



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 :

SCEA DU CROT DE SAVIGNY

le Crot de Savigny

58000 SERMOISE-SUR-LOIRE

à l'intention du service instructeur :

DDT DE LA NIEVRE

NOVEMBRE 2021

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
- diagnostique 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

coordonnées

Mr VAUTIER Arnaud

mail : terrenis.etude@yahoo.fr

tel. : 06 49 09 96 96

TABLE DES MATIERES

Avant propos	1
Chapitre 1^{er} : le projet de prélèvement d'eau	2
Le pétitionnaire	3
Finalité du projet	3
Localisation du forage	4
Réglementation propre à la création de forage	4
Réglementation propre au prélèvement d'eau	6
Réglementation propre au forage et à son usage	7
Les obligations réglementaires de tout exploitant d'un point de pompage	8
Le point de prélèvement d'eau	8
Chapitre 2nd : le milieu naturel	10
Contexte géologique	11
Contexte hydrogéologique	15
Contexte hydrologique	15
Chapitre 3^{ème} : préconisations techniques du forage	20
La conception du forage	21
Les essais de pompage	24
L'analyse de l'eau de la nappe	26
La condamnation du forage existant	27
Les travaux de forage	27
Chapitre 4^{ème} : consommation d'eau	28
L'assolement cultural irrigué	29
La nature des sols	30
La carte des types de sol	36
La carte de la réserve en eau du sol	37
Les consommations d'eau annuelles	38
Le débit d'équipement	39
La durée d'irrigation	40
Le schéma du réseau d'irrigation envisagé	41

Chapitre 5^{ème} : incidences hydrologiques quantitatives	42
Effet des prélèvement d'eau sur la nappe alluviale de la Loire.....	43
Effet des prélèvements sur la Loire	48
Effet des prélèvements sur les milieux humides	48
Effet des prélèvements sur les autres usagers de l'eau	49
Chapitre 6^{ème} : compatibilité réglementaire du projet	36
Synthèse de la compatibilité réglementaire du projet	37
Compatibilité avec le SDAGE Loire-Bretagne	38
Compatibilité avec le SAGE	39
Compatibilité avec la directive nitrate	39
Compatibilité avec les zones humides	40
Protection contre le risque inondation	41
Risque technologique.....	41
Incidence sur les zonages de protection des habitats naturels	42
Eviter-Réduire-Compenser	46
ANNEXES	48
Glossaire des termes géologiques	49
Éléments constitutifs d'un forage	50
Courbes caractéristiques débit-HMT de pompe 8"	51
Simulation des rabattements de nappe.....	54
Extrait du décret n°2006-880 du 17 juillet 2006	60
Extrait du SDAGE Loire Bretagne	62
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 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 étudiées lors d'une étude antérieure permettant d'ajuster l'irrigation au sol de la parcelle. Ainsi, les consommations d'eau sont bien évaluées et l'exploitant dispose des informations nécessaires pour ajuster le pilotage de l'irrigation à la nature des sols.

La compréhension des incidences nécessitent de connaître les caractéristiques du prélèvement (la consommation d'eau aux différentes périodes et le débit d'usage). L'estimation des volumes d'eau consommés englobent un ensemble de facteurs : la météorologie, la réserve en eau des sols des parcelles irriguées, l'assolement du parcellaire irrigué. Le calcul du débit d'équipement nécessite de connaître le matériel d'irrigation utilisé et la géométrie du parcellaire irrigué.

Le point de prélèvement est localisé au sein de la nappe des calcaires jurassiques. 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 point de prélèvement

la réglementation propre au forage

la réglementation propre au prélèvement d'eau

la réglementation propre au forage et à son usage

les obligations réglementaires du préleveur d'eau

1.1 Le pétitionnaire

société SCEA DU CROT DE SAVIGNY
SIRET 301 862 975 000 10
gérant Mme BARTOSIAK Aline
adresse Le Crot de Savigny

Le pétitionnaire sera le propriétaire et l'exploitant du forage.

1.2. La finalité du projet

La SCEA du Crot de Savigny est une exploitation agricole de polyculture élevage, comprenant 155 ha de cultures et x ha de prairies pour l'élevage d'un troupeau de bovins charolais. L'exploitation irrigue depuis plusieurs dizaines d'années au moyen d'un prélèvement d'eau au sein de l'étang du Crot de Savigny. Cette prise d'eau d'une puissance de 180 m³/h alimente un pivot de 83 hectares. Les consommations d'eau annuelles s'élèvent à 250 000 m³/h au maximum. Sous le pivot, une monoculture de maïs est conduite. Une fuite d'étanchéité du canal latérale à la Loire se déverse dans le ru du Crot de Savigny. Cette fuite est très importante. Son débit a été estimé à 0,15 m³/s (soit 500 m³/h) lors de la dernière tentative de colmatage au printemps 2020. Par deux reprises, la cimentation du fond et des parois du canal n'ont pas permis de stopper la fuite.

Le souhait de créer un forage vise à moyen terme de disposer d'une ressource en eau complémentaire afin de sécuriser l'activité d'irrigation existante sur l'exploitation. L'exploitant souhaite disposer d'un prélèvement de 90 m³/h dans la nappe de la Loire.

1.3. Le point de prélèvement d'eau

Deux emplacements de forage ont été retenus, mais un seul emplacement sera retenu.

LES QUARTELES

ZC16 le Pré de Savigny à Sermoise-sur-Loire
N 715 902,0 - E 6 651 785,8 - 176,3 m

FRGG047 alluvions de la Loire du massif central

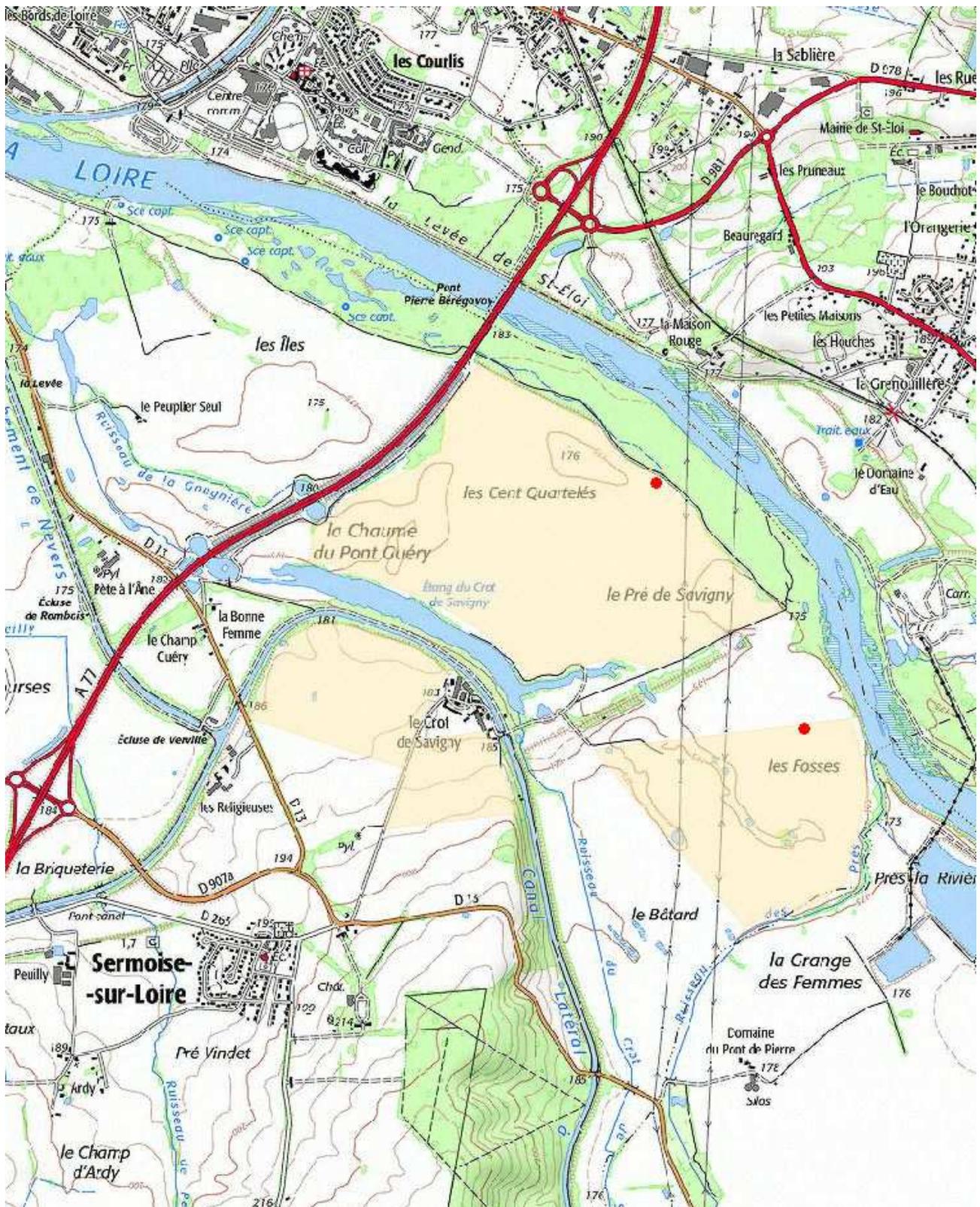
LES FOSSES

ZC4 les Fosses à Sermoise-sur-Loire
N 716 310,5 - E 6 651 070,9 - 176,4 m
(*lambert93*)

L'emplacement du forage les Quartelés se situe en bordure d'une parcelle de culture et de la bande forestière rivulaire du bord de Loire.

L'emplacement du forage les Fosses se situe sur une limite parcellaire, entre une prairie et une culture.

Carte de situation du projet



- emplacement du forage
- parcellaire irrigable

Les forages n'étant pas destinés à l'alimentation d'eau humaine ou l'irrigation de cultures maraîchères, l'épandage de matières organiques (y comprise les effluents d'installation classée) peut être épandue jusqu'à 5 m des forages, comme tout point d'eau (cours d'eau, mare, etc). Il est conseillé d'éviter le stockage de matières organiques fermentescibles à moins de 35 mètres du forage. Cette distance de sécurité est obligatoire pour des cultures maraîchères.

Vue de l'emplacement du forage les Quartelés



Le forage se situe à 980 m de l'étang du Crot de Savigny et à 615 m du gour le plus proche.

○ périmètre de 35 m autour du forage – stockage de matière organique déconseillée.

Vue de l'emplacement du forage les Quartelés



1.4 Nomenclature 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,
- le décret n°2006-881 du 17 juillet 2006, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration.

La loi sur l'eau et le code de l'environnement rappellent 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 code de l'environnement précisent 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. »

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. »

1.5 La nomenclature 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 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,
- la **rubrique 1.1.2.0 du décret n°2006-881 du 17 juillet 2006**, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration

Rubrique : 1.1.2.0

« Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé :

1° Le volume total prélevé est supérieur ou égal à 200 000 m³ : demande de prélèvement d'eau soumise à régime d'autorisation,

2° Le volume total prélevé est supérieur à 10 000 m³, mais inférieure à 200 000 m³ : demande de prélèvement d'eau soumise à régime de déclaration. »

A cet égard, la demande de prélèvement est ici soumise au régime de déclaration.

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 s'entourera généralement d'avis auprès des autres services de l'état, tels que l'Agence Française de la 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.

Attention, cette autorisation ne remplace pas la demande annuelle de prélèvement d'eau conduite par l'ADMIEN. 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.

1.6 La nomenclature 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 suivant la fin des travaux, le déclarant communique au Préfet, en deux exemplaires, un rapport de fin des travaux. »

1.7 Les obligations réglementaires de tout exploitant d'un point de pompage

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).

Adresse de la direction départementale des territoires :

DDT service police de l'eau 24, rue Charles Roy 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).

Chapitre 2nd

le milieu naturel

le contexte géologique

le contexte hydrogéologique

le contexte hydrologique

2.1 Le contexte géologique

Le recoupement des informations géologiques fourni par la carte géologique au 1/50000^{ème} du BRGM d'une part et par les descriptions de forage inventoriées sur cette portion de la vallée de la Loire d'autre part laissent présumer de l'organisation géologique suivante à l'emplacement des futurs forages.

Haut* m	Bas* m	Epaisseur m	Altitude* m NGF	Formation géologique	Etage géologique
0	1	1	175	sol argilo-limoneuse ou sablo-limoneuse	Holocène [FZ]
1	2	1	174	alluvion sableuse	Holocène [FZ]
2	9	7	167	alluvion sablo-graveleuse	Holocène [FZ]
9	40	31	143	argile grise bleue	Toarcien [I7-9]

* 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 alluvions de la Loire sont épaisses de 5 à 10 mètres sur cette portion de la vallée. Des sondages de reconnaissance le long de la deux fois deux voies depuis le coteau jusqu'en bord de Loire ont mis en évidence une épaisseur de 4 à 6 mètres d'alluvions. Les deux premiers mètres sous la surface du sol sont argileux et les deux mètres de la base des alluvions sont fortement graveleuses. Vers la Loire, l'épaisseur des alluvions croît pour atteindre 9 m. Les alluvions sont des sables grossiers et des graviers siliceux. La charge en gravier est légèrement plus forte vers la profondeur. Le forage du Cent Quartelés et les gravières en amont confirment ce diagnostic.

Les alluvions de Loire reposent sur une argile ou une marne argileuse, gris bleue, dont l'épaisseur est de 25 à 40 mètres. Plus en profondeur, des marnes beiges avec quelques intercalations calcaires lui succèdent.

Le schéma structural géologique indique des failles principales d'orientation nord-sud affectant l'ensemble argileux et marno-calcaire, sous-jacent aux alluvions de la Loire. Deux failles semblent passer au niveau du Crot de Savigny. Ces failles ne semblent pas jouer un rôle dans la circulation de l'eau.

Carte géologique du secteur d'Uxeloup

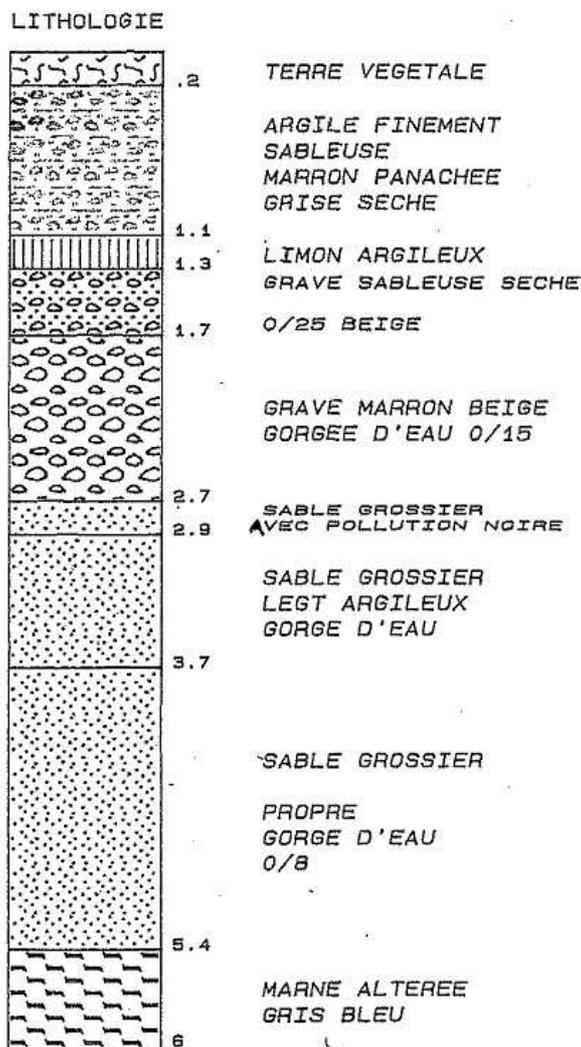


échelle : 1/50000^{ème}

Légende

j2	calcaire	17-9	argile gris bleue
j1b	calcaire et marne	Fx	Alluvions sableuses grossières des basses terrasses alluviales
19-j1a	calcaire argileux	Fy-z	Alluvions sableuses actuelles
—	failles		

Relevé géologique du forage BSS001LTXR le long de la 2 fois deux voies



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 sableuses et sablo-graveleuses 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 7 mètres suivant l'épaisseur des alluvions. Les débits rencontrés sont de 60 à 90 m³/h.

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). Les teneurs en fer et en manganèse de l'eau sont légèrement supérieures à celles des autres nappes de la région.

2.3. Le contexte hydrologique

La Loire

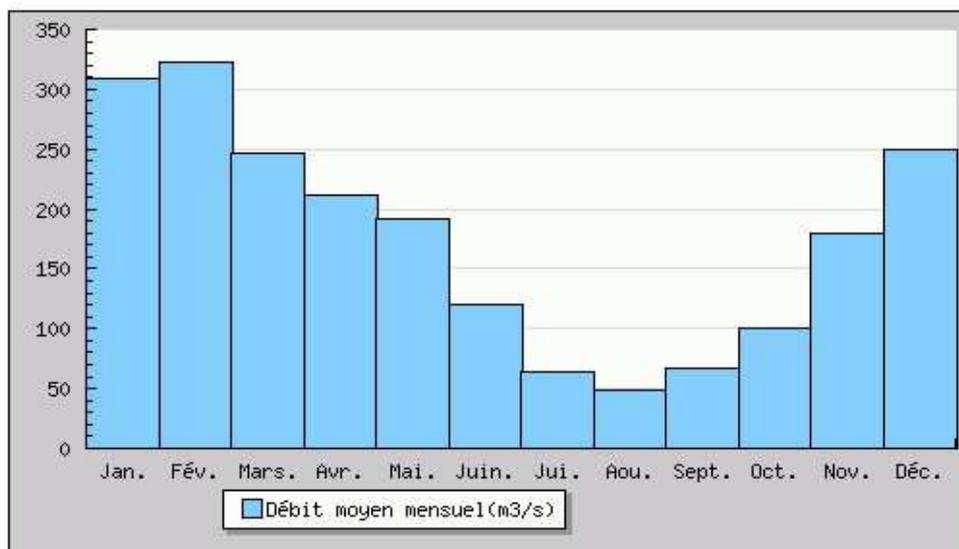
Le régime de la Loire est fortement influencé par le barrage de Villerest. En période d'étiage, de juillet à la fin du mois d'octobre, le débit supplémentaire fourni par le barrage est de l'ordre de 9 à 10 m³/s. La mobilisation complète des réserves en eau du barrage de Villerest (110 millions de m³) pour un soutien d'étiage durant 6 mois fournit 7 m³/s (soit 25200 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 nodale 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 très prudente des réserves en eau du barrage en juillet puisque les valeurs d'août et de septembre sont au double de la valeur seuil (confère le tableau des débits mensuels de la Loire).

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 #

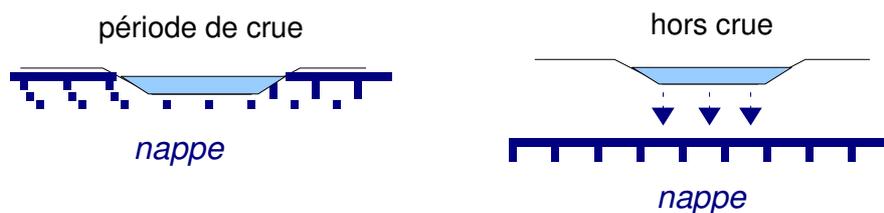
Qsp : débit spécifiques



Le débit spécifique d'étiage de la Loire est faible (3 l/s/km^2) car sur les $17\,560 \text{ km}^2$ 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 $17\,560 \text{ km}^2$ 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/km^2 .

Les petits rus parcourant la vallée de la Loire

Le ru du Crot de Savigny est alimenté par les eaux de ruissellement du bassin versant de Villecourt et des portions argileuses de la vallée de la Loire, telles que sur le tronçon amont longeant le canal latéral de la Loire. De façon plus exceptionnelle, le ru draine les eaux de la nappe en période de très hautes eaux et de crues.



Deux petits sillons dirigés dans le sens de la vallée et ponctués de mares sont présent sur le secteur d'étude. Ces petits sillons collectent les eaux de ressuyage du sol ne s'infiltrant pas vers la nappe dans leur environnement proche. Les mares s'assèchent au début de l'été. Encaissé de 1 à 1,5 m dans l'axe du sillon, l'écart altitudinale est de l'ordre de 2 à 2,5 m sous la surface topographique. Les mares les plus « creuses » atteignent le toit de la nappe alluvial en période de hautes eaux.

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	#	83.41	#
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	35.38	#	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	89.38	#	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		67.97		142.50		102.99	
2002 - 03	55.90		42.56		37.02	#	65.37		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		68.56	
2008 - 09	292.07		122.69		54.01		76.98		89.81		431.76	
2009 - 10	55.82		46.79		33.88		43.63		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		43.66		33.73		76.38	
2012 - 13	176.67		90.60		39.21		57.80		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		26.94		25.99		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		23.55		75.04	
2019 - 20	37.76		29.04		27.64		35.15		64.97		185.96	
2020 - 21	101.89		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 (m ³ /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

2.1. La conception du forage

Le sondage de reconnaissance

La réalisation d'un forage de reconnaissance est délicate à réaliser car il y a un risque réel d'effondrement du forage lors de l'alésage. Nous recommandons de forer directement dans le diamètre définitif.

Le forage d'exploitation

La création du forage d'eau suit les étapes suivantes :

- forage au rotary ou à la tarière et installation du tube acier jusqu'à 2,5 m sous la surface du sol
- poursuite du forage au rotary
- installation du massif de graviers
- soufflage à l'air comprimé 20 bars du forage durant 1h30 pour nettoyer le forage
- essai de pompage durant 2 heures
- cimentation de l'espace annulaire de la tête du forage et réalisation de la dalle en béton
- capot hermétique réalisé lors de la mise en place de la pompe et de la tuyauterie

Au cours de la création du forage, 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.

Données techniques :

L'eau aspirée au niveau de la pompe ne doit pas repasser de la lumière du tube dans l'espace annulaire rempli de graviers. Ceci aurait pour effet d'accroître le rabattement dans le forage, de diminuer le débit de pompage et générer une abrasion du tubage par des vitesses de transfert de l'eau extrêmement élevées au niveau de la pompe. C'est pourquoi un espacement de 2 cm environs entre la pompe et la paroi interne du forage est préférable.

Une colle polymère sera préparée afin de renforcer la tenue de la paroi du forage. Deux bacs à boue seront réalisés pour injecter de l'eau au démarrage du forage, mélanger le polymère à l'eau du forage et récupérer une partie des boues.

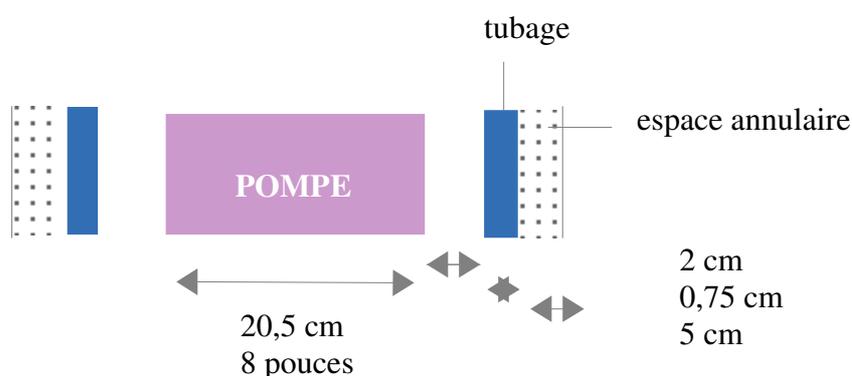
Les 2,5 premiers mètres du forage seront protégés par un tube en acier pour protéger le forage des mouvements de terrain et des racines d'arbres. Ils seront cimentés également pour forcer les eaux de pluie à traverser la couche du sol et du sous-sol non saturé en eau qui joue le rôle de filtre.

La perméabilité des crépines en PVC est de l'ordre de 9 m³/h par mètre linéaire. Une crépine PVC ennoyée sur 6 m de hauteur laisse passer 54 m³/h. Par conséquent, elle freine le transfert de l'eau depuis la nappe vers le forage. Il est ainsi indispensable de recourir à une crépine en acier inoxydable sur une hauteur de 4 mètres. La perméabilité d'une crépine inox est de l'ordre de 25 m³/h par mètre linéaire. 4 m de crépine inox et 2 mètres de crépines PVC laisseront passer 118 m³/h sans accroître les pertes de charge. Le niveau dynamique de l'eau dans le forage ne sera pas inférieure à 5 mètres sous la surface du sol. La hauteur d'eau ennoyée nécessaire est de 6 mètres.

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 a-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.

Le choix du diamètre des tubages et d'alésage du forage suit la configuration géométrique suivante. Le forage pourra être équipé d'une pompe 8 pouces au maximum. A 8 mètres de profondeur, la pompe pourra débiter jusqu'à 120 m³/h suivant le modèle de pompe (voir annexe), ce qui va au-delà des possibilités du forage.

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 a-coups de bélier. Il évite que des arrachements se produisent au niveau de la tête 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.

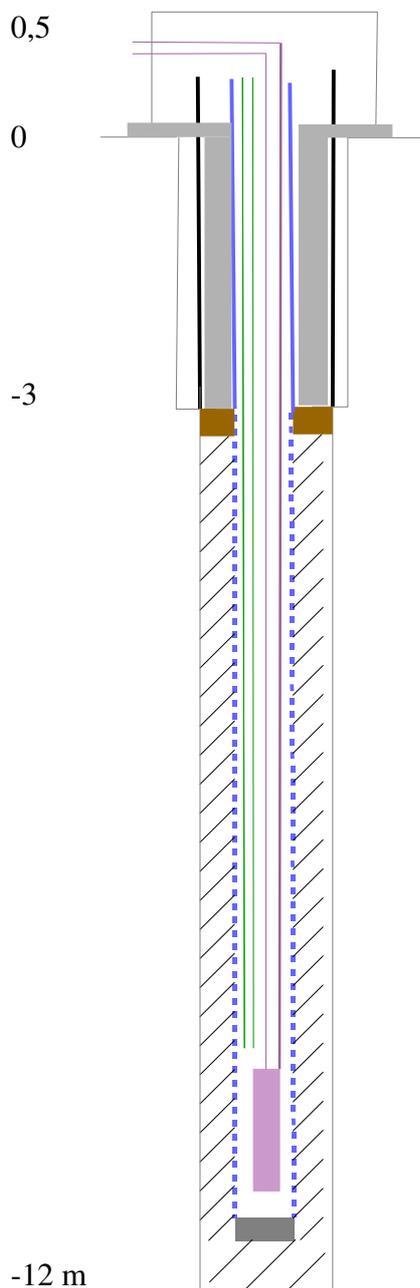
Un coffret fermant à clé autour de la tête du forage ou un espace grillagé clôturé autour du forage protégera le forage de tout risque de dégradation intentionnelle (injection de sables et de graviers visant à détruire la pompe, injection de produits chimiques corrosifs visant à dégrader les équipements d'irrigation, polluants phytosanitaires ou autres substances nuisibles aux cultures).

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

Coupe technique prévisionnelle du forage

Forage conçu pour une pompe de 8 pouces.

La profondeur du forage ne devra pas être inférieure à 12 mètres, pour permettre l'installation d'une crépine inox de 4 mètres de 6 à 10 m de profondeur.

**TETE DE FORAGE de 0,5 à -3 m**

capot hermétique

margelle de 0,5 m au dessus du terrain naturel

dalle cimentée, épaisse de 30 cm, de 3 m² de superficie, centré sur le forage

alésage de 500 mm

anneau en acier de diamètre 400 mm

tube PVC non perforé, renforcé, avec des raccords vissés, de résistance 8 bars, de diamètre intérieur/extérieur 255/280 mm

cimentation des espaces annulaires par injection sous pression d'un laitier de ciment, depuis la base (-3 m)

joint de sobranite à 3 m de profondeur

FORAGE de -3 à -12 m

alésage de 380 mm

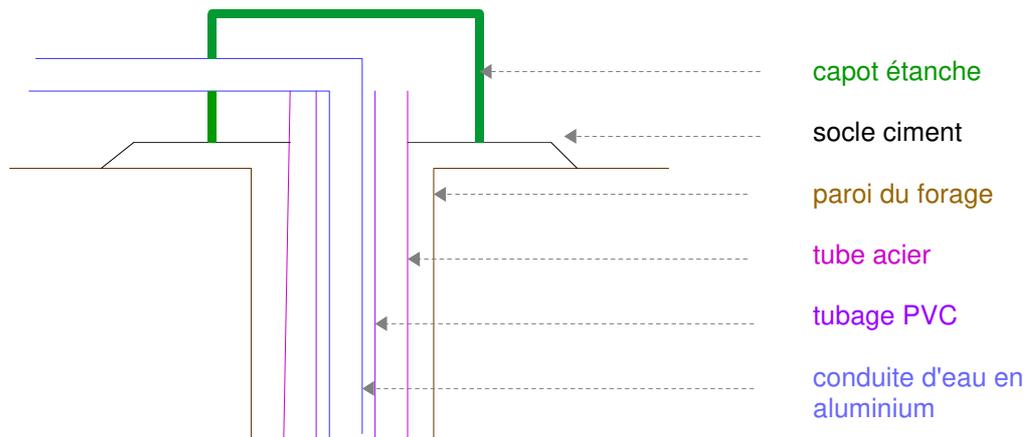
crépine PVC renforcée, avec des raccords vissés, de résistance 8 bars, de diamètre intérieur/extérieur 255/285 mm, avec des fentes larges de 1 mm

crépine inox à fil enroulé ou à nervure retroussée, de maille 1 mm, avec des raccords vissés, de résistance 8 bars, de diamètre intérieur/extérieur 255/285 mm, posé de -6 à -10 m.

remplissage de l'espace annulaire avec 3 m³ de graviers siliceux roulés lavés de granulométrie 2-4 mm

bouchon de fond de forage

Niveau d'eau statistique rencontré entre 2 et 3 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 stockés au siège d'exploitation du Crot de Savigny.

La cuve à fioul amené sur le site sera parquée à une vingtaine de mètres du forage. La cuve répondra aux normes techniques, de type paroi renforcée ou paroi à double coque.

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

1,4 mètres cube de sable et de particules terreuses seront extraits du forage. Ces éléments se mélangeront aux eaux d'exhaure pour former une boue liquide qui s'étalera sur 150 à 200 m² environ autour du forage dans la parcelle agricole. L'épaisseur des dépôts sera de l'ordre du centimètre.

2.2. les essais de pompage

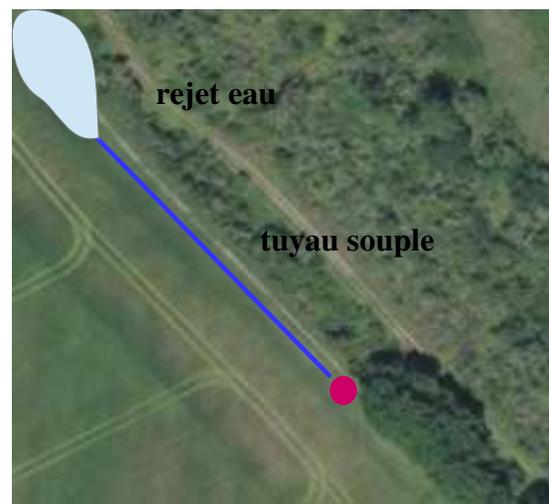
L'essai de forage par paliers successifs de débit croissant est réalisé dans le but de déterminer le débit de fonctionnement de l'ouvrage, les grandeurs hydrodynamiques de la nappe d'eau au voisinage du forage (rabattement et transmissivité). Les paliers enchaînés de débit croissant seront au nombre de 4. 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 48 heures sera réalisée à un débit proche du futur débit d'exploitation. La remontée sera suivie durant 2 heures. A titre indicatif pour un forage dont le débit d'exploitation est de 90 m³/h, les débits des paliers sont de 40, 60, 80 et 100 m³/h et de l'essai longue durée de 90 m³/h. Les enregistrements des mesures de débit et de rabattement seront réalisés tous 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 4 800 m³. Elles seront rejetées dans la prairie ou la culture, à plus de 50 m du forage, en direction de la Loire. L'entreprise de forage devra impérativement se faire confirmer le protocole opératoire des essais par l'hydrogéologue avant le commencement des travaux.

Un suivi piézométrique sera réalisé sur la mare « encaissée » la plus proche du forage si l'emplacement foré est le dorage les fosses. Le suivi consistera à installer une sonde enregistreuse (capteur de pression en eau) avec un enregistrement continu tous les 5 minutes et à procéder à 2 ou 3 mesures manuelles quotidiennes de vérification. Aucun puits ou emplacement naturel permet de faire de suivi piézométrique pour le forage les Quartelés.

Localisation des forages servant au suivi piézométrique



Rejet d'eau des essais de pompage



2.3 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. Le degré d'agressivité de l'eau et la teneur spécifique en fer et manganèse pourront également être mesurés à titre de connaissance et pour quantifier le risque de dégradation du matériel d'irrigation. Vu les volumes d'eau consommés, le seul moyen de rééquilibrer une eau trop agressive est de laisser l'eau à l'aire libre durant quelques jours pour que la pression partielle en oxygène et en dioxyde de carbone s'équilibre et qu'une partie du fer repasse de l'état ferreux à l'état ferrique.

2.4 la condamnation du 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

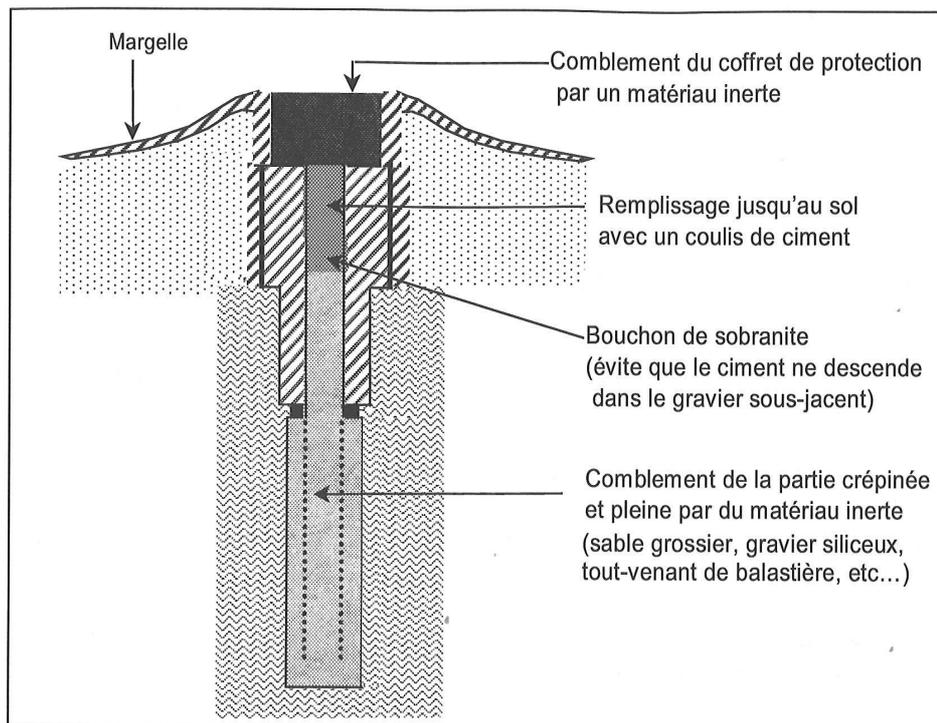


Illustration 04 Exemple d'un forage abandonné comblé par un coulis de ciment

2.5 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'hiver 2021.

Le chantier se déroulera en plusieurs phases :

- la création du forage se déroulera sur 4 jours.
- l'essai de forage se déroulera sur 3 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}

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 : 0,15%. A 50 m du forage, le rabattement est de l'ordre de 35 à 58 cm dans pour une épaisseur de nappe de 6 m. Le rabattement représente donc 6 à 9% de l'épaisseur totale de la nappe suivant la durée de pompage. Le forage intercepte l'aquifère sur la totalité de sa hauteur.

La direction des écoulements de la nappe suit le sens du gradient hydraulique. La nappe de la Loire a un gradient de l'amont vers l'aval, proche de la pente générale de la vallée qui est de 0,16 %. Un gradient existe également entre ses rebords latéraux et l'axe d'écoulement de la rivière. L'intensité de ce gradient varie au cours de l'année, allant jusqu'à s'inverser. A certains moment, la nappe se décharge en s'écoulant du coteau vers la rivière. A contrario, lorsque la Loire est fortement soutenue par le barrage de Villerest ou lorsqu'elle reçoit une crue du bassin amont, le gradient hydraulique s'inverse et la nappe s'écoule de la rivière vers le coteau. Il en résulte que la portée du forage sera moindre vers l'aval de la vallée. L'eau sera en assez grande partie appelée depuis la Loire.

Les caractéristiques hydrodynamiques pour le milieu alluvionnaire local de la Loire :

- un coefficient d'emmagasinement : 0,10 (soit 10%)
- une épaisseur de la nappe (e) : 6 m
- une perméabilité (K) : 0,0010 m/s
- une transmissivité (K x e) : 0,012 m²/s

Les scénarios d'irrigation retenus

- cas 1 : un pompage de 20 heures à 90 m³/h
- cas 2 : un pompage en continu durant 5 jours à 75 m³/h
- cas 3 : un pompage en continu durant 50 jours à 75 m³/h

Un pompage à 90 m³/h durant 20 h par jour avec 4 heures d'arrêt s'apparente à un pompage de 75 m³/h en continu.

Les résultats de la simulation hydrogéologie et leur interprétation

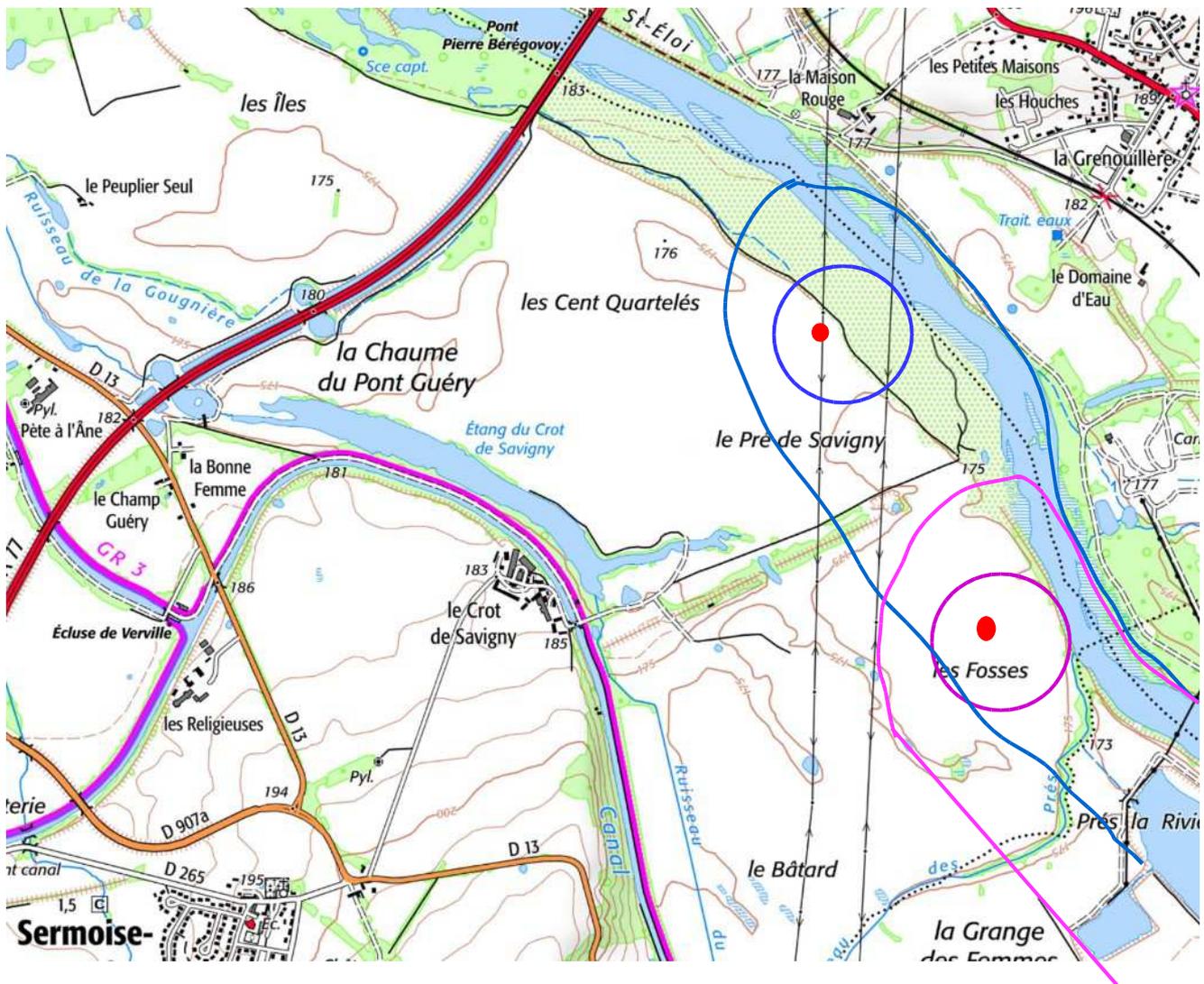
Pour le forage les Quartelés et les Fosses, la portée du pompage dans la nappe alluvionnaire atteindra la Loire dès la première journée de pompage. Une partie assez substantielle de l'eau pompée par le forage viendra de la Loire.

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

Les zones d'appel des forages sont représentées sur les cartes ci-après.

En conclusion, les apports d'eau de la Loire sont négligeables sur le rabattement de la nappe. Des apports directs depuis la Loire interviennent au bout de 16 jours de pompage consécutifs.

Zone d'appel du futur forage et des forages d'irrigation existants



Extension de la zone d'appel au sein des alluvions après 24h de pompage et pour une durée de pompage infinie à 90 m³/h pour le futur forage les Fosses.



Extension de la zone d'appel au sein des alluvions après 24h de pompage et pour une durée de pompage infinie à 90 m³/h pour le futur forage les Quartelés.

L'effet cumulé des prélèvements d'eau sur le tronçon de Nevers à Imphy

4 exploitants prélèvent de l'eau à des fins d'irrigation au sein de ce tronçon et un 5^{ème} exploitant à partir du canal. La SCEA du Crot de Savigny possède un pompage dans le gour du Crot de Savigny qui est connecté à la nappe alluviale. Les 5 forages existants représente une capacité de pompage de 685 m³/h.

5.2 Effet des prélèvements sur la Loire

Aux paragraphes précédents, les simulations hydrogéologiques ont mis en évidence que la zone d'appel du futur forage atteindra la Loire dès la première journée de pompage. La contribution de la Loire est importante.

Les incidences sur la Loire se mesurent comme suit :

<i>forages</i>	débit	% QMNA5	volume	% volume utile Villerest
le futur forage	90 m ³ /h	0,11 %	250 000 m ³	0,18 %
La totalité des pompages en nappe de Loire entre Imphy et Nevers	685 m ³ /h	0,90 %	695 000 m ³	0,54 %

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

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

Le débit cumulé des pompages dans la nappe de la Loire entre Imphy et Nevers représente 0,9 % du QMNA5 de la Loire à Nevers. Leur incidence sur la Loire est assez faible, car il est très rare que la totalité des pompes fonctionnent à leur puissance maximale en même temps.

Le volume prélevé cumulé dans la nappe de la Loire entre Imphy et Nevers représente 0,55 % du volume utile du barrage. Leur incidence sur les réserves en eau du barrage de Villerest est très faible.

Le nouveau forage n'est pas de nature à remettre en cause l'équilibre hydrologique du système alluviale de la Loire.

5.3 Effet des prélèvements sur les zones humides

Le gour du Crot de Savigny n'est pas impacté car il n'est pas inclus au sein de la zone d'appel du forage.

Les mares de la prairie des fosses les plus proches se situent en limite de la zone d'appel, l'incidence du forage aura pour effet d'abaisser leur niveau d'eau de quelques centimètres dans le cas d'un pompage en continue d'une durée supérieure à une semaine.

5.4 Effet des prélèvements sur les autres usages

Le captage pour l'alimentation en eau potable du bord de Loire pour l'agglomération neversoise est situé au nord du future forage. Le périmètre éloigné du captage et la zone d'appel du forage ne se chevauche pas. Le nouveau forage ne perturbera pas l'approvisionnement du champ captant AEP.

L'usage du puits domestique du Crot de Savigny sera inchangé car il exploite des venues d'eau du massif calcaire du versant.

Le nouveau prélèvement d'eau est compatible avec les prélèvements d'irrigation de l'exploitation du GAEC Howald et de la SCEA du Domaine des Pierres. Les zones d'appel de ces forages respectifs ne se chevauchent pas. Ces ouvrages ne s'influenceront pas.

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

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 nitrate

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. Un capot étanche protégera le forage et la nappe du déversement des eaux de crue de la rivière.
Directive nitrate	Directives nitrate	Étanchéité de la tête du forage par cimentation et protection anti-intrusion pour empêcher l'introduction de polluants. Forage situé au sein d'une prairie naturel. Sol de nature argileuse sur 1,5 à 2,5 m.
AEP	Périmètre de protection des captages d'eau potable Captage d'Uxeloup	L'emplacement du forage est situé à 1,6 km du captage d'eau potable (AEP). La zone d'appel du forage 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 lors de l'essai de pompage ; non augmentation des consommations d'eau.
SRCE	Schéma régional de cohérence écologique : trame verte et trame bleue	Absence de modifications parcellaires ; maintien de la prairie ; conservation des haies ; plus forte diversité culturelle au sein des parcelles agricoles.
NATURA 2000	SIC Vallée alluviale de la Loire	Non atteinte aux objectifs de protection des milieux aquatiques et des espèces inféodés à ces habitats.

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.

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 suivant les préconisations des réseaux de surveillance de l'état hydrique des sols, dispensés par la Chambre d'Agriculture. 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 – Ce projet ne génère pas d'augmentation de consommation d'eau vis-à-vis du volume maximal antérieurement consommé de 270 000 m³.

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

Enjeu 3 - La commune de Sermoise-sur-Loire n'est pas classée en zone de répartition des eaux (ZRE) par le SDAGE LB de 2016-2021. La création de nouveaux points de prélèvements d'eau est par conséquent envisageable. Localement, le nouveau prélèvement d'eau ne remet pas en cause les équilibres sur la ressource en eau. En l'absence de nouvelles consommation d'eau, la mesure 7B5 ne s'applique pas.

En conclusion, le projet respecte le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021.

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 exploitées pour le bilan de fertilisation. Le nombre d'unités apportées par l'irrigation se calcule comme suit :

[concentration en nitrate + concentration en nitrite (mg/l) / 1000] x dose d'apport (m³/ha) en eau d'irrigation de récurrence biennale jusqu'au stade végétatif où la culture est capable de l'assimilée

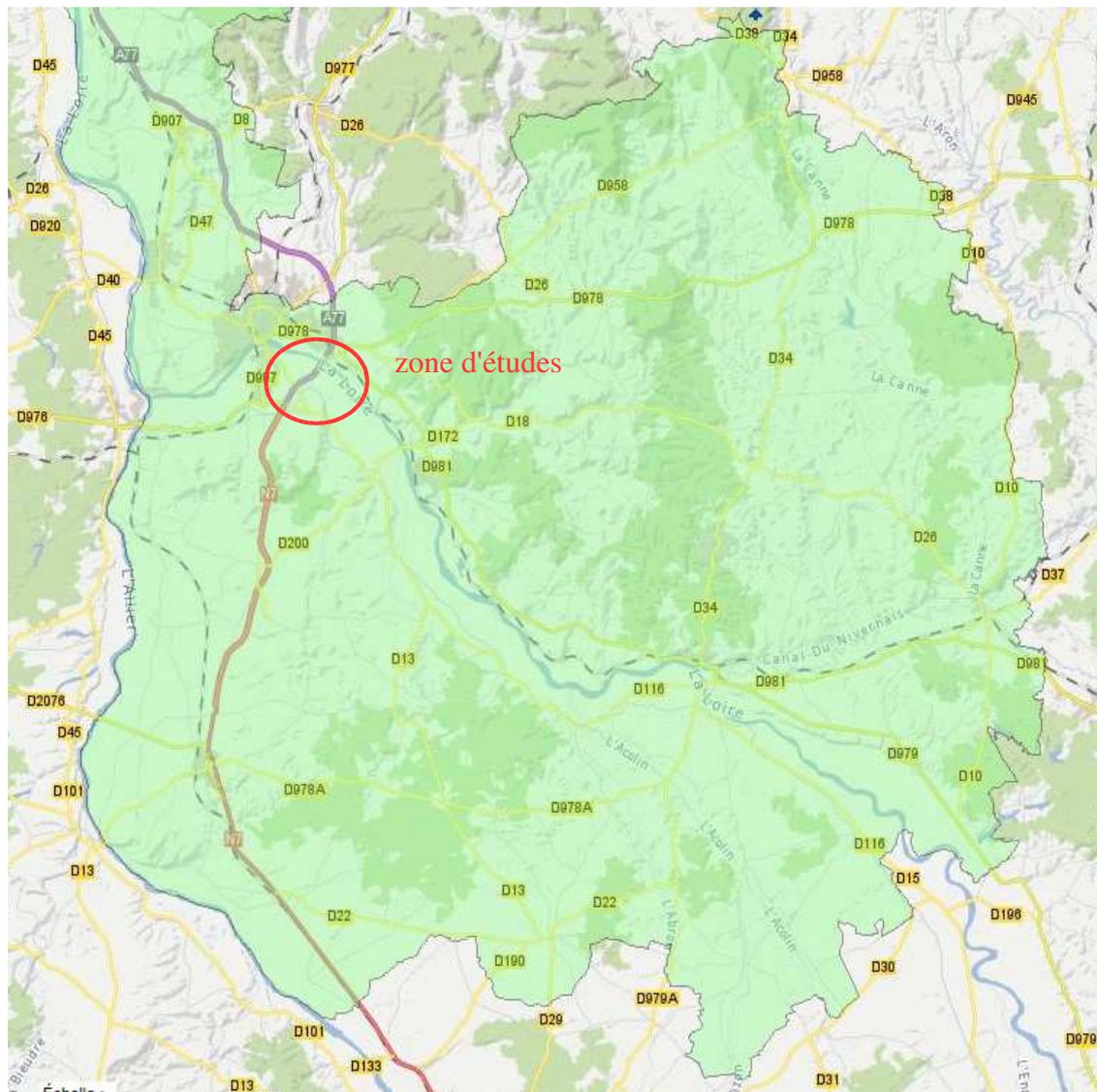
rappel : concentration : mg/litre = g/m³

Les modalités de calcul sont :

maïs grain : concentration azotée x 2000

blé tendre : concentration azotée x 300

Exemple : 1750 m³/ha à 35 mg/l d'azote apporte 61 unités d'azote. L'efficacité des apports est estimée à 80%. Le bénéfice pour la culture du maïs est de 52 unités. Les apports d'eau réalisés durant la phase de remplissage des grains mobilisent peu l'azote apporté par l'irrigation. Le reliquat azote post-récolte additionnel est de 17 unités.

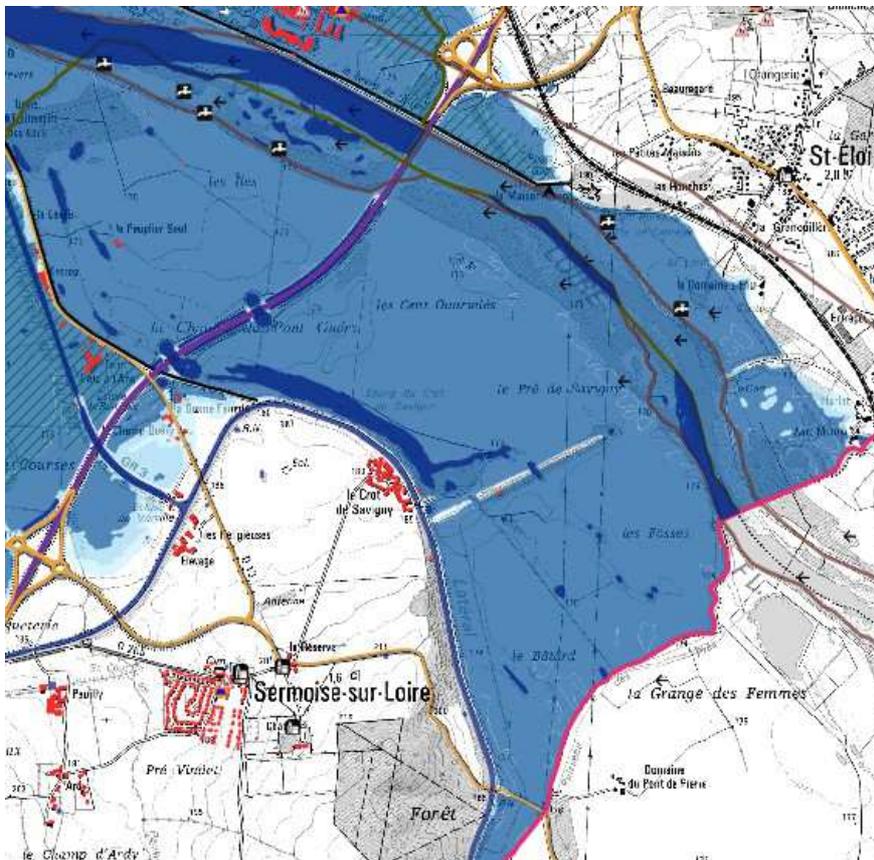
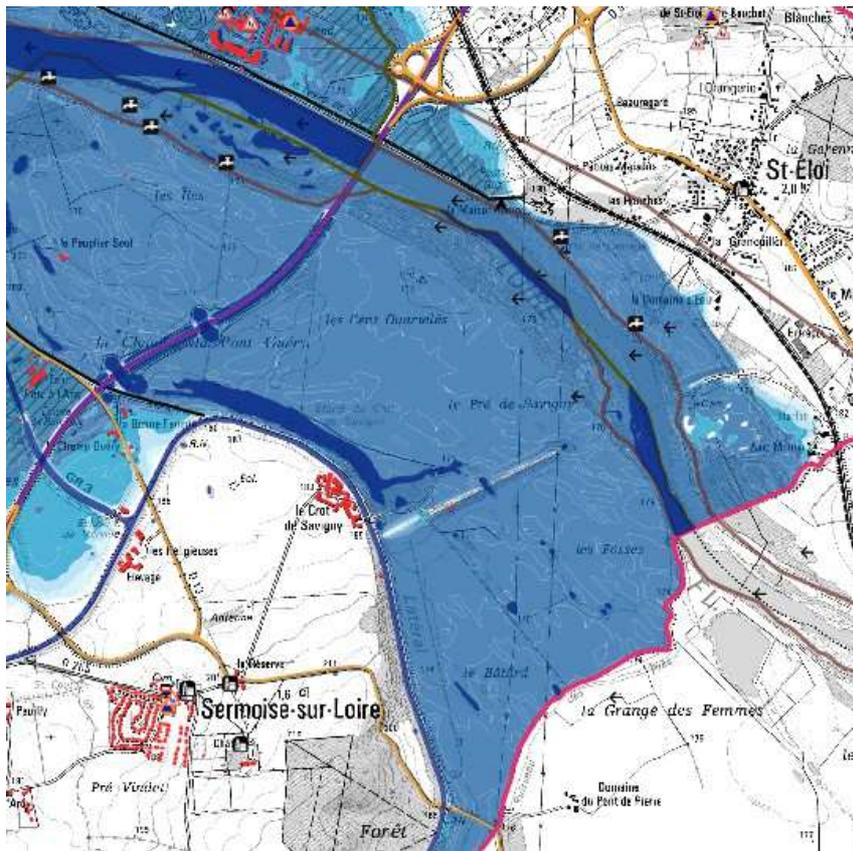
Carte de la zone vulnérable au nitrate de la partie sud-ouest de la Nièvre

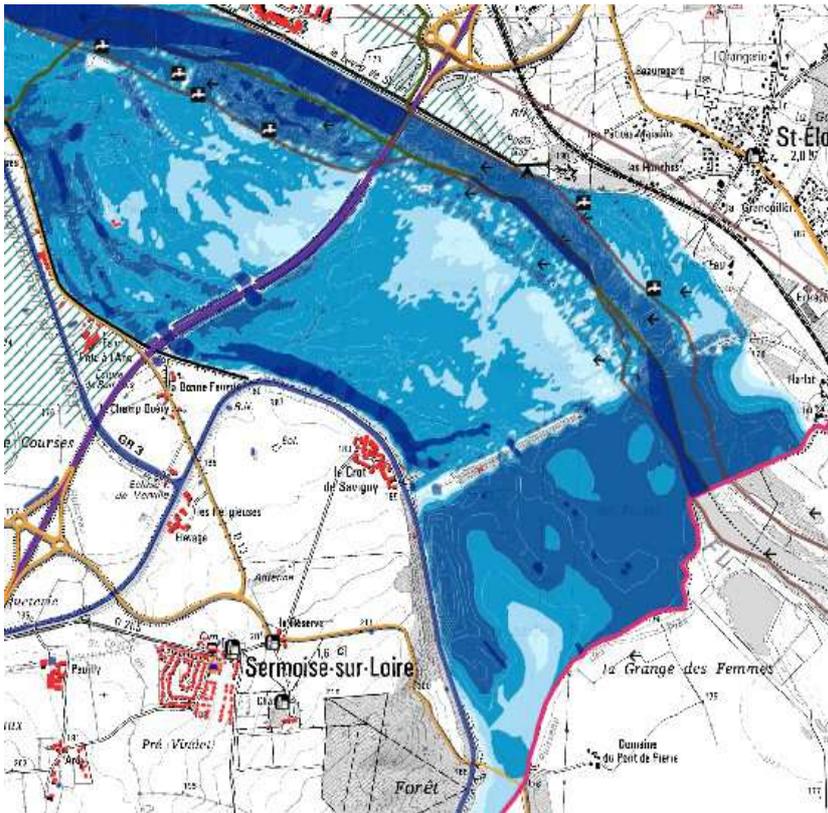
zone verte = zone soumise à la directive nitrates

6.5 Protection contre le risque d'inondation

Le forage du pré de l'étang est situé dans la zone inondable de la Loire d'aléas fort. La hauteur peut atteindre 3 mètres et la vitesse du courant est modérée. La tête du forage sera aménagée de façon à être étanche. Néanmoins, l'étanchéité ne doit pas être totale car il est nécessaire que de l'air circule au sein du forage. Sinon lors de la mise en route de la pompe, le rabattement de l'eau dans le forage va mettre le forage en dépression. Le capot de protection évitera néanmoins à des fragments de se déposer dans le forage et à se remplir de boue. Une fois la crue passée, il est nécessaire de faire fonctionner le pompage jusqu'à obtention d'une eau parfaitement claire. Ceci afin de protéger l'installation d'irrigation lors de la mise en route de l'irrigation et d'éviter le développement de bactéries et champignons propices au colmatage du massif de sable et des la crépine.

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





bleu très sombre : aléas très fort

bleu sombre : aléas fort

bleu médian : aléas modéré

bleu clair : aléas faible

bleu pale : aléas très faible

6.6 Risque technologique

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

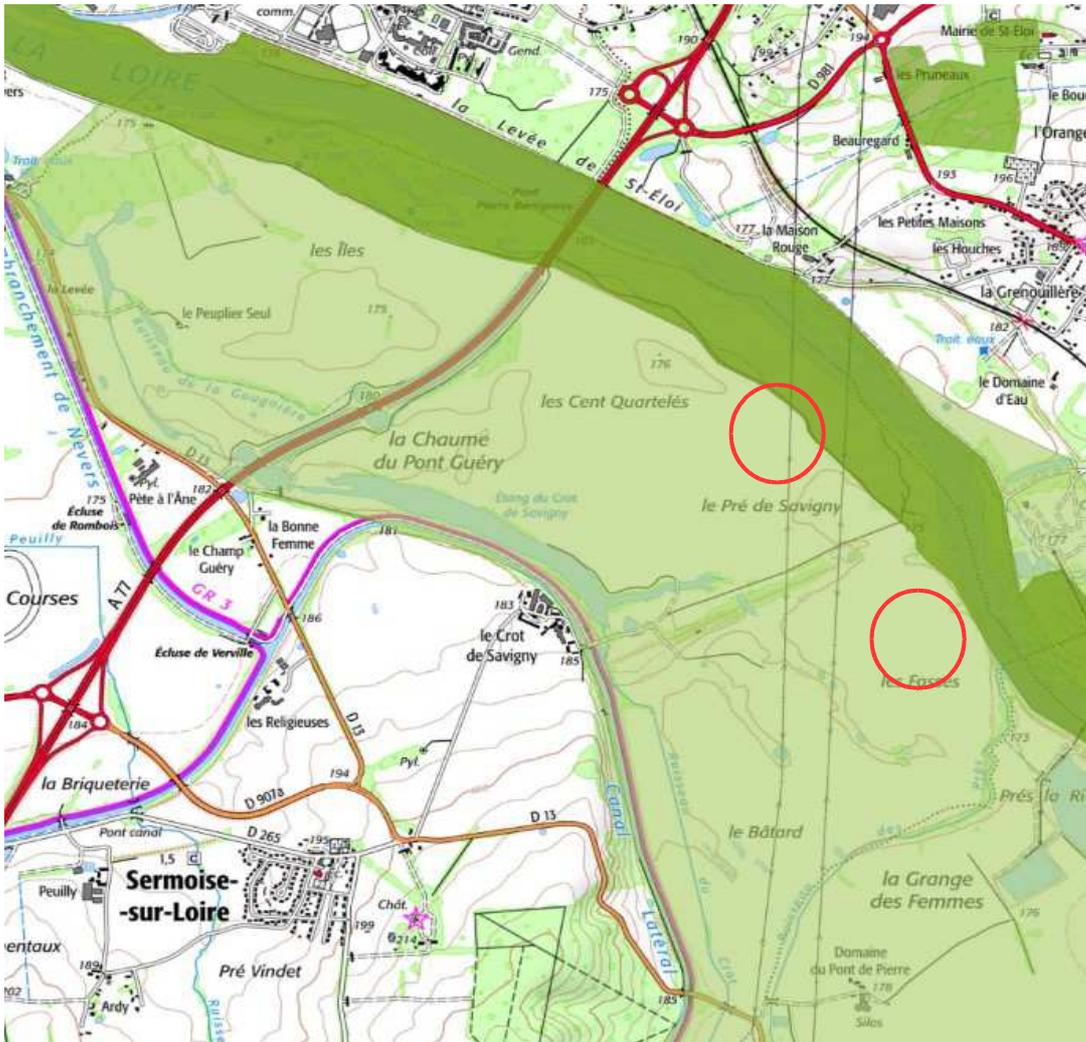
6.7 Incidences sur les zonages de protection des habitats naturels

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

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

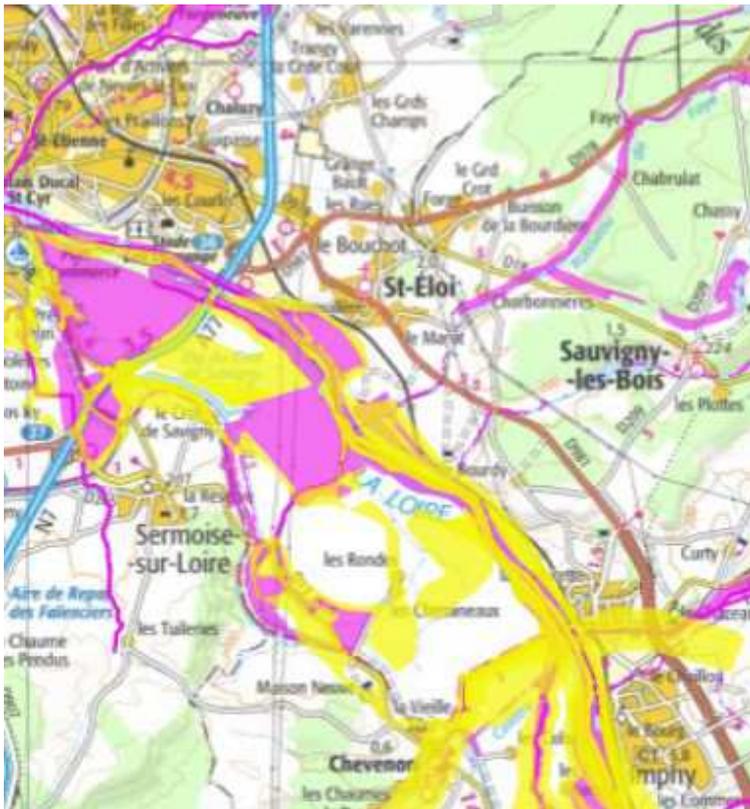
Le site est situé à proximité du site d'intérêt communautaire de la vallée de la Loire entre Imphy et Decize et au sein d'une ZNIEFF de 2nde catégorie. La vallée de la Loire constitue un axe de déplacement et un réservoir d'habitats naturels pour de nombreuses espèces animales et végétales, inventoriés lors de la mise en place des sites Natura 2000 et du Schéma Régionale de Cohérence écologique.

Les ZNIEFF



Le schéma régionale de cohérence environnementale

Le texte, 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, friche.

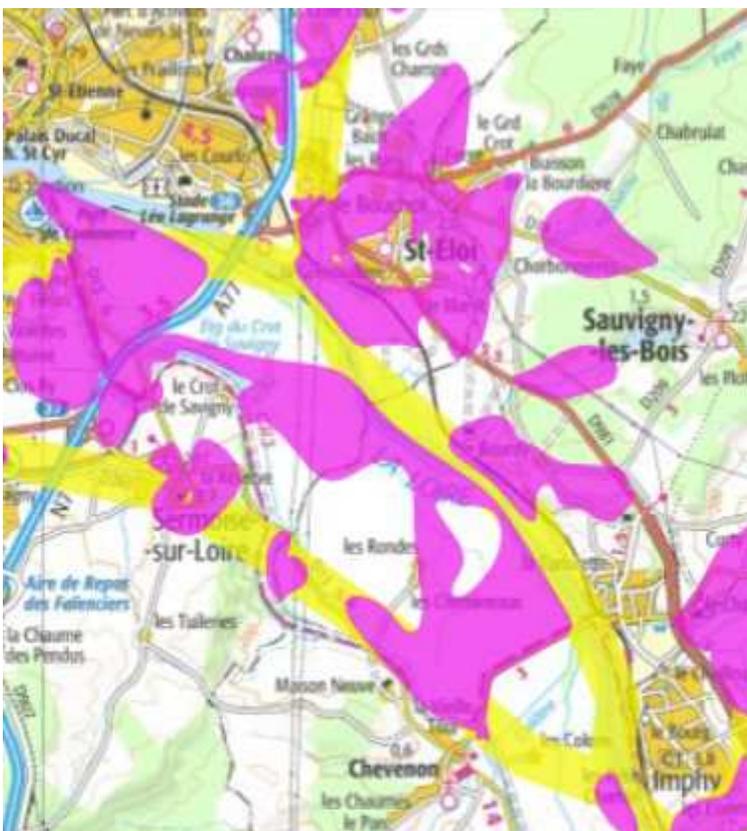


◀ carte des milieux humides

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 est situé au sein d'une prairie hydromorphe.

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



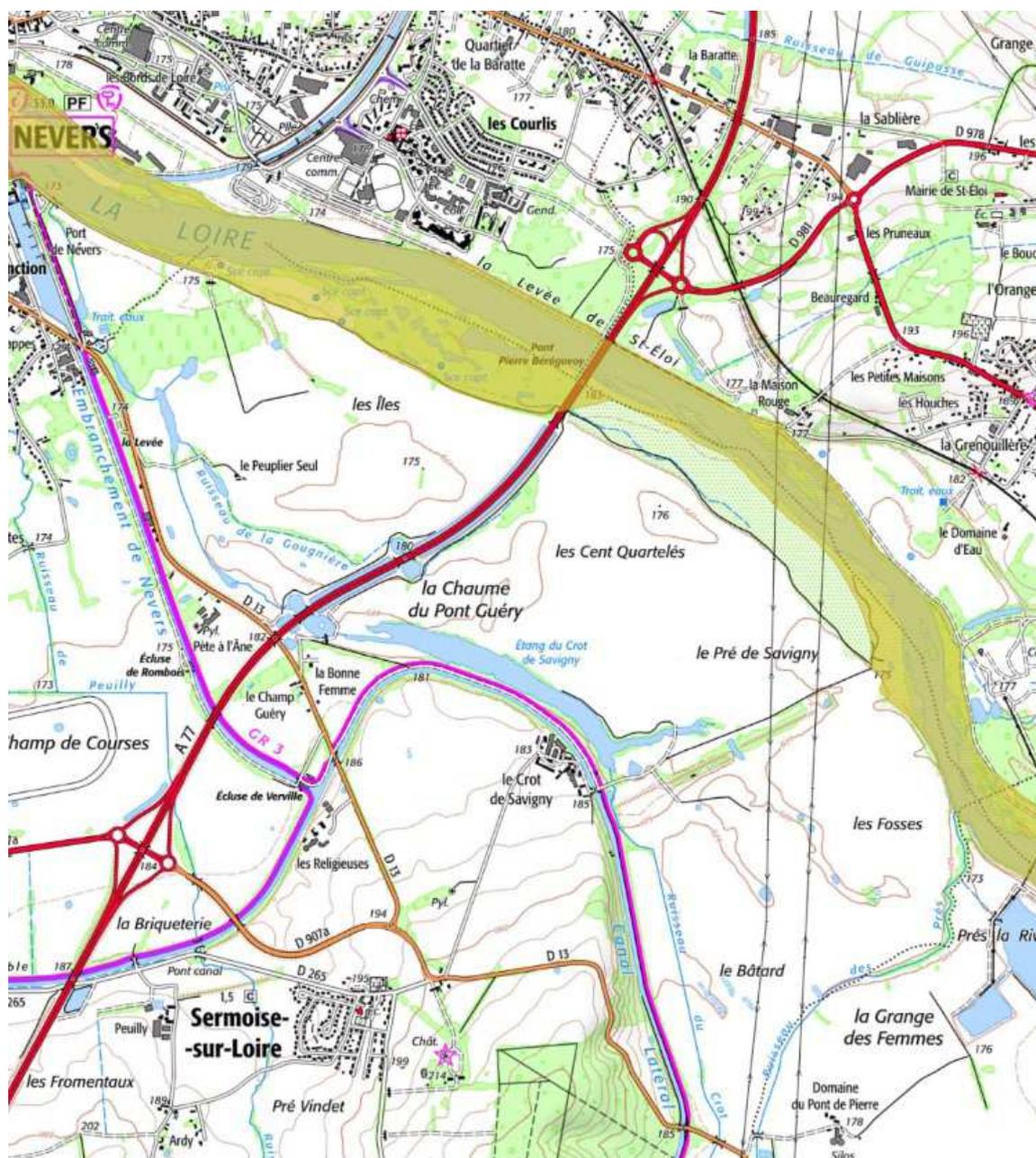
◀ carte des espaces prairiaux et bocagers

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

Les sites Natura 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).

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, chenaux secondaires et 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 micro-topographie.

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.

La zone d'appel intercepte le périmètre NATURA2000. Les habitats concernés sont une ripisylve de bois dur, une grève sableuse et une lande à genêt. L'impact du prélèvement d'eau sur la nappe de la Loire est inférieur à un centimètre au niveau de ces habitats. 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 ces habitats naturels.

Les aires de reproductions et d'alimentation des oiseaux

Les champs irrigués ne concernent pas les parcelles fréquentées par l'oedimène criard pour son alimentation. Le projet d'irrigation est sans incidence sur le cycle des oiseaux de l'oedimène criard, l'alouette lulu, les sternes et la cigogne. Les cigognes fréquentes le site des Chamonts et de Fleury-sur-Loire.

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, le prélèvement d'eau est sans incidence sur la ressource piscicole de la Loire.

6.8 « Éviter, Réduire et Compenser »

Compenser

Aucune compensation est proposée sur les aspects qualitatifs car la création du forage ne perturbe pas la qualité de l'eau.

Quelques compensations sont à rechercher par les effets positifs sur la qualité de l'air : le gain de productivité libère de l'oxygène par la photosynthèse et capte du CO₂. Un retour de biomasse plus important au sol stimule l'activité biologique du sol. Les propriétés physiques, dont la perméabilité et la rétention en eau, sont améliorées. La nappe en bénéficie par des infiltrations plus efficaces et un meilleur filtrage de l'eau.

Sur le plan quantitatif, la seule ressource en eau accessible est la nappe de la Loire ou le canal latéral à la Loire. VNF limite les consommations d'eau sur le canal. Un pompage en journée n'est pas possible. L'exploitation ne dispose pas de site propice au stockage d'eau.

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 ré-hausse de la margelle de 50 cm au-dessus du sol et le capot étanche évitent en cas de forte pluie tout déversement des eaux de ruissellement dans la nappe souterraine.
- L'existence d'une zone de non traitement phytosanitaire et sans fertilisation dans un rayon de 5 mètres autour de l'ouvrage.

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. La zone réceptrice de ces boues et eaux se situe en aval immédiat du forage au sein de la prairie. Enfin, immédiatement après les travaux de foration, le forage est pompé pendant une à deux heures, ce qui permet de récupérer les particules qui se seraient écartées dans les fractures de la roche connectées au 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 à Champcelé. La réserve de carburant apporté sur site sera dans un bidon renforcé ou à double coque.

Réduire

En cas de pollution, le forage pourra servir à extraire par pompage une partie des polluants de la nappe souterraine. Les cultures retenues sont diversifiées.

Annexes

Glossaire géologique

Éléments constitutifs du forage

Courbes caractéristiques de pompe 8 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 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 8"

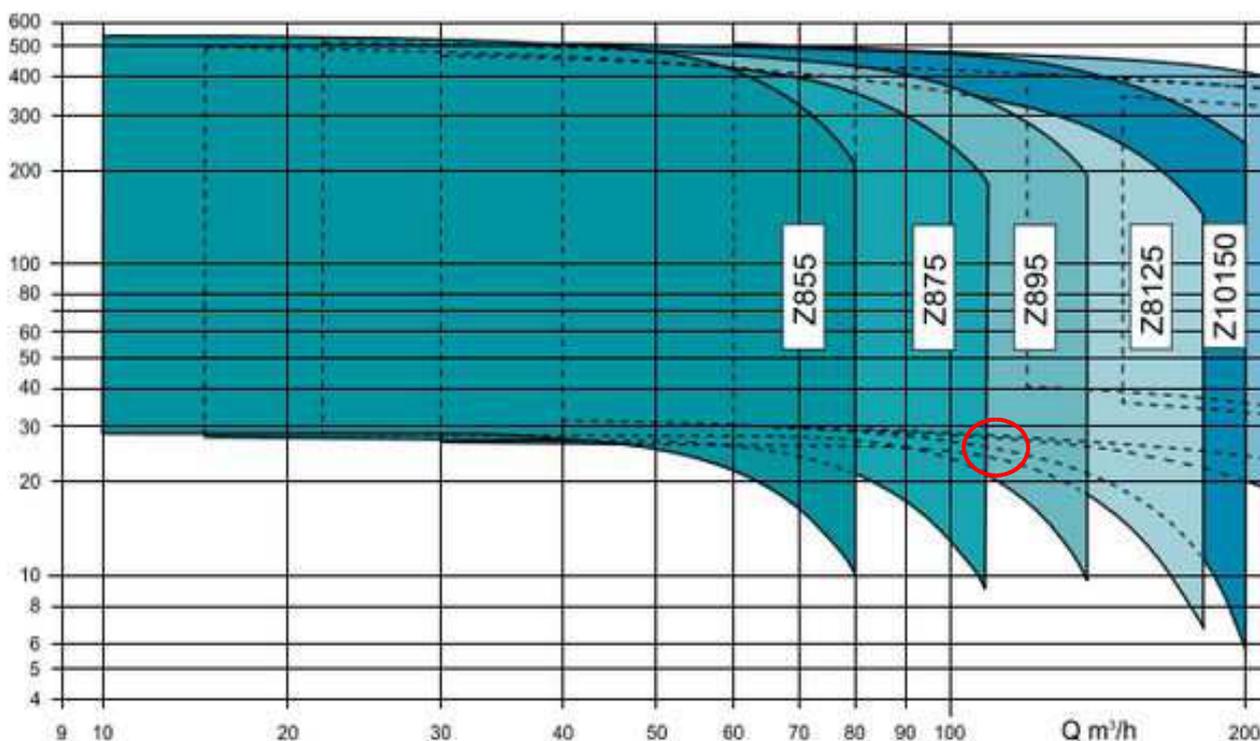
La pompe retenue sera une pompe avec un nombre d'étages important au vue du débit de fonctionnement et de la grande hauteur d'eau à remonter.

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 LOWARA

pompe LOWARA Z895

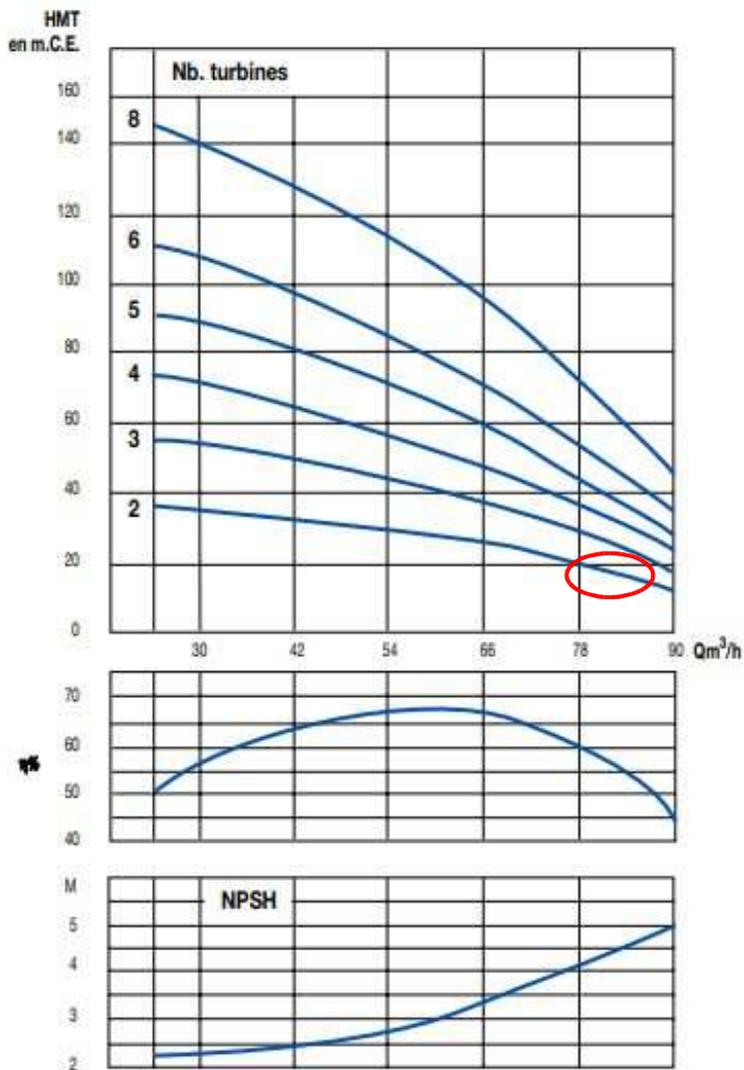
Le domaine de fonctionnement de cette pompe pour une installation à 10 m de profondeur est de 110 m³/h, avec une pression de l'eau en sortie du forage de 10 bars.



Courbe caractéristique des pompes JETTLY

pompe JETTLY 2

Le domaine de fonctionnement de cette pompe pour une installation à 10 m de profondeur est de 80 m³/h, avec une pression en sortie de forage 0,5 à 1 bar.



Type	Code	Caractéristiques électriques			Caractéristiques hydrauliques (à 2800 tr/min)								
		Tension V 50 Hz	P Nominale kW	Ampères A	Q m ³ /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 EBARA

pompe EBARA 86HE(L)77-2 (2 turbines)

Le domaine de fonctionnement de cette pompe pour une installation à 10 m de profondeur est de 80 m³/h, avec une pression de sortie de forage de 1,5 bars.

Modèles EBARA	Moteur	P2	[HP]	[kW]	Q=Débit					
					l/min 600	700	1000	1250	1500	1700
					m ³ /h 36	42	60	75	90	102
H=Hauteur manométrique totale [m]										
86BHE(L) 77-2	6"	10	7,5	37,0	35,7	30,6	26,3	21,1	16,4	12,2
86BHE(L) 77-3	6"	15	11	55,5	53,5	46,0	39,5	31,6	24,6	18,7
86BHE(L) 77-4	6"	20	15	74,0	71,5	61,0	52,5	42,0	32,8	24,9
86BHE(L) 77-5	6"	25	18,5	92,5	89,5	76,5	66,0	52,5	41,0	31,1
86BHE(L) 77-6	6"	30	22	111,0	107,0	92,0	79,0	63,0	49,0	37,0
86BHE(L) 77-7	6"	40	30	130,0	125,0	107,0	92,0	73,5	57,5	44,0
86BHE(L) 77-8	6"	40	30	148,0	143,0	122,0	105,0	84,0	65,5	50,0
86BHE(L) 77-9	6"	40	30	167,0	161,0	138,0	118,0	95,0	74,0	57,0
86BHE(L) 77-10	6"	50	37	185,0	179,0	153,0	132,0	105,0	82,0	63,0
86BHE(L) 77-11	6"	50	37	204,0	196,0	168,0	145,0	116,0	90,0	70,0
8BHE(L) 77-12	8"	60	45	222,0	214,0	184,0	158,0	126,0	98,5	76,0
8BHE(L) 77-13	8"	75	55	241,0	232,0	199,0	171,0	137,0	107,0	82,0

Simulation du rabattement de la nappe pour le forage Les Quartelés

FORAGE LES QUARTELES

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

DEMI AXE orienté perpendiculaire à l'axe de la vallée vers la Loire

>> Modélisation mathématique : Formule de Theis, théorie des images et des superpositions

frontière de l'aquifère : cours d'eau de la Loire à 240 m du forage

Calcul du rabattement (s) en mètre

sur une position d'arrosage

Q (m3/s)	0.0250	90 m3/h
S	0.10	10%'
K (m/s)	0.0020	
e (m)	6.00	
T mini (m2/s)	0.0120	
Durée (s)	72000	20 heures 1 position
Coeff. (m)	0.166	

r	u	W(u)	s	r symétrie	u	W(u)	s symétrie	s total
mètre			mètre	mètre			mètre	mètre
25	1.81E-02	3.454	0.57	455	5.99E+00	0.000	0.00	0.57
50	7.23E-02	2.120	0.35	430	5.35E+00	0.000	0.00	0.35
100	2.89E-01	0.933	0.15	380	4.18E+00	0.000	0.00	0.15
150	6.51E-01	0.411	0.07	330	3.15E+00	0.000	0.00	0.07
200	1.16E+00	0.167	0.03	280	2.27E+00	0.000	0.00	0.03
240	4.12E+00	0.000	0.00	240	4.12E+00	0.000	0.00	0.00

Le rayon d'action du forage atteint la rivière dès la première journée de pompage.

Calcul du rabattement (s) en mètre

sur un tour d'eau de 5 jours

Q (m3/s)	0.0208	90 m3/h
S	0.10	10%'
K (m/s)	0.0020	
e (m)	6.00	
T mini (m2/s)	0.0120	
Durée (s)	432000	5 jours 1 tour d'eau
Coeff. (m)	0.138	

r	u	W(u)	s	r symétrie	u	W(u)	s symétrie	s total
mètre			mètre	mètre			mètre	mètre
25	3.01E-03	5.230	0.72	455	9.98E-01	0.219	-0.03	0.69
50	1.21E-02	3.853	0.53	430	8.92E-01	0.263	-0.04	0.50
100	4.82E-02	2.502	0.35	380	6.96E-01	0.376	-0.05	0.29
150	1.09E-01	1.749	0.24	330	5.25E-01	0.530	-0.07	0.17
200	1.93E-01	1.252	0.17	280	3.78E-01	0.741	-0.10	0.07
240	2.78E-01	0.963	0.13	240	2.78E-01	0.963	-0.13	0.00

Calcul du rabattement (s) en mètre

pour l'enchaînement de 6 tours d'eau de 5 jours

Q (m3/s)	0.0208	90 m3/h
S	0.10	10%'
K (m/s)	0.0020	
e (m)	6.00	
T mini (m2/s)	0.0120	
Durée (s)	4320000	50 jours 10 tours d'eau
Coeff. (m)	0.138	

r	u	W(u)	s	r symétrie	u	W(u)	s symétrie	s total
mètre			mètre	mètre			mètre	mètre
25	3.01E-04	7.530	1.04	455	9.98E-02	1.824	-0.25	0.79
50	1.21E-03	6.145	0.85	430	8.92E-02	1.927	-0.27	0.58
100	4.82E-03	4.762	0.66	380	6.96E-02	2.156	-0.30	0.36
150	1.09E-02	3.957	0.55	330	5.25E-02	2.421	-0.33	0.21
200	1.93E-02	3.390	0.47	280	3.78E-02	2.735	-0.38	0.09
240	2.78E-02	3.034	0.42	240	2.78E-02	3.034	-0.42	0.00

Légende : TE : tour d'eau = nombre de fois que la parcelle sera arrosée, Q : débit de pompage, S : coefficient d'emmagasinement, e : épaisseur de l'aquifère exploitée, K : perméabilité, T : transmissivité, durée : durée de pompage

Simulation du rabattement de la nappe pour le forage Les Fosses

FORAGE LES FOSSES

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

DEMI AXE orienté perpendiculaire à l'axe de la vallée vers la Loire

>> Modélisation mathématique : Formule de Theis, théorie des images et des superpositions

frontière de l'aquifère : cours d'eau de la Loire à 185 m du forage

Calcul du rabattement (s) en mètre

sur une position d'arrosage

Q (m3/s)	0.0250	90 m3/h
S	0.10	10%
K (m/s)	0.0020	
e (m)	6.00	
T mini (m2/s)	0.0120	
Durée (s)	72000	20 heures 1 position
Coeff. (m)	0.166	

r	u	W(u)	s	r symétrie	u	W(u)	s symétrie	s total
mètre			mètre	mètre			mètre	mètre
25	1.81E-02	3.454	0.57	345	3.44E+00	0.000	0.00	0.57
50	7.23E-02	2.120	0.35	320	2.96E+00	0.000	0.00	0.35
100	2.89E-01	0.933	0.15	270	2.11E+00	0.000	0.00	0.15
150	6.51E-01	0.411	0.07	220	1.40E+00	0.109	-0.02	0.05
185	4.12E+00	0.000	0.00	185	4.12E+00	0.000	0.00	0.00

Le rayon d'action du forage atteint la rivière dès la première journée de pompage.

Calcul du rabattement (s) en mètre

sur un tour d'eau de 5 jours

Q (m3/s)	0.0208	90 m3/h
S	0.10	10%
K (m/s)	0.0020	
e (m)	6.00	
T mini (m2/s)	0.0120	
Durée (s)	432000	5 jours 1 tour d'eau
Coeff. (m)	0.138	

r	u	W(u)	s	r symétrie	u	W(u)	s symétrie	s total
mètre			mètre	mètre			mètre	mètre
25	3.01E-03	5.230	0.72	345	5.74E-01	0.479	-0.07	0.66
50	1.21E-02	3.853	0.53	320	4.94E-01	0.567	-0.08	0.45
100	4.82E-02	2.502	0.35	270	3.52E-01	0.791	-0.11	0.24
150	1.09E-01	1.749	0.24	220	2.33E-01	1.098	-0.15	0.09
185	1.65E-01	1.383	0.19	185	1.65E-01	1.383	-0.19	0.00

Calcul du rabattement (s) en mètre

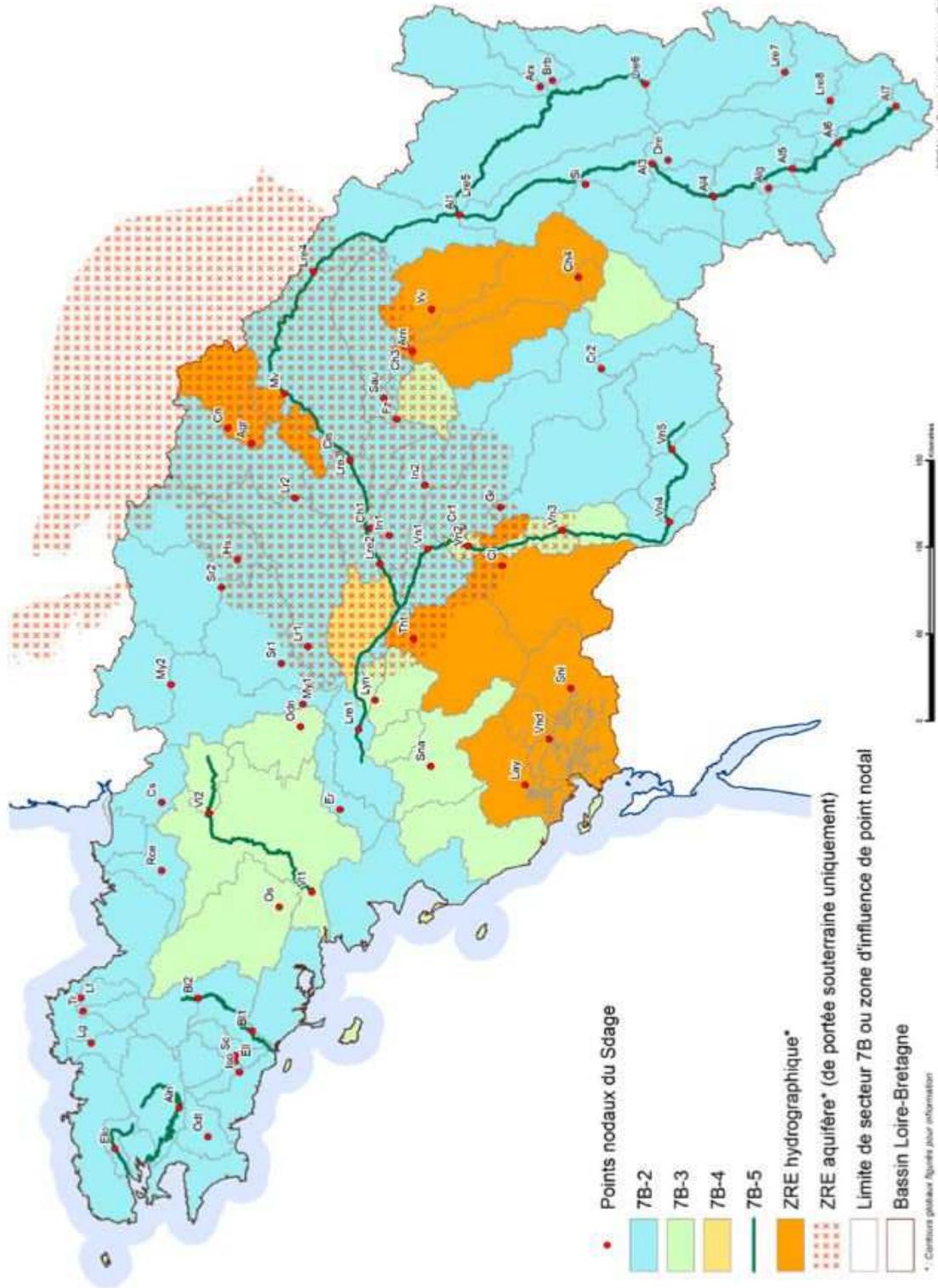
pour l'enchaînement de 6 tours d'eau de 5 jours

Q (m3/s)	0.0208	90 m3/h
S	0.10	10%
K (m/s)	0.0020	
e (m)	6.00	
T mini (m2/s)	0.0120	
Durée (s)	4320000	50 jours 10 tours d'eau
Coeff. (m)	0.138	

r	u	W(u)	s	r symétrie	u	W(u)	s symétrie	s total
mètre			mètre	mètre			mètre	mètre
25	3.01E-04	7.530	1.04	345	5.74E-02	2.337	-0.32	0.72
50	1.21E-03	6.145	0.85	320	4.94E-02	2.480	-0.34	0.51
100	4.82E-03	4.762	0.66	270	3.52E-02	2.806	-0.39	0.27
150	1.09E-02	3.957	0.55	220	2.33E-02	3.204	-0.44	0.10
185	1.65E-02	3.543	0.49	185	1.65E-02	3.543	-0.49	0.00

Légende : TE : tour d'eau = nombre de fois que la parcelle sera arrosée, Q : débit de pompage, S : coefficient d'emmagasinement, e : épaisseur de l'aquifère exploitée, K : perméabilité, T : transmissivité, durée : durée de pompage

Carte des bassins et des axes concernés par les dispositions 7B-2, 7B-3, 7B-4 et 7B-5



7B - Assurer l'équilibre entre la ressource et les besoins à l'étiage

En lien avec les contraintes économiques, le confort, la récurrence des années sèches, les besoins en eau évoluent alors que la ressource naturelle n'est pas extensible ; ce sont donc les conditions de vie des milieux aquatiques qui sont restreintes et il peut s'ensuivre une dégradation de ceux-ci dans les régions où les ressources en eau sont les plus exploitées. De plus, les conséquences prévisibles du changement climatique vont dans le sens d'une aggravation de ces dégradations.

Il importe donc de définir les moyens de maintenir l'équilibre entre la ressource et les besoins, aussi bien pour préserver l'équilibre des milieux que pour ne pas compromettre la pérennité des usages actuels.

La gestion de la ressource en eau s'appuie sur un certain nombre de valeurs dont la principale est le débit objectif d'étiage (DOE*) défini par la disposition 7A-1.

La présente orientation concerne les prélèvements à l'étiage dans les zones du bassin, hors zones de répartition des eaux (ZRE*), où l'enjeu est de maintenir l'équilibre, parfois fragile, entre la ressource et les besoins. Les prélèvements réalisés en hiver sont traités dans l'orientation 7D.

Dans le cadre de cette orientation, toute commission locale de l'eau qui réalise une analyse HMUC* pourra définir, dans le Sage, des conditions de prélèvement mieux adaptées au territoire du Sage, y compris moins restrictives, en remplacement de celles définies par les dispositions 7B-2 à 7B-5.

7B-2 Bassins avec une augmentation plafonnée des prélèvements à l'étiage pour prévenir l'apparition d'un déficit quantitatif

Sur tous les bassins non classés en ZRE* et non visés par l'une des dispositions 7B-3 ou 7B-4 (ces bassins apparaissent sur la carte ci-après), le Sage peut définir l'augmentation possible des prélèvements en période d'étiage, après réalisation d'une étude HMUC*.

Afin de prévenir l'apparition d'un déséquilibre entre la ressource et les besoins en eau, pour les prélèvements autres que ceux destinés à l'alimentation en eau potable ou à la sécurité civile, en l'absence de la définition ci-dessus par le Sage, cette augmentation est plafonnée à la valeur de lame d'eau* figurant dans le tableau des objectifs de quantité aux points nodaux* (voir annexe 5).

Les services de police des eaux prennent en compte les prélèvements nets, en fonction de la position du point de rejet des volumes restitués dans le même cours d'eau ou la même nappe phréatique. Ils veillent à éviter une concentration de pression de prélèvements sur certaines parties des sous-bassins qui serait préjudiciable à l'atteinte du bon état des eaux.

Sont concernés les prélèvements dans les cours d'eau et leurs annexes, dans les sources et dans les nappes souterraines contribuant à l'alimentation des cours d'eau ou des zones humides.

Les prélèvements dans les axes réalimentés objets de la disposition 7B-5 sont exclus de la présente disposition.

7B-5 Axes réalimentés par soutien d'étiage

Sur les axes suivants :

- ♦ l'Allier à l'aval de la confluence du Donozau,
- ♦ la Loire de l'aval du barrage de Villerest jusqu'à Ancenis,
- ♦ la Vienne à l'aval de la confluence de la Maulde,
- ♦ l'Aulne à l'aval de la confluence de l'Ellez et l'Ellez à l'aval du lac de St Michel,
- ♦ le Blavet à l'aval du barrage de Gueriédan,
- ♦ l'Elorn à l'aval du barrage du Drennec,
- ♦ la Vilaine à l'aval du barrage de la Chapelle-Erbree,

la réalimentation, assurée par un ouvrage à vocation multiple ou unique, a permis de sortir du déséquilibre, ou de l'éviter. Une augmentation des prélèvements à l'étiage, autres que ceux destinés à l'alimentation en eau potable ou à la sécurité civile, n'est envisageable que si les études ou simulations relatives à la connaissance du fonctionnement (soutien et remplissage) des ouvrages montrent le maintien de la possibilité pour ceux-ci de respecter au moins 9 années sur 10 les objectifs qui leur sont assignés.

Il est fortement recommandé que le maître d'ouvrage assurant ce soutien d'étiage soit préalablement consulté, notamment sur la compatibilité de cette modification avec les modalités de gestion de l'ouvrage, avec ses autres usages, et avec le cadre économique régissant son fonctionnement.

En cas de possibilité d'augmentation des prélèvements, celle-ci est répartie à part égale sur douze ans, cette possibilité étant vérifiée et revue lors de la révision du Sdage. Elle s'applique de façon homogène sur l'ensemble de l'axe, sauf si une répartition différente est décidée par le Sage, sur les cours d'eau ci-dessus dont le bassin versant est couvert par un seul et unique Sage.

La mise en place d'une gestion coordonnée des prélèvements est recommandée pour contribuer à une utilisation plus rationnelle de l'eau et au développement éventuel d'usages nouveaux sans augmentation du prélèvement global.