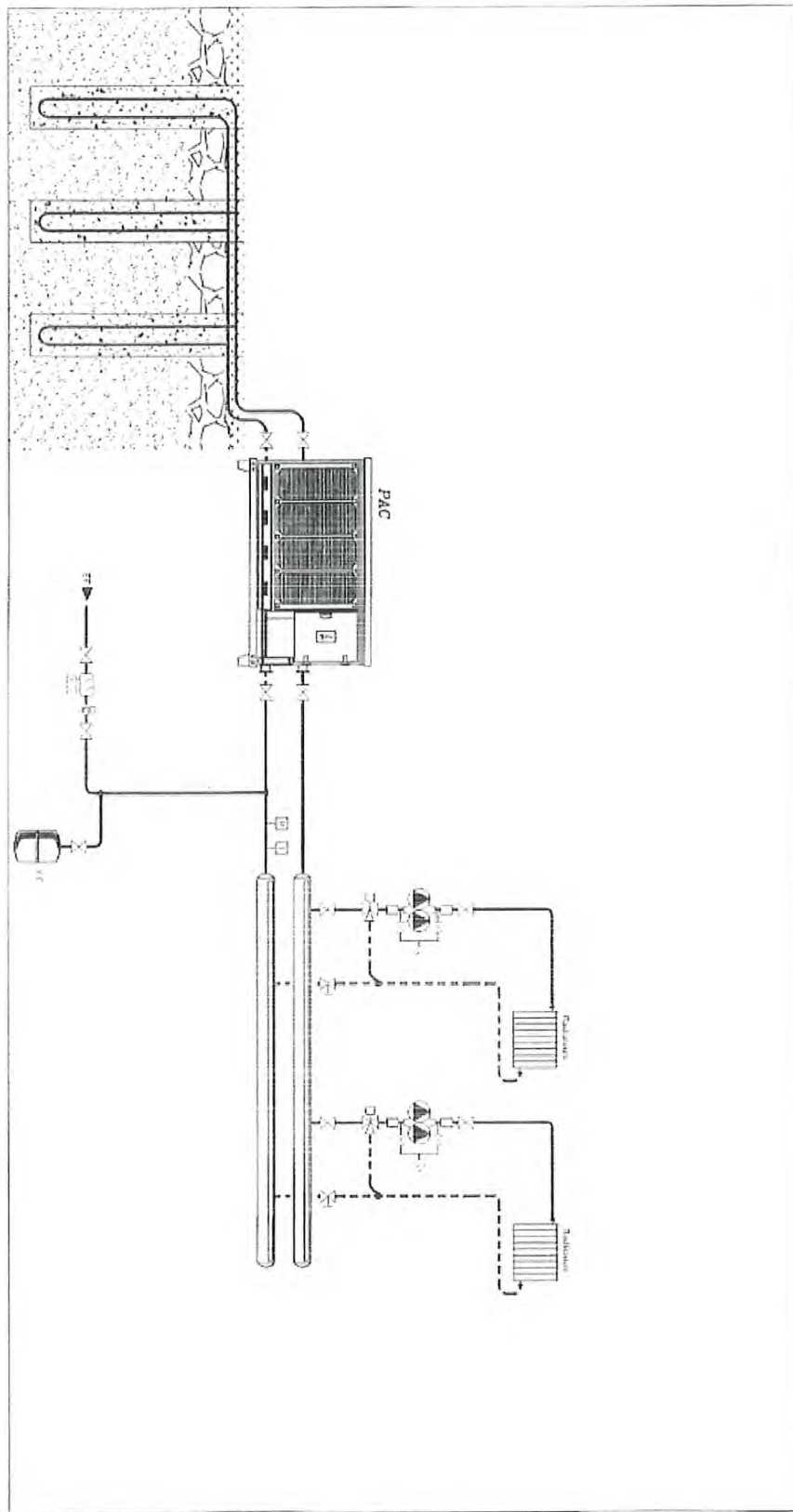
Tableau n° 10 : bases de calcul pour le fonctionnement des pompes et thermo frigo pompes

	Hiver : octobre à mai
Besoins annuels chauffage/rafraîchissement	52 MW
Puissance thermique maximum	33 kW
Puissance maximale rejetée	25 kW
Energie rejetée	37 MW
Températures aspiration rejet	13 / 18 °C
Débit de la pompe	4,5 m³/h
Durée de fonctionnement de la pompe	18 h/j max 1 430 heures au total
Durée de fonctionnement des thermo frigo pompes	4 500 heures de chauffage
Débit annuel prélevé/rejeté	6 440 m³

La pompe fonctionnant à débit variable, elle fonctionnera autant que la thermo frigo pompe (4 500 heures) mais à petit débit. Globalement, cela correspond à un fonctionnement de la pompe à 100% (4,5 m³/h) pendant 1 430 heures/an.



Figure n° 12 : schéma de principe de l'installation prévue



10 MOYENS DE SURVEILLANCE ET DE PROTECTION

10.1 MOYENS DE SURVEILLANCE

Qualité des eaux : un robinet de prélèvement sera installé sur la conduite de pompage provisoire en sortie de puits. En exploitation, un robinet de prélèvement sera installé sur la conduite de pompage en sortie de puits. Une sonde de température sera installée dans les 2 forages.

Compteur volumétrique : l'installation de pompage sera équipée d'un débitmètre qui permettra de déterminer le débit d'exhaure pendant les pompages d'essai. En phase d'exploitation, l'installation de pompage sera équipée d'un volume mètre qui permettra de déterminer le volume prélevé et réinjecté chaque année et de mesurer le débit d'exhaure pendant des phases d'essai.

Régulation des débits : en exploitation, la pompe sera exploitée avec un variateur de vitesse en fonction des besoins de chauffage.

Maintenance : un contrat de maintenance sera établi pour la surveillance des forages (débit, rabattement ou charge, température) et l'entretien et la maintenance des pompes et thermo frigo pompes. L'entretien et la maintenance des forages se feront en fonction des besoins (colmatage...).

10.2 MOYENS DE PROTECTION

Cimentation annulaire : de 0 à 11 m (captage) et de 0 à 4 m (rejet), qui consolide l'ouvrage et limite les infiltrations d'eau depuis la surface

Protection étanche : la tête des forages sera surélevée de 50 cm par rapport au sol dans une margelle bétonnée de 0,3 m de hauteur et de 3 m² de surface et, elle sera fermée par une maçonnerie étanche et cadénassée. Le forage de rejet sera fermé par une bride et contrebride étanche.



11 INCIDENCE DU PROJET

11.1 INCIDENCE SUR LES EAUX SOUTERRAINES

11.1.1 INCIDENCE QUALITATIVE

Les moyens de protection prévus par le demandeur (protection étanche : tête de puits et cimentation annulaire de 0 à 4/11 m) permettront de limiter les infiltrations d'eau dans l'ouvrage et d'offrir une certaine protection de la ressource en eau souterraine vis-à-vis des pollutions superficielles.

Dans ces conditions, la présence de ce nouveau forage ne devrait pas avoir d'influence négative sur la qualité chimique des eaux de la nappe de la craie turonienne. En outre, le respect des recommandations d'exploitation et l'entretien courant des installations permettront de limiter les incidences sur cette nappe, dont la qualité ne sera pas altérée.

Cependant si le projet devant aboutir à l'exploitation d'un doublet de forage captage rejet, l'eau réinjectée aura un écart thermique de 5°C avec l'eau prélevée (- 5 °C en hiver).

11.1.2 INCIDENCE QUALITATIVE

11.1.2.1 PRELEVEMENT ET REINJECTION EN NAPPE

Lors de l'exploitation du futur doublet, le prélèvement et la réinjection sur nappe sera de 6 440 m³ en hiver, et représentant la seule consommation annuelle.

11.1.2.2 RAYON D'ACTION

Lors de l'exploitation du captage, on observera localement une baisse du niveau piézométrique de la nappe au droit et alentour du puits. L'influence de l'exploitation de ce forage sur la nappe déterminera un cône de rabattement au droit duquel se crée une dépression de la nappe induite par le pompage.

Inversement, lors de l'exploitation du rejet, on observera localement une montée du niveau piézométrique de la nappe au droit et alentour du puits. L'influence de l'exploitation de ce forage sur la nappe détermine un cône de charge au droit duquel se crée une surpression de la nappe induite par l'injection.

L'extension horizontale de ce cône de rabattement ou de charge est calculée à partir de l'approximation logarithmique de JACOB :

$$s = \pm (0,183 Q / T \times \log 2,25 T t / d^2 S)$$

Le rayon d'action de chaque forage constitué par le puits (distance théorique au champ captant où le rabattement/charge est nul) peut être estimé à partir des paramètres hydrodynamiques de l'aquifère et selon les formules suivantes :

$$R = 1,5 * (T.t/S)^{1/2}$$

Et les paramètres suivants :

- temps écoulé depuis le début du pompage t en s
- distance au forage D en m
- rabattement ou charge obtenu s en m

On retiendra, pour les calculs les valeurs suivantes :

Tableau n° 11 : valeurs retenues des paramètres

Forage F 1	puissance captée de l'aquifère (crépines de 27 à 82 m)
55 m	transmissivité
$4,2.10^{-4} m^2/s$	coefficient d'emmagasinement théorique
5%	(à préciser lors de la création du second forage et des essais)
5 m ³ /h	débit d'exploitation maximum (4,5 m ³ /h)
0,74 m ³ /h	débit moyen fictif annuel (6440 m ³ /an)

On obtient les résultats suivants :



Tableau n° 12 : cône de rabattement/charge théorique, au débit maximum de 5 m³/h

Rayon d'action (m)	Rabattement (m) de la nappe à		Temps				
	une distance du captage		1 jour	1 semaine	1 mois	6 mois	1 an
	Distance d par rapport au captage (m)	400	0,25	0,40	0,78	1,25	1,44
		200	-	0,04	0,42	0,89	1,07
			-	-	0,05	0,52	0,71
			-	-	-	0,16	0,35
			40	107	221	542	772

Les résultats montrent par exemple, qu'après 1 an d'exploitation, le rayon d'action théorique du forage serait environ de 770 m. Tous les captages recensés à la BSS et captant le même aquifère sont localisés en dehors du rayon d'action.

Nota : il y a lieu de rappeler que l'étendue de ce cône de rabattement a été calculée pour une nappe au repos, de gradient nul, sans réalimentation et pour une exploitation continue au débit de 5 m³/h. Les rayons d'action et les rabattements réels seraient bien inférieurs à ceux qui sont calculés ci-dessus, à partir de calculs théoriques, compte tenu de l'alimentation de la nappe depuis l'amont hydraulique et par les précipitations et compte tenu de l'exploitation réelle de l'ouvrage.

Les pompages et infiltrations au droit du forage d'essai n'auront pas d'incidence sur les captages existants situés à proximité.

De plus, le projet devant aboutir à l'exploitation d'un doublet de forages captage rejet, le prélèvement au droit du captage sera compensé par l'injection au même débit de l'eau de la nappe au droit du rejet. Le prélèvement sur la ressource sera nul.



11.2 INCIDENCE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

Cours d'eau et plans d'eau : les cours d'eau qui drainent la nappe sont trop éloignés ou trop puissants pour subir une quelconque incidence due au pompage des eaux souterraines ou au rejet dans le milieu naturel des eaux pompées

Ruissellement : pendant la phase d'exploitation, l'utilisation de l'eau étant destinée à la réinjection en nappe, il n'y aura donc pas d'incidence sur le ruissellement.

11.3 COMPATIBILITE DU PROJET

Implantation : l'arrêté du 11 septembre 2003 précise dans son article 4 que tout sondage, captage ne peuvent être situés à moins de 200 m des décharges et installations de déchets ménagers ou industriels, à moins de 35 m des ouvrages d'assainissement collectif ou non collectif, des canalisations d'eaux usées ou transportant des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines et à moins de 35 m des stockages d'hydrocarbures, de produits chimiques, des produits sanitaires ou autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines. Les distances mentionnées ci-dessus peuvent être réduites, sous réserve que les technologies utilisées ou les mesures de réalisation mises en œuvre procurent un niveau équivalent de protection des eaux souterraines.

Périmètres de protection : d'après la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de l'Indre et Loire, le secteur d'étude se situe en dehors de tout périmètre de protection de captage AEP

Plan Local d'Urbanisme : le site est inscrit en zone UC, c'est-à-dire en secteur à vocation économique. Il n'y a pas d'interdiction de créer des forages au droit du site du projet.

SDAGE Loire Bretagne : pas d'incompatibilité



Zones techniques et réglementaires : d'après la DIREN Centre, le site se situe en zone vulnérable aux nitrates (extension 1 de 1994).

Zones inondables : néant

Zone de Répartition des Eaux : sur la commune de Parçay Meslay, la zone de répartition des eaux (aquitère cénomanien) s'applique pour les prélèvements au droit de forage dont la profondeur est inférieure à 25 m NGF.

Le projet est compatible avec la réglementation en vigueur.



12 RECOMMANDATIONS POUR LA CREATION DU SECOND FORAGE

12.1 ESTIMATION DU RECYCLAGE THERMIQUE

Un calcul succinct permet d'estimer le recyclage thermique entre le forage de captage (F 1) et le forage de rejet. Le forage de rejet doit-être implanté à plus de 35 m des ouvrages d'assainissement sur une partie non engazonnée, soit une implantation possible à une distance de 45 m en aval hydraulique du forage F 1. On a considéré un angle nul entre le sens d'écoulement et le doublet et un gradient de 1‰ (à estimer lors de la création du second ouvrage).

Tableau n° 13 : estimation du recyclage thermique (température de base de 13,1 °C)

En chauffage	Transmissivité m²/s	4,3. 10 ⁻⁴	Débit moyen	4,5 m³/h	Volume prélevé	6 440 m³/an	Distance 45 m		Recyclage thermique %	53,1	Temps de percée en mois	68	Température à stabilisation	10,4
--------------	---------------------	-----------------------	-------------	----------	----------------	-------------	---------------	--	-----------------------	------	-------------------------	----	-----------------------------	------

Globalement, le recyclage thermique est quasi nul (temps de percée > 5 ans). Une modélisation après la réalisation du 2^{ème} forage, l'estimation du coefficient d'emmagasinement ainsi que celle du gradient hydraulique permettrait de préciser le recyclage thermique et de déterminer l'incidence thermique (panache thermique) et l'incidence hydrodynamique sur les ouvrages voisins potentiellement à venir.



12.2 DESCRIPTION DE L'OUVRAGE ET DES ESSAIS

Compte tenu des résultats hydrodynamiques obtenus lors des essais de pompage par paliers effectué en février 2009 pour le forage F 1, il apparaît que le débit d'exploitation en pompage est de l'ordre de 5 m³/h et celui en injection de l'ordre de 5 m³/h.

La série de pompage/injection au droit du forage F 1 a été réalisée en période de fin de Basses Eaux, donc favorable à la réinjection (plus de charge disponible) et défavorable au pompage (moins de rabattement disponible).

Pour limiter le recyclage thermique et les incidences hydrodynamiques, il faut éloigner le plus possible les deux ouvrages.

Toutefois, l'emprise foncière disponible est limitée (zones enrobées à ne pas détériorer, et distances réglementaires à respecter), le forage de rejet serait donc à une distance de 45 m au Sud Ouest du premier forage.

Le deuxième forage, qui sera utilisé comme forage de rejet (sauf si le sens d'écoulement de la nappe nous l'interdit) sera foré en diamètre 240 mm et équipé en tubage PVC de diamètre 112/125 mm (Ø à 4 m en tube plein, et de 4 à 52 m en tube crepiné). L'espace annulaire sera comblé par un massif filtrant de 3 à 52 m, par un bouchon d'argile et du coulis de ciment et de 0 à 3 m.

Pour les essais, il conviendra de suivre le même programme :

- sur le deuxième forage : pompage de développement, pompage par paliers de 1 heures non enchainés, pompage continu de 24 h.
- sur le forage de captage, mise en place de la pompe. Sur le forage de rejet, mise en place du dispositif d'injection. Puis pompage/infiltration par paliers de 2 heures non enchainés et pompage/infiltration continu de 72 h.
- pour ces essais, il sera nécessaire de suivre en continu les niveaux, les pressions et la température de l'eau dans les 2 ouvrages (forage F 1 et forage à créer).



12.3 EQUIPEMENT DES OUVRAGES ET SURVEILLANCE

12.3.1 EQUIPEMENT DES OUVRAGES

Avant de mettre en exploitation, il sera nécessaire de faire niveler les niveaux d'eau dans les 2 forages afin de déterminer un sens d'écoulement de la nappe et réorienter le cas échéant l'usage des 2 forages (F 1 prévu en captage et F 2 prévu en rejet) et il serait intéressant de mettre en place une sonde et un enregistrement pour mesurer en continu les variations de température de l'eau et les variations de niveau de la nappe sur une année.

Avant de mettre en exploitation le dispositif, une inspection vidéo des ouvrages permettrait de réceptionner les ouvrages et de vérifier la nécessité d'un nettoyage de ces ouvrages (possibilité de dépôt de fines si le délai entre la réalisation des ouvrages et leur mise en exploitation est trop longue).

A terme, la tête du forage de rejet sera équipée d'une bride et contre bride avec un tube plongeur (15 ml), d'une vanne de décharge, d'un manomètre, d'un tube presse étoupe pour le passage de sondes (piézométrique - micromoulinet...). La pression de décharge sera définie après l'installation complète du dispositif : pompe, thermo frigo pompe, tube de réinjection et un essai pompage/réinjection de 72 h sur le doublet.

Le forage de rejet sera équipé d'une sonde de température reliée à la station d'enregistrement et de surveillance ainsi que le manomètre.

Le forage de captage sera équipé en plus des sondes de sécurité de la pompe d'une sonde de température et d'une sonde de niveau d'eau reliées à la station de surveillance. La zone d'aspiration de la pompe devrait se situer vers 25 m/sol pour pouvoir solliciter le forage de captage au débit de 5 m³/h.



12.3.2 SURVEILLANCE ET MAINTENANCE DES OUVRAGES

Il faut impérativement éviter toute surexploitation du doublet car celle-ci pourrait entraîner l'apparition de phénomènes de colmatage (ensablement, risques de développement bactérien ...).

Il y a lieu de préciser que, même en absence de surexploitation, tous les ouvrages de captage d'eau vieillissent. Lors de ce vieillissement, des phénomènes de colmatage peuvent apparaître progressivement. Ils se traduisent toujours à terme par une réduction de débit d'exploitation de l'ouvrage ou une augmentation du rabattement (forage de captage) ou de la charge (forage de rejet).

Il est donc nécessaire de procéder régulièrement et plus particulièrement sur le forage de rejet à des contrôles pour prévenir ces phénomènes de colmatage. Ainsi, une surveillance des paramètres suivants devrait-elle être organisée :

- suivi des niveaux d'eau à l'arrêt et en fonctionnement avec la mise en place d'un système permanent de mesure de niveau et/ou de pression dans chaque ouvrage.
- suivi du débit d'exploitation (installation et relevé d'un compteur volumétrique)
- suivi de l'aspect de l'eau (contrôle visuel et analytique)
- suivi de la température de l'eau avec la mise en place d'un système permanent de mesure de température dans chaque ouvrage
- mesure de la surface intérieure des équipements des forages
- mesure de la profondeur des ouvrages

La mise en œuvre d'une gestion technique centralisée avec mesure des niveaux d'eau, de la température et du débit sur chaque ouvrage est nécessaire pour diagnostiquer en temps réel l'état de bon fonctionnement des ouvrages et piloter le cas échéant le dispositif.

La surveillance des niveaux d'eau statique et dynamique, et du débit permettra de suivre l'évolution du débit spécifique et de déterminer s'il y a une baisse de production ou d'absorption des ouvrages. La surveillance de la profondeur des ouvrages et de l'aspect de l'eau permettra de déterminer s'il y a un comblement des ouvrages et donc des venues de fines. Cette surveillance peut être éventuellement complétée par des diagnostics réguliers (inspection vidéo, pompes/reinjections par paliers...) tous les 5 ans environ.



En l'état de connaissance actuelle et dans les conditions hydrogéologiques actuelles et en l'absence de forage exploitant le même aquifère à proximité, l'observation des diverses recommandations abordées dans le présent rapport et confirmées dans le rapport de fin de travaux du second forage devrait permettre d'exploiter au mieux le doublet de forage du centre d'examen du permis de conduire à Parçay Meslay (37).

Par ailleurs, pour faciliter les manœuvres en cas de panne de la pompe d'exhaure, il est fortement recommandé d'équiper la colonne d'exhaure avec des colonnes Augusta en inox et de disposer des pièces de rechange sur site (pompe, ressort ...).

De plus, si un décolmatage s'avérerait nécessaire, la période de non exploitation (période estivale) devra être mise à profit pour réaliser le traitement.



13 CONCLUSION

Dans le cadre de la construction du centre d'examen du permis de conduire sur la commune de Parçay-Meslay (37), la DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT D'INDRE ET LOIRE (DDE 37) envisage la mise en œuvre de thermofrigopompes sur eau de nappe.

L'utilisation de thermofrigopompe(s) sur nappe, pour le chauffage de ces bâtiments, nécessite la création d'un doublet de forages captage – réinjection et son exploitation au débit de l'ordre de 5 m³/h. L'aquifère retenu pour ce projet est la nappe de la craie sèno turonienne.

La DDE 37 a demandé à l'entreprise TOURNAINE FORAGE de réaliser le forage d'essai et au bureau d'études ARCHAMBAULT CONSEIL de suivre les travaux.

Le forage F 1 (tubage acier en diamètre 194 mm de 3 à +0,5 m/sol – colonne de captage PVC en diamètre 125 mm de 0 à 82 m, crépines de 27 à 82 m) a fait l'objet d'une série de pompage et de réinjection.

Les pompages d'essai ont montré qu'au bout de 24 heures de pompage, le niveau dynamique atteignait 13,24 m/sol pour un débit moyen de 5 m³/h. De même, les essais d'injection ont montré qu'au bout de 24 heures d'injection, le niveau dynamique au droit du forage atteignait 5,30 m/sol pour un débit moyen de 5 m³/h. Le débit obtenu au droit de ce forage F 1 couvre les besoins nécessaires pour le fonctionnement de la pompe à chaleur (4,5 m³/h en période de pointe).

D'après les paramètres analysés, les eaux extraites sont de type bicarbonate calcique et sont classées comme peu corrosives et agressives.

La nature de l'eau, même si elle est défavorable à l'usage énergie (risque d'altération) ; les résultats hydrodynamiques et les extrapolations (exploitation continue sur 1 an – estimation du recyclage thermique) permettent d'envisager l'exploitation de la nappe souterraine pour l'alimentation d'une pompe à chaleur.

Un deuxième forage sera créé à 45 m au Sud Ouest du forage F 1 en fonction de l'emprise foncière et des distances réglementaires.

A Monts, le 4 janvier 2010.

Hélène GALIA

