



DOSSIER LOI SUR L'EAU

**CREATION D'UN FORAGE AGRICOLE
A DES FINS D'IRRIGATION
DANS LA NAPPE DE LA LOIRE**

pour le compte de :

Mr MAENHOUT Jean

la gare

58240 LUTHENAY UXELOUP

à l'intention du service instructeur :

DDT DE LA NIEVRE

FEVRIER 2022

Bureau d'études spécialisés
en pédologie et hydrogéologie

TERRENIS

20 ans d'expérience !

domaines d'activité :

- dossier création de forage
- drainage agricole
- création de retenues d'eau
- conseils en irrigation
- diagnostic zone humide
- plans d'épandage (ICPE, méthanisation, etc)
- conception d'assainissement autonome d'eau usée
- diagnostics agro-environnementaux (urbanisme, panneaux solaires, etc)
- étude d'érosion des sols

domaine de compétence : hydrogéologie, pédologie, hydraulique agricole

qualification : pédologue - hydrogéologue

adresse postale

Mr VAUTIER Arnaud

mail : terrenis.etude@yahoo.fr

tel. : 06 49 09 96 96

Table des matières

Chapitre 1 ^{er}	6
1.1 Le pétitionnaire	7
1.2. La finalité du projet.....	7
1.3. Présentation du dispositif d'irrigation actuelle	8
1.4. La localisation du forage.....	9
1.5. Le cadre réglementaire.....	10
La réglementation propre à la création de forage	10
La réglementation propre au prélèvement d'eau	11
La réglementation commune à la création du forage et son usage	13
Les obligations réglementaires du préleveur d'eau	13
Chapitre 2 nd	16
2.1 Le contexte géologique	17
Chapitre 3 ^{ème}	26
3.1 La conception du forage.....	27
3.2 les essais de pompage	30
3.3 l'analyse de l'eau de la nappe.....	33
3.4 la condamnation d'un forage en cas d'échec	33
3.5 les travaux de création de forage.....	34
Chapitre 4 ^{ème}	35
4.1 l'assolement cultural.....	36
4.2 Contexte pédologique	37
4.4 Consommations en eau pour l'irrigation des cultures	42
4.5 Estimation des débits d'eau d'irrigation.....	43
Chapitre 5 ^{ème}	45
5.1 Effet des prélèvements d'eau sur la nappe de la Loire	46
5.2 Effet des prélèvements sur les autres usages.....	47
5.3 Effet des prélèvements sur la Loire.....	49
5.4 Effet des prélèvements sur les zones humides	49
Chapitre 6 ^{ème}	51
6.1. Synthèse de la compatibilité réglementaire du projet	52
6.2 Compatibilité avec le SDAGE Loire-Bretagne.....	53
6.3 Compatibilité avec le SAGE.....	55
6.4 Compatibilité avec la directive nitrate	55
6.5 Protection contre le risque d'inondation.....	58
.....	58

Dossier loi sur l'eau pour la création d'un forage et le prélèvement d'eau d'irrigation

6.6 Risque technologique.....	58
6.7 Incidences sur les zonages de protection des habitats naturels.....	59
6.9 « Éviter, Réduire et Compenser »	66
Annexes.....	67
Glossaire géologique	67
Éléments constitutifs du forage	67
Simulations du rabattement de la nappe.....	67
Formulaire NATURA 2000 joint au rapport	document libre

Avant-propos

la conduite de l'étude

Les finalités de l'étude

Les objectifs de l'étude sont doubles :

- décrire le contexte et la technique de foration mise en œuvre. Les mesures préventives à tout risque de pollution sont mentionnées. Ce document sera suivi d'un rapport de réalisation du forage précisant les conditions de réalisation et d'équipement du forage, la coupe géologique du forage et les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe par interprétation des essais de pompage.
- étudier l'incidence d'un point de prélèvement d'eau sur la ressource en eau, sur les usages de l'eau environnant déjà existants à partir de cette même ressource en eau et sur la biodiversité en générale et les milieux aquatiques en particulier.

La méthodologie suivie

Cette étude a fait l'objet d'une visite complète du site. Dans l'environnement proche du point de prélèvement, l'occupation du sol, les habitats naturels et les écoulements d'eau superficiels ont fait l'objet d'une reconnaissance. Les puits et les sources ont été inventoriés dans un rayon d'un kilomètre autour du futur forage. La nature et l'organisation spatiale des sols des futures parcelles irriguées ont été décrites au moyen de 1 sondage pour 4 hectares. Ainsi, l'exploitant dispose des informations nécessaires pour ajuster le pilotage de l'irrigation à la nature des sols. Les consommations d'eau sont connues de l'irrigation des années antérieures.

Le point de prélèvement est localisé au sein de la nappe de la Loire. L'effet du prélèvement d'eau sur la nappe a été simulé au moyen de la formule de Theis-Jacob.

Le projet présenté est conforme à l'ensemble des exigences réglementaires portant sur le bon usage de la ressource en eau, le partage de l'eau entre les usagers et la préservation de la biodiversité.

Chapitre 1^{er}

le projet de prélèvement d'eau

le pétitionnaire

la finalité du projet

le système d'irrigation actuel

la localisation du projet

le cadre réglementaire

le point de prélèvement d'eau

1.1 Le pétitionnaire

société individuelle
SIRET 377 834 031 000 17
gérant Mr MAENHOUT Jean
adresse La gare 58240 LUTHENAY-UXELOUP

1.2. La finalité du projet

L'exploitation de Mr MAENHOUT Jean est une ancienne exploitation laitière. L'activité laitière a été stoppée car sa petite taille ne lui permettait plus de dégager les bénéfices suffisants pour en vivre. Les surfaces agricoles ont alors été converties en production fourragère biologique destinée à la vente.

L'exploitation de Mr MAENHOUT Jean souhaite diversifier ses approvisionnements en eau. Ses apports d'eau proviennent exclusivement du canal latéral à la Loire. Cette ressource en eau est exploitée par les Voies Navigables de France qui souhaitent limiter la fourniture en eau aux irrigants à moyen terme au profit de leur activité première la navigation de bateaux de plaisance. L'aptitude du canal à fournir de l'eau aux irrigants est moindre depuis quelques années car l'ouvrage est difficile et coûteux à réparer et à moderniser. Aussi, l'apport estival d'eau depuis les rivières de l'Acolin et de la Besbre sont moindres car les objectifs environnementaux ont été relevés au regard des enjeux de préservation des milieux aquatiques. Les conséquences pour l'exploitation de Mr MAENHOUT Jean sont la remise en cause de sa capacité d'irrigation et de production. La commercialisation des matières agricoles biologiques (foin et ensilage de luzerne et de maïs, paille et grains de blé) de l'exploitation passent par des contrats de vente pour lesquels l'exploitant s'engage sur des volumes et un niveau de qualité. Les irrégularités de vente de ces dernières années se révèlent extrêmement pénalisantes. La création d'un forage d'eau s'avère indispensable pour alléger les prélèvements d'eau sur le canal et pour sécuriser la ressource en eau de l'exploitation.

Le projet consiste à créer un forage d'eau à des fins agricoles au sein de la nappe alluviale de la Loire. La superficie irrigable couvre aujourd'hui 100% du parcellaire agricole de l'exploitation de 55 hectares. L'assolement cultural et irrigué demeura inchangé suite à la création du forage. Les consommations d'eau et les périodes de consommation seront donc inchangées. La ressource en eau est la même masse d'eau, à savoir le système alluvial de la Loire. Les milieux physiques diffèrent le cours d'eau de la Loire en sortie du barrage de Villerest sur la rivière pour le canal et la nappe d'accompagnement de la Loire au point de consommation pour le forage.

1.3. Présentation du dispositif d'irrigation actuelle

Le système d'irrigation actuelle est constitué :

- d'une conduite immergée sous 75 cm d'hauteur d'eau, traversant la berge du canal.
Le prélèvement d'eau peut être stoppé en plaçant manuellement la conduite en « T » sur le tuyau de prélèvement d'eau. La conduite en « T » dépasse le plus haut niveau d'eau du canal de 20 à 30 cm.
- d'un bassin linéaire, creusé à l'emplacement d'un ancien fossé longeant le bord de la parcelle, recevant l'eau du canal. Le bassin de forme trapézoïdale est profond de 2 m, long de 290 m et large de 1,5 m en fond de bassin. Sa capacité est de 1 500 m³.
- d'une station de pompage, d'une capacité de 60 m³/h.
- d'un réseau d'irrigation partiellement enterré et aérien.
- de 2 enrouleurs d'une longueur de bobine de 560 m.

Point de prélèvement dans le canal



Canal



1.4. La localisation du forage

Deux emplacements de forage ont été repérés à 100 m d'écart.

FORAGE DU PRE DES JONCS

Le pré des joncs OC232 à Luthenay-Uxeloup

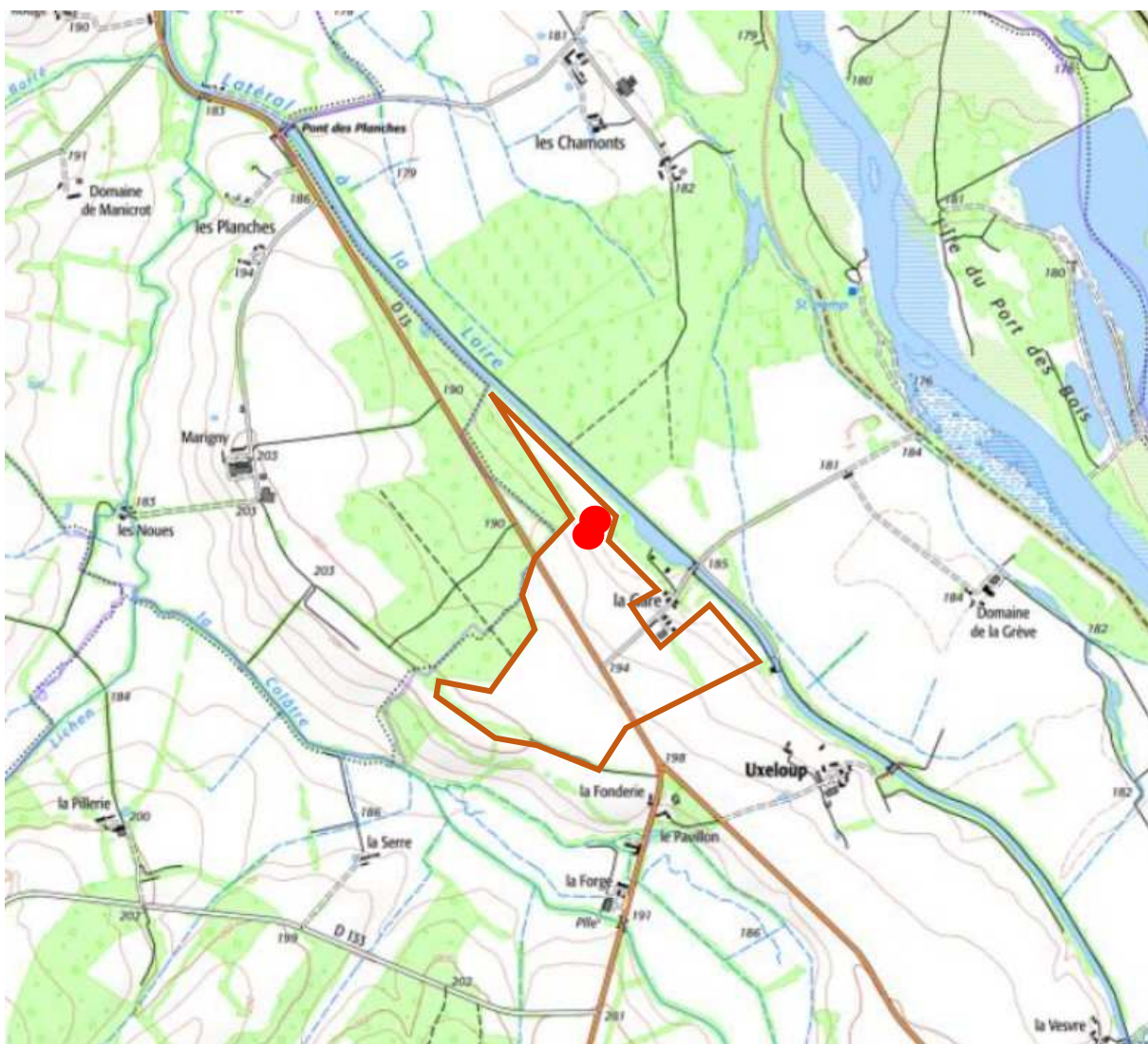
N 720 291,80 - E 6 641 594,5 - 182 m (*lambert93*)

N 720 340,75 - E 6 641 666,88 - 182 m (*lambert93*)

FRGG047 Alluvions de la Loire du Massif Central

Le pétitionnaire sera l'exploitant du forage. Le propriétaire du forage est le propriétaire foncier de la parcelle Mme de BENGY Marie-Thérèse.

Carte de situation du projet



● emplacements du forage □ parcelles irrigables

1.5. Le cadre réglementaire

La réglementation propre à la création de forage

La création de forage est réglementée par :

- la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006,
- le code de l'environnement, livre II, articles L214.1 à L214.3, L214.8, L214.10, L216-4
- le code de l'environnement, livre I, article L122-1 et la partie réglementaire R122-2,
- le code minier, article L411-1,
- l'arrêté ministériel du 11 septembre 2003, fixant les prescriptions générales applicables aux sondages, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, modifié par l'arrêté 2006-08-07, entrée en vigueur le 1^{er} octobre 2006,
- le décret n°2006-881 du 17 juillet 2006, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration, portant modification au décret n°93-743 du 29 mars 1993.

L'arrêté ministériel du 11 septembre 2003 modifié rappelle les prérogatives en matière de création de forage : interdiction de mélange de nappe, étanchéité des têtes de forage, distances minimales d'implantation d'un forage vis à vis des sources potentielles de pollution, obligation de comptage des volumes d'eau consommés.

Le décret n°2006-881 précise les conditions dans lesquelles la demande de création d'un forage est soumise à autorisation ou déclaration. La création de forage est soumise au régime de déclaration au titre de la rubrique 1.1.1.0. du décret n°2006-881.

« Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté (...) en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau. (D) »

La création de tout type de forage, dépassant 10 mètres de profondeur, est soumise au régime de déclaration au titre des articles L411-1 et L411-2 du code de l'environnement.

« 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 déposer une déclaration préalable auprès de l'autorité administrative compétente. »

« Les demandes d'autorisations et les déclarations prévues par l'article L. 214-3 du code de l'environnement valent déclaration au titre de l'article L. 411-1 du présent code. »

La Direction Départementale des Territoires de la Nièvre examinera la demande au regard des incidences sur les milieux aquatiques et la protection de l'environnement. Elle pourra prendre avis auprès de l'Agence Française de la Biodiversité. Lorsque le forage est situé au sein d'un périmètre

de protection de captage d'eau destinée à l'alimentation humaine, l'Agence Régionale de la Santé est consultée.

La date de commencement des travaux sera communiquée par le pétitionnaire à la Direction Départementale des Territoires de la Nièvre au moins un mois avant le début du chantier car cet élément ne figure pas au dossier de déclaration, conformément à l'article 5 de l'arrêté n°2006-881.

« Au moins un mois avant le début des travaux, le déclarant communique au préfet par courrier, en double exemplaire, les éléments suivants, s'ils n'ont pas été fournis au moment du dépôt du dossier de déclaration : les dates de début et de fin de chantier; le nom de la ou des entreprises retenues pour l'exécution des travaux de sondages, forages, puits, ouvrages souterrains et, sommairement, les différentes phases prévues dans le déroulement de ces travaux. »

Pour les sondages, forages, puits, ouvrages souterrains situés dans les périmètres de protection des captages d'eau destinés à l'alimentation humaine ou susceptibles d'intercepter plusieurs aquifères, les modalités de comblement envisagées dès lors qu'ils ne seraient pas conservés. »

La création d'un forage suit des préconisations précises. Lors de la phase des travaux, l'entreprise veillera à ne pas générer de pollution de la nappe et le forage sera conçu afin d'éviter tout risque de contamination de la nappe. Ces mesures sont reprises ci-après dans le rapport et listés dans les articles 6, 7 et 8 de l'arrêté ministériel de 2003.

En cas d'incidents de nature à générer une pollution des eaux, le pétitionnaire est tenu d'en informer la Direction Départementale de la Nièvre, conformément à l'article 7 de l'arrêté n°2006-881.

« Le déclarant est tenu de signaler au Préfet dans les meilleurs délais tout incident ou accident susceptible de porter atteinte à la qualité des eaux souterraines, la mise en évidence d'une pollution des eaux souterraines et des sols ainsi que les premières mesures prises pour y remédier. »

En cas d'abandon du forage :

« Tout sondage, forage, puits, ouvrage souterrain abandonné est comblé par des techniques appropriées permettant de garantir l'absence de circulation d'eau entre les différentes nappes d'eau souterraine contenues dans les formations géologiques aquifères traversées et l'absence de transfert de pollution. » (article 13 arrêté ministériel de 2003).

La réglementation propre au prélèvement d'eau

Les prélèvements d'eau sont réglementés par :

- la loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques,
- le code de l'environnement, livre II, article L211-1,
- le code de l'environnement, livre II, articles L214.1 à L214.3, L214.8, L214.10, L216-4,

- le décret n°2006-880 du 17 juillet 2006, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration.

Les articles 20-21 du chapitre 2 du titre titre I^{er} de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques et l'article L211-1 du code de l'environnement préconisent une gestion équilibrée, efficace, économe et durable de la ressource en eau, visant à assurer la préservation des écosystèmes aquatiques et des zones humides et à concilier l'ensemble de ces usages et de leurs exigences.

La démarche administrative à suivre pour déclarer un nouveau prélèvement d'eau, par autorisation ou par déclaration, est précisée dans :

- les articles L214.1 à L214.3 du code de l'environnement,
- les **rubriques 1.2.1.0 et 1.2.2.0 du décret n°2006-881 du 17 juillet 2006**, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration

Rubrique 1.2.1.0. « A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe :

1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m³/ heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (A) ;

2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m³/ heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (D). »

Rubrique 1.2.2.0. « A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, dans un cours d'eau, sa nappe d'accompagnement ou un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe, lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle. Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, il n'y a lieu à autorisation que lorsque la capacité du prélèvement est supérieure à 80 m³/h. »

Au titre de la demande individuelle, le prélèvement d'eau dans le forage n'est pas soumis à déclaration ou à autorisation. Par contre, l'effet cumulé des pompages sur l'axe de la Loire rend cette démarche nécessaire à l'échelle du bassin versant. L'objet de ce rapport vise à fournir les effets locaux du prélèvement d'eau sur l'environnement et les tiers. Ainsi, la démarche collective à l'échelon du bassin versant sera simplifiée et portera exclusivement sur les effets cumulatifs des prélèvements d'eau.

La Direction Départementale des Territoires de la Nièvre examinera les incidences locales sur les milieux aquatiques et la protection de l'environnement grâce aux éléments fournis dans ce rapport. Elle pourra s'entourer d'avis auprès des autres services de l'état, tels que l'Agence Française de la TERRENIS terrenis.etude@yahoo.fr

Biodiversité, la DREAL Bourgogne Franche-Comté, le service géologie et hydrogéologie du BRGM etc.

Cas particuliers : Lorsque le forage est situé au sein d'un bassin hydrographique ayant adopté un SAGE, la commission locale de l'eau est consultée. Lorsque le forage est situé au sein d'un périmètre de protection de captage d'eau destinée à l'alimentation humaine, l'Agence Régionale de la Santé est consultée. Lorsque le forage est situé au sein d'un périmètre de protection de la nature (un site d'intérêt communautaire Natura 2000, une réserve naturelle, etc.), le Conservatoire des sites naturels de Bourgogne et le réseau d'acteurs Natura 2000 sont consultés. La situation présentée ici relève d'aucun de ces cas particuliers.

Cette autorisation ne remplace pas donc la demande annuelle de prélèvement d'eau conduite par l'ADMIEN qui a pour objet premier d'analyser les effets cumulés des prélèvements d'eau sur la ressource en eau. Le pétitionnaire est tenu de déclarer chaque année ses prévisions d'irrigation pour la campagne d'irrigation à venir et ses consommations d'eau réalisées pour la campagne d'irrigation écoulée, afin de prendre en considération les effets cumulés des prélèvements d'irrigation sur la ressource en eau et les milieux aquatiques. Cette démarche, dénommée procédure mandataire, définit par point de prélèvement le volume maximal prélevable annuellement et le débit de prélèvement d'eau pour l'année à venir au regard des potentialités du milieu.

La réglementation commune à la création du forage et son usage

Ce rapport sera suivi dans un délai de 2 mois après la fin des travaux d'un mémoire décrivant la coupe géologique, la coupe technique de l'ouvrage et l'essai de pompage.

« Dans un délai de deux mois maximum suivants la fin des travaux, le déclarant communique au Préfet, en deux exemplaires, un rapport de fin des travaux. ».

Les obligations réglementaires du préleveur d'eau

Le présent dossier loi sur l'eau répond entièrement à la procédure de déclaration dont le déroulement est précisé aux articles R214-32 à R214-55 du code de l'Environnement.

Le pétitionnaire s'engage :

- à respecter le contenu du dossier de déclaration

« Les installations, ouvrages et activités doivent être implantés, réalisés et exploités conformément au dossier de déclaration. » (R214-38).

- à informer le préfet de toute modification notable

« Toute modification notable apportée par le déclarant à l'ouvrage, l'installation, à son mode d'utilisation, à l'exercice de l'activité doit être portée avant sa réalisation à la connaissance du Préfet, qui peut exiger une nouvelle déclaration. » (article R214-40).

Direction Départementale des Territoires, Service « Eau, Forêt, Biodiversité »
2, rue des Pâtis 58000 NEVERS

En cas de non-respect des prescriptions, l'exploitant est passible d'une contravention de 5^{ème} classe.

En cas de changement de bénéficiaire :

« Lorsque le bénéfice de la déclaration est transmis à une autre personne que celle qui était mentionnée au dossier de demande de déclaration, le nouveau bénéficiaire doit en faire la déclaration au préfet, dans les trois mois qui suivent la prise en charge de l'ouvrage, l'installation ou le début de l'exercice de l'activité. » (article R214-40-2).

1.8. Le point de prélèvement

L'emplacement du forage se situe au sein d'une parcelle de culture conduite en agriculture biologique, à l'écart de tout type de bâtiments et de toutes voies, routière et ferrée. Le canal latéral à la Loire se situe à 110 m de cet emplacement. Il ne constitue pas une source de pollution car il est bordé par des fossés et il ne véhicule pas de matières polluantes car destiné à la plaisance de loisir. Le forage sera situé à une dizaine de mètre du bassin versant.

Le forage ne peut être situé à moins de :

- 200 mètres des décharges et installations de stockage de déchets ménagers ou industriels,
- 35 mètres 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,
- 35 mètres des stockages d'hydrocarbures, de produits chimiques, de produits phytosanitaires ou autres produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux souterraines.

L'emplacement du forage vérifie ces obligations réglementaires. La limite des propriétés des habitations de la Gare la plus proche est à 315 mètres du futur emplacement du forage, et donc des systèmes d'assainissement individuels.

Le forage n'est pas destiné à l'alimentation en eau potable ou l'arrosage de cultures maraîchères, l'épandage et le stockage de matières organiques fermentescibles est autorisé à moins de 35 m du forage. La nature argileuse et peu perméable du sol sur 1,8 m d'épaisseur et l'étanchéification de la tête du forage par cimentation contribue à limiter les risques de contamination des eaux souterraines. Le forage est situé en zone inondable, imposant la mise en place d'un capot adapté (voir conception du forage).

Localisation du point de prélèvement sur vue aérienne



emplacement
des forages

Vue photographique de l'emplacement du forage



emplacement
des forages

Chapitre 2nd

le milieu naturel

le contexte géologique

le contexte hydrogéologique

le contexte hydrologique

2.1 Le contexte géologique

Le recouplement des informations géologiques fournis par la carte géologique au 1/50000^{ème} de Decize et les descriptions de forage inventoriées sur cette portion de la vallée de la Loire laissent présumer de l'organisation géologique suivante à l'emplacement des futurs forages.

Coupe géologique attendue à l'emplacement du forage :

Haut* m	Bas* m	Epaisseur m	Altitude* m NGF	Formation	Etage
0	2	2	182	Colluvion argilo-sableuse de pente, issues des formations du bourbonnais	Holocène [C]
2	4	2	180	Alluvion sableuse grossière, poche tourbeuse et lit d'argile la base.	Holocène [Fx]
4	6 à 7	2 à 3	178	GEOLOGIE INDETERMINEE Alluvion sableuse grossière, cailloutis basal ou Sable, galets, sable argileux ou argile sableuse glissé du versant, dérivant des formations du bourbonnais ou Cailloutis basal	Holocène [Fx] Sable et argile remanié du bourbonnais [FL] Holocène [Fx]
8	>30	25 à 40	176 à 175	Argile et marne, grise bleue	Toarcien [17-9]

* niveau d'apparition et de disparition de la formation sous le terrain naturel du sol.

* cote altitudinale d'apparition de la formation sous le terrain naturel du sol.

Les deux premiers mètres depuis la surface du sol sont des argiles de couleur grise et ocre. Il s'agit de colluvions de pente, dérivant des formations bourbonnaises du plateau.

Les 2 mètres suivants sont constitués de sables grossiers et de graviers quartzeux de couleur gris. Un lit d'argile et des passées tourbeuses sont probables à la base de cette couche alluvionnaire. Le niveau d'argile expliquerait la mise en charge de la partie supérieure des alluvions car il empêcherait l'infiltration de l'eau au sein des formations alluvionnaires sous-jacente. Le canal pourrait également jouer un rôle en interrompant les circulations d'eau latérale au sein de cette formation. Ces matériaux correspondent vraisemblablement à une basse terrasse alluviale de la Loire.

De 4 à 8 mètres de profondeur sous la surface du sol, la nature géologique du terrain est incertaine. Soit la terrasse alluvionnaire de bordure est épaisse, les alluvions grossières et sableuses, sont présentes sur 2 à 3 mètres d'épaisseur et en relation hydraulique avec les alluvions récentes de la Loire. Soit la terrasse alluviale s'est installée sur les sables et les argiles remaniés des formations du Bourbonnais. Si ces dépôts sont riches en sable et en galets, un gisement en eau en relation hydraulique avec la nappe alluviale de la Loire sera exploitable. A contrario, si les dépôts du Bourbonnais sont sablo-argileux ou argilo-sableux, la productivité du forage sera limitée. Enfin, un dernier scénario géologique est plausible, la Loire aurait déposé un cailloutis de base sur un mètre d'épaisseur, en relation hydraulique avec la nappe alluviale de la Loire.

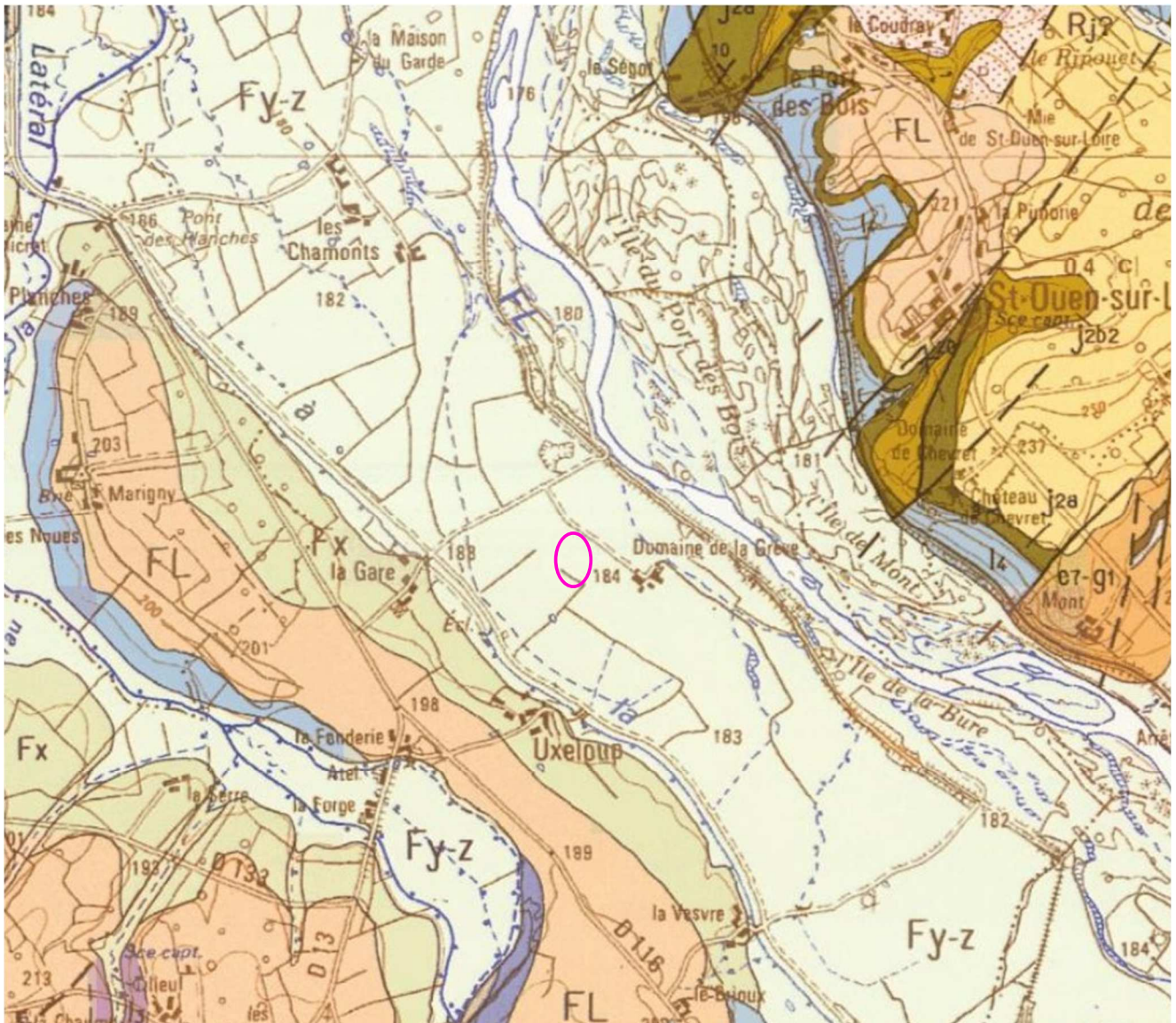
Ces formations reposent sur une argile ou une marne argileuse, gris bleue, épaisse de 25 à 40 mètres. Plus en profondeur, des marnes beiges avec quelques intercalations calcaires lui succèdent.

L'environnement géologique du forage est le suivant :

Le canal semble dessiné la limite entre les alluvions récentes de la vallée de la Loire et les alluvions anciennes et les dépôts de pente de bordure de la vallée. Un sondage géologique de l'autre côté du canal, dans le prolongement de la route passant au lieu-dit de la gare, indique 8 mètres d'alluvions franches. Un forage réalisé en bordure du Canal, du côté du versant, à 970 m du futur emplacement, indique la présence de sable fin et d'un lit de sable grossier et un cailloutis de base sur 1 mètre d'épaisseur. L'eau transitant dans ce massif est de 15 à 20 m³/h.

Le schéma structural géologique indique l'existence probable de deux failles d'orientation nord-est à sud-ouest passant au niveau du lieu-dit de la Gare.

Carte géologique du secteur d'Uxeloup

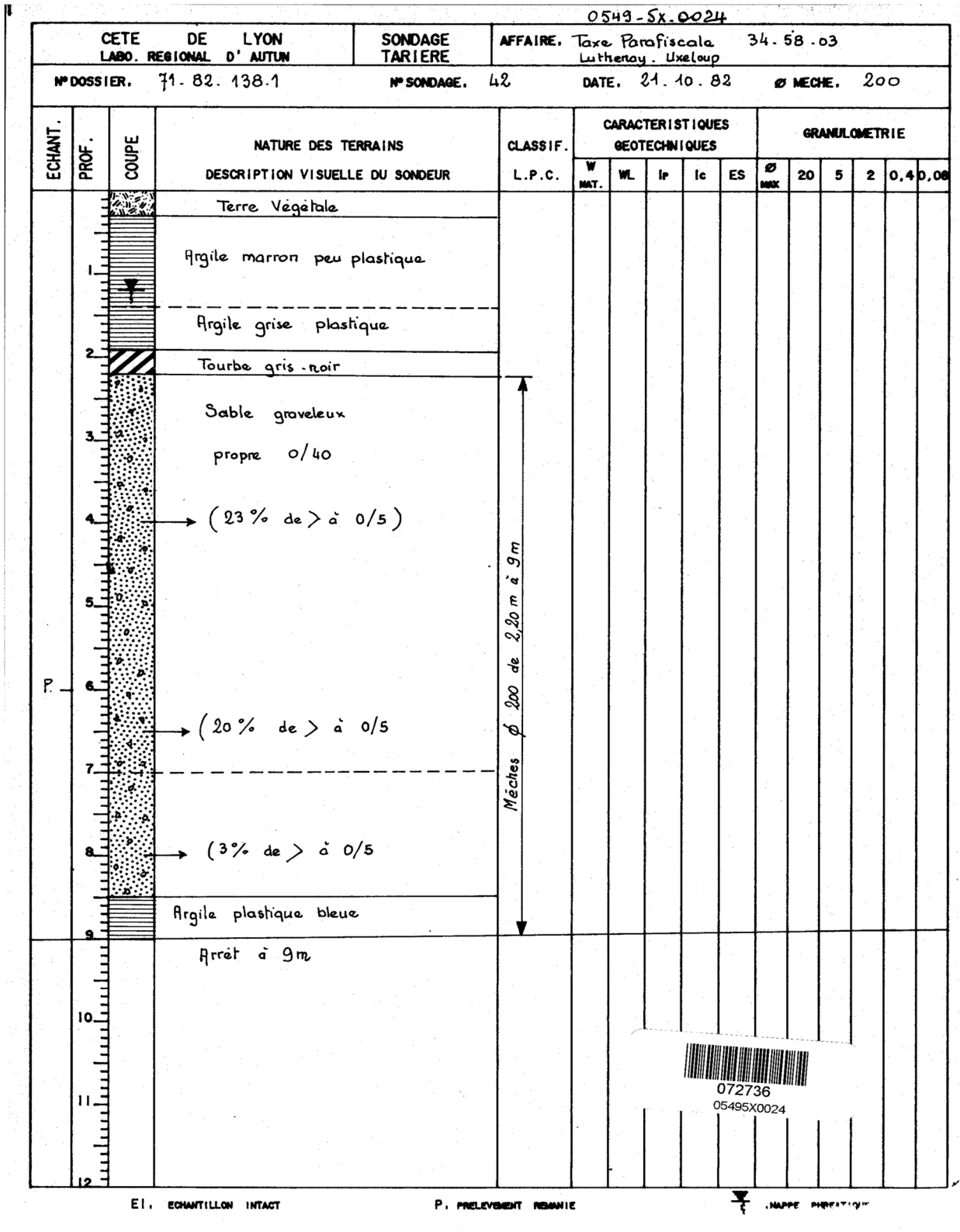


Légende

- | | | | |
|----|--|------|--------------------------------|
| 14 | Argile et marne, gris bleu du Toarcien | FL | Sable et argile du Bourbonnais |
| 13 | Marne argileuse beige et bancs calcaires | Fx | Alluvions sableuses grossières |
| 12 | Calcaire marneux à gryphée | Fy-z | Alluvions sableuses actuelles |
| — | Failles | | |

Coupe géologique des sondages géologiques du secteur d'étude

Relevé géologique du forage BSS001LUUZ, situé au lieu-dit de la Gare



2.2 Le contexte hydrogéologique

La nappe d'accompagnement de la Loire est une nappe d'eau libre à porosité d'interstice, contenue au sein des alluvions sableuse et sablo-graveleuse de la Loire. Le niveau d'eau de la nappe fluctue entre 2 et 3 mètres de profondeur sous la surface du sol suivant la période de l'année. L'épaisseur du réservoir en eau en période d'étiage est de 5 à 8 mètres suivant l'épaisseur des alluvions. Les débits d'eau obtenus par forage varient de 10 à plus de 100 m³/h suivant les emplacements. En bordure de la vallée, les débits sont généralement moins importants car l'épaisseur des alluvions est moindre et le cône du rabattement induit par le forage vient se heurter au coteau de la Loire. A l'emplacement du forage, l'épaisseur de la nappe est de 4 à 5 mètres.

A l'emplacement retenue, le débit d'eau espéré est difficilement prévisible au vu des incertitudes géologiques. Un intervalle compris entre 20 et 70 m³/h paraît assez réaliste.

L'eau prélevée au sein de la nappe de la Loire a un pH neutre (pH 6,8 à 7,2), peu dure (15 degrés français), modérément minéralisée (résistivité de 1600-1900 micro-ohms). La teneur en fer et en manganèse est légèrement supérieure aux eaux des autres nappes de la région.

2.3 Le contexte hydrologique

La Loire

Le régime de la Loire est fortement influencé par le barrage de Villerest. En période d'étiage, de juillet à la fin du mois d'octobre, le débit supplémentaire fourni par le barrage est de l'ordre de 9 à 10 m³/s. La mobilisation complète des réserves en eau du barrage de Villerest (110 millions de m³) pour un soutien d'étiage durant 6 mois fournit 7 m³/s (soit 25 200 m³/h) en continu. Le soutien d'étiage représente 5 à 30% du flux d'eau mesuré à Nevers. Les plus forts lâchers d'eau de Villerest peuvent atteindre jusqu'à 25 m³/s de moyenne sur deux semaines. La part du débit reconstitué peut alors représenter jusqu'à 50% du flux d'eau mesuré à Nevers. Le barrage de Villerest joue donc un rôle structurant sur le régime hydrologique de la Loire.

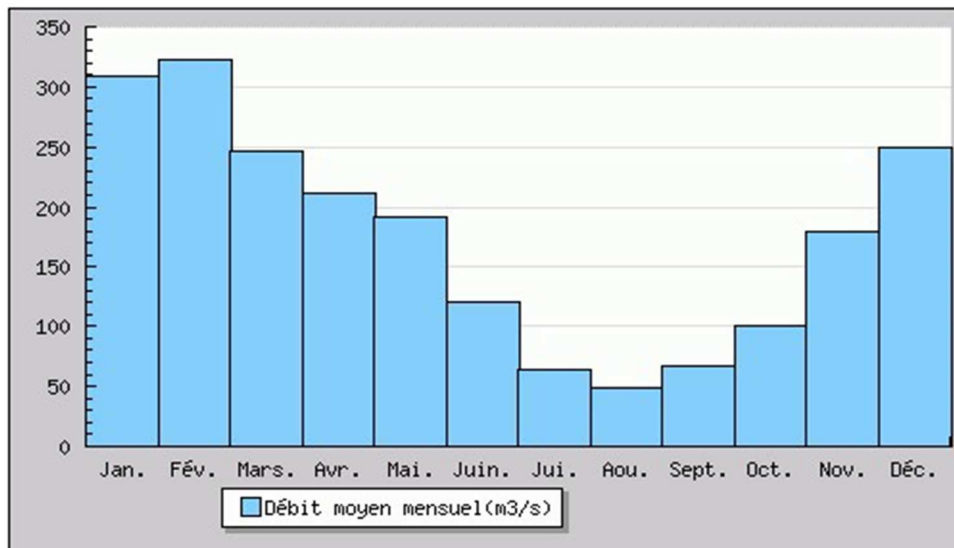
Le point nodal de Nevers constitue la référence réglementaire la plus proche au site. Le débit d'objectif d'étiage (DOE), imposé par le SDAGE Loire-Bretagne, est de 26 m³/h. Le débit sec annuel de récurrence 5 ans est de 26 m³/h. Au cours des 40 dernières années, le débit moyen mensuel a été inférieur à cette valeur à 4 reprises, dont 2 fois au cours des deux dernières décades. Les années concernées sont celles de 1983, 1991, 2003 et 2005. La faible valeur de 1983 est liée à une gestion prudente des réserves en eau du barrage en juillet puisque les valeurs d'août et de septembre sont au double de la valeur seuil.

Débits mensuels de la Loire à la station de Nevers

	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.
Débits (m ³ /s)	211.0 #	191.0 #	120.0 #	63.20 #	49.20 #	67.50 #	101.0 #
Qsp (l/s/km ²)	12.0 #	10.9 #	6.8 #	3.6 #	2.8 #	3.8 #	5.8 #
Lame d'eau (mm)	31 #	29 #	17 #	9 #	7 #	9 #	15 #

Qsp : débit spécifiques

Le débit spécifique d'étiage de la Loire est faible (3 l/s/km²) car sur les 17560 km² du bassin versant en amont de Nevers, plusieurs sous-bassins sont peu productifs en été. Les étendues sablo-argileuses et marneuses de Sologne Bourbonnaise et du Charolais et les montagnes granitiques du



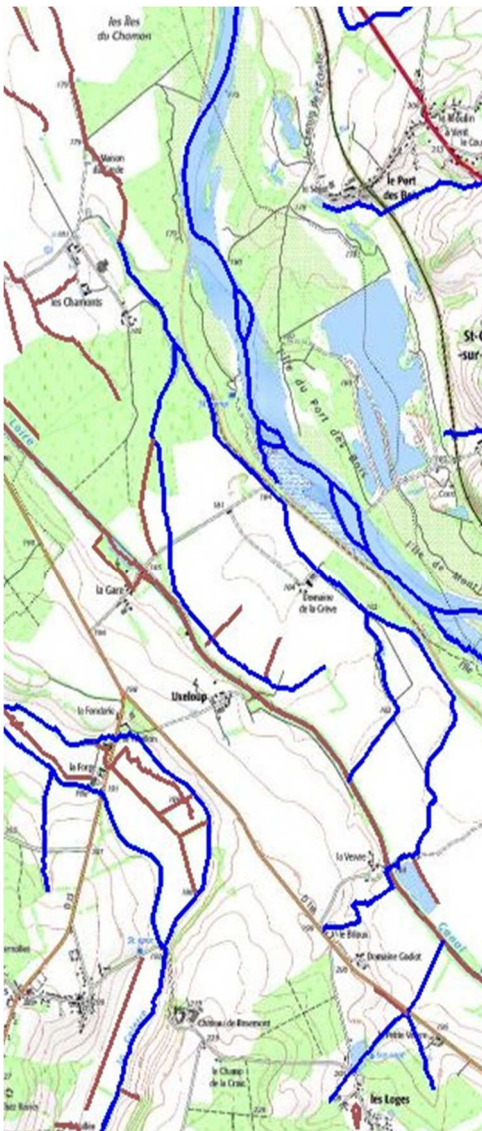
Morvan et du Bourbonnais contiennent des nappes d'eau de faibles puissances. Les restitutions estivales sont peu importantes. La vallée de la Loire participe davantage à l'écoulement de la Loire, mais sa superficie est relativement modeste comparée à l'ensemble des 17560 km² du bassin versant. De plus, la vidange de la nappe de la Loire est freinée par le maintien d'une ligne d'eau artificiellement élevée par les lâchers d'eau du barrage de Villerest. Le débit spécifique d'étiage du domaine alluvionnaire de la Loire est supérieur à la moyenne du bassin versant. En référence à d'autres secteurs pourvus d'une nappe conséquente, sa valeur est estimée entre 4 et 5 l/s/ km².

Les petits rus parcourant la vallée de la Loire

Les petits rus parcourant la vallée de la Loire jusqu'en direction de la station de pompage drainent les excès d'eau hivernaux des sols argileux, récupèrent des eaux de fuite du canal et des eaux de drainage agricole et participent à l'évacuation des eaux de crue lorsque la Loire déborde.

L'écoulement des petits rus est très irrégulier. En période hivernale, l'écoulement peut s'interrompre si les précipitations manquent de régularité. Un écoulement se produit exclusivement dans les jours suivants les pluies en situation de bilan hydrique excédentaire des sols. Ces petits rus n'ont pas de lien hydraulique avec la nappe alluviale, en dehors des épisodes de très hautes eaux et de débordement de la Loire, où la nappe remonte à moins d'un mètre de profondeur de la surface du sol.

Carte administrative des cours d'eau



Ces ruisseaux sont de faible puissance hydraulique. A l'état naturel, leur tracé est peu encaissé et fréquemment interrompu. La continuité hydraulique de ces rus est assurée jusqu'au domaine des Chamonts. Les rus se perdent ensuite dans la plaine agricole des Chamonts à la faveur de zones sableuses perméables et d'un bosselé de surface empêchant topographiquement la jointure de ces rus avec la Colâtre.

Tableau des débits mensuels de la Loire à Nevers

Année	Juin	V	Juil.	V	Août	V	Sept.	V	Oct.	V	Nov.	V
* Vous pouvez accéder aux statistiques d'un mois par												
1980 - 81	154.67	#	122.94	#	59.80	#	160.73	#	236.92	#	248.57	#
1981 - 82	248.45	#	119.39	#	37.99	#	77.74	#	226.35	#	152.03	#
1982 - 83	50.52		25.04		49.65		54.80		172.08		227.53	
1983 - 84	155.35		48.96		38.64		91.73		51.57		45.39	
1984 - 85	235.23		34.12		29.15		102.82		233.06		308.07	
1985 - 86	118.67		60.44		29.56		49.15		36.59		28.16	
1986 - 87	113.87	#	39.04	#	30.35	#	59.25	#	43.95	#	63.41	#
1987 - 88	254.50		122.71		51.76		68.51		129.15		179.47	
1988 - 89	173.03	#	84.19	#	37.93	#	54.56	#	123.34	#	67.32	#
1989 - 90	46.15	#	32.67	#	30.07	#	35.44	#	20.81	#	37.28	#
1990 - 91	95.15	#	79.83	#	38.75	#	30.42	#	42.77	#	175.63	#
1991 - 92	36.38	#	35.16	#	24.58	#	21.41	#	50.63	#	158.53	#
1992 - 93	269.12	#	113.66	#	38.43	#	66.83	#	206.29	#	531.77	#
1993 - 94	88.38	#	80.94	#	34.03	#	115.51	#	485.00	#	132.37	#
1994 - 95	117.56		47.19		37.13		144.09		224.20		439.33	
1995 - 96	102.63		40.53		29.41		84.41		74.90		65.19	
1996 - 97	105.24		63.43		34.29		41.32		27.93		345.34	
1997 - 98	36.85		44.31		38.70		32.64	#	31.28	#	60.03	
1998 - 99	84.00		42.96		34.69	#	34.81		69.44		137.53	
1999 - 00	81.30		44.80		33.38		49.72		112.80		163.56	
2000 - 01	96.75		55.92		36.18		50.15		148.19		309.44	
2001 - 02	83.96		63.10		39.88		67.67		142.50		102.99	
2002 - 03	55.90		42.56		37.02	#	66.37		60.16		397.97	
2003 - 04	31.42		24.19		21.67		23.20	#	31.03		100.54	
2004 - 05	42.07		29.86	#	72.28	#	58.31		77.30		339.37	
2005 - 06	50.44		29.70		24.46		33.71		24.25		55.37	
2006 - 07	40.94		30.11		38.02		59.44		76.65		119.05	
2007 - 08	173.16		156.24		128.48		116.23		99.39		88.86	
2008 - 09	292.07		122.59		54.01		76.98		89.81		431.76	
2009 - 10	55.82		46.79		33.88		43.53		30.92		63.69	
2010 - 11	150.86		77.04	#	46.84		82.93		59.05		330.79	
2011 - 12	29.08		33.72		33.74		43.56		33.73		76.38	
2012 - 13	176.87		90.60		39.21		57.60		72.89		129.17	
2013 - 14	194.15		81.29		77.12		67.88		82.15		310.30	
2014 - 15	33.76		97.16		131.27		72.79		116.36		382.10	
2015 - 16	52.11		28.94		26.99		54.71		40.72		47.36	
2016 - 17	332.52		63.41		38.79		47.36		44.44		266.61	
2017 - 18	55.75		36.18		33.96		35.94		33.45		43.21	
2018 - 19	164.24		42.28		26.58		37.84		23.65		75.04	
2019 - 20	37.76		29.04		27.64		35.15		64.97		185.96	
2020 - 21	101.69		31.03		31.46		27.10		81.98		54.19	

DREAL Centre Val de Loire

Tableau des débits minimum annuels de la Loire à Nevers

	Date	Q (m3/s)	V	Qsp	Lame d'eau	F. exp.	Libellé Fréquence exp.
	sep. 1979	49.100		2.8	7	0.91	DECENNALE HUMIDE
	août 1981	38.000	#	2.2	6	0.78	QUINQUENNALE HUMIDE
	juil. 1982	25.000		1.4	4	0.22	QUINQUENNALE SECHE
	août 1983	38.600		2.2	6	0.81	QUINQUENNALE HUMIDE
	août 1984	29.100		1.7	4	0.36	TRIENNALE SECHE
	août 1985	29.600		1.7	5	0.41	ENTRE BIENNALE et TRIENNALE SECHE
	nov. 1985	28.200		1.6	4	0.31	TRIENNALE SECHE
	oct. 1986	44.000	#	2.5	7	0.88	ENTRE QUINQ. ET DECENNALE HUMIDES
	août 1988	37.900	#	2.2	6	0.76	QUADRIENNALE HUMIDE
	août 1989	30.100	#	1.7	5	0.44	ENTRE BIENNALE et TRIENNALE SECHE
	oct. 1989	20.800	#	1.2	3	0.02	CINQUANTENNALE SECHE
	août 1991	24.600	#	1.4	4	0.19	QUINQUENNALE SECHE
	sep. 1991	21.400	#	1.2	3	0.04	PLUS QUE VICENNALE SECHE
	août 1993	34.000	#	1.9	5	0.64	TRIENNALE HUMIDE
	août 1994	37.100		2.1	6	0.74	QUADRIENNALE HUMIDE
	août 1995	29.400		1.7	4	0.39	ENTRE BIENNALE et TRIENNALE SECHE
	août 1996	34.300		2.0	5	0.66	TRIENNALE HUMIDE
	oct. 1996	27.900		1.6	4	0.29	TRIENNALE SECHE
	oct. 1997	31.300	#	1.8	5	0.51	BIENNALE
	août 1999	33.400		1.9	5	0.54	ENTRE BIENNALE ET TRIENNALE HUMIDE
?	août 2000	36.200		2.1	6	0.69	TRIENNALE HUMIDE
	août 2001	39.900		2.3	6	0.86	ENTRE QUINQ. ET DECENNALE HUMIDES
	août 2002	37.000	#	2.1	6	0.71	TRIENNALE HUMIDE
	août 2003	21.700		1.2	3	0.07	PLUS QUE DECENNALE SECHE
	sep. 2003	23.200	#	1.3	3	0.09	DECENNALE SECHE
	août 2005	24.500		1.4	4	0.17	ENTRE QUINQ. ET DECENNALE SECHES
	oct. 2005	24.300		1.4	4	0.14	ENTRE QUINQ. ET DECENNALE SECHES
#	sep. 2006	59.400		3.4	9	0.98	CINQUANTENNALE HUMIDE
#	août 2008	54.000		3.1	8	0.93	PLUS QUE DECENNALE HUMIDE
#	août 2009	33.900		1.9	5	0.59	ENTRE BIENNALE ET TRIENNALE HUMIDE
#	oct. 2009	30.900		1.8	5	0.46	ENTRE BIENNALE et TRIENNALE SECHE
#	juin 2011	29.100	#	1.7	4	0.34	TRIENNALE SECHE
#	sep. 2012	57.600		3.3	8	0.96	PLUS QUE VICENNALE HUMIDE
#	juin 2014	33.800		1.9	5	0.56	ENTRE BIENNALE ET TRIENNALE HUMIDE
#	août 2015	27.000		1.5	4	0.26	QUADRIENNALE SECHE
#	août 2016	38.800		2.2	6	0.83	ENTRE QUINQ. ET DECENNALE HUMIDES
#	août 2017	34.000		1.9	5	0.61	ENTRE BIENNALE ET TRIENNALE HUMIDE
	août 2018	26.600		1.5	4	0.24	QUADRIENNALE SECHE
	oct. 2018	23.700		1.3	4	0.12	ENTRE QUINQ. ET DECENNALE SECHES
	juil. 2020	31.000		1.8	5	0.49	BIENNALE

Chapitre 3^{ème}

les préconisations techniques du forage

la conception du forage

les essais de pompage

l'analyse de l'eau de la nappe

la condamnation du forage en cas d'échec

les travaux de forage

3.1 La conception du forage

Le sondage de reconnaissance

La réalisation d'un forage de reconnaissance serait préférable afin de préciser le contexte géologique et hydrogéologique. L'instabilité des alluvions ne permet pas de faire un pré-forage de petit diamètre puis de le transformer dans un forage d'un diamètre de plus grosse taille. Un forage de reconnaissance est une opération supplémentaire. Le forage définitif sera réalisé à proximité du forage de reconnaissance.

Si la réalisation d'un forage de reconnaissance est retenue, un échantillon des cutines tous les mètres sera mis de côté de façon ordonnée pour le relevé géologique. La profondeur des arrivées d'eau seront rigoureusement repérées.

Le forage d'exploitation

La réalisation d'un forage d'eau passe successivement par les étapes suivantes :

- foration à la tarière ou au rotary de la tête du forage et pose du tubage acier,
- foration du forage au rotary à l'aide d'une colle polymère,
- pose du tubage et du massif de gravier,
- soufflage à l'air comprimé 20 bars du forage durant 1h30 pour nettoyer le forage,
- cimentation de la tête du forage et de la dalle,
- mise en place du capot étanche, de la pompe et de la colonne d'eau.

Quelques explications sur les choix techniques :

Les deux premiers mètres du forage seront protégés par un tube en acier pour protéger le forage des mouvements de terrain. Ils seront cimentés également pour forcer les eaux de pluie à traverser la couche du sol et du sous-sol non saturé en eau qui joue le rôle de filtre.

Le massif de graviers de calibre 2-4 mm aura une porosité d'interstice inférieure au millimètre. Il permettra de stopper les sables afin qu'ils ne soient pas aspirés avec l'eau, protégeant ainsi le matériel d'irrigation de l'abrasion. Le second rôle du massif de graviers est de maintenir le tubage centré dans le forage et de retenir le tubage lorsque des à-coups hydrauliques se produisent sur le réseau (mise en route de la pompe, vannage modifiant rapidement la pression, etc.) grâce au poids du gravier sur le tubage.

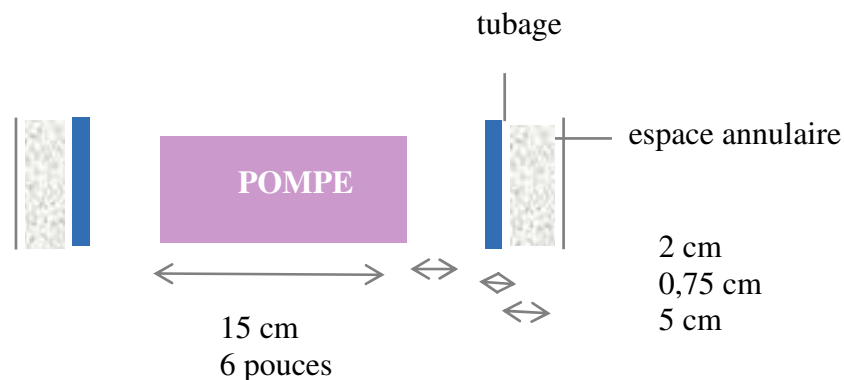
La porosité des crépines sera de 1 mm afin de limiter les entrées d'eau de sable dans le forage.

La perméabilité du tubage en PVC est de 6,5 m³/h par mètre linéaire. La hauteur de la nappe est vraisemblablement de 3 à 4 m. Il sera alors nécessaire de forer 8 mètres supplémentaires dans les marnes pour disposer d'une hauteur de crépines envoyée suffisante pour assurer un débit de 70 m³/h. Le transit de l'eau dans le massif de gravier générera des pertes de charge supplémentaires. Cette solution technique est déconseillée. Il est préférable de poser une crépine en acier inoxydable

sur une hauteur de 4 mètres. En effet, une perméabilité est de l'ordre de 25 m³/h par mètre linéaire rendra le tubage transparent à la circulation de l'eau. Les pertes de charge liées au tubage seront nulles. Le débit du forage correspondra au débit naturel de la nappe.

Le choix du diamètre des tubages et d'alésage du forage suit la configuration géométrique suivante. Le diamètre de foration sera du 320 mm minimum afin de pouvoir équiper le forage d'une pompe 6 pouces.

vue de détail



Le bouchon de fond de forage est un culot en béton de 30 à 50 cm d'épaisseur. Il fait contre-poids contre les à-coups de bélier. Il évite que des arrachements se produisent au niveau de la tête du forage.

Le dispositif de comptage sera un compteur volumétrique mécanique, placé sur la canalisation de sortie du forage.

Une dalle cimentée de 3 m², centrée sur le forage et épaisse de 30 cm, sera réalisée autour de l'ouvrage afin d'éviter toute stagnation d'eau autour du forage, annihilant tout risque d'infiltration d'eau le long du tubage. L'épaisseur de 30 cm de la dalle assure une résistance mécanique suffisante pour éviter toute fissuration induite par les températures extrêmes, le gel ou un mouvement du terrain.

Un espace clôturé autour du forage protégera le forage de tout risque de dégradation intentionnelle (injection de sables et de graviers visant à dégrader le matériel d'irrigation, injection de produits nuisibles aux cultures...).

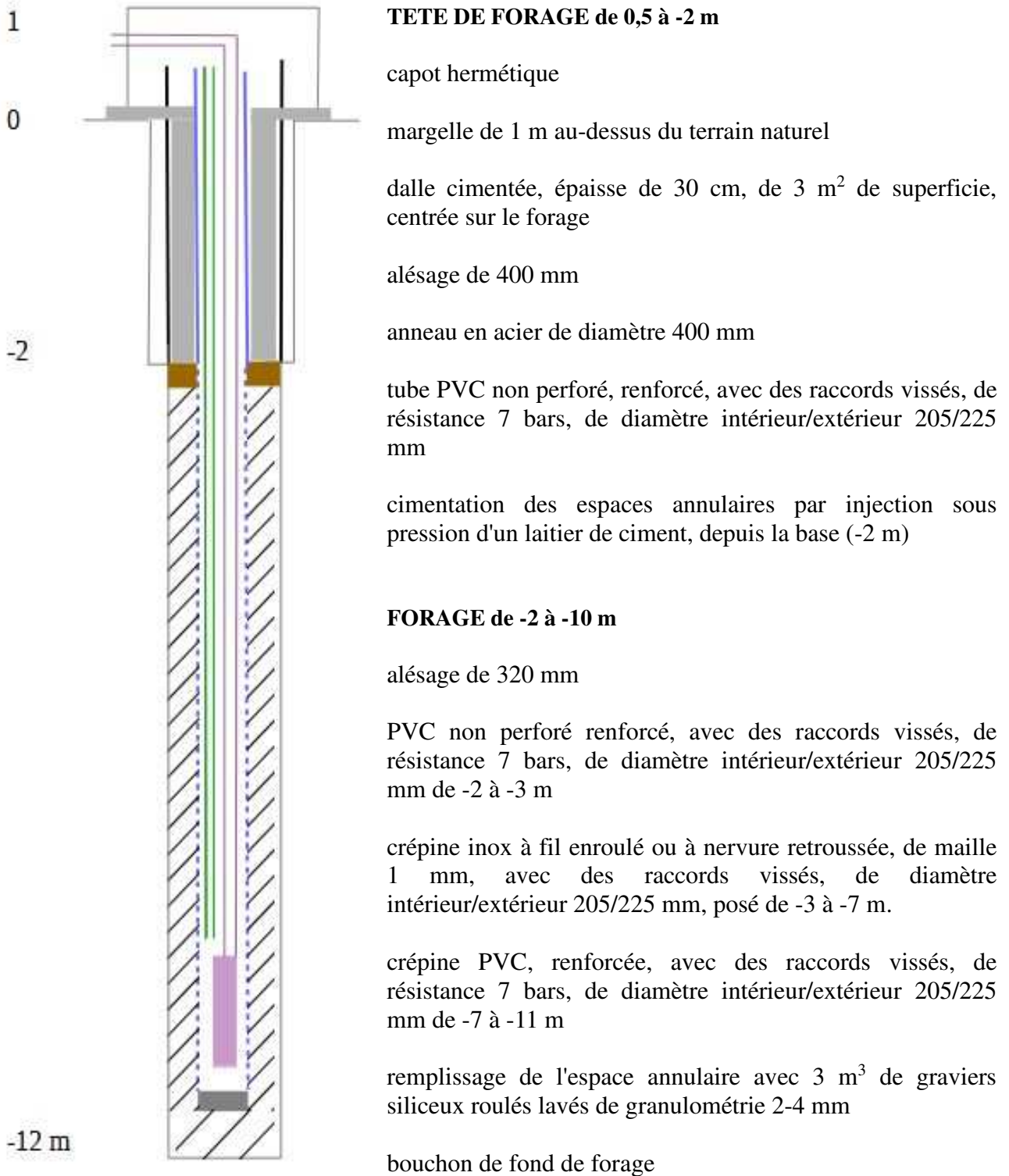
La tête du forage sera surélevée d'un mètre au-dessus du sol en prévision des plus hautes crues pour éviter le déversement des sédiments et de débris dans le forage.

Une inscription du numéro de forage sera portée sur la margelle du forage.

Coupe technique prévisionnelle du forage

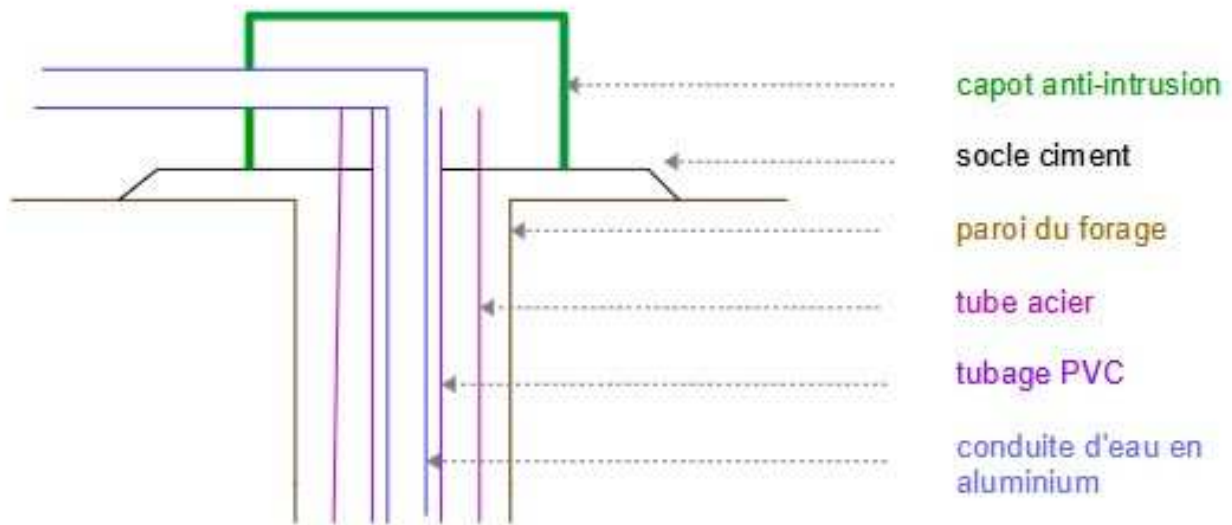
Forage conçu pour une pompe de 6 pouces.

La profondeur du forage ne devra pas être inférieure à 12 m, pour permettre l'installation de tubage en longueur 4 mètres.



Niveau d'eau statistique rencontré à 2 mètres sous le terrain naturel.

Schéma du capot d'étanchéité de la tête du forage :



La gestion du chantier

Les engins moteurs seront parqués en dehors du site des travaux le soir et le week-end.

Les réserves de fioul et de lubrifiants seront stockées au siège d'exploitation à la Gare.

La foreuse et le compresseur sont également équipés de réservoir d'essence renforcé, répondant aux normes des constructeurs.

Les sédiments extraits du forage (1,2 m³ de matériaux alluvionnaires) et la colle polymère seront piégés dans les deux bacs à boue.

3.2 les essais de pompage

L'essai de forage par paliers successifs de débit croissant est réalisé dans le but de déterminer le débit de fonctionnement de l'ouvrage, les grandeurs hydrodynamiques de la nappe d'eau au voisinage du forage (rabattement et transmissivité). Les paliers enchaînés de débit croissant seront au nombre de 5. Ils seront tenus jusqu'à stabilisation du niveau dans le forage, c'est à dire pour des durées d'une heure pour le premier palier et de 1h30 pour les paliers suivants en générale. Un essai longue durée de 24 heures sera réalisée à un débit proche du futur débit d'exploitation. La remontée sera suivie durant 3 heures. A titre indicatif pour un forage dont le débit d'exploitation est de 60 m³/h, les débits des paliers sont de 30, 40, 50, 60 et 70 m³/h et de l'essai longue durée de 60 m³/h. Les enregistrements des mesures de débit et de rabattement seront réalisés toutes les minutes en début de pallier. Le suivi devra être réalisé au moyen d'une sonde enregistreuse et accompagné de quelques mesures manuelles. Ces essais feront l'objet d'un suivi strict des débits d'exhaure. La turbidité des eaux d'exhaure fera l'objet d'une surveillance renseignant sur le développement du forage. Le volume des eaux d'exhaure de l'essai de pompage est de 1 800 m³. Elles seront rejetées

dans le fossé situé entre la parcelle et le canal. L'entreprise de forage devra impérativement se faire confirmer le protocole opératoire des essais par l'hydrogéologue avant leur commencement.

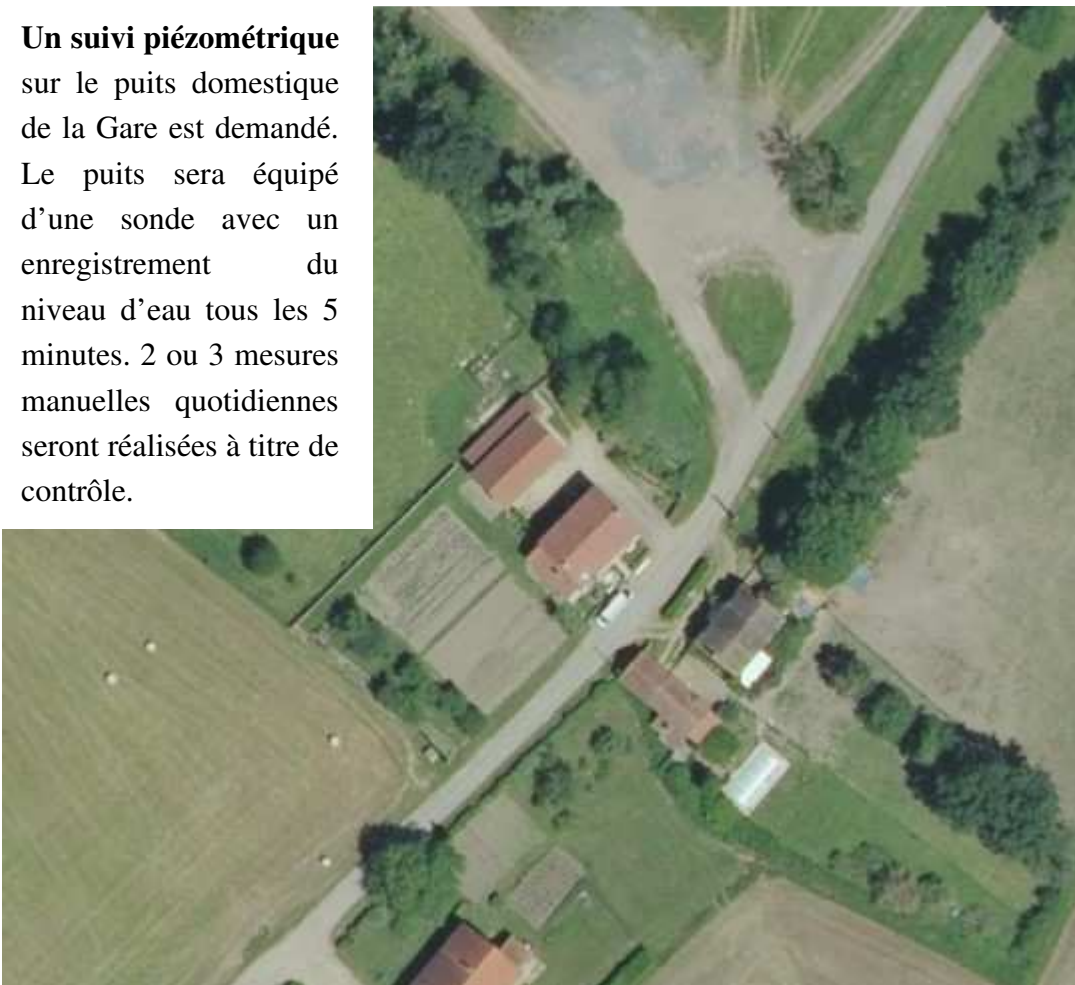
Localisation du rejet des eaux de l'essai de pompage



évacuation des eaux de pompage via le fossé

50 m de tuyau souple pour l'évacuation de l'eau des essais de pompage

Un suivi piézométrique sur le puits domestique de la Gare est demandé. Le puits sera équipé d'une sonde avec un enregistrement du niveau d'eau tous les 5 minutes. 2 ou 3 mesures manuelles quotidiennes seront réalisées à titre de contrôle.



3.3 l'analyse de l'eau de la nappe

Une analyse d'eau devra être réalisée par un laboratoire agréé. Les paramètres analysés seront les concentrations en ion nitrate (NO_3^-) et ion ammonium (NH_4^+) pour les besoins du plan prévisionnel de fertilisation et pour répondre aux obligations réglementaires de la directive nitrate. En cas d'excès de fer, l'envoi des eaux du forage dans le bassin permettra à l'eau de se rééquilibrer chimiquement, au fer en excès de précipiter et à l'eau.

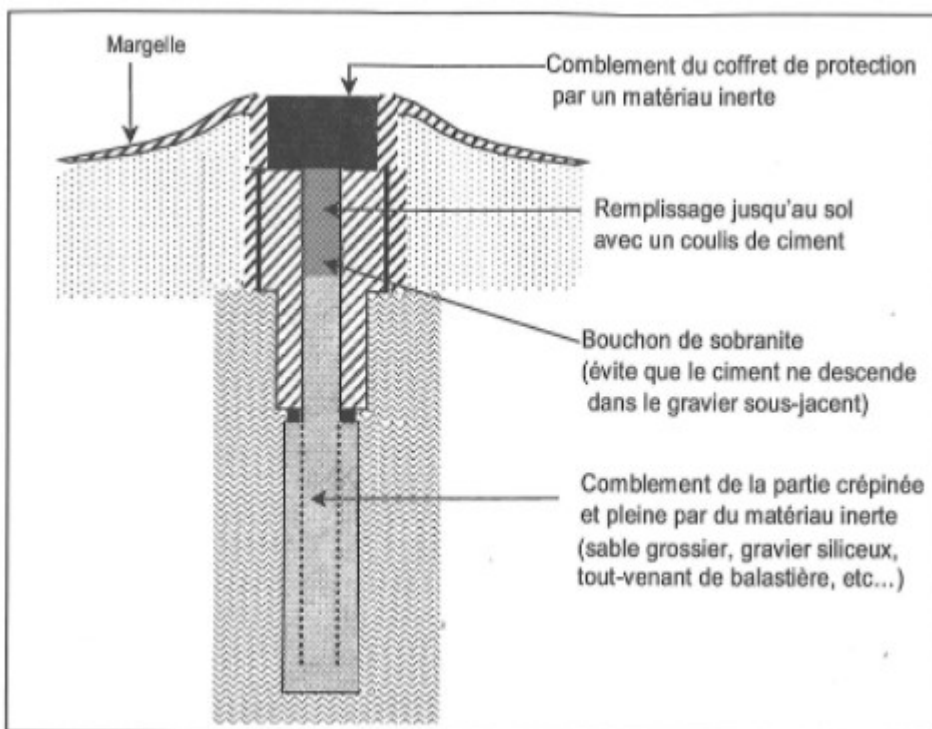
3.4 la condamnation d'un forage en cas d'échec

Si le pétitionnaire décide de ne pas exploiter le forage. Le forage devra être soit conservé et être entièrement équipé et périodiquement contrôlé ou bien il devra être rebouché suivant les règles de l'art.

La condamnation d'un forage répond aux règles suivantes :

- des matériaux inertes, graviers et cailloutis calcaires ou siliceux, seront utilisés pour le comblement du forage, afin de ne pas bloquer la circulation des eaux souterraines
- un bouchon de sobranite de 1 mètre et une cimentation de 0 à 3 mètres de profondeur seront réalisés pour empêcher toute intrusion d'eau dans le forage.

Schéma de comblement du forage abandonné



3.5 les travaux de création de forage

L'entreprise retenue sera une entreprise de forage spécialisée. Elle se conformera aux spécifications de ce dossier. Elle devra intégrer à sa prestation les temps nécessaires aux échanges avec l'hydrogéologue (particularités constatées lors de la foration, prélèvement d'échantillons, concertation lors de l'essai de pompage).

La période des travaux envisagée est l'automne 2022.

Le chantier se déroulera en plusieurs phases :

- la création du forage se déroulera sur 3 jours.
- l'essai de forage se déroulera sur 2 jours.
- les finitions du forage (pose de la margelle) seront réalisées dans les 2 mois suivant la création du forage.

Le pétitionnaire informera la Direction Départementale Territoriale de la Nièvre un mois avant le commencement des travaux des dates de début et de fin du chantier.

Chapitre 4^{ème}

volume d'eau et débit d'irrigation

le parcellaire irrigable

l'assolement cultural

le contexte pédologique

les consommations d'eau en irrigation

l'estimation des débits d'irrigation

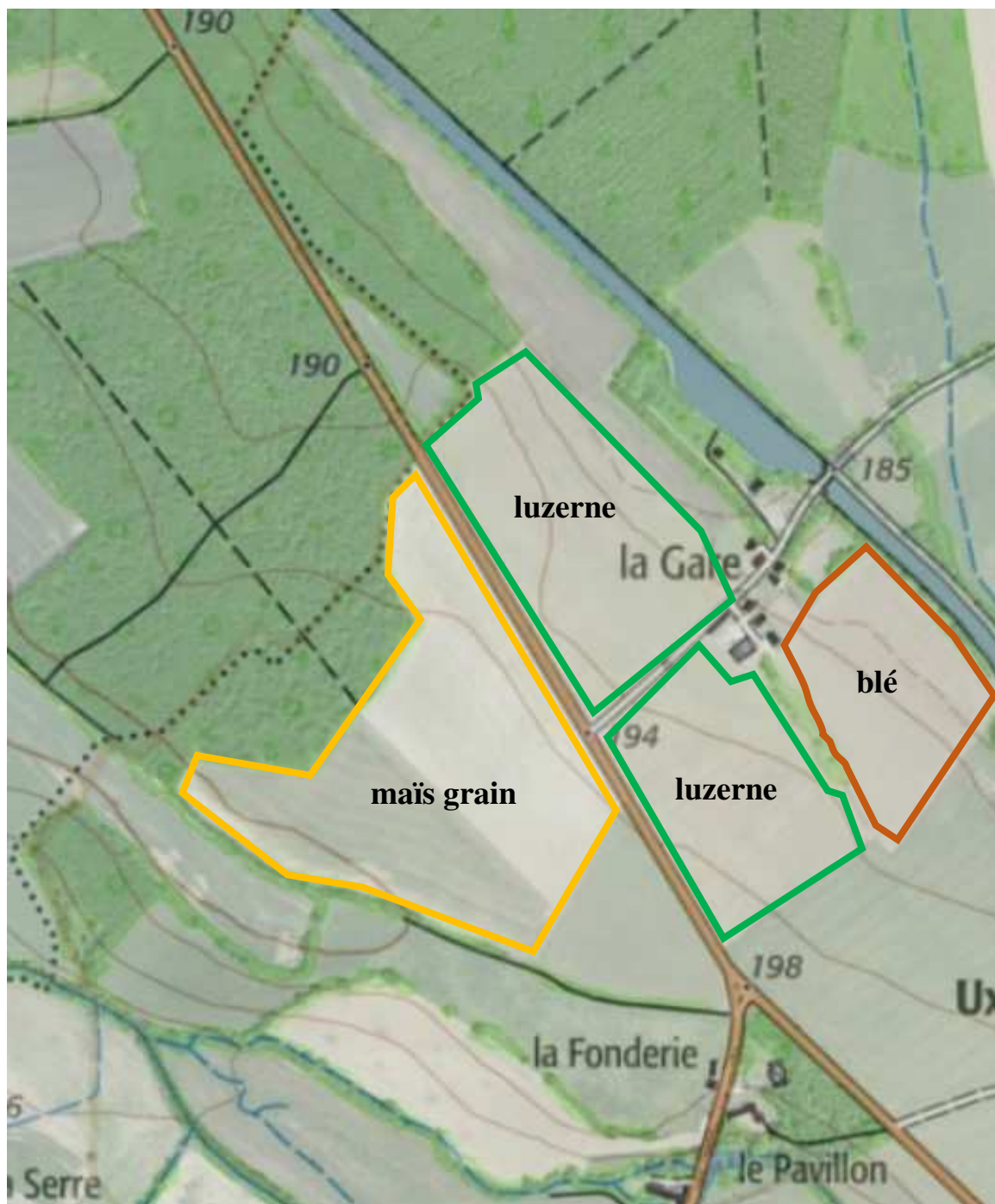
la durée annuelle d'irrigation

4.1 l'assolement culturel

L'assolement culturel comprend :

- 16 à 18 ha de maïs grain
- 16 à 18 ha de luzerne
- 6 à 8 ha de blé ou triticale

Exemple d'assolement pour 1 des 6 années de la rotation



4.2 Contexte pédologique

Les sols se sont développés à partir des dépôts sablo-argileuses (formation Bourbonnaise datant de 10000 ans) et d'une ancienne terrasse alluviale résiduelle de la Loire, sablo-graveleuse, sur le plateau et le coteau et d'alluvions argilo-limoneuses récentes dans la vallée.

La description détaillée des sols est la suivante :

Unité de sol 1 : Sol limono-sablo-argileux sur argile, hydromorphe

BRUNISOL rédoxique

Ce sol s'est développé à partir des dépôts remaniés des formations du Bourbonnais.

0 à 30/35	limon sablo-argileux, brun
30/35 à 80/90	limon sablo-argileux, brun, à nombreuses taches d'hydromorphie grises et ocre
80/90 à 150	argile limono-sableuse, ocre à tache grise

Unité de sol 2 : Sol limono-sableux sur argile, peu hydromorphe

BRUNISOL

Ce sol s'est développé à partir des dépôts remaniés des formations du Bourbonnais.

0 à 30/35	limon sableux, brun
30/35 à 80/105	limon sableux, brun clair
80/105 à 150	argile limono-sableuse, ocre à tache grise

Unité de sol 3 : Sol limono-argilo-sableux, modérément épais

BRUNISOL

Ce sol s'est développé à partir des dépôts remaniés des formations du Bourbonnais.

0 à 30/35	limon-sablo-argileux à limon-argilo-sableux, brun
30/35 à 60/80	argile limono-sableuse, brun clair
60/80 à 100	sable grossier, brun ocre, 0 à 30% de graviers siliceux

L'horizon 3 est compact et sans possibilité d'enracinement.

Unité de sol 4 : Sol limono-argilo-sableux, modérément épais, à galets siliceux arrondis

BRUNISOL à galets siliceux

Ce sol s'est développé à partir des dépôts d'une ancienne terrasse alluviale de la Loire

0 à 30/35 limon-sablo-argileux à limon-argilo-sableux, brun, 5 à 15% de galets

30/35 à 60/80 argile limono-sableuse, brun clair ; 5 à 20% de galets siliceux arrondis

Unité de sol 5 : Sol alluvial argilo-limoneux

FLUVIOSOL brunifié argilo-limoneux

Ce sol s'est développé à partir des alluvions récentes de la Loire.

0 à 30 limon-argileux, brun

30 à 90/140 argile limoneuse, brun clair

>90/140 cm sable quartzeux de granulométrie modérée, brun jaune clair

Vue photographique des unités de sol du plateau

Unité 1



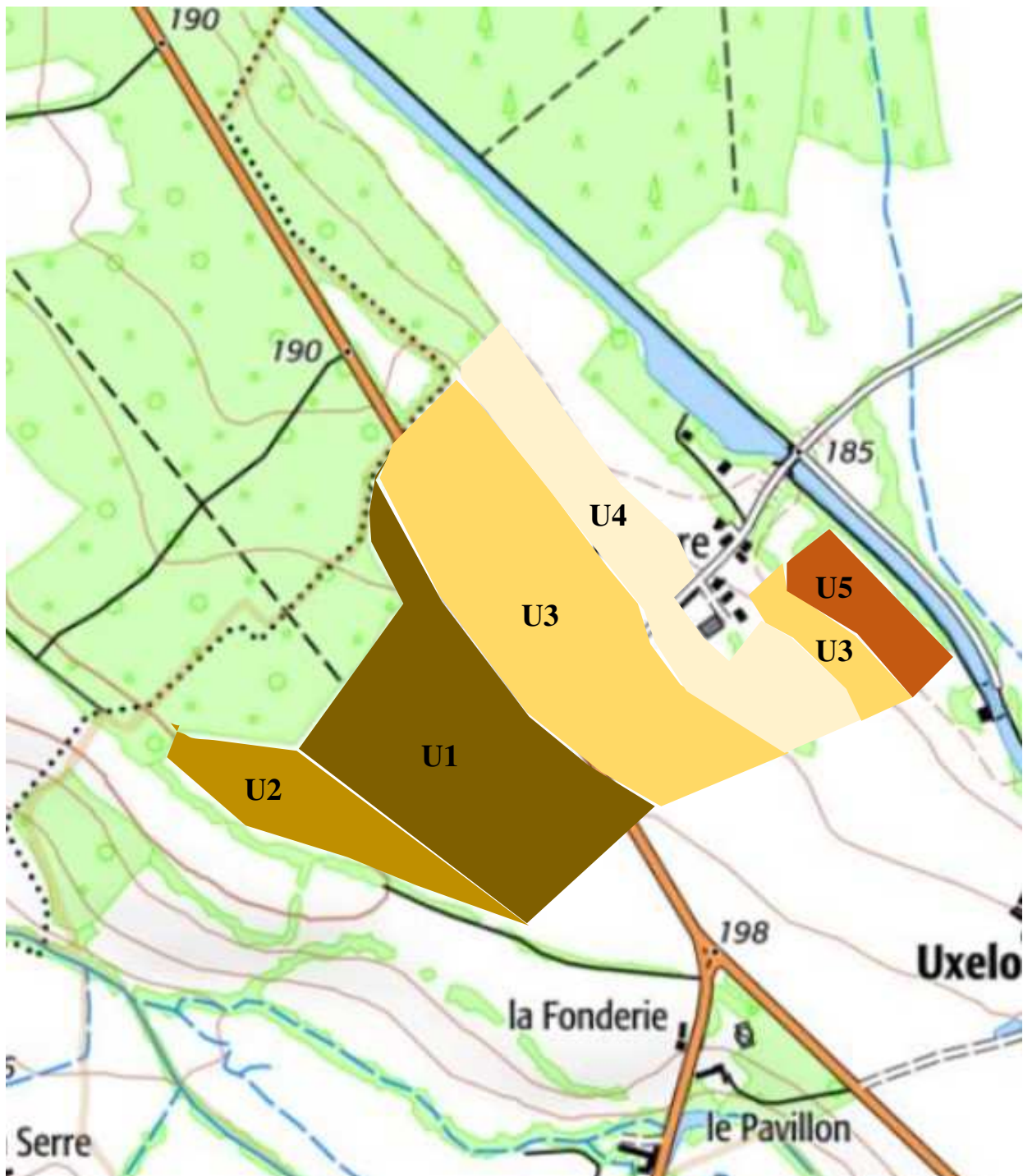
Unité 2



Unité 3



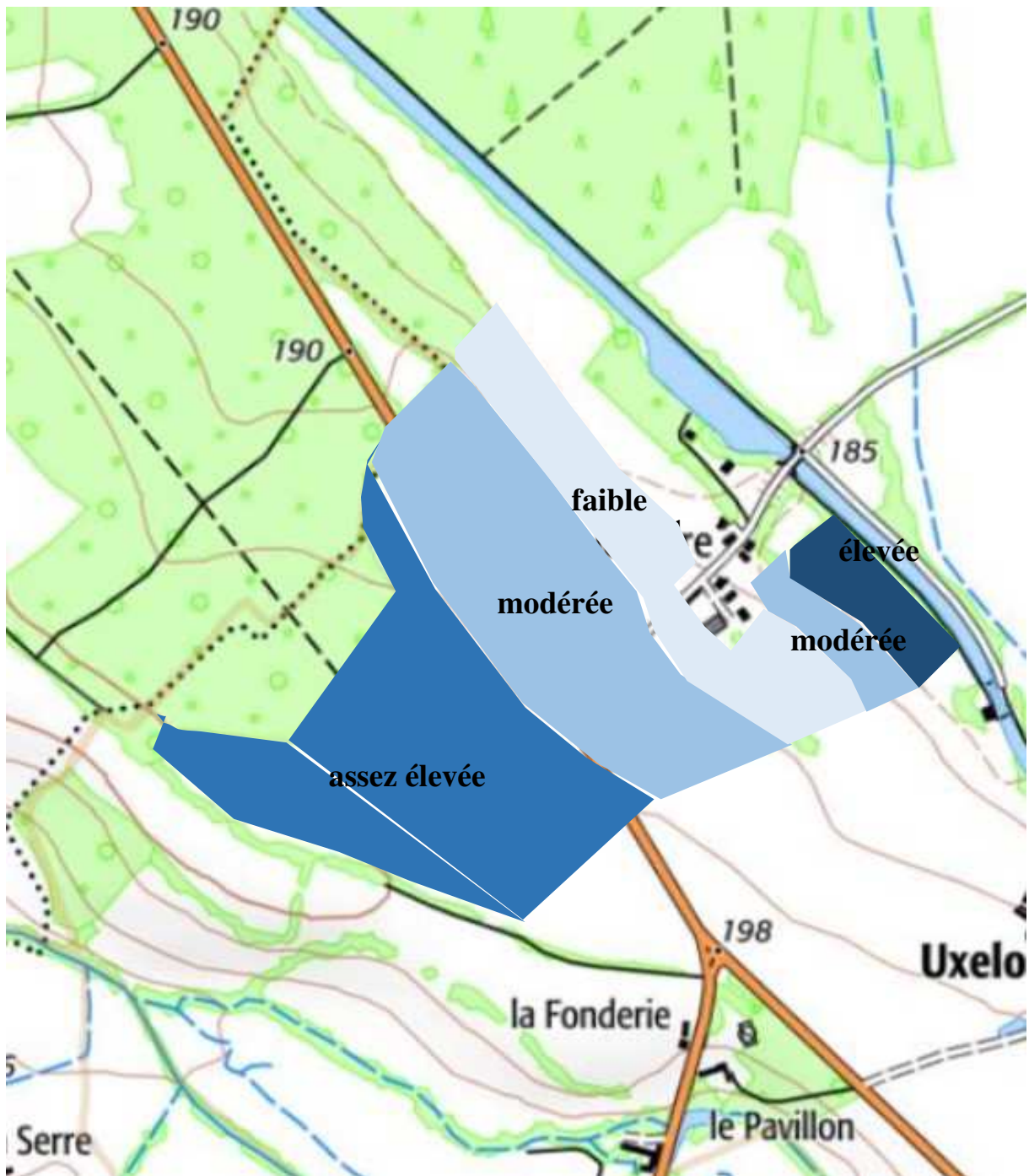
Carte des types de sol de la parcelle irrigable



LES TYPES DE SOL

- u1 sol limono-sablo-argileux, hydromorphe sur argile sableuse à partir de 90 cm de profondeur
- u2 sol limono-sableux, peu hydromorphe, sur argile sableux à partir de 90 cm de profondeur
- u3 sol limono-argilo-sableux, épais de 50 à 80 cm
- u4 sol limono-argilo-sableux, à galets siliceux arrondis, épais de 40 à 70 cm
- u5 sol argilo-limoneux, épais de 1 à 1,5 m, à faible hydromorphie de profondeur

Carte de la réserve en eau du sol



Référence : abaque des rétentions en eau des classes texturales, INRA

RESERVE UTILE EN EAU DU SOL

faible	65 mm
modéré	75 à 110 mm
assez élevée	115 à 125 mm
élevée	130 à 170 mm

4.4 Consommations en eau pour l'irrigation des cultures

L'expérience acquise sur l'irrigation des cultures, au moyen du suivi tensiométrique de l'humidité des sols réalisé depuis 15 ans sur le département de la Nièvre, permet de déterminer les besoins en eau d'irrigation des cultures pour différents scénarios météorologiques. Une irrigation pourra être nécessaire pour faire lever le couvert végétal entre la récolte du blé et le semis de maïs.

Exemple de consommation d'eau de l'assolement cultural présenté au paragraphe 4.1

météo	maïs grain 18 ha	luzerne 17 ha	blé tendre 6 ha	couvert végétal 6 ha
humide	1 250 m ³ /ha 5 x 25 mm 22 500 m ³	750 m ³ /ha 3 x 25 mm 12 750 m ³	0 m ³ /ha 0 mm 0 m ³	0 m ³ /ha 0 mm 0 m ³
médian	1 750 m ³ /ha 7 x 25 mm 31 500 m ³	1 200 m ³ /ha 4 x 30 mm 20 400 m ³	300 m ³ /ha 1 x 30 mm 1 800 m ³	300 m ³ /ha 1 x 30 mm 1 800 m ³
sèche	2 250 m ³ /ha 9 x 25 mm 40 500 m ³	1 600 m ³ /ha 4 x 40 mm 27 200 m ³	750 m ³ /ha 3 x 25 mm 4 500 m ³	400 m ³ /ha 1 x 40 mm 12 000 m ³

Consommation d'eau au printemps (1^{er} avril au 10 juin) :

printemps humide / médian / sec : 0 / 6 000 / 9 600 m³

Consommation d'eau en été (10 juin au 20 septembre) :

été humide / médian / sec : 31 000 / 44 000 / 73 000 m³

Une année humide correspond à un été humide et un printemps médian ou encore un printemps humide et un été médian. La succession de saisons humides est rarissime. Une année sèche correspond à un été sec et à un printemps médian. La succession de saisons sèches est rare.

Consommation d'eau annuelle (1^{er} avril au 20 septembre) :

année humide / médian / sèche : 37 000 / 50 000 / 84 000 m³

Le volume maximum consommé annuellement pour cet assolement serait de 84 000 m³.

Le volume maximum administratif de référence est de 84 000 m³.

4.5 Estimation des débits d'eau d'irrigation

L'exploitant est équipé de deux enrouleurs :

- un enrouleur de longueur de bobine de 500 m et de portée de jet 38 m.
- un enrouleur de longueur de bobine de 400 m et de porté de jet de 38 m.

La durée du tour d'eau est de 6 jours. La capacité d'arrosage souhaitée est de 5 mm/jour. La dose d'apport est de 30 mm.

Détail des calculs du débit de fonctionnement de l'enrouleur

Longueur à arroser : 535 m

Superficie arrosée journalièrement : $535 \times 72 \text{ m} = 3,85 \text{ ha}$

Dose maximale apportée : $300 \text{ m}^3/\text{ha}$, soit 30 mm

Volume d'eau journalier maximal : $1\,155 \text{ m}^3/\text{jour}$

Durée de la position est de 20 heures

Débit de pompage instantané maximal nécessaire : $58 \text{ m}^3/\text{h}$

Durée de la position est de 24 heures

Débit de pompage instantané maximal nécessaire : $48 \text{ m}^3/\text{h}$

Détail des calculs du débit de fonctionnement de l'enrouleur

Longueur à arroser : 380 m

Superficie arrosée journalièrement : $380 \times 72 \text{ m} = 2,73 \text{ ha}$

Dose maximale apportée : $300 \text{ m}^3/\text{ha}$, soit 30 mm

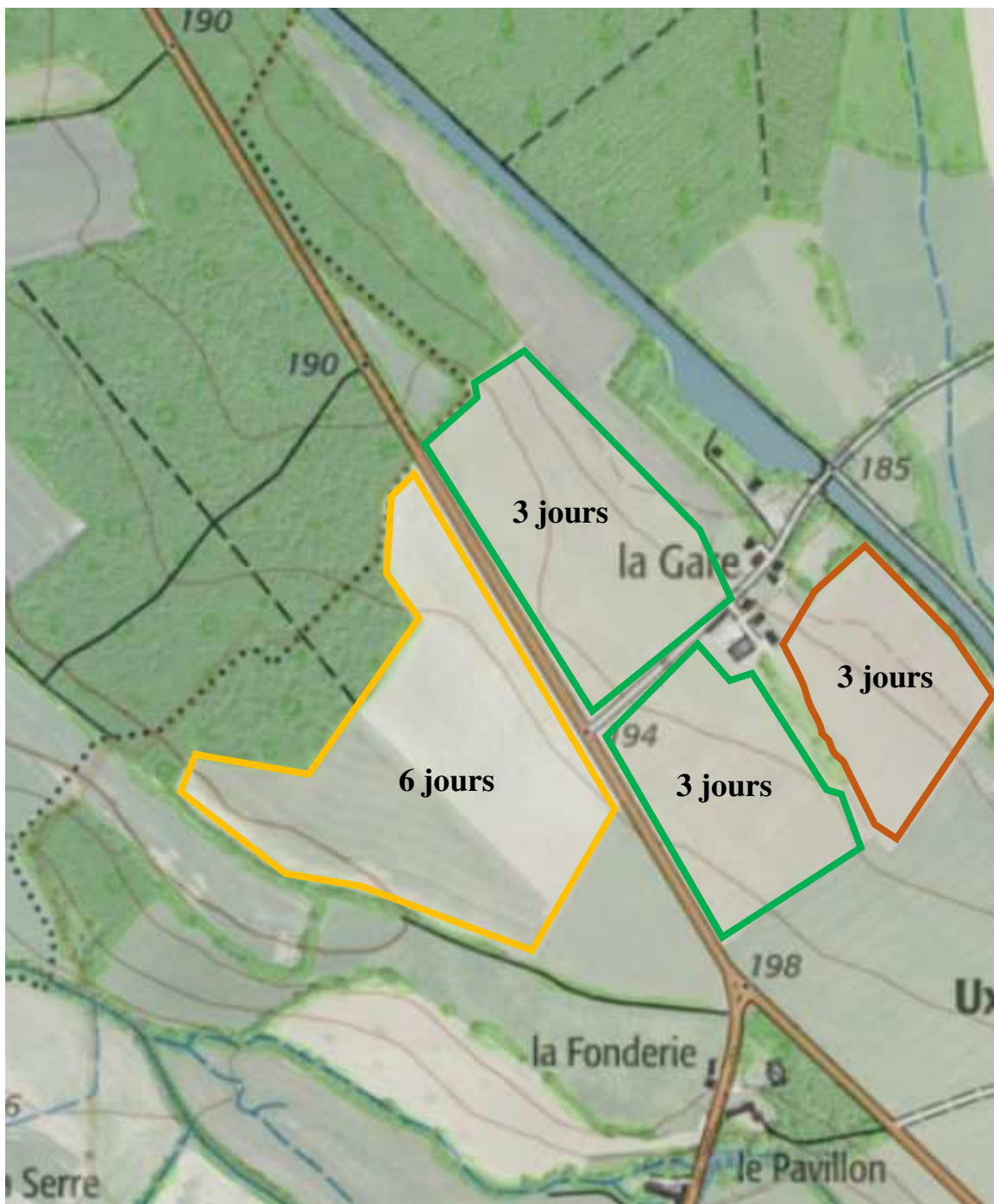
Volume d'eau journalier maximal : $820 \text{ m}^3/\text{jour}$

Durée de la position est de 20 heures

Débit de pompage instantané maximal nécessaire : $41 \text{ m}^3/\text{h}$

Le débit de l'installation est de $90 \text{ m}^3/\text{h}$.

Durée d'irrigation pur un tour d'eau



Chapitre 5^{ème}

incidences hydrologiques quantitatives

Effet des prélèvements sur la nappe alluviale de la Loire

Effet des prélèvements sur la Loire

Effet des prélèvements sur les milieux humides

Effet des prélèvements sur les autres usages

5.1 Effet des prélèvements d'eau sur la nappe de la Loire

Le modèle mathématique

La simulation hydrogéologique qui suit utilise le modèle de Theis-Jacob et elle prend en compte les frontières de l'aquifère au moyen de la théorie des images et de superposition. Ce modèle s'applique normalement aux nappes captives, horizontales et de grande dimension. Mais il donne également des valeurs assez fiables pour les nappes libres, horizontales et de grande dimension, lorsque le rabattement est inférieur au dixième de la hauteur noyée de l'aquifère. Pour la nappe alluviale de la Loire, ces conditions sont vérifiées : le gradient hydraulique est faible : 0,16% et le rabattement est de l'ordre de 7 à 58 cm dans pour une épaisseur de nappe productive de 4,5 m à 100 m du forage. Le rabattement représente donc 1,5 à 12% de l'épaisseur totale de la nappe suivant la durée de pompage. Le forage intercepte l'aquifère sur la totalité de sa hauteur.

Le rabattement de la nappe est étudié suivant les axes principaux d'appel de l'eau. Ces axes sont compris dans un quart de cercle dont les valeurs d'angle sont comprises entre 0° (nord) et 90° (est). L'eau sera appelée par le forage dans une plus faible proportion depuis le quart de cercle dont les valeurs d'angle sont comprises entre 270° (ouest) et 360° (nord). Cet axe est moins propice aux venues d'eau car la nappe s'écoule en sens contraire du gradient hydraulique. En effet, le rabattement généré par le pompage a d'abord pour effet de compenser le gradient hydraulique naturel de la nappe vers l'aval, puis d'inverser le gradient hydraulique et par voie de conséquence le sens d'écoulement de nappe. Ainsi, le front de la zone d'appel du forage progresse plus lentement vers l'aval que vers l'amont de la nappe.

Aucun des six sondages réalisés sur le secteur d'Uxeloup a fait l'objet d'un essai de pompage. Les caractéristiques hydrodynamiques locales n'ont pas été mesurées et demeurent inconnues. Nous retiendrons donc les grandeurs usuelles prises pour les milieux alluvionnaires :

- un coefficient d'emménagement : 0,10 (soit 10%)
- une épaisseur de la nappe (e) : 4,5 m
- une perméabilité (K) : 0,002 m/s
- une transmissivité (K x e) : 0,009 m²/s

Les scénarios d'irrigation retenus

- cas 1 : un pompage de 13 heures à 60 m³/h
- cas 2 : un pompage en continu durant 7 jours à 60 m³/h
- cas 3 : un pompage en continu durant 30 jours à 60 m³/h

Une durée de 13 heures est retenue car le forage fonctionnera le plus souvent en alternance avec le pompage dans le canal. Le prélèvement dans le canal aura lieu la nuit de 19h à 8h du matin, tandis que le forage fonctionnera en journée durant les heures d'interdiction de pompage dans le canal. Il se peut aussi que le forage fonctionne en continu durant plusieurs jours de suite en cas de défaillance sur le canal. Une durée de pompage en continu de 30 jours est un grand maximum.

Les résultats de la simulation hydrogéologie

La portée du pompage dans la nappe alluvionnaire de la Loire est de :

- 170 m après 13 heures de fonctionnement,
- 250 m après 24 heures,
- 600 m au bout de 7 jours,
- 1200 m au bout de 30 jours.

Les résultats détaillés des simulations hydrogéologiques sont présentés en annexe du rapport.

L'extension de la zone d'appel du forage du Prè des joncs et les zones d'appel des forages limitrophes, existants et autorisés, sont dessinés en page ci-après.

La zone d'appel du forage du Prè des joncs atteint les berges de la Loire au bout de 30 jours de pompage en continue.

La zone d'appel du forage du Prè des joncs ne recoupe pas celle des forages voisins.

5.2 Effet des prélèvements sur les autres usages

Le captage pour l'alimentation en eau potable du bord de Loire pour la commune de Luthenay-Uxeloup est situé à 1,2 km au nord du futur forage. Il se situe en dehors de la zone d'appel du futur forage. Le captage AEP se situe à une cinquantaine de mètres de la berge de la Loire. L'eau provient de la Loire et traverse le massif sablo-graveleux qui joue le rôle de filtre.

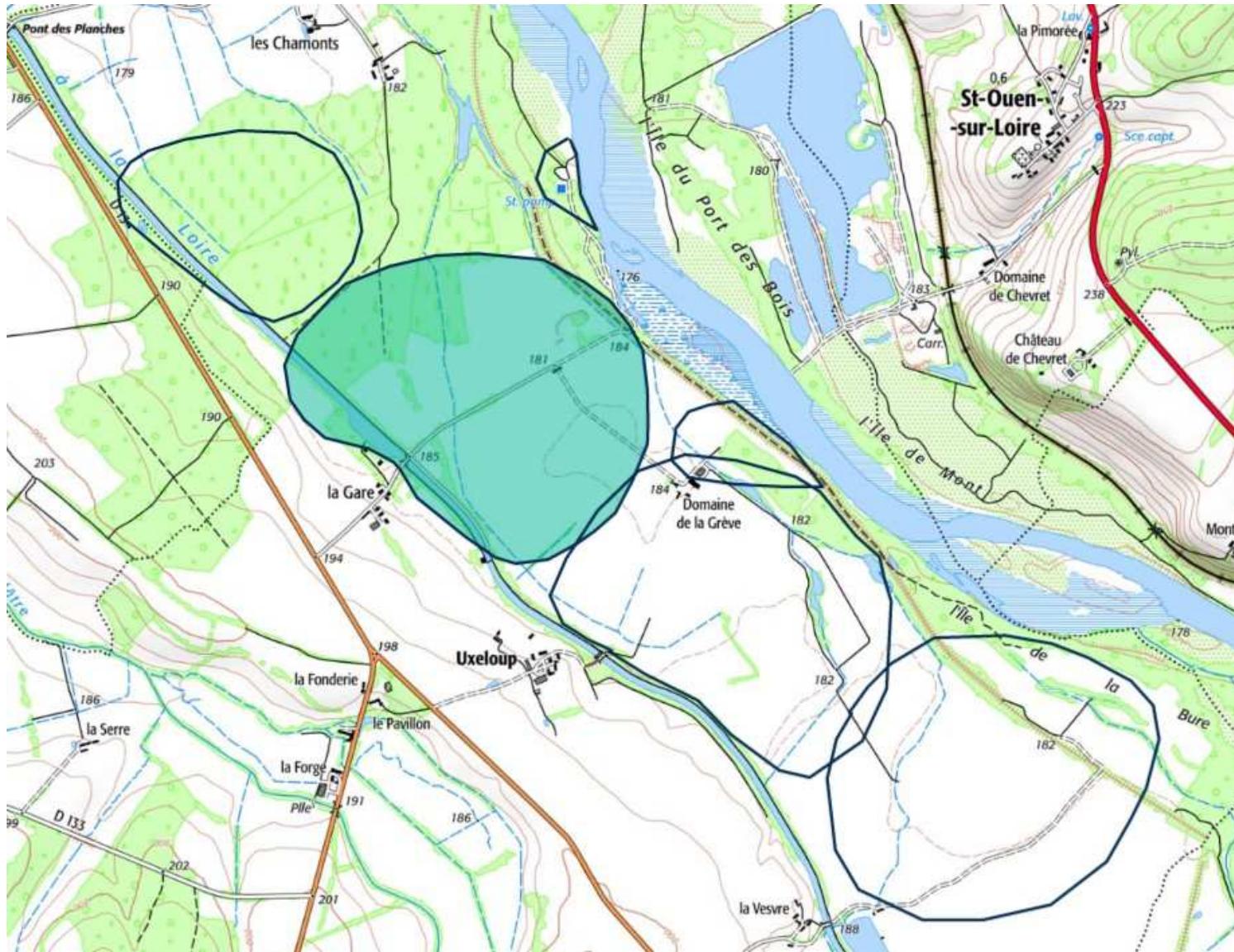
Le forage de la SCEA David Simon à l'est, de la Grève au nord et de l'EARL de Baumgartner à l'ouest ne seront pas impactés car comme l'indique la simulation hydrogéologique présentée ci-avant les zones d'appel des forages ne se recourent pas.



Les puits domestiques de la ferme de l'habitation du lieu-dit de la Gare sera au sein de la zone d'appel du forage. Ce puits sert pour de petits usages domestiques.

Particularité du dossier : Le pétitionnaire prend l'engagement de donner un droit d'eau à Mme MAENHOUT Jeanne Marie de 1 m³/h pendant 8 heures par jour en période de fonctionnement du forage du Pré des joncs.

Les activités de loisir, pêche et canoë, exercées sur la Loire ne sont pas impactées par le futur prélèvement d'eau.

La zone d'appel du forage



-  zone d'appel du futur forage après 30 jours de pompage en continu
-  zone d'appel maximale des forages limitrophes au sein de la nappe de la Loire

5.3 Effet des prélèvements sur la Loire

Le forage du Pré des joncs sollicite l'eau de la nappe de la Loire. Une partie de l'eau de la nappe ne s'écoule plus vers la Loire. Une inversion temporaire du gradient hydraulique de la Loire entre le coteau et les berges du fleuve conduit indirectement à appeler de l'eau de la rivière.

Les incidences sur la Loire se mesurent comme suit :

<i>forages</i>	débit	% QMNA5	volume	% volume utile Villerest
le futur forage	60 m ³ /h	0,08 %	40 000 m ³	0,03 %

QMNA5 : débit moyen annuel sec de récurrence 5 ans : 21 m³/s

Volume utile du barrage de Villerest : 128,7 millions de m³

A titre indicatif, le débit du forage du Pré des joncs représente 0,08 % du QMNA5 de la Loire à Nevers. Cette valeur est extrêmement faible, montrant ainsi une incidence directe sur le débit du fleuve extrêmement réduite. Le nouveau forage n'est pas de nature à lui seul à remettre en cause l'équilibre hydrologique existant.

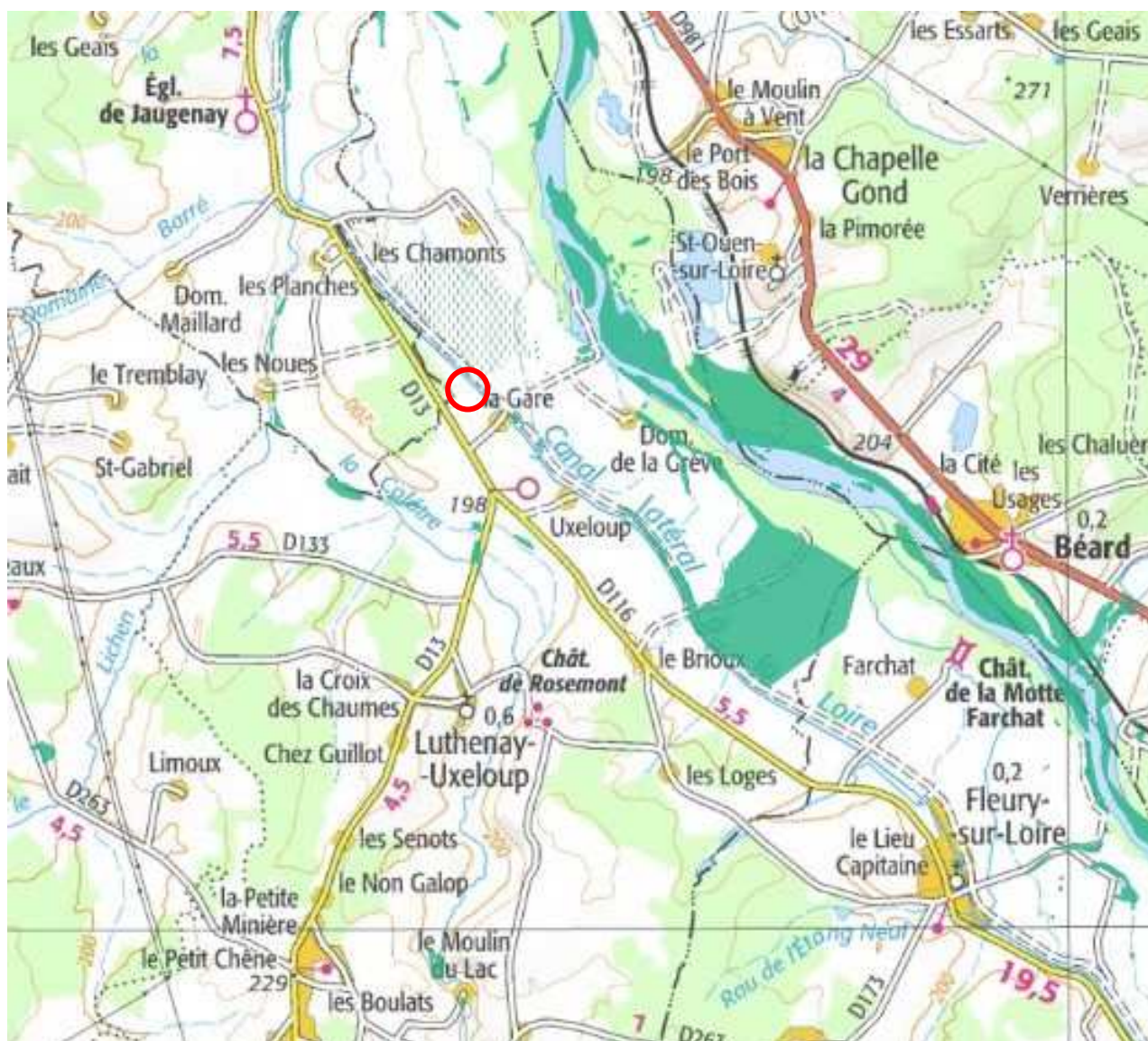
Les effets cumulés des forages seront traités lors de la demande annuelle collective.

5.4 Effet des prélèvements sur les zones humides

Les prairies humides de la vallée de la Loire font l'objet d'un excès d'eau hivernal causé par la nature argileuse à argilo-sableuse compacte du sol. L'origine de l'eau en excès est pluviale. Il s'agit d'une hydromorphie de surface sans lien avec la nappe alluviale, située à 2 ou 3 m sous la surface du sol. Le futur forage est donc sans incidence sur les prairies humides.

La zone d'appel du forage du Pré des joncs est traversée par un petit ru. Ce ru est en lien avec la nappe alluviale de la Loire uniquement en période de hautes eaux (hiver). Aux autres périodes de l'année, le ru est déconnecté de la nappe dont le toit est 0,5 à 1 m sous le fond du lit du ruisseau.

Carte de situation des zones humides



Chapitre 6^{ème}

Compatibilité réglementaire du projet

synthèse de la compatibilité réglementaire du projet

compatibilité avec le SDAGE Loire-Bretagne

compatibilité avec le SAGE

compatibilité avec la directive nitrates

compatibilité avec les zones humides

protection contre le risque d'inondation

risques technologiques

incidence sur les zonages de protection des habitats naturels

éviter – réduire – compenser

6.1. Synthèse de la compatibilité réglementaire du projet

Document de préservation des écosystèmes		Conditions de comptabilité
PLU	Plan local d'urbanisme	Le document d'urbanisme n'interdit pas la création de forage.
PGRI	Plan de gestion des risques d'inondation	Le forage est situé au sein d'une zone inondable d'aléa fort. La margelle s'élèvera à un mètre au-dessus du terrain naturel.
Directive nitrate	Directives nitrate	<p>Étanchéité de la tête du forage par cimentation et protection anti-intrusion pour empêcher l'introduction de matière azotée.</p> <p>Le sol est épais de plus d'un mètre d'épaisseur et présente une bonne capacité de rétention des nitrates au voisinage du forage.</p>
AEP	Périmètre de protection des captages d'eau potable : captage d'Uxeloup	L'emplacement du forage est situé à 1,2 km du captage d'eau potable (AEP) d'Uxeloup. La zone d'appel du forage du pré des joncs ne chevauche pas la zone d'appel du captage AEP.
SDAGE LB	Schéma directeur d'aménagement de la gestion de l'eau Loire Bretagne	Vérification de la compatibilité des usages entre eux lors de l'essai de pompage ; gestion économe de l'irrigation grâce au bulletin d'irrigation émis par la Chambre d'Agriculture de la Nièvre ou la réalisation de bilan hydrique adapté à la parcelle et à la culture ; non augmentation des consommations d'eau en conformité avec la mesure 7B5 du SDAGE Loire Bretagne.
SRCE	Schéma régional de cohérence écologique : trame verte et trame bleue	Absence de modifications parcellaires ; cultures conduites en agriculture biologique ; assolement incluant des couvertures de sol permanent et favorables aux insectes pollinisateurs (15 à 20 ha luzerne).

Document de préservation des écosystèmes		Conditions de comptabilité
NATURA 2000	SIC Vallée alluviale de la Loire : SIC FR2600966 ZPS FR2612010	Non atteinte aux objectifs de protection des milieux aquatiques et des espèces inféodés à ces habitats. Les bancs de sables du lit mineur de la Loire sont sous le contrôle du régime hydrologique de la Loire. Les pelouses sèches des bords de Loire ne sont pas impactées. La ripisylve boisée et les petites dépressions humides des bords de la Loire, des francs bords de la Loire ne sont pas impactés.

6.2 Compatibilité avec le SDAGE Loire-Bretagne

Le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 énonce 5 grands principes qui ont été pris en compte dans l'étude d'incidence lorsqu'ils avaient un rapport de près ou de loin avec l'irrigation. Ces 5 objectifs sont les suivants :

1. Protéger les milieux aquatiques et des zones humides : le bon fonctionnement des milieux aquatiques et la préservation des zones humides sont une condition clef du bon état de l'eau. Rétablir la continuité écologique au sein des bassins hydrographiques.
2. Lutter contre les pollutions : toutes les dégradations de la qualité de l'eau en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques sont concernées quelle que soit leur origine. Restaurer la qualité de l'eau.
3. Maîtriser la ressource en eau : la ressource et les prélèvements doivent être équilibrés. Promouvoir une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau. Valoriser l'eau comme ressource économique. Mobiliser, créer et protéger la ressource en eau.
4. Gérer le risque inondation : développer la conscience et la prévention du risque.
5. Gouverner, coordonner, informer : assurer une cohérence entre les politiques.

Les mesures prévues pour les masses d'eau souterraines consistent principalement à :

- Réaliser des études de connaissance (notamment sur les prélèvements effectués)
- Évaluer les volumes globaux prélevables et leurs répartitions spatiales,
- Limiter les prélèvements, initier des économies d'eau, améliorer la qualité des ouvrages de captage, mettre en place des dispositifs de réalimentation de nappe ainsi que des ressources de substitution ou complémentaires,

- Mettre en place des dispositifs de gestion collective et définir les modalités de partage de la ressource en eau.

Le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 énonce 5 grands principes qui ont été pris en compte dans l'étude d'incidence lorsqu'ils avaient un rapport de près ou de loin avec l'irrigation. Ces 5 objectifs sont les suivants :

1. Protéger les milieux aquatiques et des zones humides : le bon fonctionnement des milieux aquatiques et la préservation des zones humides sont une condition clef du bon état de l'eau. Rétablir la continuité écologique au sein des bassins hydrographiques.
2. Lutter contre les pollutions : toutes les dégradations de la qualité de l'eau en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques sont concernées quelle que soit leur origine. Restaurer la qualité de l'eau.
3. Maîtriser la ressource en eau : la ressource et les prélèvements doivent être équilibrés. Promouvoir une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau. Valoriser l'eau comme ressource économique. Mobiliser, créer et protéger la ressource en eau.
4. Gérer le risque inondation : développer la conscience et la prévention du risque.
5. Gouverner, coordonner, informer : assurer une cohérence entre les politiques.

Les mesures prévues pour les masses d'eau souterraines consistent principalement à :

- Réaliser des études de connaissance (notamment sur les prélèvements effectués)
- Évaluer les volumes globaux prélevables et leurs répartitions spatiales,
- Limiter les prélèvements, initier des économies d'eau, améliorer la qualité des ouvrages de captage, mettre en place des dispositifs de réalimentation de nappe ainsi que des ressources de substitution ou complémentaires,
- Mettre en place des dispositifs de gestion collective et définir les modalités de partage de la ressource en eau.

Pour limiter la pression quantitative sur les cours d'eau, les mesures envisagées sont les suivantes :

- Mise en place de structures de concertation entre usagers,
- Amélioration de la gestion par bassin versant, afin de répartir la ressource entre prélèvements actuels et nouveaux prélèvements,
- Amélioration de la connaissance des seuils d'alerte, révision des débits réservés et restriction des usages lors des étiages sévères,
- Création et gestion de dispositifs pour le soutien d'étiage.

Cette étude contribue à apporter la connaissance sur les prélèvements effectués. Elle vise également à préserver localement une gestion équilibrée de la ressource en prenant en compte les besoins du milieu et des usages des tiers.

La mise en œuvre de moyens techniques permettant une optimisation de la conduite de l'irrigation, en gérant les apports d'eau au moyen de l'un réseau de tensiomètres ou en suivant les préconisations des réseaux de surveillance de l'état hydrique des sols, dispensés par l'ADMIEN. Aussi, le dispositif de comptage, le compteur d'eau équipant les forages et la tenue d'un registre des consommations d'eau, contribuent à une gestion rigoureuse des consommations d'eau.

En réponse aux enjeux :

Enjeu 1 - La consommation d'eau envisagée est en adéquation avec les disponibilités de la ressource.

Enjeu 2 - Le prélèvement d'eau ne générera pas de pollution de la ressource en eau.

Enjeu 3 - La commune de Luthenay-Uxeloup n'est pas classée en zone de répartition des eaux (ZRE) par le SDAGE. Le nouveau prélèvement d'eau ne remet pas en cause les équilibres sur la ressource en eau. L'irrigation sera conduite de façon économe vis-à-vis de la ressource en eau.

Mesure 7B5 : L'augmentation des prélèvements d'eau sur l'axe réalimenté de la Loire et de l'Allier n'est pas autorisée, à condition qu'il existe un déficit hydrique 8 années sur 10. Le nombre d'années pour laquelle un débit mensuel est inférieur au DOE (débit d'objectif d'étiage) n'atteint pas cette fréquence au vu de la chronique des débits des 20 ou 40 dernières années. Cependant, la demande d'irrigation actuelle ne constitue pas une augmentation de débit sur l'axe de la Loire.

Le projet respecte le SDAGE Loire-Bretagne

6.3 Compatibilité avec le SAGE

Aucun Schéma d'Aménagement de Gestion de l'eau (SAGE) est constitué sur le secteur.

6.4 Compatibilité avec la directive nitrate

Le projet est situé au sein de la zone vulnérable, au titre de la directive nitrate.

L'exploitant agricole du forage devra réaliser une analyse de la teneur en nitrate et en nitrite de l'eau du forage. Ces valeurs seront décomptées dans le bilan prévisionnel azoté de fertilisation des cultures. Le nombre d'unités apportées par l'irrigation se calcule comme suit :

$$[\text{concentration en nitrate} + \text{concentration en nitrite (mg/l)} / 1000] \times \text{dose d'apport en eau d'irrigation de récurrence biennale (m}^3\text{/ha)} \times \text{efficacité d'apport}$$

L'efficacité des apports d'azote par l'eau d'irrigation est de l'ordre de 90%.

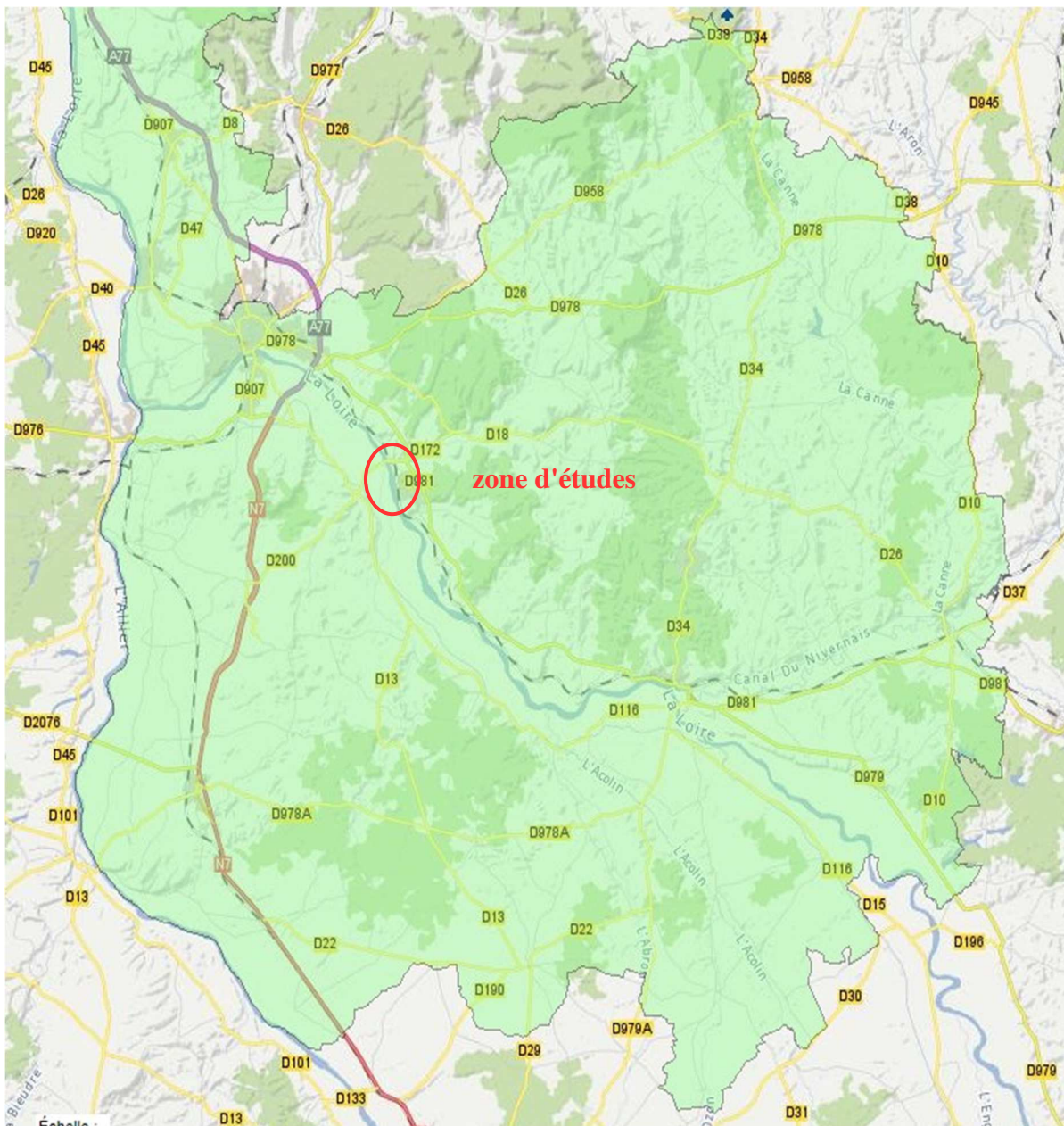
rappel : concentration : mg/litre = g/m³

Les modalités de calcul sont :

- maïs grain : concentration azotée x 1500 x 0,9
- soja : concentration azotée x 1200 x 0,9
- blé tendre, triticales : concentration azotée x 300 x 0,9
- luzerne : pas d'apport

Exemple : 1500 m³/ha à 35 mg/l apporte 52 unités. Le bénéfice pour la culture est de 46 unités pour une efficience azotée de 90% des apports.

Carte de localisation du forage vis-à-vis de la directive nitrates

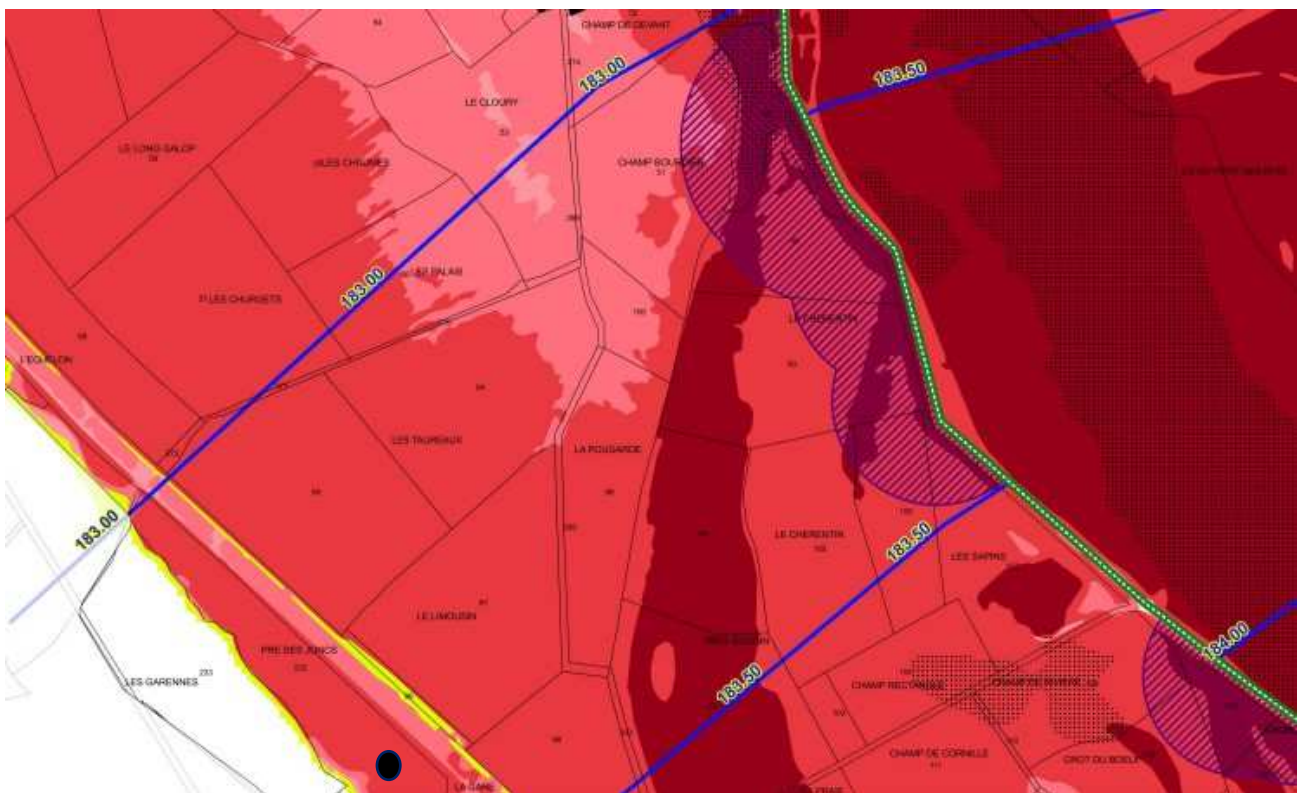


zone verte = zone soumise à la directive nitrates

6.5 Protection contre le risque d'inondation

Le forage du Pré des jons est situé dans la zone inondable de la Loire d'aléa assez fort. La hauteur peut atteindre 1 mètre avec une vitesse de courant très faible car le canal fait barrage à la circulation de l'eau. La tête du forage sera aménagée de façon à être étanche (cimentation de l'espace annulaire). Le coffrage sera surélevé de 1 m par rapport à la cote du terrain naturel pour éviter le déversement d'eau de crue dans le forage, source de contamination de la nappe et de dégradation potentielle de l'ouvrage (sable dégradant la pompe, développement d'algue au sein du massif filtrant du forage).

Carte de l'aléa d'inondation de la vallée de la Loire à Luthenay-Uxeloup



rouge sombre : aléa fort
 rouge : aléa assez fort
 rouge clair : aléa modéré
 jaune : aléa faible
 trait vert : digue latérale à la Loire

Forage du Pré des jons

6.6 Risque technologique

L'anneau en acier entourant le forage protégera le forage des pressions du terrain.

6.7 Incidences sur les zonages de protection des habitats naturels

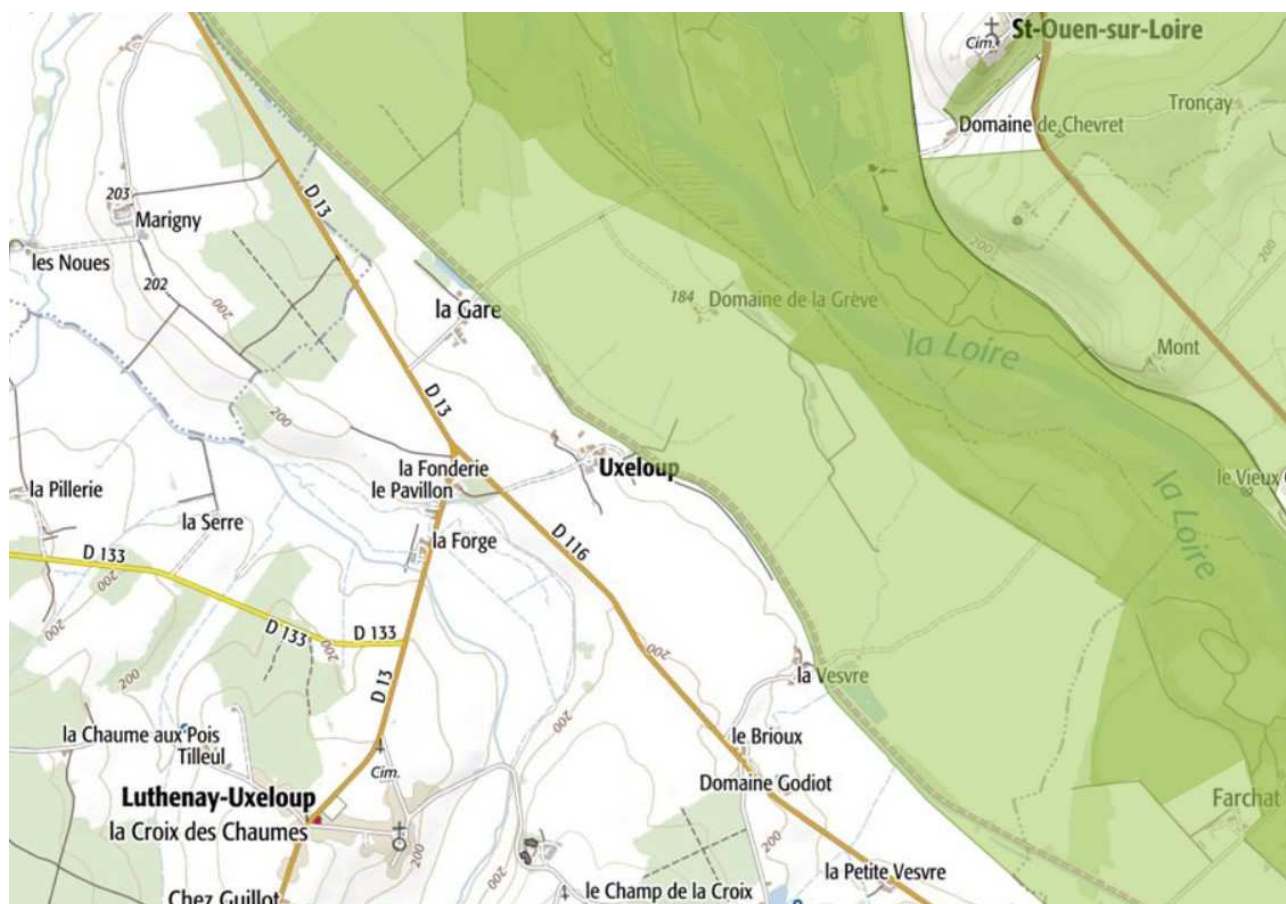
Le point de prélèvement et les parcelles irriguées sont situés en dehors :

- un site d'intérêt communautaire Natura 2000,
- une zone de protection spéciale natura2000,
- un arrêté biotope ou géotope,
- une réserve naturelle, régionale ou nationale.

La ZNIEFF

Le site est situé à proximité d'une ZNIEFF de 2nde catégorie destinée à la protection des oiseaux. Cet sert d'aire d'alimentation et de repos des oiseaux. Le site est situé à un kilomètre d'une ZNIEFF de 1^{er} catégorie, destinée à la préservation d'habitats naturels. Ces zonages de connaissance ont servi à l'établissement des sites NATURA 2000.

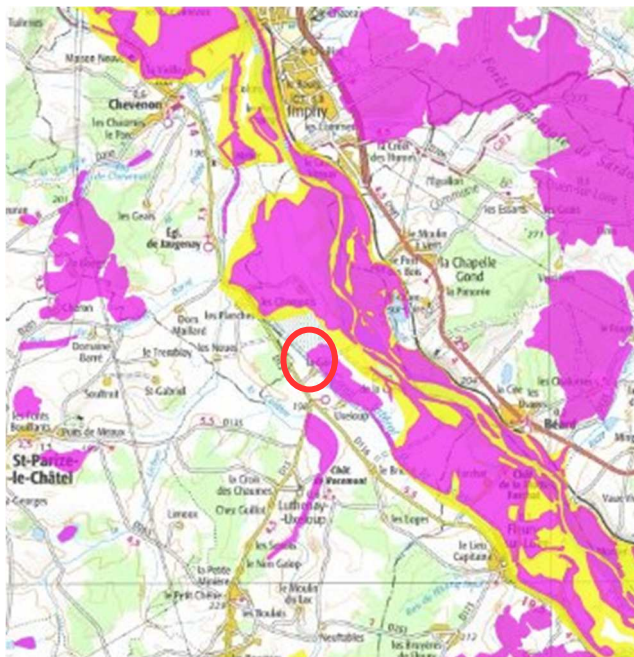
Carte de situation des ZNIEFF



- ZNIEFF de 2nde catégorie
- ZNIEFF de 1^{ère} catégorie

Le schéma régional de cohérence environnementale

Le schéma régional de cohérence environnementale, approuvé le 16 mars 2015, a permis de diagnostiquer les continuités écologiques sur le territoire, dont la trame verte et bleue sont les éléments constitutifs. Ces corridors jouent un rôle essentiel pour le déplacement des espèces animales et végétales. Ils assurent le brassage des populations, permettent aux espèces de migrer en réponse aux évolutions climatiques, etc. Le lit majeur de la Loire constitue un axe de transit pour les espèces et un réservoir de biodiversité grâce à la diversité des habitats : prairie maigre de fauche, culture, prairie humide, ripisylve, pelouse sèche, grève sableuse, mégaphorbiaie hygrophile, bosquet de bois tendre d’aulne et de frênes, bosquet de bois durs.

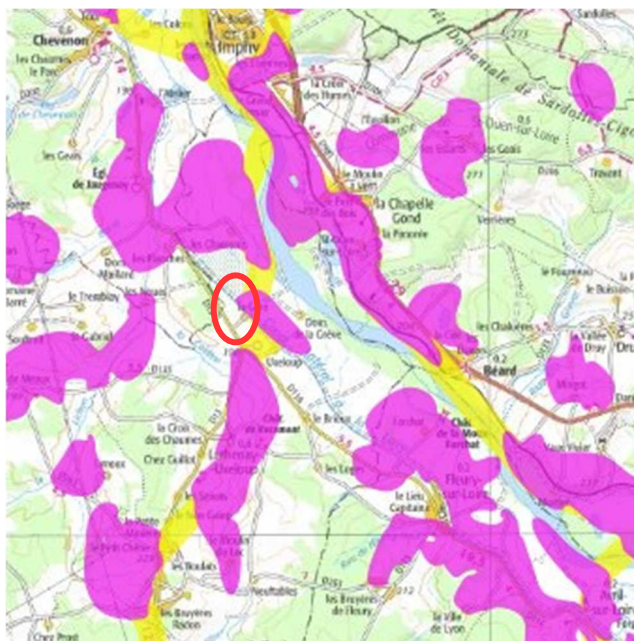


■ carte des milieux humides

Les milieux humides s’entendent ici comme les petits cours d’eau, les fossés, les mares, les prairies et les forêts hydromorphes, la ripisylve de la Loire, les grèves fréquemment inondées.

Le forage du Pré des joncs n’est pas situé au sein d’un milieu humide.

- réservoir de biodiversité
- corridor à préserver assurant la continuité entre les réservoirs.



■ carte des espaces prairiaux et bocagers

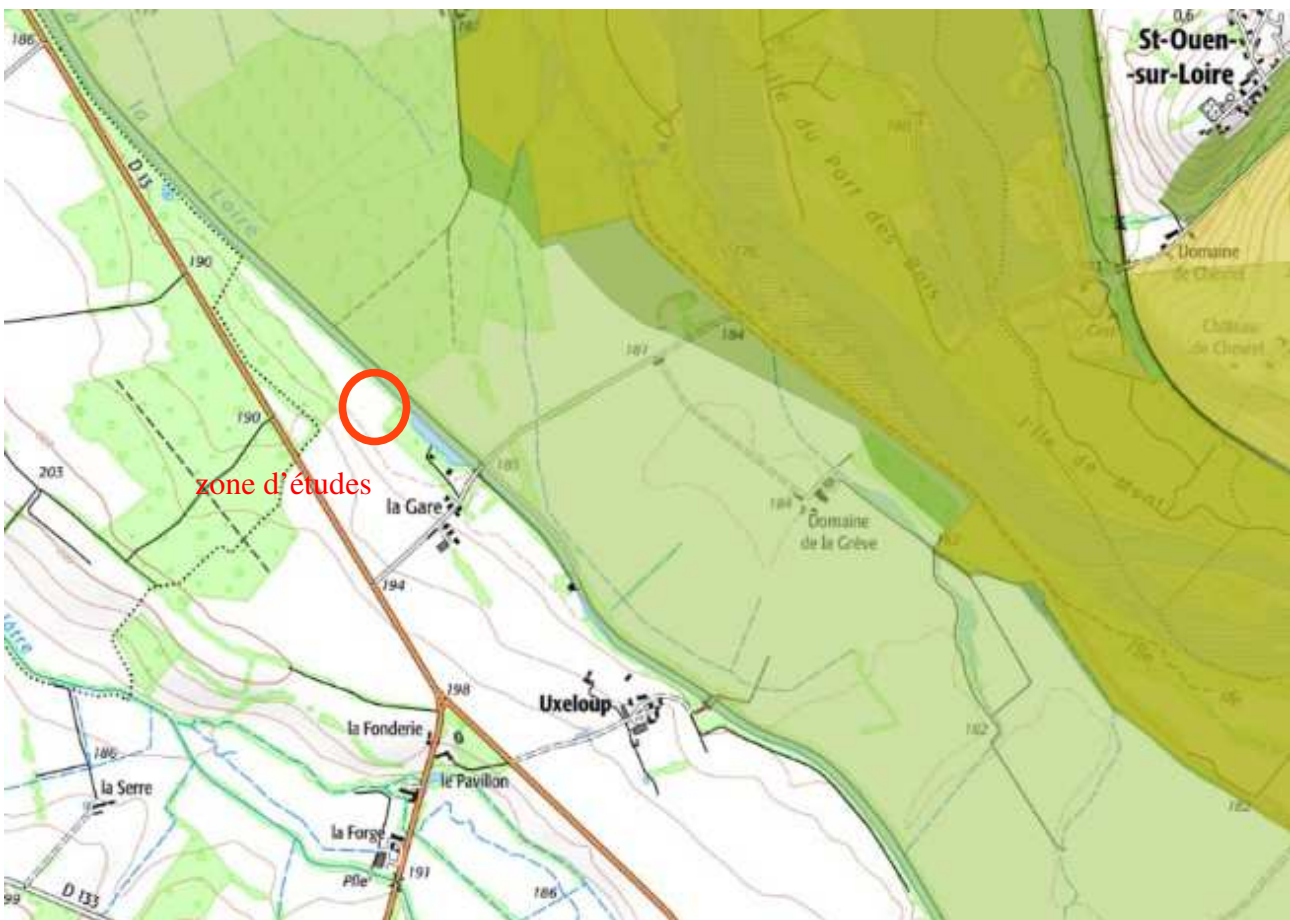
- réservoir de biodiversité
- corridor à préserver assurant la continuité entre les réservoirs.

Le forage du Pré des joncs n’est pas situé au sein d’une prairie.

Les sites Nature 2000

Le forage se situe à un kilomètre du site d'intérêt communautaire de la vallée de la Loire entre Imphy et Decize (SIC FR2600966) et en bordure du site de la vallée de la Loire entre Imphy et Decize (ZPD FR2612010). De l'autre côté de la vallée de la Loire débute le site d'intérêt communautaire « Bocage, Forêts, Milieu humides des Amognes et de la Machine » (SIC FR2601014).

Carte des zonages Natura 2000



Présentation du site et des enjeux écologiques

Ce tronçon de la vallée de la Loire est relativement homogène sur l'ensemble du linéaire, avec une constance de méandres longs à chenal unique. La diversité des milieux induite est intéressante pour les milieux pionniers avec la différenciation de nombreuses grèves mobiles et de falaises d'érosion. A la différence d'autres secteurs de Loire, on relève peu d'îles boisées, de chenaux secondaires et de bras morts récents.

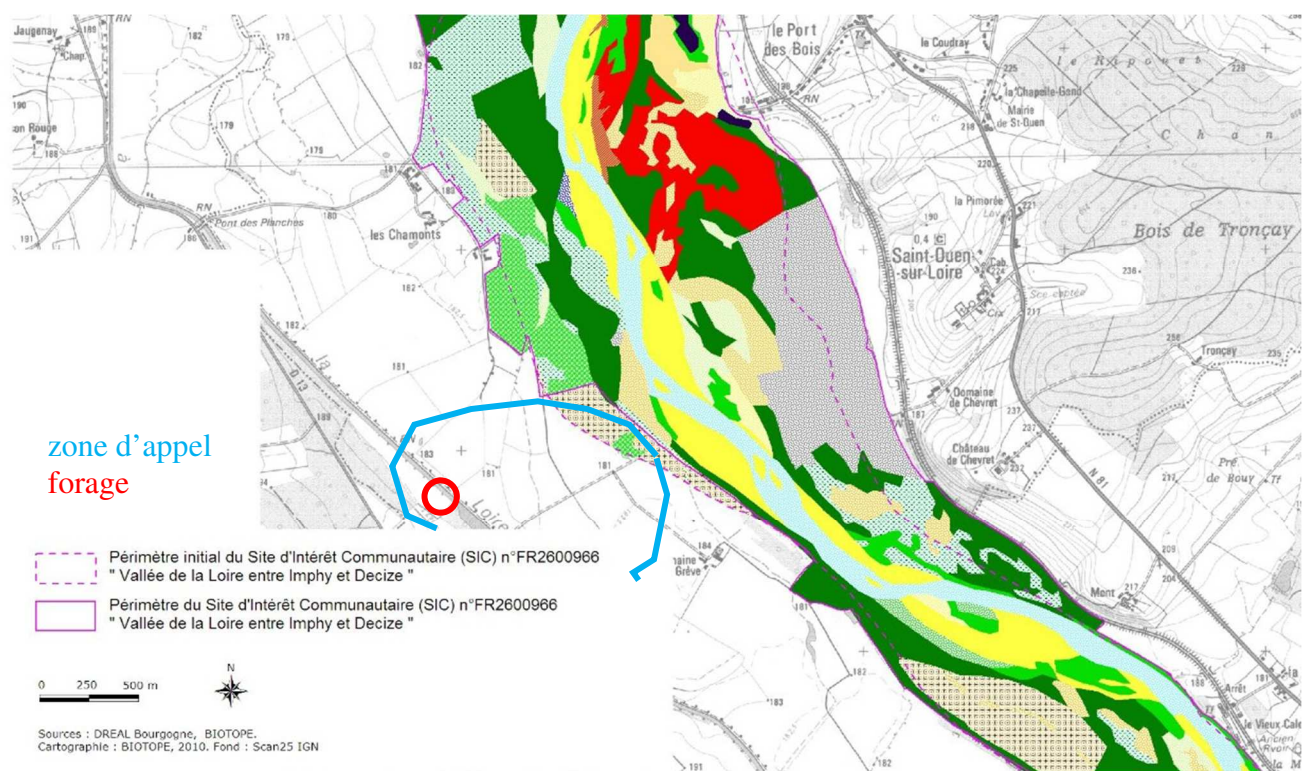
Les différents habitats naturels constituent quatre grands ensembles : les végétations aquatiques et amphibies du bord des eaux, les végétations pionnières des vases et sables exondés, les prairies naturelles et pelouses, la forêt alluviale. Ils sont répartis régulièrement selon un axe transversal à la

Loire, en fonction des conditions d'hydromorphie, de la nature du substrat et de la microtopographie.

Les enjeux environnementaux consistent à maintenir une dynamique hydrologique contrastée (périodes de basses eaux et crues) afin de conserver une dynamique sédimentaire propice au maintien de grèves alluviales. Le second enjeu consiste à maintenir une activité d'élevage extensif pour préserver les prairies xérophiles et mésophiles du bord de Loire.

Les habitats écologiques

Les habitats naturels













légende en page suivante








La zone d'appel du forage du Pré des joncs intercepte le périmètre NATURA2000. L'habitat concerné est une prairie de fauche pauvre en espèces. L'impact du prélèvement d'eau sur la nappe de la Loire est inférieur à un centimètre au niveau de cet habitat. Le niveau d'eau de la Loire et le régime hydrologique du fleuve n'est pas modifié. Le projet n'a pas d'incidence sur cet habitat naturel.

Légende de la carte des habitats




Habitats humides

-  Lit mineur de la Loire (CB : 24.1)
-   Végétations des eaux courantes - Herbiers à renoncules (CB : 24.44 - Natura 2000 : 3260)
-   Végétations des eaux stagnantes dominées par les lentilles d'eau (CB : 22.12 & 22.13 x 22.41 - Natura 2000 : 3150)
-   Grèves sableuses et communautés des grèves exondées avec végétations de l'Helochloion, du Bidention p.p. et du Chenopodion rubri p.p. (CB : 24.31 x 22.32 x 24.52 - Natura 2000 : 3130 x 3270-2)
-   Formations humides à hautes herbes - Mégaphorbiales (CB : 37.71 & 37.72 - Natura 2000 : 6430)
-  Roselières (CB : 53.11 x 53.14 x 53.16 x 53.21)

Habitats sur sables secs

-  Friches herbacées héliophiles des grèves supérieures (CB : 87.2 par défaut)
-   Pelouses pionnières sur sables à Corynephoré blanchâtre (CB : 34.12 - Natura 2000 : 6120*)
-   Pelouses xériques à Fétuque à longues feuilles (CB : 34.34 x 38.1 - Natura 2000 : 6210)
-   Mosaïque de pelouses pionnières et de pelouses xériques (CB : 34.34 x 34.12 - Natura 2000 : 6120* x 6210)
-  Pelouses à Orpins (CB : 34.111)

Habitats prairiaux

-  Prairies humides à sèches à chiendents dominant (CB : 38.1 x 37.2)
-  Prairies fauchées pauvres en espèces (CB : 38.2)
-  Prairies mésophiles pâturées (CB : 38.1)

Fourrés arbustifs

-  Fruticées et landes à genêts colonisant les pelouses et prairies sèches (CB : 31.81 x 31.8411 x 38.1)

Habitats forestiers

-  Saulaies-peupleraies arbustives (CB : 44.12)
-   Saulaies-peupleraies arborescentes (CB : 44.13 - Natura 2000 : 91E0-1*)
-   Forêt alluviale de bois durs - ormaie-frêne-chêne (CB : 44.4 - Natura 2000 : 91F0-3)

Habitats agricoles et sylvicoles

-  Grandes cultures (CB : 82.11)
 -  Plantations de feuillus et/ou résineux (CB : 83.321 x 83.324 x 83.31)
 -  Haies bocagères et alignements d'arbres (CB : 84.1)
-  Habitat d'intérêt communautaire
 -  Habitat d'intérêt communautaire prioritaire

La description des habitats est la suivante :

Grèves et lit mineur de la Loire

La dynamique des eaux de la Loire permet la reproduction de poissons migrateurs tels que le Saumon et la grande Alose et crée chaque année des bancs de sables et des grèves favorables aux oiseaux comme la Sterne naine, la Sterne pierregarin et l'Œdicnème criard. Ce sont des habitats d'intérêt communautaire et des habitats d'espèces.

Cette dynamique latérale du fleuve, relativement forte sur le site Natura 2000, avec un système en méandres encore actif, a pour conséquence la présence de milieux pionniers, dont le substrat est constitué d'alluvions (sables et galets) charriées par le fleuve. La végétation particulière qui s'y développe supporte à la fois les crues printanières et une température très importante en été sur un sol majoritairement dépourvu de végétation. Ces conditions expliquent le développement tardif de la végétation présente de manière éparse sur les grèves exondées.

Selon la granulométrie des alluvions déposées, plusieurs types de milieux naturels peuvent être décrits. À proximité immédiate de la Loire à l'étiage, se trouvent des sols vaso-limoneux où se développent des végétations composées notamment de Chénopodes. Sur un niveau topographique supérieur, s'étendent des friches héliophiles composées d'espèces tolérant chaleur estivale et perturbation annuelle du substrat, comme le Sisymbre officinal. Enfin, dans des zones de transition avec les habitats de pelouses ligériennes, se rencontre une végétation rase riche en Orpins (*Sedum sp.*), un genre botanique qui conserve l'eau dans ses feuilles épaisses : on parle d'espèces succulentes ou de « plantes grasses ».

Pelouses ligériennes

Les pelouses ligériennes constituent des milieux naturels atypiques. Elles doivent leur formation à l'histoire du fleuve Loire et à sa capacité à déplacer son cours dans son lit majeur au fil des ans. Les terrasses sableuses qu'elle laisse dans son déplacement latéral, et notamment à l'intérieur de ses méandres constituent des milieux pionniers, c'est-à-dire vierges de toute végétation. Sur ces milieux arides et secs en été, inondés en hiver, seule une végétation capable de supporter ces conditions difficiles peut se développer. C'est le cas des communautés végétales dominées par le Corynéphore blanchâtre. L'évolution naturelle de ces milieux pionniers tend vers une strate herbacée plus fournie et dominée par une autre graminée : la Fétuque à longues feuilles.

Ces milieux remarquables peuvent être entretenus par le pâturage, car la dynamique naturelle tendrait au développement d'une strate arbustive puis arborée. Toutefois, pour permettre une bonne expression de ces habitats, l'extensivité du pâturage est essentielle afin de ne pas enrichir le sol. Le paysage recherché à proximité du lit mineur de la Loire est ainsi une mosaïque de milieux ouverts et de colonisation arbustive, structure d'habitat favorable à de nombreux insectes d'intérêt communautaire et à l'avifaune nicheuse du site Natura 2000.

Prairies bocagères

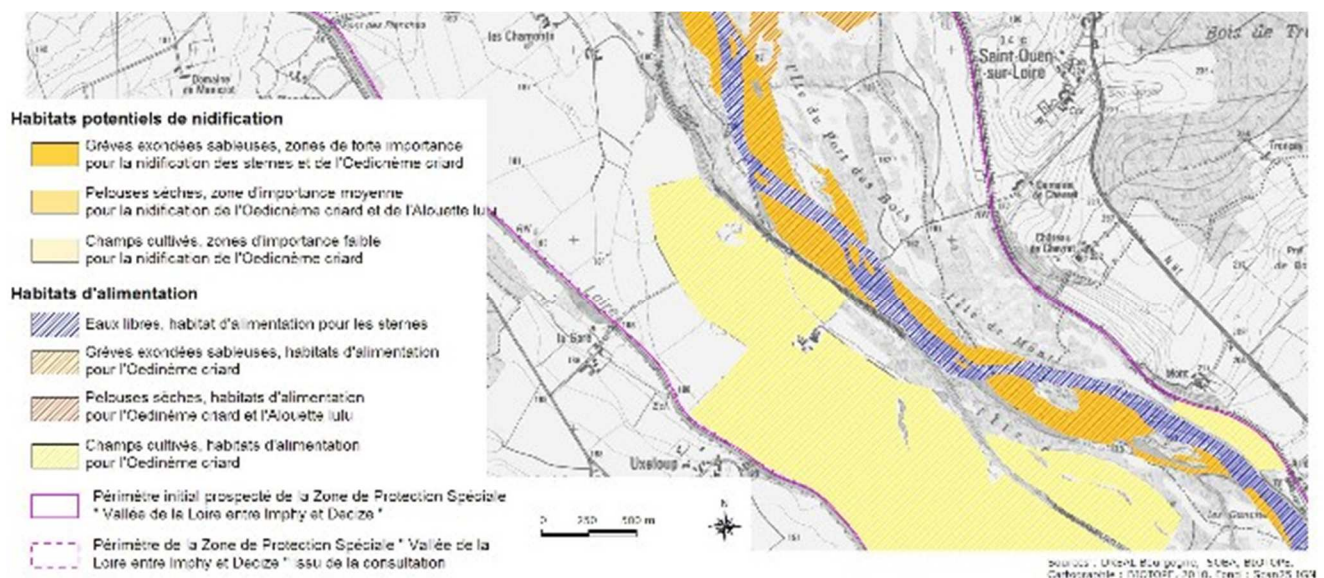
Les prairies ne sont pas un habitat d'intérêt communautaire mais un habitat d'espèces car elles hébergent de nombreux oiseaux (Pie-grièche écorcheur, Cigogne, Milan noir), invertébrés et chauves-souris. Le pâturage extensif permet l'expression d'une diversité floristique de ce milieu bocager.

Forêts alluviales

La forêt de bois durs (chênes, orme, frêne) est de plus en plus rare en raison de maladies telle que la graphiose de l'Orme. C'est pourtant un habitat d'intérêt communautaire utilisé par les oiseaux et les chauves-souris.

Les saulaies composées de Saule blanc et de Peuplier noir sont l'habitat privilégié des castors qui s'en nourrissent et gîtent à proximité.

Les aires de reproduction et d'alimentation des oiseaux



Les champs irrigués ne font pas partis des champs régulièrement fréquentés par l'alimentation de l'oedicnème criard. L'Alouette lulu, les sternes et les cigognes fréquentes les grèves exondées et les pelouses ligériennes. Le projet d'irrigation est donc sans incidence sur le cycle de vie de ces oiseaux.

La migration des poissons

L'axe de la Loire est fréquenté un ensemble de guildes de poissons migrateurs, incluant le saumon d'Atlantique, la truite fario... Le régime hydrologique de la Loire étant inchangé par le prélèvement d'eau du forage du Pré des joncs. Le prélèvement d'eau est sans incidence sur la ressource piscicole de la Loire.

6.9 « Éviter, Réduire et Compenser »

Eviter

L'équipement prévu permet d'éviter la contamination des eaux souterraines.

- La dalle et la cimentation de l'espace annulaire permettent d'éviter tout risque d'infiltration des eaux de surface vers la nappe souterraine via le forage.
- La réhausse de la margelle d'un mètre au-dessus du sol évitent en cas de fortes pluies et de crues tout déversement des eaux de ruissellement dans la nappe souterraine.
- La conduite des cultures en agriculture biologique écarte tout risque de contamination des eaux par les produits phytosanitaires.

Le forage exploite une seule nappe. Aucun mélange de nappe d'eau souterraine est possible.

Au cours du chantier, les eaux d'exhaure terreuse du forage seront dispersées dans la parcelle agricole. Elles décanteront à la surface du sol qui jouera le rôle de filtre aux éléments terreux. Immédiatement après les travaux de foration, le forage est pompé pendant une à deux heures, ce qui permet de laver le forage : les particules et la colle polymère sont extraites du forage.

Les véhicules ne seront pas parqués sur la zone des travaux en dehors des heures de présence du personnel. Le carburant sera stocké dans le corps de ferme de l'exploitation de la Gare. La réserve de carburant apporté sur site sera contenue dans un réservoir renforcé ou à double coque.

Réduire

Sur le plan quantitatif : aucune augmentation des consommations d'eau est envisagée dans les années à venir. La superficie irrigable et irriguée et la nature de l'assolement est inchangée.

Sur le plan qualitatif : si une pollution de la nappe avait lieu au voisinage du forage du Pré des joncs, ce dernier pourrait servir à extraire par pompage une partie des polluants de la nappe.

Compenser

Sur le plan de la qualité de l'eau, aucune compensation est proposée car la création du forage ne perturbe pas la qualité de l'eau de la nappe.

Sur le plan quantitatif : aucune augmentation des consommations d'eau est envisagée. Il n'y a donc pas d'augmentation de la pression globale de prélèvement sur la ressource en eau. A l'échelon local, le prélèvement d'eau dans le canal a moins d'incidence local car le forage car l'eau provient pour partie des lachure d'eau de Villerest.

Quelques compensations sont à signaler par des effets positifs sur la qualité de l'air : le gain de productivité libère de l'oxygène par la photosynthèse et capte du CO2.

Annexes

Glossaire géologique

Éléments constitutifs du forage

Courbes caractéristiques de pompe 6 pouces

Simulations du rabattement de la nappe

Formulaire simplifié Natura 2000 (document libre)

Glossaire des termes géologiques

Termes géologiques

holocène	période géologique de -10000 ans à aujourd'hui
schéma structural	organisation du réseau de failles
sobranite	argile non gonflante

Termes hydrogéologiques

résistivité	la résistance d'une solution à transmettre un courant électrique. La valeur est inversement proportionnelle à la concentration en ions d'une eau.
Th (ou dh)	titre hydrométrique : concentration en calcium et en magnésium. Une eau dure est une eau ayant une charge élevée en calcium et en magnésium.
TAC	titre alcalinométrique complet : concentration en ion hydroxyle, de bicarbonate et carbonate d'une eau
rabattement	la baisse de niveau d'eau dans le forage induit par le pompage
emmagasinement	la part d'eau stocké dans la porosité du matériau et prélevable par pompage
perméabilité	la distance parcourue par le flux d'eau pendant un temps donné (analogue de la vitesse)
transmissivité	la perméabilité horizontale multipliée par la hauteur d'eau de la nappe
diffusivité	le ratio transmissivité sur emmagasinement.
zone d'appel	l'étendue géographique d'où provient l'eau, c.a.d. la zone géographique où le pompage dans le forage exerce une diminution de pression de l'eau au sein d'une nappe captive ou une diminution du niveau d'eau au sein d'une nappe libre.

Éléments constitutifs du forage

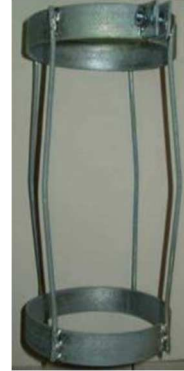
tube plein à raccord vissé



crépine PVC forage



centreur



bouchon de fond



bouchon provisoire de tête



tube acier de protection



pompe immergée



Tête de forage équipé



dalle ciment et capot étanche



Exemple de plages d'utilisation d'une pompe immergée 6"

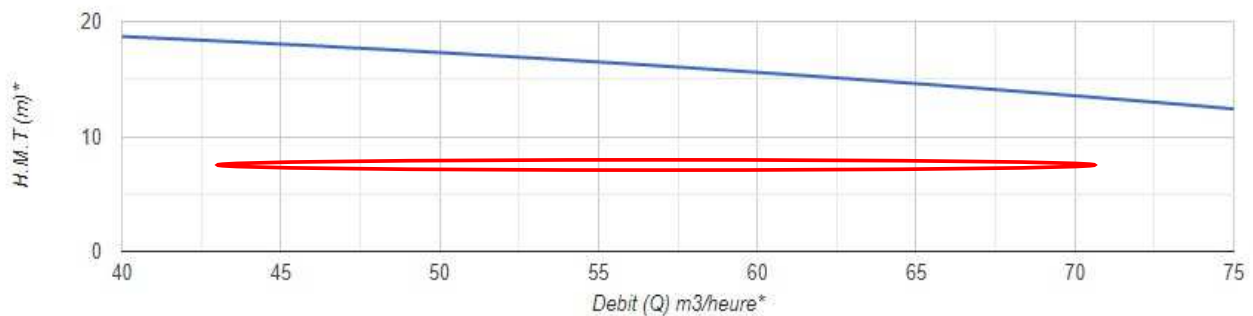
La pompe retenue sera une pompe avec un nombre d'étages important au vu du débit de fonctionnement et de la grande hauteur d'eau à remonter.

Les exemples qui suivent ne sont pas exhaustifs. Il existe de nombreux fabricant de pompe : Jelly, Panelli, KSB, Lowara, Casperi, Caprara, Grundfos, Wells pomp, etc.

Courbe caractéristique des pompes EBARRA

pompe EBARA 6BHE64-2

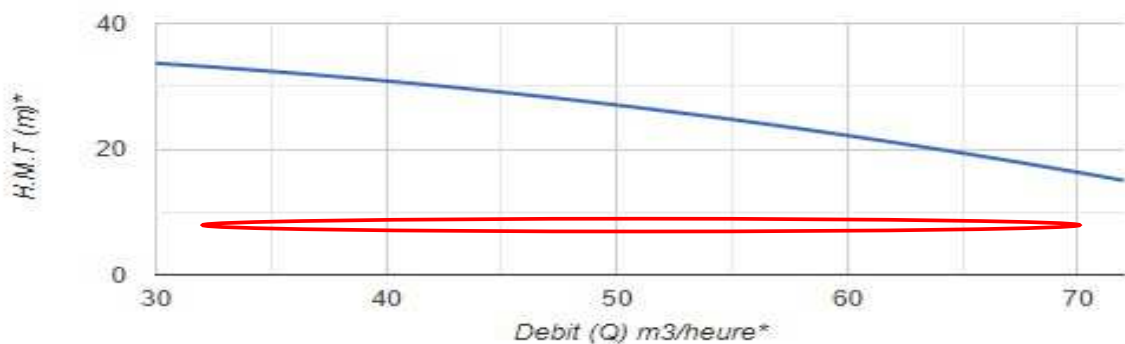
Cette pompe pour une installation à 8 m de profondeur fournit 40 à 75 m³/h, avec une pression de sortie de forage de 1 à 1,5 bars.



Courbe caractéristique des pompes LOWARA

pompe LOWARA Z660-03

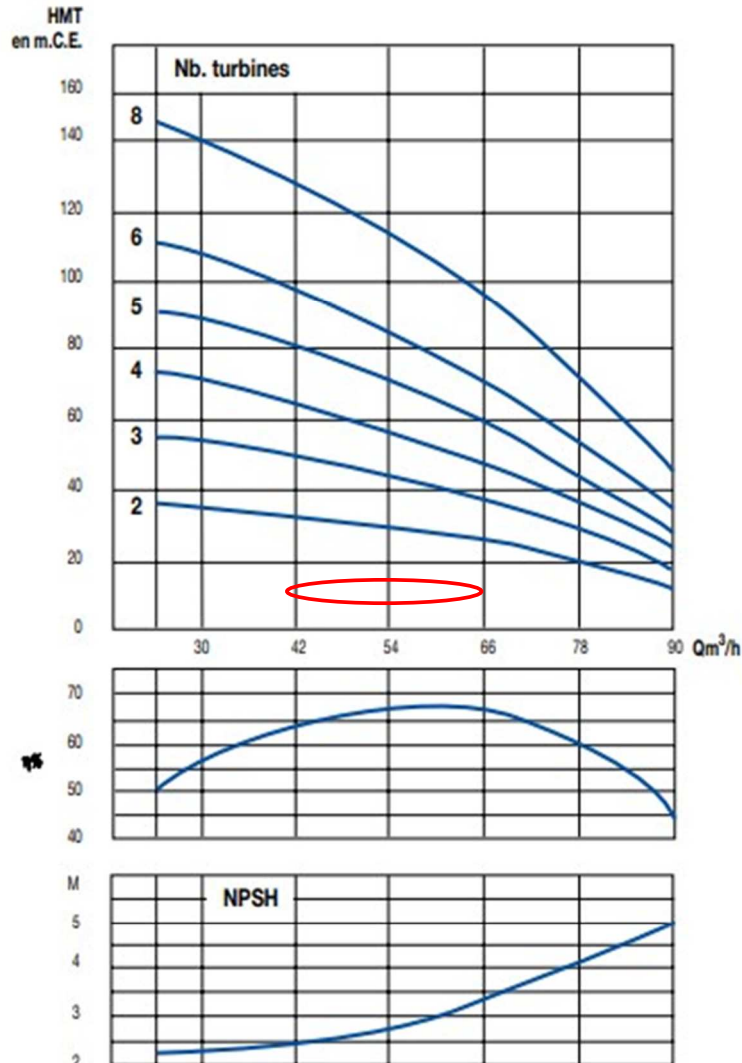
Cette pompe pour une installation à 8 m de profondeur fournit 35 à 70 m³/h, avec une pression de sortie de forage de 1 à 2,2 bars.



Courbe caractéristique des pompes JETTLY

pompe JETTLY 2

Cette pompe pour une installation à 8 m de profondeur débite 60 m³/h, avec une pression en sortie de forage de 3,5 bars. Le domaine de fonctionnement de la pompe est compris entre 40 et 70 m³/h. En sous et sur régime, le régime énergétique est dégradé.

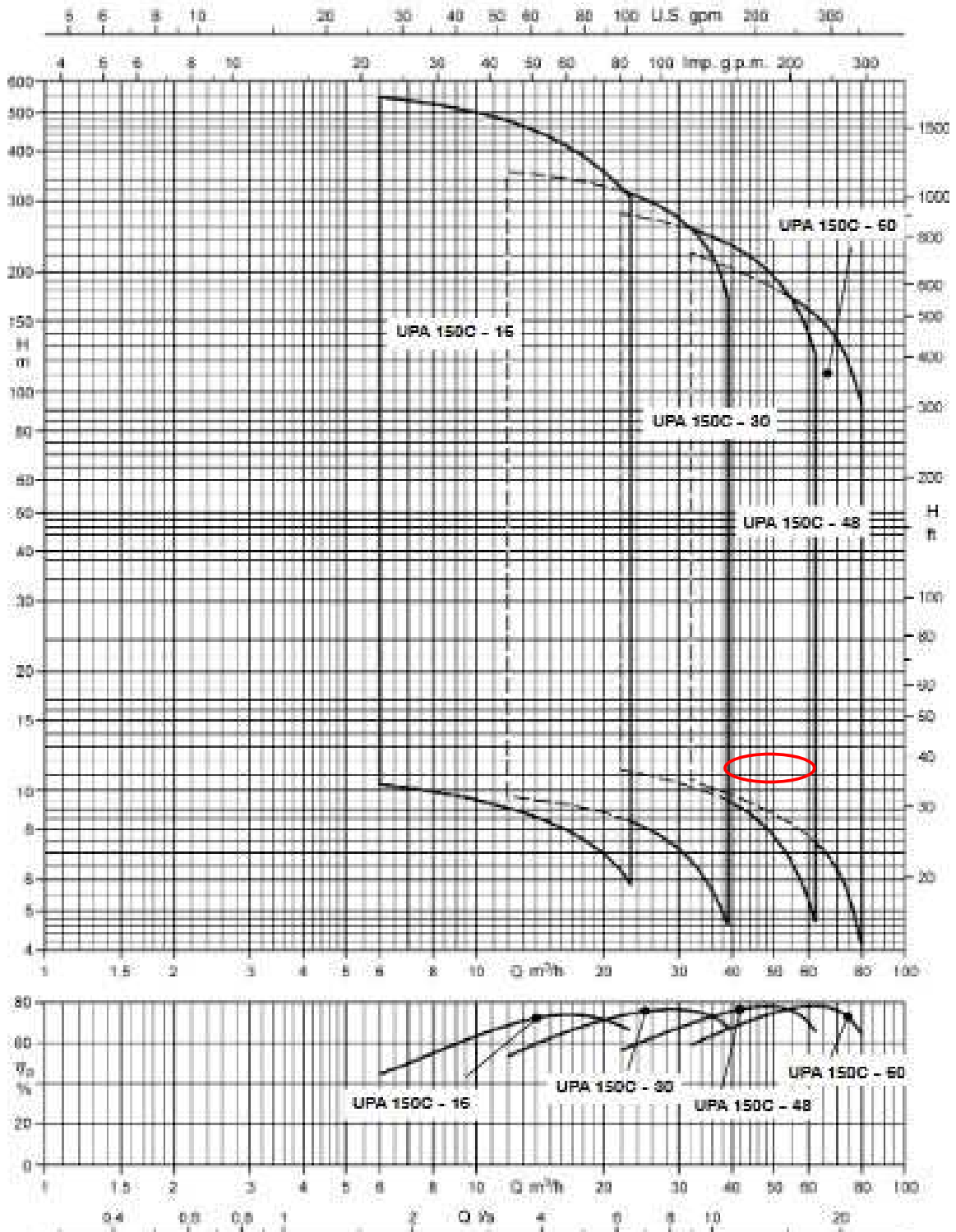


Type	Code	Caractéristiques électriques			Caractéristiques hydrauliques (à 2800 tr/min)								
		Tension V 50 Hz	P Nominale kW	Ampères A	Q m³/h	30	36	42	48	60	72	84	90
2/1500	155005	3 - 400	7,5	16,5	H (m)	36	35	33	32	27	22	16	11
3/1500	155015	3 - 400	11	22,7		54	52	50	47	41	32	23	17
4/1500	155025	3 - 400	15	32		72	68	65	62	54	43	30	23
5/1500	155035	3 - 400	18,5	40		89	85	82	77	67	54	38	28
6/1500	155045	3 - 400	22	47		107	103	98	93	80	65	46	35
8/1500	155055	3 - 400	30	64,1		141	136	130	123	107	85	60	45

Courbe caractéristique des pompes KSB

pompe KSB UPA150C-48

Cette pompe pour une installation à 8 m de profondeur débite 40 à 60 m³/h, avec une pression en sortie de forage de 0,5 bar.



Simulation des rabattements de la nappe

AXE SUD EST

CALCUL DES RABATTEMENTS INDUITS PAR LE POMPAGE AU SEIN DES ALLUVIONS DE LA LOIRE

>> *Modélisation mathématique : Formule de Theis-Jacob*

Calcul du rabattement (s) en mètre

sur 13 heures

Q (m3/s)	0.017	60 m ³ /h
S (%)	0.10	
K (m/s)	0.002	
e (m)	4.50	
T mini (m2/s)	0.009	
Durée (s)	46800	13 heures
Coeff. (m)	0.147	

r	u	W(u)	s	s total
mètre			mètre	mètre
50	1.48E-01	1.474	0.22	0.22
100	5.94E-01	0.460	0.07	0.07
150	1.34E+00	0.122	0.02	0.02
170	1.72E+00	0.053	0.01	0.01
200	2.37E+00	0.000	0.00	0.00

Rayon d'action de 170 m

Légende : Q : débit de pompage, S : coefficient d'emmagasinement, K : perméabilité, e : épaisseur de l'aquifère exploitée, T : transmissivité, durée : durée de pompage

Calcul du rabattement (s) en mètre

sur 7 jours en continu

Q (m3/s)	0.017	60 m ³ /h
S (%)	0.10	
K (m/s)	0.002	
e (m)	4.50	
T mini (m2/s)	0.009	
Durée (s)	604800	7 jours
Coeff. (m)	0.147	

r	u	W(u)	s	s total
mètre			mètre	mètre
50	1.15E-02	3.901	0.57	0.57
100	4.59E-02	2.549	0.38	0.38
150	1.03E-01	1.793	0.26	0.26
200	1.84E-01	1.293	0.19	0.19
300	4.13E-01	0.680	0.10	0.10
400	7.35E-01	0.350	0.05	0.05
500	1.15E+00	0.169	0.02	0.02
600	1.65E+00	0.063	0.01	0.01

Rayon d'action de 600 m

Calcul du rabattement (s) en mètre

sur 30 jours de pompage en continu

Q (m3/s)	0.017	60 m ³ /h
S (%)	0.10	
K (m/s)	0.002	
e (m)	4.50	
T mini (m2/s)	0.009	
Durée (s)	2592000	30 jours
Coeff. (m)	0.147	

r	u	W(u)	s	s total
mètre			mètre	mètre
50	2.68E-03	5.348	0.79	0.79
100	1.07E-02	3.969	0.58	0.58
150	2.41E-02	3.172	0.47	0.47
200	4.29E-02	2.615	0.39	0.39
300	9.65E-02	1.856	0.27	0.27
500	2.68E-01	0.991	0.15	0.15
700	5.25E-01	0.530	0.08	0.08
900	8.68E-01	0.274	0.04	0.04
1100	1.30E+00	0.131	0.02	0.02
1200	1.54E+00	0.082	0.01	0.01

Rayon d'action de 1200 m