



Gilles CECILLON
Hydrogéologue agréé par
le Ministère de la Santé pour le
département de la Côte d'Or

**Champ captant AEP de Saint-Jean
SIAEPA du Pays Losnais**

AVIS HYDROGEOLOGIQUE SUR LA DETERMINATION DES PERIMETRES DE PROTECTION DES PUIITS DE SAINT-JEAN

Gilles CECILLON
110 Montée du Suet
38110 Saint Didier-de-la-Tour
Tél : 06 18 64 79 64
Email : gcecillon.ehc@orange.fr

19 décembre 2021
Version 1

SOMMAIRE

1	PREAMBULE.....	4
2	RAPPEL SUR L'AVIS HYDROGEOLOGIQUE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE.....	6
2.1	L'AVIS HYDROGEOLOGIQUE SUR LA DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION	6
2.2	MOYENS MIS EN ŒUVRE	6
3	PRESENTATION GENERALE	8
3.1	PRESENTATION DU SIAEPA DU PAYS LOSNAIS.....	8
(a)	Situation géographique.....	8
(b)	Démographie et habitat.....	8
(c)	Projet de développement.....	8
3.2	PRESENTATION DU SERVICE D'ADDUCTION EN EAU POTABLE.....	9
(a)	Mode d'exploitation.....	9
(b)	Ressources en eau potable du SIAEPA du Pays Losnais	9
(c)	Descriptif du réseau d'adduction en eau potable du SIAEPA du Pays Losnais	10
(d)	Le Traitement	10
(e)	Production et distribution du réseau	10
(f)	Besoins du Syndicat actuel et futur.....	12
(g)	Objectif de la mise en service du champ captant de St-Jean.....	12
4	DESCRIPTIF DU CHAMP CAPTANT DE ST-JEAN.....	13
4.1	SITUATION GEOGRAPHIQUE	13
4.2	SITUATION ADMINISTRATIVE.....	15
4.3	HISTORIQUE DU SITE.....	16
4.4	DESCRIPTION DES Puits DE SAINT-JEAN	16
4.4.1	<i>L'environnement immédiat des ouvrages</i>	16
4.4.2	<i>Description des ouvrages de captage</i>	16
4.4.3	<i>Diagnostic du champ captant</i>	18
4.4.3.1	Etat des ouvrages	18
4.4.3.2	Préconisations et travaux à réaliser	18
4.4.4	<i>Débits d'exploitation des puits</i>	18
4.4.4.1	Pompages par paliers - Débit critique des ouvrages	19
4.4.4.1.1	Rappels	19
4.4.4.2	Débit d'exploitation des ouvrages.....	21
5	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	23
5.1	CONTEXTE GEOLOGIQUE.....	23
5.1.1	<i>Généralité</i>	23
5.1.2	<i>Contexte local</i>	25

5.2	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	28
5.2.1	<i>Type de nappe</i>	28
5.2.2	<i>Alimentation</i>	28
5.2.3	<i>Caractéristiques hydrodynamique de la nappe</i>	28
5.2.4	<i>Piézométrie</i>	29
5.2.5	<i>Fluctuation de la nappe</i>	31
5.2.6	<i>Apports de la Saône pour une exploitation à 90 m³/ 24h/24h</i>	32
5.3	QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES	33
5.3.1	<i>Généralité</i>	33
5.3.1.1	<i>Paramètres physico-chimiques</i>	33
5.3.1.2	<i>Paramètres bactériologiques</i>	33
5.3.2	<i>Résultats du suivi qualité réalisé lors du pompage de longue durée</i>	34
5.3.3	<i>Conclusion partielle</i>	35
5.4	ZONE D'APPEL DES PUIITS A 90 M ³ /H 20H/24H	37
5.4.1	<i>Rappel</i>	37
5.4.2	<i>Zone d'appel des puits pour un débit de 90 m³/h 20h/24h</i>	37
5.5	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	39
5.5.1	<i>La Saône</i>	39
5.5.1.1	<i>Bassin versant – fonctionnement hydrologique</i>	39
5.5.1.2	<i>Qualité de la Saône</i>	40
5.5.1.3	<i>Relation nappe/Saône</i>	41
5.5.2	<i>L'Ouche</i>	42
5.5.2.1	<i>Bassin versant – fonctionnement hydrologique</i>	42
5.5.2.2	<i>Qualité de l'Ouche</i>	43
5.5.2.3	<i>Relation nappe/Ouche</i>	43
6	ENVIRONNEMENT ET VULNERABILITE DE LA RESSOURCE	44
6.1	PROTECTION NATURELLE DE L'AQUIFERE	45
6.1.1	<i>Principe de prospection électromagnétique EM21</i>	45
6.1.2	<i>Résultats des mesures</i>	45
6.2	ENQUETE ENVIRONNEMENTALE	47
6.2.1	<i>Risques agricoles</i>	47
6.2.2	<i>Risques liés aux infrastructures routières</i>	47
6.2.3	<i>Risques liés aux habitations</i>	47
6.2.4	<i>Risques liés aux établissements et installations classées</i>	47
6.2.5	<i>Synthèse des sources de pollution</i>	48
6.3	IMPACT D'UNE POLLUTION DE SAONE SUR UNE EXPLOITATION DU CHAMP CAPTANT A 90 M ³ /H 24H/24H ...	50
7	DETERMINATION DES PERIMETRES DE PROTECTION	51
7.1	ISOCHRONES	51
7.2	PERIMETRE DE PROTECTION IMMEDIATE	52
7.3	PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE	53
7.4	PERIMETRE DE PROTECTION ELOIGNEE	55
8	CONCLUSIONS	58

FIGURES

Figure 1 : Situation générale	5
Figure 2 : Synoptique du réseau	11
Figure 3 : Plan cadastral	14
Figure 4 : Périmètres de protection proposés en 1967	15
Figure 5 : Coupes techniques des ouvrages (Source : ARTELIA)	17
Figure 6 : Contexte géologique	24
Figure 7 : Coupe géologique (Source EPTB)	24
Figure 8 : Localisation des reconnaissances géologiques.....	25
Figure 9 : Esquisses piézométriques.....	30
Figure 10 : Zone d'appel des puits à 90 m ³ /h	38
Figure 11 : Qualité de la couverture (Rapport d'Infeau-conseil).....	46
Figure 12 : Occupation du sol	49
Figure 13 : Tracés des périmètres de protection des puits de Saint-Jean	57

1

Préambule

Conformément aux dispositions de l'article R 1321-7 de la Santé Publique et sur proposition de M. JACQUEMIN, hydrogéologue agréé coordonnateur pour le département de la Côte-d'Or, J'ai été sollicité en 2017 par l'Agence régionale de santé Bourgogne-Franche-Comté (Délégation territoriale de Côte-d'Or) en tant qu'hydrogéologue agréé pour donner un avis hydrogéologique sur l'exploitation des puits dits de Saint-Jean situés sur la commune de Saint-Usage.

Ces ouvrages sont actuellement hors service depuis 1978 (suite à une pollution suspectée aux solvants chlorés liée à l'usine SOLVAY de Tavaux) et non connectés au réseau AEP du Syndicat Intercommunal des eaux du pays Losnais (SIAEPA du Pays Losnais).

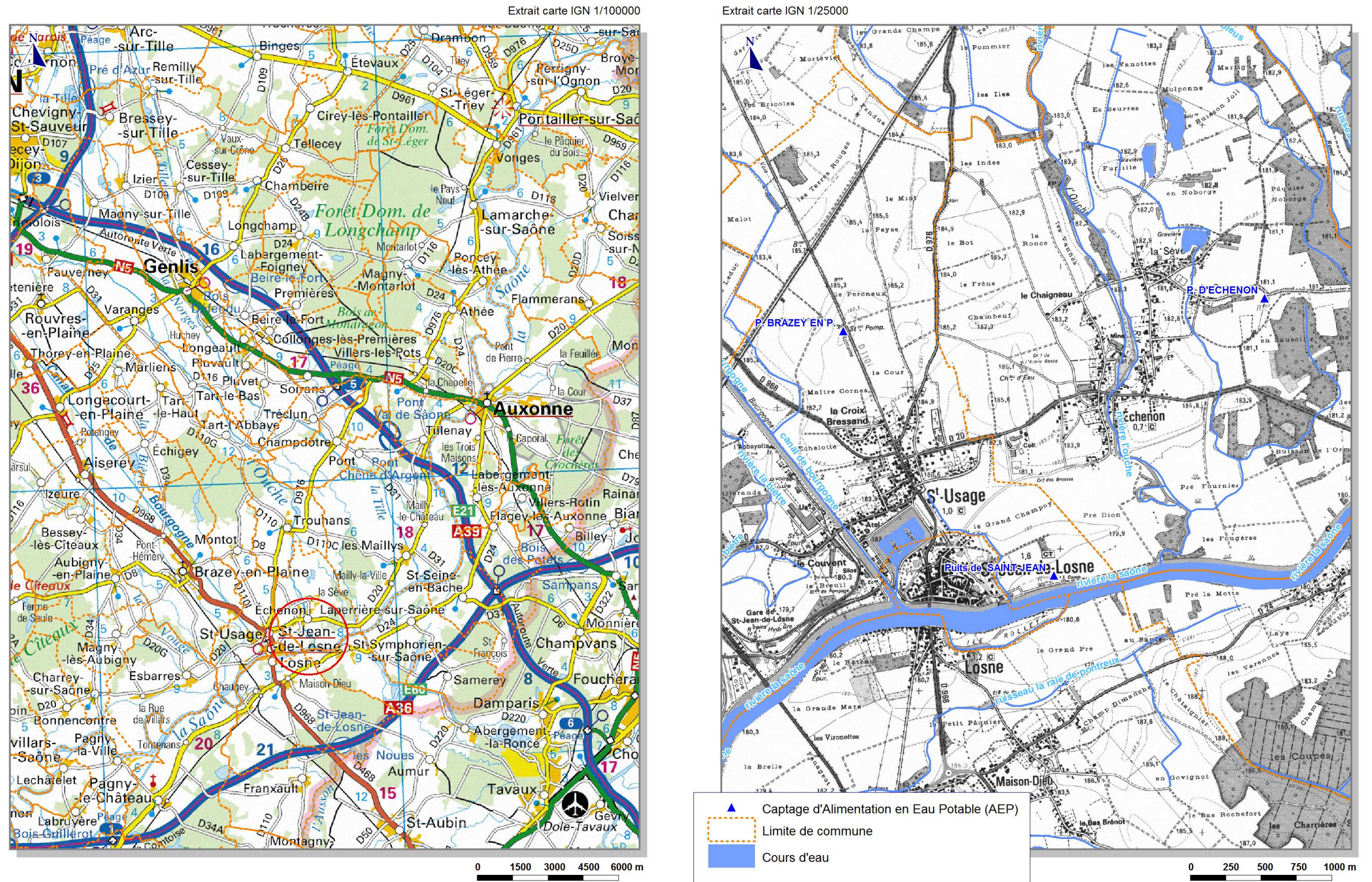
Toutefois, afin de diversifier sa ressource, le SIAEPA du Pays Losnais souhaite remettre en service ces 2 puits. En effet, le puits AEP d'Echenon a des problèmes de qualité vis-à-vis des pesticides.

D'après les éléments de l'étude préalable à la déclaration d'utilité publique réalisée par le bureau d'étude ARTELIA en mai 2017 et des investigations hydrogéologiques complémentaires réalisées entre novembre 2018 et juillet 2021 (cf. page 6) à ma demande et celle de l'ARS 21 en 2017 et 2020, j'ai établi un avis sur la remise en service des puits de Saint-Jean (objet du présent rapport).

Plus précisément, mon présent avis porte sur :

- ✚ la faisabilité (qualitative et quantitative) de la remise en services des puits,
- ✚ la détermination des mesures de protection à mettre en œuvre et des périmètres de protection des puits.

Figure 1 : Situation générale



2

Rappel sur l'avis hydrogéologique et moyens mis en œuvre

2.1 L'avis hydrogéologique sur la définition des périmètres de protection

Dans le cadre de la constitution d'un dossier de demande d'autorisation d'utilisation d'eau destinée à la consommation humaine et conformément à l'article R. 1321-6 du CSP, l'avis d'un hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique est requis. Cet avis porte sur les disponibilités en eau, sur les mesures de protection à mettre en œuvre et sur la définition des périmètres de protection mentionnés à l'article L. 1321-2 du CSP. Cet article L. 1321-2 du CSP indique que trois périmètres de protection dont un facultatif doivent être définis :

- ✚ un périmètre de protection immédiate acquis en pleine propriété ou de façon dérogatoire par l'établissement d'une convention de gestion entre la ou les collectivités publiques propriétaires et l'établissement public de coopération intercommunale ou la collectivité publique responsable du captage ;
- ✚ un périmètre de protection rapprochée à l'intérieur duquel toutes sortes d'installations peuvent être interdites ou réglementées ;
- ✚ et éventuellement un périmètre de protection éloignée où les installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols peuvent être réglementés.

2.2 Moyens mis en œuvre

Cet avis s'est basé sur :

- ✚ l'étude préalable à la définition des périmètres de protection des puits de Saint-Jean réalisée par le bureau d'étude ARTELIA en mai 2017 ;
- ✚ une analyse bibliographique :
 - Notice et carte géologique de Seurre au 1/50 000^{ème} (BRGM) ;
 - Collecte de données auprès des services de l'Etat (ARS, DDT, DREAL...), des services départementaux (Conseil départemental 21), des organismes professionnels (Chambre d'agriculture...) ;
 - Base de données disponibles via Internet (BSS, ADES, Banque Hydro, etc.)
- ✚ une visite du site effectuée le jeudi 18 mai 2017 à 14h30, en compagnie de Madame Justine CHAUVIN secrétaire du SIAEPA, M. LOTT Président du SIAEPA et de M. PALANCHON de l'ARS Bourgogne ;
- ✚ les résultats des investigations suivantes :

	Actions hydrogéologiques demandées	Finalité
1	Inventaires et nivellement des points d'eau entre : ✚ l'Ouche à l'est ; ✚ la Saône au sud ; ✚ le Village de Saint-Jean-de-Losne à l'ouest ; ✚ la limite des alluvions récentes au nord. Action réalisée entre 2017 et 2019	Etablissement de cartes piézométriques précises Etablissement de cartes qualités d'isovaleurs et ainsi préciser le fonctionnement de l'aquifère (type et origine d'alimentation) – Non réalisée Définition des relations entre l'Ouche et la nappe (cours d'eau perché, alimentation, drainage...)
2	Réalisation pendant le pompage d'essai de 2 campagnes piézométriques et de qualité (pH, conductivité, nitrates) sur l'ensemble des points d'eau inventoriés (cf. 1), sur la Saône et l'Ouche (avec des mesures de débits sur l'Ouche) : ✚ une en étiage ; ✚ une en haute-eaux. Campagnes qualités réalisées entre 2017 et 2019	
3	Réalisation d'un nouveau pompage par paliers sur le puits Sud Action réalisée	Définition du débit critique du puits Sud
4	Réalisation d'un pompage d'essai longue durée de 6 mois sur le champ captant au débit d'exploitation envisagée avec : ✚ un suivi en continu des niveaux piézométriques, de la conductivité et la température sur les puits, Pz2 et Pz4 et la Saône ; ✚ une campagne piézométrique mensuelle sur les 2 puits et les piézomètres du champ captant et la Saône avec établissement d'esquisses piézométriques ; ✚ une campagne mensuelle de qualité sur les puits, sur la Saône, sur un piézomètre situé entre le versant les puits (Pz4) et un piézomètre situé en rive gauche de la Saône impacté par le panache de pollution de SOLVAY. Les paramètres à analyser seront : les pesticides, les nitrates, la turbidité, le fer, le manganèse et les paramètres liés aux activités de SOLVAY. Partiellement réalisée	Définir avec certitude le potentiel quantitatif et qualitatif du champ captant selon le maximum de configurations hydrogéologiques possibles (étiage, hautes eaux, crue de la Saône...) Définir la relation hydrogéologique entre : ✚ la Saône et le champ captant ; ✚ la rive gauche de la Saône et le champ captant. Définir de l'existence ou non de l'impact des activités de SOLVAY
5	Réalisation de 2 traçages hydrogéologiques : ✚ le premier entre le puits en pompage et un piézomètre situé côté versant ; ✚ le deuxième entre le puits en pompage et un piézomètre ou une fosse situé côté Saône. Partiellement réalisée entre 2017 et 2019 : aucun point d'injection n'est situé entre la Saône et le puits Sud ainsi la quantification de la relation entre les puits en pompage et la Saône non connue.	Définition des paramètres hydrodispersifs de l'aquifère, des vitesses d'écoulement des eaux souterraines. Identification de la relation entre le puits en pompage et la Saône
6	Réalisation d'une prospection électromagnétique EM31 sur la zone d'appel du champ captant préalablement défini. L'EM31 devra être calé sur les coupes lithologiques des 5 piézomètres du champ captant et sur 3 essais d'infiltration. Action réalisée entre 2017 et 2019	Caractérisation de la couverture de l'aquifère
7	Réalisation d'une modélisation hydrodynamique et hydrodispersive des eaux souterraines en 2021 par ARTELIA Action réalisée en juillet 2021	Identification de la relation entre le puits en pompage et la Saône

3

Présentation générale

3.1 Présentation du SIAEPA du Pays Losnais

(a) Situation géographique

Le SIAEPA du Pays Losnais regroupe 8 communes situées à une vingtaine de kilomètres à l'ouest de Dole, au nord de l'autoroute A36 et de part et d'autre de la Saône, dans le département de la Côte d'Or. :

- ✚ Commune d'Echenon,
- ✚ Commune de Saint-Usage,
- ✚ Commune de Saint-Jean-de-Losne,
- ✚ Commune de Losne,
- ✚ Commune de Laperrière-sur-Saône,
- ✚ Commune de Saint-Seine-en-Bâche,
- ✚ Commune de Saint-Symphorien-sur-Saône
- ✚ Commune de Samerey.

Le territoire du syndicat est marqué par la présence des cours d'eau suivants : La Saône, L'Ouche et le canal de Bourgogne.

(b) Démographie et habitat

Selon les données fournies par le SIAEPA du Pays Losnais, le nombre d'habitants desservis en 2015 par les ressources du SIAEPA du Pays Losnais est de 6 245 habitants.

L'évolution de la population est la suivante :

Graphique 1 : Evolution de la population du SIAEPA du Pays Losnais depuis 1990

	1990	1999	2009	2013	2015	2018
Nombre d'habitants	5 359	5 230	5 780	6 161	6 245	6 241

(c) Projet de développement

A moyen terme, les communes du SIAEPA du Pays Losnais ne prévoient aucun projet d'urbanisme induisant une augmentation notable de la population desservie.

3.2 Présentation du service d'adduction en eau potable

Source : Etude des scénarii d'alimentation en eau potable du SIAEPA du Pays Losnais réalisée en mai 2017 à ARTELIA

(a) Mode d'exploitation

Le service AEP du SIAEPA du Pays Losnais est exploité en affermage par SUEZ.

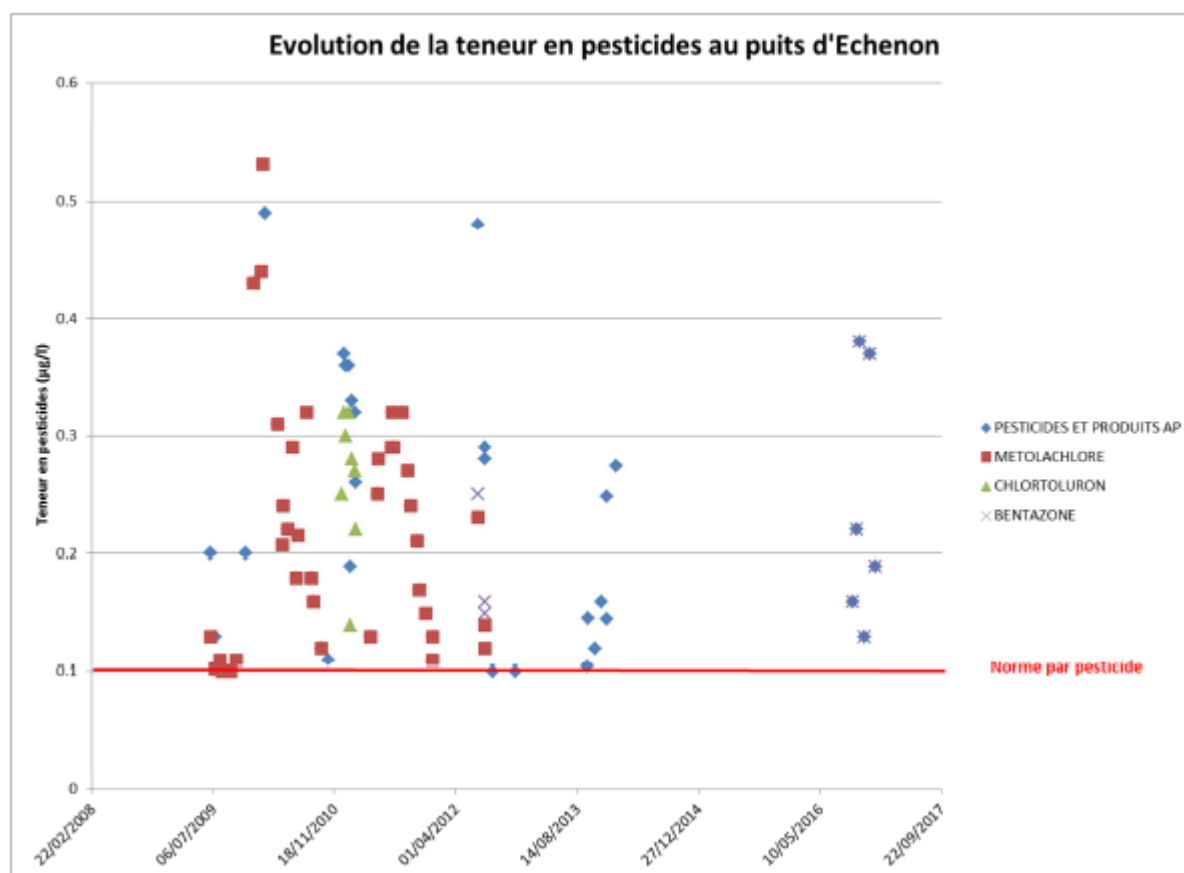
(b) Ressources en eau potable du SIAEPA du Pays Losnais

Le SIAEPA du Pays Losnais est alimenté actuellement par une unique ressource en eau située au lieu-dit « En Sausoille » sur la commune d'Echenon. L'ouvrage est équipé de deux pompes fonctionnant en alternance, d'une capacité de 122 m³/h chacune.

La capacité de la ressource d'Echenon est de 2 440 m³/jour.

Le puits alimente la station de traitement d'eau potable Belle Défense située à Saint-Jean de Losne. C'est sur le fonctionnement de cette dernière que sont asservis le démarrage et l'arrêt des pompes du puits.

Sur le plan qualitatif, l'eau prélevée au niveau du puits connaît des dépassements des limites de qualité vis-à-vis de certains pesticides (Métalochlore, Chlortoluron et Bentazone).



Les périmètres de protection du puits d'Echenon ont fait l'objet d'un arrêté préfectoral de Déclaration d'Utilité Publique (DUP) pris en date du 29 février 2016. Les périmètres de protection ont été définis pour les volumes de prélèvement suivants :

- ✚ Volume journalier : 1 440 m³/j,
- ✚ Volume horaire : 110 m³/h,
- ✚ Volume annuel : 400 000 m³/an.

(c) Descriptif du réseau d'adduction en eau potable du SIAEPA du Pays Losnais

La description du réseau d'adduction en eau potable du syndicat est représentée sur la figure 02, page suivante.

(d) Le Traitement

La station de traitement de Saint-Jean-de-Losne se situe le long de la rue du Port Bernard. Sa capacité de production est de 847 m³/j (source : RAD 2015). Le traitement consiste en une simple désinfection par chlore gazeux.

Le fonctionnement de la station de traitement est asservi au niveau d'eau dans le réservoir de Saint-Jean de Losne.

(e) Production et distribution du réseau

Les volumes produits et distribués sont suivis par le Syndicat. En 2019, les volumes produits et distribués sont les suivants :

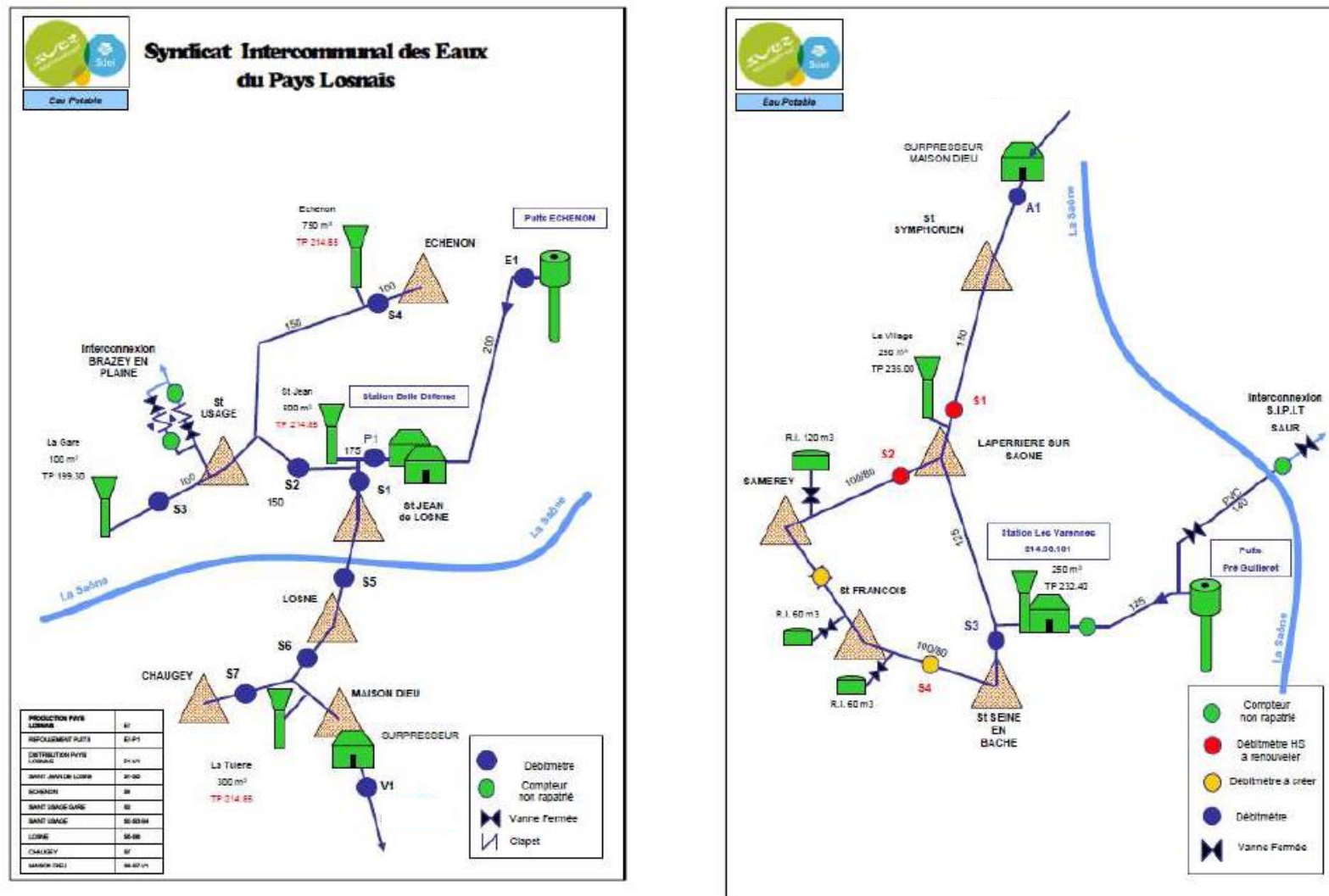
Graphique 2 : Volume d'eau produit et distribué en 2019

Année	Volume total prélevé (m ³)	Volume distribué (m ³)	Rendement total du réseau
2020	383 000	293 825	76,7 %

La consommation moyenne journalière du Syndicat en 2019 est de 805 m³/j pour un prélèvement moyen de 1 050 m³/j.

Le rendement du réseau est bon, de l'ordre de 76,7 % en 2019.

Figure 2 : Synoptique du réseau



(f) Besoins du Syndicat actuel et futur

D'après l'étude d'ARTELIA, le besoin de consommation actuel et à l'horizon 2035 du syndicat sont :

	<i>Situation actuelle</i>	<i>Situation future</i>
<i>Volume consommé autorisé un jour moyen (m³/j)</i>	700	990
<i>Volumes moyen de fuites (m³/j)</i>	250	175
<i>Volume à produire un jour moyen (m³/j)</i>	950	1 165
<i>Coefficient de pointe retenu</i>	1.5	1.5
<i>Volume consommé un jour de pointe (m³/j)</i>	1 050	1 490
<i>Volume à produire un jour de pointe (m³/j)</i>	1 300	1 665
<i>Evolution situation actuelle/future (%)</i>		22.6%

La ressource d'Echenon est suffisante en situations actuelle et future pour subvenir aux besoins en eau du jour moyen et du jour de pointe (potentiel 2 440 m³/j). Toutefois, on observe cependant un dépassement du débit autorisé par l'arrêté préfectoral de DUP (1 440 m³/j) en situation future jour de pointe, d'environ 225 m³/h.

(g) Objectif de la mise en service du champ captant de St-Jean

La mise en service du champ captant de St-Jean aura un double objectif :

- ✚ Remplacer partiellement le puits d'Echenon qui connaît des dépassements régulier des limites de qualité vis-à-vis de certains pesticides (Métalochlore, Chlortoluron et Bentazone) par une ressource moins impactée par les pesticides ;
- ✚ Répondre aux besoins futurs du Syndicat l'horizon 2035 avec l'exploitation d'un ou 2 champs captant.

Ainsi, les débits sollicités sont :

Débit annuel moyen	438 000 m³/an
Débit journalier de pointe	1 800 m³/j
Débit horaire de pointe	90 m³/h

4

Descriptif du champ captant de St-Jean

Le champ captant de St-Jean est comprend de 2 puits : Puits Nord et Puits Sud. Seul le puits Nord est référencé en BSS (Base de données du Sous-Sol) sous l'indice BSS001KPRB. Ils ont été réalisés en 1941 pour le puits Nord et en 1968 pour le puits Sud.

Le puits Sud sera déclaré auprès de la Banque du Sous-Sol du BRGM en même temps que la déclaration des cinq piézomètres mis en place pour les besoins de l'étude.

4.1 Situation géographique

Les puits de Saint-Jean sont situés sur la commune de Saint-Usage, à 50 m en rive droite de la Saône. La localisation des ouvrages est la suivante :

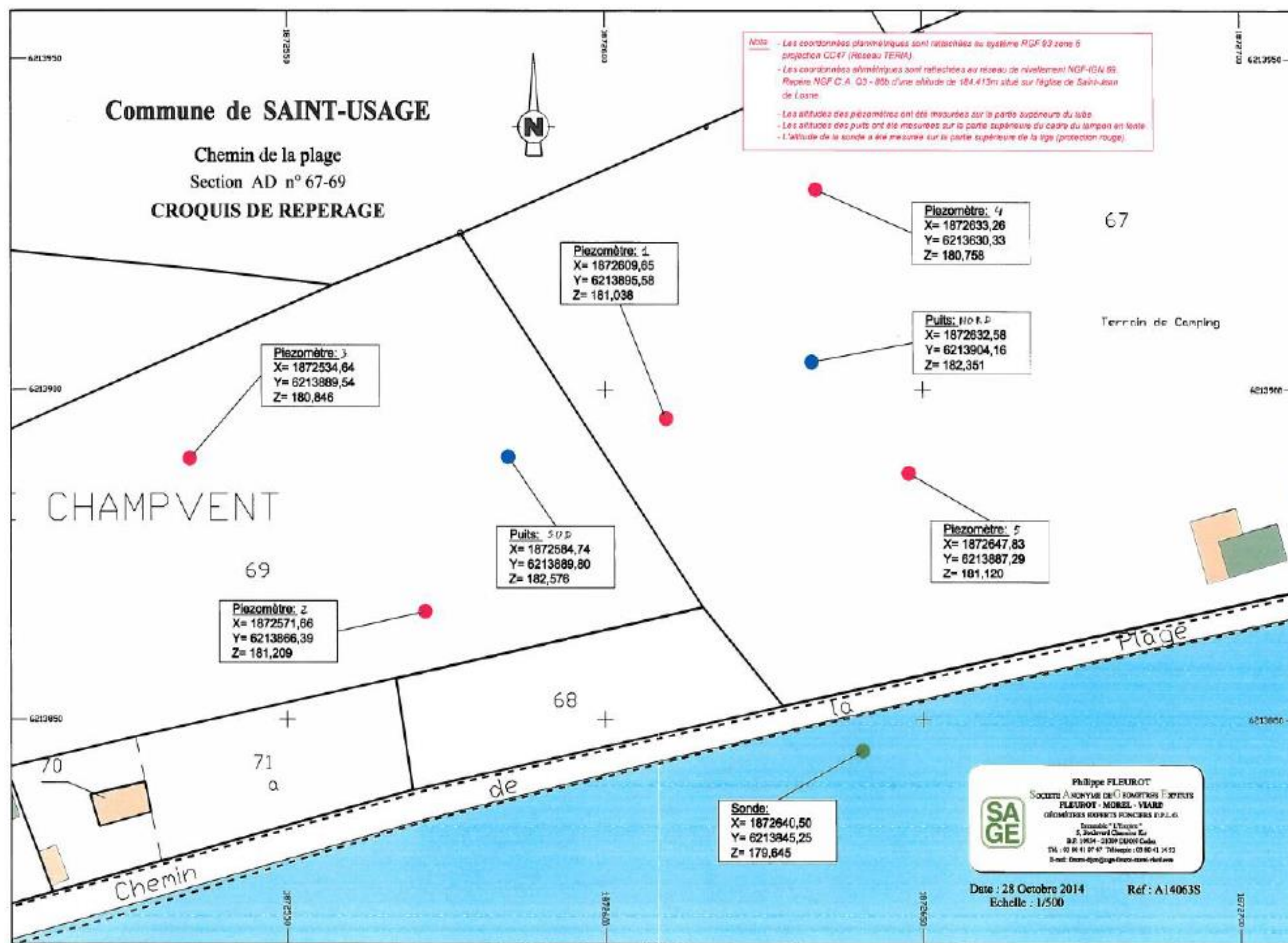
Graphique 3 : Localisation des puits de Saint-Jean

	Puits Nord BSS001KPRB	Puits Sud
Coordonnées géographiques		
X (Lambert 93)	1 872 633,04 m	1 872 584,74 m
Y (Lambert 93)	6 213 905,28 m	6 213 889,8 m
Z en m NGF	182,35 m	182,58 m
Localisation cadastrale		
Section	AD	AD
N° de Parcelle	67	69

Le puits Nord est situé sur la parcelle 67 de la section AD, soit sur une parcelle n'appartenant pas à la collectivité.

Or les captages AEP doivent être situés sur une parcelle dont la maîtrise foncière appartient à la collectivité. Ainsi, le Syndicat devra acquérir la parcelle du puits Nord pour l'exploiter.

Figure 3 : Plan cadastral



4.3 Historique du site

Ces puits, créé en 1941, ont été abandonnés en 1978 suite à une pollution suspectée liée à l'usine SOLVAY de Tavaux.

Cette plateforme chimique, dont la production de base est centrée autour du polychlorure de vinyle (PVC) et du polychlorure de vinylidène (PVDC) stockait ses déchets organo-chlorés (hexachlorobutadiène, hexachloroéthane, perchloroéthylène, hexachlorobenzène, tétrachlorure de carbone, trichloroéthylène et hexachlorobenzène) dans une alvéole en argile qui a présenté un défaut d'étanchéité. Une pollution des eaux souterraines au droit du site a été mise en évidence et les composés organo-chlorés ont migré vers la nappe phréatique créant une « bulle » de produits de forte densité et un panache de pollution qui a migré lentement dans le sens d'écoulement de la nappe.

Une restriction d'usage d'eau de puits prélevée dans la nappe phréatique a été prise conjointement par les préfets du Jura et de la Côte d'Or en Juillet 2003 sur une zone de quarante kilomètres carré, délimitée par un réseau de puits de surveillance et par la limite de l'aquifère. Elle concerne pour le département de la Côte d'Or, pour partie le territoire des communes de Laperrière-sur-Saône, Losne (hameau de Maison Dieu), Saint-Symphorien-sur-Saône et Samerey. **La commune de Saint-Usage, sur laquelle se situent les deux puits, est donc hors de cette zone et n'est pas concernée par cette restriction.**

Aucune analyse chimique au niveau des puits révélant une pollution à cette époque n'est disponible (archive inexistante).

4.4 Description des puits de Saint-Jean

4.4.1 L'environnement immédiat des ouvrages

Les puits sont situés dans une prairie partiellement boisée.

Ils sont situés dans un périmètre non clôturé.

Les puits sont situés dans la zone d'expansion des crues de la Saône, ils sont surélevés par rapport au terrain naturel de 1,28 m limitant ainsi la contamination des eaux pompées par des eaux de surface.

4.4.2 Description des ouvrages de captage

Les ouvrages sont coiffés par une dalle en béton et fermés par un tampon foug Ø 800 mm. L'aération des ouvrages est assurée par une cheminée en fonte située sur tampon foug.

Le diamètre intérieur des ouvrages est de 3000 mm.

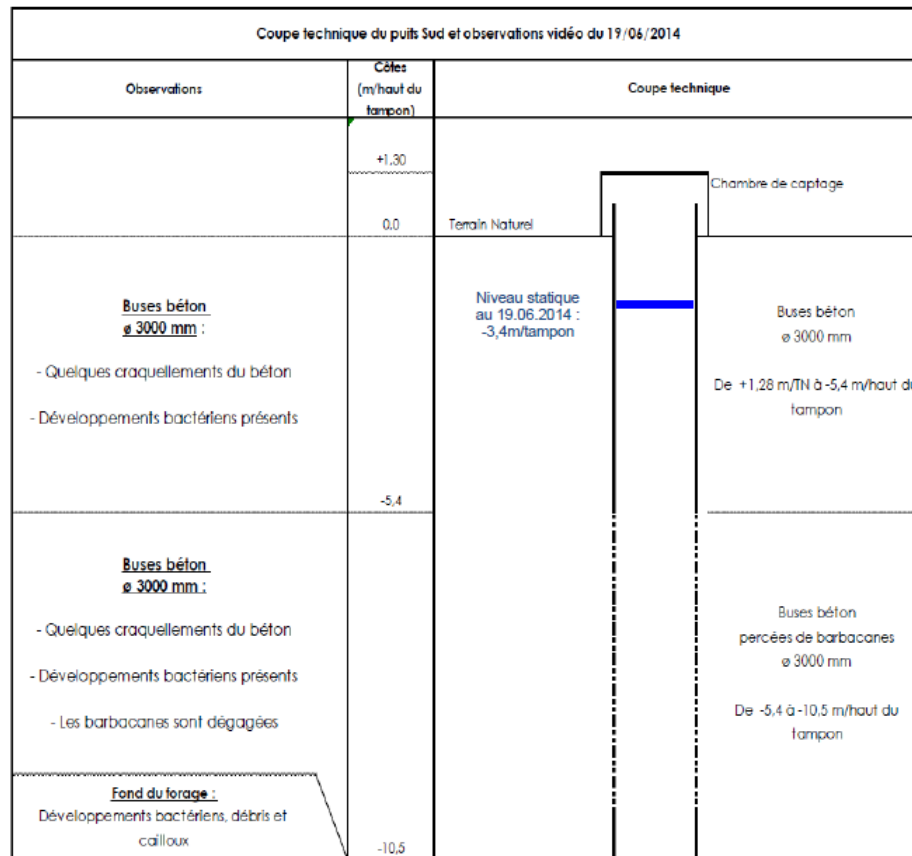
L'accès à un caillebotis sommaire est assuré par une échelle non équipée de crinoline.

Le puits Nord fait 8,7 m de profondeur contre 10,5 m pour le puits Sud.

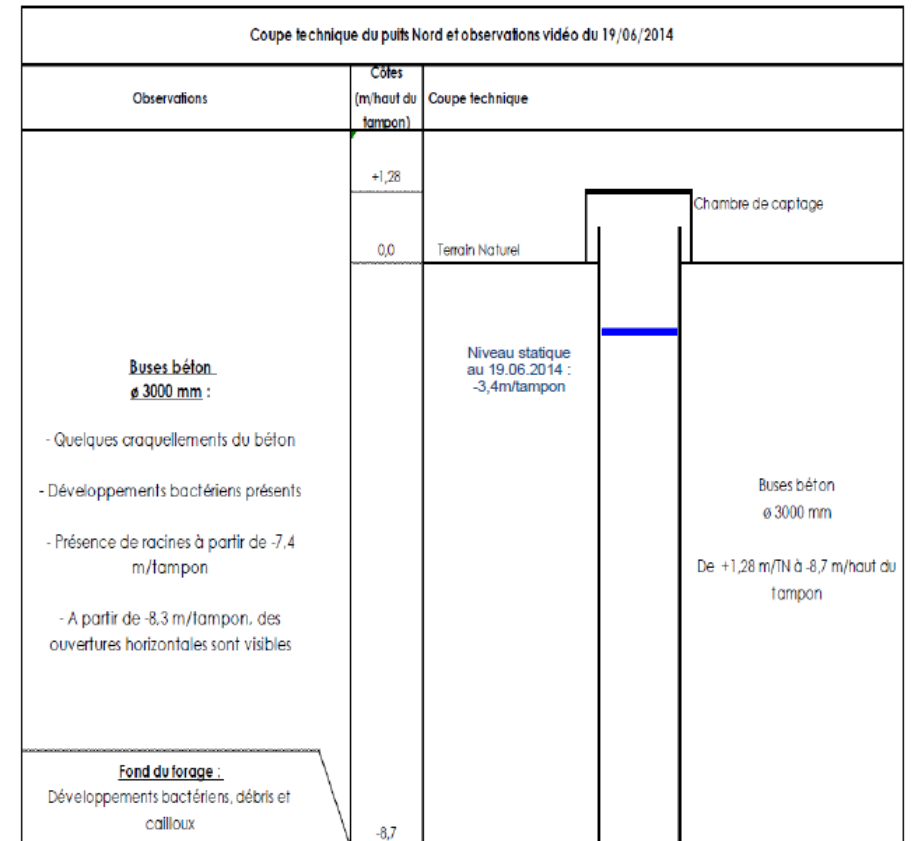
Le cuvelage en béton du puits Sud est percé de barbacanes carrées entre 5,4 et 10 m de profondeur.

Pour le puits Nord, des ouvertures dans le cuvelage sont observées seulement entre 8,3 à 8,7 m de profondeur.

Figure 5 : Coupes techniques des ouvrages (Source : ARTELIA)



Puits Sud



Puits Nord

4.4.3 Diagnostic du champ captant

4.4.3.1 Etat des ouvrages

Du point de vue du génie civil, l'étanchéité de la maçonnerie des ouvrages est satisfaisante.

Compte tenu de la non utilisation des ouvrages depuis 1978, les équipements métalliques, hydrauliques et électriques sont obsolètes.

4.4.3.2 Préconisations et travaux à réaliser

Avant la mise en service, les travaux suivants devront être réalisés autour et sur les puits :

- ✚ Enlèvement des arbres situés à proximité des puits ;
- ✚ Mise en place d'une clôture et d'un portail respectant la réglementation (hauteur minimale de 2 m) ainsi qu'une alarme anti-intrusion ;
- ✚ la mise en place d'un fossé d'étanche le long du périmètre clôturé avec un exutoire en aval du captage. Il permettra de recueillir les eaux de ruissellement des chemins et parcelle limitrophe pouvant être polluées (déversement accidentels d'hydrocarbures via un accident de véhicules) ;
- ✚ Retrait de l'ensemble des éléments hydrauliques (colonne d'exhaure, vannes..) et remplacement par des équipements neufs et dimensionnés en vue de la future exploitation des ouvrages ;
- ✚ Sécurisation de l'accès des puits par la mise en place d'échelles crinoline, de grilles de sécurité ;
- ✚ Des travaux de curage du fond des puits.

4.4.4 Débits d'exploitation des puits

Afin de connaître le débit maximum d'exploitation des puits, le potentiel de l'aquifère, les investigations suivantes ont été réalisées :

- ✚ pompages par paliers réalisés le 28 et 30 octobre 2014 sur puits Nord
- ✚ pompage par paliers le 16 mai 2019 sur le puits Sud ;
- ✚ pompage longue durée pendant 6 mois sur le puits sud, sur un cycle hydrogéologique à débit constant de 90-95 m³/h, entre le 12 novembre 2018 et 16 mai 2019 sur le puits.

Les pompages par paliers ont été réalisés en période de moyennes-basses eaux.

Lors des pompages de 2018-2019 :

- ✚ Les niveaux d'eau de la nappe ont été suivis par des sondes de mesure à enregistrement numérique (pas de temps 15 minutes) sur les points d'eau suivants :
 - les puits Sud et Nord ;
 - les piézomètres 2 et 4.
- ✚ Le suivi de niveaux d'eau de la Saône au droit du champ captant a été également réalisé par une sonde de mesure à enregistrement numérique.

4.4.4.1 Pompages par paliers - Débit critique des ouvrages

4.4.4.1.1 Rappels

Le débit critique d'un ouvrage correspond au débit maximal que peut fournir l'ouvrage sans risque d'entraînement de particules fines et détérioration de l'ouvrage (à la suite d'écoulements turbulents notamment) :

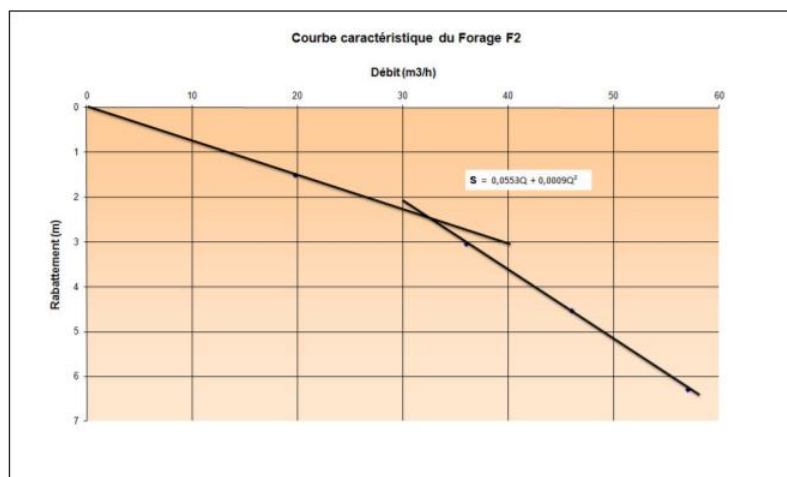
Il correspond l'abscisse du point d'inflexion sur la courbe caractéristique du débit en fonction du rabattement (cf. graphique 1, ci-dessous).

La courbe caractéristique d'un ouvrage définit les pertes de charge de l'ouvrage.

Elle est établie à partir d'un essai par paliers de débits successifs croissants.

Le débit critique correspond est atteint lorsque les pertes de charges quadratiques (liées à l'équipement de l'ouvrage) sont supérieures aux pertes de charges linéaires (liées à l'aquifère). Ce débit est déterminé

- Soit graphiquement. Il correspond à l'abscisse du point d'inflexion sur la courbe caractéristique ;



Graphique 1 : Exemple de courbe caractéristique d'un forage

- Soit par l'équation de la courbe caractéristique :

$$\text{Rabattement} = A \times Q^2 + B \times Q$$

Où : le rabattement est en m, le débit Q est en m^3/h ;

$B \times Q$ représente les pertes de charges linéaires (liées à l'aquifère) ;

$A \times Q^2$ représente les pertes de charges quadratiques (liées à l'équipement du forage).

Le débit critique correspond au débit à partir duquel les pertes de charges quadratiques commencent à prédominer sur les pertes de charges linéaires ($A \times Q^2 > B \times Q$).

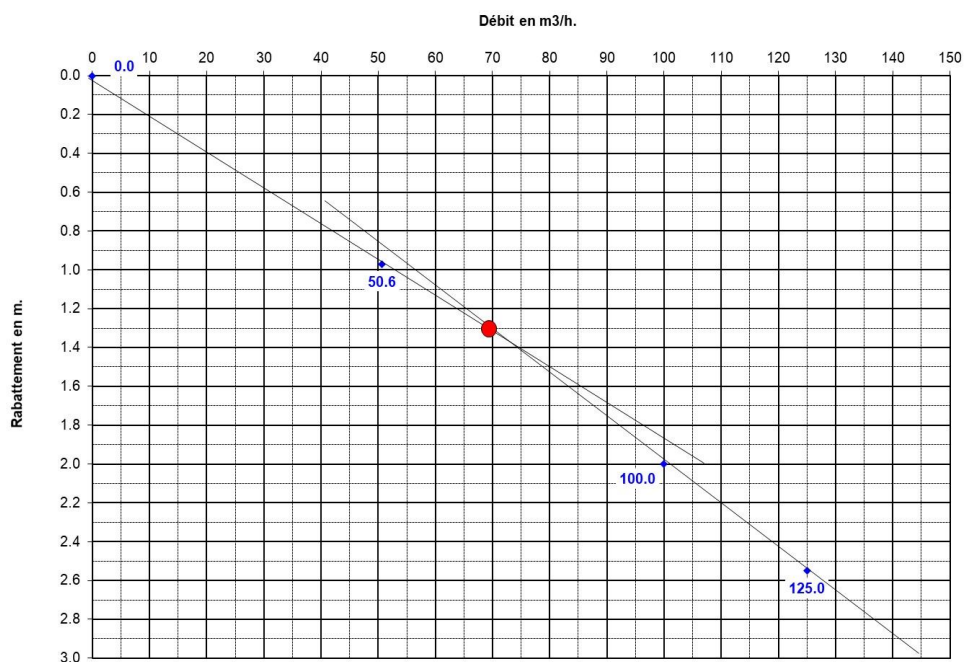
Il ne doit pas induire :

- ✚ **Un dénoyage de la partie captante de l'ouvrage captant et des pompes ;**
- ✚ **Un ensablement du forage soit en théorie les vitesses d'entrée à travers les parties captantes de l'ouvrage doit être inférieure à une vitesse théorique de 3 cm/s.**

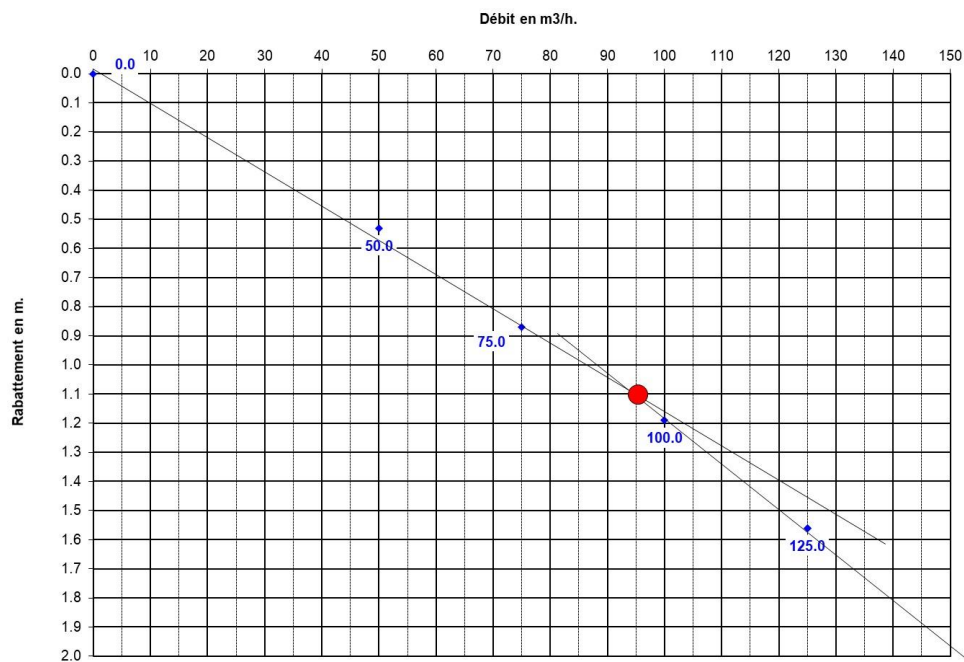
Les 2 ouvrages d'exploitation du champ captant ont fait l'objet de pompages par paliers pour définir leur débit critique. Les résultats de ces pompages de ces paliers sont résumés dans le tableau suivant :

Ouvrage	Date du pompage par paliers	Débits critiques théorique en m ³ /h	Débit spécifique en m ³ /h/m
Puit Nord	Octobre 2014	70	50
Puit Sud	Novembre 2018	95	80

En résumé, les débit critiques des ouvrages sont compris entre 70 et 95 m³/h.



Graphique 2 : Courbe caractéristique du puits Nord en 2014



Graphique 3 : Courbe caractéristique du puits Sud en 2018

4.4.4.2 Débit d'exploitation des ouvrages

Pour éviter de dénoyer l'aquifère et de détériorer l'ouvrage, il est d'usage :

- ✚ de rabattre au maximum de 1/3 la hauteur d'eau initiale de l'ouvrage (pour une nappe libre). Dans notre cas, la hauteur d'eau en basses eaux dans les ouvrages étant au minimum de 5,3 m, *le rabattement maximal acceptable serait de l'ordre 1,75 m* ;
- ✚ d'exploiter le forage à 90% du débit critique max, soit à 65 et 85 m³/h dans le cas présent pour les puits Nord et sud ;
- ✚ de ne pas dénoyer les crépines de l'ouvrage situées à 177 m NGF
- ✚ de ne pas dépasser 20 heures par jour de fonctionnement pour une pompe.

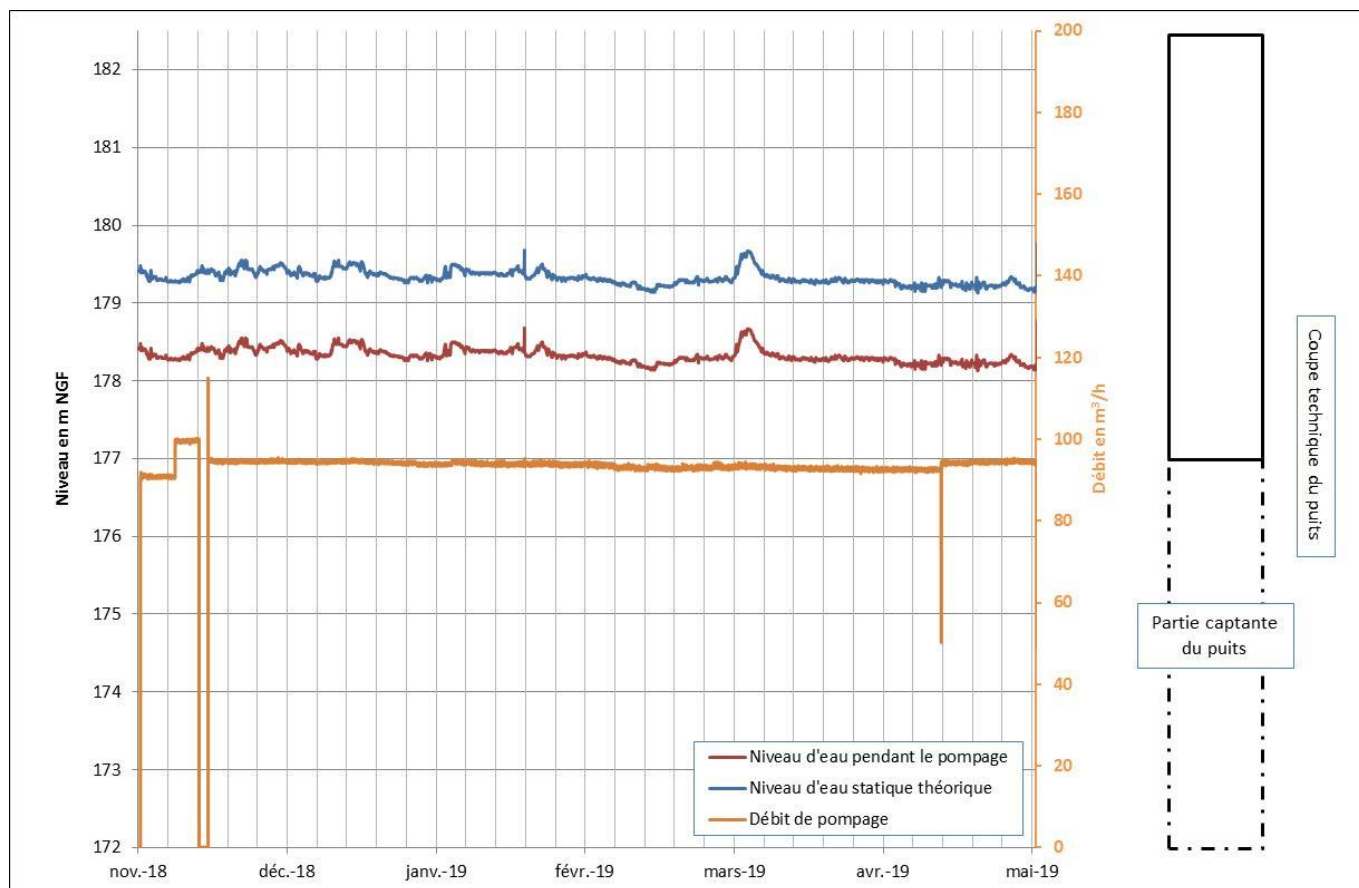
Pour déterminer le débit d'exploitation des puits, je me suis basé sur :

- ✚ le débit critique des ouvrages ;
- ✚ l'évolution du niveau piézométrique lors de pompage longue durée de 6 mois, réalisé sur un cycle hydrogéologique (cf. graphique, page ci-après).

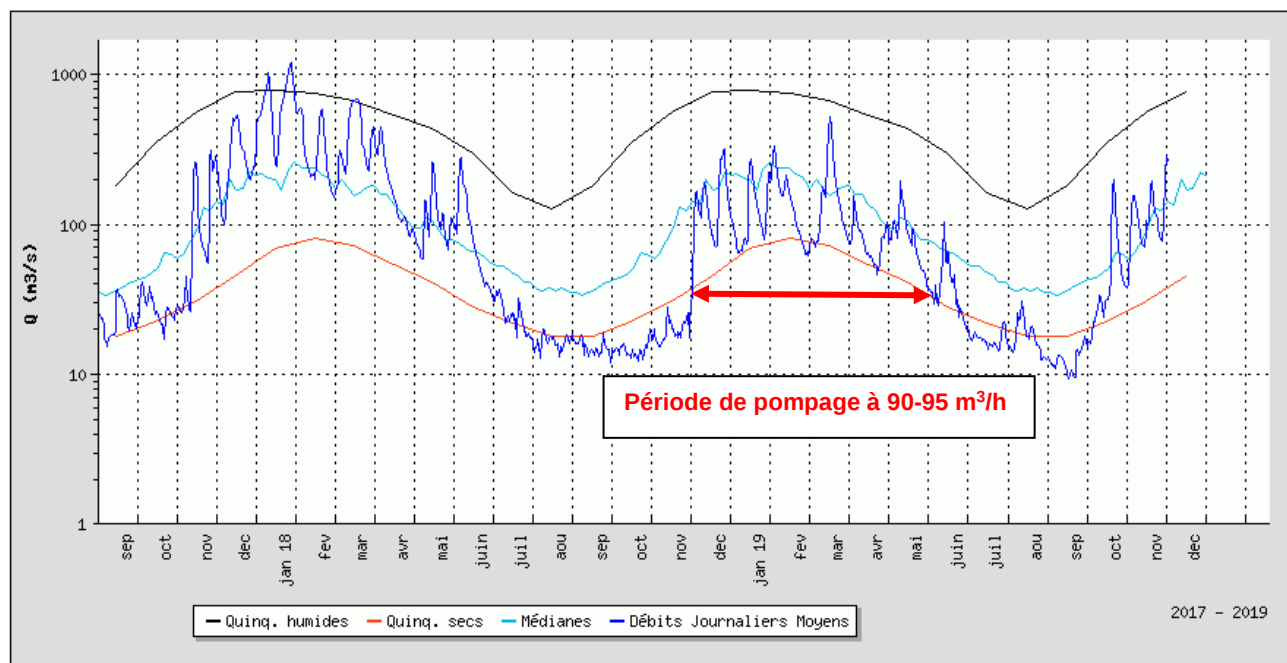
Pour un débit moyen de 93 m³/h 24 h/24 h (2 232 m³/j) sur le puits Sud,

- ✚ le rabattement du niveau d'eau est de l'ordre de 1 m en période d'étiage et de hautes eaux ;
- ✚ la partie captante de l'ouvrage n'est pas dénoyer (niveau dynamique à 178,2 m NGF pour un début de la partie captante à 177 m NGF).

Par conséquent, le débit exploitation de 1 800 m³/j, soit 75 m³/h 20h/24h sollicité par le SIAEPA du Pays Losnais est en adéquation avec le potentiel des 2 puits et de l'aquifère en présence (qui est de l'ordre 150 m³/h).



Graphique 4 : Evolution du niveau piézométrique pendant le pompage de 90-95 m³/h



Graphique 5 : Evolution du débit de la Saône à Pagny-la-Ville à 8,5 km en aval

5

Contexte hydrogéologique

5.1 Contexte géologique

5.1.1 Généralité

D'après les éléments de la carte géologique au 1/50 000ème n° 527 – Seurre, du BRGM, le projet se situe au droit des alluvions récentes FZ de la Saône.

Les alluvions de la Saône, d'âge quaternaire, forment tout au long du val de Saône une série de terrasses emboîtées. Et elles ravinent, parfois assez profondément, le substratum à une cote inférieure à celle de la vallée actuelle.

Les alluvions les plus récentes, post-glaciaires (holocènes), sont constituées d'une terrasse de 5 m (altitude relative) et de limons d'inondation subactuels, recouvrant les graviers des alluvions récentes.

Ce niveau de graviers a une épaisseur comprise entre 5 et 10 m. Les graviers sont en général mélangés à des sables et à des argiles, ces dernières pouvant former des passées d'épaisseur métrique.

Leur couverture est constituée par les formations argilo-sableuses de la terrasse de 5 m là où elle n'a pas été érodée ou par les limons d'inondation dans la plaine inondable ; ces derniers ont une épaisseur comprise entre 1 et 3 m.

L'épaisseur maximale des graviers ne se rencontre pas toujours dans l'axe de la vallée et peut se situer à l'emplacement d'anciens chenaux. Le lit mineur de la Saône ne recoupe pas partout la totalité des graviers.

Localement, ceux-ci peuvent atteindre encore 5 m sous le fond de la Saône.

Les puits de St-Jean captent les eaux siégeant dans les alluvions récentes de la Saône.



Figure 6 : Contexte géologique

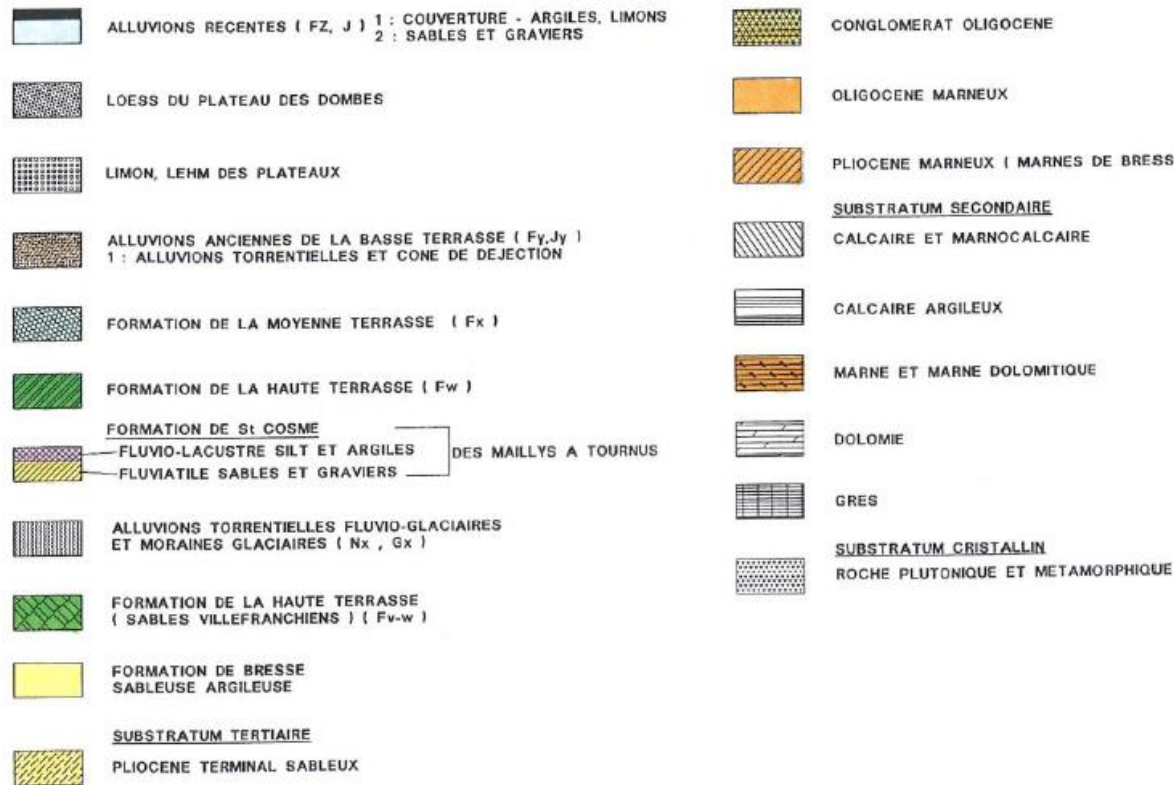
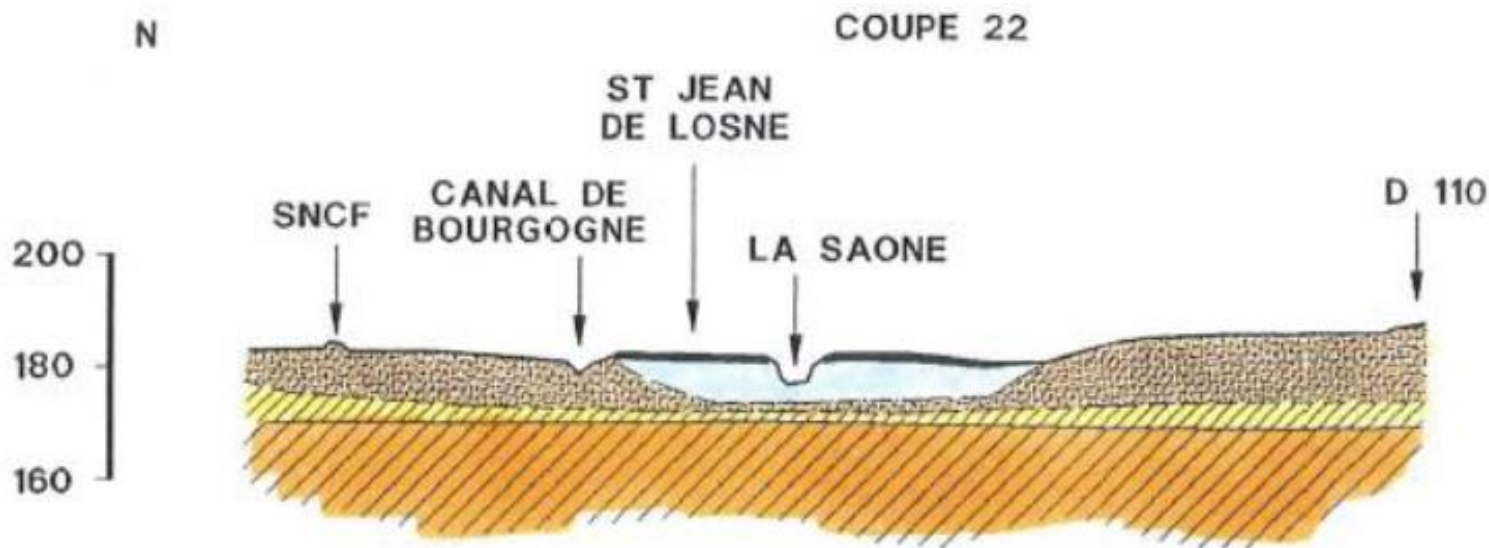


Figure 7 : Coupe géologique (Source EPTB)

5.1.2 Contexte local

Afin de connaître la structure du sous-sol, le champ captant a fait l'objet de reconnaissances géologiques suivantes :

- ✚ Le puits Nord en 1941 ;
- ✚ Le sondage reconnaissance pour la réalisation du Puits Sud en 1968 ;
- ✚ 5 piézomètres en 2014.

D'après ces reconnaissances géologiques :

- ✚ Les alluvions récentes sont constituées de sables et graviers avec des passes argileuses ;
- ✚ la puissance des alluvions est comprise entre 4,6 à 7,3 m ;
- ✚ Les alluvions sont recouvertes par 2,9 à 3,7 m de matériaux argilo-limoneux dont 0,1 m de terre végétale.
- ✚ Le substratum est constitué par les formations argileuses à sableuses du Pliocène. Au niveau du projet, le substratum fluctue entre les cotes 170 m et 172 m NGF. Le toit du Pliocène remonte au niveau des piézomètres Pz3 et Pz4, en direction du versant.

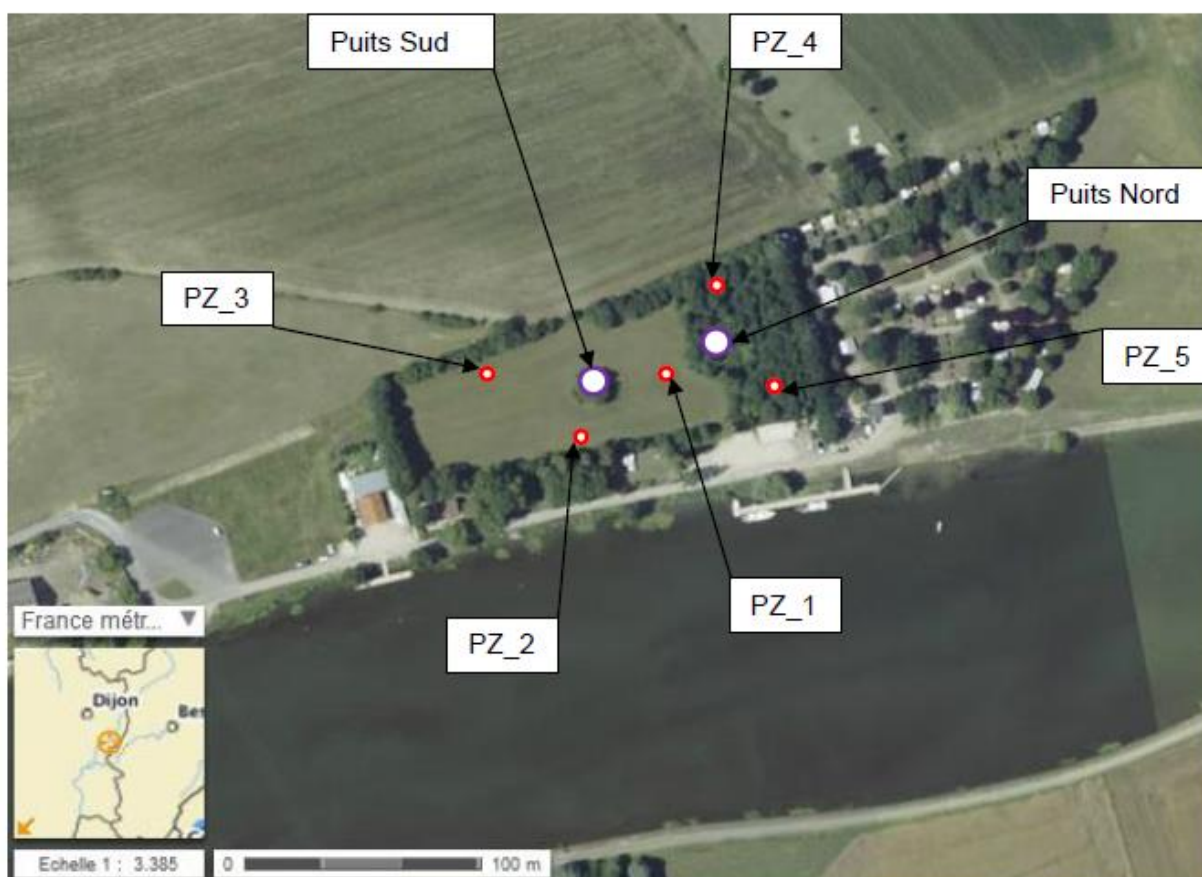


Figure 8 : Localisation des reconnaissances géologiques

Coupe lithologique du puits Nord

NATURE DES TERRAINS TRAVERSES :

terre végétale	0,60
limon argileux	2,10
marne compacte	0,40
sable et gravier	3,80
gravier fin	1,00
	<u>7,90 m</u>

Coupe lithologique du sondage de reconnaissance

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0.2 m	TERRE VEGETALE	ACTUEL
De 0.2 à 6.5 m	GRAVIERS SABLE	QUATERNAIRE
De 6.5 à 7.1 m	GRAVIERS GALETS SABLE	QUATERNAIRE
De 7.1 à 10 m	GROS SABLE GALETS BLOCS	QUATERNAIRE
De 10 à 10.4 m	MARNE BLEUE	PLIOQUAT

Piézomètre 1

Lithologie :

Profondeur (m)	Formation
0,00 – 0,10	Terre végétale
0,10 – 1,35	Limon sableux marron
1,35 – 3,70	Limon sableux +/- argileux marron
4,70 – 7,70	Sable et graviers +/- argileux marron
7,70 – 8,60	Sable, graviers et galets
8,60 – 10,20	Sable et graviers +/- argileux marron

Piézomètre 2

Lithologie :

Profondeur (m)	Formation
0,00 – 0,10	Terre végétale
0,10 – 2,90	Limon argilo-sableux marron
2,90 – 10,20	Sable et graviers à passages argileux

Piézomètre 3

Lithologie :

Profondeur (m)	Formation
0,00 – 0,10	Terre végétale
0,10 – 3,50	Limon argilo-sableux marron
3,50 – 4,00	Sable limoneux marron
4,00 – 6,00	Sable et graviers
6,00 – 9,50	Sable, graviers et galets
9,50 – 10,30	Argile sableuse marron

Piézomètre 4

Lithologie :

Profondeur (m)	Formation
0,00 – 0,10	Terre végétale
0,10 – 1,20	Limon marron/noir
1,20 – 3,20	Limon argileux marron clair
3,20 – 4,20	Sable et graviers argileux bruns
4,20 – 5,00	Sable et graviers marron clair
5,00 – 8,00	Sable et graviers à passages argileux
8,00 – 10,20	Argile sablo-graveleuse marron

Piézomètre 5

Lithologie :

Profondeur (m)	Formation
0,00 – 0,10	Terre végétale
0,10 – 1,40	Limon sableux marron
1,40 – 3,00	Limon argilo-sableux
3,00 – 4,00	Sable brun/rouille +/- graveleux et argileux
4,00 – 8,00	Sable et graviers à passages argileux
8,00 – 10,00	Sable et graviers argileux marron clair

5.2 Contexte hydrogéologique

L'aquifère capté par les puits de Saint-Jean est constitué par les alluvions récentes de la Saône (Fz).

Le substratum de ces alluvions est constitué par les formations du Pliocène. Elles se présentent sous un faciès constitué de marnes avec des intercalations métriques à plurimétriques de sables plus ou moins grossiers et plus ou moins argileux. Ces intercalations sableuses à graveleuses constituent le second aquifère du secteur.

Au droit du projet, le Pliocène argileux empêchent toute communication entre l'aquifère fluviatile et le Pliocène aquifère.

5.2.1 Type de nappe

L'aquifère des alluvions de la Saône est de type libre à semi-captif. En effet, il existe des formations imperméables (argile et limons) surmontant le toit de la nappe, la rendant captive.

5.2.2 Alimentation

La nappe de la Saône est alimentée par les précipitations tombant directement sur les zones d'affleurement des alluvions, par les apports des versants et dans certaines conditions des apports sous-jacents de l'aquifère Pliocène (lorsque celui-ci est en contact avec les alluvions) et la Saône.

5.2.3 Caractéristiques hydrodynamique de la nappe

Les pompages d'essai et les traçages réalisés au droit du champ captant a permis de connaître les caractéristiques hydrodynamiques moyennes de la nappe au droit du projet :

- ✚ Transmissivité moyenne : 2.10^{-2} m²/s ;
- ✚ Porosité cinématique moyenne : 16 à 20 % ;
- ✚ Epaisseur de l'aquifère saturé : 4,6 à 7,3 m ;
- ✚ Débits spécifique supérieur à 50 à 80 m³/h/m.
- ✚ Vitesse d'écoulement des eaux : 0,2 à 0,3 m/h.

5.2.4 Piézométrie

Afin d'établir le sens d'écoulement des eaux souterraines au droit du projet, ARTELIA a réalisé deux campagnes piézométriques :

- ✚ Une le 30 octobre 2018 en période d'étiage et hors pompage sur les points d'eau du secteur ;
- ✚ Une le 26 avril 2019 en période d'étiage sur les points d'eau du champ captant et avec un pompage de 95 m³/h sur le puits sud

Les esquisses piézométriques (que j'ai réalisé) présentées sur la figure 10 (page suivante) montrent :

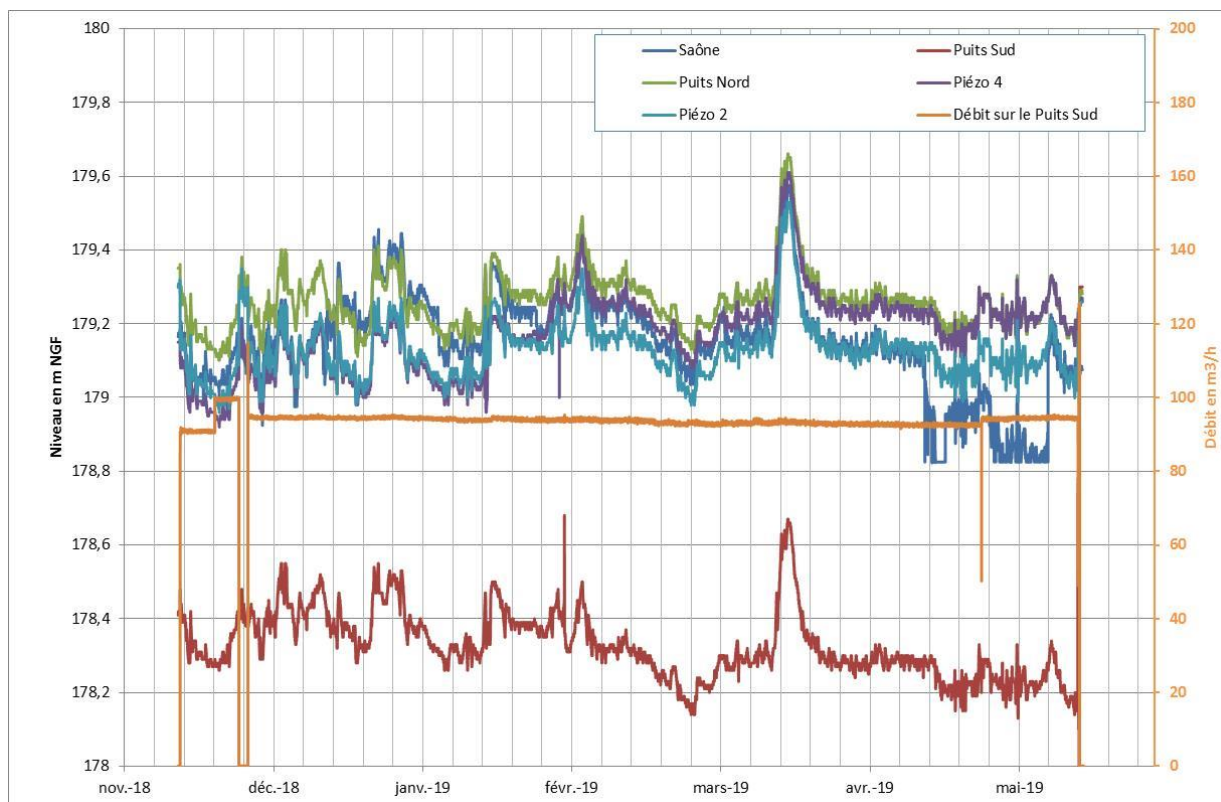
- ✚ Que hors pompage
 - un écoulement général des eaux souterraines orienté vers la Saône, c'est-à-dire que la nappe alluviale est drainée par la Saône ;
 - un écoulement des eaux souterraines orienté du nord-est (de l'Ouche) vers le sud-d'ouest (la Saône)
 - que le projet est compris entre les courbes isopièzes 179,2 et 179,26 m NGF en période de basses eaux ;
 - un gradient d'écoulement compris entre 0,3 ‰ et 0,5 ‰ ;
- ✚ Qu'en pompage, la Saône participe à l'alimentation du pompage.



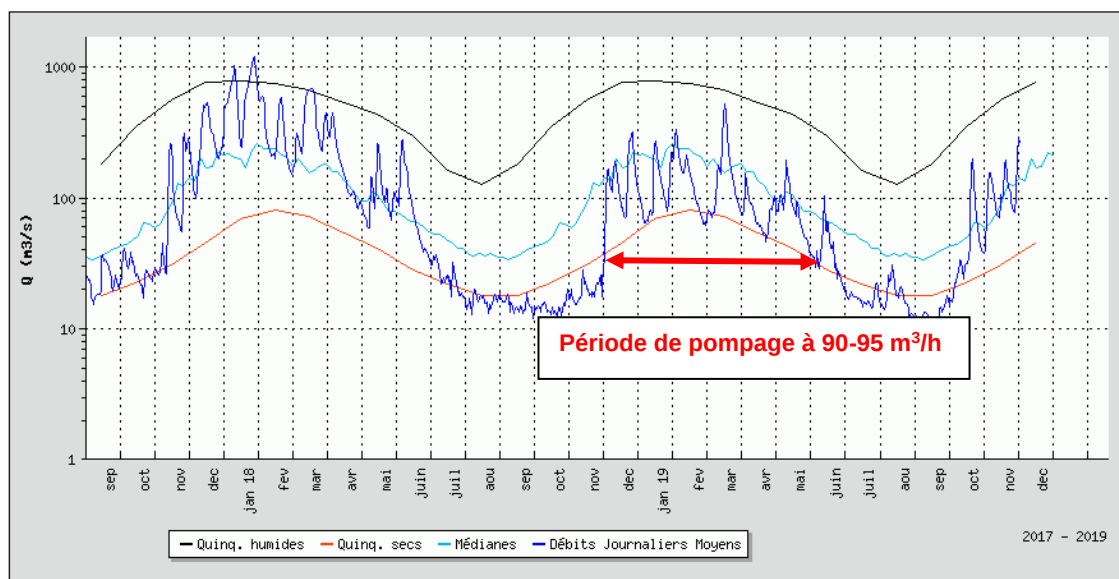
5.2.5 Fluctuation de la nappe

Pour estimer la fluctuation de la nappe alluviale, au droit du secteur d'étude, je me suis basé sur le suivi piézométrique en continu réalisé par ARTELIA lors du pompage de 6 mois sur 4 ouvrages du site (Pz2, Pz4, Puits Sud et Puits Nord) et la Saône.

Les graphiques ci-dessous montrent l'évolution de la piézométrie en m NGF au niveau du projet corrélié avec le suivi du débit de la Saône à Pagny-la-Ville à 8,5 km en aval.



Graphique 6 : Evolution du niveau piézométrique pendant le pompage de 90-95 m³/h



Graphique 7 : Evolution du débit de la Saône à Pagny-la-Ville à 8,5 km en aval

Les résultats de ces suivis indiquent que :

- ✚ le battement de la nappe est synchronisé avec celui de la Saône.
- ✚ la Saône constitue bien le niveau de base de la nappe ;
- ✚ le battement annuel moyen de la nappe est de l'ordre de 0,6 m ;

En se basant sur les résultats des suivis piézométriques, la cote de la nappe serait comprise, au niveau du champ captant :

- ✚ en basses eaux entre 179,2 et 179,26 m NGF ;
- ✚ en hautes eaux entre 179,8 et 179,86 m NGF.

5.2.6 Apports de la Saône pour une exploitation à 90 m³/h 24h/24h

D'après la modélisation hydrogéologique réalisée par ARTELIA en 2021, pour une exploitation du champ captant à 90 m³/h 24h/24h en période de crue quinquennale de la Saône (où les apports de la Saône seront les plus importants), la proportion des apports issus de la Saône est au maximum de 30 % (soit 27 m³/h).

5.3 Qualité des eaux souterraines

5.3.1 Généralité

Source : Analyses 1^{ère} adduction réalisée en 2011 et 2014 par ARTELIA ; Suivi qualité des eaux lors du pompage longue durée réalisé en 2018 et 2019

5.3.1.1 Paramètres physico-chimiques

Les eaux captées par les captages sont moyennement minéralisées (conductivité variant entre 542 à 927 $\mu\text{S/cm}$), dure ($\text{TAC} \approx 30^\circ\text{F}$), de pH légèrement basique ($\approx 7,4$) et de faciès physico-chimique à dominante bicarbonatée calcique.

Les teneurs en métaux sont nettement inférieures aux normes en vigueur.

Les concentrations en chlorures et en sulfates sont autour de 25 mg/l pour les chlorures et 24 mg/l pour les sulfates, ce qui est très inférieur à la limite de qualité (250 mg/l).

Les eaux ne présentent pas de problématique particulière vis-à-vis de la turbidité. Les teneurs ont toujours été inférieures à la limite de qualité (limite à 1,0 NTU – code de la Santé publique pour les eaux destinées à la consommation humaine) indiquant une bonne filtration des eaux dans l'aquifère et un temps de séjour dans l'aquifère important.

Aucune trace d'hydrocarbure n'a été constatée sur les eaux sur les puits.

Par contre, des traces de

-  déséthylatrazine (métabolite de l'atrazine) ont été observées dans les eaux du puits Nord ;
-  solvants chlorés ont été observées sur les 2 puits.

Les teneurs de ces traces sont inférieures aux limites de qualité.

Cette présence de déséthylatrazine dans les eaux depuis qu'elles sont analysées (soit 1992), nous indique que le temps de transfert des eaux dans l'aquifère capté par les puits peut atteindre plusieurs années, montrant l'important de la composante lente de la recharge du puits. En effet, des traces de triazines sont encore présentes en 2014 dans les eaux malgré leur interdiction depuis juin 2003.

Enfin, les teneurs en nitrates sont fortes de l'ordre de 27 mg/l avec des pics à 30 mg/l. Ces concentrations sont supérieures au bruit de fond naturel (5 à 10 mg/l).

Les présences de nitrates nettement au-dessus du bruit fond naturel et de traces de pesticides indiquent la présence d'une forte pression agricole sur les puits.

5.3.1.2 Paramètres bactériologiques

Les analyses réalisées sur l'eau brute présentent sporadiquement des contaminations bactériennes (Bactéries coliformes et germes aérobies et fécaux).

Cette contamination bactériologique sera traitée à la station de traitement par chloration au chlore gazeux au moment du pompage.

5.3.2 Résultats du suivi qualité réalisé lors du pompage de longue durée

Durant le pompage de longue durée du 12 novembre 2018 au 16 mai 2019 réalisé sur le puits Sud au débit d'exploitation sollicité (soit 90 m³/h), 6 campagnes de qualité des eaux souterraines ont été réalisées par le Bureau d'étude ARTELIA sur les points d'eau suivants :

- ✚ le puits Sud,
- ✚ la Saône,
- ✚ le piézomètre Pz4 (côté versant)
- ✚ un piézomètre en rive gauche de la Saône.

L'objectif de suivi était :

- ✚ de définir la relation entre le puits Sud en exploitation avec la Saône ;
- ✚ de définir l'existence ou non de l'impact des activités de SOLVAY situé en rive gauche de la Saône sur le puits Sud en exploitation.

Et les paramètres suivi ont été les suivants :

Paramètres	Familles
Hexachloro-1,3-butadiène	Solvants chlorés liés à l'activité de SOLVAY
Hexachlorobenzène	
Pentachlorobenzène	
Prosulfonate	
Pesticides totaux	Pesticides
AMPA	
Carbendazine	
Glyphosate	
Diflufenican	
Chlortoluron	
Propyzamide	
Quimerac	
Dimethachlore	
Metazachlore ESA	
Metolachlore ESA	
Nitrates	
IXSA8 (µg/L)	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
Turbidité	
Conductivité	

D'après les résultats de ce suivi (cf. tableau page suivante ou Rapport d'ARTELIA) :

- ✚ les signatures des eaux de la Saône et du puits Sud vis-à-vis des pesticides et des solvants chlorés sont proches confirmant ainsi **que la Saône est situé dans l'aire d'alimentation des puits pour un pompage de 90 m³/h. Ainsi tout rejet de polluants dans la Saône aura un impact sur la qualité des puits.**
- ✚ les signatures des eaux de la rive gauche de Saône et du puits Sud vis-à-vis des pesticides et des solvants chlorés sont différentes indiquant que la rive gauche de la Saône n'est pas dans l'aire d'alimentation du puits Sud pour un pompage de 90 m³/h ;
- ✚ les teneurs en nitrates du puits Sud sont situées entre celles des eaux souterraines du versant (Pz4) et celles de la Saône confirmant une double alimentation du puits Sud, par le versant nord et par la Saône ;
- ✚ la présence de Metazachlore ESA, Metolachlore ESA et Dimethachlore au niveau du puits Sud, proche de la limite de qualité de 0,1 µg/l.

5.3.3 Conclusion partielle

Les eaux brutes du puits Sud sont conformes aux limites de potabilité en vigueur.

Toutefois, des mesures doivent et sont prises dans l'aire d'alimentation des ouvrages pour améliorer cette qualité, notamment vis-à-vis des nitrates et pesticides.

La qualité des eaux des puits est dépendante de la qualité des eaux souterraines provenant du nord et des eaux de la Saône.

		27/11/2018				20/12/2018			
Paramètres	Limites qualité	Puits sud	Rive Gauche	PZ4	Saone	Puits sud	Rive Gauche	PZ4	Saone
Hexachloro-1,3-butadiène (µg/L)	0,1	0,023	<seuil	<seuil	0,12	0,029	<seuil	<seuil	0,039
Hexachlorobenzène (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Pentachlorobenzène (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,01	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Prosulfonate (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,03	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
AMPA (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,21	<seuil	<seuil	<seuil	0,31
Carbendazine (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,053	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Glyphosate (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Diflufenican (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Chlortoluron (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	0,035
Propyzamide (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	0,021
Quimerac (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	0,044
Dimethachlore (µg/L)	0,1								
Metazachlore ESA (µg/L)	0,1								
Metolachlore ESA (µg/L)	0,1								
Pesticides totaux (µg/L)	0,1	0,023	<seuil	<seuil	0,423	0,029	<seuil	<seuil	0,449
Turbidité (NTU)	1	<0,5	0,7	<0,5	1,8	<0,5	<0,5	<0,5	2,9
Nitrates (mg/l)	50	29,9	41,3	35,9	8,5	27,4	39,1	30,6	26,3
IXSA8 (µg/L)				0,006	0,006				

		14/01/2019				18/02/2019			
Paramètres	Limites qualité	Puits sud	Rive Gauche	PZ4	Saone	Puits sud	Rive Gauche	PZ4	Saone
Hexachloro-1,3-butadiène (µg/L)	0,1	0,057	<seuil	<seuil	0,081	0,027	<seuil	<seuil	0,018
Hexachlorobenzène (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Pentachlorobenzène (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,005	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Prosulfonate (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
AMPA (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,24	<seuil	<seuil	<seuil	0,12
Carbendazine (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Glyphosate (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,13	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Diflufenican (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	0,039	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Chlortoluron (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Propyzamide (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Quimerac (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Dimethachlore (µg/L)	0,1								
Metazachlore ESA (µg/L)	0,1								
Metolachlore ESA (µg/L)	0,1								
Pesticides totaux (µg/L)	0,1	0,057	<seuil	<seuil	0,495	0,027	<seuil	<seuil	0,138
Turbidité (NTU)	1	<0,50	1,1	<0,5	2,4	<0,5	0,63	<0,5	5,3
Nitrates (mg/l)	50	28,3	35,7	32,2	21	29,4	34,6	32,2	21,3
IXSA8 (µg/L)									

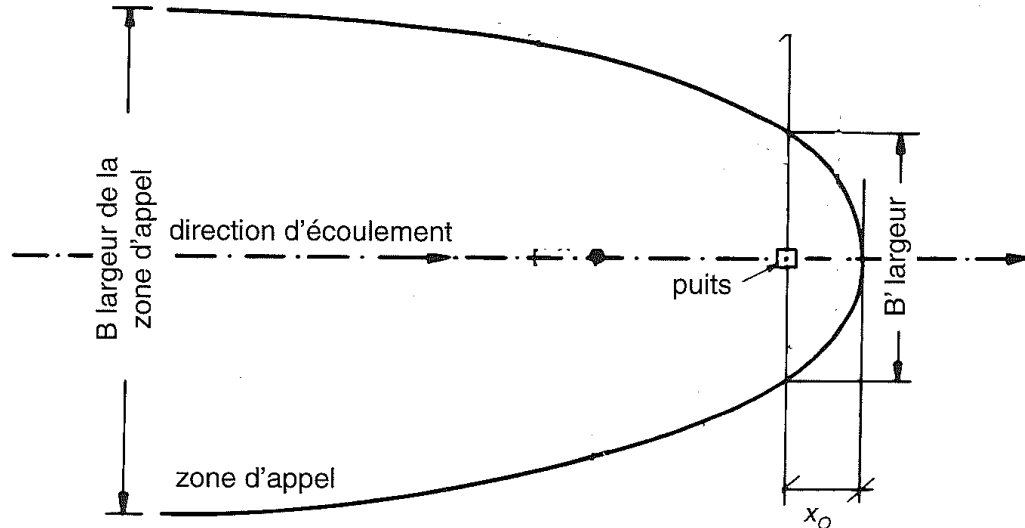
		18/03/2019				23/04/2019			
Paramètres	Limites qualité	Puits sud	Rive Gauche	PZ4	Saone	Puits sud	Rive Gauche	PZ4	Saone
Hexachloro-1,3-butadiène (µg/L)	0,1	0,027	<seuil	<seuil	0,022	<seuil	<seuil	<seuil	0,19
Hexachlorobenzène (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	0,005
Pentachlorobenzène (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	0,016
Prosulfonate (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
AMPA (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	0,25
Carbendazine (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Glyphosate (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Diflufenican (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Chlortoluron (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Propyzamide (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Quimerac (µg/L)	0,1	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil	<seuil
Dimethachlore (µg/L)	0,1					0,13	<seuil	<seuil	<seuil
Metazachlore ESA (µg/L)	0,1					0,029	<seuil	<seuil	<seuil
Metolachlore ESA (µg/L)	0,1					0,096	<seuil	<seuil	<seuil
Pesticides totaux (µg/L)	0,1	0,027	<seuil	<seuil	0,022	0,255	<seuil	<seuil	0,461
Turbidité (NTU)	1	<0,5	0,63	<0,5	13	<0,5	<0,5	<0,5	1,9
Nitrates (mg/l)	50	27	34,6	32,8	18	26,5	34,9	32,5	11,5
IXSA8 (µg/L)						<0,005	<0,005	<0,005	0,006

Tableau 1 : Résultats du suivi qualité réalisé par ARTELIA lors du pompage de longue durée de 90 m³/h sur le puits Sud

5.4 Zone d'appel des puits à 90 m³/h 20h/24h

5.4.1 Rappel

La zone d'appel correspond à l'aire d'influence d'où provient l'eau captée par un ouvrage.



Elle est calculée pour une nappe captive par les formules suivantes :

La largeur du front d'appel : $B = \frac{Q}{Kbi}$ en mètres

Avec :

b = épaisseur de l'aquifère en m
 K = perméabilité en m/s
 i = gradient
 ω = porosité efficace
 Q = débit du puits m³/s

Le rayon d'appel :

$$x_0 = \frac{Q}{2\pi Kbi}$$

La largeur du front d'appel à hauteur du captage

D'autre part, la vitesse effective U est égale à :

$$B' = \frac{B}{2} = \frac{Q}{2Kbi}$$

$$U = \frac{Ki}{\omega}$$

5.4.2 Zone d'appel des puits pour un débit de 90 m³/h 20h/24h

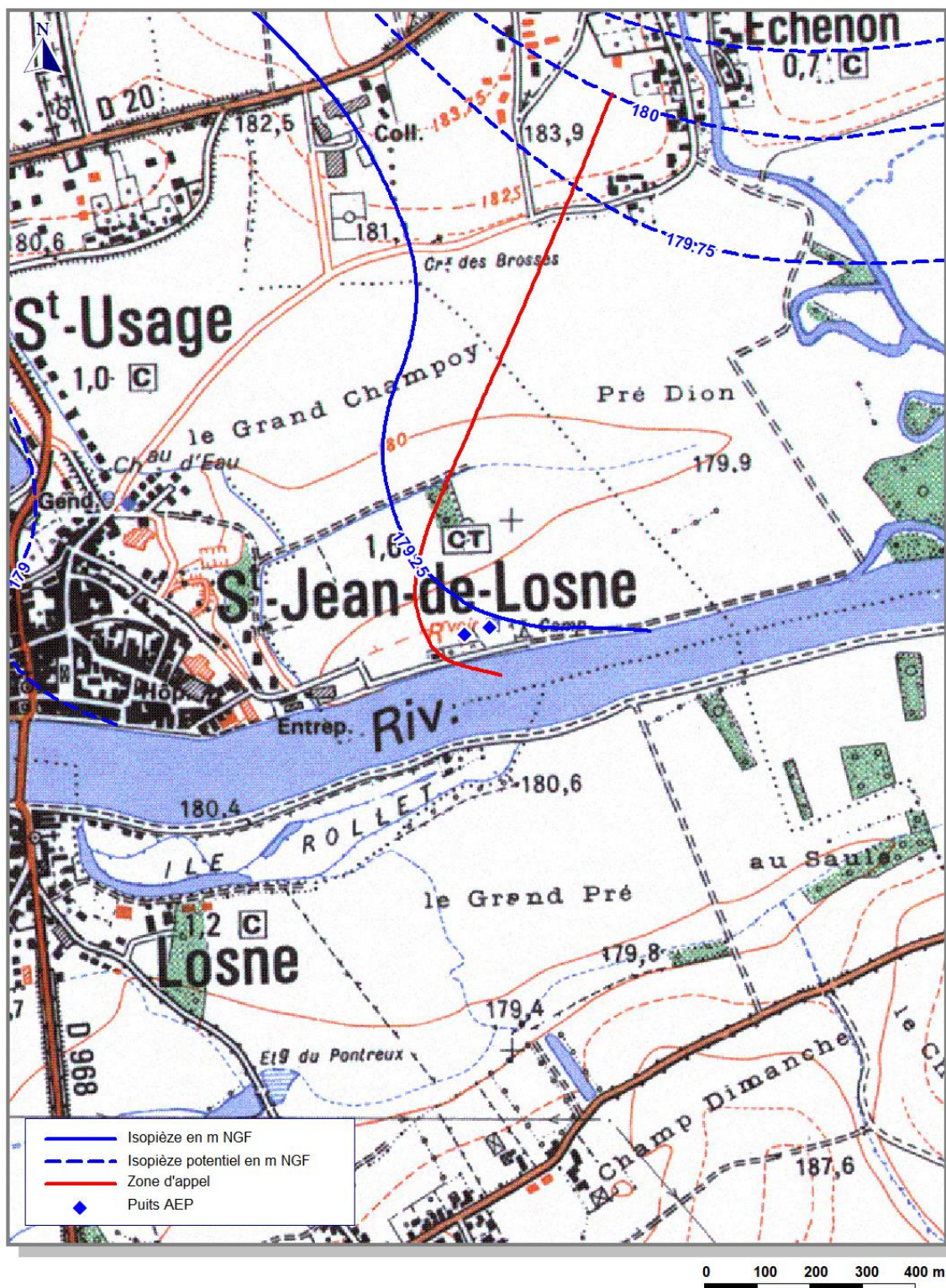
La largeur de la zone d'appel pour un débit de 90 m³/h serait de l'ordre de :

- ✚ 175 m au droit du puits (B') ;
- ✚ 350 m en amont du puits (B)

Le rayon d'appel s'étendrait jusqu'à environ 55 m en aval (x_0).

La Saône est située dans la zone d'appel des puits à 90 m³/h 20h/24h.

Figure 10 : Zone d'appel des puits à 90 m³/h



5.5 Contexte hydrologique

Dans le secteur d'étude considéré, nous recensons :

- ✚ La rivière Saône, positionnée au sud du champ captant, avec un écoulement vers l'ouest;
- ✚ Le cours d'eau de l'Ouche à 725 m à l'est du projet qui se jette dans la Saône ;
- ✚ quelques fossés ou ruisseaux non pérennes. Ils présentent majoritairement des écoulements d'eau uniquement en période pluvieuse.

La Saône est canalisée par l'intermédiaire de barrages successifs. Cette canalisation, indispensable à la navigation sur la Saône, a pour conséquence le maintien du niveau d'eau à des cotes minimales et un certain freinage de l'écoulement.

5.5.1 La Saône

5.5.1.1 Bassin versant – fonctionnement hydrologique

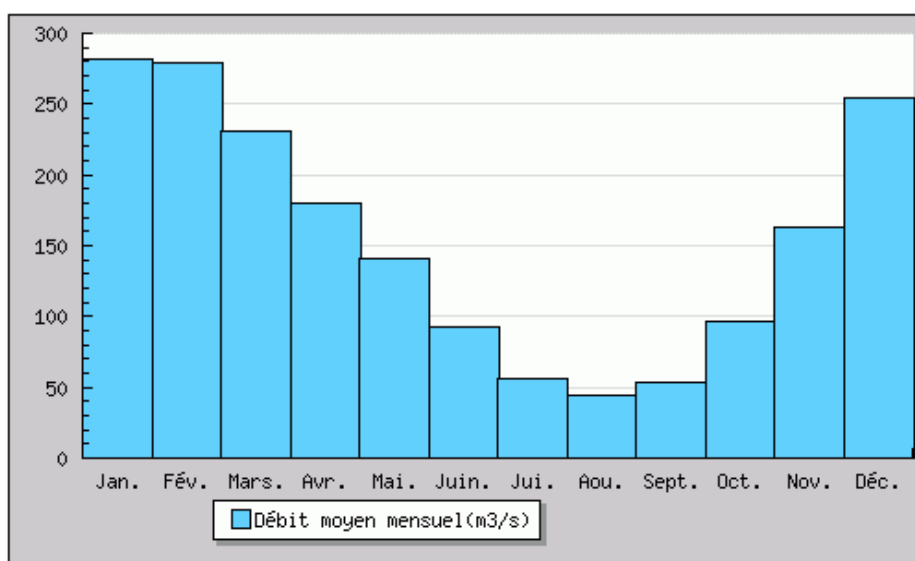
Le régime hydrologique de la Saône est pluvio-nival à crues hivernales et étiages estivaux.

Au niveau du secteur d'étude, la Saône draine un bassin versant topographique d'environ 11 000 km².

Le niveau de la Saône est conditionné tout le long de son cours par des écluses. Ces équipements, indispensables à la navigation, ont pour conséquence le maintien du niveau d'eau à des cotes quasi constantes entre chaque écluse. La cote de la Saône à Saint-Usages est de 179,2 m NGF. Elle peut atteindre 182,20 m NGF en crue.

Les données hydrométriques de la station à Pagny-la-Ville, située en aval du secteur d'étude, pour 55 ans d'observation entre 1965 et 2019, sont les suivantes (Données Banque Hydro) :

- ✚ Débit moyen : 155 m³/s ;
- ✚ Débit d'étiage quinquennal (QMNA 5) : 23 m³/s ;
- ✚ Débit vicennale : 1 400 m³/s ;
- ✚ Débit instantané maximal enregistré : 2 570 m³/s.



Graphique 8 : Ecoulement moyen de la Saône à Pagny-la-Ville depuis 1955 (Source : Banque Hydro)

5.5.1.2 Qualité de la Saône

D'après la fiche état des eaux de la Saône à Auxonne (Station 06011000 ; Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse), en 2016 l'état écologique est moyen : état moyen pour les diatomées, les macrophytes et les poissons. Concernant l'état chimique, la Saône est classée en état bon en 2016 après avoir connu un état mauvais depuis 2008 (concentrations élevées en Benzo(a)pyrène et Benzo(g)pérylène).

Graphique 9 : Qualité de la Saône depuis 2008

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Poluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2016	BE	TBE	BE	BE	BE	BE	Ind	MOY	MOY	MOY			MOY		BE
2015	BE	TBE	BE	BE	BE	BE	Ind	MOY	BE	MOY			MOY		MAUV ①
2014	BE	BE	BE	BE	BE	BE	Ind	BE	BE	MOY			MOY		MAUV ①
2013	BE	BE	BE	BE	BE	BE	Ind	BE	BE	MOY			MOY		MAUV ①
2012	BE	TBE	BE	BE	BE	BE	Ind	MOY	MOY	MOY			MOY		MAUV ①
2011	TBE	TBE	BE	BE	BE	BE	Ind	MOY	MOY	MED			MED		MAUV ①
2010	BE	TBE	BE	BE	TBE	BE	Ind	MOY	MOY	MED			MED		MAUV ①
2009	BE	TBE	BE	BE	TBE	Ind		MOY	MOY	MED			MED		MAUV ①
2008	BE	TBE	BE	BE	BE	Ind		MOY		MED			MED		MAUV ①

État écologique

TBE	Très bon état
BE	Bon état
MOY	État moyen
MED	État médiocre
MAUV	État mauvais
Ind	État indéterminé : absence actuelle de limites de classes pour le paramètre considéré, ou absence actuelle de référence pour le type considéré (biologie), ou données insuffisantes pour déterminer un état (physicochimie). Pour les diatomées, la classe d'état affichée sera "indéterminé" si l'indice est calculé avec une version de la norme différente de celle de 2007 (Norme AFNOR NF T 90-354)
NC	Non Concerné
	Absence de données

État chimique

BE	Bon état
MAUV	Non atteinte du bon état
Ind	Information insuffisante pour attribuer un état
	Absence de données

Les eaux de la Saône sont bien oxygénées (8-12 mg/l), leur conductivité est comprise entre 463 et 1200 µS/cm.

Les teneurs en nitrates sont comprises entre 10 à 20 mg/l.

5.5.1.3 Relation nappe/Saône

Dans le secteur d'étude, la Saône

- ✚ constitue le niveau de base de la nappe alluviale ;
- ✚ draine la nappe alluviale ;
- ✚ joue un rôle de barrière hydraulique par rapport aux eaux souterraines des deux rives ;
- ✚ **est dans la zone d'appel des puits pour une exploitation à 90 m³/h 20h/24h.**

5.5.2 L'Ouche

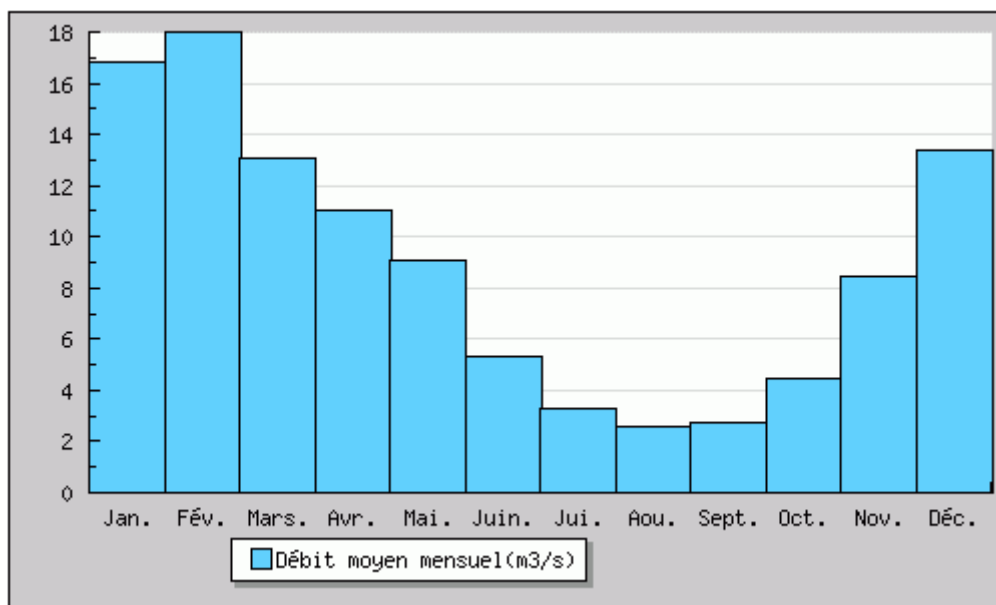
5.5.2.1 Bassin versant – fonctionnement hydrologique

Le régime hydrologique de l'Ouche est pluvio-nival à crues hivernales et étiages estivaux.

Au niveau du secteur d'étude, l'Ouche draine un bassin versant topographique d'environ 1000 km².

Les données hydrométriques de la station à Trouhans, située à 5 km en amont du secteur d'étude, pour 53 ans d'observation entre 1967 et 2020, sont les suivantes (Données Banque Hydro) :

- ✚ Débit moyen : 9 m³/s ;
- ✚ Débit d'étiage quinquennal (QMNA 5) : 1,1 m³/s ;
- ✚ Débit vicennale : 130 m³/s ;
- ✚ Débit instantané maximal enregistré : 116 m³/s.



Graphique 10 : Ecoulement moyen de l'Ouche à Trouhans depuis 1953 (Source : Banque Hydro)

5.5.2.2 Qualité de l'Ouche

D'après la fiche état des eaux de l'Ouche à ECHENON (Station 6016500 ; Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse), en 2018 l'état écologique est moyen : état moyen pour les diatomées, très bon pour les macrophytes et bon les poissons. Concernant l'état chimique, l'Ouche est classée en état bon en 2018 après avoir connu un état mauvais jusqu'en 2016 (concentrations élevées en Benzo(a)pyrène et Benzo(g)pérylène).

Graphique 11 : Qualité de l'Ouche depuis 2011

	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Physico-chimie								
Bilan de l'oxygène	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	TBE
Température	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Nutriments azotés	BE	BE	BE	BE	BE	MOY	MOY	BE
Nutriments phosphorés	BE	BE	BE	BE	MOY	MOY	MOY	MOY
Acidification	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Polluants spécifiques	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV
Biologie								
Invertébrés benthiques	BE	TBE	BE	BE	BE	BE	BE	BE
Diatomées	MOY	MOY	MOY	BE	BE	BE	BE	BE
Macrophytes	TBE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	BE	BE
Poissons	BE	MOY	MED	MED	MOY	MAUV	MAUV	MAUV
Hydromorphologie								
Pressions Hydromorphologiques								
Etat écologique	MOY	MOY	MED	MED	MOY	MAUV	MAUV	MAUV
Potentiel écologique								
ETAT CHIMIQUE	BE	BE	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV	MAUV

Les eaux de la Saône sont bien oxygénées (8-12 mg/l), leur conductivité est comprise entre 470 et 724 µS/cm.

Les teneurs en nitrates sont comprises entre 3,2 à 27 mg/l.

5.5.2.3 Relation nappe/Ouche

Dans le secteur d'étude, l'Ouche est probablement en relation avec la nappe.

L'esquisse piézométrique d'octobre 2018 (cf. figure 09, page 30) indiquerait une alimentation de l'Ouche par la nappe.

6

Environnement et vulnérabilité de la ressource

La vulnérabilité d'une zone de captage dépend de différents facteurs, qui sont d'une part, liés au milieu naturel et d'autre part, à l'impact des activités humaines.

La protection naturelle de la ressource va être déduite en fonction de la nature et de l'épaisseur des formations superficielles argilo-limoneuses susceptibles de modérer la propagation d'une pollution superficielle.

L'occupation des sols peut exercer différents types de pressions anthropiques sur la zone d'alimentation des captages : agricole, urbaine, activités artisanale ou industrielle.

6.1 Protection naturelle de l'aquifère

La zone non saturée du sous-sol joue un rôle important dans l'épuration et/ou la rétention des polluants. L'épuration dans le sol dépend de mécanismes liés à sa nature propre, propriétés physico-chimiques, hydrodynamiques et cinématiques, ainsi que du rôle joué par les végétaux et les micro-organismes associés.

La perméabilité d'un sol se traduit par ses capacités de filtration et de transmission de l'eau, alors que la présence d'argile, de matières organiques (humus) d'hydroxydes et d'oxydes métalliques reflète sa capacité d'adsorption.

Afin de caractériser la vulnérabilité de la nappe sur des zones sensibles, une campagne de prospection électromagnétique EM21 étalonnée avec des sondages à la tarière et des tests d'infiltration de type Porchet ont été réalisés en amont hydrogéologique du champ captant (cf. figure page suivante).

6.1.1 Principe de prospection électromagnétique EM21

La méthode électromagnétique est une méthode globale qui caractérise le sol par sa faculté à laisser circuler le courant électromagnétique.

Le dispositif de mesures est constitué d'un émetteur (Ex) et d'un récepteur (Rx) séparés par une distance (s). Plus cette distance est grande et plus la profondeur d'investigation est importante. Cette méthode permet une mesure de la conductivité apparente moyenne des terrains compris dans la tranche d'investigation. Elle dépend principalement de la teneur en argile et de la saturation en eau des terrains traversés.

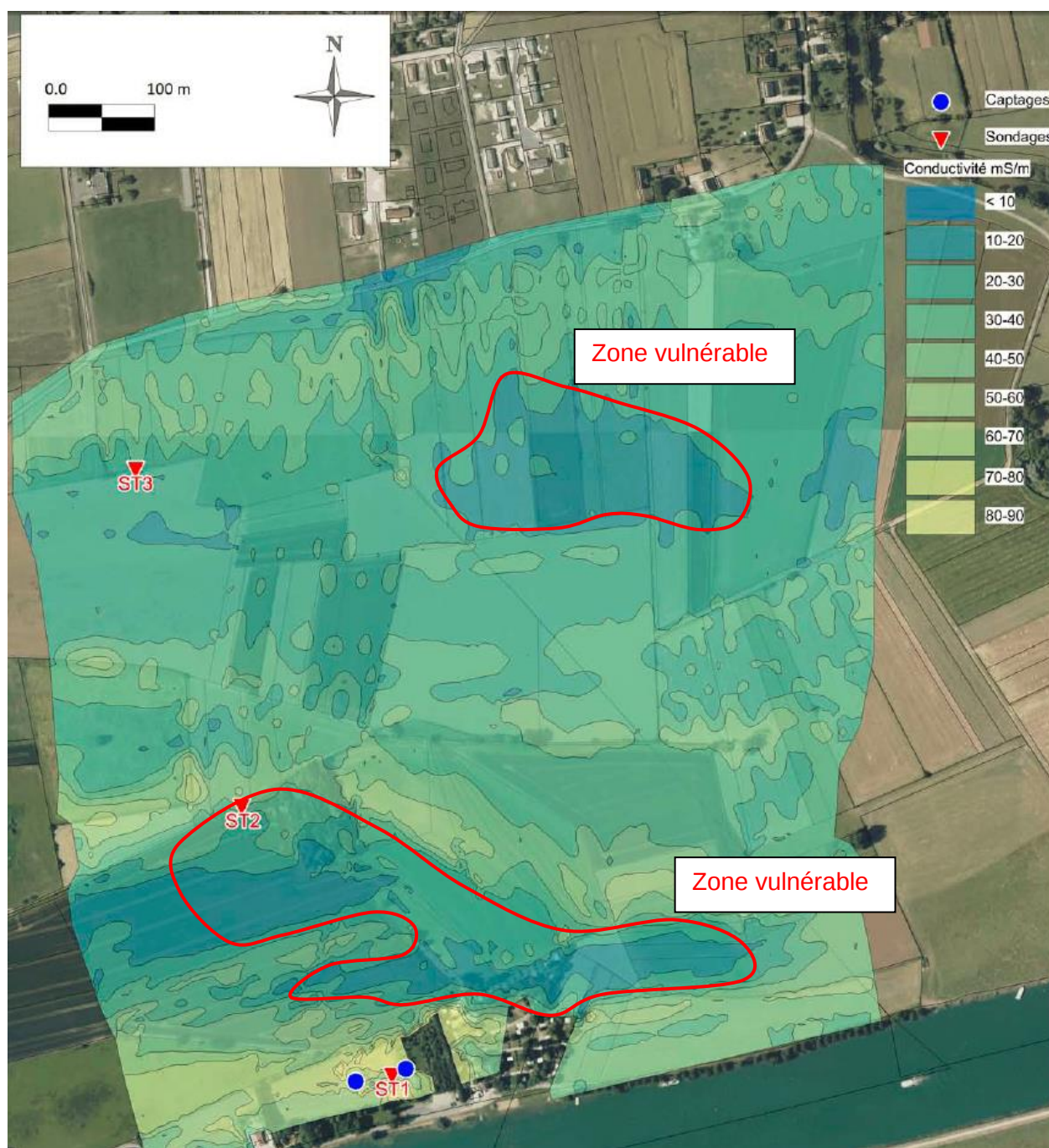
La prospection EM 21 permet de réaliser, selon le protocole utilisé, une investigation sur la tranche de sol 0 – 3,2 m. Cette méthode permet de déterminer la nature des formations de couverture de l'aquifère et donc d'en déduire sa vulnérabilité vis-à-vis des pollutions de surface. En effet, les zones les plus conductrices correspondront à une couverture soit épaisse, soit très argileuse ou encore les deux, alors que les zones les plus résistantes correspondront à une couverture peu épaisse ou sablonneuse.

6.1.2 Résultats des mesures

D'après les résultats, la couverture superficielle est composée de terrains limoneux à argileux de 1 à 2 mètres d'épaisseur assurant ainsi une protection de la nappe alluviale moyenne à bonne vis-à-vis de toute pollution superficielle (notamment agricole).

La zone la plus vulnérable de l'aire d'alimentation du champ captant de St-Jean est située à 100 m et 500 m au nord des puits. Elles correspondent à des bandes de 50 à 100 m de large parallèle à la Saône.

Figure 11 : Qualité de la couverture (Rapport d'Infeau-conseil)



Plage de mesures en ms/m	Nature moyenne des terrains	Perméabilité en m/s	Qualité de la protection
0 à 20	Limon sableux à argileux  Argiles	$2,8 \times 10^{-6}$ (ST3)	Moyenne
20 à 50		$4,1 \times 10^{-8}$ (ST2)	Bonne
> 50 à 200		$4,4 \times 10^{-9}$ (ST1)	Très bonne

6.2 Enquête environnementale

Une enquête environnementale a été réalisée par ARTELIA.

D'après cette enquête et la photo aérienne du secteur, les facteurs de risques existant sur l'aire d'alimentation des puits de St-Jean ont été définis.

L'occupation des sols est présentée en figure 12, page 49.

6.2.1 Risques agricoles

L'aire d'alimentation des puits est occupée essentiellement, par ordre d'importance, par des cultures céréalières et des bois.

Quelques exploitations agricoles sont situées dans le bassin d'alimentation.

Ainsi, l'activité agricole sur la zone d'alimentation du puits est forte. Elle constitue un risque pour la ressource. Ce risque est essentiellement d'ordre chronique.

Les teneurs en nitrates supérieures à 30 mg/l et la présence de pesticides sur le captage attestent de l'influence des activités agricoles.

6.2.2 Risques liés aux infrastructures routières

Sur la zone d'alimentation du puits, les voies de circulation recensées sont :

-  Les départementales RD20 à plus de 1,5 m au nord-est du captage;
-  les voies communales et chemin d'exploitation permettant de desservir les habitations et les cultures et le camping.

L'entretien de ces axes est assuré par fauchage des accotements et talus.

Ces voiries ne disposent pas de système de gestion des eaux pluviales.

Au vu de la fréquentation et de la nature de l'entretien, les voies de communication ne constituent pas un risque notable de contamination chronique important vis-à-vis de la source. Le seul risque notable provenant de ces axes de circulation serait lié à une pollution accidentelle (déversement d'hydrocarbures...).

6.2.3 Risques liés aux habitations

De nombreuses habitations (une partie du village d'Echenon) sont incluses dans la zone d'alimentation du captage. Elle peut donc être une source de pollution via l'assainissement, les cuves de fioul...

Le risque le plus liés aux habitations est le camping. Pour information, le camping est raccordé au réseau d'assainissement collectif.

6.2.4 Risques liés aux établissements et installations classées

Une seule installation classée est présente dans la zone d'appel du puits : MW RECYCLAGE Rue du Bord à Echenon.

6.2.5 Synthèse des sources de pollution

D'après l'étude environnementale, les sources de pollutions potentielles sont les suivantes :

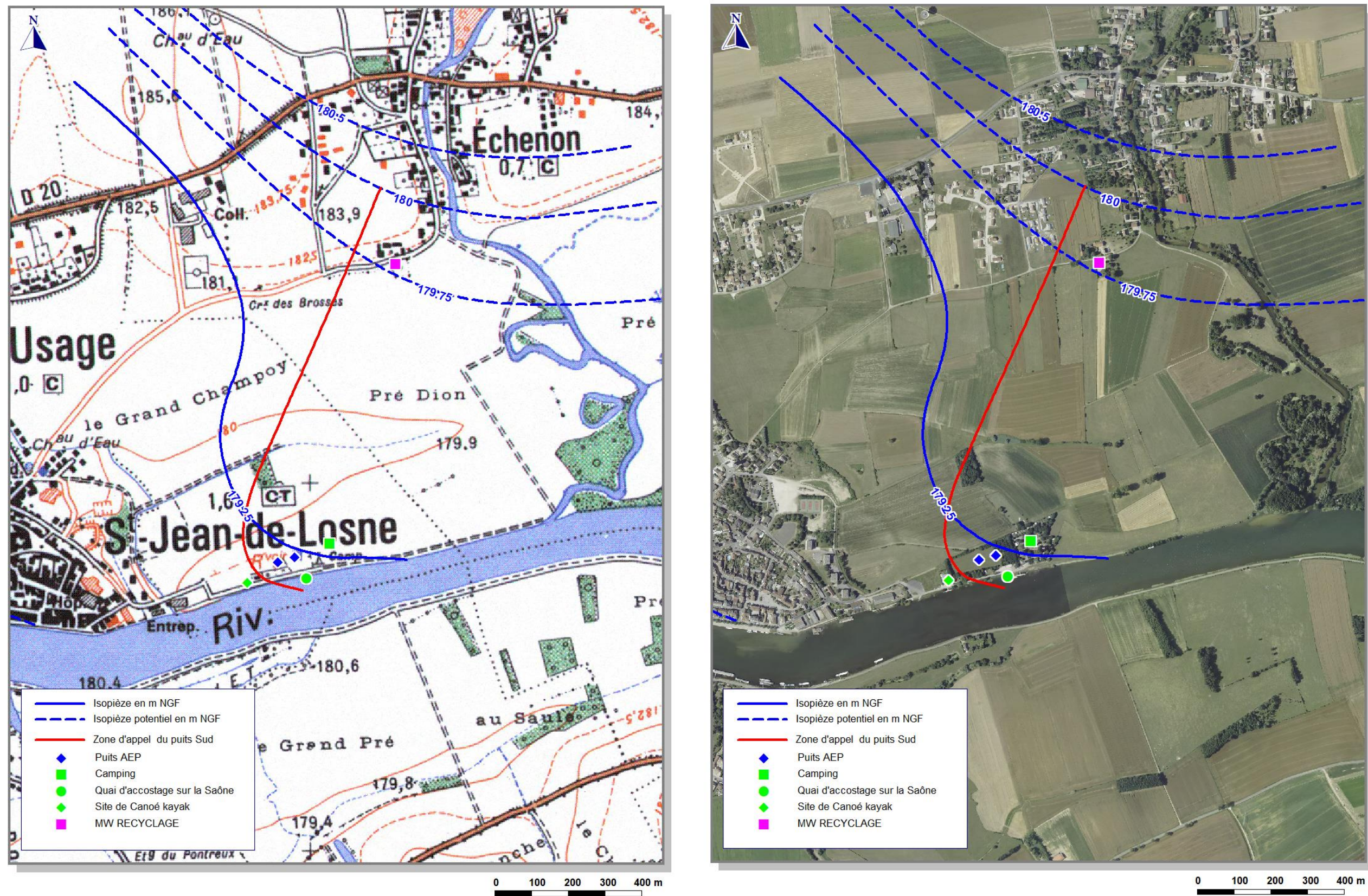
Tableau 2 : Sources de pollution identifiées

Source potentielle de pollution	Nature de la source	Localisation	Nature du risque
Camping	-	En limite est des captages Aire d'alimentation	Pollution chimique, bactérienne chronique ou accidentelle des eaux
Site de Canoë kayak	-	En limite ouest des captages Aire d'alimentation	Pollution chimique, bactérienne chronique ou accidentelle des eaux
Voie de communication	Trafic routier	Au sud des captages Aire d'alimentation	Pollution chimique accidentelle des eaux (hydrocarbures)
Quai d'accostage sur la Saône	Trafic de bateau	Au sud des captages	Pollution chimique accidentelle des eaux (hydrocarbures) dans la Saône
Agriculture	Bois	Aire d'alimentation	Pollution chimique accidentelle lors de débardages
	Céréalière / pâture		Pollution bactérienne/chimique accidentelle ou chronique des eaux (engrais, pesticides...)
Habitations, Villages	-		Pollution chimique chronique ou accidentelle des eaux
Assainissement	-		Pollution bactérienne accidentelle des eaux

Tableau 3 : Vecteurs de pollution potentiels

Vecteur potentielle de pollution	Localisation	Nature du risque
Saône	50 m au sud	Pollution chimique, bactérienne chronique ou accidentelle des eaux
L'Ouche	900 m à l'est	Pollution chimique, bactérienne chronique ou accidentelle des eaux

Figure 12 : Occupation du sol



6.3 Impact d'une pollution de Saône sur une exploitation du champ captant à 90 m³/h 24h/24h

Une modélisation hydrogéologique a été réalisée 2021 par ARTELIA en 2021 afin de simuler l'impact de pollutions accidentelles de la Saône sur le champ captant au débit sollicité.

Le scénario suivant a été simulé :

- ✚ Un débit de pompage du Puits Sud en phase d'exploitation (Puits 1 à l'arrêt) : 90 m³/h (24h/24h) ;
- ✚ Des conditions hydrauliques de hautes eaux de la Saône : simulation de la crue de la Saône ayant eu lieu du 14 au 21 mars 2019, proche d'une crue quinquennale humide ;
- ✚ Un scénario de pollution de la Saône de 5 jours en phase de crue quinquennale: la simulation concerne la présence d'un composé présentant une concentration dans la rivière d'1 mg/l lors du pic de la crue de mars 2019 ;
- ✚ Le soluté simulé se comportant comme un traceur parfait, sans absorption ni dégradation (approche sécuritaire).

L'étude de modélisation conclue qu'une pollution de la Saône par un soluté à une concentration de 1 mg/l pendant 5 jours lors d'une crue quinquennale engendrerait une première apparition du soluté sur le champ captant (sous un pompage de 90 m³/h 24h/24h) au 5^{ème} jour avec un pic atteignant 0,32 mg/l au 13^{ème} jour et une quasi-disparition au bout d'environ 40j.

Ainsi, en cas de pollution accidentelle de la Saône et selon la nature et la concentration du polluant dans la Saône, la première mesure à mettre en œuvre sera de diminuer, voire d'arrêter l'exploitation de la zone de captage pour laisser passer le panache de pollution.

7

Détermination des périmètres de protection

Les critères de détermination pris en compte pour estimer le degré de protection souhaité sont les suivants :

- ✚ le pouvoir protecteur ou épurateur du recouvrement ;
- ✚ l'occupation des sols (activités à risques ou zones potentiellement polluées) ;
- ✚ les zones préférentielles d'infiltrations ;
- ✚ la distance au point de captage et la vitesse d'écoulement dans l'aquifère ;
- ✚ les directions d'écoulement.

En règle générale pour les nappes alluviales, il est de coutume de définir les périmètres de protection selon les temps de transfert dans l'aquifère exploité, soit :

- ✚ Isochrone 50 jours pour le périmètre de protection rapprochée, soit la zone correspondant à un temps de transfert de 50 jours dans l'aquifère. Ce temps permet la disparition des bactéries pathogènes ;
- ✚ Isochrone 180 jours le périmètre de protection éloignée.

7.1 Isochrones

A partir des données hydrodynamiques (perméabilité) et hydrodispesives (porosité) et selon la méthode de Wyssling, il est possible de définir l'emprise de différentes isochrones du champ captant. J'ai estimé les isochrones du champ captant pour un débit maximal de 1800 m³/j.

Les valeurs de base des calculs sont les suivantes :

- ✚ Porosité cinématique retenue : 16 % (Donnée mesurée in situ) ;
- ✚ Gradient de nappe : 3 ‰ (Donnée mesurée in situ) ;
- ✚ Transmissivité : $2 \cdot 10^{-2}$ m/s (Donnée mesurée in situ).

Tableau 4 : Calcul des isochrones

Isochrone	Distance amont en écoulement naturel	Distance amont en pompage	Distance aval en pompage
50 jours	352 m	445 m	88 m
180 jours	1268 m	1370 m	102 m

7.2 Périmètre de protection immédiate

La parcelle AD 69 où est implanté le puits Sud appartient à la collectivité.

Par contre, la parcelle AD 67 où est implanté le puits Nord n'appartient pas à la collectivité.

Ainsi, je propose que le périmètre de protection immédiate du captage s'étende entièrement sur cette parcelle AD69 et sur une partie de la parcelle AD 67. La surface du périmètre de protection immédiate sera ainsi de 12 150 m².

La collectivité devra être propriétaire du périmètre de protection immédiate.

Dans ce périmètre, les prescriptions seront les suivantes :

- ✚ A l'intérieur de ce périmètre, sont strictement interdits toutes activités, installations et dépôts, à l'exception des activités d'exploitation et de contrôle du point d'eau.
- ✚ Les terrains compris dans le périmètre devront être soigneusement entretenus ainsi que toutes les installations (clôtures, captage...) qui devront, en outre, être contrôlées périodiquement.
- ✚ La végétation présente sur le site doit être entretenue régulièrement (taille manuelle ou mécanique) ; l'emploi de produits phytosanitaires est interdit. La végétation une fois coupée doit être extraite de l'enceinte du périmètre de protection immédiate.

Les aménagements et travaux particuliers à réaliser dans le périmètre de protection immédiate sont les suivants :

- ✚ Enlèvement des arbres situés à proximité du puits ;
- ✚ Mise en place d'une clôture et d'un portail respectant la réglementation (hauteur minimale de 2 m) ainsi qu'une alarme anti-intrusion ;
- ✚ Mise en place d'un fossé d'étanche le long du périmètre clôturé avec un exutoire en aval du captage. Il permettra de recueillir les eaux de ruissellement des chemins et parcelle limitrophe pouvant être polluées (déversement accidentels d'hydrocarbures via un accident de véhicules) ;
- ✚ Retrait de l'ensemble des éléments hydrauliques (colonne d'exhaure, vannes..) et remplacement par des équipements neufs et dimensionnés en vue de la future exploitation de ouvrage sud ;
- ✚ Sécurisation de l'accès du puits par la mise en place d'échelle crinoline, de grille de sécurité ;
- ✚ Des travaux de curage du fond du puits.

7.3 Périmètre de protection rapprochée

D'après le calcul, l'isochrone 50 jours s'étendrait jusqu'à 500 m en amont des puits. Par conséquent et sur la base des informations portées ma connaissance, je propose que le périmètre de protection rapprochée s'étende sur les parcelles suivantes :

Tableau 5 : Parcelles circonscrites dans le PPR

Commune	Section	Numéro
Saint-Usage	AD	32 à 35, 36, 38 à 68, 70, 127, 128, 129pp, 130pp

La superficie de ce périmètre de protection rapprochée est de 0,21 km². (= 21 hectares).

A l'intérieur du périmètre de protection rapprochée sont interdits :

1. Toute nouvelle construction, superficielle ou souterraine, ainsi le changement de destination des bâtiments existants.

Peuvent néanmoins être autorisés, sous réserve que le maître d'ouvrage prenne des dispositions appropriées aux risques, y compris ceux créés par les travaux :

- ✓ les bâtiments strictement liés à l'exploitation du réseau d'eau,
 - ✓ les équipements et travaux liés au transport d'énergie électrique et aux télécommunications,
 - ✓ en cas de sinistre sans changement de destination, la reconstruction à l'identique et selon les normes en vigueur vis-à-vis de l'assainissement et du stockage d'hydrocarbures (stockage non enterré, cuve à double paroi avec bac de rétention...).
2. Les rejets d'eaux usées d'origine domestique, industrielle ou agricole sauf pour les habitations existantes.
 3. La pose de canalisations de transport d'eaux usées et de tout produit susceptible d'altérer la qualité des eaux.
 4. Les stockages, même temporaires, de tous produits susceptibles de polluer les eaux : produits chimiques (fuel, phytosanitaires...), fermentescibles (fumier, lisier...) compte tenu des vitesses importantes des eaux souterraines (Isochrone 50 jours).
 5. Les doublets géothermiques.
 6. Les dépôts de déchets de tous types (organiques, chimiques, radioactifs...), y compris les déchets inertes.
 7. La création d'aires de camping.
 8. Les exhaussements, les affouillements de plus de 2 m de profondeur et les extractions de matériaux du sol et du sous-sol, ainsi que la création de carrières.

La réalisation ponctuelle de remblais est autorisée sous réserve de l'emploi de matériaux d'origine naturelle strictement inertes et après déclaration auprès de la collectivité.

9. La création de sous-sols, ainsi que la création de piscines nécessitant une excavation.
10. Le rejet dans le sous-sol des eaux de vidanges de piscine.
11. L'ouverture d'Installation Classée Pour l'Environnement (ICPE).
12. L'implantation d'éolienne en raison de la nécessité d'excavation importante du terrain et du chantier associé.
13. La création de nouvelles voies de communication routières et ferroviaires à l'exception de celles destinées à réduire des risques.
14. Les travaux sur les voies existantes feront l'objet d'un plan de prévention.
15. Les axes routiers existants feront l'objet d'une limitation de vitesse à 30 km/h et le transport d'hydrocarbures limité à 350 l.
16. La création de parkings, ainsi que l'infiltration d'eaux de ruissellement issues d'aires imperméabilisées.
17. Les compétitions et passages d'engins à moteur tout terrain de loisirs sur les voies non revêtues. Ces voies devront faire l'objet d'une signalisation spécifique à cette interdiction.
18. Tout nouveau point de prélèvement d'eau d'origine superficielle ou souterraine à l'exception de ceux au bénéfice de la collectivité bénéficiaire de l'autorisation et après autorisation préfectorale.
19. La création de cimetière.
20. La création de plan d'eau, mare, étang ou retenue.
21. Les préparations, rinçages, vidanges de produits phytosanitaires et de tout produit polluant, ainsi que l'abandon des emballages.
22. L'épandage de lisiers, purins, boues de stations d'épuration (risque de contamination bactériologique).
23. L'entretien des bois, des talus, des fossés, des cours d'eau et de leurs berges et des accotements des routes dans le périmètre avec des produits phytosanitaires.
24. La création de chemins d'exploitation forestière et de chargeoirs à bois, le déboisement "à blanc".
25. La suppression de l'état boisé (défrichage, dessouchage).
26. Le retournement des prairies naturelles.
27. Et tout fait susceptible de porter atteinte directement ou indirectement à la qualité de l'eau.

A l'intérieur du périmètre de protection rapprochée sont réglementés :

28. Les habitations existantes devront être en conformité avec la réglementation sur l'assainissement et le stockage d'hydrocarbures (stockage non enterré, cuve à double paroi avec bac de rétention).
29. L'infiltration d'eaux de ruissellement issues d'aires imperméabilisées devront faire l'objet d'un traitement avant rejet.
30. Le pacage du bétail, dont la charge ne devra pas dépasser :
 - ✓ 1 U.G.B. par hectare en moyenne annuelle,
 - ✓ 3 U.G.B. par hectare en charge instantanée.

31. Les abreuvoirs d'alimentation en eau du bétail seront aménagés afin d'éviter le lessivage des déjections et la contamination des eaux souterraines : mise en place de systèmes automatiques d'arrêt et suppression des trop-pleins.
32. L'apport de produits phytosanitaires sur les cultures devra être réglementé. Un cahier de charges devra être défini avec les différents intervenants (exploitant, Chambre d'agriculture, ...) pour limiter au strictement minimum l'emploi des phytosanitaire sur les cultures.
33. L'apport de fertilisants organiques, hormis ceux interdits au point 21, dont la dose annuelle ne devra pas dépasser 170 kg d'azote organique à l'hectare épandu.
34. L'apport de fertilisants minéraux devra répondre à l'équilibre de la fertilisation azotée à la parcelle conformément à la directive nitrates.

7.4 Périmètre de protection éloignée

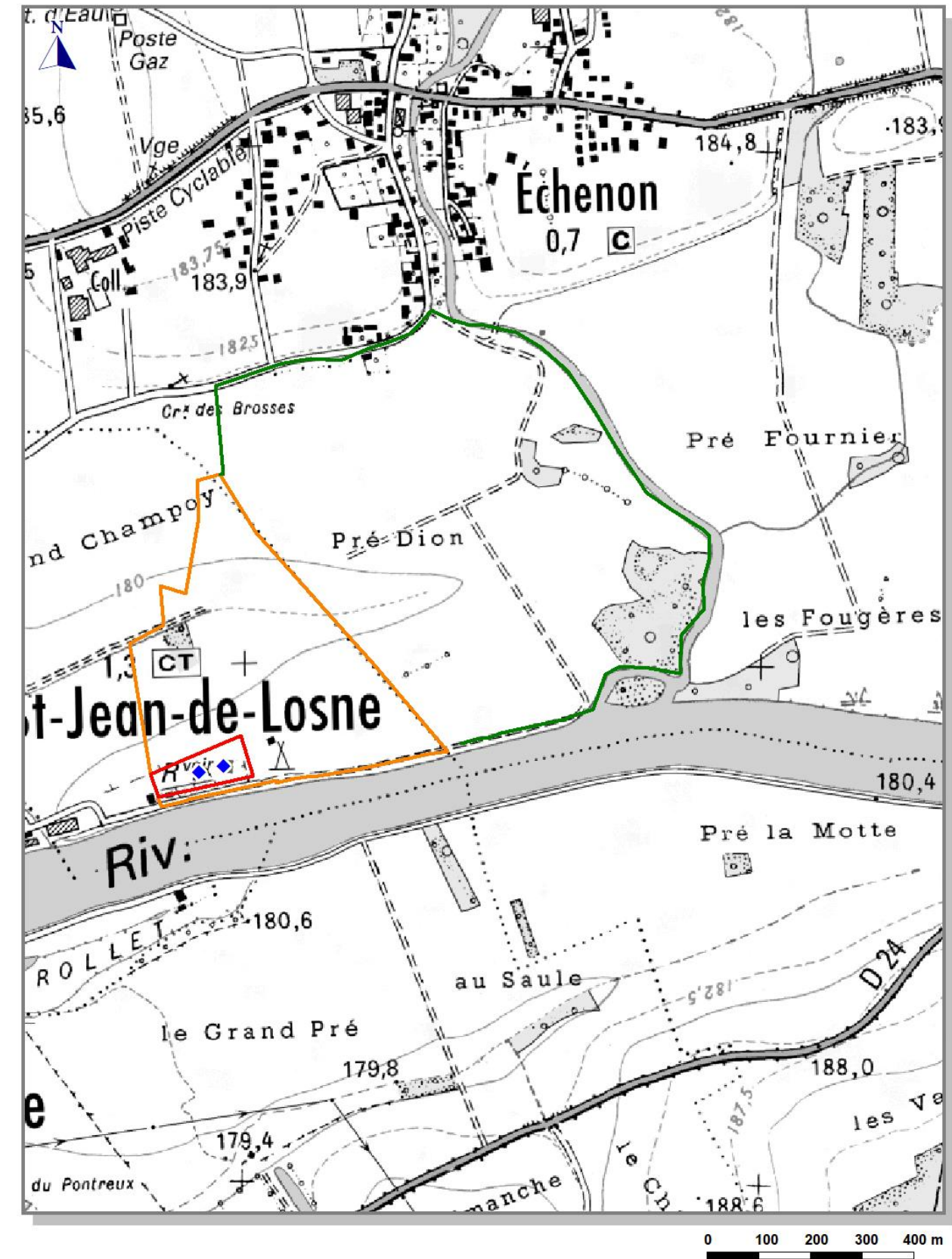
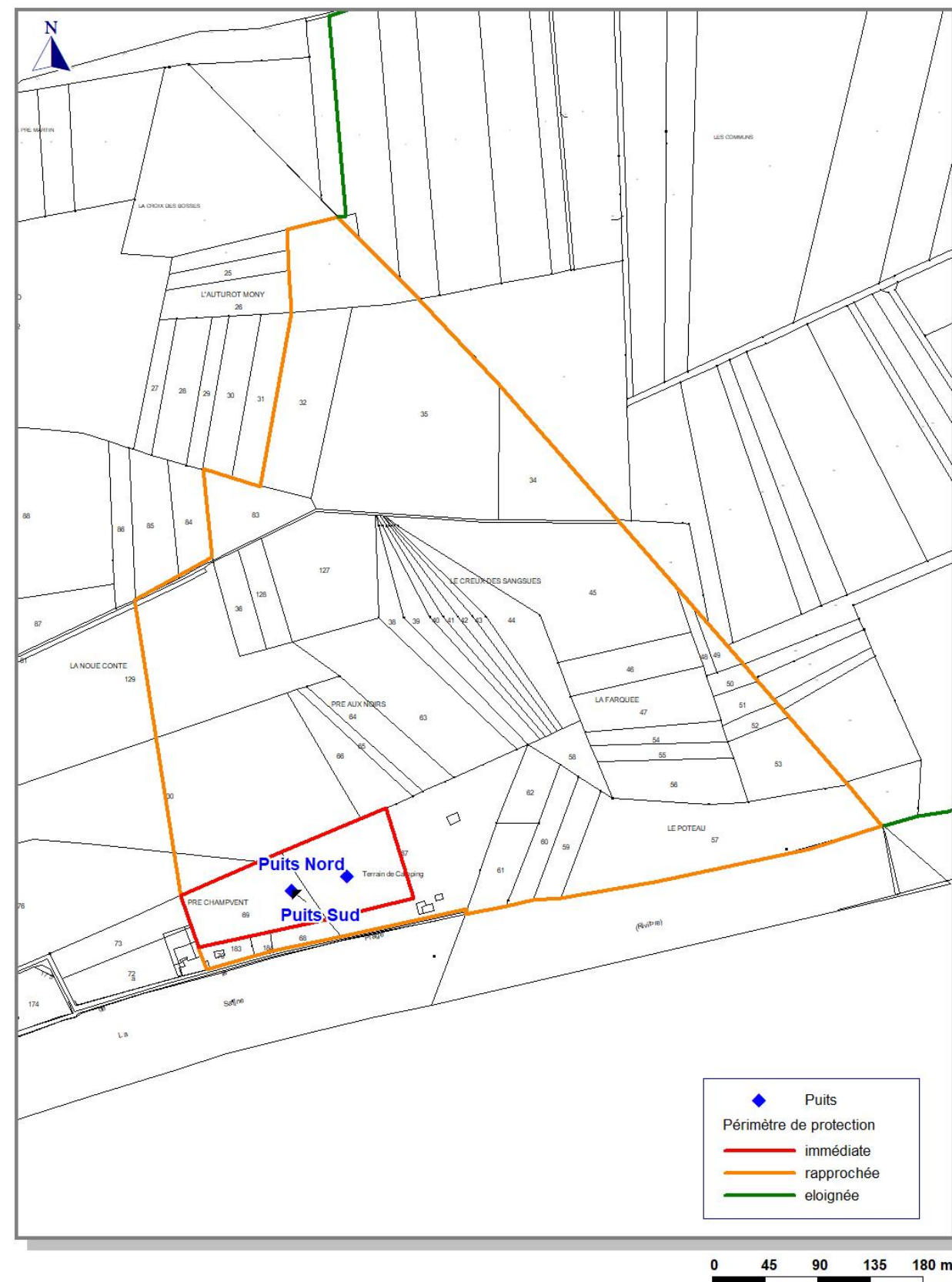
Le périmètre de protection éloignée s'étendra du champ captant jusqu'au cours d'eau de l'Ouche.

Dans le périmètre de protection éloignée, les activités suivantes sont ainsi réglementées :

1. Les nouvelles constructions ne pourront être autorisées que si les eaux usées sont évacuées et traitées.
2. La création de bâtiments liés à une activité agricole ne devra induire ni rejet, ni infiltration d'eaux souillées. Une étude préalable de l'impact sur le point d'eau devra déterminer les aménagements nécessaires au respect de cette prescription. Cette étude devra traiter a minima des points suivants : suppression des écoulements, création de stockage pour les déjections, aménagement des stockages d'engrais et de produits phytosanitaires, aire bétonnée pour les silos, recueil des jus et des eaux de lavage, sécurisation des stockages d'hydrocarbures, collecte et traitement des eaux de lavage, collecte et élimination des eaux pluviales de façon à ne pas porter atteinte à la qualité de l'eau.
3. Les canalisations d'eaux usées et de tout produit susceptible d'altérer la qualité de l'eau devront être étanches. Un test d'étanchéité initial de la partie publique sera réalisé par le maître d'ouvrage du réseau collectif d'assainissement.
4. Les stations de relevage ou de refoulement d'eaux usées seront équipées d'un dispositif de téléalarme et :
 - ✓ Soit d'un trop-plein de sécurité permettant d'évacuer les eaux dans un milieu récepteur sans relation avec les eaux captées,
 - ✓ Soit d'une bache tampon capable de stocker une surverse de 48 heures en cas d'arrêt des pompes.
5. Les stockages de produit, y compris les stockages temporaires, devront être aménagés de façon à ne pas engendrer de risque d'altération de la qualité des eaux.
6. Les projets d'activités non soumises à la législation sur les établissements classés ou soumises à cette législation, ne seront autorisés qu'après étude montrant l'absence de risque vis-à-vis de la ressource.
7. L'ouverture de carrières, et plus généralement de fouilles susceptibles de modifier le mode de circulation des eaux et leur sensibilité à la pollution, sera soumise à l'avis de l'autorité sanitaire.
8. Les prélèvements d'eau par pompage seront aménagés de façon à éviter tout risque de contamination des eaux souterraines.

9. Sans préjudice des réglementations spécifiques à la gestion des différentes catégories de déchets, les dépôts temporaires ou définitifs de déchets de tout type ne pourront être autorisés qu'après étude montrant l'absence de risque vis-à-vis de la ressource.
10. L'épandage de fertilisants organiques est autorisé, sous réserve de ne pas excéder une dose annuelle de 170 kg d'azote organique à l'hectare épandu.
11. L'apport de fertilisants minéraux devra répondre à l'équilibre de la fertilisation azotée à la parcelle conformément à la directive nitrate.
12. Les zones de concentration du bétail devront être aménagées afin d'éviter le lessivage des déjections (aménagement des abreuvoirs, éloignement des zones de couche du milieu hydraulique superficiel...).
13. Tout projet de défrichement et retournement des prairies permanentes sera soumis à étude d'incidence sur la ressource en eau.

Figure 13 : Tracés des périmètres de protection des puits de Saint-Jean



8

Conclusions

Sur la base du descriptif du projet, de l'étude préalable et des mesures hydrogéologiques complémentaires réalisées par le bureau d'étude ARTELIA et des éléments que j'ai collecté, et sous réserve que les dispositions indiquées au chapitre 7 soient effectives et que la qualité des eaux soit maintenue, un **AVIS FAVORABLE** à l'exploitation des puits du champ captant de St-Jean peut être donné.

Saint Didier-de-la-Tour, le 19/12/2021

Gilles CECILLON
Hydrogéologue agréée par
le Ministère de la Santé pour
le département de la Côte d'Or

