

SCI ELYSA

25 rue Victor Hugo - 78420 CARRIERES SUR SEINE

Nouméa à St Laurent Nouan (41)

Création et exploitation d'un forage d'irrigation

DEMANDE d'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE ANNEXE :

**Dossier de déclaration
au titre du Code de l'Environnement
(ouvrage 1.1.1.0 et prélèvement 1.1.2.0)**

Rapport C-20035 R1 HG ; V3 du 16 août 2021

SOMMAIRE

LISTE DES DOCUMENTS CONSULTES	4
LISTE DES ILLUSTRATIONS	5
INTRODUCTION	6
1 IDENTIFICATION DU PROJET	8
2 JUSTIFICATION DES BESOINS	9
2.1 CALCUL DU BESOIN EN EAU	9
2.2 SOLUTIONS DE SUBSTITUTION.....	10
3 SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	11
3.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE	11
3.2 LOCALISATION CADASTRALE.....	12
4 CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	13
4.1 CADRE GEOLOGIQUE	13
4.2 LITHOLOGIE LOCALE.....	14
4.3 PROPOSITION DE COUPE LITHOLOGIQUE AU DROIT DU PROJET	15
5 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	15
5.1 INVENTAIRE DES AQUIFERES.....	15
5.2 CARACTERISTIQUES DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE BEAUCE.....	17
6 QUALITÉ DES EAUX DE LA NAPPE	21
6.1 GENERALITES	21
6.2 ANALYSES.....	21
7 VULNERABILITE.....	22
7.1 HYDROGEOLOGIE.....	22
7.2 GEOMORPHOLOGIE	22
8 ENVIRONNEMENT.....	22
8.1 ENVIRONNEMENT AU DROIT DU PROJET	22
8.2 ENVIRONNEMENT ELOIGNE.....	23
9 CARACTÉRISTIQUES DE L'OUVRAGE.....	24
9.1 NAPPE SOLLICITEE.....	24
9.2 DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	24
9.3 DEVELOPPEMENT ET ESSAIS	27
10 ÉQUIPEMENT DES OUVRAGES ET SURVEILLANCE.....	29
10.1 TETES D'OUVRAGE	30
10.2 EQUIPEMENT DES OUVRAGES	30
10.3 SURVEILLANCE ET MAINTENANCE D'OUVRAGES.....	31
10.4 MISE EN EXPLOITATION.....	32
10.5 OBSERVATIONS PARTICULIERES	32

11	INCIDENCE DU PROJET	33
11.1	INCIDENCE SUR LES EAUX SOUTERRAINES.....	33
11.2	INCIDENCE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES.....	37
12	COMPATIBILITÉ ADMINISTRATIVE	38
12.1	AVEC LE CODE MINIER – ARTICLE L-411.1	38
12.2	AVEC LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT – ARTICLE R 214-1	38
12.3	AVEC LE SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX.....	39
12.4	AVEC LE SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX	41
12.5	AVEC L'ARRETE DU 11 SEPTEMBRE 2003	41
12.6	AVEC LES ZONES TECHNIQUES ET REGLEMENTAIRES	41
12.7	AVEC LES PERIMETRES DE PROTECTION.....	42
12.8	AVEC LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS.....	42
12.9	AVEC LE DOCUMENT D'URBANISME	45
	CONCLUSION	46

LISTE DES DOCUMENTS CONSULTÉS

Les documents cités dans le texte font référence à cette liste.

Documents 1 : IGN - carte au 1/25 000 et géoportail - www.geoportail.gouv.fr/

Document 2 : Bureau de Recherche Géologique et Minière BRGM

Banque de données du Sous-Sol (BSS) : <http://infoterre.brgm.fr/>

Document 3 : cadastre - www.cadastre.gouv.fr/ et www.geoportail.gouv.fr/

Document 4 : BRGM - Cartes géologiques au 1/50 000 de Beaugency n° 397, et de Bracieux n° 429

Document 5 : EGS SA – Inspection vidéo de forage, mesures diagraphiques – 26/11/2004

Document 6 : Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines

SIGES en Centre-Val de Loire <http://sigescen.brgm.fr/>

Document 7 : portail national d'Acquisition des Données sur les Eaux Souterraines ADES.

<http://www.ades.eaufrance.fr/>

Document 8 : Castany – Hydrogéologie, principes et méthodes - 1982

Document 9 : HGC, diagnostic du forage 397 7x 0084 des Pommereaux, rapport C 19060 du 2/08/19

Document 10 : ANE, BRGM, MEDDE, Système d'Evaluation de la Qualité des Eaux Souterraines

Document 11 : Agence de l'Eau Loire Bretagne AELB, www.eau-loire-bretagne.fr/

Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau SDAGE Loire Bretagne

Document 12 : Site des outils de GESTION intégré de l'EAU

GEST'EAU - <http://www.gesteau.eaufrance.fr/>

Document 13 : Museum National d'Histoire naturelle – Inventaire national du patrimoine naturel

<https://inpn.mnhn.fr/>

Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

DREAL Centre <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/>

Document 14 : Agence Régionale de la Santé (ARS) - périmètres de protection des captages

Document 15 : GEORISQUE - <http://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives#/>

et <http://www.loir-et-cher.gouv.fr/>

Document 16 : BAsE de données sur les sites et SOLs pollués

BASOL <https://basol.developpement-durable.gouv.fr/recherche.php>

Document 17 : Plan Local d'Urbanisme intercommunautaire PLUi

<http://www.grandchambord.fr/le-grand-chambord/vivre-detail/urbanisme>

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : schéma du réseau hydraulique (irrigation)	10
Figure 2 : localisation géographique du projet	11
Figure 3 : localisation cadastrale du projet	12
Figure 4 : extrait des cartes géologiques de Beaugency et de Bracieux	13
Figure 5 : log géo-hydrogéologique régional.....	16
Figure 6 : localisation des forages alentours.....	16
Figure 7 : nappe de Beauce – carte piézométrique 2004	17
Figure 8 : suivi piézométrique, nappe des calcaires de Beauce - station de Crouy-sur-Cosson.....	17
Figure 9 : profil débitmétrique	20
Figure 10 : photo de la parcelle.....	22
Figure 11 : cartographie de l'occupation des sols	23
Figure 12 : coupe prévisionnelle du forage F2	26
Figure 13 : coupe du forage F1.....	28
Figure 14 : proposition de têtes de forage possibles	30
Figure 15 : inventaire des ouvrages dans un rayon de 1 km.....	36
Figure 16 : rabattement cumulé des 2 forages (6 mois)	36
Figure 17 : localisation du projet vis-à-vis de la NAEP des calcaires de Beauce	40
Figure 18 : localisation du projet vis-à-vis des zones Natura 2000/ZNIEFF.....	42
Figure 19 : extrait de carte de remontée de nappe	43
Figure 20 : extrait de carte retrait/gonflement des sols argileux.....	44
Figure 21 : localisation des sites et sols pollués – BASIAS.....	44
Tableau 1 : coordonnées géographiques prévisionnelles du projet	12
Tableau 2 : coordonnées cadastrales du projet	12
Tableau 3 : formations géologiques et aquifères (rapportage 2010)	15
Tableau 4 : nappe des calcaires de Beauce - paramètres hydrodynamiques estimés.....	18
Tableau 5 : caractéristiques hydrodynamiques	18
Tableau 6 : relevés piézométriques pendant le pompage du micro-moulinet	19
Tableau 7 : résultats des analyses réalisées au droit du qualitomètre	21
Tableau 8 : cône de rabattement du forage au débit max de 100 m ³ /h (F1).....	34
Tableau 9 : cône de rabattement du forage au débit max de 150 m ³ /h (F2).....	34
Tableau 10 : cône de rabattement du forage au débit de 250 m ³ /h (F1 + F2).....	35
Tableau 11 : cône de rabattement du forage au débit moyen fictif de 32,4 m ³ /h (F1 + F2)	35
Tableau 12 : inventaire des risques et des plans de prévention des risques	43

INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de CHAMBORD COUNTRY CLUB, la SCI ELYSA a signé une promesse de vente pour l'acquisition de la propriété dite « NOUMEA » au lieu-dit « l'Etang Berthault ». Cette propriété n'est plus exploitée depuis au moins 5 années. Elle sera susceptible d'être jointe au domaine des Pommereaux, sur lequel sera réalisé le projet du CHAMBORD COUNTRY CLUB, de manière à étendre la surface de la terre destinée à la ferme biologique. La SCI ELYSA envisage la création et l'exploitation d'un second forage à usage irrigation sur la commune de St Laurent Nouan.

Ce nouveau forage F2 captera la nappe des calcaires tertiaires captifs de Beauce sous Sologne (FRGG136), en dehors de la zone Nappe réservée dans le futur à l'Alimentation en Eau Potable (NAEP) concernée par la disposition 6E-1 du SDAGE Loire Bretagne contrairement au forage existant F1 localisé au lieu-dit les Pommereaux sur la commune de la Ferté St Cyr.

Le forage existant F1 est actuellement utilisé par dérogation pour l'usage agricole. Son usage agricole sera poursuivi, mais avec une très forte réduction passant de 150 000 m³/an aujourd'hui à seulement 20 000 m³/an demain.

Ce forage F2 viendra en complément du forage existant F1 des Pommereaux pour apporter la ressource en eau brute nécessaire au fonctionnement du domaine et en particulier pour l'arrosage du golf.

Au droit de ce nouveau forage F2, le débit souhaité est de 75 à 150 m³/h (2 pompes de 75 m³/h fonctionnant en alternance ou ensemble), pour un prélèvement annuel de 120 000 m³/an et réservé seulement à la satisfaction des besoins en eau agricoles. Ce prélèvement hors NAEP permettra de réduire au droit du forage F1 le prélèvement en NAEP de 150 000 à 20 000 m³/an pour un débit de 50 à 100 m³/h (2 pompes de 50 m³/h fonctionnant en alternance ou ensemble).

D'après la Mission InterService de l'Eau et de l'Environnement du Loir-et-Cher, et conformément aux articles L214-1 à 11, et aux décrets associés établis ou non en Conseil d'Etat, le projet devrait être soumis à déclaration en Préfecture pour la création d'ouvrages : rubrique 1.1.1.0 et pour leur exploitation : rubrique 1.1.2.0. Cette déclaration nécessite l'établissement et l'envoi d'une notice d'incidence en Préfecture.

Toutefois, ce projet s'insère dans le cadre de la procédure unique de demande d'Autorisation Environnementale pour le domaine des Pommereaux. Aussi, il a été confié à **HydroGéologues Conseil** la rédaction de la partie forage et prélèvement sur nappe dans la demande d'Autorisation Environnementale.

Les caractéristiques du futur ouvrage sont consignées dans la présente notice d'incidence qui aborde les points suivants et qui sera annexée à la demande d'Autorisation Environnementale :

- 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 et le milieu naturel ;
- mesures compensatoires ou correctives, moyens de surveillance et d'intervention prévus ;
- plans, coupes techniques et coupes géologiques.

Dans ce rapport, le contexte géologique et le contexte hydrogéologique seront analysés, ce qui permettra de définir l'environnement et la vulnérabilité du site.

Une fois les travaux réalisés et les résultats interprétés, un compte rendu de travaux avec le dossier réglementaire préalable à l'exploitation du forage sera envoyé à la Préfecture.

1 IDENTIFICATION DU PROJET

<p>Création d'un forage captant</p> <p>la nappe des calcaires tertiaires captifs de Beauce sous Sologne (FRGG136)</p> <p>Rubrique 1.1.1.0 : Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau.</p> <p>Rubrique 1.1.2.0 : prélèvements permanents ... issus d'un forage... dans un système aquifère à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, ... par pompage...le volume total prélevé étant : - supérieur ou égal à 200 000 m³/an (A) - supérieur à 10 000 m³/an mais inférieur à 200 000 m³/an (D).</p>

Nom du demandeur	Adresse du demandeur
<p>SCI ELYSA</p> <p>Gérant : Bernard SAUNIER</p> <p>Siren : 385 089 792</p>	<p>25 rue Victor Hugo</p> <p>78420 CARRIERES SUR SEINE</p> <p>Contact : bernardsaunier@aol.com</p> <p>06 07 85 15 82</p>

2 JUSTIFICATION DES BESOINS

2.1 CALCUL DU BESOIN EN EAU

Les besoins en ressource en eaux souterraines ont été estimés à environ 140 000 m³/an.

Les données proviennent des diverses études effectuées par Bonnard et Gardel, Nicklaus pour le golf, AREO en 2010 et par le maître d'ouvrage. L'étude d'impact précise la répartition des besoins comme suit :

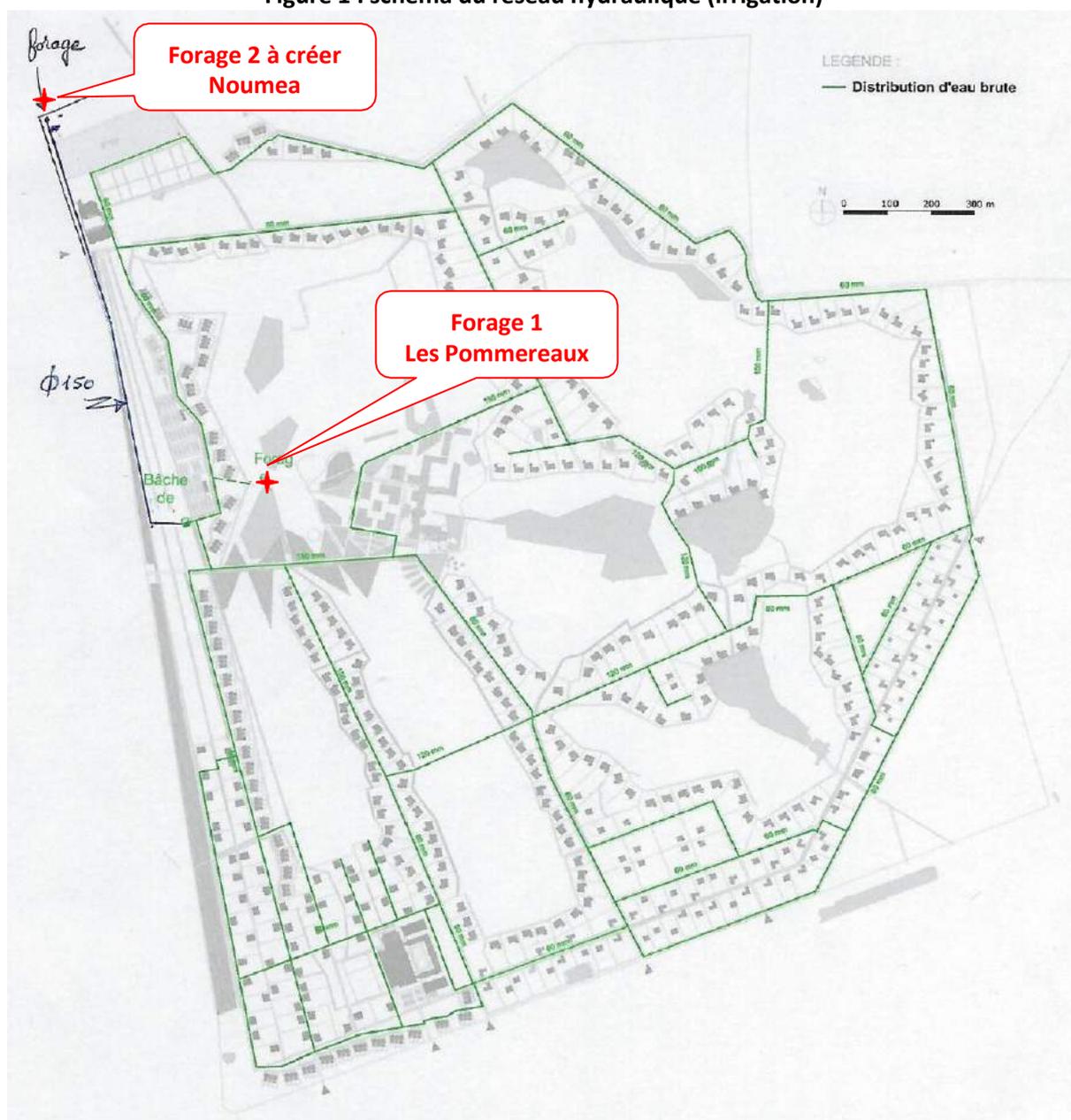
- Eau d'arrosage du golf : 103 674 m³/an max en fréquence quinquennale, avec une consommation maximale mensuelle (juillet) de 38 938 m³/mois
- Eau agricole pour la ferme, la pépinière et le centre hippique : 20 000 m³/an.

Afin de satisfaire ces besoins, le maître d'ouvrage a fixé à 120 000 m³/an sa demande d'autorisation pour l'arrosage du golf et de quelques massifs floraux disséminés sur le domaine, à partir du forage sur NOUMEA, et il limite à 20 000 m³/an sa demande pour la prolongation de l'usage agricole du forage existant.

Le pétitionnaire précise que « *Nous limiterons notre demande de prélèvement d'eau effectué avec le forage existant sur la propriété des Pommereaux dans la zone NAEP à 20 000 m³/an au lieu des 150 000 m³/an autorisés actuellement et même des 75 000 m³/an annoncés lors de l'étape CNDP, pour le même usage qu'actuellement, c'est à dire pour satisfaire les besoins agricoles des deux fermes BIO des Pommereaux et de Nouméa et du centre équestre.... Nous n'avons pas abandonné la réutilisation des eaux usées pour l'arrosage du golf. Celle-ci sera reconsidérée lorsque le hameau sera rempli et que son fonctionnement sera alors en vitesse de croisière. Nous n'avons pas abandonné la réutilisation des eaux usées pour l'arrosage du golf. Celle-ci sera mise en œuvre en phase 2 ou 3 (sur 4 phases) du développement du domaine dès qu'une fréquentation significative du domaine sera constatée.* »

A partir de ces éléments les besoins en eau seront de 125 à 250 m³/h pour un volume annuel global sur les 2 forages (existant des Pommereaux + futur de Nouméa) de 140 000 m³.

Figure 1 : schéma du réseau hydraulique (irrigation)



2.2 SOLUTIONS DE SUBSTITUTION

2.2.1 Prélèvement en rivière

Aucun cours d'eau n'est suffisamment proche et puissant pour être exploité directement.

Par ailleurs, le prélèvement en rivière aurait des effets directs et indirects négatifs sur le milieu :

- impact négatif sur les habitats et les espèces concernés par ce biotope ;
 - modification du régime hydraulique des cours d'eau.

2.2.2 Retenue collinaire

Compte tenu du volume annuel de 140 000 m³/an, la mise en place d'une retenue collinaire entraîne une emprise foncière très importante. La pluviométrie et les eaux de ruissellement seraient insuffisantes pour assurer le volume nécessaire pour remplir la retenue, l'exploitant devrait avoir recours à un moyen d'alimentation complémentaire (forage) pour alimenter la retenue collinaire, d'où un surcoût financier. Par ailleurs, les prélèvements effectués priveraient les étangs à l'aval d'une partie de leur alimentation actuelle.

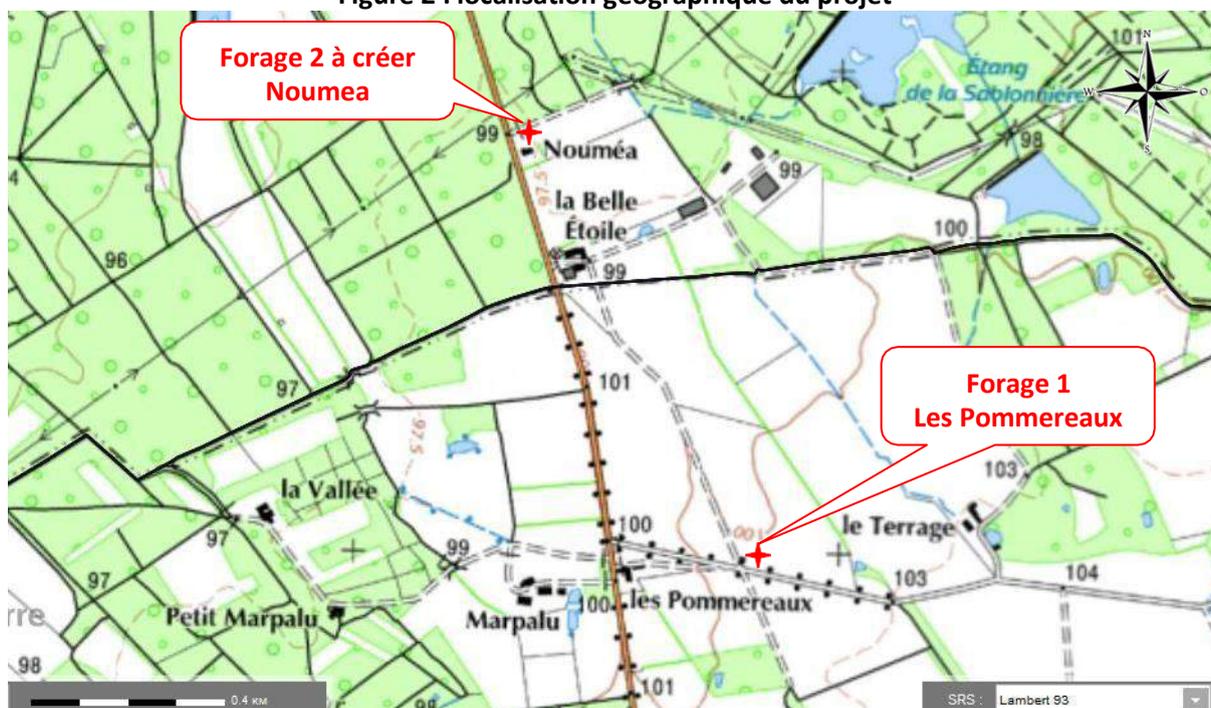
Nous rappelons qu'il est prévu la « réutilisation des eaux usées pour l'arrosage du golf : celle-ci sera mise en oeuvre en phase 2 ou 3 (sur 4 phases) du développement du domaine dès qu'une fréquentation significative du domaine sera constatée ».

3 SITUATION GEOGRAPHIQUE

3.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Le projet du CHAMBORD COUNTRY CLUB se situe à environ 5,7 km au Nord du bourg de la commune de la Ferté Saint Cyr (41) (**document 1**). Le forage F2 se situe à environ 3,7 km à l'Est-sud-est du bourg de la commune de St Laurent Nouan (41).

Figure 2 : localisation géographique du projet



D'après le plan topographique et Infoterre (**document 2**), les coordonnées du site sont les suivantes.

Tableau 1 : coordonnées géographiques prévisionnelles du projet

Ouvrage		Coordonnées Lambert 93		Altitude
		X (m)	Y (m)	Z (m NGF)
Forage 1 397 7x 0084 BSS 001 BYQM	BSS	600 136	6 734 852	+ 102
	Geoportail	600 094	6 734 843	+101,7
Forage 2 à créer		599 625	6 735 730	+98,2

3.2 LOCALISATION CADASTRALE

Les coordonnées cadastrales (**document 3**) des ouvrages sont les suivantes :

Figure 3 : localisation cadastrale du projet

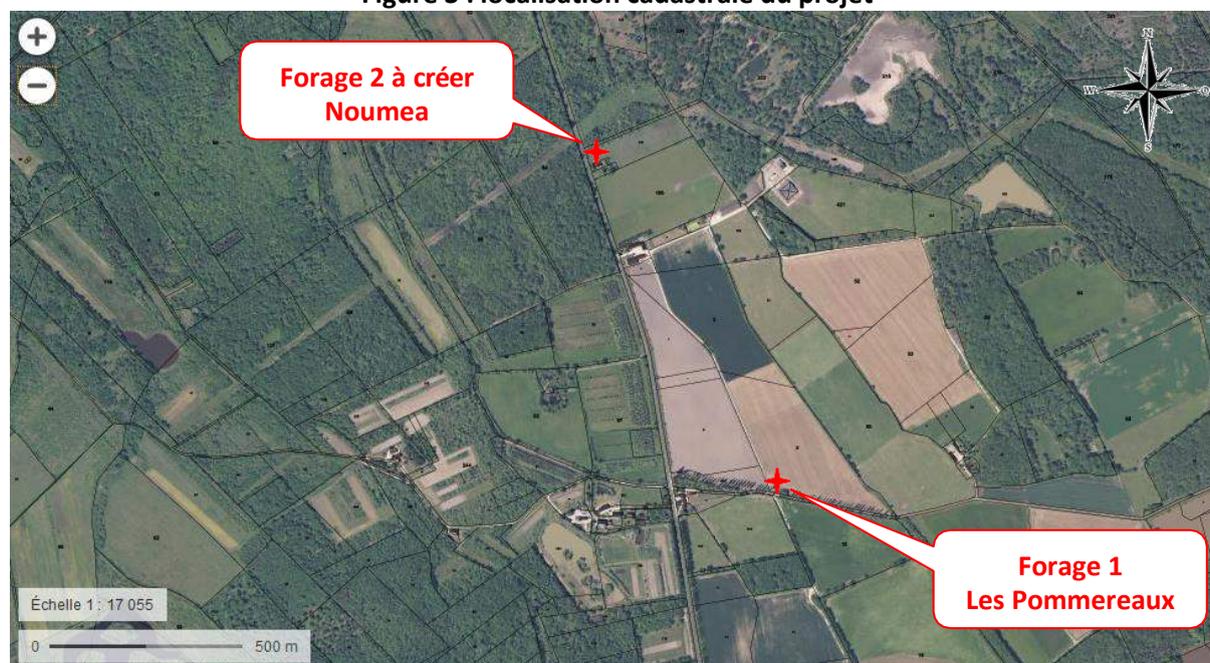


Tableau 2 : coordonnées cadastrales du projet

Ouvrage	Département	Commune	Section	Parcelles	Description
Forage 1 397 7x 0084 BSS 001 BYQM	Loir et Cher	La Ferté St Cyr	AC	4	Grandes cultures et prairies
Forage F 2 à créer		St Laurent Nouan	A0	199	Grandes cultures

Ce nouveau forage sera localisé en dehors de la zone NAEP qui traverse la propriété NOUMEA dans sa partie sud.

4.2 LITHOLOGIE LOCALE

La coupe du forage exploité sur le site n° BSS 001 BYQM / 37 7x 0084 (**document 2**) permet de préciser la géologie au droit du projet :

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
0.30	Fw		Lierre argile calcaire à sable rouge	Mindel	101.70
4.20			Argile localement calcaire verte et rosée		97.80
4.60	Sables et argiles de Sologne		Sable fin argileux, jaune vert, lithologique	Burdigalien	97.40
5.50			Sable grossier à quartz blanc, blanc à rose, lithologique		96.50
7.00			Argile phlogopane verte et sable fin argileux vert clair		95.00
9.00			Argile phlogopane verte		93.00
10.50			Sable grossier à quartz blanc, blanc lithologique		91.50
12.00			Argile verte phlogopane, sable grossier		90.00
14.00			Argile localement calcaire vert jaunâtre à rosâtre		88.00
15.00			Argile brune à gris phlogopane		87.00
16.20			Sable fin argileux lithologique vert clair		85.80
17.50			Sable fin à grossier lithologique très argileux vert clair		84.50
18.80	Calcaire de Pithiviers		Marne blanche	Aquitainien	83.20
20.00			Marne blanc beige		82.00
22.50			Marne beige et marlons		79.50
28.00			Marne verte, calcaire beige et pyrite		74.00
30.00			Marne et calcaire beige et marlons fins rosés		72.00
36.00			Marne verte et calcaire beige		66.00
40.00			Marne verte		62.00
42.00			Marne crasse, marlons, en peu de marne verte		60.00
45.50			Calcaire tendre crasse marlons avec marlons		56.50
47.00			Calcaire beige, quartz rosés, marlons roses rosés		55.00
48.50	Calcaire beige et marlons lithologiques lithologiques calcines	53.50			
51.00	Calcaire beige tendre grossier et marlons roses	51.00			
53.00	Calcaire crasse avec tendre, marlons roses	49.00			
54.50	Calcaire beige tendre grossier et marlons roses	47.50			
56.00	Calcaire crasse avec tendre, marlons roses	46.00			
58.00	Calcaire beige, dur à blanc gris-blanc	44.00			
60.00	Calcaire beige avec quelques silex et grains de galets, dur	42.00			
63.00	Calcaire beige, très dur	39.00			
69.00	Calcaires lacustres éocènes		Marne blanchâtre à galets clair	Ludien	33.00
70.30			Silex chers très durs		31.70
83.00			Silex chers et blancs, calcaire et calcaire griseux durs		19.00
88.00			Silex blanc et calcaire dur		14.00
94.00			Calcaire griseux, dur, marlons		8.00
96.00			Silex blancs, clair et galets		6.00
96.30			Silex chers durs et calcaire		3.70
104.00			Marne argileuse avec rognons de silex gros et galets		-2.00
107.00			Silex chers dur et rose		-5.00
108.00			Silex chers dur et rose		-6.00
111.00	Silex chers dur et rose	-9.00			
	Craie blanche à silex			Coniacien à Campanien inférieur	

Par ailleurs, le forage a fait l'objet de diagraphies gamma ray en novembre 2004 (**document 5**) dont les résultats sont présentés ci-après :

- de 0,00 à 2,20 mètres : Niveau de couverture composé de terre végétale.
- De 2,20 à 21,10 mètres : Les sables et argiles de Sologne. Le gamma ray est élevé, régulier et homogène.
- De 21,10 à 96,50 mètres : Les calcaires et Marnes de Beauce. Le gamma ray est très faible et régulier. Il n'est toutefois pas aisé de délimiter la base de cette formation puisque la formation suivante présente également un gamma ray faible bien que un peu plus puissant, et régulier. La formation de Beauce présente habituellement une puissance de 70,00 à 80,00 mètres. D'autre part, aucun niveau argileux ne sépare les deux formations.
- De 96,50 à 117,70 mètres : La craie du Crétacé. Le gamma ray est faible et régulier et légèrement plus important que les mesures de l'ensemble sus jacent.

4.3 PROPOSITION DE COUPE LITHOLOGIQUE AU DROIT DU PROJET

D'après la carte géologique et la coupe lithologique précédente, la géologie au droit du projet pourrait être la suivante :

- 0 à 2 m alluvions anciens - Quaternaire
- 2 à 20 m sables et argiles de Sologne - Burdigalien
- 20 à 39,5 m calcaires de Pithiviers - Aquitanien
- 39,5 à 46 m molasse du Gatinais
- 46 à 66,5 m calcaire d'Etampes - Stampien
- 66,5 à 80,5 m calcaires lacustres éocènes - Ludien
- .. craie - Séno-turonien

5 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

5.1 INVENTAIRE DES AQUIFERES

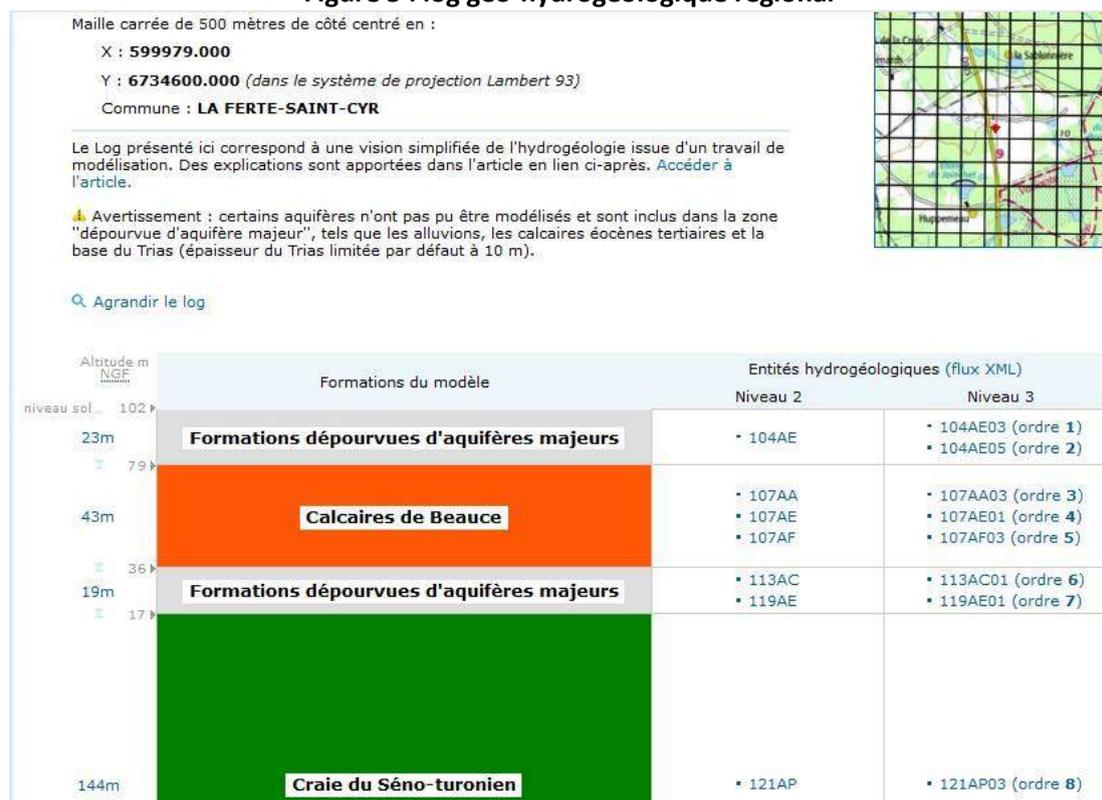
D'après le **document 4**, au droit du secteur d'étude, au moins trois aquifères ont été recensés et sont susceptibles d'être exploités. Le tableau ci-dessous présente ces formations géologiques et les caractéristiques de ces aquifères.

Tableau 3 : formations géologiques et aquifères (rapportage 2010)

Masse	Formation géologique	Observations
FRGG 094	Sables et argiles miocènes de Sologne	Faible épaisseur au droit du site. Exploité localement pour des usages domestiques
FRGG 136	Calcaires tertiaires captifs de de Beauce sous Sologne	NAEP pour partie, exploité pour l'alimentation en eau potable ou l'irrigation
FRGG 089	Craie du Séno-turonien captive sous Beauce sous Sologne	NAEP, exploité principalement pour l'alimentation en eau potable

Le log géo-hydrogéologique régional fourni par le Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES Centre - **document 6**) et le référentiel hydrogéologique BD LISA (**document 2**) précise les aquifères exploitables.

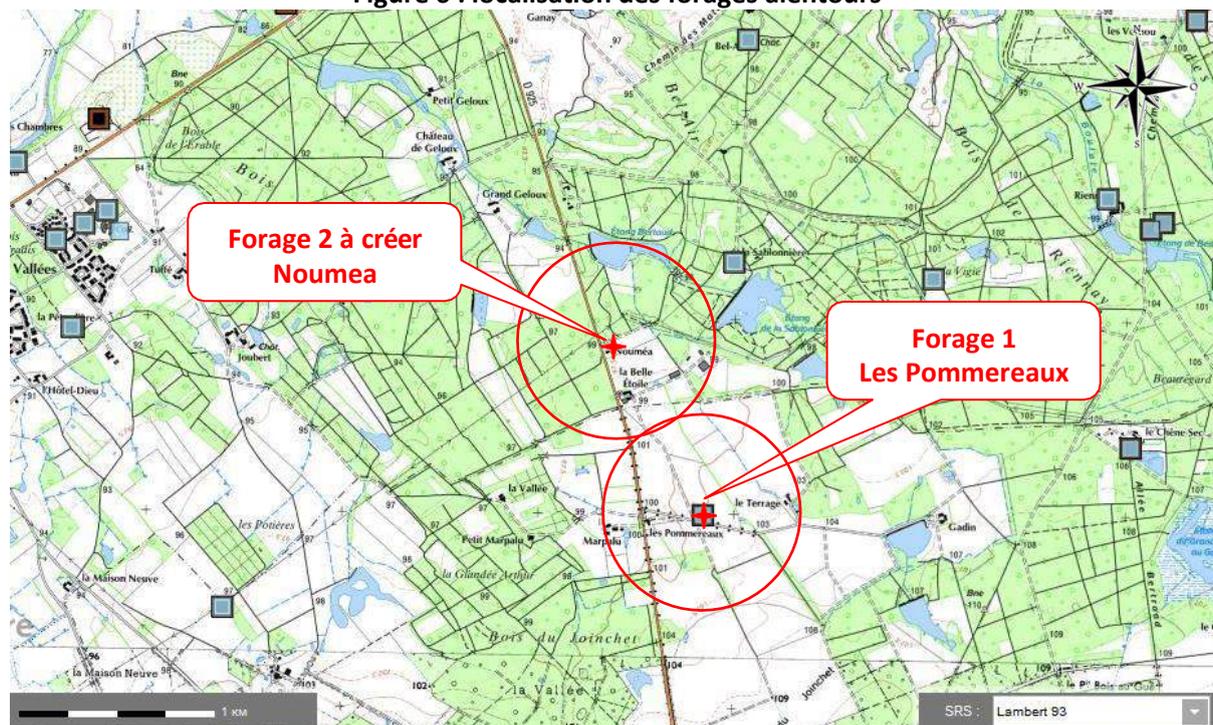
Figure 5 : log géo-hydrogéologique régional



5.1.1 Inventaire des ouvrages environnants

D'après la Banque de données du Sous-Sol (**document 2**), aucun forage n'est recensé dans un rayon de 500 m autour du projet. Les 2 forages du projet sont distants d'environ 1 km.

Figure 6 : localisation des forages alentours



5.2 CARACTERISTIQUES DE LA NAPPE DES CALCAIRES DE BEAUCE

5.2.1 Piézométrie et fluctuation de la nappe

D'après la carte piézométrique de basses eaux 2004 (SIGES – document 6), le niveau piézométrique de la nappe de Beauce serait d'environ 88 m NGF (soit 14 m/sol aux Pommereaux ; 10 m/sol à Nouméa).

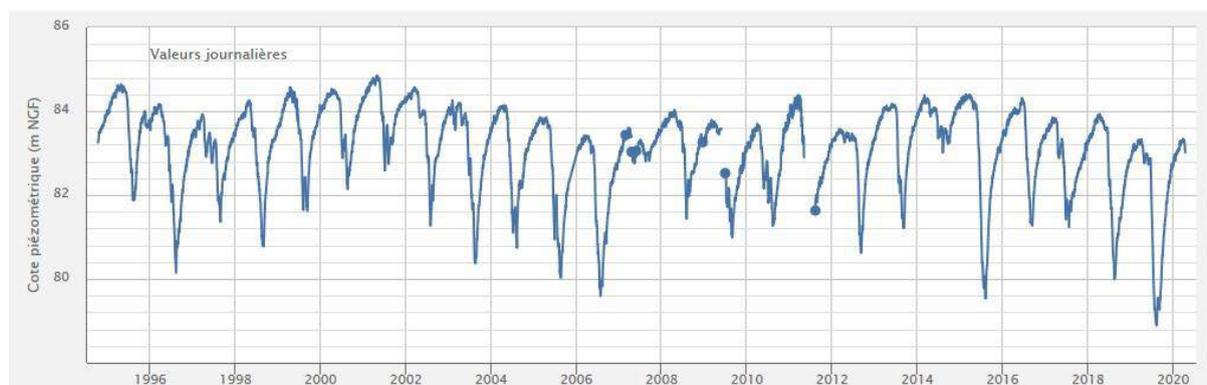
Figure 7 : nappe de Beauce – carte piézométrique 2004



Le 24 mai 2019, au droit du forage F1, le niveau statique a été mesuré à 16,58 m/sol ; le 1^{er} juillet 2019 à 17,22 m/sol.

Le suivi piézométrique (portail national d'acquisition des données sur les eaux souterraines ADES - document 7) est enregistré à la station de Crouy-sur-Cosson (BSS001DVGQ) à environ 8 km au Sud-ouest de la zone d'étude.

Figure 8 : suivi piézométrique, nappe des calcaires de Beauce - station de Crouy-sur-Cosson



D'après cette chronique :

- les fluctuations interannuelles présentent une montée du niveau moyen de la nappe entre 1998 et 2001, et depuis une baisse plus rapide du niveau de la nappe jusqu'à 2007. Ensuite, le niveau varie peu entre 2007 et 2013 puis il monte de 2013 à 2015 pour enfin revenir à son niveau moyen ;
- les fluctuations saisonnières montrent les périodes de recharge (mai à août) et les périodes d'étiage (novembre à mars) ;
- sur la période 1993 - 2016, les variations inter saisonnières varient entre 5 m (2015) et 2 m (2001).

D'après les documents bibliographiques, la nappe de Beauce, captive au droit du projet, présenterait un niveau piézométrique de l'ordre de + 88 m NGF, des variations piézométriques pouvant atteindre environ 5 m et un écoulement vers le Nord-Ouest (vers la Loire).

5.2.2 Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe

5.2.2.1 Généralités

Les paramètres hydrodynamiques de cette nappe sont présentés dans le tableau ci-dessous (fiche BD lisa – **document 6**).

Tableau 4 : nappe des calcaires de Beauce - paramètres hydrodynamiques estimés

Epaisseur mouillée (en m)	Vitesse d'écoulement (en m/j)	Transmissivité (en m ² /s)	Perméabilité (en m/s)	Porosité (en %)	Productivité (en m ³ /h)
20 m	80 m/j (St Ay) 2500 à 5000 m/j (Val d'Orléans)	10 ⁻³ à 10 ⁻¹ (valeurs plus élevées vers le Val de Loire)	10 ⁻⁴ à 10 ⁻³	/	50 à 200 m ³ /h (Maximum : 500 m ³ /h)

D'après la notice de la carte géologique (**document 4**), le débit spécifique est compris entre 3 et 10 m³/h/m. Les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe ont pu être appréciées à l'aide des données issues de pompage d'essais réalisés dans des ouvrages voisins (**document 2 et 6**).

Tableau 5 : caractéristiques hydrodynamiques

Indice	Profondeur (m)	Débit (m ³ /h)	Rabattement (m)	Débit spécifique (m ³ /h/m)	Transmissivité (m ² /s)
BSS 001 BYWQ à Lailly en Val	82	35	18	1,94	-
		40	26,48	1,51	*4,2.10 ⁻⁴
BSS 001 DVEV à Thoury	43	54	15,72	3,44	*9,5.10 ⁻⁴
BSS 001 DVYK à Ligny le Ribault	41	36	5,5	6,55	*1,8.10 ⁻³
Collège, captage	30	48,1	5,17	9,3	*2,6.10 ⁻³
		45	9,35		4.10 ⁻⁴ m ² /s S = 2.10 ⁻⁴

Collège, rejet	30	45	8,34 (inj)	5,4	$*1,5 \cdot 10^{-3}$
		40	8,45		$5,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.
		40	8,72 (inj)		$6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ $S = 2 \cdot 10^{-4}$
Collège moyenne					$T = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ $S = 2 \text{ à } 3 \cdot 10^{-4}$

*Transmissivité transposée du débit spécifique

La productivité (débit spécifique compris entre 1,5 et 6,6 m³/h/m), très hétérogène, dépend de la fissuration des calcaires et peut-être amélioré par développement physique et chimique.

On retiendra les paramètres hydrodynamiques suivants : transmissivité de $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ et coefficient d'emmagasinement de $2 \cdot 10^{-4}$.

La transmissivité (T) permet de déterminer la productivité de l'aquifère. Elle correspond au débit d'une couche aquifère, sur toute son épaisseur par unité de largeur et sous l'effet d'un gradient hydraulique égal à l'unité. C'est le produit de la perméabilité par l'épaisseur mouillée du réservoir.

*Le coefficient d'emmagasinement (S) exprime le rapport du volume libéré ou emmagasiné, par unité de surface de l'aquifère, à la variation de la charge hydraulique correspondante. Dans le cas d'une nappe libre, il correspond à la porosité efficace (**document 8**).*

5.2.2.2 Au droit du forage F1

Pendant le pompage (juillet 2019) nécessaire au profil débitmétrique (**document 9**), des relevés de niveaux d'eau ont été effectués :

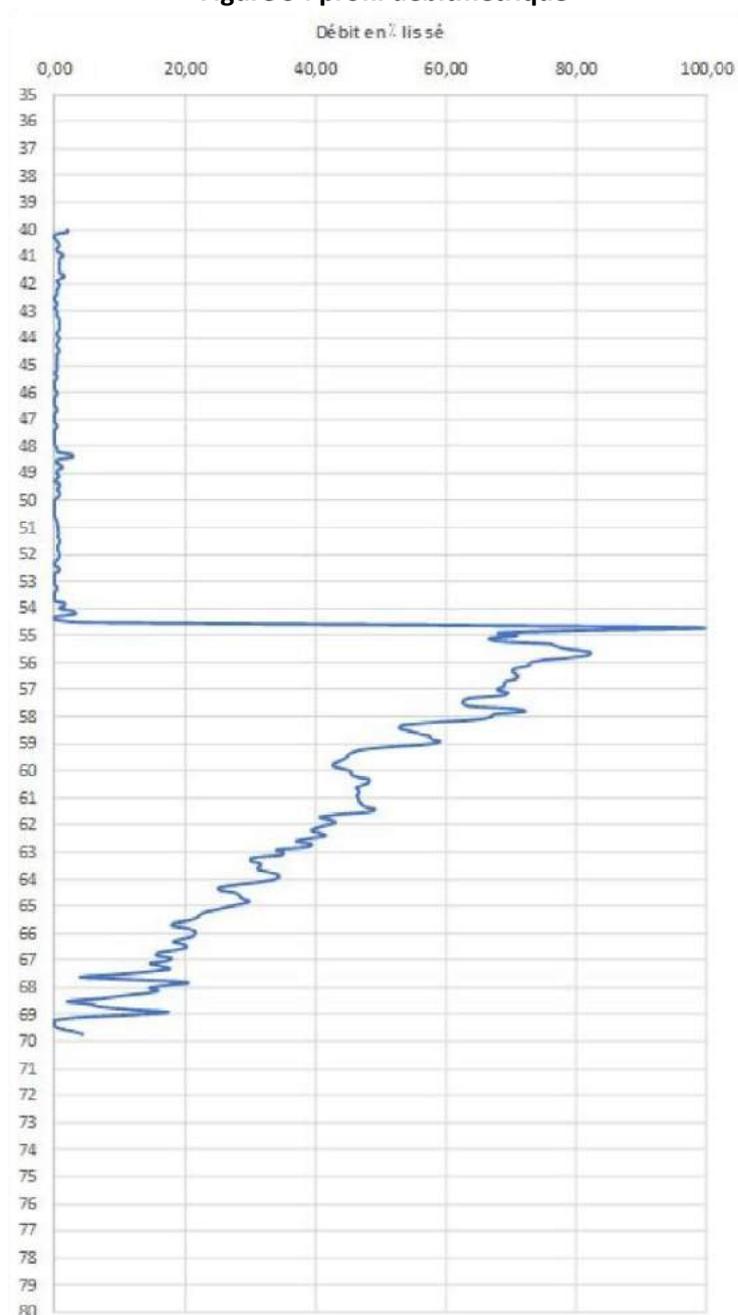
Tableau 6 : relevés piézométriques pendant le pompage du micro-moulinet

Heure	Niveau statique m/sol	Niveau dynamique m/sol	Débit m ³ /h
	17,22		
12h05		21,02	81,45
12h15			81,5
12h28		21,04	81,3
12h35		21,065	81,36
12h37 - arrêt			
12h38		18	
12h40		17,5	
12h42		17,36	
12h48		17,31	
12h50		17,30	
12h55		17,28	
13h		17,275	
13h05		17,265	

Après quelques heures de pompage, le rabattement est de l'ordre de 3,85 m pour un débit moyen de l'ordre de 81,3 m³/h, soit un débit spécifique de 21,1 m³/h/m. Au bout d'une demi-heure de remontée, le niveau d'eau était presque revenu au niveau statique.

Juillet 2019 (**document 9**), un profil au micro-moulinet a été réalisé au débit moyen de 80 m³/h avec la pompe n° 2 dont la zone d'aspiration est située vers 54,5 m/repère (les pompes étant situées dans la partie crépinée, elles ont pu perturber les mesures). Les arrivées sont réparties sur toute la hauteur des crépines de façon homogène avec cependant des zones de non production liées aux crépines colmatées.

Figure 9 : profil débitmétrique



6 QUALITÉ DES EAUX DE LA NAPPE

6.1 GENERALITES

D'après la notice de la carte géologique (**document 4**), les eaux captées contiennent fréquemment du fer en quantité suffisante pour justifier une déferrisation. On note des dégagements d'hydrogène sulfuré.

6.2 ANALYSES

Plusieurs analyses ont été réalisées, entre 1991 et 2017, dans le qualitomètre BSS 001 DVLB situé à Ligny le Ribault captant la même masse d'eau que le projet (**document 7**). Les résultats des analyses sont synthétisés dans le tableau qui suit :

Tableau 7 : résultats des analyses réalisées au droit du qualitomètre

Paramètres	Unité	Nombre d'analyses	Min	Max	Moyenne	Classe Irrigation
Altération Minéralisation						
Résidu sec	mg/l à 180 °C	-	-	-	-	
Chlorures	mg/l	12	51,1	55	53,3	
Altération Micro-organismes						
Coliformes thermotolérants	N/100 ml	13	0	0	0	
Coliformes totaux	N/100 ml	13	0	1	0	
Altération Micropolluants minéraux						
Arsenic	µg/l	8	4	6	<4,8	
Cadmium	µg/l	9	<0,5	<1	-	
Cuivre	µg/l	5	<5	<5	-	
Nickel	µg/l	7	<5	<5	-	
Plomb	µg/l	2	<5	<5	-	
Sélénium	µg/l	8	<1	<5	-	
Zinc	µg/l	5	<10	<25	-	
Autres paramètres						
Nitrates	mg/l	23	0	<2	-	
Fer	µg/l	22	<10	220	129	
pH		28	7,1	7,65	7,3	

Les paramètres présentés et comparés au SEQ Eaux souterraines à usage irrigation (**document 11**), permettent de préciser que l'eau permet une irrigation des plantes très sensibles ou de tous les sols. Par ailleurs, on note une absence de nitrates et une teneur en fer élevée représentatives d'une nappe captive. Une forte teneur en fer favorise le colmatage des forages.

7 VULNERABILITE

7.1 HYDROGEOLOGIE

<i>Formation imperméable :</i>	argile et sable de Sologne
<i>Niveau statique :</i>	le niveau statique est à environ 10 m/sol (Nouméa).
<i>Perméabilité del'aquifère :</i>	perméabilité d'interstices et de fissures

7.2 GEOMORPHOLOGIE

<i>Zones fissurées :</i>	dans les calcaires de Beauce
<i>Modelés karstiques :</i>	absent.
<i>Topographie :</i>	plateau en rive gauche de la Loire

8 ENVIRONNEMENT

8.1 ENVIRONNEMENT AU DROIT DU PROJET

<i>Accès :</i>	par route départementale RD925 puis au lieu-dit « Noumea »
<i>Description de la parcelle :</i>	parcelle actuellement non exploitée.

Figure 10 : photo de la parcelle



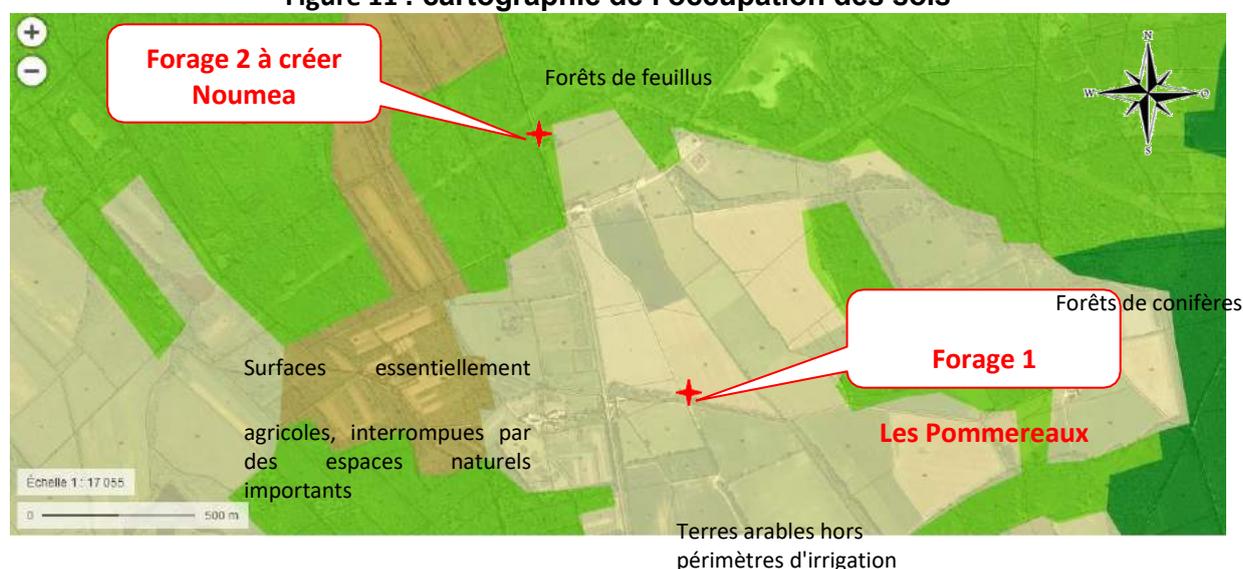
L'implantation de ce nouveau forage répond aux prescriptions de l'arrêté du 11 sept 2003 avec une distance de plus de :

- 35 m des ouvrages d'assainissement collectif ou non collectif, des canalisations des eaux usées ou transport des matières susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines
- 35 m des stockages d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines
- 200 m de décharges et installations de stockage de déchets ménagers ou industriels
- 35 m des bâtiments d'élevage et de leurs annexes...
- 50 m des parcelles potentiellement concernées par l'épandage des déjections animales et effluents d'élevage issus des installations classées
- 35 m... des parcelles concernées par les épandages de boues issues des stations de traitement des eaux usées urbains ou industrielles et des épandages des déchets issus d'installation classées pour la protection de l'environnement.

8.2 ENVIRONNEMENT ELOIGNE

La base de données Corine Land Cover 2018 (**document 1**) donne des informations sur le type d'occupation des sols. La figure montre que le projet est situé sur des terres cultivées.

Figure 11 : cartographie de l'occupation des sols



9 CARACTÉRISTIQUES DE L'OUVRAGE

9.1 NAPPE SOLLICITEE

La nappe, que l'on cherche à solliciter, peut être caractérisée par plusieurs paramètres :

- nappe captive ;
- niveau statique : vers 10 m/sol (Nouméa);
- débit spécifique : 3 à 10 m³/h/m ;
- débit recherché : 75 à 150 m³/h.

9.2 DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

9.2.1 Principe de dimensionnement de l'ouvrage

Les caractéristiques techniques d'un ouvrage de captage ou de rejet sont déterminées en fonction du respect des paramètres hydrauliques suivants :

- **lerabattement** induit par le débit d'exploitation envisagé doit être compatible avec la hauteur d'aquifère mouillée disponible pour le rabattement ;
- **la vitesse de l'eau à l'entrée du filtre**, c'est à dire la vitesse au niveau du diamètre de foration, doit être inférieure à la vitesse de Sichardt définie à partir de la perméabilité des terrains et au-delà de laquelle il y a un risque d'entraînement des fines (venues de sable) ;
- **la vitesse de l'eau à travers les crépines**, c'est à dire la vitesse au niveau du diamètre de l'équipement, qui doit être dans la mesure du possible inférieure à une vitesse théorique de 3 cm/s pour limiter les risques de pertes de charge excessives (qui se traduisent par des rabattements et des charges plus importantes) limitant le débit d'exploitation ;
- **le diamètre de la pompe**, si celle-ci doit être placée dans la chambre de captage ;
- **la norme NF X 10-999**, relative à la réalisation, au suivi et abandon d'ouvrages de captage ou de surveillance des eaux souterraines réalisés par forages.

9.2.2 Forage de captage F2

La coupe technique (profondeur de l'ouvrage, diamètre de foration et d'équipement, longueur de crépines, slot...) sera adaptée en fonction des observations (lithologie, arrivées d'eau) qui pourraient être faites à la foration (**marteau fond de trou**) ...

Pour tenter de solliciter la nappe en pompage au débit de 150 m³/h, il est envisagé de réaliser un forage d'une profondeur de 67 m. La coupe prévisionnelle de ce forage est proposée sur la figure suivante.

Un sondage de reconnaissance sera préalablement réalisé pour reconnaître les terrains (marteau fond de trou dans les calcaires de Beauce) et estimer le débit disponible par pompage et profil débitmétrique qui permet de localiser et quantifier les arrivées d'eau.

Au droit du sondage de reconnaissance, l'ouvrage sera foré jusqu'à 19,5 m (ancrage dans le dernier niveau argileux) en diamètre Ø 660 mm pour être équipé d'un tubage acier de diamètre Ø 530 mm cimenté à l'extrados depuis l'intérieur du tubage.

Les dispositions de l'article 7 de l'arrêté du 11 septembre 2003 seront suivies avec un contrôle de la qualité et de la quantité du ciment injecté (vérification du volume injecté par rapport au volume théorique), en vue de prévenir d'éventuelles infiltrations d'eau de surface.

Puis l'ouvrage sera repris en foration en diamètre Ø 508 mm pour être équipé :

- 13,5 à 46 m : tube plein Ø 357 mm
- 46 à 66,5 m : tube crépiné Ø 357 mm slot 3 mm ;
- 66,5 m : bouchon de fond de même nature que le tubage (PVC ou inox)
- massif filtrant (gravier roulé et lavé de 5/10 mm) du fond à 14 m ;
- tête de puits et dalle de propreté.

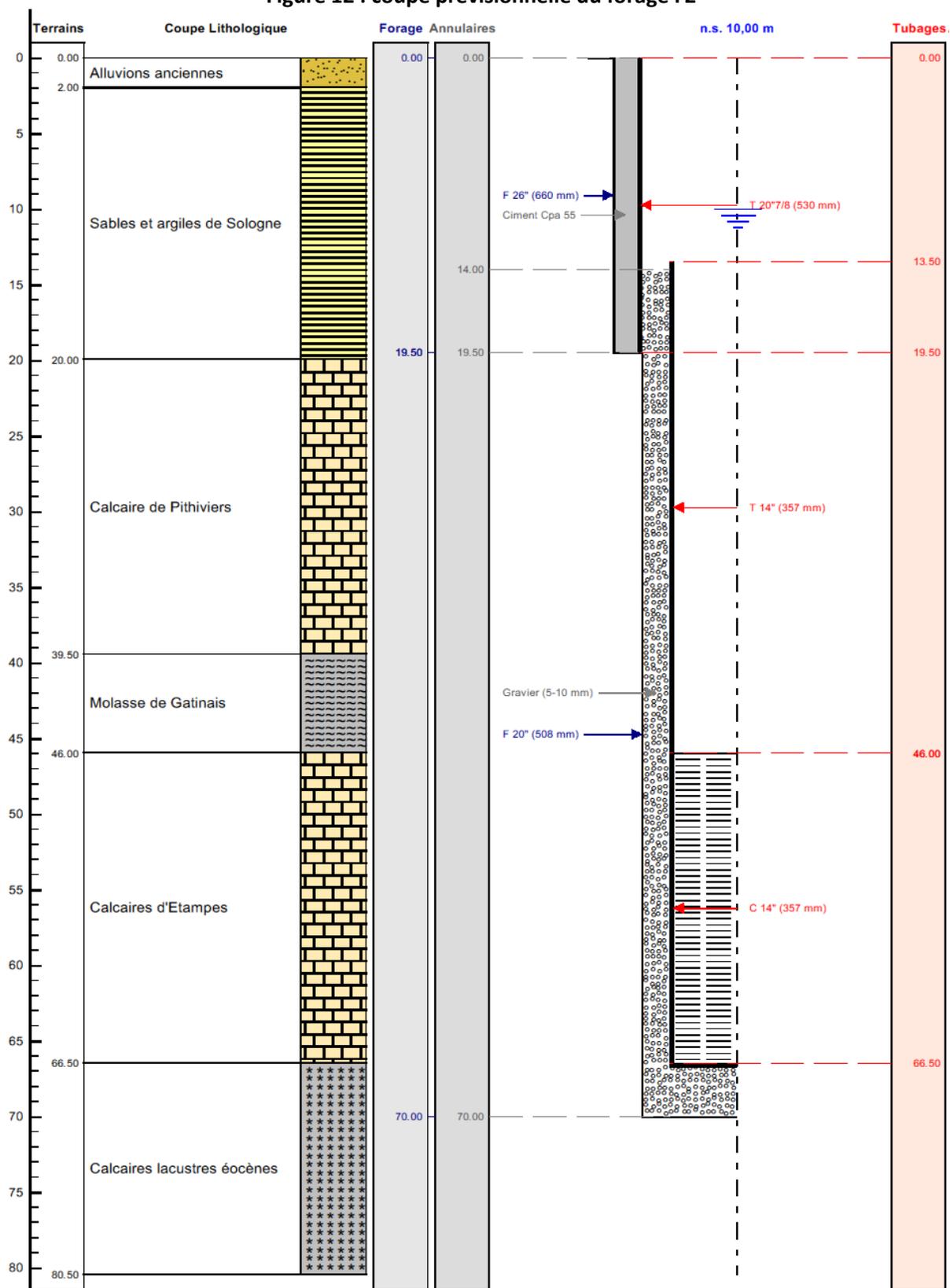
Lors de la foration, la boue et les déblais extraits seront décantés avant que l'eau claire ne soit rejetée dans les champs de l'exploitation. Les particules décantées et déblais de forage seront répandus autour du forage sur une centaines de mètres carrés.

Le matériau inox a une meilleure durée de vie, d'autant que les tubages peuvent être équipés avec des raccords vissés ou rapides (pas de soudure sur chantier qui altère les caractéristiques de l'inox ; ce type de raccord réduit le risque de corrosion). Par ailleurs, les crépines déterminées pour ce projet sont de type fil enroulé. Cette conception réduit le risque de colmatage des crépines, les pertes de charge et permet des économies en énergie de pompage.

En exemple, pour un même diamètre (250 mm), une crépine PVC avec un slot de 1 mm présente un pourcentage de vide de 6 % et un débit max admissible de 6 m³/h/m alors que la crépine inox à fil enroulé avec un slot 1 mm présente des caractéristiques 4 à 5 fois supérieures avec un pourcentage de vide de 28 % et un débit max admissible de 24 m³/h/m.

Aussi, nous recommandons, pour ces différents arguments (meilleure longévité, économies d'énergie...) la mise en place de tubage inox.

Figure 12 : coupe prévisionnelle du forage F2



Bien entendu, ces caractéristiques, sont valides sous réserve de rencontrer au droit du site, les mêmes conditions géologiques et hydrogéologiques que celles observées dans le secteur étudié.

Le forage sera ensuite testé en pompage. Si les résultats obtenus ne couvrent pas la totalité des besoins (150 m³/h), le forage pourra être développé par développement chimique et mécanique.

Dans le cas d'abandon du sondage de reconnaissance, celui-ci sera comblé dans les règles de l'art : massif de gravier du fond à 14 m, bouchon d'argile de 14 à 13 m puis coulis de ciment jusqu'à la surface, dalle de propreté avec identifiant BSS.

9.3 DEVELOPPEMENT ET ESSAIS

La phase de développement du forage F2 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 par pompages jusqu'à obtention d'une eau claire sans fines à la sortie du refoulement.

Sur l'ouvrage, un pompage par palier sera réalisé comprenant 4 paliers de 2 h non enchainés à débits croissants. En fonction des résultats obtenus, un pompage continu sera réalisé durant sur 72 heures au débit d'exploitation établi à partir du pompage par paliers. La remontée de la nappe sera suivie pendant au moins 24 heures. Lors de la réalisation de l'ensemble des essais, les niveaux d'eau seront relevés dans tous les ouvrages du dispositif et des ouvrages voisins (forage F1, puits et piézomètres).

L'interprétation des pompages permettra de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques du forage (débit spécifique, débit critique...) et de la nappe (transmissivité, perméabilité - coefficient d'emmagasinement si piézomètre...) et ainsi de déterminer l'incidence du prélèvement sur la ressource.

9.3.1 Forage de captage F1

Il a été comblé du fond jusqu'à 70 m afin d'isoler la nappe de la craie séno-turonienne de la nappe sus-jacente des calcaires de Beauce.

10 ÉQUIPEMENT DES OUVRAGES ET SURVEILLANCE

Il faut impérativement éviter toute surexploitation des forages car celle-ci pourrait entraîner l'apparition de phénomènes de colmatage (et/ou 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).

Il est donc nécessaire de procéder régulièrement 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) ;
- 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 et du débit sur chaque ouvrage est nécessaire pour diagnostiquer en temps réel l'état de bon fonctionnement de l'ouvrage :

- 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 du forage.
- la surveillance de la profondeur et de l'aspect de l'eau permettra de déterminer s'il y a un comblement et donc des venues de fines.

Cette surveillance peut être éventuellement complétée par des diagnostics réguliers (inspection vidéo, pompages par paliers...) tous les 5 ans environ ou plus fréquemment si nécessaire.

Chaque niveau devra être pris par rapport à un repère unique et fixe dans le temps, défini après recépage des ouvrages.

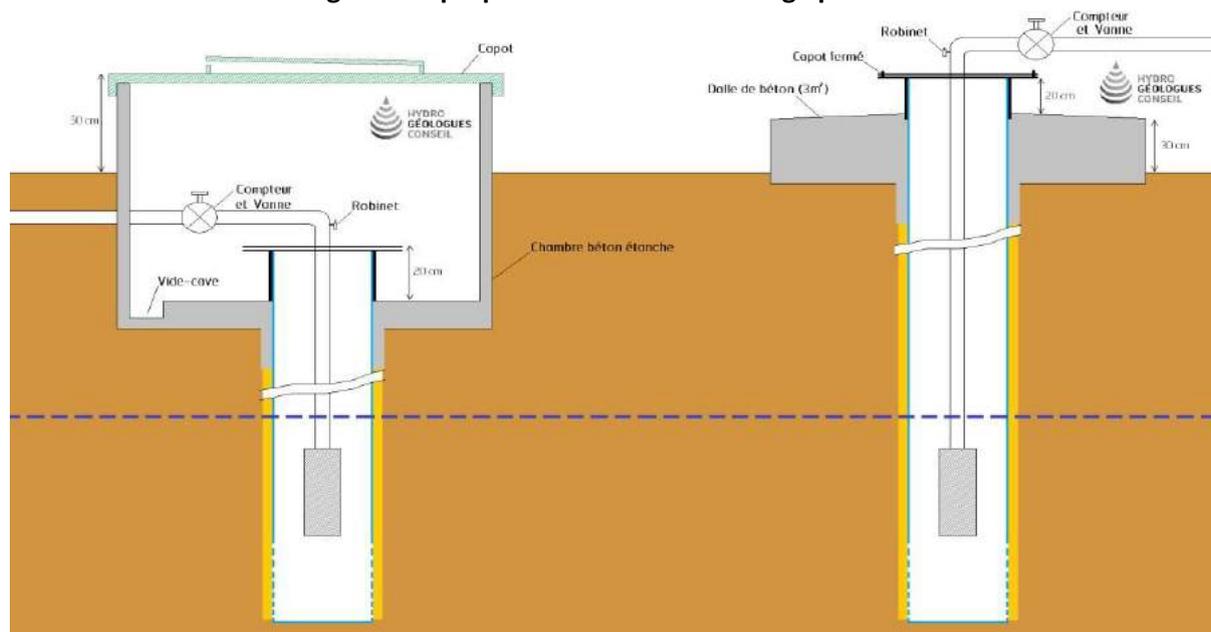
Par ailleurs, pour faciliter les manœuvres en cas de panne de la pompe d'exhaure et/ou en cas d'opérations de décolmatage, les forages restent accessibles aux engins de chantier (pas d'encombrement aux alentours de chaque site, tampon d'accès à la chambre de pompage aligné en face de chaque tête de forage) et il est fortement recommandé d'équiper la colonne d'exhaure avec des colonnes à raccords rapides et de disposer des pièces de rechange sur site (pompe, ressort...).

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

10.1 TÊTES D'OUVRAGE

La tête d'ouvrage sera fermée à un niveau de + 0,5 m / sol ou débouchera dans une chambre de pompage comme stipulé dans l'arrêté du 11 septembre 2003. La figure qui suit illustre les possibilités existantes :

Figure 14 : proposition de têtes de forage possibles



10.2 EQUIPEMENT DES OUVRAGES

Les paramètres suivis pour le bon fonctionnement du dispositif sont les suivants :

- le niveau de la nappe dans le forage de captage ;
- le débit de la pompe immergée.

10.2.1 Généralités

Qualité des eaux : un robinet de prélèvement doit être installé sur la conduite de pompage en sortie de puits (arrêté du 11 septembre 2003).

Compteur volumétrique : l'installation de chaque ouvrage doit être équipée d'un volume mètre qui permettra de déterminer le volume prélevé chaque année (arrêté du 11 septembre 2003) et de mesurer le débit d'exhaure pendant des phases d'essai.

Il est nécessaire de mettre en place un compteur volumétrique en sortie du forage de captage pour les relevés destinés aux services de la police de l'eau et de l'Agence de l'Eau.

Régulation des débits : en exploitation, nous recommandons que la pompe soit équipée d'un variateur de vitesse afin de limiter les à-coups de la pompe et les venues de fines à chaque démarrage.

Maintenance : en exploitation, nous recommandons qu'un contrat de maintenance soit mis en place pour la surveillance des forages (débit, rabattement) et pour l'entretien et la maintenance des pompes. L'entretien et la maintenance de ces forages se feront en fonction des besoins (colmatage...).

10.2.2 Forage

Le forage sera fermé par une bride pleine de fermeture de la tête de puits à laquelle est soudée la canalisation de refoulement. La bride pleine de fermeture est équipée de presse-étoupes pour le passage de la sonde d'enregistrement de niveau, de la sonde de température, du câble électrique de la pompe, des câbles de sonde manque d'eau et d'un tube guide sonde DN 20 permettant le passage d'une sonde manuelle ou de contrôle de fond de trou.

La zone d'aspiration de la pompe d'exploitation sera positionnée à une profondeur d'environ [à définir en fonction des résultats] pour pouvoir solliciter la nappe à un débit maximum de [à définir en fonction des résultats].

Un niveau dynamique maximal admissible à ne pas atteindre est [à définir en fonction des résultats]

Une sonde de niveau d'eau (capteur de pression) d'une gamme de [à définir en fonction des résultats] sera positionnée au-dessus de la pompe à [à définir en fonction des résultats] pour suivre la variation du niveau de la nappe.

Si la tête de forage est étanche, il conviendrait de mettre une ventouse double effet qui permettrait un retour plus rapide au niveau statique par mise à l'équilibre avec la pression atmosphérique dès l'arrêt du pompage.

10.3 SURVEILLANCE ET MAINTENANCE D'OUVRAGES

La surveillance des niveaux d'eau statique et dynamique dans le captage et du débit permettra de suivre l'évolution du débit spécifique et de déterminer s'il y a une baisse de production des ouvrages.

Idéalement, ces paramètres seront enregistrés tout au long de l'année et de l'exploitation. Elle sera effectuée au minimum une fois par an, et plus si les observations effectuées montrent qu'il est nécessaire d'intervenir.

Cette surveillance sera complétée par un diagnostic régulier tous les 5 ans environ, ou plus tôt si l'analyse des paramètres suivis montre qu'il est nécessaire d'intervenir.

Le diagnostic pourra faire l'objet d'une inspection télévisée pour le contrôle de l'état intérieur du forage, de pompes par paliers, de diagraphies de contrôle, d'analyses d'eau... pour l'identification du problème et si nécessaire, il sera suivi d'un nettoyage par brossage ou autre, et/ou régénération (acidification) si cela s'avère être nécessaire.

La manipulation des équipements hydrauliques permettra à cette occasion de contrôler visuellement l'état des pompes immergées, du clapet anti-retour, de la colonne d'exhaure, et de procéder au relevé du fond de trou à l'aide d'une sonde lestée, et du top du massif de graviers dans l'annulaire...

Tous les résultats de diagnostic ou de contrôle seront consignés dans un cahier d'entretien.

Le bon fonctionnement des équipements de surface (débitmètres, capteurs, filtres...) et la fiabilité de leurs mesures (pression, température...) seront également contrôlés par l'intermédiaire de l'analyse des paramètres suivis : dérive des mesures, pannes, dysfonctionnements du système...

10.4 MISE EN EXPLOITATION

Avant la mise en exploitation, si celle-ci doit intervenir longtemps après la création de l'ouvrage et/ou lorsque le risque de colmatage est significatif, il est recommandé de réaliser une inspection vidéo des ouvrages afin de vérifier s'ils ne sont pas visuellement colmatés, et le cas échéant d'effectuer un nettoyage par brossage et acidification, suivi d'un essai grandeur nature (par paliers) afin de confirmer (et de quantifier) l'efficacité du traitement.

10.5 OBSERVATIONS PARTICULIERES

Le débit d'exploitation indiqué est fourni sous réserve du maintien des conditions hydrogéologiques environnantes telles que nous les avons appréhendées lors de l'essai. Une modification de l'alimentation de la nappe (par de nouveaux ouvrages, par une sécheresse exceptionnelle, etc.) ainsi que tout changement des caractéristiques mécaniques ou hydrauliques du forage (colmatages d'origines diverses, corrosion, etc.) ne permettraient pas de maintenir les conditions d'exploitation préconisées.

11 INCIDENCE DU PROJET

11.1 INCIDENCE SUR LES EAUX SOUTERRAINES

11.1.1 Incidence qualitative

Les moyens de protection mis en place (têtes de puits fermées et cimentation annulaire) permettent 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.

11.1.2 Incidence quantitative

11.1.2.1 Prélèvement sur la nappe

Le pompage d'essai sera constitué d'un pompage par paliers de 4x2h au débit maximum de 160 m³/h et d'un pompage continu de 72 heures au débit de 150 m³/h, soit un volume maximum prélevé pendant les essais d'environ 12 000 m³. Il permettra de valider les capacités de production du forage et de l'aquifère.

L'exploitation de l'ouvrage définitif est estimée à un débit maximum de 150 m³/h pour un prélèvement annuel de 120 000 m³/an. Le prélèvement sur le forage existant serait réduit de 150 000 à 20 000 m³/an pour un débit maximum de 100 m³/h.

L'exploitation cumulée (F1 + F2) de la ressource en eau souterraine (calcaires de Beauce) au droit du projet est donc 140 000 m³/an soit une baisse globale de 10 000 m³/an (6,5 %).

11.1.2.2 Rayon d'action

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

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

$$s = \frac{0,183Q}{T} \log \frac{2,25Tt}{r^2S}$$

où :

s = rabattement de la nappe (en m) calculé à une distance d (en m) ;

Q = "débit maximum" ;

T = transmissivité en m^2/s : $1.10^{-3} m^2/s$ (§ 6.2.2.1)

S = coefficient d'emménagement : 2.10^{-4} (§ 6.2.2.1) ;

t = temps exprimé en secondes.

On considère ici que le rabattement induit au droit du forage de pompage est symétrique et théorique.

Le rayon d'action du forage est la zone à l'intérieur de laquelle l'influence du forage se manifeste. Au-delà de ce rayon, le rabattement ou la charge du(e) au forage est supposé nul(le). Le calcul du rayon d'action est déduit de l'équation de Jacob suivante :

$$R = 1,5\sqrt{(Tt/S)}$$

où :

t = temps égal exprimé en secondes ;

R = rayon d'action, c'est-à-dire la distance théorique à partir de laquelle le rabattement induit par le pompage devient nul (en m).

Le calcul théorique réalisé à l'aide de ces formules est valide pour un milieu homogène et isotrope et en l'absence d'alimentation de la nappe (en ce qui nous concerne, il s'agit d'un calcul sécuritaire).

Le résultat des calculs du rayon d'action des forages calculé à différents pas de temps est présenté dans les tableaux suivants :

Tableau 8 : cône de rabattement du forage au débit max de 100 m³/h (F1)

Rabattement de la nappe (en m)		Paramètres de calcul					Transmissivité (m ² /s) :	
							Coefficient d'emménagement (%) :	
				Distance 'd' par rapport au forage (en m)				
		250	500	750	1000	1500		
Temps de pompage	1 jour	6,06	3,00	1,21	-	-	986	
	1 semaine	10,35	7,29	5,50	4,23	2,44	2 608	
	1 mois	13,57	10,51	8,72	7,45	5,66	5 400	
	3 mois	15,99	12,93	11,14	9,87	8,08	9 353	
	6 mois	17,52	14,46	12,67	11,40	9,61	13 227	

Tableau 9 : cône de rabattement du forage au débit max de 150 m³/h (F2)

Rabattement de la nappe (en m)		Paramètres de calcul					Transmissivité (m ² /s) :	
							Coefficient d'emménagement (%) :	
				Distance 'd' par rapport au forage (en m)				
		250	500	750	1000	1500		
Temps de pompage	1 jour	9,09	4,50	1,81	-	-	986	
	1 semaine	15,53	10,94	8,26	6,35	3,66	2 608	
	1 mois	20,35	15,76	13,07	11,17	8,48	5 400	
	3 mois	23,99	19,40	16,71	14,81	12,12	9 353	
	6 mois	26,28	21,69	19,01	17,10	14,42	13 227	

Si on considère le prélèvement sur un seul forage fictif, les résultats sont les suivants :

Tableau 10 : cône de rabattement du forage au débit de 250 m³/h (F1 + F2)

Rabattement de la nappe (en m)		Paramètres de calcul		Transmissivité (m ² /s) :			1,E-03
				Coefficient d'emmagasinement (%) :			2,E-04
				Débit d'exploitation (m ³ /h) :			250
		Distance 'd' par rapport au forage (en m)					Rayon d'action (en m)
		250	500	750	1000	1500	
Temps de pompage	1 jour	15,15	7,49	3,02	-	-	986
	1 semaine	25,89	18,23	13,76	10,58	6,11	2 608
	1 mois	33,92	26,27	21,79	18,62	14,14	5 400
	3 mois	39,98	32,33	27,85	24,68	20,20	9 353
	6 mois	43,81	36,16	31,68	28,50	24,03	13 227

Le rayon d'action estimé à partir des hypothèses posées par le calcul est d'environ 13 km pour un prélèvement continu sur 6 mois. Cette distance est peu cohérente avec les limites naturelles de la nappe (axe de drainage : Loire au Nord, crête piézométrique au Sud..).

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 maximum.

Si on considère le volume annuel de 140 000 m³/an, on obtient sur 6 mois un débit continu moyen fictif de 32,4 m³/h sur un seul forage fictif :

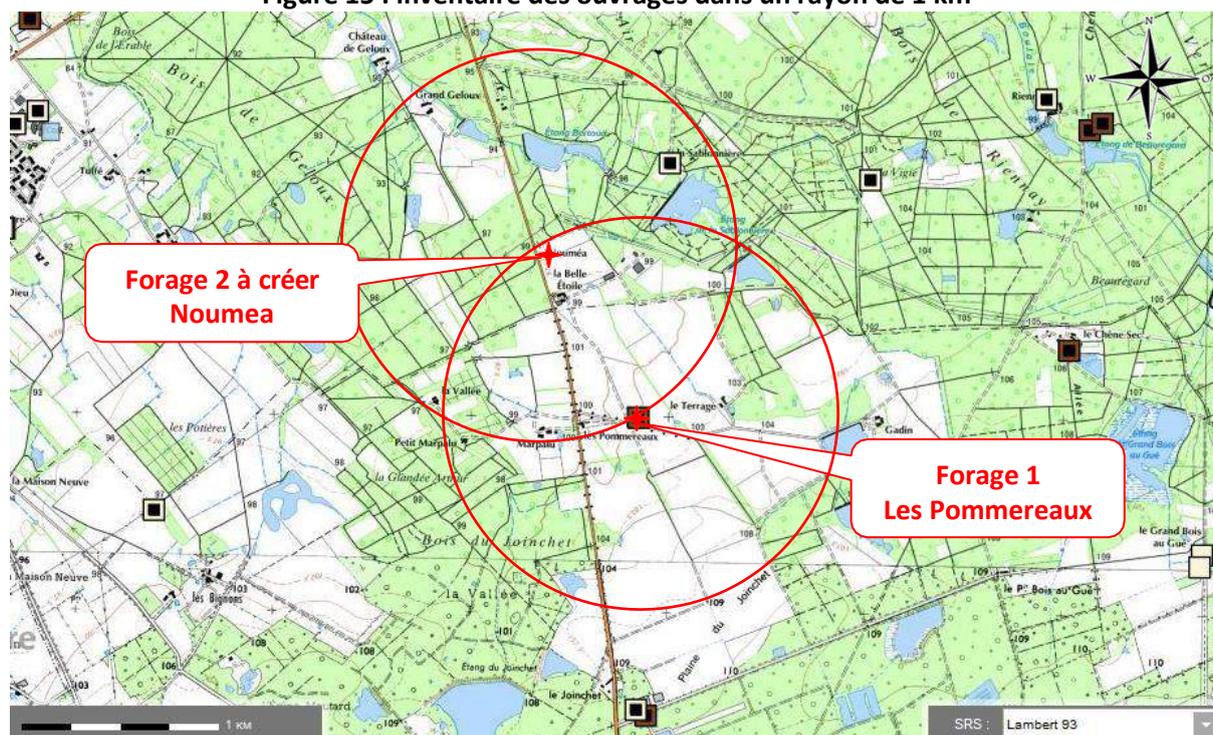
Tableau 11 : cône de rabattement du forage au débit moyen fictif de 32,4 m³/h (F1 + F2)

Rabattement de la nappe (en m)		Paramètres de calcul		Transmissivité (m ² /s) :			1,E-03
				Coefficient d'emmagasinement (%) :			2,E-04
				Débit d'exploitation (m ³ /h) :			32,4
		Distance 'd' par rapport au forage (en m)					Rayon d'action (en m)
		250	500	750	1000	1500	
Temps de pompage	1 jour	1,96	0,97	0,39	-	-	986
	1 semaine	3,36	2,36	1,78	1,37	0,79	2 608
	1 mois	4,40	3,40	2,82	2,41	1,83	5 400
	3 mois	5,18	4,19	3,61	3,20	2,62	9 353
	6 mois	5,68	4,69	4,11	3,69	3,11	13 227

Au bout de 6 mois, le rabattement induit serait de moins de 4 m sur des ouvrages situés à 1 km du projet. Par ailleurs, un seul ouvrage (profond de 30,7 m, sans données précises sur son usage, sa productivité et sa géologie) situé à moins de 1 km du projet capterait en partie la nappe des calcaires de Beauce (**document 2**) ; le rabattement induit sur cet ouvrage serait de 4,05 m.

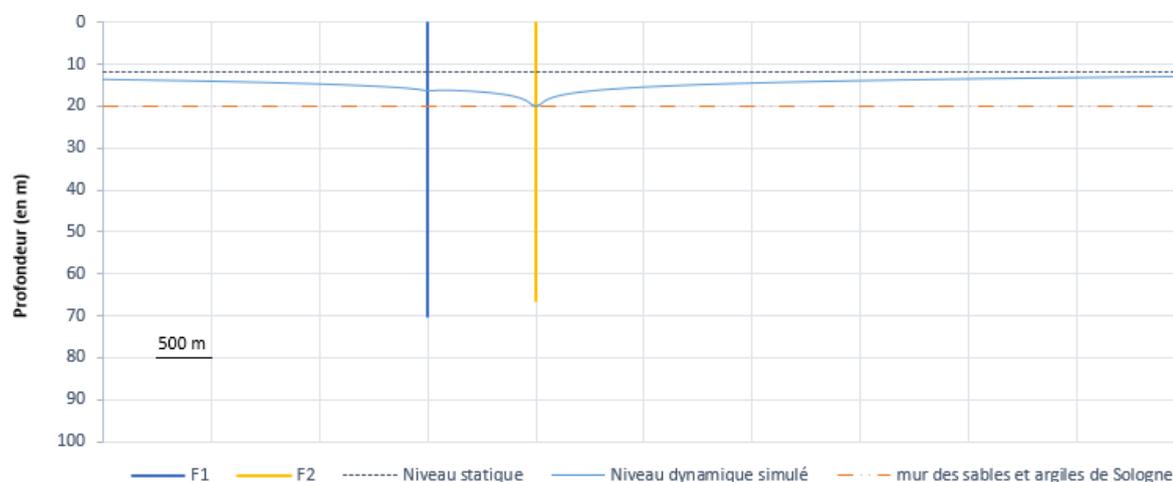
Ce rabattement induit est inférieur aux variations piézométriques maximales connues et induit une faible incidence au vu de la productivité de la nappe.

Figure 15 : inventaire des ouvrages dans un rayon de 1 km



Si on considère le débit continu moyen fictif de $4,6 \text{ m}^3/\text{h}$ sur le forage F1 et $27,8 \text{ m}^3/\text{h}$ sur le forage F2, on obtient le rabattement cumulé au bout de 6 mois :

Figure 16 : rabattement cumulé des 2 forages (6 mois)



Le rayon d'action sera réévalué après le pompage d'essai au droit du forage F2 pendant lequel le forage F1 sera suivi permettant de préciser localement le coefficient d'emmagasinement.

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 des ouvrages.

11.2 INCIDENCE SUR LES EAUX SUPERFICIELLES

Cours d'eau, plans d'eau et zones humides : le niveau de la nappe des calcaires de Beauce captés par le futur forage est attendu à 10 m de profondeur. Cette nappe est naturellement séparée du milieu superficiel par 2 m d'alluvions anciennes et surtout par 18 m de sables et argiles de Sologne qui rendent captive localement la nappe des calcaires de Beauce. Cette déconnexion naturelle est renforcée par la conception de l'ouvrage (occultation par tubage et cimentation mise en place de 0 à 20 m ; position des crépines).

L'exploitation du forage n'aura donc pas d'incidence sur la nappe phréatique et les milieux (cours d'eau, étangs, zones humides...) qui y sont connectés. Par ailleurs, la Loire est suffisamment puissante et éloignée pour ne pas subir d'incidence liée à l'exploitation de ces 2 ouvrages.

Ruissellement : lors de la foration, un fluide est utilisé (eau, air, boue selon la méthode utilisée). Ce fluide a trois objectifs : remonter les cuttings à la surface ce qui permet au foreur et à l'hydrogéologue de relever la coupe lithologique, de tenir les terrains et éviter qu'ils ne s'éboulent sur l'outil de forage (et plus particulièrement, avec la boue qui constitue un « cake » sur les parois) et de refroidir l'outil. Ce fluide, circule en circuit fermé : avec une tête de foration spécialement équipée, le fluide (en circulation normale) est récupéré du forage pour être dirigé vers une benne et repris vers l'outil de foration. A l'issue de la foration, les boues sont décantées. Elles sont alors dirigées soit en décharge de déchets inertes, soit après essorage étalées sur place.

Au vu des faibles volumes théoriques de coulis de ciment (environ 3 m³), sa fabrication sera faite in situ avec une machine type machine à crépi ; il n'y aura pas de circulation de camion-toupie pour alimenter le forage. Le volume de coulis de ciment injecté sera contrôlé.

De même, lors des phases de nettoyage, développement et pompage, les eaux extraites sont dirigées vers une ou 2 bennes pour décantation. Après décantation, elles sont reprises pour être évacuées vers le milieu naturel (fossé proche ou/et dispersée en champs). Si ces eaux devaient être encore un peu chargées en matière en suspension, elles seraient dispersées après passage à travers des ballots de paille.

Les produits injectés lors d'éventuels développements par traitements chimiques seront retirés par pompage et neutralisés (si nécessaire) avant rejet au milieu naturel.

Enfin, les travaux seront réalisés en conformité avec les prescriptions techniques de l'arrêté interministériel consolidé du 11 septembre 2003, et de la norme AFNOR NF 10-999.

Des bâches étanches seront disposées sous les moteurs et les réservoirs des différents appareils utilisés sur le chantier (machine de forage, groupes électrogènes, compresseurs, etc.). Le remplissage des réservoirs de carburants et d'huiles sera réalisé sur des bacs de rétentions. Le stockage de carburants et des différents fluides sera limité aux quantités strictement nécessaires au bon fonctionnement de l'atelier de forage. Les fûts et citernes seront stockés sur des bacs de rétention.

Pendant l'exploitation, l'eau étant destinée à l'irrigation le ruissellement sera minimisé au maximum.

12 COMPATIBILITÉ ADMINISTRATIVE

12.1 AVEC LE CODE MINIER – ARTICLE L-411.1

Au titre de l'article L 411-1 du Code Minier, toute personne exécutant un sondage, un ouvrage souterrain, un travail de fouille, quel qu'en soit l'objet, dont la profondeur dépasse dix mètres au-dessous de la surface du sol, doit être en mesure de justifier que déclaration en a été faite à l'ingénieur en chef des mines. C'est l'entreprise en charge de la réalisation des ouvrages qui effectue cette déclaration.

12.2 AVEC LE CODE DE L'ENVIRONNEMENT – ARTICLE R 214-1

L'article R214-1 précise la nomenclature des opérations soumises à autorisation (A) ou déclaration (D) :

1.1.1.0, sondage, forage, y compris les essais de pompage... exécuté en vue de la recherche... d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement ou permanent dans les eaux souterraines... (D)

1.1.2.0, prélèvements permanents ... issus d'un forage..... dans un système aquifère à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, ... par pompage...le volume total prélevé étant :

- supérieur ou égal à 200 000 m³/an (A)
- supérieur à 10 000 m³/an mais inférieur à 200 000 m³/an (D).

Une fois les travaux réalisés et les résultats interprétés, un compte rendu de travaux avec le dossier réglementaire préalable à l'exploitation du forage (au titre de la rubrique 1.1.2.0) sera envoyé à la Préfecture dans un délai de deux mois suivant la fin des travaux.

12.3 AVEC LE SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX

12.3.1 Généralités

Les aquifères du bassin Loire-Bretagne sont divisés en masses d'eau (une même nappe peut être « représentée » par plusieurs masses d'eau). Cette dénomination permet de contrôler l'exploitation de la nappe considérée et de mettre en place certaines dispositions (que le SDAGE – **document 11**, approuvé le 4 novembre 2015 - se charge de mettre en place) comme de destiner la nappe uniquement à l'alimentation en eau potable.

Suivant cette nomenclature, il apparaît que la nappe des calcaires de Beauce est localement protégée par le SDAGE du bassin Loire Bretagne 2016-2021.

Le SDAGE met en place une succession d'orientations et de positions à mettre en place pour la protection de la ressource en eau :

- lutter contre les pollutions diffuses est un des deux principaux axes de progrès pour améliorer l'état des eaux du bassin Loire-Bretagne ; le forage mis en œuvre devra respecter toutes les préconisations et réglementations en vigueur.
- restaurer le caractère naturel des rivières est un des deux principaux axes de progrès pour améliorer l'état des milieux aquatiques de bassin Loire Bretagne ; le prélèvement d'eau ne devra par conséquent pas modifier significativement l'état naturel du cours d'eau.
- le SDAGE met en évidence le rôle essentiel que jouent les zones humides pour la qualité de l'eau. Il insiste sur la nécessité de les inventorier pour les protéger et de restaurer celles qui ont été dégradées ; le site du projet n'est pas implanté à proximité de zones humides au sens du SDAGE.
- allier eau et urbanisme est indispensable pour préserver le bon état des eaux et aménager durablement le territoire.
- le SDAGE énonce que la sensibilisation et l'éducation des citoyens à la gestion de l'eau sont d'intérêt général au bassin.

La mesure 7B-2 du SDAGE, plafonne l'augmentation des prélèvements, lors de l'instruction, les services de la police des eaux prendront en compte les prélèvements nets en fonction de la position afin d'éviter une concentration trop importante de prélèvements sur un même sous-bassin.

Le prélèvement demandé rentrera dans le cadre de cette mesure.

Aussi, conformément à l'arrêté du 17 juillet 2009 publié au Journal Officiel du 21 août 2009, l'article R.212-9-1 du Code de l'Environnement prévoit que "le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux respecte, notamment, les dispositions qui interdisent l'introduction direct ou indirect

de substances dangereuses ou qui limitent l'introduction directe ou indirecte de polluants non dangereux dans ces eaux souterraines par suite de l'activité humaine".

L'article 4 de cet arrêté mentionne la limitation d'introduction de polluants non dangereux dans les eaux souterraines tels que les produits biocides et phytopharmaceutiques ainsi que les substances contribuant à l'eutrophisation (nitrate et phosphore principalement).

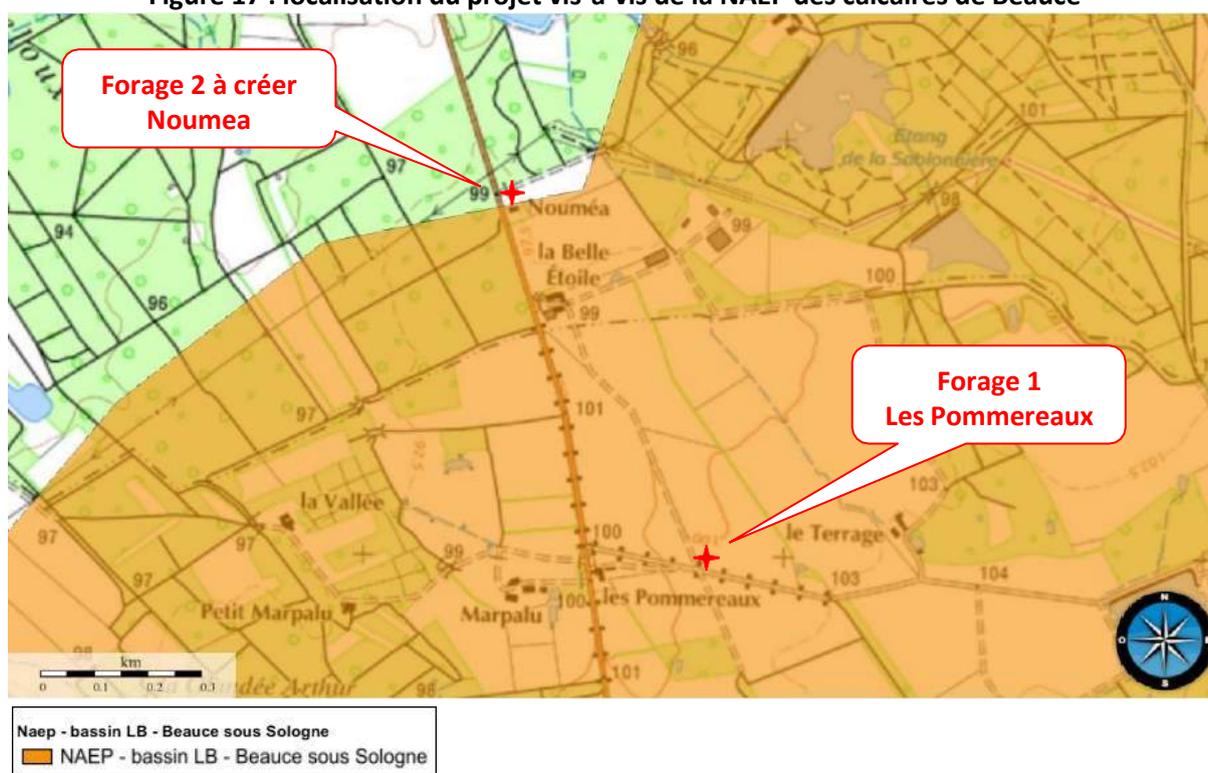
12.3.2 Zone de Répartition des Eaux (ZRE)

Le secteur est concerné par la zone de répartition des eaux des « Systèmes aquifères du Cénomanien » (document 6). **Le projet ne concerne pas cet aquifère.**

12.3.3 Nappes réservées à l'Alimentation en Eau Potable (NAEP)

Les communes de la Ferté St Cyr et St Laurent Nouan sont concernées par plusieurs Nappes réservées à l'Alimentation en Eau Potable (NAEP – document 6) : la nappe des calcaires de Beauce captifs sous Sologne et les nappes sous-jacentes.

Figure 17 : localisation du projet vis-à-vis de la NAEP des calcaires de Beauce



Le forage F1 capte la nappe des calcaires de Beauce dans sa partie NAEP, le forage F2 est situé hors zone NAEP. On rappelle que le projet prévoit de baisser le prélèvement dans le forage F1 de 150 000 à 20 000 m³/an dans la partie NAEP, et d'en réserver la quantité prélevée pour un usage agricole, en continuation de l'usage actuel, mais avec un prélèvement fortement réduit.

12.4 AVEC LE SCHEMA D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX

D'après le portail GEST'Eau (**document 12**), les communes de la Ferté St Cyr et St Laurent Nouan, situées en rive gauche de la Loire, ne sont concernées par aucun SAGE.

12.5 AVEC L'ARRETE DU 11 SEPTEMBRE 2003

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 ; des bâtiments d'élevage... à moins de 50 m des parcelles potentiellement concernées par l'épandage des déjections animales et effluents d'élevage. 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.

Dans son article 6, l'arrêté du 11 septembre 2003 demande que l'organisation du chantier prenne en compte les risques de pollution, notamment accidentels. Le chantier sera réalisé sur le domaine des Pommereaux qui est adjacent à la propriété NOMEA, laquelle ne sera pas concernée par le chantier et ne sera pas sujette à d'éventuels risques de pollution accidentelle directe, le forage étant situé à plus de 50 mètres de la propriété des Pommereaux.

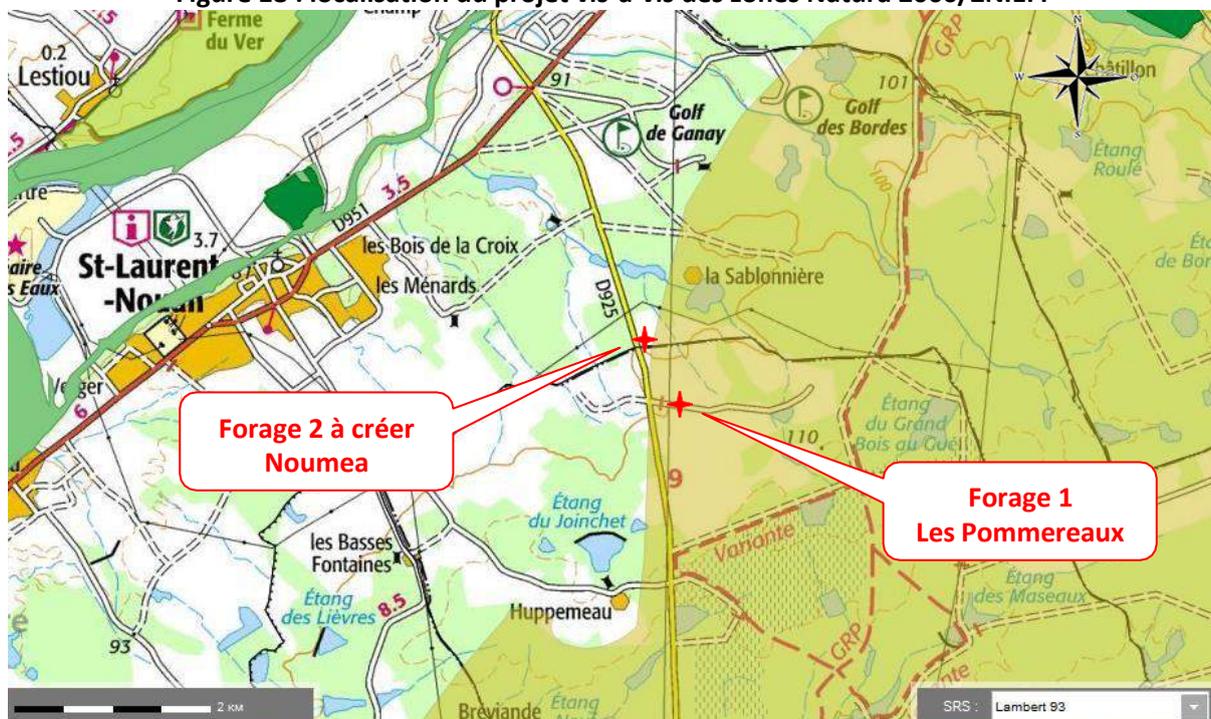
Dans un champ, en bordure de route et en lisière de bois, le forage F2 est implanté à plus de 35 m de stockages et/ou assainissement et à plus de 50 m d'épandages et de la propriété des Pommereaux.

12.6 AVEC LES ZONES TECHNIQUES ET REGLEMENTAIRES

D'après Inventaire National du Patrimoine Naturel du Muséum National d'Histoire Naturelle (**documents 2 et 13**), les communes de la Ferté St Cyr et de St Laurent Nouan n'est localisée dans aucun Parc Naturel Régional. Ces 2 communes et le projet sont concernés par la zone Natura 2000 directive Habitats (FR 2402001 – Sologne). La commune de St Laurent Nouan est aussi concernée par la zone Natura 2000 directive Habitats (FR 2400565 – Vallée de la Loire de Mosnes à Tavers) et par une Zone Naturelle d'Intérêt Faunistique et Floristique ZNIEFF de « la Loire blésoise » (type II) et par celle des « prairies des arrachis » (type I).

La réalisation du forage sur un terre agricole anciennement exploitée n'entraînera ni destruction directe ou indirecte d'habitats, d'espèces animales et / ou végétales d'intérêt communautaire, ni altération d'habitats naturels et d'habitats d'espèces, ni fragmentation de l'habitat, ni effet de coupure ou isolement des populations.

Figure 18 : localisation du projet vis-à-vis des zones Natura 2000/ZNIEFF



12.7 AVEC LES PERIMETRES DE PROTECTION

D'après l'ARS (**document 14**), les forages se situent en dehors de tout périmètre de protection de captage d'eau potable.

12.8 AVEC LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS

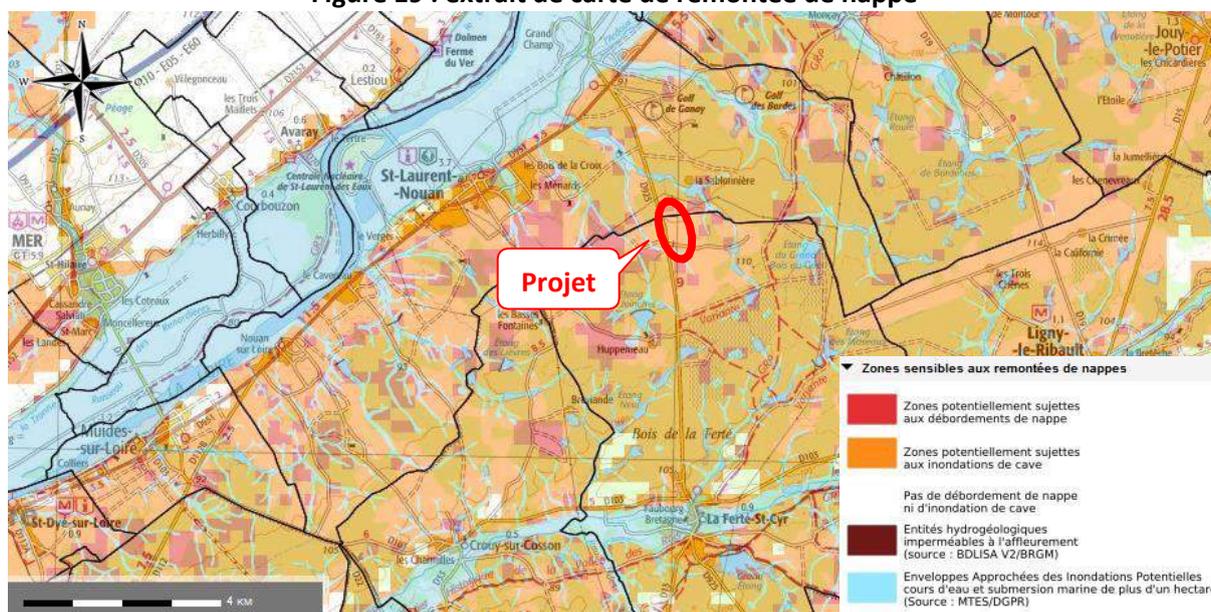
D'après la cartographie des risques (**documents 2 et 15**), le projet n'est concerné par aucun Plan de Prévention des Risques naturels ou techniques (hors nucléaire) approuvé.

Tableau 12 : inventaire des risques et des plans de prévention des risques

PPR	Projet concerné	Phénomènes
PPRT Installations nucléaires	Oui	Centrale de St Laurent des eaux
PPRT Installations industrielles	Non	
PPRN Cavités souterraines	Non	
PPRN Inondations	Non	PPRN Inondations dans le Val de Loire au Nord, au dans la vallée du Cosson au Sud
PPRN Mouvements de terrain	Non	
PPRN Retrait gonflement des sols argileux	Non	Aléa faible
PPRN Séismes	Non	Aléa très faible
BASIAS / BASOL	BASOL : > 500 m	BASIAS : > 500 m
Potentiel Radon	Non	Faible

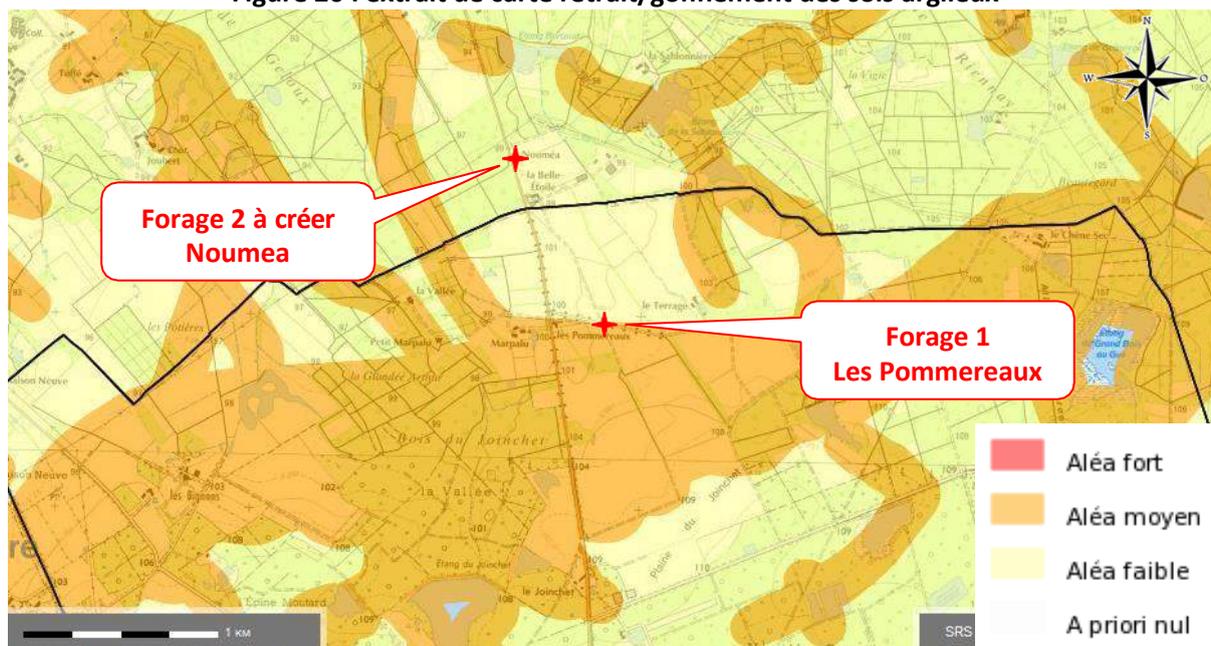
12.8.1 Risques naturels

L'aléa remontée de nappe (**document 2**) est jugé fort : « zones potentiellement sujettes aux inondations de caves ».

Figure 19 : extrait de carte de remontée de nappe

L'exposition au retrait/gonflement des argiles (**document 2**) est jugé faible.

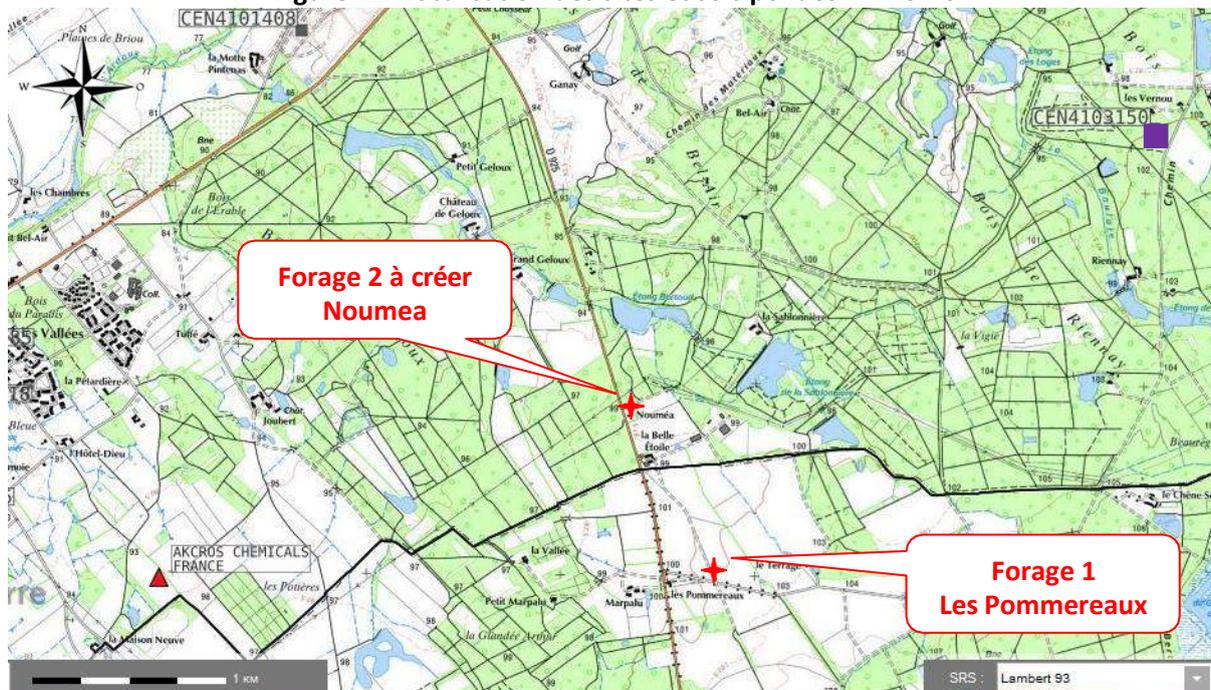
Figure 20 : extrait de carte retrait/gonflement des sols argileux



12.8.2 Risques industriels

Dans un rayon de 500 m autour du projet, aucune activité présentant un risque industriel n'est recensée dans la Base de données sur les sites et SOLs pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (BASOL - documents 2, 15 et 16) ou dans l'Inventaire historique des Sites Industriels et Activités en Service (BASIAS - documents 2 et 15).

Figure 21 : localisation des sites et sols pollués – BASIAS



12.9 AVEC LE DOCUMENT D'URBANISME

Le Plan Local d'Urbanisme Intercommunautaire PLUi (**document 17**) est en cours d'instruction (enquête publique de novembre à décembre 2019), il n'est pas fait de mention de forage.

Le projet est compatible avec la réglementation en vigueur.

CONCLUSION

Dans le cadre du projet de CHAMBORD COUNTRY CLUB, la SCI ELYSA envisage la création et l'exploitation d'un forage à usage irrigation sur la commune de St Laurent Nouan en complément d'un forage existant localisé au lieu-dit les Pommereaux à la Ferté St Cyr.

Le forage captera la nappe des calcaires tertiaires captifs de Beauce sous Sologne (FRGG136), le débit souhaité est de 75 à 150 m³/h (2 pompes de 75 m³/h fonctionnant en alternance ou ensemble), pour un prélèvement annuel de 120 000 m³/an. Le prélèvement sur le forage existant serait réduit de 150 000 à 20 000 m³/an pour un débit de 50 à 100 m³/h (2 pompes de 50 m³/h fonctionnant en alternance ou ensemble).

D'après la Mission InterService de l'Eau et de l'Environnement du Loir-et-Cher, et conformément aux articles L214-1 à 11, et aux décrets associés établis ou non en Conseil d'Etat, le projet devrait être soumis à déclaration en Préfecture pour la création et l'exploitation d'ouvrages : rubriques 1.1.2.0 et 1.1.2.0.

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

Toutefois, ce projet s'insère dans le cadre de la procédure unique de demande d'Autorisation Environnementale pour le domaine des Pommereaux. Aussi, il a été confié à **HydroGéologues Conseil** la rédaction de la partie forage et prélèvement sur nappe dans la demande d'Autorisation Environnementale.

A l'issue des résultats obtenus au droit de cet ouvrage, les incidences hydrodynamiques du prélèvement estimées faibles dans le présent rapport seront précisées.

A Monts, le 16 août 2021.

Hélène GALIA

Hydrogéologue.