



DEPARTEMENT DE LA COTE D'OR

53 bis Rue de la préfecture

CS 13501

21035 DIJON CEDEX

ETUDE EN VUE DE LA MOBILISATION DE LA RESSOURCE DE LA BOUCLE DES MAILLYS (21)



TRANCHE FERME

MEMOIRE DE L'ETUDE



SUIVI DU DOCUMENT :
01220726-108-ETU-ME-001

Indice	Établi par :	Approuvé par :	Le :	Objet de la révision :
C	Equipe Groupement	P. GIACHINO / T. VILLET	10/2023	Prise en compte des secondes remarques
B	Equipe Groupement	P. GIACHINO / T. VILLET	09/2023	Prise en compte des premières remarques
A	Equipe Groupement	P. GIACHINO / T. VILLET	11/2022	Établissement

SOMMAIRE

A. Préambule	6
A.1. Contexte.....	6
A.2. Territoire d'étude	6
A.2.1. Présentation des branches de desserte	6
A.2.2. Branche Nord	8
A.2.3. Branche Sud	18
B. Bilan de la collecte de données et rencontre des collectivités	25
B.1. Documents collectés	25
B.1.1. Branche Nord	25
B.1.2. Branche Sud	25
B.2. Synthèse des Volumes demandés par les collectivités	26
B.2.1. Branche Nord	26
B.2.2. Branche Sud	29
B.3. Points de raccordement	32
B.3.1. Branche Nord	32
B.3.2. Branche Sud	37
C. Etude Hydrogéologique/Modélisation	42
C.1. Introduction.....	42
C.2. Objectif de la modélisation.....	43
C.3. Listes des Données entrées	44
C.4. Rappel du contexte hydrogéologique	45
C.4.1. Contexte géologique	45
C.4.2. Contexte hydrogéologique	51
C.4.3. Contexte hydrologique	57
C.5. Piézométries de référence	60
C.6. Modelisation hydrogeologique	63
C.6.1. Principe de la modélisation	63
C.6.2. Extension du modèle - Conditions aux limites	64
C.6.3. Paramètres de calage du modèle	65
C.6.4. Simulations de calage du modèle en régime permanent.....	67
C.6.5. Bilan hydrogéologique.....	68
C.6.6. Simulations des pompages d'exploitation prévisionnels en période critique (étiage)	69
C.6.7. Simulations de pollutions lors des pompages d'exploitation moyens et de pointe.....	76
C.7. Pre-Dimensionnement des ouvrages de captage	80
C.7.1. Généralités	80
D. Dimensionnement du système de captage	85

D.1. Dimensionnement des ouvrages	85
D.2. Equipement hydraulique.....	86
D.3. Dimensionnement des conduites	86
D.4. Chiffrage	86
E. Usine de traitement	87
E.1. Qualité d'eau brute attendue	87
E.1.1. Rappel des conclusions de l'étude hydrogéologique	87
E.1.2. Données disponibles concernant la qualité des eaux brutes	88
E.1.3. Estimation de la qualité d'eau à traiter	90
E.1.4. Comparaison avec l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007	96
E.1.5. Comparaison avec l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007	96
E.1.6. Paramètres à traiter pour les futures dilutions	97
E.1.7. Conclusion sur les paramètres à traiter de la simulation	98
E.1.8. Campagne d'analyses complémentaire.....	99
E.2. Filière de traitement	99
E.2.1. Procédés envisageables.....	99
E.2.2. Schéma de filière	104
E.2.3. Paramètres de dimensionnement.....	106
E.3. Chiffrage	106
E.3.1. Investissement.....	107
E.3.2. Exploitation.....	107
F. Dimensionnement des infrastructures d'adduction.....	108
F.1. Branche Nord	109
F.1.1. Branche Nord-Est.....	109
F.1.2. Branche Nord-Ouest	125
F.2. Branche Sud	141
F.2.1. Tracés.....	141
F.2.2. Dimensionnement des conduites	144
F.2.3. Traversées particulières.....	147
F.2.4. Profil en long et étages de pression	155
F.2.5. Synoptique simplifié	157
F.2.6. Stations de pompage	158
F.2.7. Bâches de reprise	161
F.2.8. Établissement des volumes techniques.....	161
F.2.9. Régulations	162
F.2.10. Chiffrage	162
F.2.11. Scénario alternatif	163
F.3. Cas particulier du Technoport sur le SIE de Seurre Val de Saône (branche Sud)	167
F.4. Synthèse des volumes demandés par les collectivités.....	170
F.4.1. Branche Nord.....	170
F.4.2. Branche Sud	171
G. Etude financière	172
G.1. Etat des lieux financier.....	172

G.1.1. Branche Nord	172
G.1.2. Branche Sud	172
G.2. Synthèse coûts d'investissement.....	173
G.3. Synthèse coûts d'exploitation	173
G.4. Clé de Répartition des coûts d'investissement	174
G.5. Impact sur la redevance eau potable	174
G.5.1. Méthodologie de calcul	174
G.5.2. Détermination du prix de VEG du nouveau Syndicat d'adduction	177
G.5.3. Impact sur le prix de l'eau des collectivités	179
G.6. Simulation d'amortissement à 100%	182
G.6.1. Prix de VEG des Mailllys	182
G.6.2. Impact sur le prix de l'eau des collectivités	184
G.7. Test de sensibilité du modèle financier	185

A. PREAMBULE

A.1. CONTEXTE

L'évolution du climat et ses conséquences sur la gestion des ressources en eau est un sujet majeur des prochaines décennies pour les maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvres intervenant dans le domaine de l'eau et plus particulièrement de l'alimentation en eau potable des populations.

Dans ce contexte de plus forte variabilité, voire raréfaction de la ressource, le Département de la Côte-d'Or, par le biais de la présente étude, souhaite approfondir sa réflexion et être porteur d'un projet visant à améliorer la gestion de la ressource en eau au niveau départemental. Ce projet s'inscrit dans la continuité de son ambition à mettre en œuvre la Stratégie Départementale de l'Eau (SDE) approuvée en 2019 sur ses territoires à enjeux situés à l'Est et Sud Est du département.

Dans ce cadre, les études prospectives objet du présent marché visent, à terme, à mettre en œuvre une unité de production d'Eau potable sur la ressource stratégique identifiée et confortée depuis de nombreuses années par le Département sur la Boucle des Maillys, afin de pouvoir apporter des solutions d'alimentation complémentaire aux collectivités du secteur.

Le présent document constitue le mémoire de la tranche ferme du marché.

A.2. TERRITOIRE D'ETUDE

A.2.1. Présentation des branches de desserte

Le territoire de la Boucle des Maillys est situé au Sud-Est de Dijon. Les collectivités qui pourraient être desservies, à terme, par cette nouvelle unité de production ont été divisées géographiquement en deux sous territoire, répartie de la manière suivante par bureau d'études.

- Branche de desserte Nord – Artelia
 - SIE de Clénay Saint-Julien
 - SIAEP de Varois et Chaignot
 - SINOTIV'Eau
 - Communauté de Communes Cap Val de Saône
 - SI Saône Ognon Vingeanne
- Branche de desserte Sud – Cabinet Merlin
 - SIAEP du Pays Losnais
 - SIAEP de Brazey-en-Plaine
 - SIAEP de Seurre Val de Saône
 - Communauté de Communes de Gevrey-Chambertin et Nuits-Saint-Georges
 - Communauté d'Agglomération Beaune Côte et Sud

NOTA : Le SIAEP de la Vallée du Suzon a décidé de se retirer du projet au stade actuel pour se positionner uniquement sur un autre projet de raccordement à une nouvelle ressource (barrage de Grosbois-en-Montagne).

Localisation des collectivités du projet

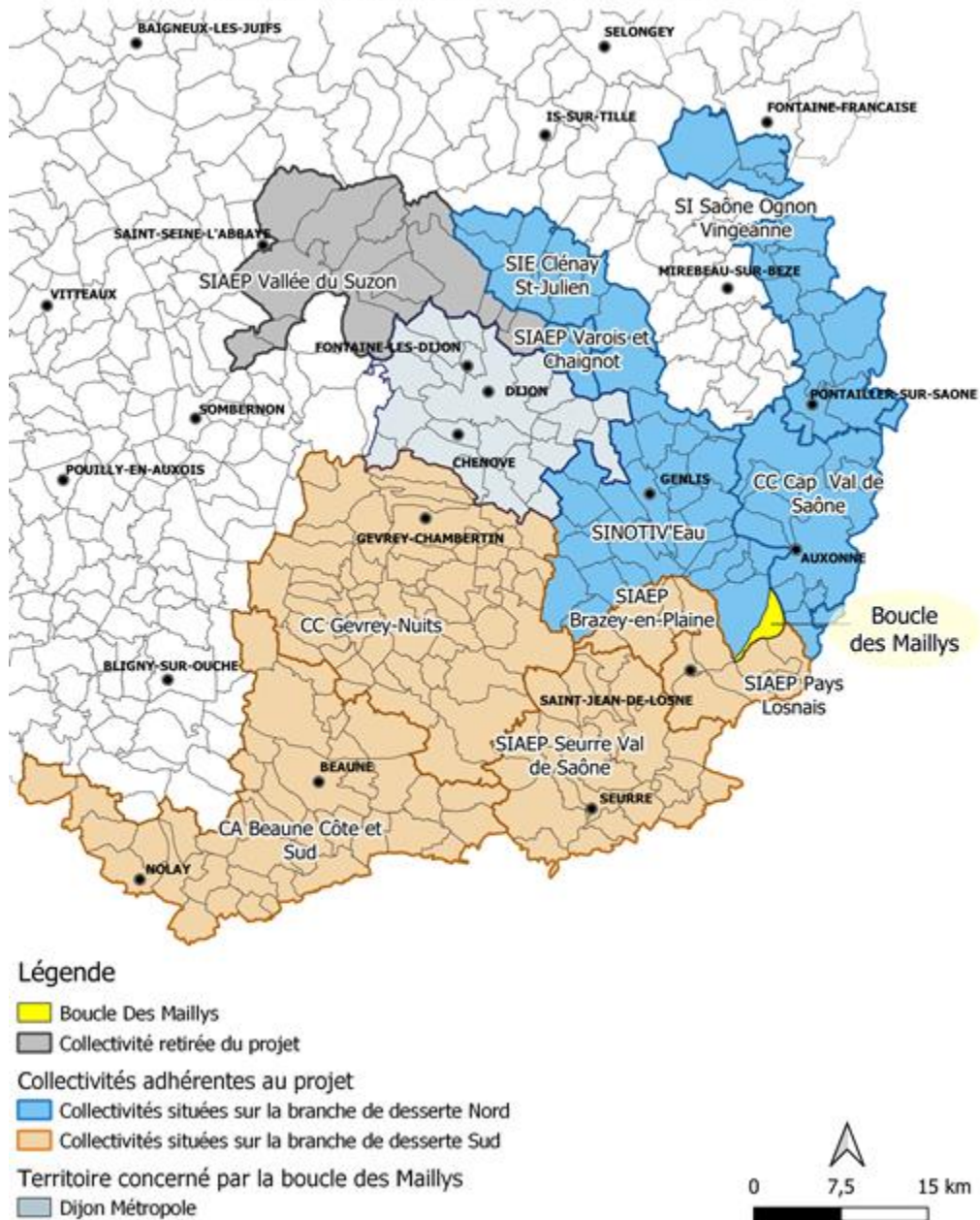


Figure 1 : Découpage du territoire de l'étude

A.2.2. Branche Nord

A.2.2.1. SISOV

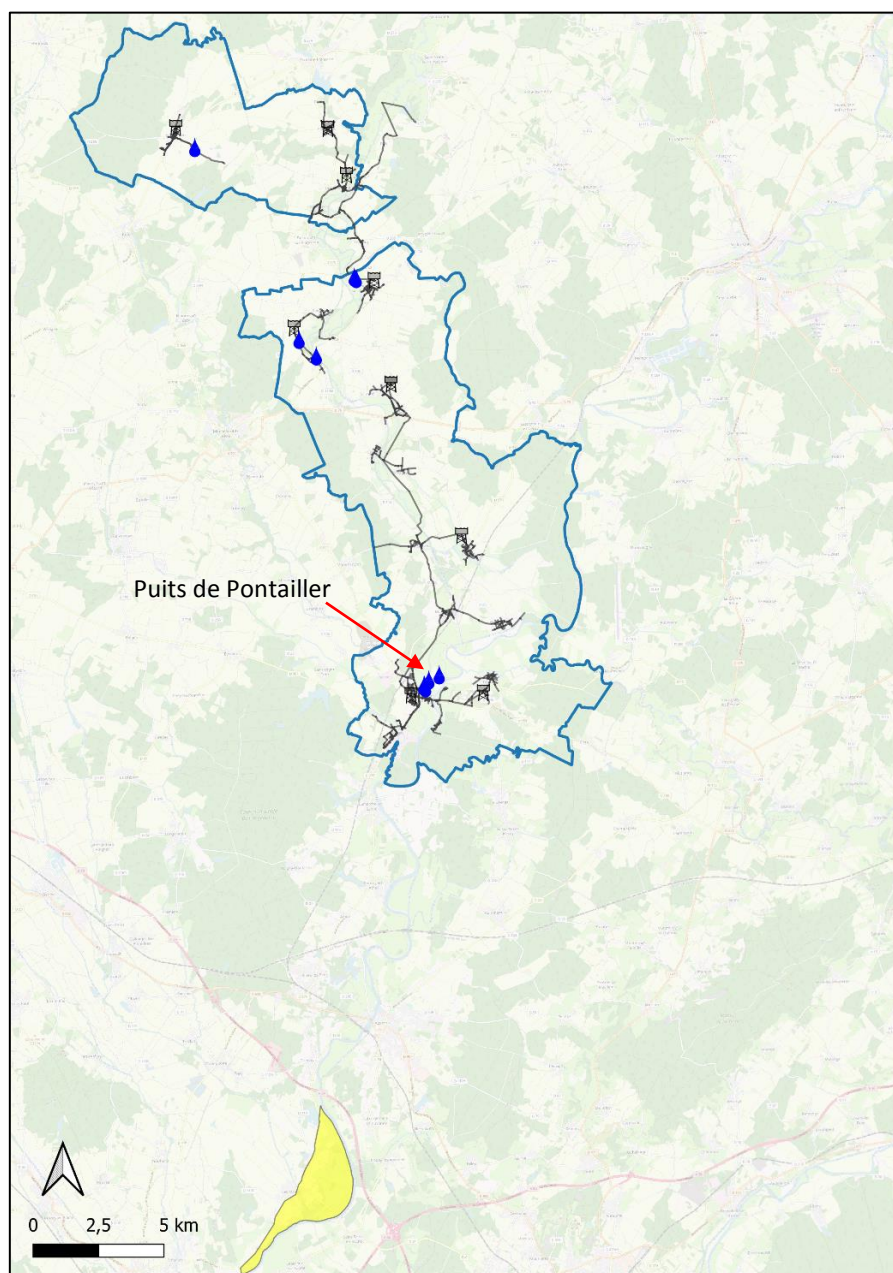


Figure 2 : Localisation du SISOV par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

Le SI Saône Ognon Vingeanne est situé au nord du territoire de la Boucle des Maillys. Il dessert les 5 928 habitants (INSEE 2018) des 19 communes suivantes :

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| ■ Attricourt | ■ Lœuilley |
| ■ Blagny-sur-Vingeanne | ■ Maxilly-sur-Saône |
| ■ Bourberain | ■ Oisilly |
| ■ Champagne-sur-Vingeanne | ■ Perrigny-sur-l'Ognon |
| ■ Cheuge | ■ Pontailler-sur-Saône |
| ■ Dampierre-et-Flée | ■ Renêve |
| ■ Fontenelle | ■ Saint-Sauveur |
| ■ Heuilley-sur-Saône | ■ Talmay |
| ■ Jancigny | ■ Vonges |
| ■ Lacey-sur-Vingeanne | |

Le SI possède 6 unités de distribution d'eau potable (UDI) pour environ 3 074 abonnés.

Les ressources qui desservent le territoire sont les suivantes :

	PRODUCTION MOYENNE	DEBIT AUTORISE
SOURCE COIFFEE DU BAS OU FNE AUBRY	76 m ³ /j	70 m ³ /j
PUITS DE CHAMPAGNE 1	74 m ³ /j	100 m ³ /j
PUITS DE CHAMPAGNE 2	74 m ³ /j	50 m ³ /j
PUITS DE LICEY	140 m ³ /j	200 m ³ /j
PUITS DE OISILLY	57 m ³ /j	110 m ³ /j
PUITS DE PONTAILLER	239 m ³ /j	2000 m ³ /j
PUITS DEVANT LE BIEF	351 m ³ /j	1500 m ³ /j
PUITS LE FENAUX	435 m ³ /j	

Les besoins actuels et futurs (horizon 2050 issu du Schéma Départemental) du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
SISOV	1990 m ³ /j	1327 m ³ /j	1990 m ³ /j	1327 m ³ /j

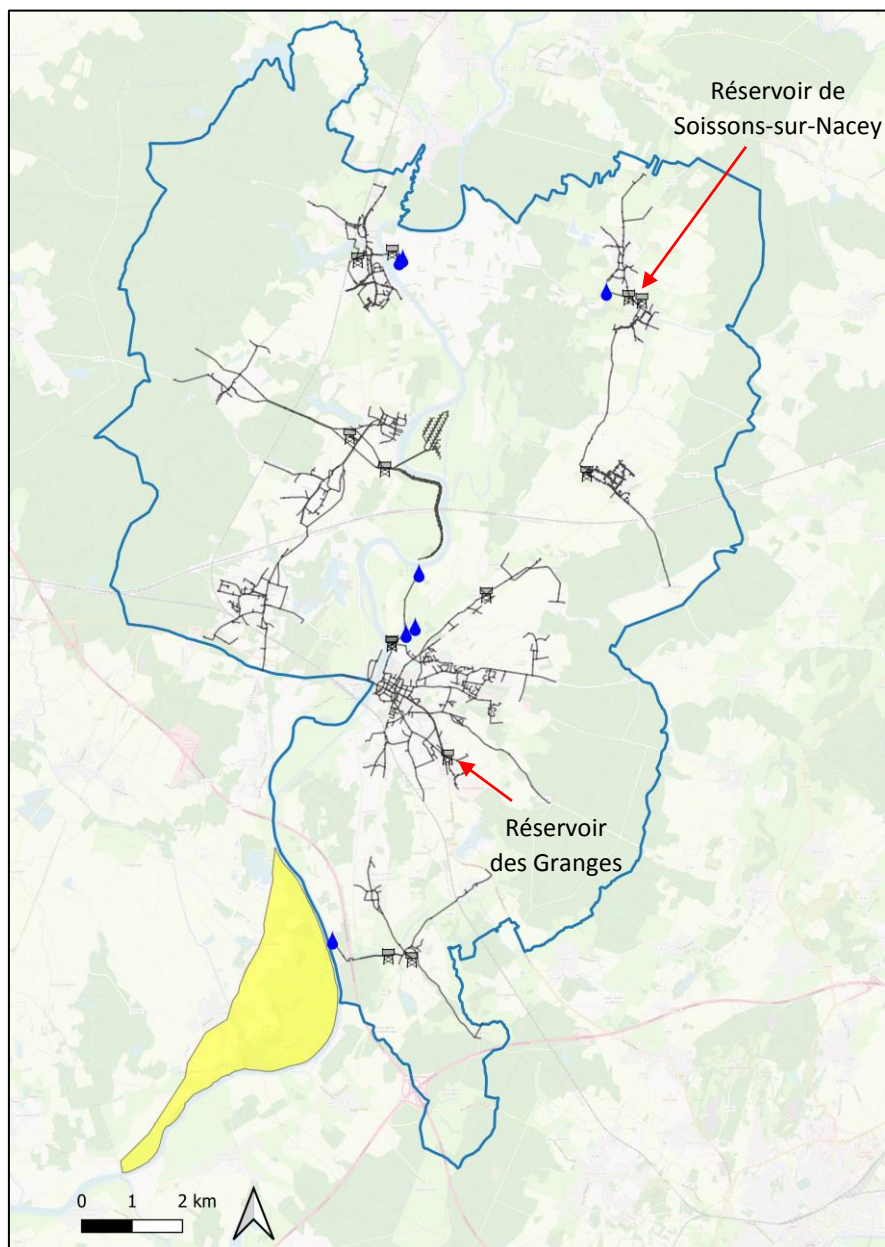


Figure 3 : Localisation de la CCPVS par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

La CCPVS est située au Nord-Est direct du territoire de la Boucle des Maillys. Elle dessert les 13 674 habitants (INSEE 2018) des 12 communes suivantes :

- Athée
- Auxonne
- Flagey-lès-Auxonne
- Flammerans
- Labergement-lès-Auxonne
- Lamarche-sur-Saône
- Magny-Montarlot
- Poncey-lès-Athée
- Soissons-sur-Nacey
- Vielverge
- Villers-les-Pots
- Villers-Rotin

La Communauté de Communes possède 5 unités de distribution d'eau potable (UDI) pour environ 5 389 abonnés.

Les ressources qui desservent le territoire sont les suivantes :

	PRODUCTION MOYENNE	DEBIT AUTORISE
PUITS DE LAMARCHE 1	54 m ³ /j	275 m ³ /j
PUITS DE LAMARCHE 2	255 m ³ /j	275 m ³ /j
PUITS ENTRE 2 PONTS N°1 (OU BIEF 1)	159 m ³ /j	300 m ³ /j
PUITS ENTRE 2 PONTS N°2 (OU BIEF 2)	525 m ³ /j	1000 m ³ /j
PUITS CREUX DU BOUCHER	525 m ³ /j	1000 m ³ /j
PUITS DE SOISSONS	220 m ³ /j	516 m ³ /j
PUITS DE LABERGEMENT	107 m ³ /j	30 m ³ /j

Les besoins actuels et futurs (horizon 2050 issus du Schéma Départemental) de la Communauté de Communes sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
CCPVS	4350 m ³ /j	2650 m ³ /j	4800 m ³ /j	2924 m ³ /j

A.2.2.3. SIE de Clénay Saint Julien

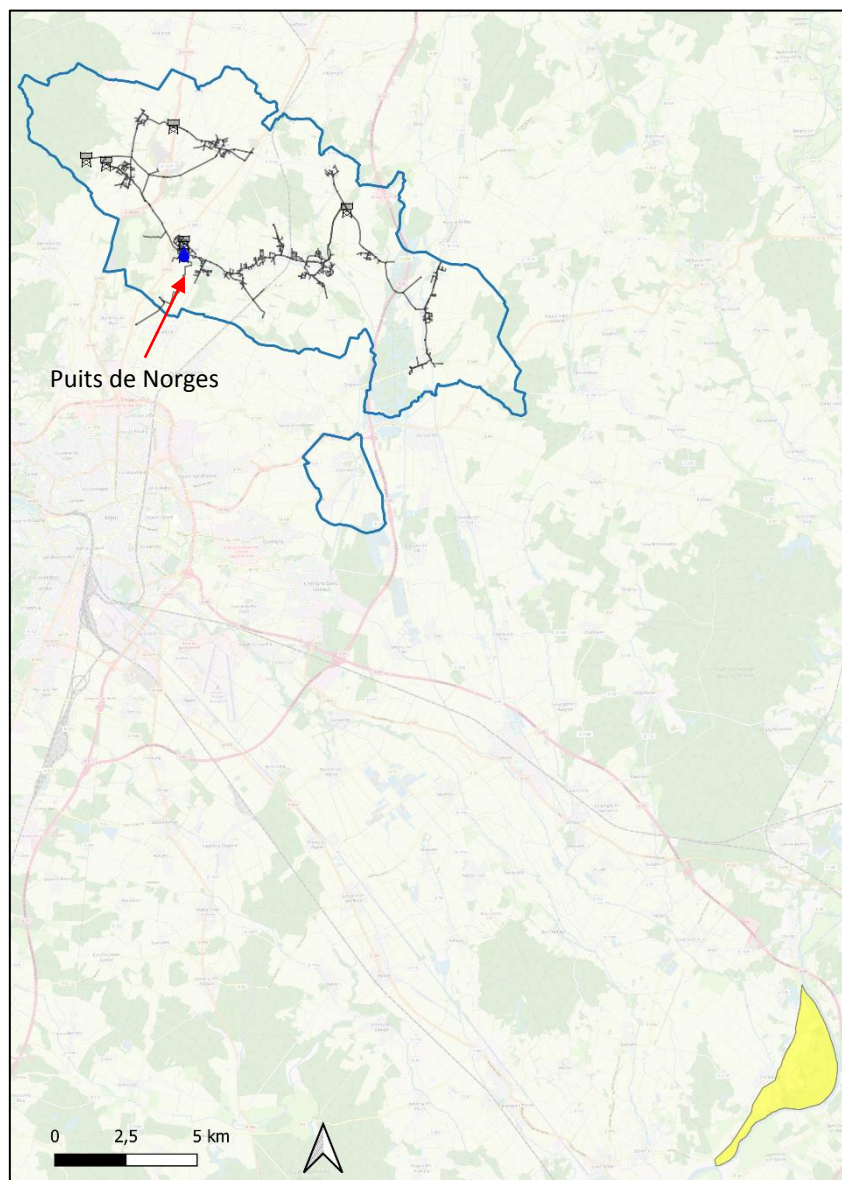


Figure 4 : Localisation du SIE Clénay Saint-Julien par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

Le SIE de Clénay Saint-Julien est situé au Nord-Ouest du territoire de la Boucle des Maillys. Il dessert les 9 518 habitants (INSEE 2018) des 11 communes suivantes :

- Arceau
- Bretigny
- Brognon
- Clénay
- Couternon
- Épagny
- Flacey
- Marsannay-le-Bois
- Norges-la-Ville
- Saint-Julien
- Savigny-le-Sec

Le SIE possède une unique unité de distribution d'eau potable (UDI) pour environ 3 166 abonnés.

Les ressources qui desservent le territoire se situent en ZRE et sont donc soumises à des limitations de prélèvement sur la période d'avril à octobre :

	PRODUCTION MOYENNE	DEBIT AUTORISE (AVRIL A OCTOBRE)
PUITS DE NORGES	671 m ³ /j	670 m ³ /j
PUITS DE FOUCHANGES	547 m ³ /j	730 m ³ /j

Le SIE possède également une convention d'achat d'eau avec Dijon Métropole, dans la limite de 70 000 m³/an, 10 000 m³/mois soit environ 330 m³/j.

Les besoins actuels et futurs (horizon 2050 issus du Schéma Départemental) du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
SIE CLENAY SAINT-JULIEN	1900 m ³ /j	1380 m ³ /j	2200 m ³ /j	1598 m ³ /j

A.2.2.4. SIAEP de Varois et Chaignot

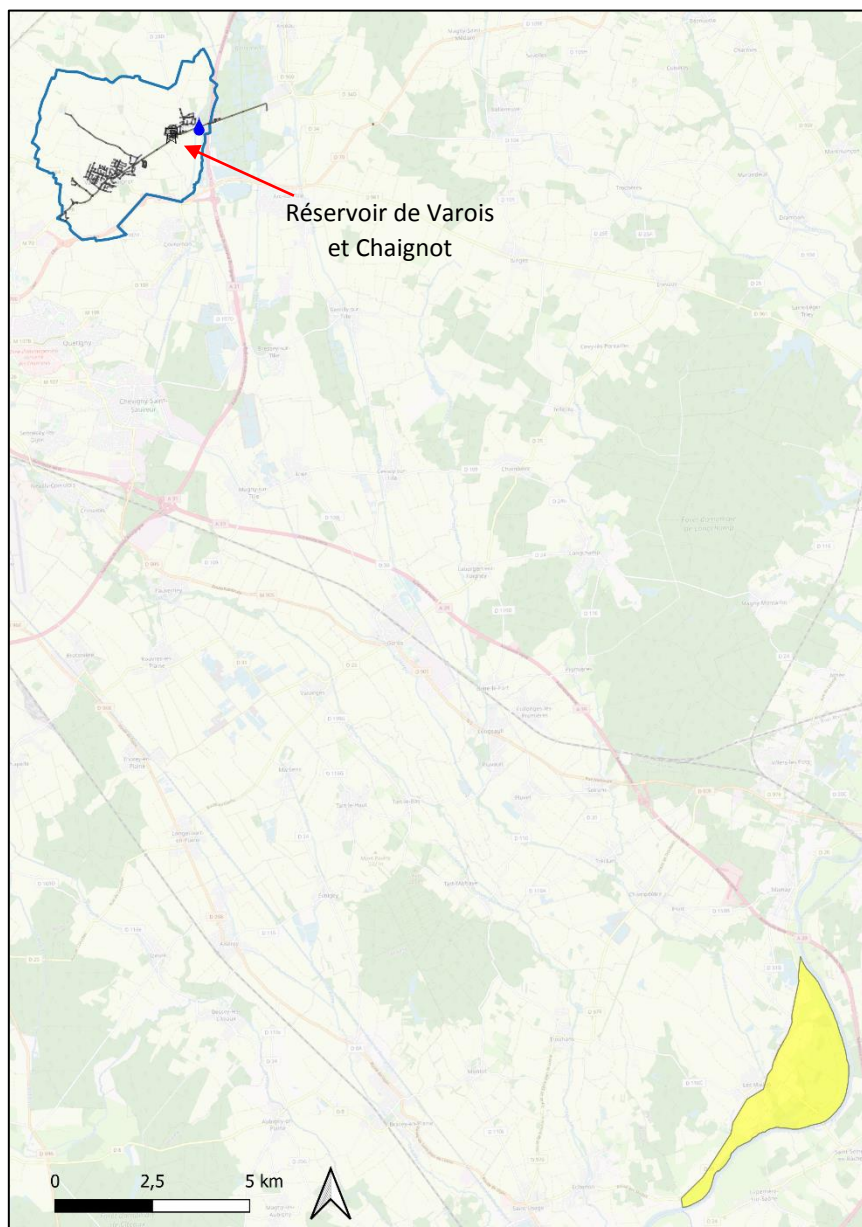


Figure 5 : Localisation du SIAEP Varois et Chaignot par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

Le SIAEP de Varois et Chaignot est situé au Nord-Ouest du territoire de la Boucle des Maillys. Il dessert les 2 377 habitants (INSEE 2018) des 2 communes suivantes :

- Orgeux
- Varois-et-Chaignot

Le SIAEP possède une unique unité de distribution d'eau potable (UDI) pour environ 1 074 abonnés.

Les ressources qui desservent le territoire se situent en ZRE et sont donc soumises à des limitations de prélèvement sur la période d'avril à octobre :

	PRODUCTION MOYENNE	DEBIT AUTORISE (AVRIL A OCTOBRE)
PUITS AUX GRENOUILLERES	384 m ³ /j	460 m ³ /j
PUITS D'ARCELOT	94 m ³ /j	164 m ³ /j

Les besoins actuels et futurs (horizon 2050 issus du Schéma Départemental) du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
SIAEP VAROIS ET CHAIGNOT	700 m ³ /j	500 m ³ /j	740 m ³ /j	529 m ³ /j

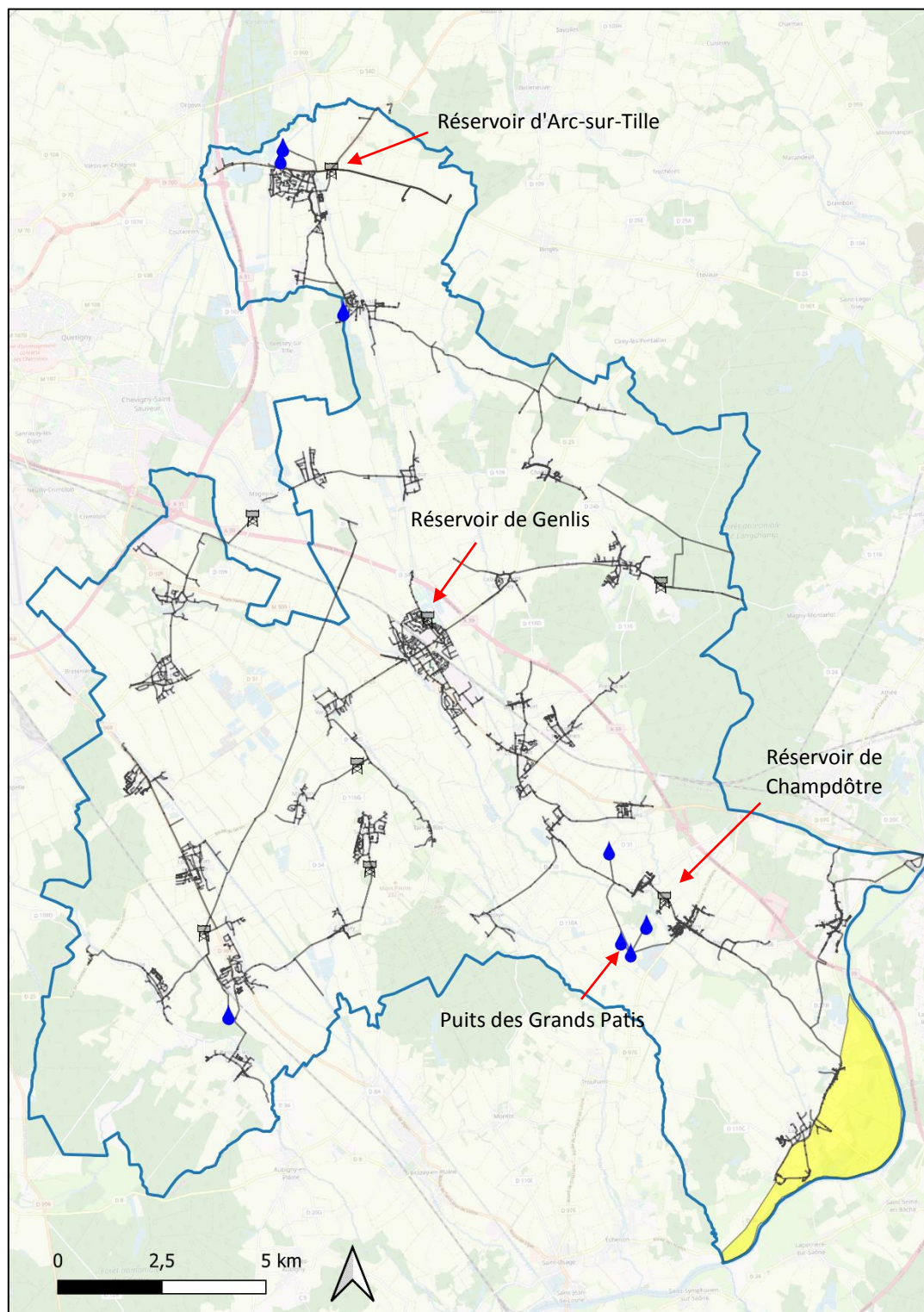


Figure 6 : Localisation du SINOTIV'Eau par rapport au territoire de la Boucle des Maillays

Le SINOTIV'Eau est situé au Nord-Ouest direct du territoire de la Boucle des Maillays. Il dessert les 28 943 habitants (INSEE 2018) des 31 communes suivantes :

■ Aiserey	■ Longeault-Pluvault
■ Arc-sur-Tille	■ Longecourt-en-Plaine
■ Beire-le-Fort	■ Marliens
■ Bessey-lès-Cîteaux	■ Pluvet
■ Cessey-sur-Tille	■ Pont
■ Chambeire	■ Remilly-sur-Tille
■ Champdôtre	■ Rouvres-en-Plaine
■ Collonges-et-Premières	■ Soirans
■ Échigey	■ Tart
■ Fauverney	■ Tart-le-Bas
■ Genlis	■ Tellecey
■ Izeure	■ Thorey-en-Plaine
■ Izier	■ Tillenay
■ Labergement-Foigny	■ Tréclun
■ Les Maillys	■ Varanges
■ Longchamp	

Le SINOTIV'Eau possède 5 unités de distribution d'eau potable (UDI) pour environ 14 994 abonnés.

Les ressources qui desservent le territoire sont les suivantes :

	PRODUCTION MOYENNE	DEBIT AUTORISE
PUITS D'ARC SUR TILLE (NAPPE SUPERFICIELLE)	677 m ³ /j	1184 m ³ /j
PUITS D'ARC SUR TILLE (NAPPE PROFONDE)	486 m ³ /j	542 m ³ /j
FORAGE PROFOND DU BOIS DE SOUCHE	101 m ³ /j	197 m ³ /j
PUITS DE GENLIS	1276 m ³ /j	1808 m ³ /j
PUITS LA RACLE	906 m ³ /j	1000 m ³ /j
PUITS DES GRANDS PATIS	620 m ³ /j	1500 m ³ /j
FORAGE RONDOT 2	552 m ³ /j	1500 m ³ /j

Les besoins actuels et futurs (horizon 2050 issu du Schéma Départemental) du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
SINOTIV'EAU	6660 m ³ /j	5555 m ³ /j	7600 m ³ /j	6339 m ³ /j

A.2.3. Branche Sud

A.2.3.1. SIAEP du Pays Losnais

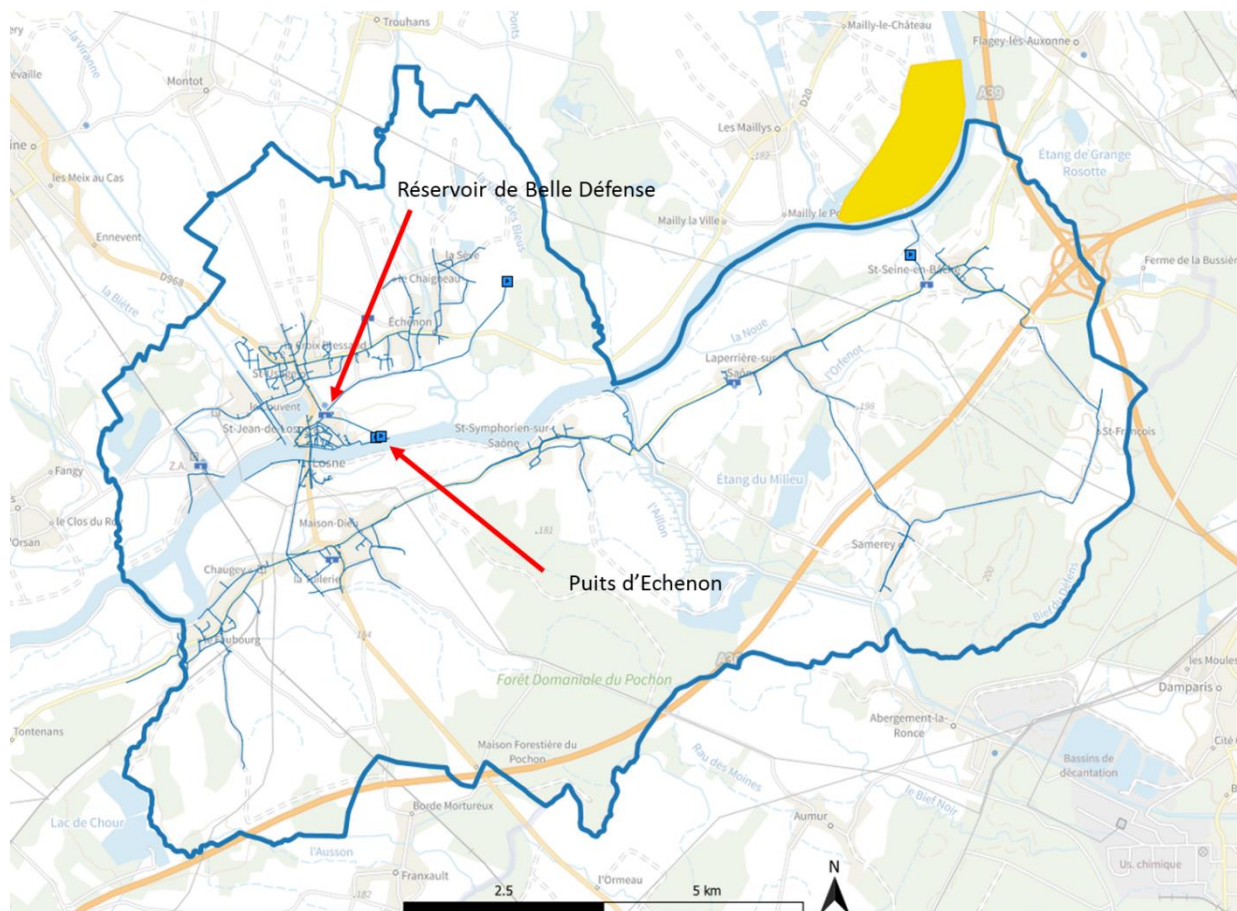


Figure 7 : Localisation du SIAEP par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

Le SIAEP du Pays Losnais est situé en aval immédiat du territoire de la Boucle des Maillys. Il dessert les 6 155 habitants (INSEE 2018) des 8 communes suivantes :

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| ■ Échenon | ■ Saint-Seine-en-Bâche |
| ■ Laperrière-sur-Saône | ■ Saint-Symphorien-sur-Saône |
| ■ Losne | ■ Saint-Usage |
| ■ Saint-Jean-de-Losne | ■ Samerey |

Le SIAEP possède 1 seule unité de distribution d'eau potable (UDI) pour environ 3 450 abonnés. L'unique ressource est le puits d'Echenon qui alimente le réservoir de Belle Défense pour desservir ensuite tout le territoire.

	PRODUCTION MOYENNE 2021	DEBIT AUTORISE
PUIT D'ECHENON	1 205 m ³ /j	1 096 m ³ /j (DUP 2016)

NOTA : La production moyenne est supérieure au débit autorisé par la DUP.

Une autre ressource est présente sur le territoire qui est à l'arrêt et pourrait de nouveau être réactivé dans les prochaines années (Champ Captant de Saint Jean de Losne)

Les besoins actuels et futurs (horizon 2050 issu du Schéma Départemental) du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
SIAEP PAYS LOSNAIS	1 771 m ³ /j	1 180 m ³ /j	2 752 m ³ /j	1 846 m ³ /j

A.2.3.2. SIAEP de Brazey en Plaine

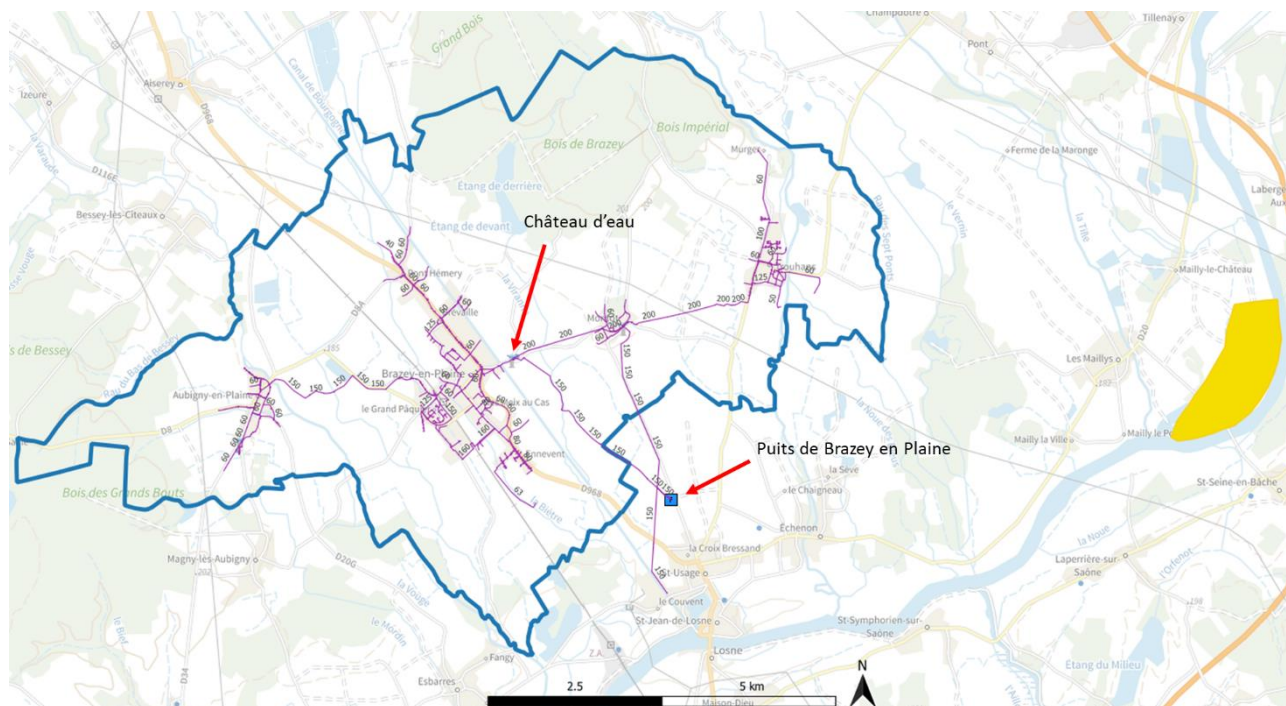


Figure 8 : Localisation du SIAEP par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

Le SIAEP de Brazey en Plaine est situé en aval immédiat du territoire de la Boucle des Maillys. Il dessert les 3 755 habitants (INSEE 2018) des 4 communes suivantes :

- Aubigny-en-Plaine
- Brazey-en-Plaine
- Montot
- Trouhan

Le SIAEP possède 1 seule UDI pour environ 1 600 abonnés.

L'unique ressource est le puits de Brazey en Plaine qui alimente l'unique château d'eau pour desservir ensuite tout le territoire.

	PRODUCTION MOYENNE 2021	DEBIT AUTORISE
PUIT DE BRAZEY EN PLAINE	800 m ³ /j	1 101 m ³ /j (DUP 1998)

Les besoins actuels et futurs du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
SIAEP BRAZEY EN PLAINE	1 191 m ³ /j	814 m ³ /j	1 235 m ³ /j	844m ³ /j

À noter que les volumes mis en distribution en pointe sont supérieurs au débit autorisé.

A.2.3.3. SIAEP de Seurre Val de Saône

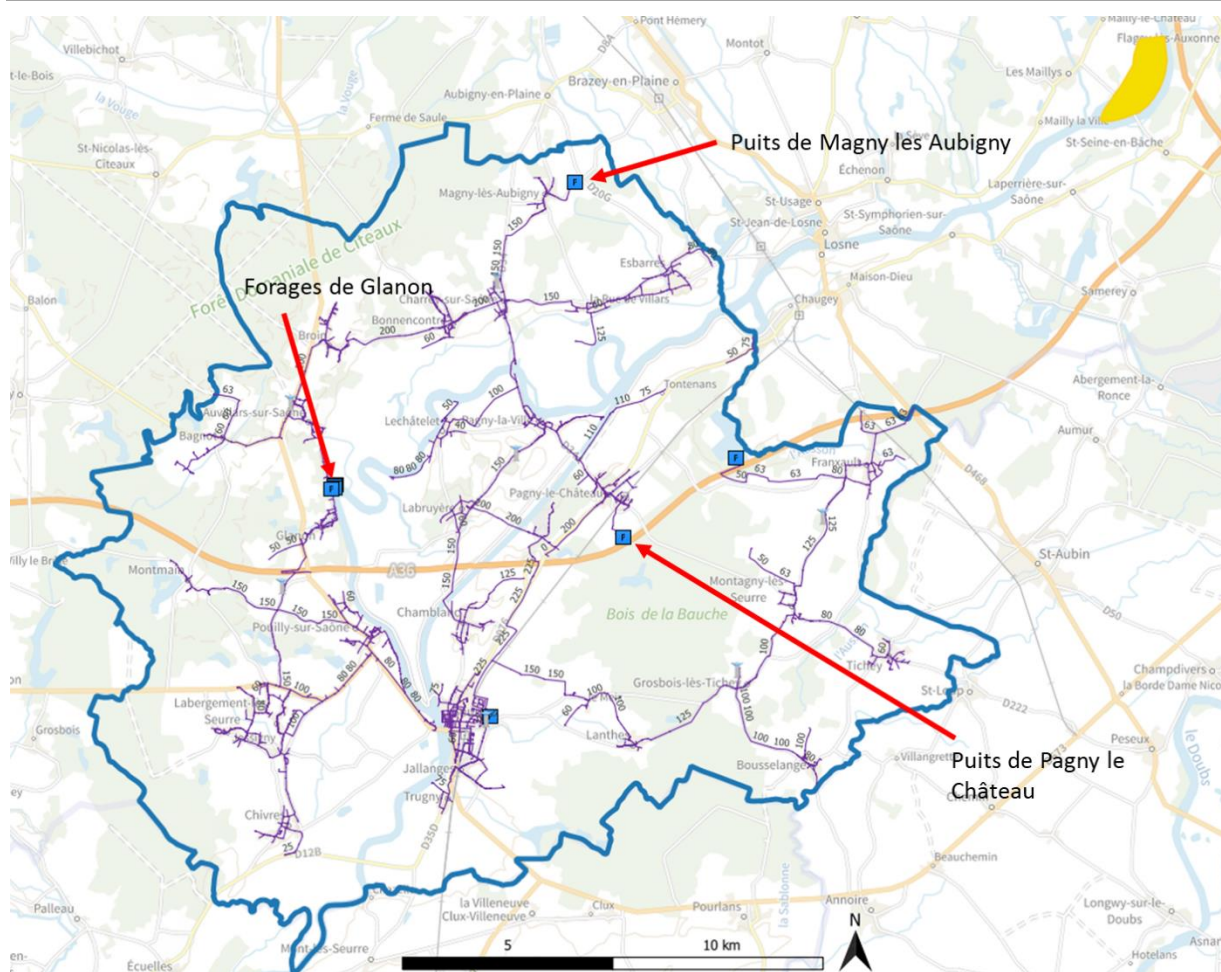


Figure 9 : Localisation du SIAEP par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

Le SIAEP de Seurre Val de Saône est situé à une quinzaine de kilomètres au Sud-Ouest du territoire de la Boucle des Maillys. Il dessert les 10 691 habitants (INSEE 2018) des 27 communes suivantes:

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| ■ Auvillers-sur-Saône | ■ Labruyère |
| ■ Bagnot | ■ Lanthès |
| ■ Bonnencontre | ■ Lechâtelet |
| ■ Bousselange | ■ Magny-lès-Aubigny |
| ■ Broin | ■ Montagny-lès-Seurre |
| ■ Chamblanc | ■ Montmain |
| ■ Charrey-sur-Saône | ■ Pagny-la-Ville |
| ■ Chivres | ■ Pagny-le-Château |
| ■ Esbarres | ■ Pouilly-sur-Saône |
| ■ Franxault | ■ Seurre |
| ■ Glanon | ■ Tichey |
| ■ Grosbois-lès-Tichey | ■ Trugny |
| ■ Jallanges | ■ Aubigny-en-Plaine |
| ■ Labergement-lès-Seurre | |

Le SIAEP possède 2 UDI : Rive droite et rive gauche, pour environ 5 300 abonnés.

Sur l'UDI Rive droite, il y a 2 ressources qui sont les Puits de Glanon et le Puits de Magny les Aubigny. Le réservoir principal est le château d'eau d'Auvillars (500m³).

Sur l'UDI Rive gauche, il y a 1 ressource qui est le Puits de Pagny le Château. Le réservoir principal est le réservoir de Pagny la Ville de 300 m³

PRODUCTION MOYENNE 2021

DEBIT AUTORISE

STATION DE PRODUCTION DE MAGNY LES AUBIGNY	460 m³/j	1000 m³/j	(DUP 1991)
STATION DE PRODUCTION DU GLANON	431 m³/j	1 920 m³/j	(DUP 2019)
STATION DE PRODUCTION DE PAGNY LE CHATEAU	805 m³/j	2 000 m³/j	(DUP 1991)

Les besoins actuels et futurs du syndicat sont les suivants :

VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021

VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050

	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
SIAEP SEURRE	2 639 m³/j	1 771 m³/j	2 752 m³/j	1 846 m³/j

A.2.3.4. CA Beaune Côte et Sud

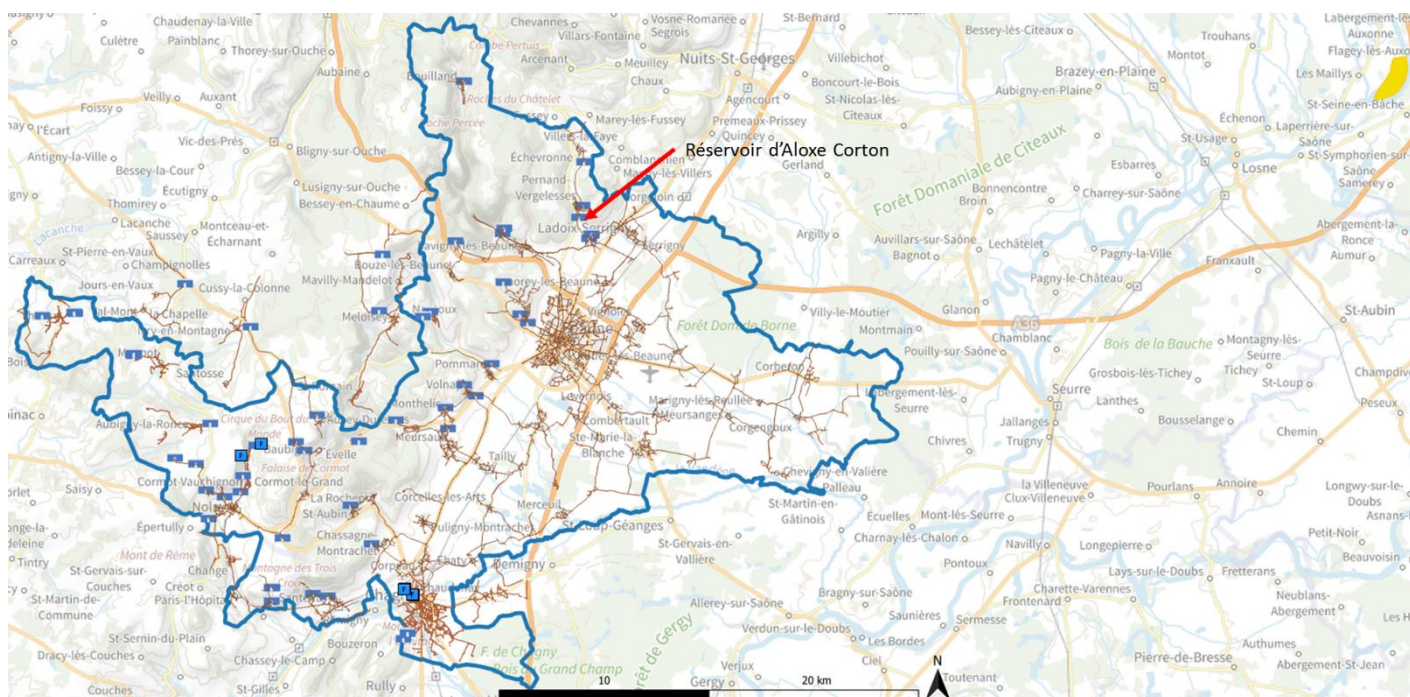


Figure 10 : Localisation de la CA par rapport au territoire de la Boucle des Mailllys

La Communauté d'Agglomération de Beaune Côte et Sud est située à une cinquantaine de kilomètres à l'Ouest du territoire de la Boucle des Mailllys. Elle dessert les 51 748 habitants (INSEE 2018) des 49 communes suivantes :

- Volnay
- Vignoles
- Val-Mont
- Thury
- Tailly
- Savigny-les-Beaune
- Santosse
- Santenay
- Sainte-Marie-la-Blanche
- Marigny-lès-Reullée
- Levernois
- Ladoix-Serrigny
- La Rochepot
- Echevronne
- Ebaty
- Corpeau
- Cormot-Vauchignon
- Corgengoux

■ Saint-Romain	■ Corcelles-les-Arts
■ Saint-Aubin	■ Corberon
■ Ruffey-lès-Beaune	■ Combertault
■ Puligny-Montrachet	■ Chorey-lès-Beaune
■ Pommard	■ Chevigny-en-Valière
■ Pernand-Vergelesses	■ Chassagne-Montrachet
■ Nolay	■ Bouze-lès-Beaune
■ Nantoux	■ Bligny-lès-Beaune
■ Monthelie	■ Bouilland
■ Montagny-lès-Beaune	■ Beaune
■ Molinot	■ Baubigny
■ Meursault	■ Auxey-Duresses
■ Meursanges	■ Aubigny-la-Ronce
■ Merceuil	■ Aloxe-Corton
■ Meloisey	
■ Mavilly-Mandelot	

La CA possède 25 UDI pour environ 23 727 abonnés. Les UDI les plus importantes sont Beaune et le Pays Beaunois, qui, à elles seules représentent 75% de la consommation moyenne.

L'UDI de Beaune est alimentée par la source de la Bouzaise et le puits de BS1.

L'UDI du Pays Beaunois est alimentée par les captages de Fontaine Froide, Fontaine de Garde et les puits de Vignoles.

	PRODUCTION MOYENNE	DEBIT AUTORISE
CAPTAGE DE FONTAINE FROIDE	5 000 m ³ /j	-
CAPTAGE DE FONTAINE DE GARDE	-	-
PUITS DE VIGNOLES	4 440 m ³ /j	4 320m ³ /j
SOURCE DE LA BOUZAISE	12 000 m ³ /j	-
PUITS DE BS1	4 400 m ³ /j	5 280 m ³ /j

NOTA : La production moyenne sur le puits de Vignoles est supérieure au débit autorisé par la DUP.

Le réservoir de tête identifié est le réservoir d'Aloxe Corton sur l'UDI du Pays Beaunois, il peut également alimenter le réservoir de Beaune Les Grèves (via des interconnexions au niveau du puits de BS1).

Les besoins actuels et futurs du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL 2021		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR 2050 – (PROJECTIONS SDAEP EXTRAPOLEES)	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
CA BEAUNE COTE ET SUD	16 974 m ³ /j	11 360 m ³ /j	20 223 m ³ /j	13 457 m ³ /j

A.2.3.5. CC de Gevrey-Chambertin et Nuits-Saint-Georges

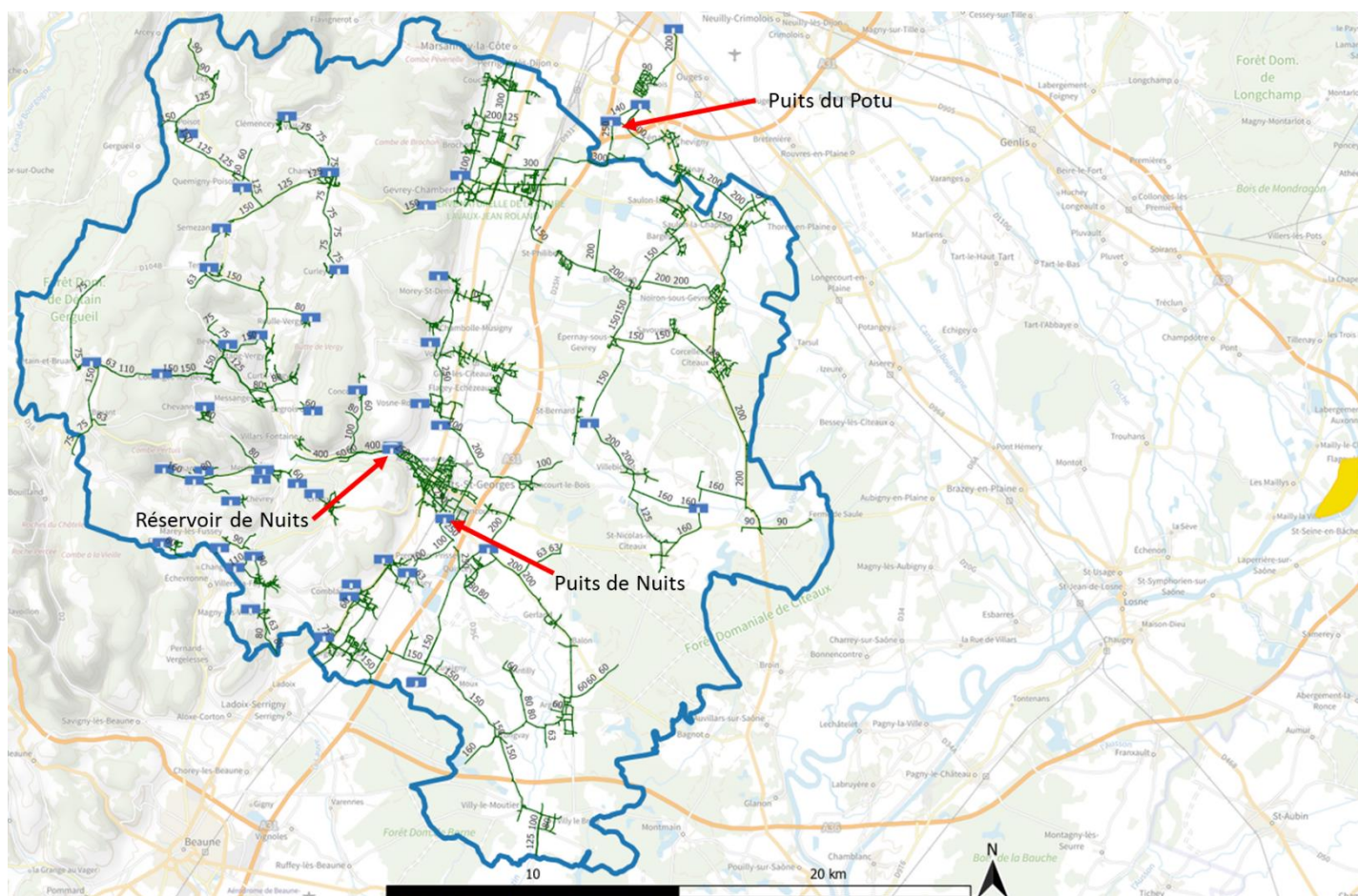


Figure 11 : Localisation de la CC par rapport au territoire de la Boucle des Maillys

La communauté de communes de Gevrey-Chambertin et Nuits-Saint-Georges est située à une trentaine de kilomètres à l'Ouest du territoire de la Boucle des Maillys. Il dessert les 29 743 habitants (2018) des 55 communes suivantes :

- | | |
|-------------------------|-----------------------------|
| ■ Agencourt | ■ Magny-lès-Villers |
| ■ Arcenant | ■ Marey-lès-Fussey |
| ■ Argilly | ■ Messanges |
| ■ Barges | ■ Meulley |
| ■ Bévy | ■ Morey-Saint-Denis |
| ■ Boncourt-le-Bois | ■ Noiron-sous-Gevrey |
| ■ Brochon | ■ Nuits-Saint-Georges |
| ■ Broindon | ■ Premeaux-Prissey |
| ■ Chambœuf | ■ Quincey |
| ■ Chambolle-Musigny | ■ Reulle-Vergy |
| ■ Chaux | ■ Saint-Bernard |
| ■ Chevannes | ■ Saint-Nicolas-lès-Cîteaux |
| ■ Collonges-lès-Bévy | ■ Saint-Philibert |
| ■ Comblanchien | ■ Saulon-la-Chapelle |
| ■ Corcelles-lès-Cîteaux | ■ Saulon-la-Rue |
| ■ Corgoloin | ■ Savouges |
| ■ Couchey | ■ Segrois |
| ■ Curley | ■ Semezanges |
| ■ Curtil-Vergy | ■ Ternant |
| ■ Détain-et-Bruant | ■ Urcy |
| ■ Épernay-sous-Gevrey | ■ Valforêt |

■	Fixin	■	Villars-Fontaine
■	Flagey-Echézeaux	■	Villebichot
■	Fussey	■	Villers-la-Faye
■	Gerland	■	Villy-le-Moutier
■	Gevrey-Chambertin	■	Vosne-Romanée
■	Gilly-lès-Cîteaux	■	Vougeot
■	L'Étang-Vergy		

La CA possède 11 UDI pour environ 11 700 abonnés. Les UDI les plus importantes sont Nuits-Saint-Georges, la Côte Dijonnaise, Plaine Sud et Sud Dijonnais. Elles représentent à elles seules 70% de la consommation de la communauté de communes.

L'UDI de Nuits Saint Georges est alimentée par la source de Rochotte, le Puits de Nuits Ancien, les 2 Puits de Nuits Nouveaux, la Source de Regnier et la Source de la Fin De Pre.

L'UDI de la Côte Dijonnaise est alimentée par le Puits du Paquier du Potu et la Source de la Combe Lavaux.

L'UDI de la Plaine Sud est alimentée par les forages de Cussigny.

L'UDI du Sud Dijonnais est alimentée par le puits de Saulon-la-Chapelle.

	PRODUCTION MOYENNE	DEBIT AUTORISE
SOURCE ROCHOTTE	1 670 m ³ /j	6 000 m ³ /j (DUP 2010)
SOURCE REIGNER		
PAQUIER DU POTU	640 m ³ /j	1 082 m ³ /j (DUP 1991)
SOURCE LAVAUX	140 m ³ /j	151 m ³ /j (DUP 2017)
FORAGE DE CUSSIGNY	595 m ³ /j	-
PUIT DE SAULON LA CHAPELLE	1 640 m ³ /j	-

Les réservoirs principaux identifiés sont :

- les réservoirs de Nuits qui desserviront l'UDI de Nuits-Saint-Georges
- le réservoir des Cazetiers alimenté par le puits du Potu qui desservira l'UDI de la Côte Dijonnaise.

Les besoins actuels et futurs du syndicat sont les suivants :

	VOLUME MIS EN DISTRIBUTION ACTUEL		VOLUME MIS EN DISTRIBUTION FUTUR	
	Jour de pointe	Jour Moyen	Jour de pointe	Jour Moyen
CC GEVREY NUITS	10 621 m ³ /j	7 106 m ³ /j	11 810 m ³ /j	7 902 m ³ /j

B. BILAN DE LA COLLECTE DE DONNEES ET RENCONTRE DES COLLECTIVITES

B.1. DOCUMENTS COLLECTES

Au préalable de l'étude, nous ont été fournis par le CD21 :

- Le support de présentation de la pré-étude sur la Boucle des Maillys avec un tracé indicatif.
- Les réseaux (au format Shape) de toutes les collectivités du territoire de la Boucle des Maillys.
- L'historique des analyses qualité qui ont été réalisées sur les forages d'essai de la Boucle des Maillys depuis 2015.

B.1.1. Branche Nord

Le tableau ci-dessous récapitule les documents collectés auprès des collectivités de la branche Nord.

	RAD	RPQS	Etudes antérieures ou en cours	SIG	Synoptiques
SISOV	X		SDAEP	X	X
CCPVS	X		SDAEP	X	X
SIE de Clénay Saint Julien	X		SDAEP	X	X
SIAEP de Varois et Chagnot	X			X	
SINOTIV'Eau	X	X		X	

Tableau 1 : Bilan Collecte des Données Branche Nord

B.1.2. Branche Sud

Le tableau ci-dessous récapitule les documents collectés auprès des collectivités de la branche Sud.

	RAD	RPQS	Etudes antérieures ou en cours	SIG	Synoptiques
SIAEP du Pays Losnais	X	X	SDAEP	X	X
SIAEP de Brazey en Plaine	X	X		X	X
SIAEP de Seurre Val de Saône	X	X		X	X
CC Gevrey-Chambertin et Nuits-Saint-Georges	X	X	Etude transfert de compétences 2018	X	
CA Beaune Côte et Sud	X	X	SDAEP : Phase 1+2	X	X

Tableau 2 : Bilan Collecte des Données

En complément le Schéma Sud Est 2011 a été consulté.

B.2. SYNTHESE DES VOLUMES DEMANDES PAR LES COLLECTIVITES

B.2.1. Branche Nord

Sollicitation de la Boucle des Maillys par les collectivités															
	Total volume mis en distribution moyen actuel		Total volume mis en distribution de pointe actuel		Total volume mis en distribution de pointe estimé 2050		Secteur concerné par la Boucle des Maillys	Volume max demandé (avec sécurisation si demandé)		Volume demandé en jour de pointe		part du volume mis en distribution de pointe	Volume minimum demandé		Nature du Besoin vis-à-vis des Maillys
SISOV	1 327	m³/j	1 990	m³/j	1 990	m³/j	Ensemble Syndicat	1500	m³/j	1500	m³/j	75%	0	m³/j	sécurisation de la ressource principale
CCPVS (Hors secteur SISOV et SIPIT considérés par ailleurs)	2 650	m³/j	4 350	m³/j	4 800	m³/j	Ensemble CCPVS (Hors secteur SISOV et SIPIT considérés par ailleurs)	1500	m³/j	1500	m³/j	34%	0	m³/j	sécurisation ressources des pointes et Flammerans
SIE Clénay St-Julien	1 380	m³/j	1 900	m³/j	2 200	m³/j	Ensemble Syndicat	500	m³/j	500	m³/j	26%	0	m³/j	complément pour déficit en jour de pointe
SIAEP Varois et Chaignot	500	m³/j	700	m³/j	740	m³/j	Ensemble Syndicat	600	m³/j	600	m³/j	86%	0	m³/j	sécurisation de la ressource principale
SINOTIV'Eau	600	m³/j	800	m³/j	7 600	m³/j	Ex -Syndicat de Fauvernay	2700	m³/j	2700	m³/j	41%	0	m³/j	Dilution des ressources de Genlis et Champdôtre + diversification
	1 100		1 300				Ex-Syndicat d'Arc sur Tille								
	1 200		1 500				Ex-Syndicat de la Racle								
	180		250				Ex-Syndicat Varanges								
	1 100		1 300				Ex-SIPIT								
	1 200		1 300				Genlis								
	40		50				Labergement Foigny								
	135		160				Longchamps								
	Total SINOTIV'Eau		5 555				6 660								
TOTAL Branche Nord	11 412	m³/j	15 600	m³/j	17 330	m³/j		6 800	m³/j	6 800	m³/j		0	m³/j	

Figure 12 : Bilan des volumes demandés par les collectivités

Au total sur la Branche Nord, les besoins maximums exprimés sont de 6 800 m³ journaliers.

B.2.1.1. CC Cap Val de Saône

Aujourd'hui la Communauté de Commune possède les ressources suffisantes (quantitatives et qualitatives) à court et moyen terme mais étudie le potentiel de ressources supplémentaires, pour assurer leurs besoins futurs. Notamment par crainte de futures restrictions de prélèvements sur leurs ressources. Néanmoins, de récentes mesures mensuelles sur les ressources montrent une pollution aux métolachlore au-dessus de la limite à 0,1 mg/l fixée par l'ARS.

L'intérêt de la Communauté de Commune Cap Val de Saône pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait un complément de leur ressource propre en anticipation de besoins futurs, ou en diversification d'achats extérieurs actuels.

La CCPVS souhaiterait un volume d'apport de :

0 m³/j en jour moyen (mais volume technique établi à 450 m³/j)

1500 m³/j en jour de pointe

B.2.1.2. SI Saône Ognon Vingeanne

Aujourd'hui le SISOV possède les ressources suffisantes (quantitatives et qualitatives) à court et moyen terme mais étudie le potentiel de ressources supplémentaires, pour assurer leurs besoins futurs. Notamment par crainte de futures restrictions de prélèvements sur leurs ressources. En effet, leur ressource principale est sujette à des détections de pesticides supérieures aux normes fixées par l'ARS. Elle fait donc l'objet d'un traitement.

L'intérêt du SISOV pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait un complément de leur ressource propre en anticipation de besoins futurs, ou en diversification d'achats extérieurs actuels.

Leur ressource principale serait ainsi sécurisée.

Le SISOV souhaiterait un volume d'apport de :

0 m³/j en jour moyen (mais volume technique établi à 450 m³/j)

1500 m³/j en jour de pointe

B.2.1.3. SINOTIV'Eau

Le SINOTIV'Eau possède les ressources suffisantes pour alimenter ses abonnés à court et long terme (aujourd'hui et 2050). Néanmoins, de récentes mesures mensuelles sur les ressources montrent une pollution aux métolachlore au-dessus de la limite à 0,1 mg/l fixée par l'ARS.

L'intérêt du SINOTIV'Eau pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait une dilution des ressources de Genlis et Champdôtre et une diversification et sécurisation du secteur d'Arc-sur-Tille.

Le SINOTIV'Eau souhaiterait un volume d'apport de :

0 m³/j en jour moyen (mais volume technique établi à 810 m³/j)

2700 m³/j en jour de pointe

B.2.1.4. SIAEP de Varois et Chaignot

Aujourd'hui le SIAEP possède les ressources suffisantes (quantitatives et qualitatives) à court et moyen terme mais étudie le potentiel de ressources supplémentaires, pour assurer leurs besoins futurs. Notamment par crainte d'une défaillance de la ressource principale.

L'intérêt du SIAEP de Varois et Chaignot pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait une sécurisation de leur ressource principale.

Le SIAEP de Varois et Chaignot souhaiterait un volume d'apport de :

0 m³/j en jour moyen (mais volume technique établi à 180 m³/j)

600 m³/j en jour de pointe

B.2.1.5. SIE de Clénay Saint-Julien

Aujourd'hui le SIE possède les ressources suffisantes (quantitatives et qualitatives), notamment via leur achat d'eau, à court et moyen terme mais étudie le potentiel de ressources supplémentaires, pour assurer leurs besoins futurs. Notamment pour couvrir les jours de pointe.

L'intérêt du SIE de Clénay Saint-Julien pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait un complément de ressource.

Le SIE de Clénay Saint-Julien souhaiterait un volume d'apport de :

0 m³/j en jour moyen (mais volume technique établi à 150 m³/j)

500 m³/j en jour de pointe

B.2.2. Branche Sud

							Sollicitation de la Boucle des Maillys par les collectivités											
	Total volume mis en distribution moyen actuel		Total volume mis en distribution de pointe actuel		Total volume mis en distribution de pointe estimé 2050		Secteur concerné par la Boucle des Maillys	Volume max demandé (avec sécurisation si demandé)		Volume demandé en jour de pointe		part du volume mis en distribution de pointe	Volume minimum demandé		part du volume mis en distribution en moyen	Nature du Besoin vis-à-vis des Maillys		
SIAEP Seurre Val de Saône	1 771	m³/j	2 639	m³/j	2 752	m³/j	Magny-les-Aubigny	225	m³/j	225	m³/j		150	m³/j		dilution des ressources Magny (90% Maillys) et Pagny (90% Maillys) + sécurisation de la ressource principale (Pagny)		
							Pagny-le-Château	1 305	m³/j	1 140	m³/j		760	m³/j				
							Total	1 530	m³/j	1 365	m³/j		50%	910			m³/j	50%
SIAEP Pays Losnais	1 180		1 771		1 804		Ensemble Syndicat	1 804	m³/j	720	m³/j	40%	volume technique	m³/j	40%	prévision de dilution		
SIAEP Brazey en Plaine	814	m³/j	1 191	m³/j	1 235	m³/j	Ensemble Syndicat	1 235	m³/j	620	m³/j	52%	425	m³/j	52%	dilution (50% Maillys) + sécurisation Puit de St Jean		
CC Gevrey-Nuits	7 106	m³/j	10 621	m³/j	11 810	m³/j	Secteur de Puits de Nuits	1 020	m³/j	1 020	m³/j		680	m³/j		complément déficit et diversification		
							Secteur de Nappe Sud Dijonnaise	1 980	m³/j	1 980	m³/j		1 320	m³/j				
							Total	3 000	m³/j	3 000	m³/j		28%	2 000			m³/j	28%
CA Beaune Côte et Sud	11 405	m³/j	17 041	m³/j	17 701	m³/j	Beaune Pays Beaunois	3 000	m³/j	3 000	m³/j	18%	800	m³/j	3%	complément pour déficit projeté 2035 en période d'été		
Total Branche Sud	22 277	m³/j	33 263	m³/j	35 301	m³/j		10 569	m³/j	8 705	m³/j		4 135	m³/j				

Tableau 3 : Bilan des volumes demandés par les collectivités

Au total sur la Branche Sud, les besoins maximums exprimés sont de 10 570 m³ journaliers.

B.2.2.1. SIAEP de Brazey en Plaine

Le SIAEP possède les ressources suffisantes pour alimenter ses abonnés à court et long terme (aujourd'hui et 2050) mais des données mensuelles de janvier 2021 à aujourd'hui montrent une pollution aux métabolites au-dessus de la limite de 0,1 mg/l fixée par l'ARS. Une dérogation de 3 ans, renouvelable 1 fois, a été validée par l'ARS. L'évolution de la concentration montre une tendance à la baisse de la concentration, de 0,34 mg/l en janvier 2021 à 0,12 mg/l en mai 2022.

L'intérêt du SIAEP de Brazey-en-Plaine pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait une dilution de leur ressource propre.

Le SIAEP souhaiterait une dilution à 50% des Maillys, soit un volume apporté de :

425 m³/j en jour moyen

620 m³/j en jour de pointe

*Le SIAEP souhaiterait également étudier la possibilité de sécuriser leur ressource par les Maillys :
1 235 m³/j en jour de pointe*

B.2.2.2. SIAEP du Pays Losnais

Le SIAEP possède les ressources suffisantes (quantitative et qualitative) pour alimenter ses abonnés à court et moyen terme (aujourd'hui et 2050).

- Population stable, pas de projets d'urbanisme
- Détections ponctuelles de métolachlore dans le cadre du suivi ARS mais en dessous de la valeur limite de 0,1 mg/l.

L'intérêt du SIAEP du Pays Losnais pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait une sécurisation de leur ressource propre en vue d'anticiper toute aggravation éventuelle des problématiques pesticides et métabolites.

Le SIAEP souhaiterait un volume apporté de :

720 m³/j en jour de pointe

Le volume minimum demandé sera le volume technique (volume nécessaire au renouvellement de l'eau dans la conduite) déterminé lors de l'étude.

*Le SIAEP souhaiterait également étudier la possibilité de sécuriser leur ressource par les Maillys :
1 805 m³/j en jour de pointe*

B.2.2.3. SIAEP de Seurre Val de Saône

Le SIAEP possède les ressources suffisantes pour alimenter ses abonnés à court et long terme (aujourd'hui et 2050). Néanmoins, de récentes mesures mensuelles sur 4 ressources montrent une pollution aux métolachlore au-dessus de la limite de 0,1 mg/l fixée par l'ARS. Une dérogation de 3 ans, renouvelable 1 fois, a été validée par l'ARS.

L'intérêt du SIAEP de Seurre Val de Saône pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait une dilution d'une de leur ressource propre dont le traitement n'est pas engagé (Magny et Pagny) pour diminuer leurs concentrations en pesticides et métabolites.

Le SIAEP souhaiterait une dilution à 90% des Maillys, soit un volume apporté de :

910 m³/j en jour moyen

1 365 m³/j en jour de pointe

Le SIAEP souhaiterait également étudier la sécurisation de leur ressource principale à Pagny-le-Château, ce qui représenterait à l'horizon 2050 les volumes suivants :

1 365 m³/j en jour moyen
1 530 m³/j en jour de pointe

Suite aux avis n° 2021-SA-0070 et 2021-SA-0205 de l'ANSES du 30 septembre 2022, les métabolites ESA et NOA du Métolachlore ne sont plus considérés comme pertinents. La dilution sur ces paramètres n'est donc plus obligatoire. La collectivité est en réflexion sur le maintien des taux de dilution.

Au stade actuel de l'étude, l'avis pouvant être revu en fonction d'études en cours sur le caractère de perturbateur endocrinien, cancérigène et reprotoxique de ces molécules, les taux de dilution initiaux sont conservés. Le choix final de la collectivité sera intégré au niveau de la tranche suivante de l'étude.

B.2.2.4. CC Gevrey Nuits Chambertin

Aujourd'hui la Communauté de Commune possède les ressources suffisantes (quantitatives et qualitatives) à court et moyen terme mais étudie le potentiel de ressources supplémentaires, pour assurer leurs besoins futurs. Notamment par crainte de futures restrictions de prélèvements sur leurs ressources. Toutes les ressources sont sujettes à des détections inférieures aux normes fixées par l'ARS.

L'intérêt de la Communauté de Commune de Gevrey_Chambertin et Nuits-Saint-Georges pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait un complément de leur ressource propre en anticipation de besoins futurs, ou en diversification d'achats extérieurs actuels.

La CC souhaiterait un volume apporté par les Maillys de :

2000 m³/j en jour moyen
3000 m³/j en jour de pointe (volume maximum demandé).

B.2.2.5. CA Beaune Côte et Sud

Aujourd'hui, la CA Beaune Cote et Sud possède les ressources suffisantes (quantitatives et qualitatives) pour alimenter ses abonnés.

Cependant à moyen et long terme, aux vues du développement et de la croissance démographique sur le territoire de la CA, des ressources supplémentaires seront nécessaires. Le déficit actuellement identifié à l'horizon 2035 est de 3 000 m³/jour en pointe (source : SDAEP).

L'intérêt de la CA Beaune Côte et Sud pour un raccordement à la Boucle des Maillys serait un complément de leur ressource propre pour anticiper ce déficit projeté à horizon 2035.

La CA souhaiterait un volume apporté par les Maillys de :

300 m³/j en jour moyen
3000 m³/j en jour de pointe

B.3. POINTS DE RACCORDEMENT

B.3.1. Branche Nord

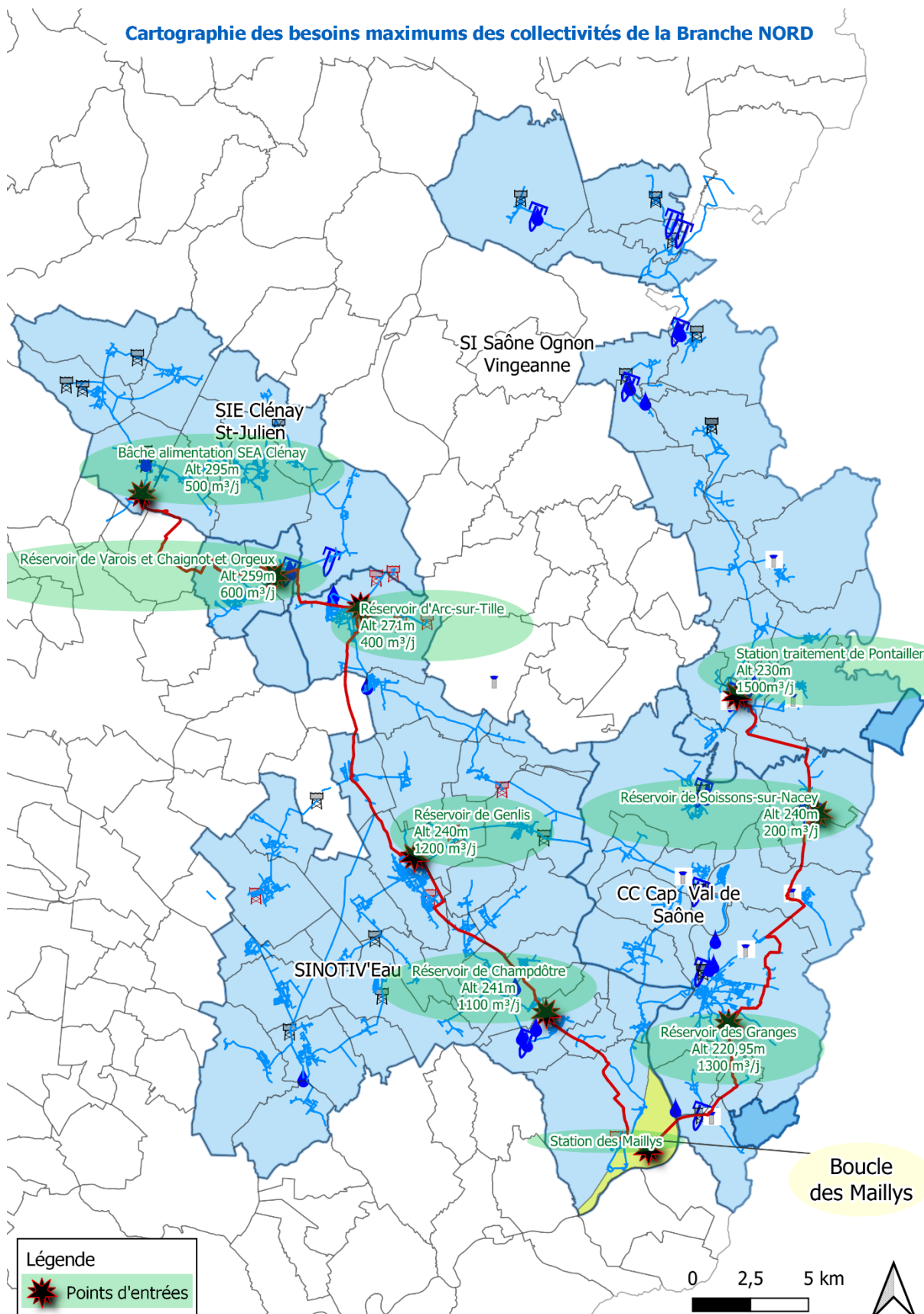


Figure 13 : Points d'entrée Branche Nord

B.3.1.1. CC Cap Val de Saône

Les deux points de raccordements identifiés à la Communauté de Communes Cap Val de Saône sont les suivants :

- Au niveau du réservoir des Granges avec une cote trop plein située à 220,95 m.



Figure 14 : Localisation du premier ouvrage de livraison de la CC Cap Val de Saône

- Au niveau du réservoir de Soissons-sur-Nacey avec une cote trop plein située à 240 m.



Figure 15 : Localisation du deuxième ouvrage de livraison de la CC Cap Val de Saône

B.3.1.2. SI Saône Ognon Vingeanne

Le point de raccordement identifié est au niveau de la station de traitement de Pontailier-sur-Saône. Elle se situe à une altitude de 187 m.

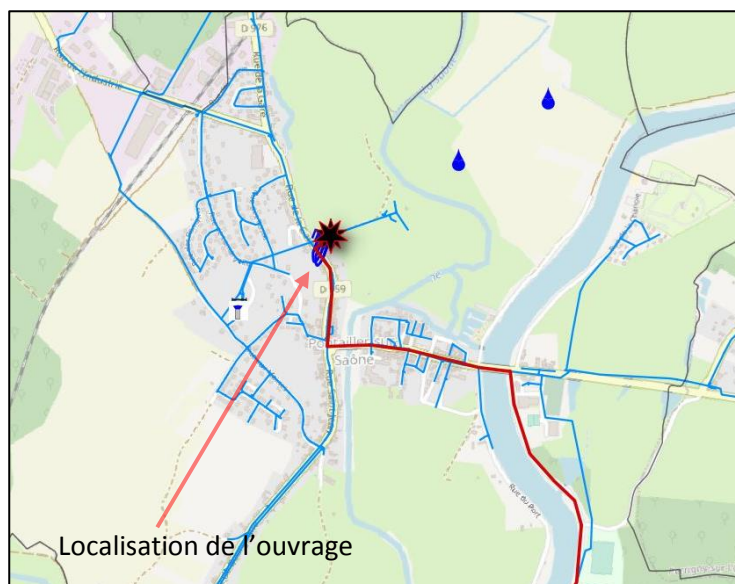


Figure 16 : Localisation de l'ouvrage de livraison du SI Saône Ognon Vingeanne

B.3.1.3. SINOTIV'Eau

Les trois points de raccordements identifiés sur le territoire du SINOTIV'Eau sont les suivants :

- Au niveau du réservoir de Champdôtre avec une cote trop plein située à une altitude de 241 m.

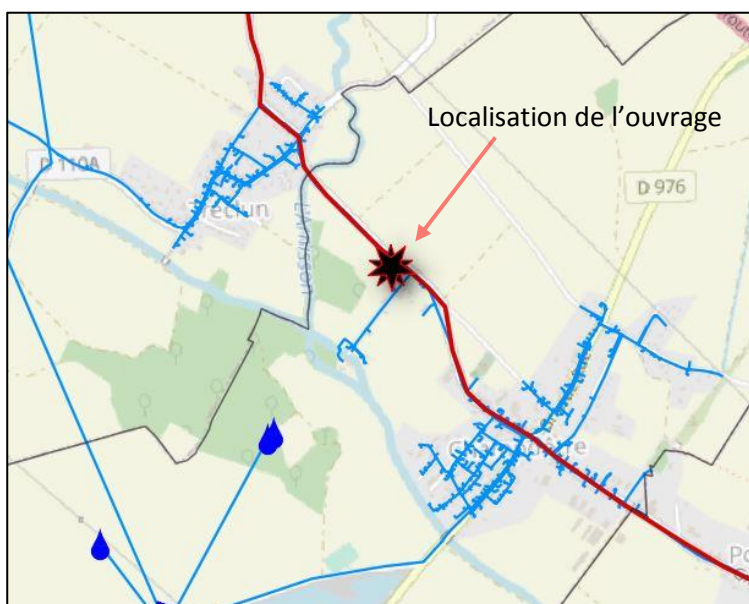


Figure 17 : Localisation du premier ouvrage de livraison du SINOTIV'Eau

- Au niveau du réservoir de Genlis avec une cote trop plein située à une altitude de 240 m.



Figure 18 : Localisation du deuxième ouvrage de livraison du SINOTIV'Eau

- Au niveau du réservoir d'Arc-sur-Tille avec une cote trop plein située à une altitude de 271 m.

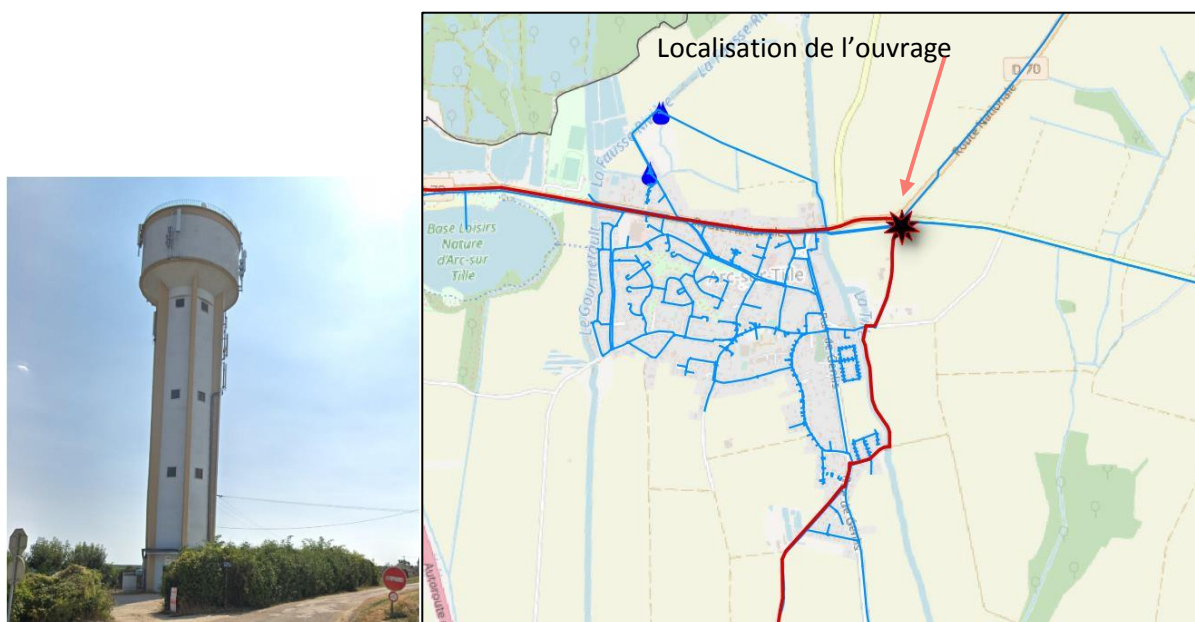


Figure 19 : Localisation du troisième ouvrage de livraison du SINOTIV'Eau

B.3.1.4. SIAEP Varois et Chaignot

Le point de raccordement identifié est au niveau du réservoir de Varois et Chaignot et Orgeux. La cote trop-plein de l'ouvrage se situe à une altitude de 259m.

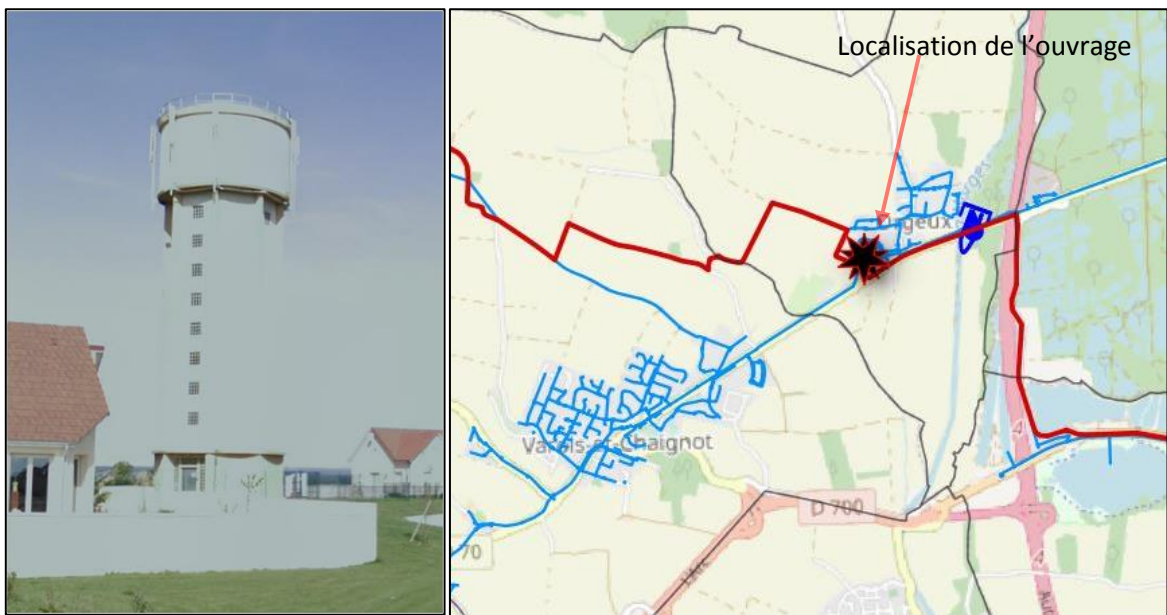


Figure 20 : Localisation de l'ouvrage de livraison au SIAEP de Varois et Chaignot

B.3.1.5. SIE de Clénay Saint-Julien

Le point de raccordement identifié se ferait au niveau d'une bache à créer (sur la conduite d'alimentation via Dijon Métropole) à une cote de 295m. Cette bache réalimenterait gravitairement la Bâche de Norges-la-Ville

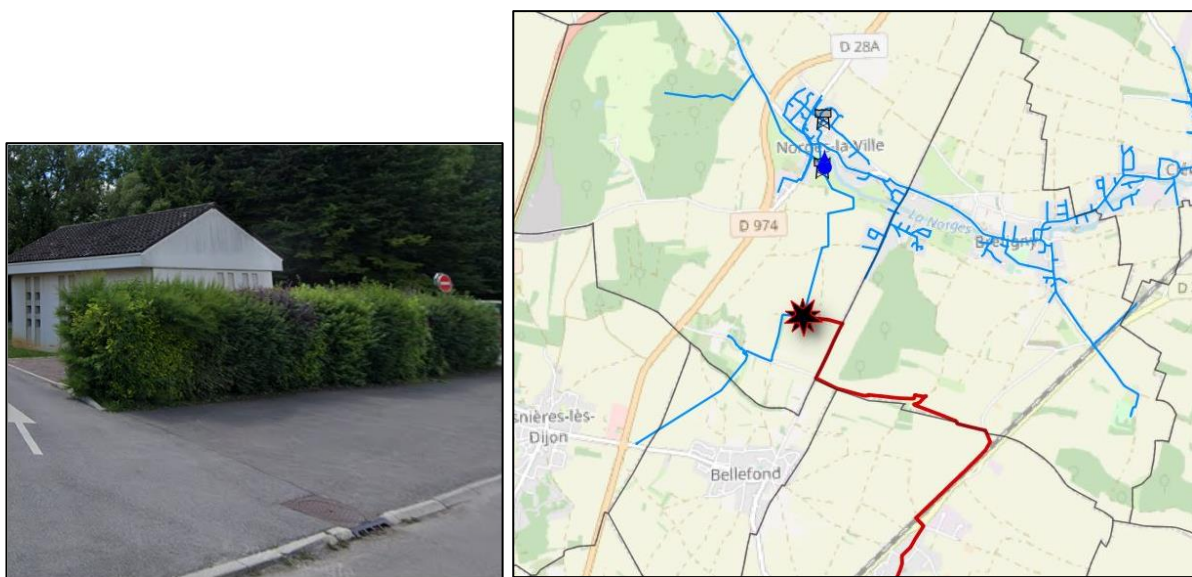


Figure 21 : Localisation de l'ouvrage de livraison sur le territoire du SIE de Clénay Saint-Julien

B.3.2. Branche Sud

La carte suivante présente les différents points d'entrée et une synthèse des besoins maximums recensés.

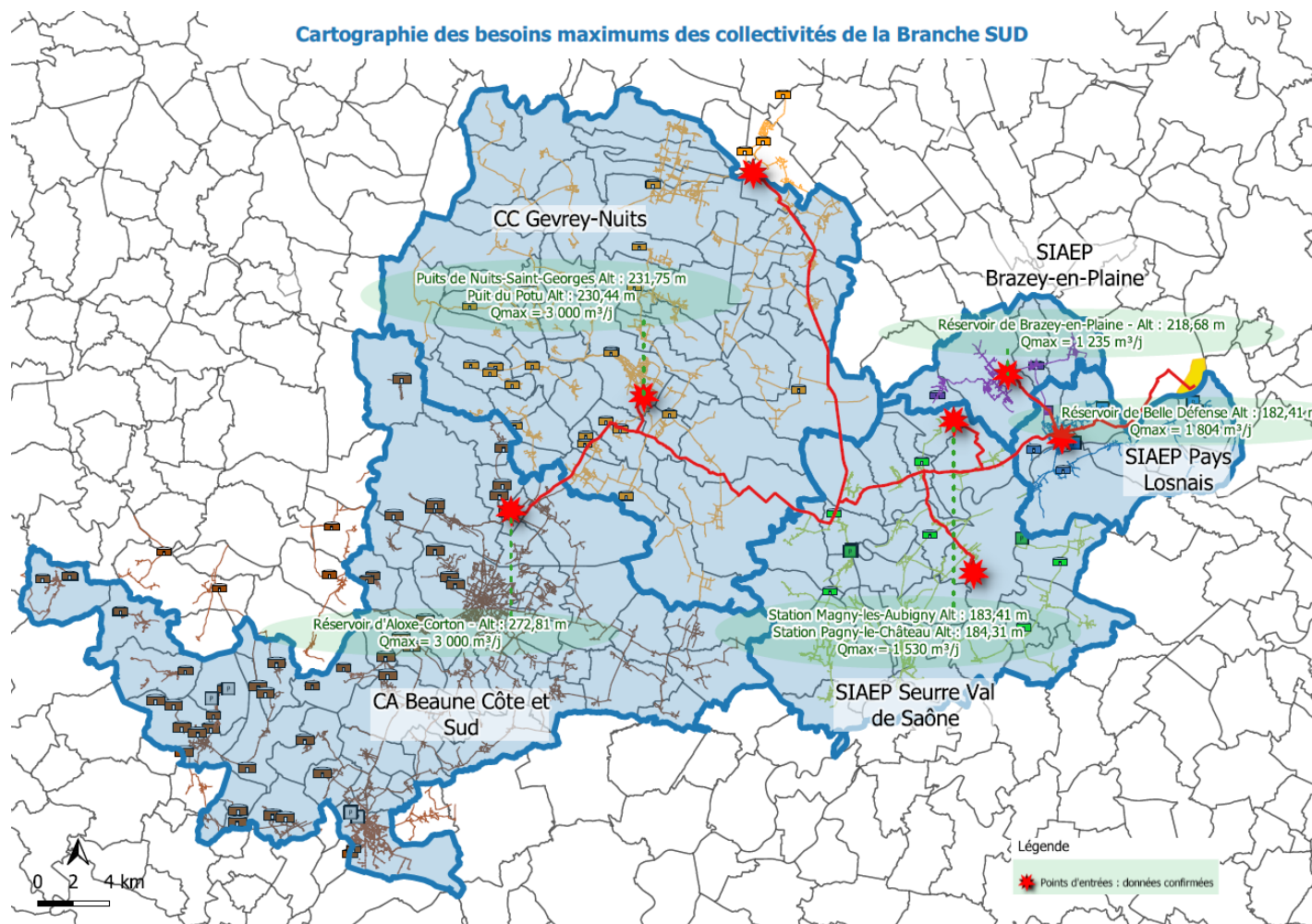


Figure 22 : Point d'entrée et besoins maximum par collectivité

B.3.2.1. SIAEP de Brazey en Plaine

Le point de raccordement identifié est le Château d'eau de Brazey en Plaine, l'unique réservoir de tête du SIAEP. Il est situé à une altitude de 185,91m. La côte du trop plein est 218,68m, soit à une hauteur de 33m.

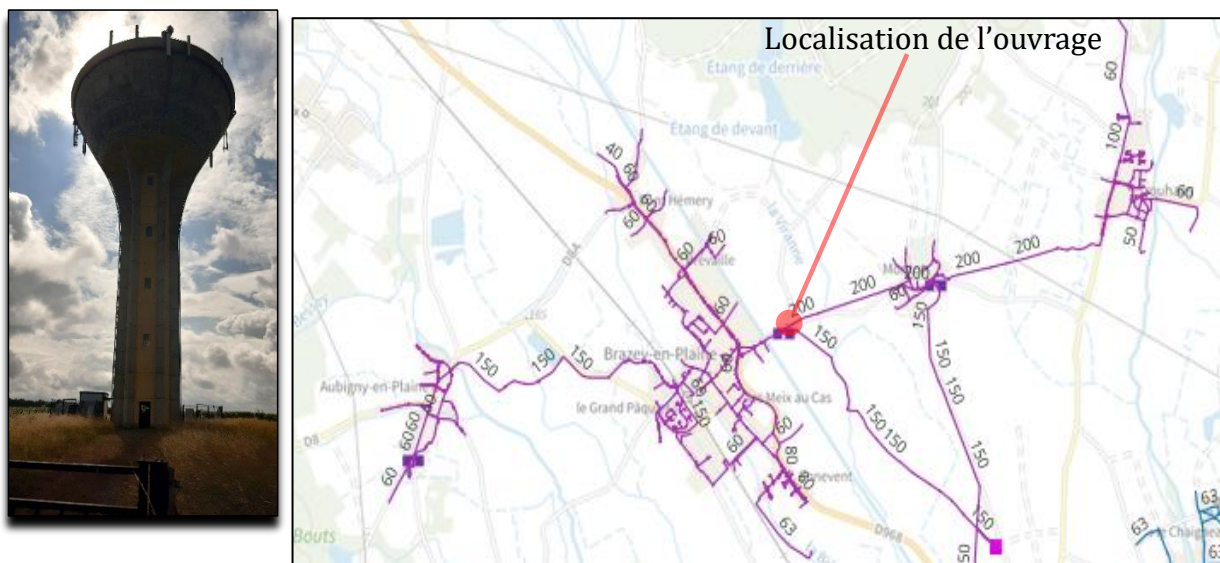


Figure 23: Localisation de l'ouvrage de livraison du SIAEP de Brazey en Plaine

B.3.2.2. SIAEP Pays Losnais

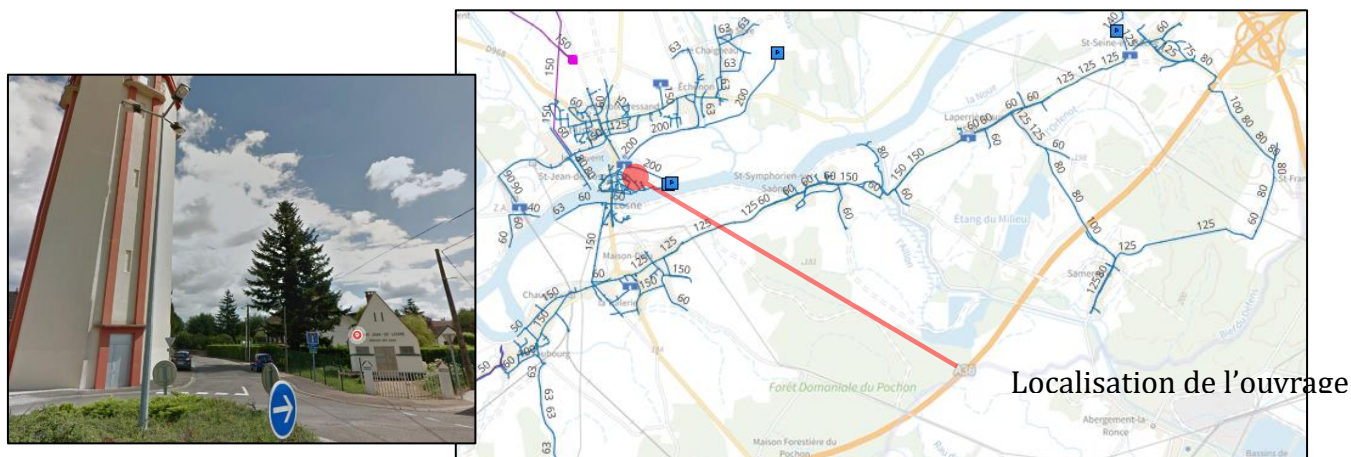


Figure 24 : Localisation de l'ouvrage de livraison du SIAEP Pays Losnais

Le point de raccordement identifié est au niveau de la station de pompage en amont du Château d'eau de Belle Défense. Elle est située à une altitude de 182,41m.

B.3.2.3. SIAEP de Seurre Val de Saône

Le SIAEP souhaite 2 points de raccordements :

- Au niveau de la station de Magny-Les-Aubigny, située à une altitude de 183,41m.

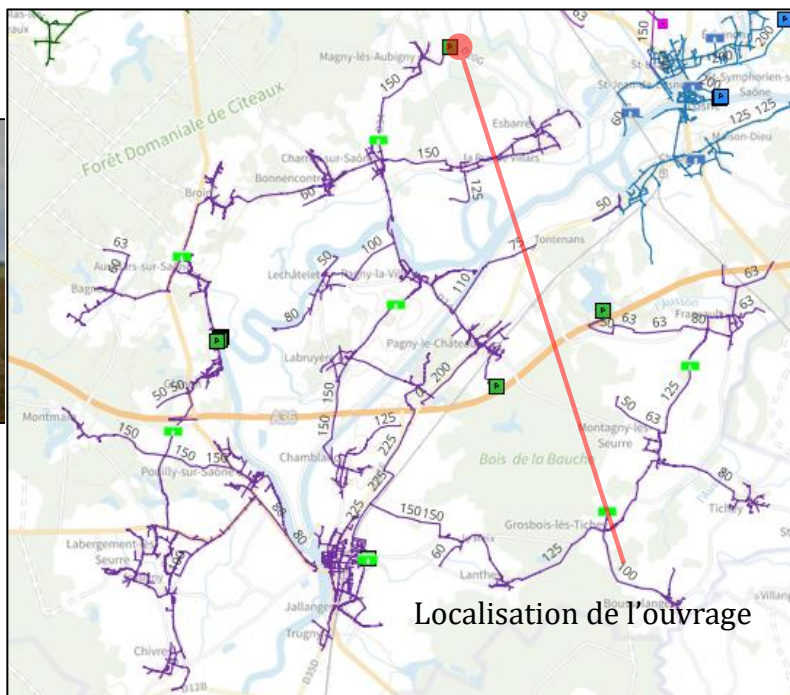


Figure 25 : Localisation de l'ouvrage de livraison du SIAEP de Seurre Val de Saône, Magny-Les-Aubigny

- Au niveau de la station de Pagny-le-Château, située à une altitude de 184,31m.

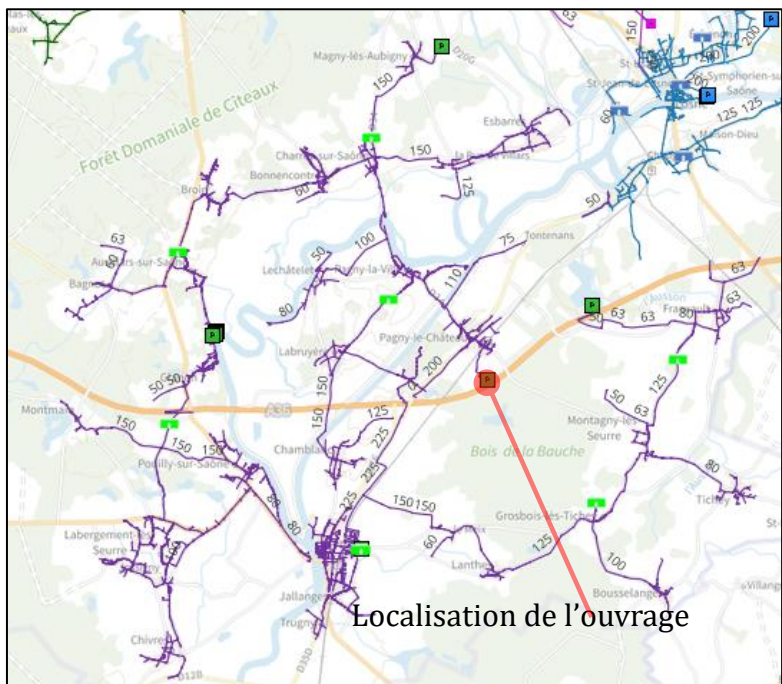


Figure 26 : Localisation de l'ouvrage de livraison du SIAEP de Seurre Val de Saône, Pagny-le-Château

B.3.2.4. CC de Gevrey Chambertin et Nuits-Saint-Georges

La CC souhaite 2 points de raccordements :

- Au niveau des réservoirs des puits de Nuits-Saint-Georges, situés à une altitude de 231,75m.

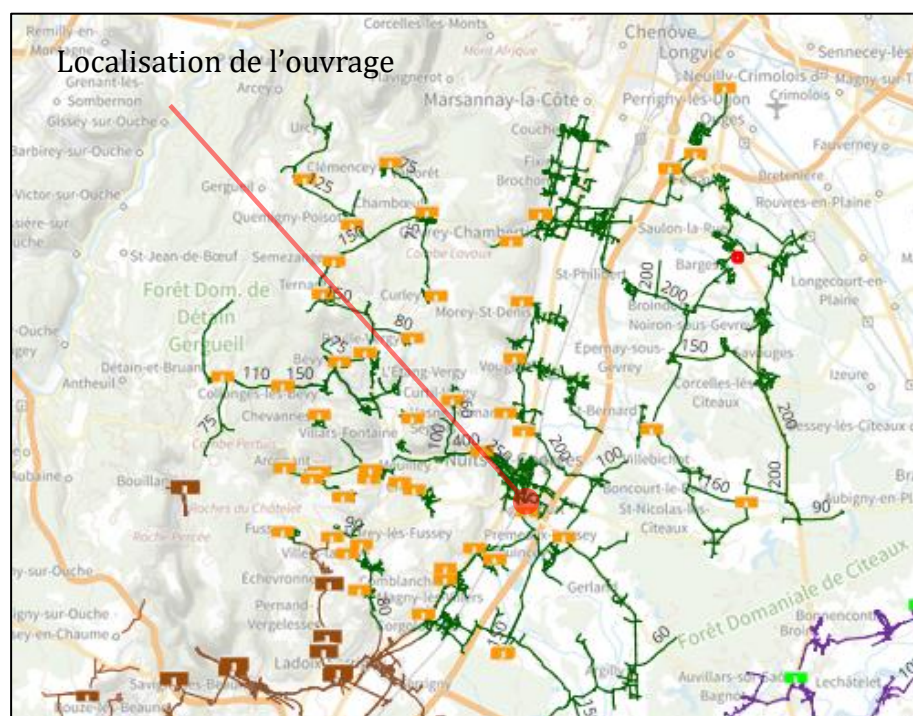


Figure 27 : Localisation de l'ouvrage de livraison de la CC de Gevrey Chambertin et Nuits-Saint-Georges, puits de Nuits Saint Georges

- Au niveau du Puits du Potu, situé à une altitude de 229,6m

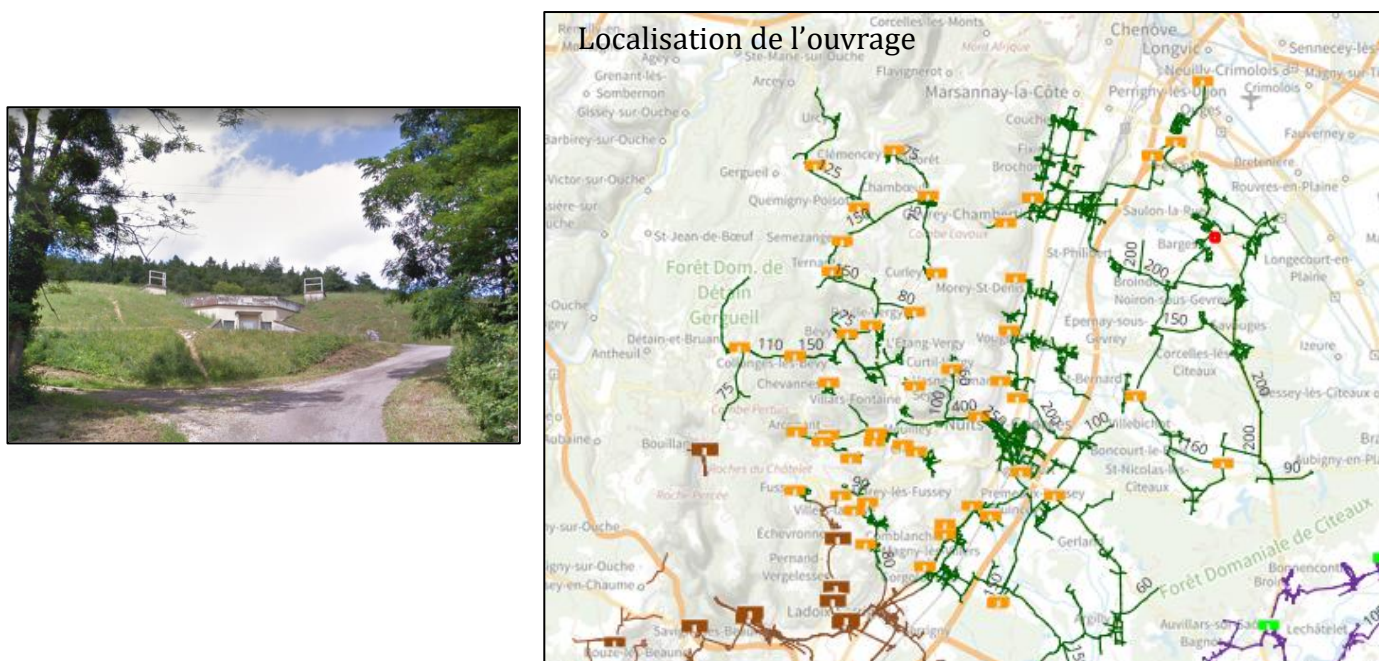


Figure 28 : Localisation de l'ouvrage de livraison de la CC de Gevrey Chambertin et Nuits-Saint-Georges, Puits du Potu

B.3.2.5. CA de Beaune Côte et Sud

Le point de raccordement identifié est le réservoir d'Aloxe-Corton, situé à une altitude de 272.81m.

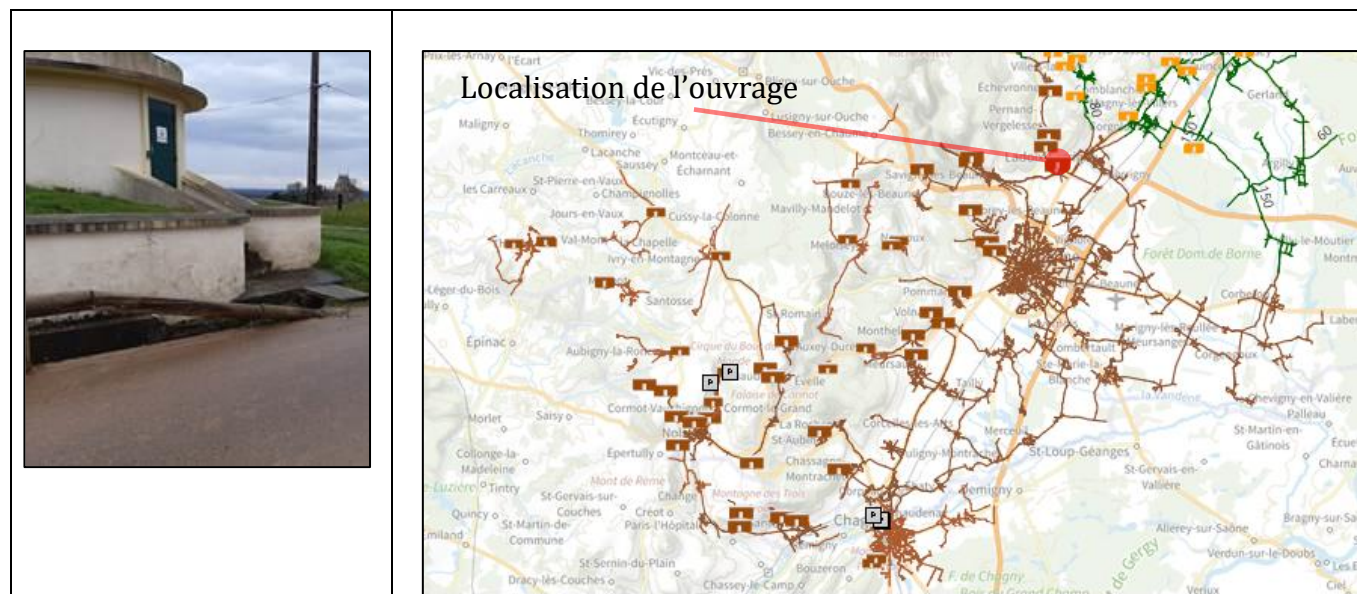


Figure 29 : Localisation de l'ouvrage de livraison de la CA de Beaune Côte et Sud

C. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE/MODELISATION

C.1. INTRODUCTION

Face aux difficultés récurrentes rencontrées pour l'approvisionnement en eau potable en période de sécheresse et des stocks limités en eaux souterraines, le Département a initié dès 1995 une démarche de recherche de ressources stratégiques pour l'alimentation en eau potable future du département.

La Boucle des Maillys, soit les alluvions sablo-graveleuses du Val de Saône sur la commune des Maillys, a rapidement été identifiée comme une ressource en eau à fort potentiel, non utilisée, avec une capacité théorique de production de 7,3 millions de m³/an (20 000 m³/j), mais avec un risque de pollutions diffuses d'origine agricole.

De 2006 à 2022, après la réinterprétation de l'ensemble des données hydrogéologique du secteur, trois zones test de la Boucle des Maillys ont été définies et équipées avec des forages d'essai (3 en 2006 et 2 forages en 2022) et un réseau de piézomètres : la zone C de Buisson Rétier au Nord, la zone B de Pré Séchet au centre et la zone C des Bourreys au Sud.

Des pompages d'essai ont été menés sur ces forages en 2006, 2009 et 2011, 2020/2021 et 2022, permettant de confirmer que le :

- Potentiel de la Boucle des Maillys est au minimum de 8 160 m³/j en étiage sévère (Résultats des essais de pompage de 2022 sur 5 forages) ;
- Potentiel théorique de 20 000 m³/j sur la Boucle des Maillys avec un apport de la Saône sur la base de la modélisation hydrogéologique initiée en 1995, mise à jour en 2022.

Concernant la qualité des eaux, le Département a :

- Engagé une politique d'acquisition foncière amiable afin de maîtriser l'usage du sol et de protéger ainsi la ressource en eau.
- Obtenu une déclaration d'utilité publique en mars 2008 permettant de mettre en œuvre un plan de gestion et un programme scientifique d'études. Ils confirment la maîtrise de la qualité de l'eau lors des pompages longue durée de juin 2009 à janvier 2011 (baisse des teneurs en nitrates de 100 à 40 mg/l).

Ainsi, cette ressource, résiliente face aux épisodes de sécheresse, apporterait une réponse tant qualitative que quantitative à l'alimentation en eau d'une partie de la population du département. Par ailleurs, la Boucle des Maillys a été reconnue comme ressource stratégique pour l'alimentation en eau potable future au titre du SDAGE RMC.

La modélisation hydrogéologique de la Boucle des Maillys réalisée en 1995 n'a fait l'objet d'aucune réactualisation sur la base des résultats des investigations hydrogéologiques acquis depuis 1995.

Ainsi une reprise de la modélisation hydrogéologique de 1995 en intégrant ces résultats est nécessaire.

C.2. OBJECTIF DE LA MODELISATION

La mise à jour de la modélisation hydrogéologique a pour objectifs de :

- Valider le fonctionnement hydrogéologique de la nappe de la Boucle des Maillys,
- Disposer d'un outil de gestion de la nappe de la Boucle des Maillys permettant de :
 - Définir la capacité de la nappe à répondre aux besoins en eau à moyen terme, notamment dans le cas d'une succession d'années à faible recharge hivernale ;
 - Localiser et dimensionner les futurs ouvrages d'exploitation ;
 - Définir l'apport de la Saône lors de l'exploitation de la Boucle ;
 - Estimer la vulnérabilité de la nappe vis-à-vis d'une pollution d'accidentelle de la Saône et éventuellement de la Tille et du bief du Moulin ;
 - Définir des mesures de protection en cas de pollution (mise en place de barrière hydraulique...).

Cette mise à jour de la modélisation s'est basée sur l'ensemble des connaissances hydrogéologiques acquises de 1990 à 2022 sur la Boucle des Maillys.

C.3. LISTES DES DONNEES ENTREES

Pour la mise à jour de la modélisation, CPGF HORIZON s'est basé sur les études et données suivantes :

- **SADE-CPGF HORIZON. 2022** - Campagne d'essais de pompage de 2022 sur la Boucle des Maillys - 22-021-21
- **CPGF HORIZON. 2022** - Campagne de pompage d'essai de longue durée sur la Boucle des Maillys - Essai sur 3 forages à 3 500 m³/j - 18-136-21
- **CPGF HORIZON. 2021** - Prospections géophysique sur la Boucle des Maillys - 21-026-21
- **ENVHYDRO. 2011** - Campagne de pompage d'essai de 2011
- **ENVHYDRO. 2006** - Campagne de pompage d'essai de 2006
- **CPGF HORIZON. 1998** – Impact hydraulique et faisabilité du chenal des Maillys – HC21
- **CPGF HORIZON. 1995** - Modélisation du champ captant des Maillys – V4120
- **CPGF HORIZON. 1994** – Etude hydraulique et géophysique de la Boucle des Maillys – V4206
- **CPGF HORIZON. 1993** – Projet de gravière des Maillys-Sud - Simulation d'impact sur la nappe par modélisation mathématique – 4172
- **CPGF HORIZON. 1993** – Suivi piézométrique et qualitatif de la nappe à proximité de la gravière des Maillys
- La consultation des différentes bases de données existantes et disponibles par internet (BRGM, ADES, Banque hydro...)

C.4. RAPPEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

C.4.1. Contexte géologique

C.4.1.1. Données régionales

Le contexte géologique du secteur d'étude est précisé sur la carte géologique au 1 : 50 000 N°527 Seurre, présenté sur la figure 16 page suivante.

La plaine alluviale de la Saône, dans le secteur des Maillys, est constituée de terrasses alluviales emboîtées reposant sur la formation de Saint-Cosme (FLxb / Fxa). Celle-ci affleure en rive gauche, mais est recouverte, en bordure de rive gauche et en rive droite, par des alluvions anciennes (Fy) et récentes (Fz) de la Saône.

La plaine alluviale de la Tille est constituée d'alluvions récentes en surface, séparées des alluvions profondes du Villafranchien (Pliocène) par un niveau argileux.

Les alluvions récentes (Fz), qui datent de l'Holocène, constituent la basse plaine alluviale de la Saône et de ses affluents importants (dont la Tille). Elles occupent les zones inondables de la plaine alluviale. La faible pente de la Saône explique ses nombreux méandres. L'activité érosive du cycle alluvial Fz s'est exercée sur une bande de 1,5 à 2,5 kilomètres de large en éliminant par endroit les niveaux fins sablo-argileux Fyb (terrasse de Saint-Usage). Les alluvions récentes sont de nature très variable selon la constitution lithologique du bassin versant et le régime du cours d'eau. Des limons d'inondation sub-actuels recouvrent les graviers des alluvions récentes. En bordure de Saône, des alluvions très récentes sableuses (sable siliceux plus ou moins argileux ou graveleux) sont présentes.

Les alluvions anciennes (Fy) datant du Pléistocène supérieur, comportent dans le secteur les terrasses argilo-limoneuses de Saint-Usage, souvent sableuses en surface et graveleuses en profondeur.

La formation fluvio-lacustre de Saint-Cosme (FLxb / Fxa) datant du Pléistocène inférieur, constitue le substratum de l'ensemble des nappes alluviales dans la vallée de la Saône. Elle se compose de marnes principalement, plus ou moins litées (varves), silts et argiles, avec les intercalations locales sableuses, sablo-graveleuses ou graveleuses.

Le substratum de ces formations sub-superficielles est constitué de formations du Tertiaire : argiles, marnes et sables d'âge Pliocène (Villafranchien) sus-jacents aux calcaires et marnes de l'Oligocène (Chattien).

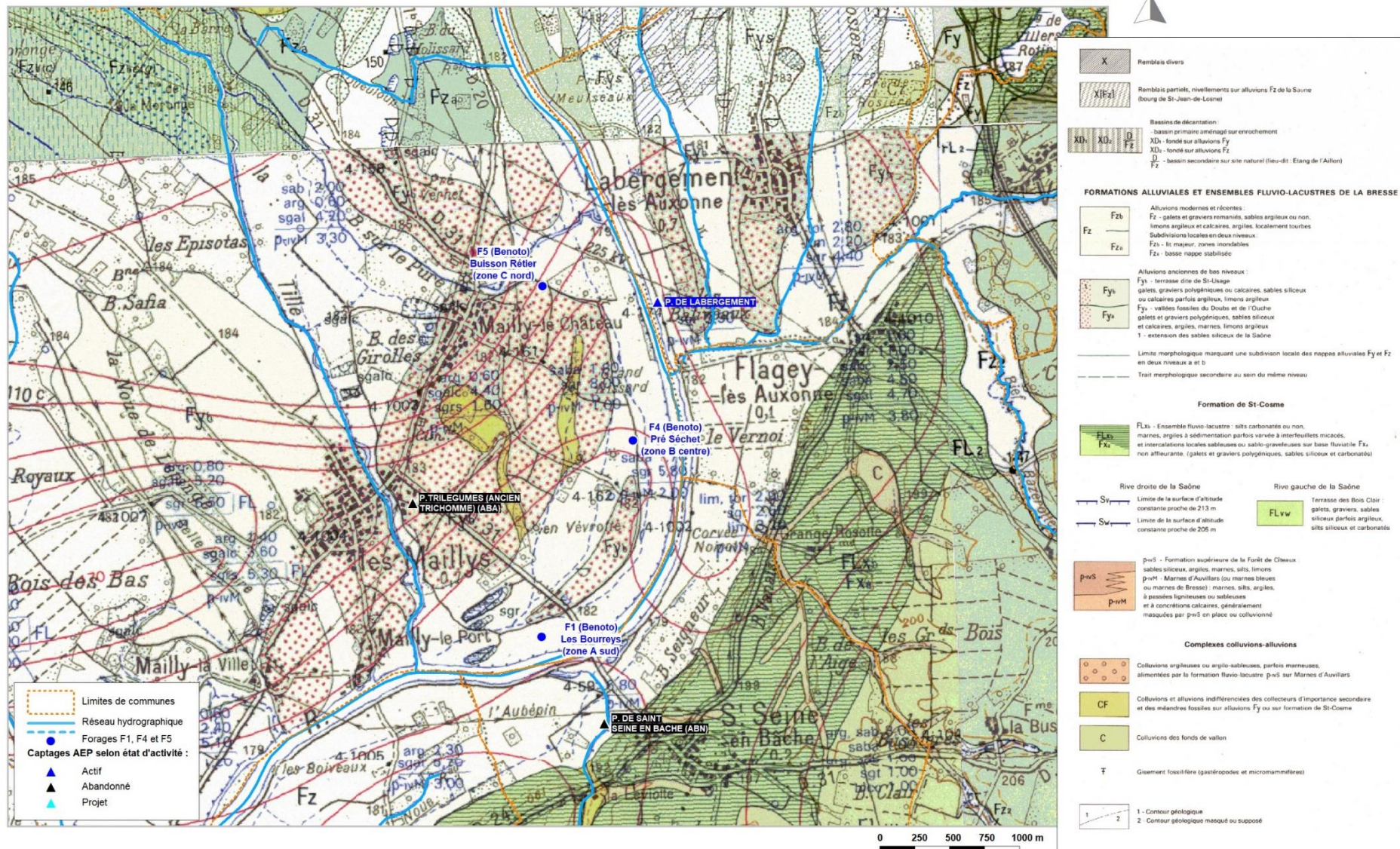


Figure 30 : Contexte géologique

C.4.1.2. Données locales

Afin de connaître la structure du sous-sol, le secteur a fait l'objet de nombreuses reconnaissances géologiques (cf. Figure 31, page suivante).

D'après ces reconnaissances géologiques, la plaine alluviale des Maillys est constituée de haut en bas :

- D'un recouvrement argilo-limoneux, d'épaisseur variant entre 1 m au centre de la vallée et 2 à 5 m en bordure de Saône ;
- D'un complexe alluvial comprenant au sommet des graves calcaires de type Tille et à la base des graves siliceuses de type Saône, la répartition de ces deux entités étant variable latéralement ;
- Le substratum est constitué par des argiles ou argiles silteuses imperméables. Sa profondeur varie entre 5 et 10 m par rapport au sol.

L'altitude du substratum est comprise entre 171 et 177 m NGF (cf. figure 33, page 50).

Sur la figure 33, nous identifions la présence de 2 axes de surcreusement dans le substratum parallèle à la Saône.

- La coupe lithologique des terrains rencontrés est la suivante :

FA Bourreys (Sud)	FB Pré Séchet (centre)	FC Buisson Rétier (Nord)	Lithologie
0 – 2,10 m	0 – 2,70 m	0 – 0,70 m	Terre végétale et limons
2,10 – 5 m	2,70 – 8 m	0,70 – 5,30 m	Sables et graviers
5 – 7,60 m		5,30 – 7 m	Sables, graviers et galets
7,60 – 9,10 m	8 – 9,20m	7 – 9,8 0m	Argiles et marnes

FA 1000 Bourreys (Sud)	FC 1000 Buisson Rétier (Nord)	Lithologie
0 – 0,70 m	0 – 0,70 m	Terre végétale et limons
0,7 – 8,5 m	0,70 – 7,40 m	Sables, graviers et galets
8,5 – 9,0 m	7,4 – 7,9 m	Argiles et marnes

Tableau 4: Lithologie rencontrée dans les forages

Nous observons une absence de recouvrement argilo-limoneux au niveau du Buisson Rétier

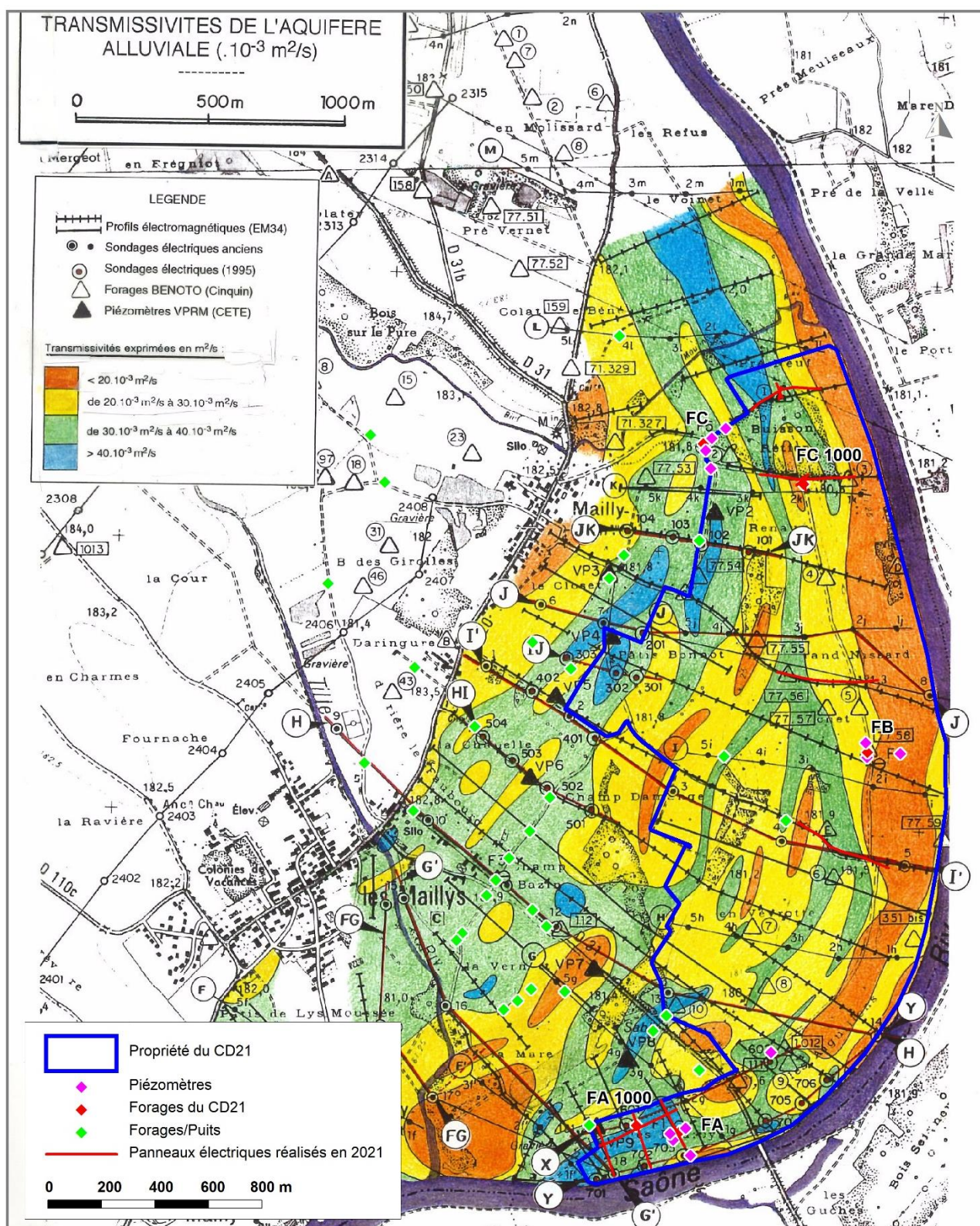


Figure 31 : Reconnaissances géologiques de 1995 à 2022

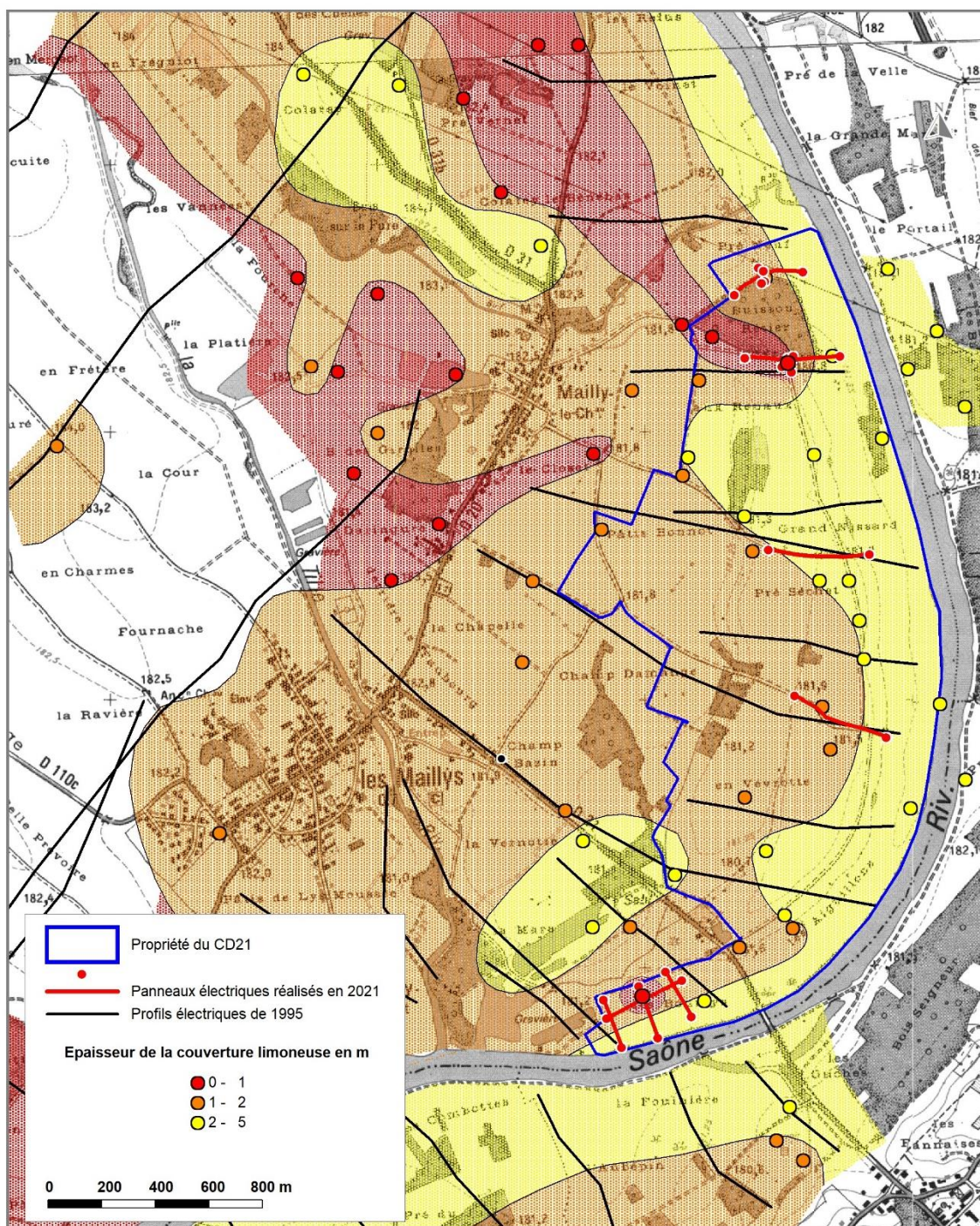


Figure 32 : Carte du recouvrement argilo-limoneux

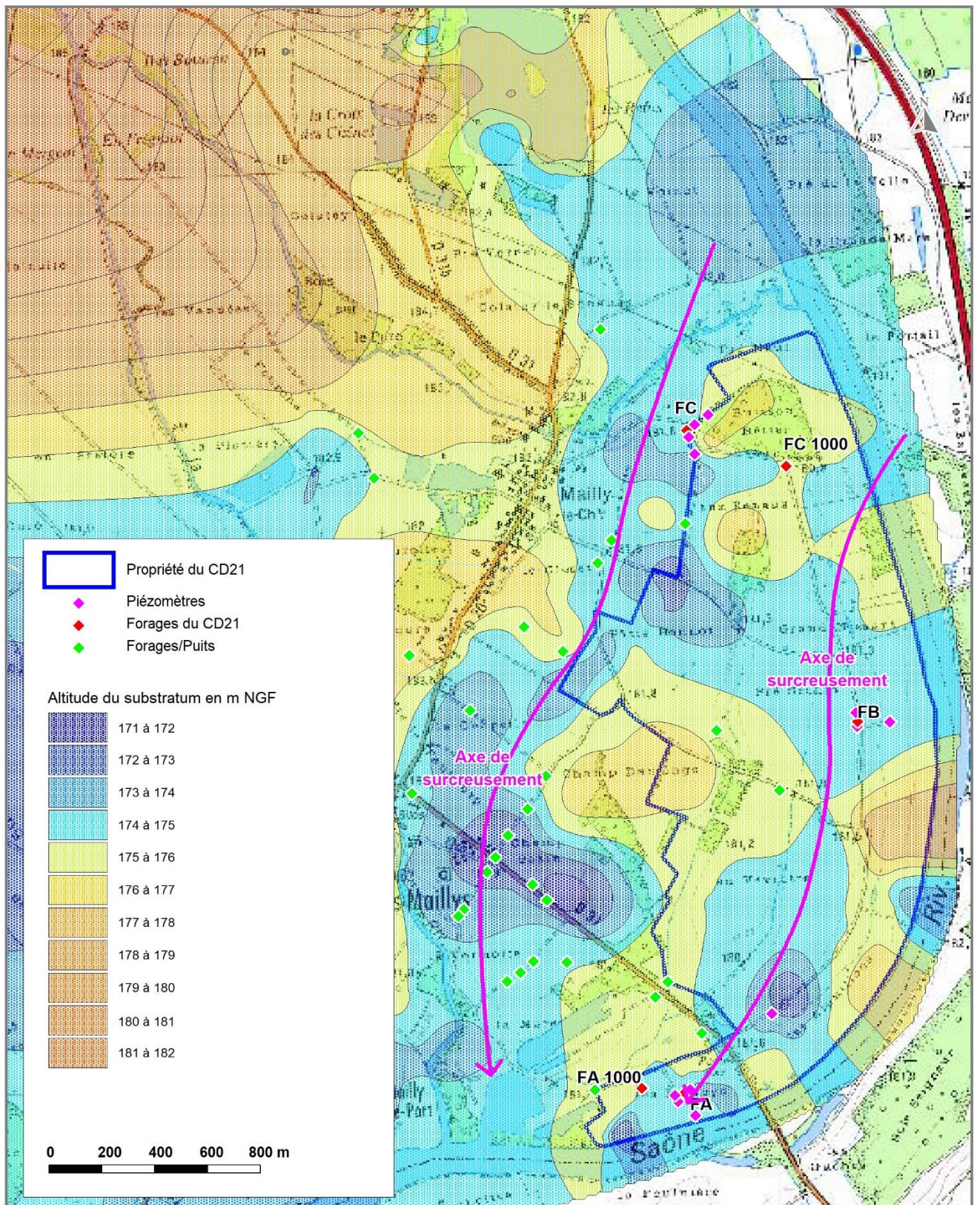


Figure 33 : Carte du substratum

C.4.2. Contexte hydrogéologique

L'aquifère présent dans la boucle des Maillys est constitué par les alluvions :

- Récentes de la Tille et Saône en bordure de Saône et de la Tille (Fz) ;
- Anciennes dit de bas niveau du bourg des Maillys (Fyb)

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 empêche toute communication entre l'aquifère fluvatile et le Pliocène aquifère.

C.4.2.1. Type de nappe

L'aquifère des alluvions de la Saône est de type libre à semi-captif.

En effet, il existe localement des formations imperméables (argiles et limons) surmontant le toit de la nappe, la rendant captive.

C.4.2.2. Alimentation naturelle

La nappe alluviale de la Boucle des Maillys est naturellement alimentée par :

- Les pluies efficaces tombant directement sur les zones d'affleurement des alluvions ;
- Les apports des versants ;
- Des infiltrations des cours d'eau de la Tille et du Bief du Moulin ;
- Des apports de la Saône sous certaines conditions (en période de très hautes eaux).

D'après la modélisation hydrogéologique réalisée en 1995 sur la Boucle des Maillys (Etude V4120), en période de basses eaux, les apports seraient les suivants :

- Pluie efficace tombant sur les zones d'affleurement : 265 m³/h ;
- Apports du bassin versant : 275 m³/h ;
- Infiltration des cours d'eau : 45 m³/h.

C.4.2.3. Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe

Les pompages d'essai et les traçages réalisés dans la Boucle notamment au droit des forages Buisson Rétier, Pré Séchet et Bourreys ont permis de connaître les caractéristiques hydrodynamiques moyennes de la nappe dans la boucle des Maillys :

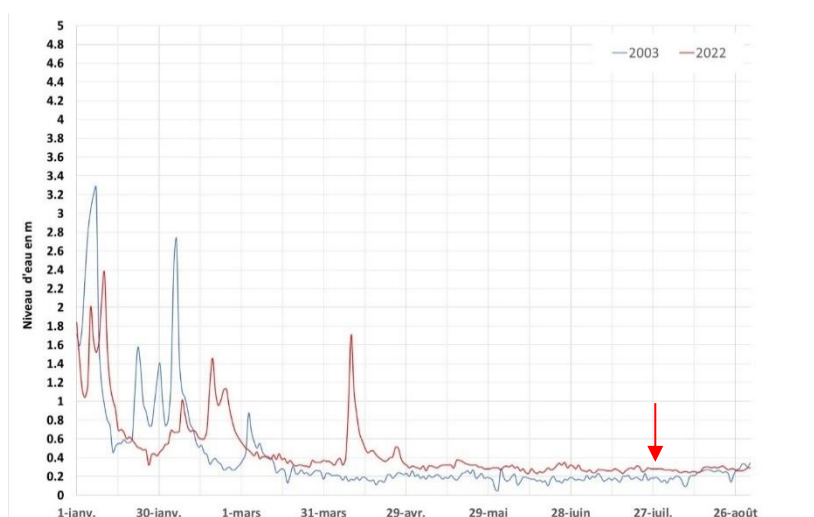
- Transmissivité moyenne : $6,3 \cdot 10^{-3}$ et $1,5 \cdot 10^{-1}$ m²/s (cf. Figure 30, page 48) ;
- Porosité cinématique moyenne : 15 à 20 % ;
- Epaisseur de l'aquifère saturé : entre 5 et 5,5 m ;
- Débits spécifiques : entre 12 à 70 m³/h/m.
- Vitesse d'écoulement des eaux : 0,2 à 0,3 m/h.

C.4.2.4. Piézométrie naturelle

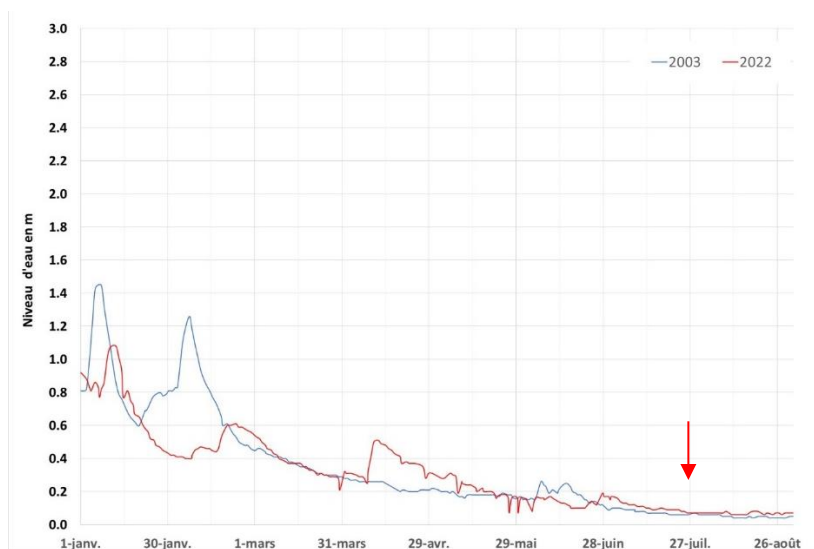
D'après les esquisses piézométriques du secteur d'étude réalisées hors pompage et sur l'ensemble de la Boucle, soit octobre 1989 en moyennes-basses eaux et le 29 juillet 2022 en étiage (cf. Figure 34 et 35) :

- Le sens d'écoulement de la nappe est orienté du nord-ouest vers sud-est, soit en direction de la Saône ;
- La Saône constitue le niveau de base de la nappe ;
- La nappe est située entre :
 - 179 et 180 m NGF en période de moyennes et basses eaux ;
 - 179 et 179,6 m NGF en période d'étiage.

La piézométrie réalisée le 29 juillet 2022, correspond à une situation d'étiage sévère, soit à une situation quasi-équivalente à l'année d'étiage de référence de 2003. En effet, le niveau de la Saône qui constitue le niveau de base de la nappe était très bas. Et le niveau de la Tille indiquant indirectement l'apport du versant l'était également.



Graphique 1 : Suivi du niveau d'eau de la Saône à Auxonne en 2003 et 2022



Graphique 2 : Suivi du niveau d'eau de la Tille à Champdôtre en 2003 et 2022

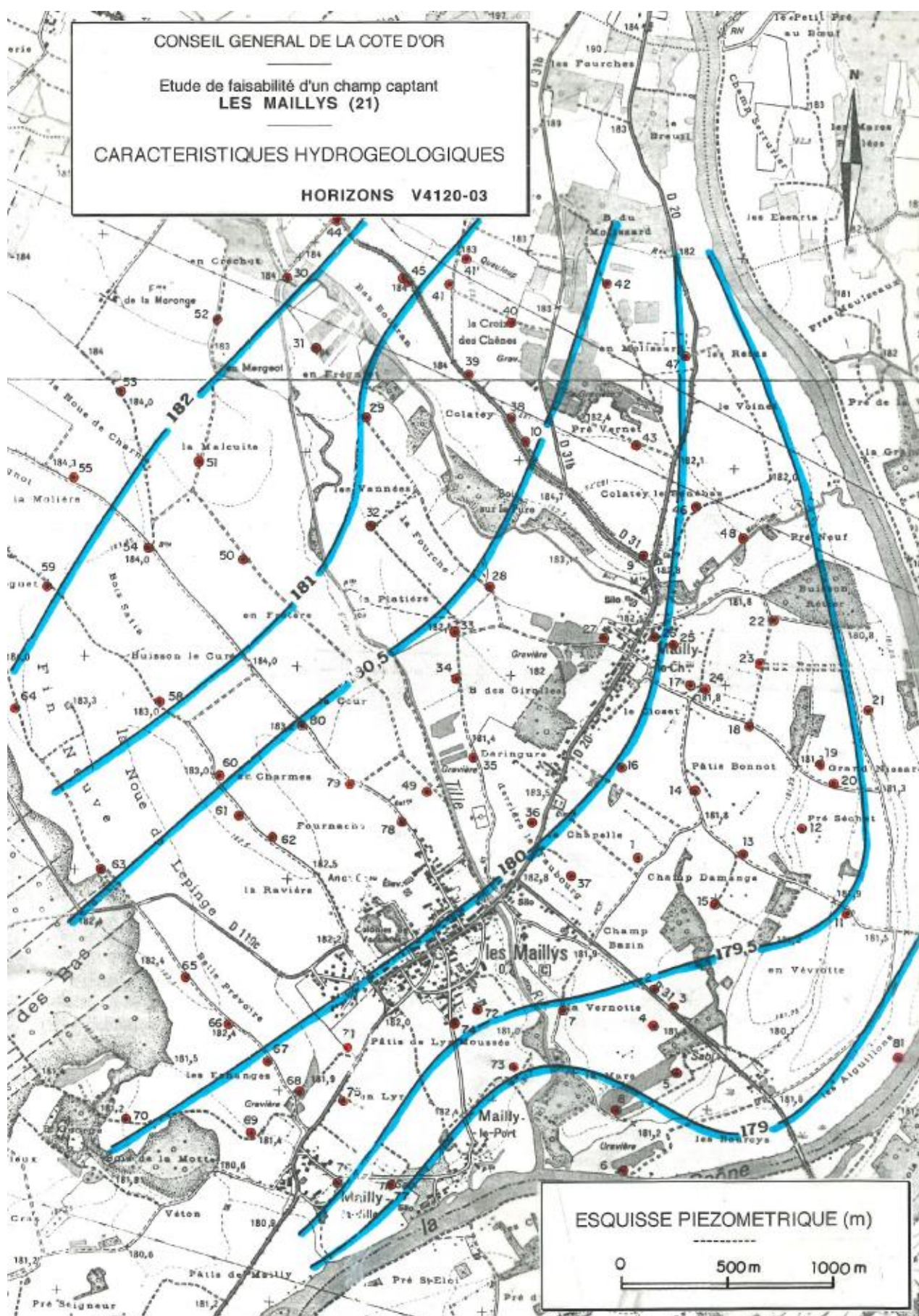


Figure 34 : Esquisse piézométrique d'octobre 1989 en moyennes-basses eaux

Extrait carte IGN 1/25000

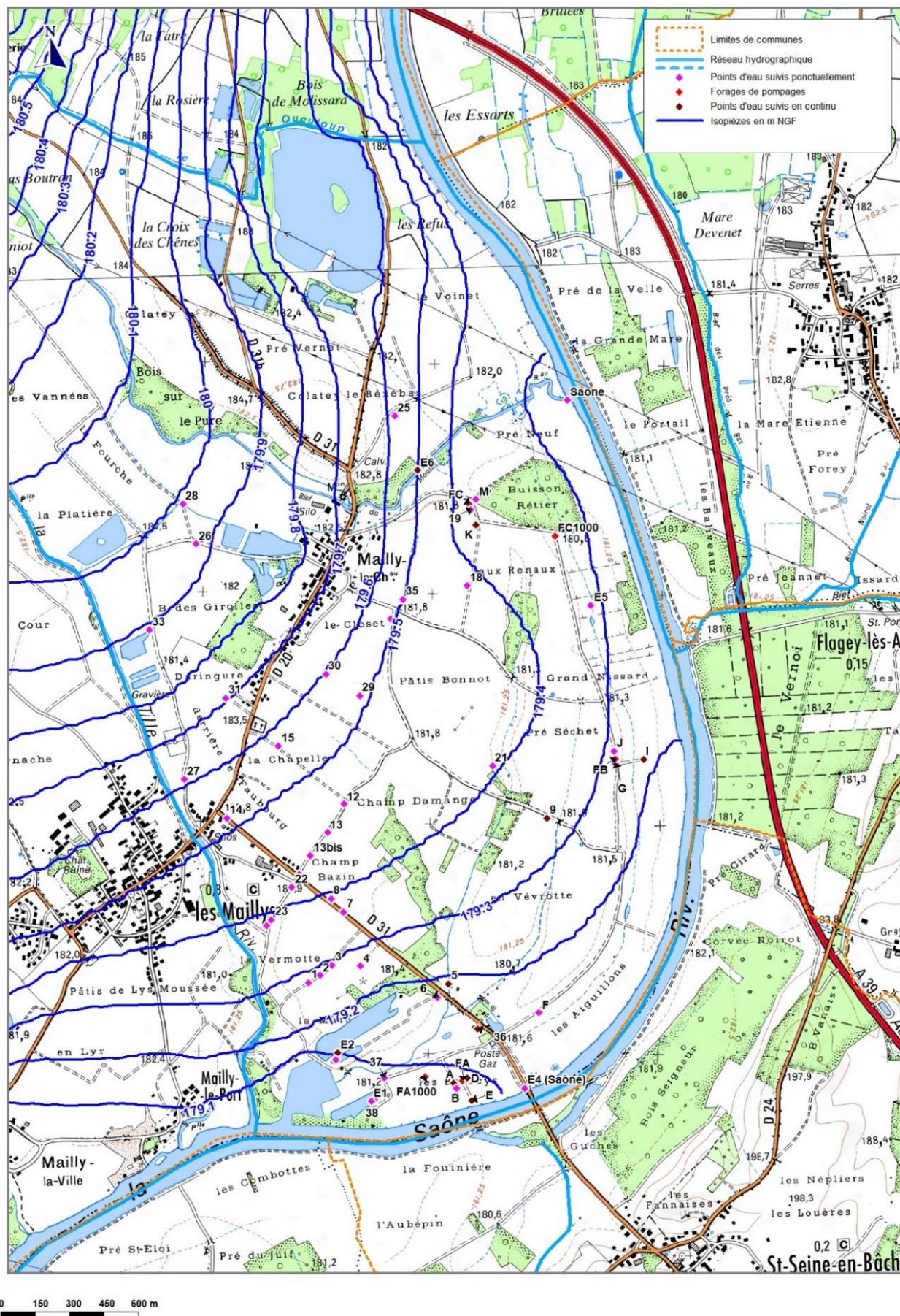
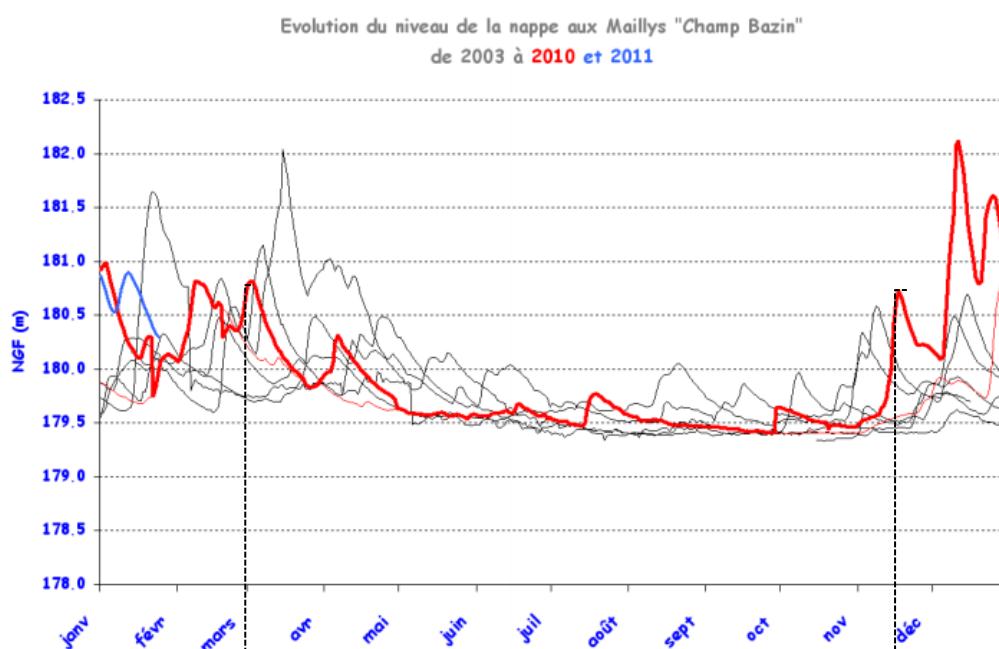


Figure 35 : Carte piézométrique en étiage et hors pompage - 29 juillet 2022

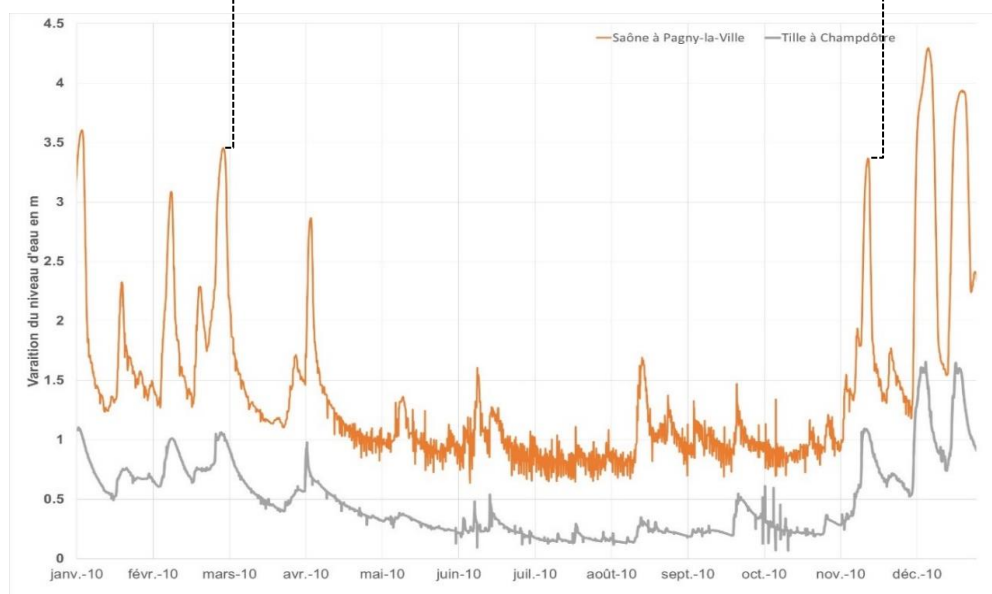
C.4.2.5. Fluctuation de la nappe alluviale

Au droit de la Boucle des Maillys, des suivis piézométriques temporaires ont été réalisés en 2003, 2010 et 2011 sur le forage dit de Champ Bazin (cf. Figure 35, page 54 pour la localisation et cf. graphiques ci-après pour les résultats). D'après ces suivis piézométriques et en corrélant avec les suivis des niveaux d'eau de la Saône à Pagny-la-Ville (à 13 km en aval du site) et de la Tille à Champdôtre (5 km en amont du site), au droit de la Boucle des Maillys :

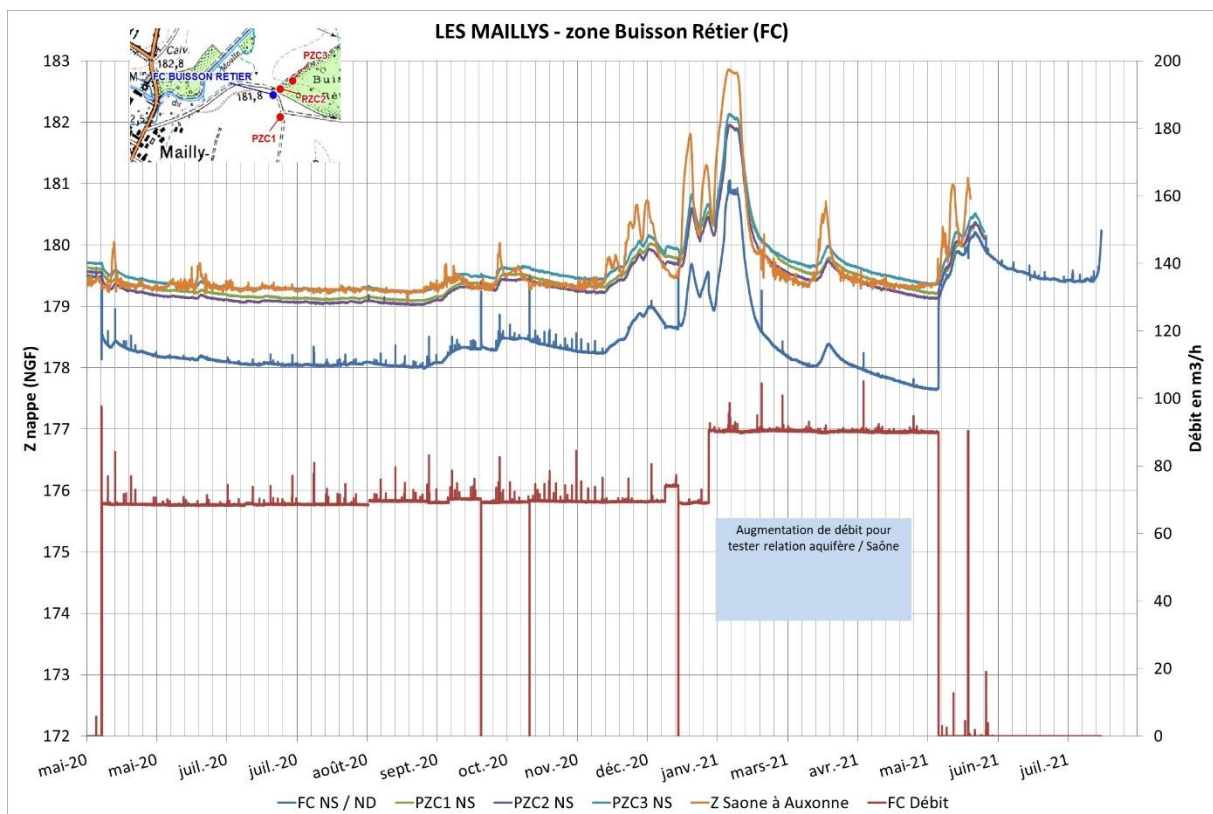
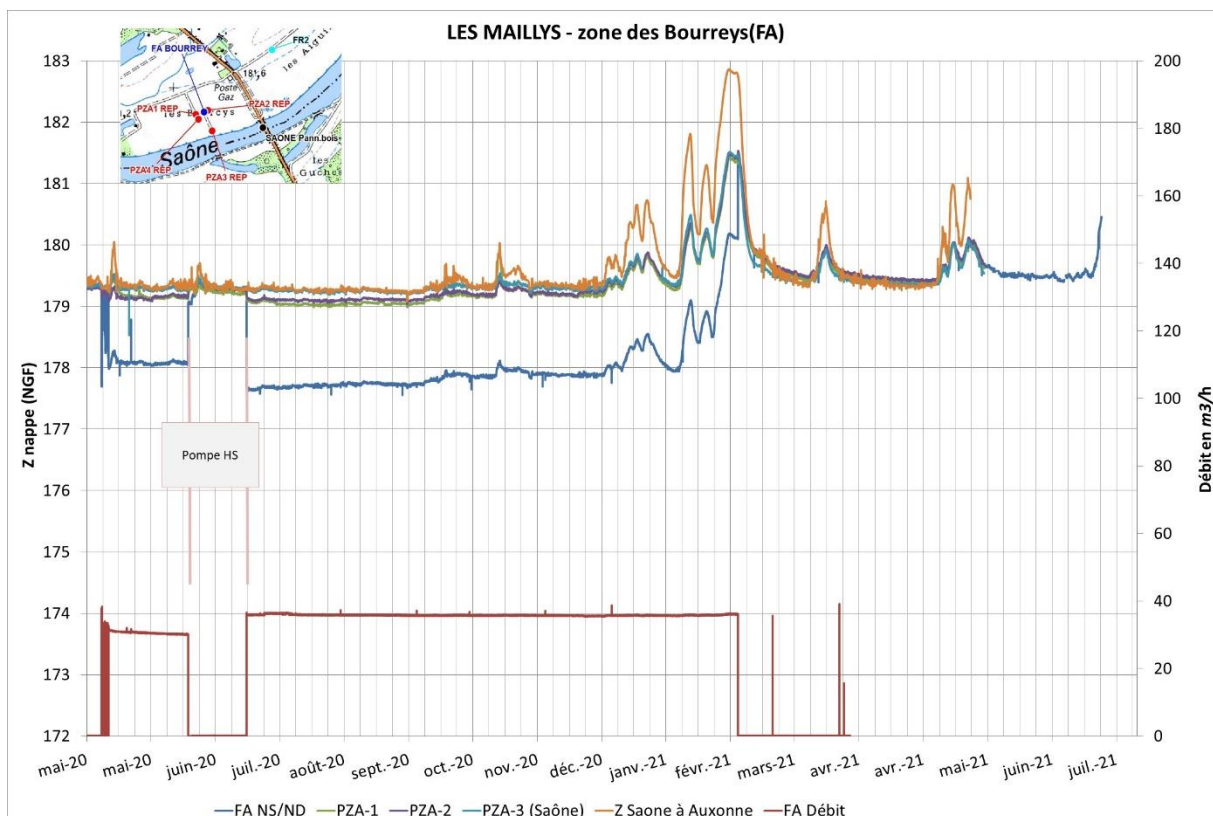
- Le battement annuel de la nappe est de l'ordre de 2,5 m ;
- La fluctuation de la nappe est synchrone avec les fluctuations de la Tille et de la Saône. L'amplitude des variations de nappe est plus proche de celle de la Saône confirmant la relation nappe/Saône : la Saône constitue bien le niveau de base de la nappe alluviale.



Graphique 3 : Evolution de la nappe dans le piézomètre « Champ Bazin » en 2003, 2010 et 2011



Graphique 4 : Evolution des niveaux d'eau de la Saône à Pagny-la-Ville en aval de la Boucle et de la Tille à Champdôtre en amont de la Boucle en 2010



Graphique 5 : Suivi piézométrique lors du pompage d'essai sur les Bourreys et Buisson Rétier entre mai 2020 et juillet 2021

C.4.3. Contexte hydrologique

Dans le secteur d'étude considéré, le réseau hydrographique de surface semble peu complexe. Nous recensons :

- La rivière Saône, positionnée à l'Est du projet, avec un écoulement vers le Sud ;
- Les cours d'eau de la Tille et le Bief du Moulin.

Le Bief du Moulin est un canal alimenté par la Tille. Son débit n'est pas connu.

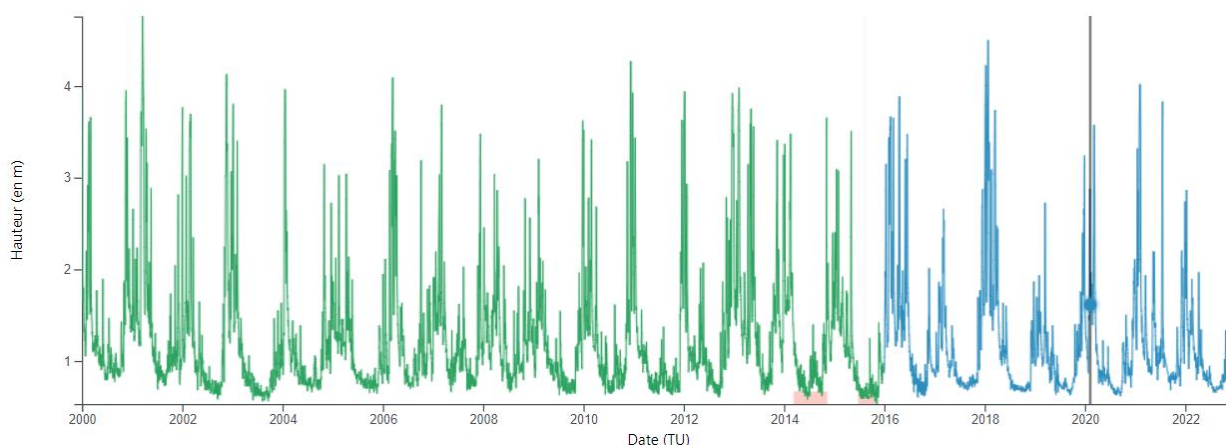
C.4.3.1. Saône

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 8 746 km².

Le niveau de la Saône est conditionné tout le long de son cours par des écluses (notamment à l'étiage, cf. graphique 6). Ces équipements, indispensables à la navigation, ont pour conséquence le maintien du niveau d'eau à des cotes quasi constantes entre chaque écluse.



Graphique 6 : Suivi du niveau d'eau de la Saône à Pagny-la-Ville en aval du projet depuis 2020

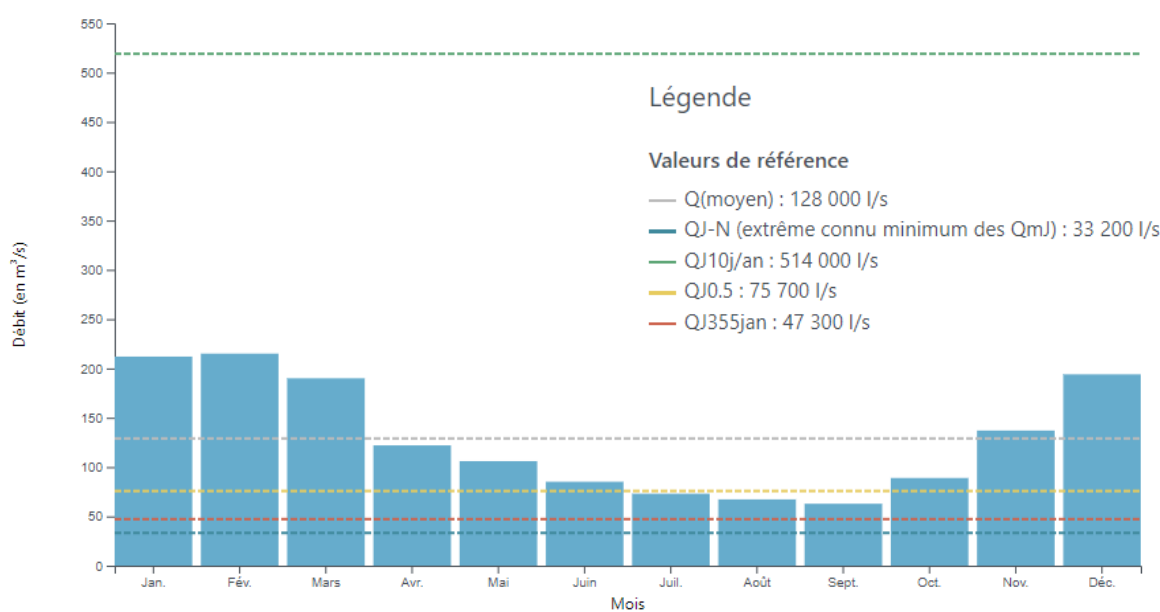
Les données hydrométriques de la station à Auxonne, située en amont du secteur d'étude, pour 27 ans d'observation entre 1998 et 2022, sont les suivantes (Données Banque Hydro) :

A.1. Débit moyen : 129 m³/s ;

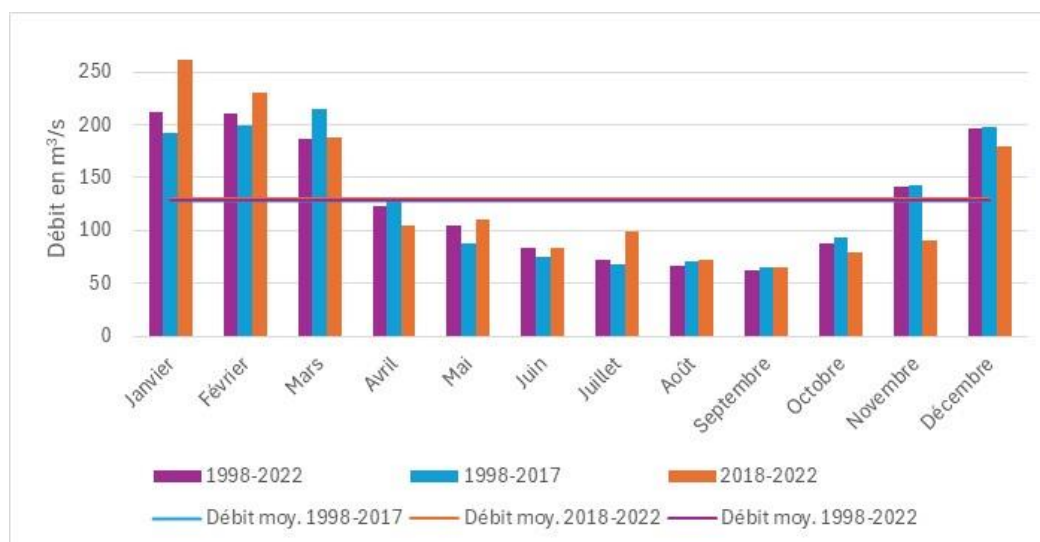
A.2. Débit d'étiage minimal mesuré : 5,87 m³/s (26/08/2003) ;

A.3. Débit cinquantennal : 819 m³/s.

Sur les périodes 1998-2017 et 2018-2022, le débit moyen est quasi-identique (128 m³/s pour la période 1998-2017 et 130 m³/s pour la période 2018-2022).



Graphique 7 : Synthèse des débits à Auxonne entre 1998 et 2022



Graphique 8 : Débits moyens de la Saône sur les périodes 1998-2022, 1998-2017 et 2018-2022

Relation nappe/Saône

Dans le secteur d'étude, la Saône :

- Constitue le niveau de base de la nappe alluviale ;
- Draine la nappe alluviale hors crue de la Saône ;
- Joue un rôle de barrière hydraulique par rapport aux eaux souterraines des deux rives.

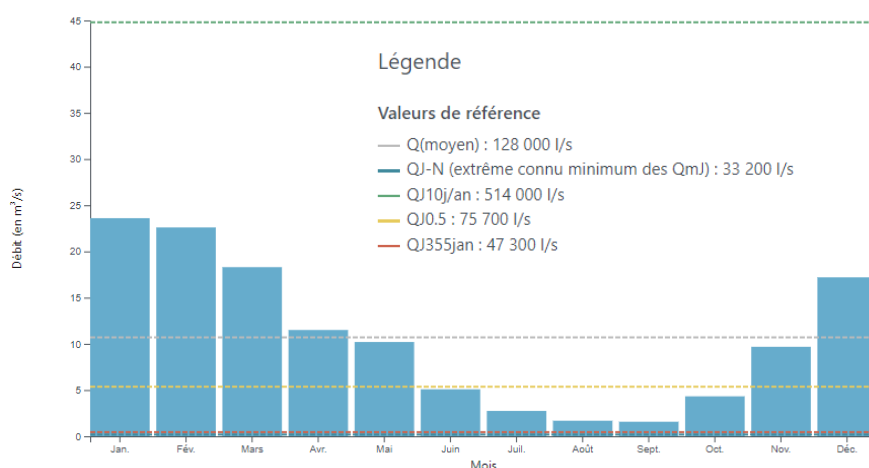
Bassin versant – fonctionnement hydrologique

La Tille naît de la confluence, à Cussey les Forges, d'un ensemble de petites rivières de même nom : ruisseau des Tilles, Tille de Bussière, Tille de Villemervry et Tille de Villemoron. L'amont du bassin se situe sur le rebord Est du plateau calcaire de Langres ; la confluence avec l'Ignon marque l'entrée dans le complexe d'effondrement du fossé bressan. Puis la Tille reçoit la Norges et le Crône avant de confluer avec la Saône aux Maillys. Son bassin versant occupe une surface de 1 110 km². Le régime hydrologique de la Tille est pluvio-nival à crues hivernales et étiages estivaux.

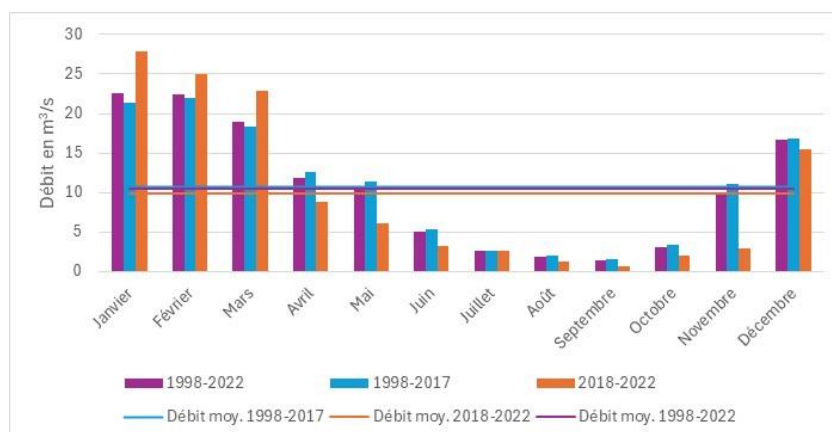
D'après les données de la station de mesure hydrométrique de Champdôtre (Station U1244040), située à environ 7 km en amont de la confluence avec la Saône, les débits caractéristiques de la Tille (calculées sur 53 ans) sont les suivants :

- Module interannuel : 10,07 m³/s ;
- Débit d'étiage (QMNA5) : 0,54 m³/s.

Sur les périodes 1998-2017 et 2018-2022, le débit moyen a diminué de 8% passant de 10,66 à 9,86 m³/s pour la période 2018-2022).



Graphique 9 : Synthèse des débits de la Tille à Champdôtre – 1998 - 2022



Graphique 10 : Débits moyens de la Tille sur les périodes 1998-2022, 1998-2017 et 2018-2022

Relation nappe/Tille

Dans le secteur d'étude, la Tille alimente la nappe par infiltration.

C.5. PIEZOMETRIES DE REFERENCE

Les piézométries hors et en pompage réalisées par le Département lors de la campagne d'essais de pompage de juillet 2022 (11, 18 et 29 juillet 2022 hors pompage et 29 juillet 2022 en pompage) constituent les piézométries de référence d'étiage pour le calage du modèle hydrogéologique, dans la mesure où :

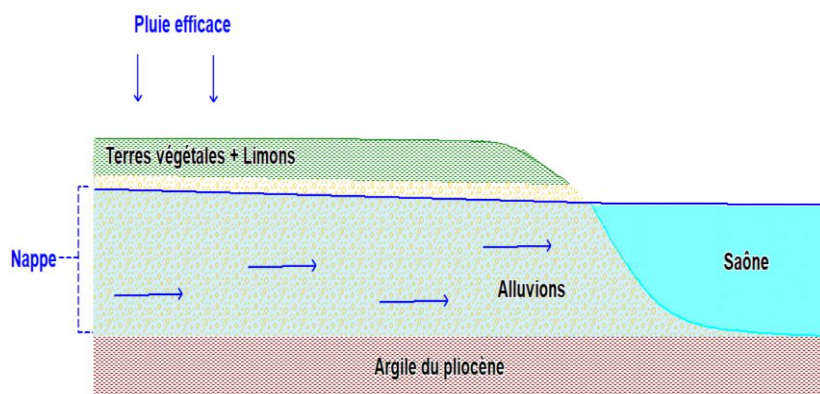
- Cette campagne d'essai a été réalisée dans des conditions d'étiage sévère, soit à une situation quasi-équivalente à l'année d'étiage de référence de 2003 ;
- La Boucle a été testée à un débit de 8 160 m³/j, soit le débit maximum testé sur le secteur :
 - 3 302,4 m³/j sur Buisson Rétier au Nord ;
 - 648 m³/j sur Pré Séchet au centre ;
 - 4 209,6 m³/j sur Les Bourreys au Sud.
- Des campagnes piézométriques en et hors pompage ont été réalisées par le Département sur 56 points d'eau de la Boucle des Maillys préalablement nivelés. Lors des investigations hydrogéologiques précédentes, le nombre de points d'eau mesurés était nettement moindre.

À partir de ces campagnes, nous avons établi les cartes piézométriques suivantes :

- Une carte piézométrique en étiage hors pompage le 29 juillet 2022 ;
- Une carte piézométrique en étiage avec un pompage de 8 160 m³/j, le 26 juillet 2022.

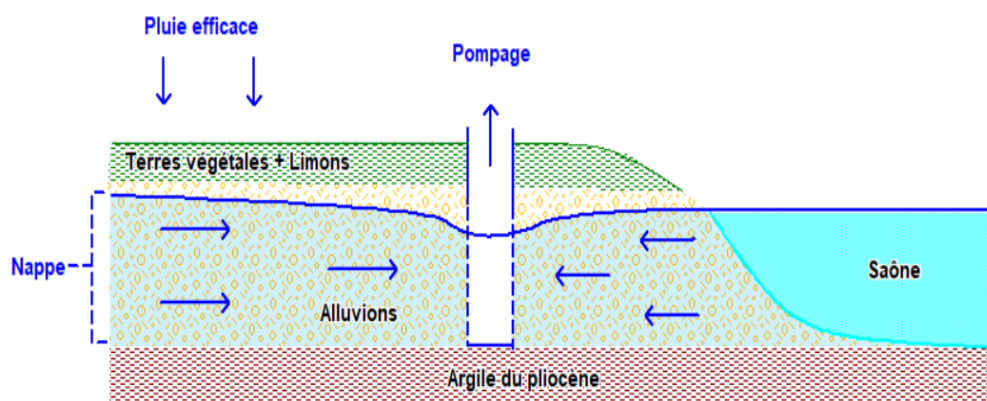
Ces cartes sont présentées **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et Figure 36 pages **Erreur ! Signet non défini.** et 62.

Hors période de pompage, la Saône constitue bien le niveau de base de la nappe siégeant dans la boucle et son exutoire final.



Pour un pompage de 8 160 m³/j réparti sur les 3 secteurs de la Boucle

- La Saône est :
 - Directement dans la zone d'appel des ouvrages de pompage FA1000, FA et FB pour des débits de 175,4 m³/h sur Les Bourreys (FA1000 + FA) et de 27 m³/h sur Pré Séchet (FB) ;
 - Indirectement dans la zone d'appel des ouvrages de pompage FC et FC 1000 (De Buisson Rétier) ;
- Une stabilisation des niveaux d'eau est constatée sur FA, FB et FC 1000 au bout d'une semaine de pompage et une quasi-stabilisation au niveau de FA1000 et FC.
- L'apport de la Saône dans les eaux de pompage est toutefois minoritaire à ces débits sauf sur le secteur Les Bourreys.



Remarques : A noter que l'amplitude entre les niveaux d'eau mesurés sur les 56 points d'eau lors des campagnes piézométriques hors pompage du 11, 18 et 29 juillet est inférieur à 9 cm.

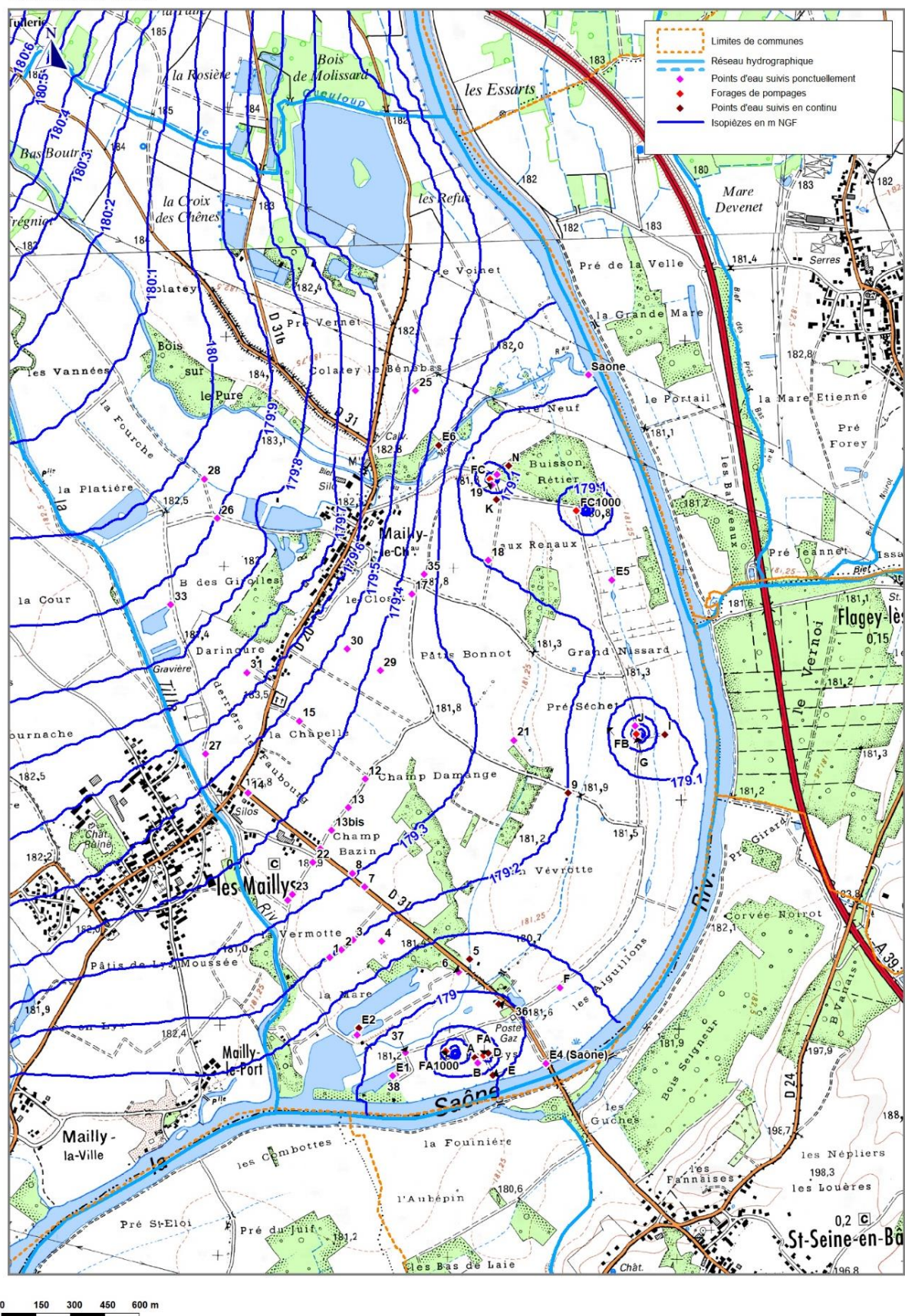


Figure 36 : Esquisse piézométrique de référence d'étiage pour un pompage de 8 160 m³/j

C.6. MODELISATION HYDROGEOLOGIQUE

C.6.1. Principe de la modélisation

Le principe de toute modélisation numérique consiste à diviser une zone d'intérêt en mailles (discrétisation), sur lesquelles sont ensuite appliquées les équations de base de l'écoulement en milieu poreux.

Le logiciel interne que nous avons utilisé, SAGA HORIZON, est un logiciel de modélisation hydrogéologique 2D interne qui permet de calculer les écoulements dans un système aquifère (logiciel utilisé en 1995). Il est basé sur un code de calcul par différences finies.

Le modèle d'écoulement retenu utilise l'équation suivante pour décrire les écoulements souterrains :

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y h \frac{\partial h}{\partial y} \right) = S \frac{\partial h}{\partial t} - R$$

Avec :

$K_{x,y,z}$: conductivité hydraulique (m/s) ;

S : emmagasinement spécifique ;

R : entrée ou sortie ;

h : épaisseur de la zone saturée en eau (m) ;

$\partial h / \partial x$: dérivée partielle selon la direction x du potentiel hydraulique.

Les paramètres de structure sont K et S . Les paramètres d'état du système sont h et R .

Le code de calcul SAGA HORIZON, utilisé dans le cadre du modèle, permet de calculer le paramètre d'état h du système aquifère sur la base d'un code de calcul par différences finies. Le potentiel $\partial h / \partial x$ est ainsi calculé dans chaque maille d'un espace de i colonnes et j lignes, par l'équation suivante :

$$h_{i,j} = (h_{i+1,j} + h_{i-1,j} + h_{i,j+1} + h_{i,j-1}) / 4 \quad (h_{i,j} \text{ est le potentiel calculé de la cellule } i, j)$$

En hydrogéologie, la démarche de modélisation peut être décomposée en deux étapes :

- Une première étape dite de « calage », qui consiste à reproduire par le calcul les écoulements observés dans la réalité, à un moment donné, et ce en faisant varier les différents paramètres intervenant dans les équations fondamentales de l'écoulement. Dans le cas présent, le calage a consisté à utiliser les données géologiques et hydrogéologiques recueillies pour restituer « mathématiquement » une piézométrie de référence comparable à celle identifiée sur le terrain. Cette phase de calage consiste à fixer les paramètres caractérisant la configuration de l'aquifère et plus généralement ses propriétés, déterminantes pour l'organisation et le fonctionnement local des écoulements.
- Une fois le calage effectué, l'intérêt est de pouvoir faire varier des paramètres pour tester différents scénarii de gestion. Cette deuxième étape permet une approche prévisionnelle dont les limites reposent en grande partie sur la qualité du calage, et par conséquent sur la quantité de données disponibles et/ou exploitables ainsi que sur la facilité de description numérique de ces données.

Le modèle a été réalisé en régime permanent (c'est-à-dire que la piézométrie calculée ne dépend pas du temps) : les simulations auront tendance à être plus pessimistes que ce qui sera observé dans la réalité.

Extension du modèle

La zone modélisée s'étend sur environ 17,65 km², elle a été discrétisée en 17 366 mailles de 10 x 10 m à 100 x 100 m (cf. Figure 37, page 65).

Les limites du modèle correspondent :

- A l'Est et au sud, à la Saône ;
- A l'Est, à un axe Nord-Sud allant du lieudit « Pont » au Nord jusqu'au lieudit « Bois de la Motte » ;
- Au Nord, à l'autoroute A39.

Conditions aux limites

Deux conditions aux limites ont été appliquées :

- Conditions de flux imposé, à l'ensemble du modèle :

Le flux traversant la maille est imposé dans le modèle et le programme calcule le potentiel lié à ce flux.

Ce type de condition a été imposé à l'ensemble des mailles du secteur, pour traduire :

- la pluie efficace (précipitations totales – évapotranspiration),
- la perte par ruissellement,
- les apports souterrains du versant.
- Conditions de drain :

Les flux d'échanges entre les cours d'eau et la nappe sont conditionnés par les différences de cote entre la ligne d'eau et la nappe et contrôlés par un coefficient qui dépend de la perméabilité affectée aux lits et berges (perméabilité de 10⁻³ m/s pour les lits et berges drainant à 10⁻⁵ m/s pour ceux colmatés).

Le colmatage des berges a été défini lors du calage du modèle en corrélant les mesures de terrain des niveaux d'eau des cours d'eau avec les niveaux calculés par le modèle.

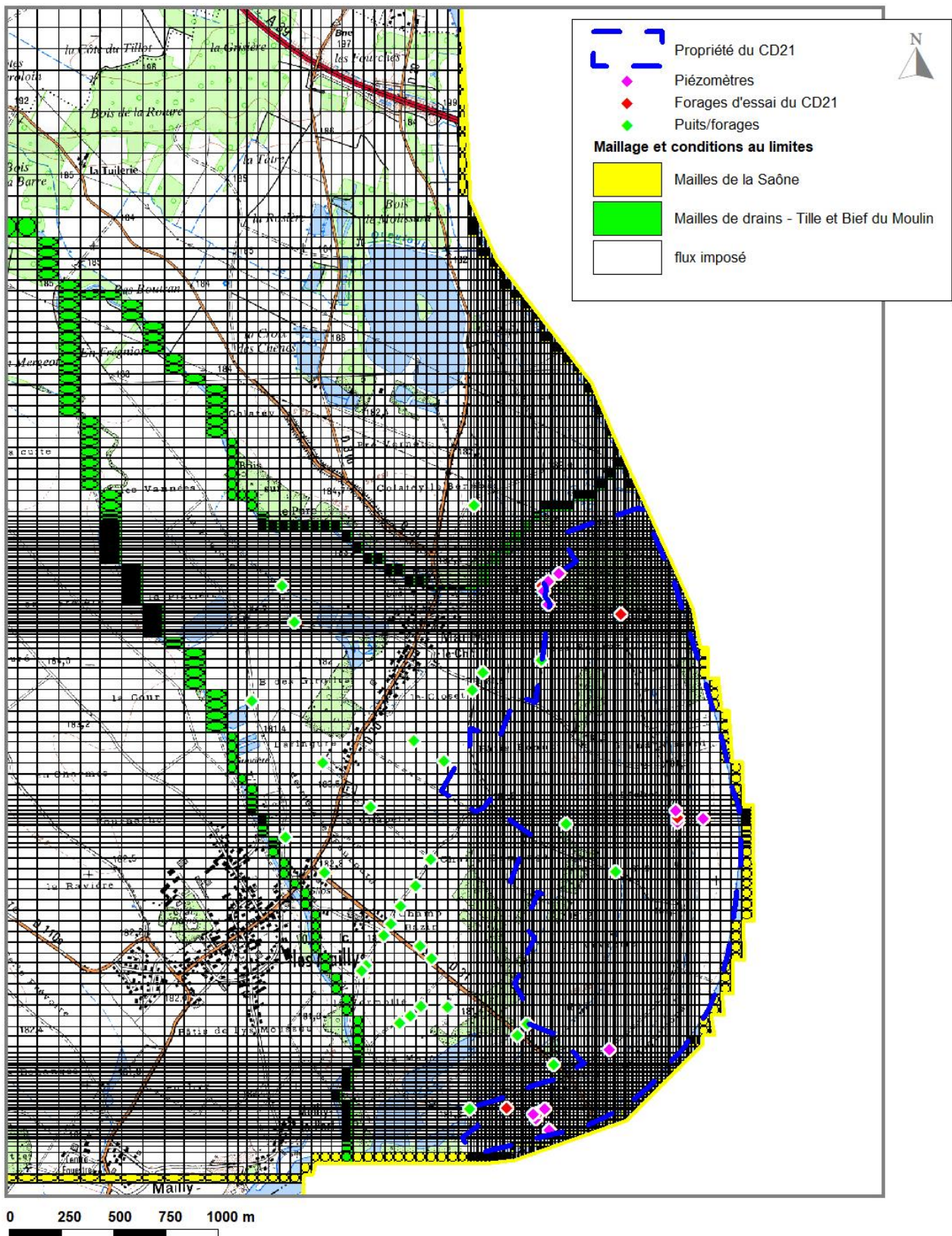


Figure 37 : Extension et conditions aux limites du modèle

C.6.3. Paramètres de calage du modèle

Le calage du modèle se fait en ajustant des paramètres hydrodynamiques caractérisant la nappe, afin de restituer la piézométrie la plus proche possible de celle mesurée sur le terrain.

C.6.3.1. Topographie du substratum

La cote du mur a été déduite à partir des sondages de reconnaissance mécanique et de la prospection électrique de 2021 réalisés sur le secteur (cf.

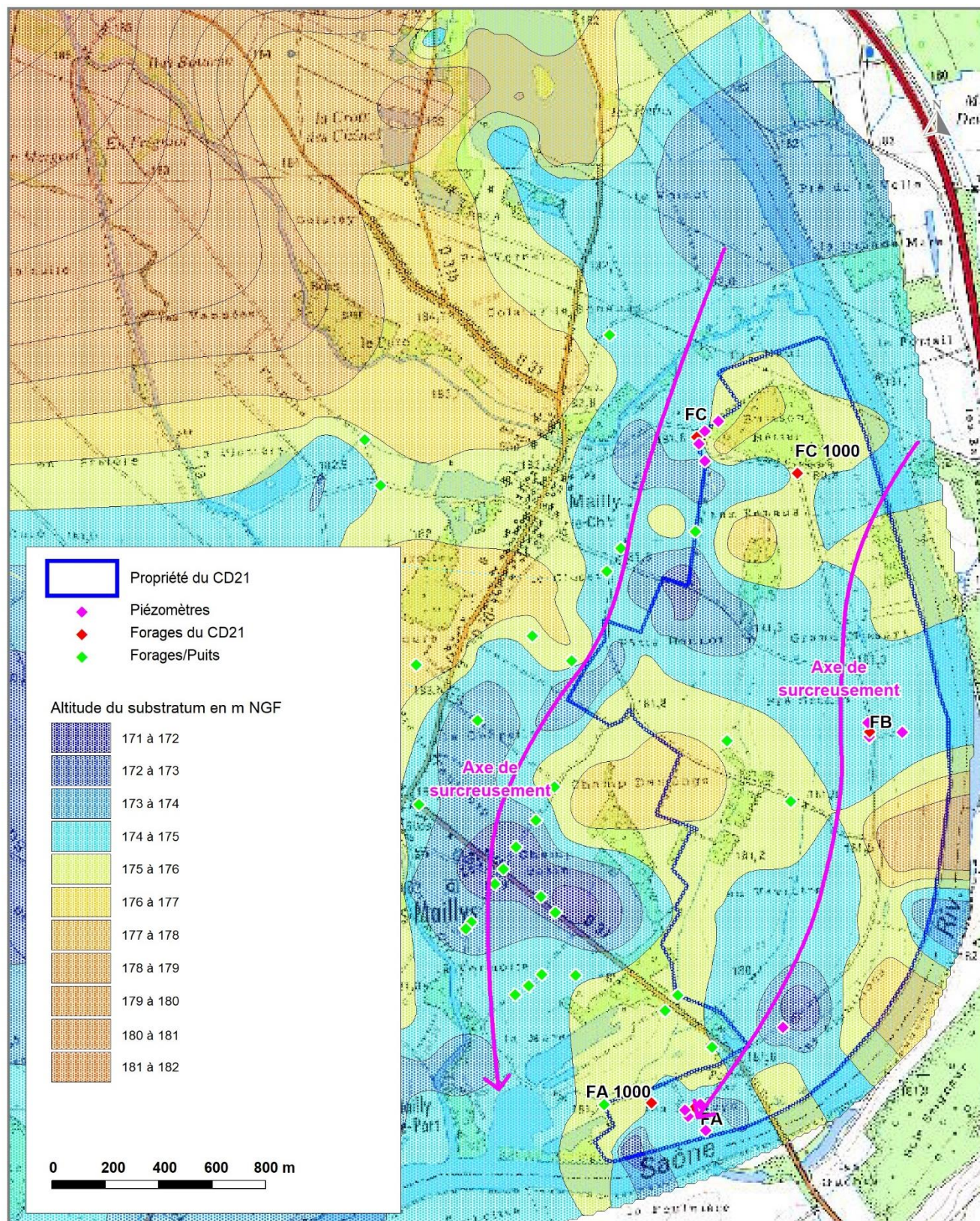


Figure 33, page 50). On notera un abaissement progressif du mur parallèlement à la topographie. La cote du mur a été établie entre 171 et 180 m NGF.

C.6.3.2. Perméabilité

La perméabilité caractérise le volume d'eau que l'on peut faire passer dans une section unitaire en un temps donné.

Les valeurs de perméabilité de l'aquifère incrémentées dans le modèle s'échelonnent entre 1.10^{-3} m/s et 8.10^{-3} m/s. Une perméabilité de 1 m/s a été prise au niveau des surfaces en eau connectées à la nappe.

Nous nous sommes basés sur la Figure 31, page 48 indiquant le jeu de transmissivité des alluvions de la Boucle (soit la perméabilité des alluvions par l'épaisseur de l'aquifère saturé) complété par les résultats des essais de pompages de 2006 à 2022.

C.6.3.3. Alimentation

L'alimentation de la nappe par les pluies efficaces est de l'ordre de 250 mm/an pour une année moyenne.

Pour l'obtention d'un calage robuste du modèle en période d'étiage (cf. chapitre C.6.4) :

- Une pluie efficace de 157 mm/an a été prise. Compte tenu de l'absence de cours d'eau prenant naissance sur la zone modélisée (indiquant une « bonne » infiltration) et de l'absence de donnée sur les vitesses d'infiltration, la pluie efficace a été répartie de façon homogène sur l'ensemble du modèle.
- Un flux de versant de 5,6 l/s/km a été retenu.

C.6.3.4. Piézométrie

Le modèle a été calé suivant les piézométries :

- Du 29 juillet 2022 hors pompage ;
- Du 26 juillet 2022 avec un pompage de 8 160 m³/j.

Ces piézométries ont été réalisées en période de très basses eaux, donc sur une période critique pour une exploitation de la ressource de la boucle des Maillys.

C.6.3.5. Type de nappe

Sur la zone d'étude, la nappe est libre à semi-captive sous couverture limoneuse.

C.6.3.6. Relation nappe

Comme nous l'avons vu aux chapitres C.4 et C.5, la Saône constitue le niveau de base de la nappe hors pompage et un front d'alimentation en pompage. Afin de simuler ce phénomène et de représenter le plus finement possible le gradient de nappe mesuré en bordure de Saône, nous avons affecté une perméabilité sur les berges (Coefficient de transfert) de la Saône de $0,25.10^{-3}$ m/s.

Concernant les cours d'eau de la Tille et du Bief du Moulin, un coefficient de transfert médian de 10^{-4} m/s a été pris.

C.6.4. Simulations de calage du modèle en régime permanent

Nous appelons calage du modèle l'étape durant laquelle, en jouant sur certains paramètres (perméabilité, épaisseur de l'aquifère, coefficient de transfert nappe/cours d'eau, pluie efficace...), nous cherchons à recréer mathématiquement la piézométrie mesurée sur le terrain.

Dans le cadre de cette étude, le calage s'appuie sur les résultats des campagnes piézométriques réalisées en juillet 2022, en étiage en et hors pompages (cf. C.5).

Les deux jeux de mesures ont été calés en régime d'écoulement permanent.

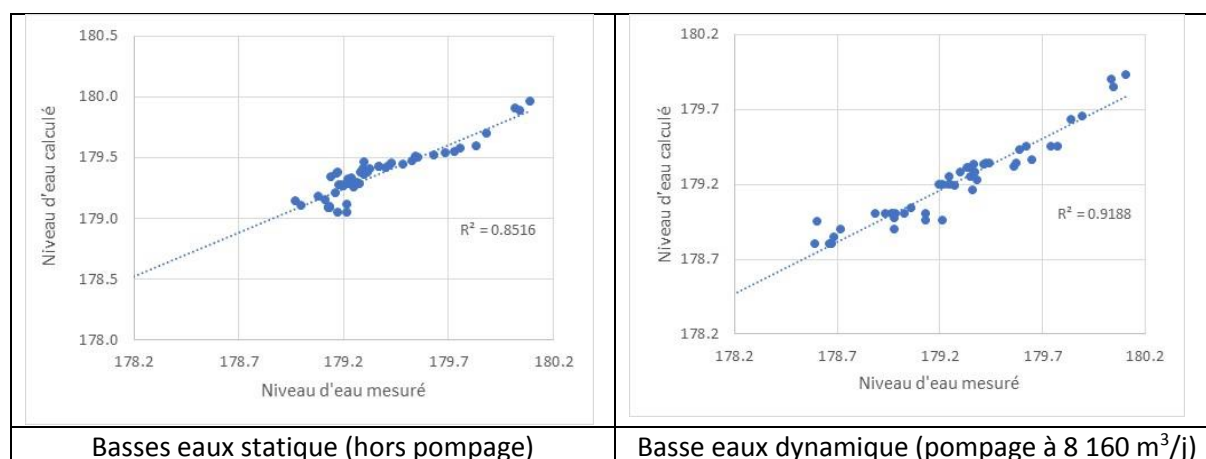
Les graphiques ci-dessous présentent les écarts entre les valeurs piézométriques ponctuelles mesurées sur 56 points et celles calculées par le modèle pour les 2 cas simulés.

Concernant les comparaisons des valeurs piézométriques aux points de contrôle, plusieurs indicateurs ont été choisis pour apprécier la qualité du calage :

- ARM : moyenne des valeurs absolues des écarts entre mesures et résultats du modèle, ce paramètre doit être le plus proche de 0.
- Coefficient de corrélation (R) : permet de vérifier que les valeurs calculées par le modèle suivent la même tendance que les valeurs mesurées, dans le cas d'un modèle hydrogéologique la tendance des valeurs correspond au gradient hydraulique de la nappe. Ce paramètre doit être le plus proche de 1.

	ARM	R
Basses eaux statique (hors pompage)	0.09	0.85
Basse eaux dynamique (pompage à 8 160 m ³ /j)	0.13	0.91

Tableau 5 : Comparaison des résultats de la validation et des mesures (ARM)



Graphique 11 : Rapport des niveaux piézométrique mesurés et calculés

Ces résultats montrent que le modèle est correctement calé par rapport aux valeurs réelles.

C.6.5. Bilan hydrogéologique

Le tableau suivant dresse le bilan massique du modèle à l'issu du calage du modèle :

	Basses eaux statique (hors pompage)		Basse eaux dynamique (pompage à 8 160 m ³ /j)	
	Flux entrant (m ³ /h)	Flux sortant (m ³ /h)	Flux entrant (m ³ /h)	Flux sortant (m ³ /h)
Recharge pluie efficace - ruissellement	288	0	288	
Nappe de la Tille	102	0	174	
Tille + Bief du Moulin	126	0	126	
Saône	0	516	76	324
Pompage				340
TOTAL	516	516	664	664

Tableau 6 : Bilan hydrogéologique du calage

C.6.6. Simulations des pompages d'exploitation prévisionnels en période critique (étiage)

C.6.6.1. Scenarii simulés

Deux scenarii d'exploitation ont été simulés, à chaque fois en basses eaux et en régime dynamique :

- Une exploitation moyenne à 8 000 m³/j (850 m³/h 9h à 10h/24h) ;
- Une exploitation de pointe extrême à 20 400 m³/j (850 m³/h 24h/24h).

850 m³/h correspond au débit maximal de la Boucle des Mailly qui ne peut pas être dépassé.

Pour ces simulations, nous nous sommes basés sur les postulats suivants :

- Création de 2 champs captant dans les zones présentant les caractéristiques hydrogéologiques les plus favorables (soit les zones bleues et vertes de la Figure 38, page suivante, où les transmissivités sont les plus fortes et à proximité du front d'alimentation que constitue la Saône) :
 - Le premier au niveau du lieu-dit Buisson Rétier à 150 m de la Saône ;
 - Le deuxième au niveau du lieu-dit les Bourreys à 70 m de la Saône ;
- Nombre d'ouvrage et débit d'exploitation par champs captant :
 - 1 au niveau de Buisson Rétier permettant un débit d'exploitation de 250 m³/h, l'ajout d'un 2nd ouvrage en secours sera étudié en phase 2 ;
 - 2 au niveau des Bourreys permettant un débit total d'exploitation de 600 m³/h.

Nota : Suite au COTECH du 10/11/2022, il a été retenu de prévoir un 2nd ouvrage au niveau de Buisson Rétier pour la souplesses d'exploitation. Cet ouvrage supplémentaire sera intégré en phase 2 de l'étude.

L'objectif de ces simulations est :

- De confirmer la faisabilité de ces exploitations ;
- De définir l'apport de la Saône à ces débits d'exploitation ;
- D'évaluer la zone d'influence de ces pompages.

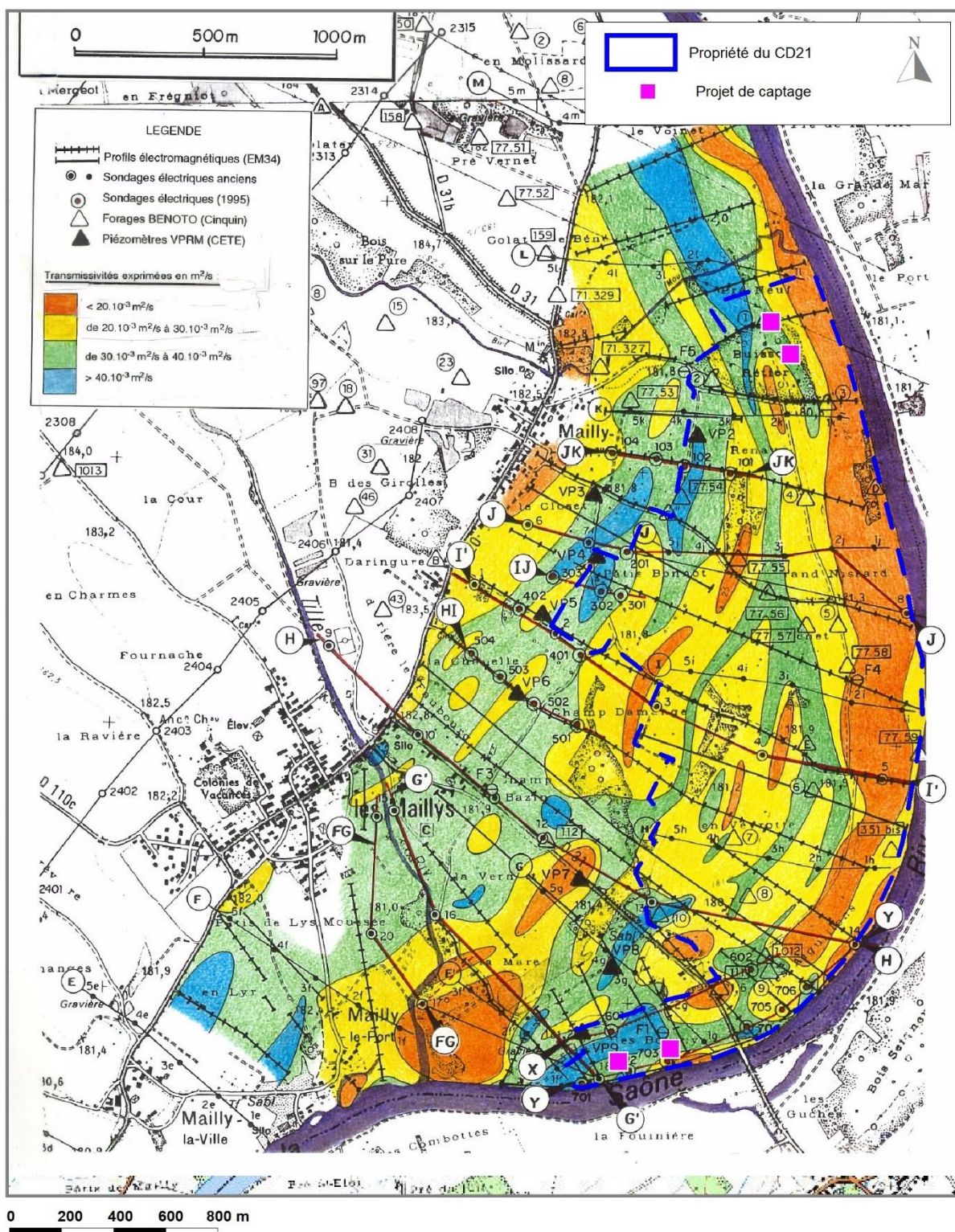


Figure 38 : Zones d'implantation prévisionnelles des captages d'exploitation

C.6.6.2. Résultats des simulations

Sur la base des connaissances hydrogéologiques actuelles du secteur, les résultats des simulations montrent que :

- La Boucle des Maillys peut être exploitée en période d'étiage sévère (étiage 2022) à hauteur de 8 000 et 20 400 m³/j (max 850 m³/h 24h/24h) sur deux sites d'exploitation ;
- La répartition de l'alimentation au niveau de chaque champ captant serait la suivante :

	Versant	Saône
Champ captant de Buisson Rétier	70 %	30 %
Champ captant des Bourreys	30 %	70 %

- La zone d'influence de ces exploitations serait circonscrite (cf. figures pages suivantes)
 - Pour une exploitation de 8 000 m³/j
 - Dans un rayon de 400 à 900 m autour du champ captant de Buisson Rétier
 - Dans un rayon de 800 et 1500 m autour du champ captant des Bourreys
 - Pour une exploitation de 20 400 m³/j sur l'ensemble de la boucle des Maillys, soit entre la route départementale D20 puis la Tille à l'Ouest et la Saône à l'Est.

Dans la zone d'influence de 8 000 m³/j, 13 ouvrages d'eau ont été identifiés et pour la zone d'influence de 20 400 m³/j : 27 ouvrages.
- Le rabattement induit par ces exploitations sur les forages et puits actuels sera au maximum de 0,5 m, soit 10 % de la tranche d'eau de l'aquifère.

Figure 39 : Esquisse piézométrique d'un pompage de 8 000 m³/j sur la boucle des Maillys

Figure 40 : Rabattement traduisant la zone d'influence d'un pompage de 8 000 m³/j sur la boucle des Maillys

Figure 41 : Esquisse piézométrique d'un pompage de 20 400 m³/j sur la boucle des Maillys

Figure 42 : Rabattement traduisant la zone d'influence d'un pompage de 20 400 m³/j sur la boucle des Maillys

C.6.7. Simulations de pollutions lors des pompages d'exploitation moyens et de pointe

A.3.1.1. Scénarii simulés

Quatre scénarii de pollution accidentelle ont été simulés en étiage :

- Pollution de la Saône lors d'un pompage de 8 000 et 20 400 m³/j ;
- Pollution sur la route départementale D 20 au Nord du champ captant des Bourreys lors d'un pompage de 8 000 et 20 400 m³/j.

L'objectif de ces simulations est d'évaluer l'influence de ces pollutions ponctuelles sur la qualité des eaux des futurs captages.

A.3.1.2. Principe des simulations

Pour illustrer l'impact de ces pollutions accidentelles sur les futurs captages, le modèle en régime permanent a été transformé en modèle en régime dispersif en intégrant les paramètres de dispersivité (coefficient de dispersion longitudinale α_L et transversale α_T et porosité cinématique ω). D'après les résultats des traçages réalisés sur le secteur, nous avons retenu les valeurs majorantes suivantes : $\alpha_L = 2$ m, $\alpha_T = 1$ m et $\omega = 15$ %.

La pollution a été injectée à raison de 1 unité à l'emplacement le plus défavorable pour les captages (amont hydrogéologique et au plus près des captages).

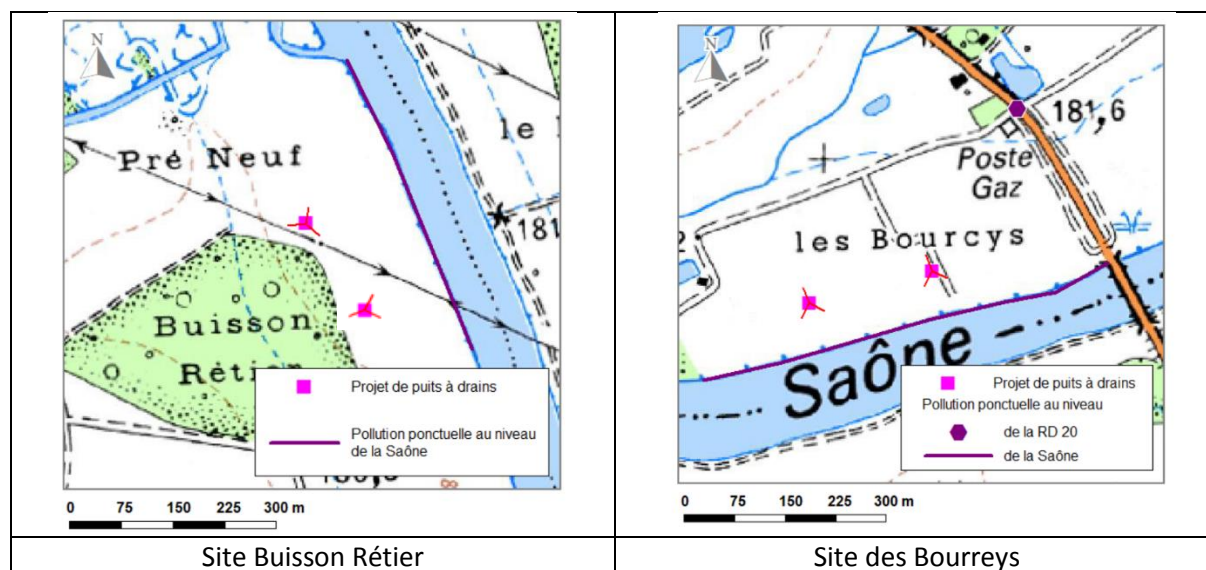


Figure 43 : Localisation de la source de pollution

Un bruit de fond de 0,000001 unité a été attribué à l'ensemble du modèle.

Le scénario proposé se base sur les conditions les plus défavorables :

- Non-fonctionnement du programme d'urgence du site ;
- Aucun facteur de retard n'a été attribué à la pollution, celle-ci se déplace et se comporte donc comme l'eau, et ne subit aucune dégradation ;
- Il ne tient compte que du phénomène de dilution-dispersion de la pollution, et néglige les phénomènes d'adsorption/absorption.

Les simulations de pollution sont présentées sous forme de graphiques montrant l'évolution des concentrations en polluant au niveau des champs captant.

A.3.1.3. Résultats des simulations

L'évolution des panaches des pollutions accidentelles au niveau des captages et leur caractéristique sont présentées sur les graphiques et les tableaux des pages suivantes. Des simulations de pollution en période de hautes eaux seront effectuées en phase 2.

Pollution accidentelle de la Saône en étiage

Pour un régime d'exploitation de 8 000 m³/j :

- La pollution mettrait 10 jours pour atteindre le champ captant Buisson Rétier (puits Nord) et 2 jours pour le champ captant des Bourreys (puits Sud).
- Le temps de disparition totale de la pollution serait au maximum de l'ordre de 240 jours pour le champ captant Nord et 155 jours pour le Sud.
- Le taux de dilution minimum serait de 1/8 à 1/9 au niveau des puits.

Pour un régime d'exploitation de 20 400 m³/j :

- Le temps d'arrivée de la pollution serait de 3,5 jours sur le champ captant nord et moins d'un jour pour le champ captant sud.
- Le temps de disparition serait de 100 et 22 jours.
- Le taux de dilution minimum serait de 1/8 à 2/9 au niveau des puits.

A noter pour ces 2 régimes ;

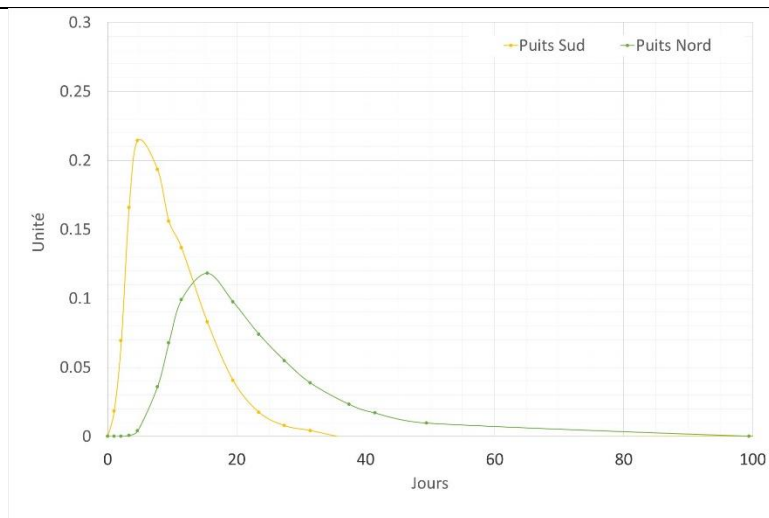
- En cas de pollution de la Saône en amont de Buisson Rétier, le champ captant Les Bourreys serait contaminé dans les 48h-72h après celui de Buisson Rétier (Débit de la Saône à l'étiage : 5,87 m³/s, Section potentiel de la Saône : 400 m² (estimation) ; distance des 2 champs captant 3km).
- Le site Buisson Rétier n'est pas dans la zone d'appel « de la nappe » des Bourreys. Ainsi une contamination de la nappe au niveau de Buisson Rétier n'atteindra pas les Bourreys (hormis par l'intermédiaire de la Saône : exutoire naturel de la nappe).

Rappel : La zone d'appel est définie comme la surface d'une nappe souterraine qui correspond aux écoulements d'eau souterraine qui aboutiront, un jour ou l'autre au captage.

Pollution accidentelle au niveau de la RD 20 au Nord du champ captant des Bourreys en étiage

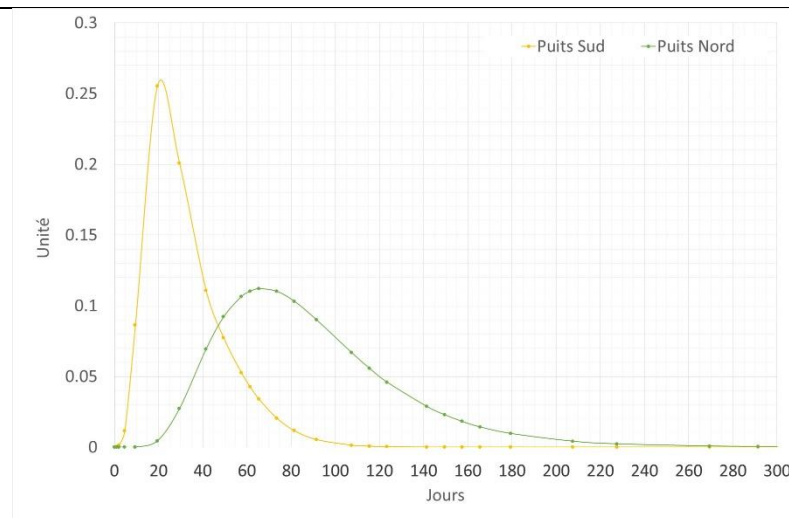
Dans l'hypothèse d'une pollution accidentelle au niveau de la RD 20 en amont du champ des Bourreys :

- La pollution mettrait 22 jours pour atteindre le champ captant à un débit d'exploitation 8 000 m³/j et 11 jours à 20 400 m³/j.
- Le temps de disparition totale de la pollution serait au maximum de l'ordre de 80 jours à 8 000 m³/j et 50 jours à 20 400 m³/j.
- Le taux de dilution minimum serait de 1/59 à 1/100 au niveau des puits.



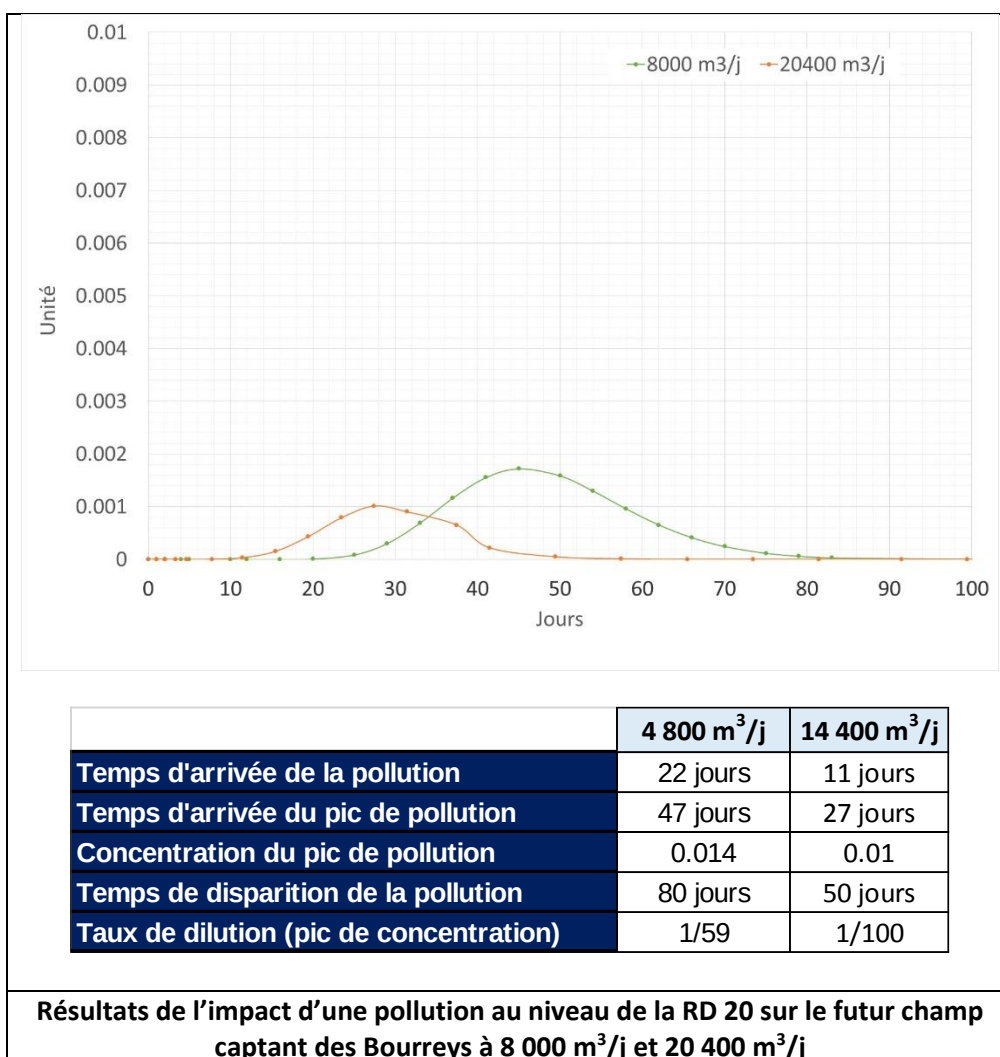
	Secteur Nord	Secteur Sud
Temps d'arrivée de la pollution	10 jours	2 jours
Temps d'arrivée du pic de pollution	65 jours	20 jours
Concentration du pic de pollution	0.11	0.12
Temps de disparition de la pollution	240 jours	115 jours
Taux de dilution (pic de concentration)	1/9	1/8

Résultats de l'impact d'une pollution de la Saône à 8 000 m³/j sur les futurs captages



	Secteur Nord	Secteur Sud
Temps d'arrivée de la pollution	3.5 jours	< 1 jours
Temps d'arrivée du pic de pollution	15 jours	4,5 jours
Concentration du pic de pollution	0.12	0.22
Temps de disparition de la pollution	100 jours	22 jours
Taux de dilution (pic de concentration)	1/8	1/4.5

Résultats de l'impact d'une pollution de la Saône à 20 400 m³/j sur les futurs captages



C.7. PRE-DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE CAPTAGE

Trois types d'ouvrages sont envisageables :

- Forages ;
- Tranchée drainante ;
- Puits à drains rayonnants ;

Les caractéristiques des 3 solutions sont présentées dans les tableaux de synthèse pages 83 et 84.

C.7.1. Généralités

C.7.1.1. Conditions générales

Les conditions générales de dimensionnement des ouvrages sont les suivantes :

- La vitesse d'entrée de l'eau dans les drains ou les crépines doit être inférieure à 3 cm/s : au-delà, les vitesses supérieures entraînent des phénomènes d'entraînement de sable (turbidité, colmatage), voire d'incrustation, d'érosion ou de corrosions.
- Pour les puits à drains, une vitesse maximale de l'eau dans le drain inférieure à 2 m/s. Cette vitesse déjà élevée engendre des pertes de charges importantes et des sur-rabattements dans le puits (limitant notamment le débit exploitable par siphonage). Dans le drain, une vitesse inférieure à 1,5 m/s est souhaitable.
- Niveau d'eau à l'étiage : 179,3 m NGF pour le site Nord et 179,1 m NGF pour le site Sud.
- Absence de dénoisement des crépines.

C.7.1.2. Formules utilisées

Forages

Le potentiel d'un forage peut s'estimer grâce à la formule de Schneebeli en nappe libre :

$$Q_n = \pi K \frac{h_o^2 - h_d^2}{\ln\left(\frac{Ra}{Rp}\right)}$$

Q en m³/s

K = perméabilité en m/s

h_o = épaisseur saturée en m en régime statique

h_d = épaisseur saturée en m en régime dynamique

Ra = rayon d'action du captage en m

Rp = rayon du forage

Puits à drains

Le potentiel d'un puits à drains peut s'estimer grâce à la formule de Schneebeli en nappe libre :

$$Q_n = \pi K \frac{h_o^2 - h_d^2}{\ln\left(\frac{Ra}{c/\sqrt[n]{4}}\right) + \frac{h_d}{2nc(1 - \frac{1}{\sqrt[n]{2}})} \ln\left(\frac{h_d}{2\pi r_d \sin(\frac{\pi a}{h_d})}\right)}$$

Avec

Q_n en m^3/s

K = perméabilité en m/s

h_o = épaisseur saturée en m en régime statique

h_d = épaisseur saturée en m en régime dynamique

Ra = rayon d'action du captage en m

c = longueur des drains en m

n = nombre de drains

r_d = rayon du drain

a = hauteur du drain au-dessus du substratum en m

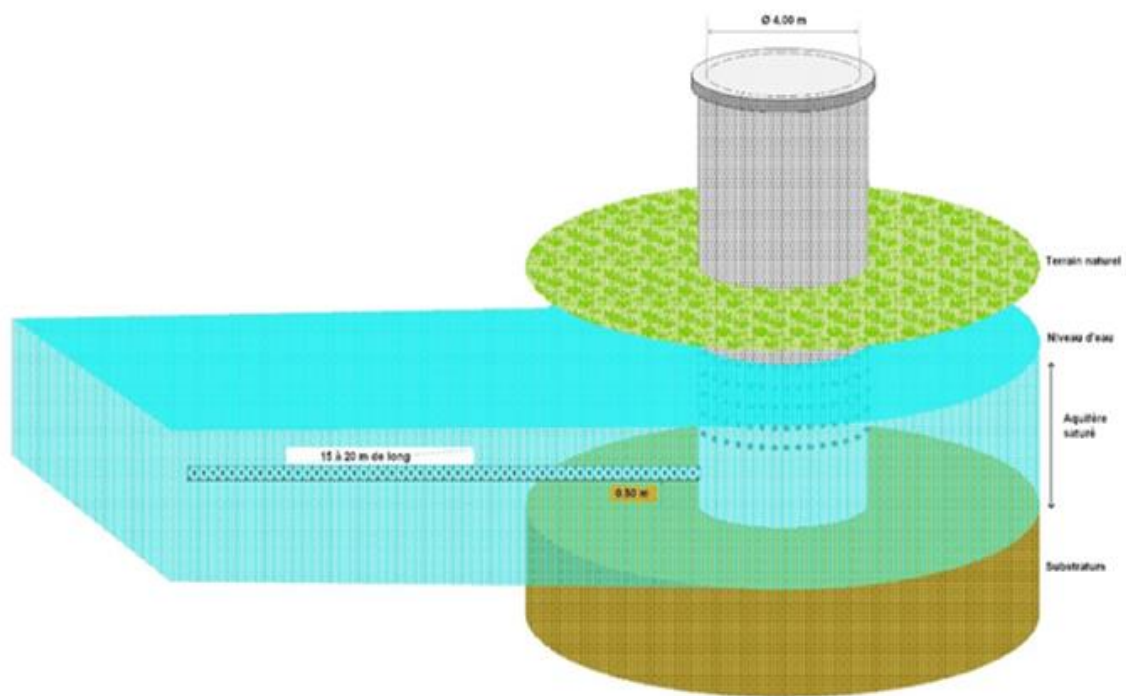


Schéma type d'un puits à drain

Tranchée drainante

L'estimation du potentiel d'une tranchée drainante dépend d'un certain nombre de paramètres qui sont repris dans la formule de Schneebeli qui suit :

$$Q = 2\pi K \frac{H_0^2/2 - H_d^2/2}{\ln\left(\frac{2Ra}{c}\right)}$$

Avec

Q en m³/s ;

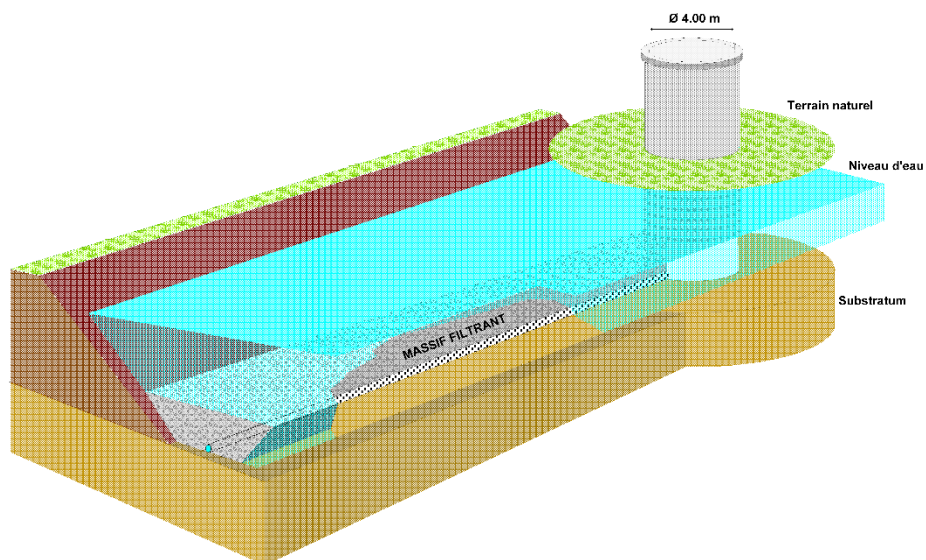
K = perméabilité en m/s

H₀ = épaisseur saturée en m en régime statique

H_d = épaisseur saturée en m en régime dynamique

Ra = rayon d'influence en m

c = demi longueur de la tranchée en m



C.7.1.3. Dimensionnement des ouvrages hors équipement hydraulique

Site de Buisson Rétier – Besoin de 250 m³/h

	Forage	Puits à drains	Tranchée drainante
Caractéristiques	Forage : ∅ 1000 mm en acier inox Profondeur indicative : 7 m Crépine à fil enroulé en acier inox, slot 1 à 1,5 mm Colonne d'eau initiale (basses eaux) : 5 m Rabattement préconisé : 1.5 m Débit exploitation : max. 125 m³/h	Nombre de puits : 2 dont 1 en secours Cuvelage : ∅ 4 m Profondeur indicative : 7 m Nombre de drains : 3 drains en acier inox de 25 m de long avec un coefficient d'ouverture de 12 %, slot 1 mm ∅ des drains : 200 mm Position des drains : 1 m au-dessus du substratum Colonne d'eau initiale (basses eaux) : 5 m Rabattement préconisé : 1,5 m Débit d'exploitation : 300 - 350 m³/h	Cuvelage : ∅ 4 m Profondeur indicative : 7 m Longueur du drain : 80 m Équipement : Drain en PVC alimentaire de 250 mm de diamètre Regards en amont, en aval et intermédiaires de visite de 1 m de diamètre Débit d'exploitation : 250 m³/h
Avantages	-	Surface captante liée au nombre et à la longueur de drains et non à la profondeur Rabattement faible et mieux reparté qu'un forage Débit d'exploitation supérieur au forage Un seul puits pour répondre au besoin	Surface captante liée au nombre et à la longueur de drains et non à la profondeur Rabattement faible et mieux reparté qu'un forage Débit d'exploitation supérieur au forage à puits à drains
Inconvénients	La surface captante est proportionnelle à la profondeur du puits. Réalisation de 3 forages pour répondre au besoin nécessitant donc une emprise de terrain importante	-	Une tranchée de 80 m de long pour répondre au besoin Travaux de terrassement d'envergure si la profondeur est supérieure à 5 m

Tableau 7 : Dimensionnement de l'ouvrage sur le site Buisson Rétier

Site Les Bourreys – Besoin de 600 m³/h

	Forage	Puits à drains	Tranchée drainante
Caractéristiques	Forage : ∅ 1000 mm en acier inox Profondeur indicative : 7 m Crépine à fil enroulé en acier inox, slot 1 à 1,5 mm Colonne d'eau initiale (basses eaux) : 5 m Rabattement préconisé : 1.5 m Débit exploitation : max. 90 m³/h	Cuvelage : ∅ 4 m Profondeur indicative : 7,6 m Nombre de drains : 3 drains en acier inox de 25 m de long avec un coefficient d'ouverture de 12 %, slot 1 mm ∅ des drains : 200 mm Position des drains : 1 m au-dessus du substratum Colonne d'eau initiale (basses eaux) : 5 m Rabattement préconisé : 1,5 m Débit d'exploitation : 300 m³/h	Cuvelage : ∅ 4 m Profondeur indicative : 8 m Longueur du drain : 120 m Équipement : Drain en PVC alimentaire de 250 mm de diamètre Regards en amont, en aval et intermédiaires de visite de 1 m de diamètre Débit d'exploitation : 600 m³/h
Avantages	-	Surface captante liée au nombre et à la longueur de drains et non à la profondeur Rabattement faible et mieux repartie qu'un forage Débit d'exploitation supérieur au forage 2 puits pour répondre au besoin	Surface captante liée au nombre et à la longueur de drains et non à la profondeur Rabattement faible et mieux repartie qu'un forage Débit d'exploitation supérieur au forage et au puits à drains
Inconvénients	La surface captante est proportionnelle à la profondeur du puits. Réalisation de 7 forages pour répondre au besoin nécessitant donc une emprise de terrain importante	-	Une tranchée de 120 m de long pour répondre au besoin Travaux terrassement d'envergure si la profondeur est supérieure à 5 m

Tableau 8 : Dimensionnement de l'ouvrage sur le site Les Bourreys

C.7.1.4. Choix

Pour les 2 sites, les puits à drains rayonnants sont les ouvrages présentant la plus grande capacité de production avec le plus faible rabattement, le moins de contraintes techniques lors travaux (terrassement de moindre ampleur que les tranchées drainantes) et d'emprise surfacique.

La localisation précise de ces ouvrages et leur dimensionnement (notamment la position des drains...) nécessitent de nouvelles reconnaissances géologiques (prospection électrique, sondages mécaniques, analyses granulométrique...).

D. DIMENSIONNEMENT DU SYSTEME DE CAPTAGE

D.1. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

Trois ouvrages de captage sont prévus :

- Deux ouvrages Sud : Les Puits 1 et 2 des Bourreys ;
- Un ouvrage Nord : le Puits de Buisson Retier.

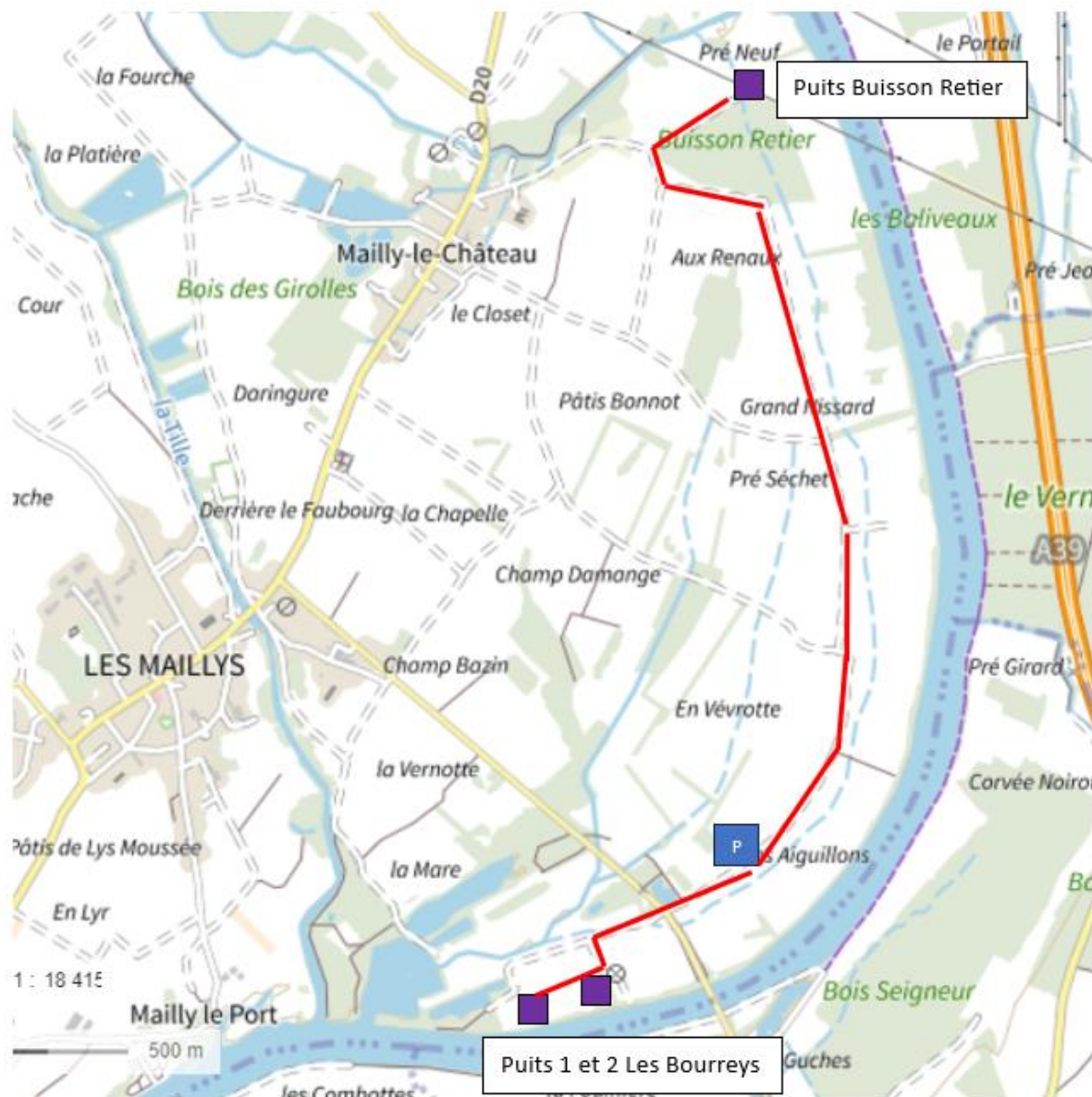


Figure 44 : Plan de principe de localisation des ouvrages dans le champ captant

Les caractéristiques sont présentées ci-dessous :

ZONE	NOM	CAPACITE
NORD	Puits Buisson Retier	250 m ³ /h
SUD	Puits 1 Les Bourreys	300 m ³ /h
SUD	Puits 2 Les Bourreys	300 m ³ /h

Tableau 9 : Caractéristiques des ouvrages de captage

D.2. EQUIPEMENT HYDRAULIQUE

Les puits seront équipés chacun de 2 pompes immergées fonctionnant en alternance secours. La profondeur de positionnement des pompes sera définie en phase 2. Les pompes présenteront une HMT de l'ordre de 3 bars pour le débit défini dans le tableau ci-dessus (ce point sera affiné en phase 2). En tête de chaque pompe un clapet antiretour sera positionné et raccordé à la colonne montante dont le diamètre est défini dans le paragraphe suivant. Des débitmètres, vannes d'isolement et joints de démontage seront installés au niveau des têtes de puits.

D.3. DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES

Deux diamètres de conduites seront utilisés.

En sortie du puits Buisson Retier, une canalisation de diamètre DN 400 mm acheminera les eaux vers la station.

En sortie des puits 1 et 2 Les Bourreys, ce seront également des canalisations de DN 400 mm qui achemineront les eaux jusqu'à la jonction entre ces deux canalisations. Après la jonction, ce sera une canalisation en DN 600 mm qui acheminera les eaux jusqu'à la station.

Le tableau suivant présente les linéaires par diamètre :

Diamètre	Linéaire
400 mm	3780 ml
600 mm	670 ml

Tableau 10 : Linéaires par diamètre

D.4. CHIFFRAGE

Une synthèse du chiffrage des travaux sur les captages, basée sur les hypothèses et résultats présentés ci-dessus est présentée dans le tableau suivant :

Sous Total Canalisations	2 361 000,00 € HT
Sous Total Ouvrages (puits à drains)	1 260 000,00 € HT
Sous Total Equipements	1 350 000,00 € HT
Sous Total Forfait Etudes Maîtrise d'œuvre et aléas	540 000,00 € HT
Total Général	5 511 000,00 € HT

Tableau 11 : Chiffrage des travaux sur les captages

Un 2nd ouvrage de captage au Nord sera étudié en phase 2 de l'étude.

Le chiffrage détaillé est présenté en Annexe 01

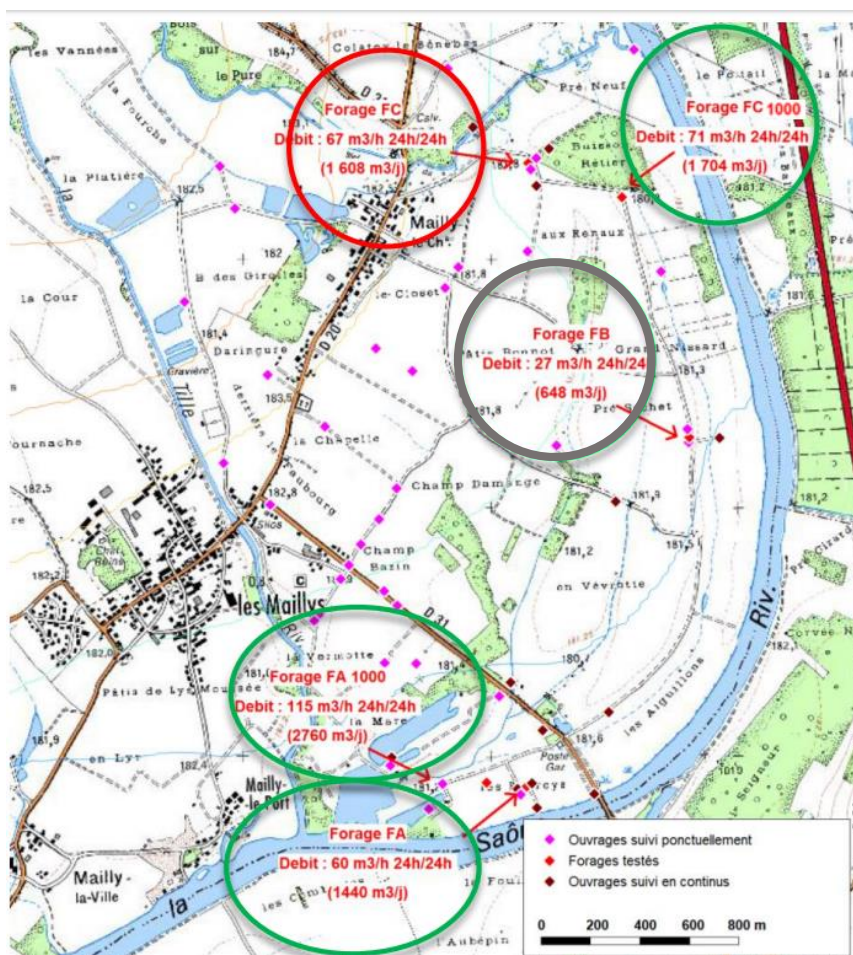
E. USINE DE TRAITEMENT

E.1. QUALITE D'EAU BRUTE ATTENDUE

E.1.1. Rappel des conclusions de l'étude hydrogéologique

L'étude hydrogéologique a donc permis d'identifier les potentiels hydrauliques des forages d'essais :

- ✓ Au Nord :
 - Forages FC et FC1000.
- ✓ Au centre :
 - Forage FB.
- ✓ Au Sud :
 - Forages FA et FA 1000.



La zone située proche du forage FC (au Nord) présente des concentrations en nitrates supérieures à la limite de qualité, elle est cependant en dehors de la limite de propriété du département, elle est donc exclue de la zone de captage envisagée.

La zone de pompage du centre, proche du forage FB, à elle aussi été écartée, en raison de son potentiel hydraulique inférieur aux zones Nord et Sud.

Le choix de l'étude s'est donc porté sur les zones géographiques au Nord, proche du forage FC 1 000 et au Sud proche des forages FA et FA 1000.

L'étude donne ainsi les préconisations de volume de pompage en fonction de la localisation résumées dans les tableaux suivants :

Pointe : 20 400 m³/j

Localisation	Débit	Temps de pompage journalier
Nord	250 m ³ /h	24h
Sud	600 m ³ /h	24h

Tableau 12 : Débits et temps de fonctionnement forages nouvelle ressource - Pointe

Moyenne : 8 500 m³/j

Localisation	Débit	Temps de pompage journalier
Nord	250 m ³ /h	10h
Sud	600 m ³ /h	10h

Tableau 13 : Débits et temps de fonctionnement forages nouvelle ressource - Moyenne

De plus, l'étude hydrogéologique indique qu'au vu de la localisation et de la nature du terrain, les forages sont alimentés à la fois par le versant, sur lequel ils sont situés, et la Saône elle-même.

Les volumes d'eaux brutes prélevés dans les forages sont donc un mélange provenant à la fois du versant et de la Saône, dans les proportions résumées dans les tableaux ci-dessous :

Pointe : 20 400 m³/j

Localisation	Versant	Saône
Nord	70%	30%
Sud	30%	70%

Tableau 14 : Contribution à la nouvelle ressource de la Saône et du versant - Pointe

Moyenne : 8 500 m³/j

Localisation	Versant	Saône
Nord	80%	20%
Sud	50%	50%

Tableau 15 : Contribution à la nouvelle ressource de la Saône et du versant - Moyenne

L'ensemble de ces données issues de l'étude hydrogéologique, sont les hypothèses de travaux qui ont servi de bases à l'analyse de qualité des eaux, abordée plus en avant dans le mémoire.

E.1.2. Données disponibles concernant la qualité des eaux brutes

L'étude de la qualité des eaux brutes concerne les ressources suivantes :

- ✓ Les ressources des syndicats :
 - SIAEP Seurre Val de Saône
 - SIAEP Pays Losnais
 - SIAEP Brazey-en-Plaine
- ✓ La ressource du champ captant de la boucle des Maillys

E.1.2.1. Les ressources des syndicats :

L'étude de la qualité des eaux brutes issues des ressources des syndicats de Seurre Val de Saône, du Pays Losnais et de Brazey-en-Plaine, s'appuie sur les données à notre disposition au moment de l'étude, à savoir :

- ✓ 2022-07-21_Extraction Cabinet Merlin : Données ARS de la qualité des eaux des syndicats, SIAEP DE BRAZEY EN PLAINE, SIAEPA DU PAYS LOSNAIS et SIAEP SEURRE VAL DE SAONE, sur la période 2017 – 2022.

L'analyse de ces données met en évidence des dépassements sur plusieurs paramètres de qualité d'eau.

Pour cette raison, les syndicats souhaitent utiliser l'eau issue du champ captant de la Boucle de Maillys, afin de profiter de l'effet de dilution du mélange, et ainsi respecter les valeurs limites et de référence de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et référence de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Pour ce faire, l'analyse de ces ressources a permis d'identifier les paramètres les plus discriminants, par ressource et donc les facteurs de dilution maximale, pour lesquels le mélange, entre la ressource et l'eau issue du champ captant de la Boucle des Maillys, permettrait de respecter la réglementation.

Les paramètres discriminants et leurs coefficients de dilution associés sont présentés dans le tableau suivant :

Syndicat	Ressource	Paramètre	Coefficient de dilution
Pays Losnais	Les Cras	Bentazone	2,2
Brazezy en plaine	Croix blanche	ESA Métolachlore*	3,7*
Seurre Val de Saône	Magny	Total Pesticides	9,814
	Pagny	ESA Métolachlore*	1,7*
	Glanon Nord	Bentazon	2,4
		ESA Métolachlore*	6,5*
	Glanon Sud	Total des pesticides NOA Métolachlore*	1,4 20*

(*) Suite aux avis n° 2021-SA-0070 et 2021-SA-0205 de l'ANSES du 30 septembre 2022, les métabolites ESA et NOA du Métolachlore ne sont plus considérés comme pertinents. La dilution sur ces paramètres n'est donc plus obligatoire.

E.1.2.2. Champ captant de la Boucle des Maillys

L'étude de la qualité des eaux brutes issues du champ captant de la Boucle des Maillys s'appuie sur les données à notre disposition au moment de l'étude, à savoir :

- ✓ FC1000_AC : Analyse d'eau du prélèvement du 26/07/2022, réalisée par CPGF – HORIZON.
- ✓ FC1000_AC_01 : Analyse d'eau du prélèvement du 26/07/2022, réalisée par EUROFINS.
- ✓ FA1000_AC : Analyse d'eau du prélèvement du 26/07/2022, réalisée par CPGF – HORIZON.
- ✓ FA1000_AC_01 : Analyse d'eau du prélèvement du 26/07/2022, réalisée par EUROFINS.
- ✓ Synthèse d'analyses sur FA, FA1000, FB, FC, FC 1000, sur la période de juillet à août 2022, réalisée par CPGF – Horizon.

À noter que :

- Les analyses des documents **FC1000_AC** et **FA1000_AC**, sont des analyses sur les **échantillons uniques prélevés le 26/07/2022**.
- Les analyses réalisées sur les forages FA, FA1000, FB, FC, FC1000 sur la période de juillet à août 2022, sont des analyses sur 3 à 4 échantillons, mais ne comprennent pas les paramètres pesticides et métabolites.
- ✓ « Nouvelle ressource - Analyses les Maillys-2015-2022 » et « Analyses Les Maillys -2020-2021_FA+FB+FC » : Analyses sur les forages LES BOUREYS FA, GRAND NISSARD FB, BUISSON RETIER FC, sur la période 2015-2022 et 2020-2021.

- Ces analyses, sont réalisées sur un plus grand nombre d'échantillons, plus étendu dans le temps mais peuvent présenter des différences importantes sur les résultats d'analyse selon la localisation des forages.
- ✓ **Qualité_de l'eau à Poncey-les-Athée :** Analyse des eaux du forage de Poncey-les-Athée, sur la période de 1991 à 2021, située en aval de la zone d'étude.
 - Ces analyses ne sont pas dans la zone géographique de l'étude, mais apporte des informations complémentaires d'un champ captant en phase d'exploitation sur le contexte régional de la zone d'étude, afin de comparer à titre indicatif le faible échantillonnage des analyses de FA 1000 et FC 1000 à des données.

De plus, afin d'estimer la qualité d'eau apportée par la Saône, nous nous appuierons sur les analyses suivantes :

- ✓ **Analyses_Saône_Auxonne :** Analyse de la Saône au niveau de l'agglomération d'Auxonne, sur la période de 2019 à 2022, située en amont de la zone d'étude.
 - Cette approche ne permet pas de tenir compte du phénomène de filtration naturelle que subit l'eau alimentant les forages

E.1.3. Estimation de la qualité d'eau à traiter

E.1.3.1. Hypothèses d'analyses de la qualité d'eau

La qualité des eaux à traiter est estimée, à partir des données listées ci-dessus, et en prenant en compte différentes hypothèses, ainsi que leurs limites, listées ci-dessous :

Volumes et mélanges

- ✓ **Qualité des eaux brutes issues des futurs forages Nord et Sud de la boucle des Maillys :** nous avons pris les hypothèses de répartition en pourcentage du volume provenant du versant et de la Saône issues de l'étude hydrogéologique, citées plus haut dans le rapport.
- ✓ **Qualité du mélange de ces eaux brutes :** nous avons retenu les préconisations de pompage issues de l'étude hydrogéologique, citées plus haut dans le rapport.
- ✓ Ces hypothèses sont synthétisées dans le tableau suivant :

	Nord (nouveau forage dans la zone de Buisson Retier)					Sud (nouveau forage zone des Bourreys)			
	m ³ /j total	m ³ /h	m ³ /j	% versant	% Saône	m ³ /h	m ³ /j	% versant	% Saône
Pointe	20 400	250	6 000	70%	30%	600	14 400	30%	70%
Moyenne	8 500	250	2 500	80%	20%	600	6 000	50%	50%

Tableau 16 : Hypothèse de mélanges

Qualité des eaux

- ✓ **Champ captant Nord :**
 - Nous utiliserons les analyses du forage FC 1000.
 - Les analyses du forage d'essai FC 1000 sont sur un unique échantillon du 26/07/2022.

- Nous utiliserons les analyses du forage FC, au nombre d'analyses plus élevées sur des périodes de temps plus importante que les analyses de FC 1000, afin de vérifier et valider la cohérence des données disponibles
- ✓ Champ captant Sud :
 - Nous utiliserons les analyses du forage FA 1000.
 - Les analyses du forage d'essai FA 1000 sont sur un unique échantillon du 26/07/2022, toutefois l'étude hydrogéologique identifie ces analyses comme les plus représentatives de la zone d'étude du champ captant, partie Sud.
 - Nous utiliserons les analyses du forage FA, au nombre d'analyses plus élevées, sur des périodes de temps plus importante que les analyses de FA 1000, afin de vérifier et valider la cohérence des données disponibles
- ✓ Eaux en provenance de la Saône :
 - Nous utiliserons les analyses mesurées au niveau de l'agglomération d'Auxonne, à une dizaine de kilomètre de la zone d'étude.
 - Toutefois ces analyses ne permettent pas de prendre en compte l'effet potentiel de filtration du substrat sur la qualité de la Saône.

E.1.3.2. Estimation de la qualité de l'eau

Le tableau ci-dessous est la simulation des qualités des eaux brutes issues du mélange des eaux pompées dans la zone Nord et dans la zone Sud selon, selon les parts d'apport (bassin versant/Saône) en exploitation moyenne et de pointe et selon la répartition (Nord/Sud) préconisée.

À titre de comparaison, et en raison de variations géographique, nous comparons les résultats de ces simulations avec d'autres données disponibles :

- Qualité des eaux des forages d'essais **FA et FC**, considérés comme **moins** représentatives (géographiquement) mais pour lesquelles nous disposons de plus de valeurs (colonnes grisées),
- Les analyses d'eaux brutes de la station de Poncey-les-Athée, situé en amont, à une dizaine de kilomètre du site d'étude (colonne bleutée eaux issues de mélange forage et Saône).

		Fonctionnement moyenne		Fonctionnement pointe		Poncey-les-Athée
		(FC1000/FA 1000)	(FC/FA)	(FC1000/FA 1000)	(FC/FA)	
ESA metolachlore	µg/L	0,16	0,17	0,21	0,22	0,11
NOA metolachlore	µg/L	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05
CGA 369873	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bentazone	µg/L	0,04	0,04	0,05	0,05	0,00
Metolachlore	µg/L	0,07	0,06	0,09	0,09	0,04
Diméthénamide	µg/L	0,03	0,02	0,04	0,03	0,02
Flufenacet	µg/L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flufenacet ESA	µg/L	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02
Metazachlore	µg/L	0,03	0,01	0,03	0,02	0,08
Métribuzine	µg/L	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
AMPA	µg/L	0,14	0,14	0,16	0,16	0,20
DDT 24"	µg/L	0,08	0,08	0,12	0,12	0,20
DDT 44"	µg/L	0,08	0,08	0,12	0,12	0,20

Dichloropropane - 1,2	µg/L	0,67	0,67	0,53	0,53	0,20
Dichloropropane - 1,3	µg/L	0,79	0,79	0,71	0,71	0,50
Tot pest	µg/L	0,08	0,10	0,06	0,07	0,11
Nitrates	mg/L	21,85	28,14	21,04	26,83	7,90
Manganèse	µg/L	19,28	9,40	18,81	12,88	889,00
Fer	µg/L	130,76	48,29	114,48	64,16	2484,00
COT	mg(C)/L	2,35	2,76	3,12	3,39	0,00
Turbidité	NFU	19,38	19,50	27,08	27,18	31,20

Tableau 17 : Simulation de qualité de la boucle des Maillys – valeurs rouges : dépassement de valeurs guides

* Pour l'ensemble des paramètres, les valeurs défavorables sont retenues parmi les analyses disponibles.

La comparaison avec les autres analyses disponibles dans le secteur permet d'observer des valeurs assez proches pour la plupart des paramètres étudiés, à l'exception des paramètres suivants :

- ✓ On observe une plus grande concentration de nitrates dans le scénario d'utilisation des qualités d'eaux des forages FC et FA, avec des valeurs qui dépassent légèrement la valeur guide de 25 mg/l (en cohérence avec la conclusion de l'étude hydrogéologique d'exclure la zone FC du futur champ captant en raison de sa pollution aux nitrates et de sa position en limite de propriété du CD21). On observe également une teneur beaucoup plus faible en nitrates au niveau du forage de Poncey-les-Athées.
- ✓ On confirme aussi, la forte disparité géographique au niveau des paramètres fer et manganèse, avec de fortes valeurs au niveau de Poncey-les-Athée, qui atteignent 889 µg/l en manganèse et 2484 µg/l de fer (contre seulement 19,28 µg/l en manganèse et 130 µg/l en fer pour les analyses FA1000 et FC1000).

Pesticides

Le terme « pesticide » désigne plus de 1 000 molécules très hétérogènes, utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes indésirables, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux (insectes, acariens, mollusques, etc.), de champignons ou de bactéries. Les pesticides regroupent ainsi les produits phytopharmaceutiques ou phytosanitaires (pour la protection des plantes), les produits biocides (pour l'élimination d'organismes nuisibles comme les insectes ou les rongeurs ou pour la production du bois) ainsi que les produits antiparasitaires utilisés chez l'animal, comme les antipuces.

En se diffusant dans l'environnement, **les pesticides peuvent se transformer et/ou se dégrader en une ou plusieurs autres molécules appelées "métabolites"** ; certains métabolites sont également issus de réactions/ de recombinaison. On parle également de molécules mères (les pesticides) et de molécules filles (les métabolites).

La DCE 98/83/CE a fixé des valeurs limites de concentration pour les pesticides dans les eaux brutes (2 µg/l par substance individuelle et 5 µg/l pour la somme des pesticides (y compris les métabolites pertinents)) et pour les eaux destinées à la consommation humaine (**0,1 µg/l par substance individuelle et 0,5 µg/l pour la somme des pesticides (y compris les métabolites pertinents)**) mais ne propose pas de modalités de détermination du critère de pertinences d'un métabolite.

En France, depuis un avis de l'ANSES de 2019, « **Un métabolite de pesticides est jugé pertinent pour les EDCH s'il y a lieu de considérer qu'il pourrait engendrer (lui-même ou ses produits de transformation) un risque sanitaire inacceptable pour le consommateur.** »

L'ANSES a établi une méthode s'appuyant sur plusieurs critères (notamment, les impacts sur la santé en termes de génotoxicité, toxicité pour la reproduction, cancérogénicité ou perturbation endocrinienne ou encore le potentiel de transformation dans la filière de traitement des eaux en un produit dangereux pour la santé humaine.) **pour définir cette pertinence.**

Dans le cas des métabolites déclarés « non pertinents », la limite de qualité recommandée est alors de 0,9 µg/l, s'appuyant sur le seuil de préoccupation toxicologique (instruction DGS/EA4/2020/177 du 18 décembre 2020 relative à la gestion des risques sanitaires en cas de présence de pesticides et métabolites de pesticides dans les EDCH, à l'exclusion des eaux conditionnées).

L'étude de la pertinence des nombreux métabolites est en cours, et la liste des métabolites jugés pertinents est en constante évolution. On peut citer par exemple le cas des métabolites du S-Métolachlore (ESA et NOA Métolachlore) qui sont récemment repassé de la liste des métabolites pertinents, à la liste des non-pertinents, suite aux avis n° 2021-SA-0070 et 2021-SA-0205 de l'ANSES du 30 septembre 2022. Toutefois la réglementation prévoit que, dans les cas où les molécules mères sont classées comme « Cancérogène et reprotoxique » ou bien « Perturbateur endocrinien », les molécules filles sont systématiquement ajoutées à la liste des métabolites pertinent ; or le potentiel perturbateur endocrinien du S-métolachlore est encore en cours d'évaluation.

Par conséquent, la classification des métabolites ESA et NOA Métolachlore n'est pas figée, et peut être amenée à encore évoluer.

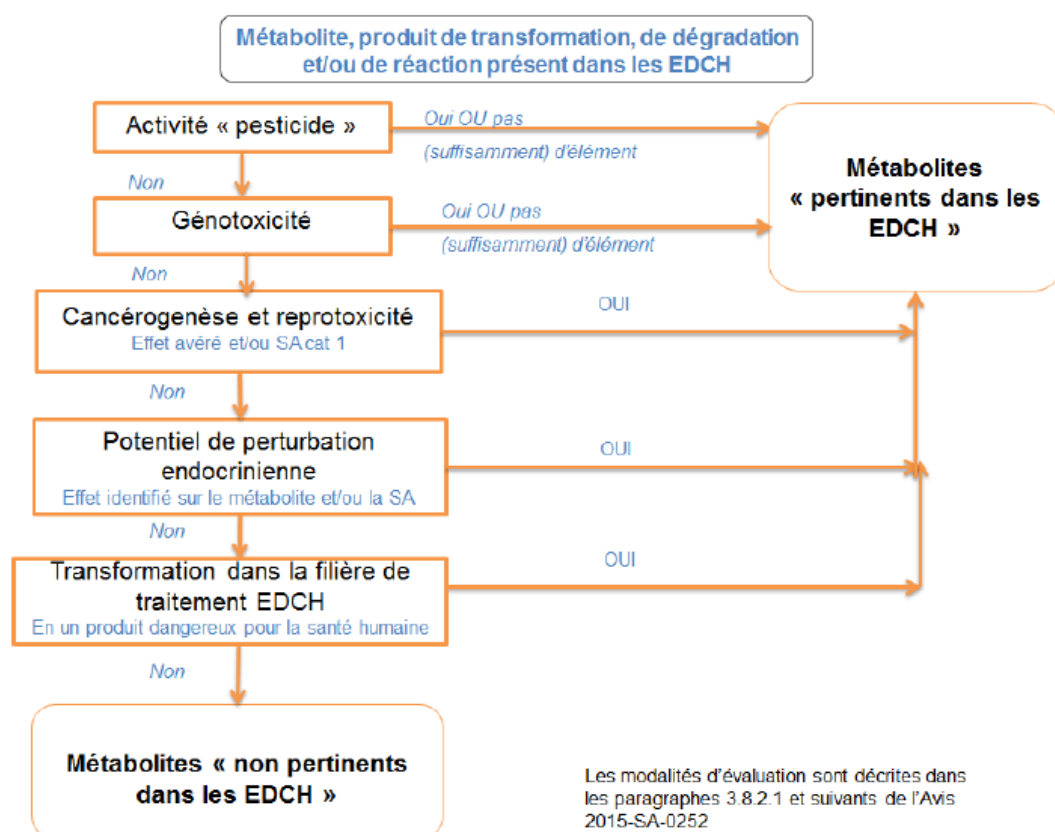


Figure 46 : Modalité d'évaluation de la pertinence - Pesticide et métabolite

L'analyse de la nouvelle ressource met en évidence le dépassement du paramètre Pesticides et Métabolites Pertinents pour les éléments suivant :

- ✓ AMPA : Concentration de 0,14 µg/l en moyenne et 0,16µg/l en pointe.
- ✓ DDT 24" : Concentration de 0,12µg/l en pointe.

- ✓ DDT 44" : Concentration de 0,12 µg/l en pointe.
- ✓ Dichloropropane - 1,2 : Concentration de 0,67 µg/l en moyenne et 0,53 µg/l en pointe.
- ✓ Dichloropropane - 1,3 : Concentration de 0,79 µg/l en moyenne et 0,71 µg/l en pointe.
- ✓ (ESA Métolachlore à des valeurs de concentration de 0,16 µg/l en moyenne et 0,22 µg/l en pointe).

Remarque : Il est à noter que les pesticides AMPA ; DDT''24 ; DDT''44 ; proviennent majoritairement de l'eau apportée par la Saône, quand les pesticides Dichloropropane - 1,2 ; et Dichloropropane - 1,3 ; proviennent majoritairement des forages.

Nitrates

La valeur guide européenne pour le paramètre Nitrates est de 25 mg/l, et de 50 mg/l dans la réglementation française.

La simulation de la qualité des eaux nous donne les résultats suivant :

- ✓ Nitrates : 21,85 mg/l en moyenne et 21,05 mg/l en pointe.

Il est à noter toutefois, que la Saône, en tant qu'eau de surface, est sensible aux effets de variations saisonnières pouvant faire varier la concentration en nitrates des eaux de surface, notamment en période de pluie. De plus on observe de fortes disparités géographiques (valeurs beaucoup plus élevées sur FC par exemple).

Des analyses complémentaires dans les futures conditions d'exploitation, de débit et de période de temps de pompage, seront donc nécessaires, afin de confirmer ces valeurs.

Fer et manganèse

Les limites de référence pour les paramètres fer et manganèse, sont respectivement de 200 µg/l et 50 µg/l.

On constate que les valeurs de la simulation sont inférieures aux références en moyenne et en pointe, avec les résultats suivant :

- ✓ Fer : Concentration de 130,8 µg/l en moyenne et 114,5 µg/l en pointe.
- ✓ Manganèse : 19,3 µg/l en moyenne et 18,8 µg/l en pointe.

Toutefois, en tenant compte des éléments suivants :

- ✓ Il existe de fortes variations régionales sur les paramètres fer et manganèse en fonction de la zone de pompage et de l'état de colmatage de la berge.
- ✓ Les analyses sur les eaux de forage au niveau de la station de Poncey-les-Athées, située en amont du site d'étude montrent des concentrations élevées pouvant atteindre 2484 µg/l en fer et 889 µg/l en manganèse.
- ✓ Les proportions des formes particulières ou dissoutes du fer et du manganèse, nécessaire au choix du traitement de ces paramètres, ne sont pas connues.

Même si les résultats de la simulation, estimés selon nos hypothèses et analyses disponibles sur la zone du futur champ captant, sont inférieurs aux valeurs de référence des eaux destinées à la

consommation humaine, on ne peut conclure définitivement sur la présence en phase exploitation de fer et manganèse à ce stade de l'étude, ni sur les formes dissoutes ou particulières de ces derniers.

Une campagne d'analyses complémentaires à l'endroit de la zone d'étude sera nécessaire, afin de confirmer la nécessité ou non de traiter ces paramètres. L'analyse des formes dissoutes ou particulières de ces paramètres permettra de définir le traitement le mieux adapté le cas échéant.

Matière organique

La réglementation sur la matière organique dissoute total dans les eaux de distribution à destination de la consommation humaine impose une valeur de référence de qualité de **2 mg/l** de carbone organique total (COT) et aucun changement anormal.

La réduction de la concentration de la matière organique est essentielle pour la production d'eau destinée à la consommation humaine. Elle est à l'origine des qualités organoleptiques de l'eau distribuée (couleur, goût, odeur), de son impact sur les différents procédés de traitement des eaux mais aussi sa propension à favoriser le développement bactérien dans les eaux et les réseaux.

De plus, la présence de matière organique dans les eaux peut, entrer en concurrence avec le traitement des pesticides, ou encore générer des Trihalométhanes (THM), qui sont des composés toxiques, en réagissant avec le chlore lors des étapes de désinfection.

L'estimation de la qualité des eaux de mélange sur le paramètre COT indique qu'un traitement sera nécessaire en débit moyen comme en débit de pointe pour respecter la référence de qualité :

✓ COT : Concentration de 2,35 mg(C)/l en moyenne et 3,12 mg(C)/l en pointe.

L'origine principale de cette pollution organique vient de la Saône elle-même avec une valeur maximale pouvant atteindre jusqu'à 5 mg/l de COT.

Toutefois, il est à noter que l'interprétation de ces résultats ne prend pas en compte le phénomène naturel de filtration de la Saône, à travers le substrat du versant, afin d'atteindre les points de pompages des futurs forages. Nous ne pouvons donc pas être sûr de la représentativité des valeurs de COT réel à l'endroit de l'étude, ni d'en caractériser la part dissoute ou particulière, nécessaire au choix et au dimensionnement du traitement le mieux adapté à apporter le cas échéant.

Des analyses complémentaires sur la Tille, la nappe de la Tille en amont des Maillys et la Saône permettront dans un 1er temps d'affiner les simulations du futur mélange d'eau à partir des simulations hydrologiques et le dimensionnement de la filière de traitement. Lorsque les ouvrages de captage définitifs seront réalisés, avant la réalisation de l'usine de traitement, des analyses dans les futures conditions d'exploitation, de débit et de période de temps de pompage, permettront de caractériser ce paramètre de manière certaine et de valider le dimensionnement définitif de la filière de traitement.

Turbidité

La réglementation impose une limite de 1 NFU et une référence de 0,5 NFU sur le paramètre turbidité.

L'estimation de la qualité des eaux de mélange sur le paramètre nous donne les résultats suivant :

✓ Turbidité : 19,38 NFU en moyenne et 27,08 NFU en pointe.

L'origine principale de cette pollution organique vient de la Saône elle-même avec une valeur maximale pouvant atteindre jusqu'à 46 NFU.

En effet, en tant qu'eau de surface, elle est sensible aux effets de variations saisonnières pouvant faire varier fortement les paramètres tels que la turbidité, notamment en période de pluie.

Toutefois, il est à noter que l'interprétation de ces résultats ne prend pas en compte le phénomène naturel de filtration de la Saône, à travers le substrat du versant, afin d'atteindre les points de pompages des futurs forages.

Des analyses complémentaires sur la Tille, la nappe de la Tille en amont des Maillys et la Saône permettront dans un 1er temps d'affiner les simulations du futur mélange d'eau à partir des simulations hydrologiques et le dimensionnement de la filière de traitement. Lorsque les ouvrages de captage définitifs seront réalisés, avant la réalisation de l'usine de traitement, des analyses dans les futures conditions d'exploitation, de débit et de période de temps de pompage, permettront de caractériser ce paramètre de manière certaine et de valider le dimensionnement définitif de la filière de traitement.

E.1.4. Comparaison avec l'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007

L'annexe I de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du Code de la Santé Publique, définit les limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux conditionnées.

Afin de déterminer les paramètres à traiter, il est intéressant d'effectuer une comparaison des valeurs mesurées sur l'eau à traiter avec les normes de qualité relatives à l'eau potable.

Les paramètres de l'eau brute du champ captant des Maillys dépassant les limites ou références de qualité de l'eau traitée, sont récapitulés dans le tableau suivant :

Paramètres	Unité	Moyenne	Pointe	Limite	Référence
		Champ captant des Maillys	Champ captant des Maillys		
ESA Métolachlore*	µg/L	0,16	0,21	0,9	
AMPA	µg/L	0,14	0,16	0,1	
DDT 24"	µg/L	0,08	0,12	0,1	
DDT 44"	µg/L	0,08	0,12	0,1	
Dichloropropane - 1,2	µg/L	0,67	0,53	0,1	
Dichloropropane - 1,3	µg/L	0,79	0,71	0,1	
COT	mg(C)/L	2,35	3,12		2
Turbidité	NFU	19,38	27,08	1	0,5

Figure 47 : Comparaison à l'annexe I - Nouvelle ressource

(*) Nous avons choisi de faire figurer le métabolite ESA Métolachlore malgré le récent changement de réglementation, comme expliqué précédemment dans le mémoire, faisant passer les concentrations observées durant la simulation, en dessous de sa nouvelle valeur limite de 0,9 µg/l.

E.1.5. Comparaison avec l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007

L'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3,

R. 1321-7 et R. 1321-38 du Code de la Santé Publique, définit les limites de qualité **des eaux brutes** de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, fixées pour l'application des dispositions prévues aux articles R. 1321-7 (II), R. 1321-17 et R. 1321-42.

Aucun paramètre ne dépasse les limites définies dans l'annexe II de l'arrêté du 11 janvier 2007.

L'eau brute est donc conforme avec la qualité requise pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.

E.1.6. Paramètres à traiter pour les futures dilutions

En tenant compte des hypothèses énoncées précédemment, nous avons réalisé une simulation de dilution des ressources actuellement en exploitation avec les eaux brutes (non traitées) de la Boucle des Maillys, afin d'identifier les paramètres pour lesquelles, les limites de référence et de qualité ne seraient toujours pas respectées, malgré le phénomène de dilution.

Les résultats de cette simulation sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

E.1.6.1. Fonctionnement Moyen

Les résultats de la simulation de mélange avec les eaux brutes de la Boucle des Maillys, pour un fonctionnement moyen (8500 m³/j pompés aux Maillys) sont présentés dans le tableau ci-dessous :

			Seurre Val de Saône						
			Brazey en plaine	Pays Losnais	Glanon Nord	Glanon Sud	Magny	Pagny	Seurre
Coeff de dilution			3,7	2,2	6,5	20	9,8	1,7	45
ESA métolachlore	µg/L		0,20		0,18	0,20	0,21	0,16	0,25
NOA métolachlore	µg/L					0,04	0,04		0,03
CGA 369873			0,04	0,20	0,06		0,03	0,06	0,02
Bentazone	µg/L			0,10	0,07		0,15		0,05
Metolachlore	µg/L				0,09		0,09		0,07
Diméthénamide	µg/L						0,05		
Flufenacet	µg/L				0,02		0,04		
Flufenacet ESA	µg/L						0,05		
Metazachlore	µg/L						0,04		
Metribuzine	µg/L						0,06		
AMPA	µg/L		0,11	0,10	0,12	0,13	0,13	0,09	0,14
DDT 24"	µg/L		0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,05	0,08
DDT 44"	µg/L		0,07	0,06	0,07	0,08	0,08	0,05	0,08
Dichloropropane - 1,2	µg/L		0,53	0,46	0,58	0,64	0,61	0,42	0,66
Dichloropropane - 1,3	µg/L		0,63	0,55	0,69	0,76	0,72	0,50	0,78
Tot pest	µg/L				0,16	0,11	0,52		0,15
Nitrates	mg/L		24,86	22,21	21,92		21,88	15,35	22,93
Manganèse	µg/L					40,27		186,9*	20,38
Fer	µg/L					279,5*			
COT	Mg(C)/L		2,04	2,30		2,31	2,21	1,77	
Turbidité	NFU					20,03	17,70		

Tableau 18 : Simulation de mélange - Moyenne

(*) Traitement déjà existant du fer et du manganèse sur le ressources de Glanon Sud et de Pagny.

E.1.6.2. Fonctionnement de pointe

Les résultats de la simulation de mélange avec la nouvelle ressource, pour un fonctionnement en pointe sont présentés dans le tableau ci-dessous :

			Seurre Val de Saône						
			Brazey en plaine	Pays Losnais	Glanon Nord	Glanon Sud	Magny	Pagny	Seurre
Coeff de dilution			3,7	2,2	6,5	20	9,8	1,7	45
ESA métolachlore	µg/L	0,24		0,22	0,24	0,25	0,19	0,30	
NOA métolachlore	µg/L				0,03	0,03		0,02	
CGA 369873		0,04	0,20	0,06		0,03	0,06	0,02	
Bentazone	µg/L		0,10	0,08		0,16		0,05	
Metolachlore	µg/L			0,11		0,11		0,09	
Diméthénamide	µg/L					0,05			
Flufenacet	µg/L			0,02		0,04			
Flufenacet ESA	µg/L					0,06			
Metazachlore	µg/L					0,04			
Metribuzine	µg/L					0,06			
AMPA	µg/L	0,12	0,11	0,14	0,15	0,14	0,10	0,15	
DDT 24"	µg/L	0,09	0,08	0,10	0,11	0,11	0,07	0,11	
DDT 44"	µg/L	0,09	0,08	0,10	0,11	0,11	0,07	0,11	
Dichloropropane - 1,2	µg/L	0,42	0,37	0,46	0,51	0,48	0,34	0,52	
Dichloropropane - 1,3	µg/L	0,56	0,49	0,61	0,68	0,64	0,45	0,69	
Tot pest	µg/L			0,14	0,09	0,51		0,13	
Nitrates	mg/L	24,23	21,66	21,23		21,15	14,84	22,14	
Manganèse	µg/L				39,82		186,7*	19,92	
Fer	µg/L				263,9*				
Cot	mg(C)/L	2,60	2,35		3,04	2,91	2,25		
Turbidité	NFU				27,37	24,69			

Tableau 19 : Simulation de mélange - Pointe

(*) Traitement déjà existant du fer et du manganèse sur les ressources de Glanon Sud et de Pagny.

E.1.7. Conclusion sur les paramètres à traiter de la simulation

La réalisation de la simulation de mélange, sans traitement préalable, entre les ressources des syndicats et celle du champ captant de la boucle des Maillys, met en évidence le dépassement, malgré la dilution, des paramètres suivant :

- ✓ Pesticides : Métolachlore ; Bentazone ; AMPA ; Dichloropropane – 1,2 ; Dichloropropane – 1,3 ; Total des pesticides analysés.
- ✓ Carbone Organique Total.
- ✓ Turbidité.
 - A confirmer lors de la campagne d'analyse complémentaire (en raison de la non prise en compte de la filtration naturelle des eaux issues de la Saône dans les analyses disponibles)
- ✓ Fer et manganèse :
 - Déjà traités au niveau des ressources de Glanon Sud et Pagny.

- A confirmer lors de la campagne d'analyse complémentaire (en raison de la disparité géographique indiquée par les analyses de Poncey-les-Athée).

Pour rappel, ces conclusions sont à prendre en compte à la lumière des hypothèses et de leurs limites listées en amont dans ce mémoire, et seront à valider par la réalisation d'une campagne d'analyse complémentaire en lieu et place de la zone d'étude, ainsi que dans les conditions réelles d'exploitation.

Au vu des résultats de cette simulation, nous constatons qu'en l'état actuel, et sans traitement préalable, le phénomène de dilution apporté par la nouvelle ressource **n'est pas suffisant afin d'atteindre les critères qualités, uniquement par mélange des ressources.**

Afin de garantir une eau diluée conforme aux exigences de qualité des eaux potables, les eaux brutes issues du champ captant de la boucle des Maillys devront être traitées. La filière de traitement envisagée est décrite dans le chapitre suivant.

E.1.8. Campagne d'analyses complémentaire

Une campagne d'analyses complémentaire, en lieu et place ainsi que dans les conditions de débit de prélèvement d'exploitation sera nécessaire afin de valider les différentes hypothèses prises dans cette étude. Il sera notamment nécessaire de :

- ✓ Confirmer la nécessité ou non de traiter la turbidité (effet filtrant de la part du versant sur la qualité des eaux en en provenance de la Saône non pris en compte dans les analyses disponibles actuellement),
- ✓ Confirmer la nécessité ou non de traiter le fer et le manganèse (disparité géographique marquée selon les analyses disponibles) et, le cas échéant, caractériser leur forme dissoute ou particulaire ainsi que les conditions du milieu permettant un éventuel traitement biologique,
- ✓ Vérifier l'impact des effets saisonnier notamment sur les paramètres nitrates, pesticides, matière en suspension (MES), carbone organique total et dissous (COT/COD) (analyses disponibles insuffisantes),
- ✓ Caractérisation de la matière organique pour estimer l'impact sur le traitement des pesticides notamment,
- ✓ Vérifier ou exclure la présence de parasites dans les eaux de surface en provenance de la Saône, afin d'identifier les procédés de désinfection les mieux adaptés.

E.2. FILIERE DE TRAITEMENT

E.2.1. Procédés envisageables

E.2.1.1. Traitement des pesticides et métabolites

Adsorption sur charbon actif

Le rendement d'élimination des pesticides et de leurs métabolites par adsorption sur charbon actif dépend du type de charbon utilisé (origine, mode d'activation, porosité, répartition micro/macropores, granulométrie) et du temps de contact ou taux de traitement appliqué et du temps de contact dans le réacteur le cas échéant.

L'efficacité de l'adsorption est fonction du type de composés : plus le log Kow est élevé, le poids moléculaire élevé et la solubilité faible, plus l'adsorption est efficace.

On observe par exemple que le métabolite ESA Métolachlore est moins facilement adsorbable que sa molécule mère, le Métolachlore.

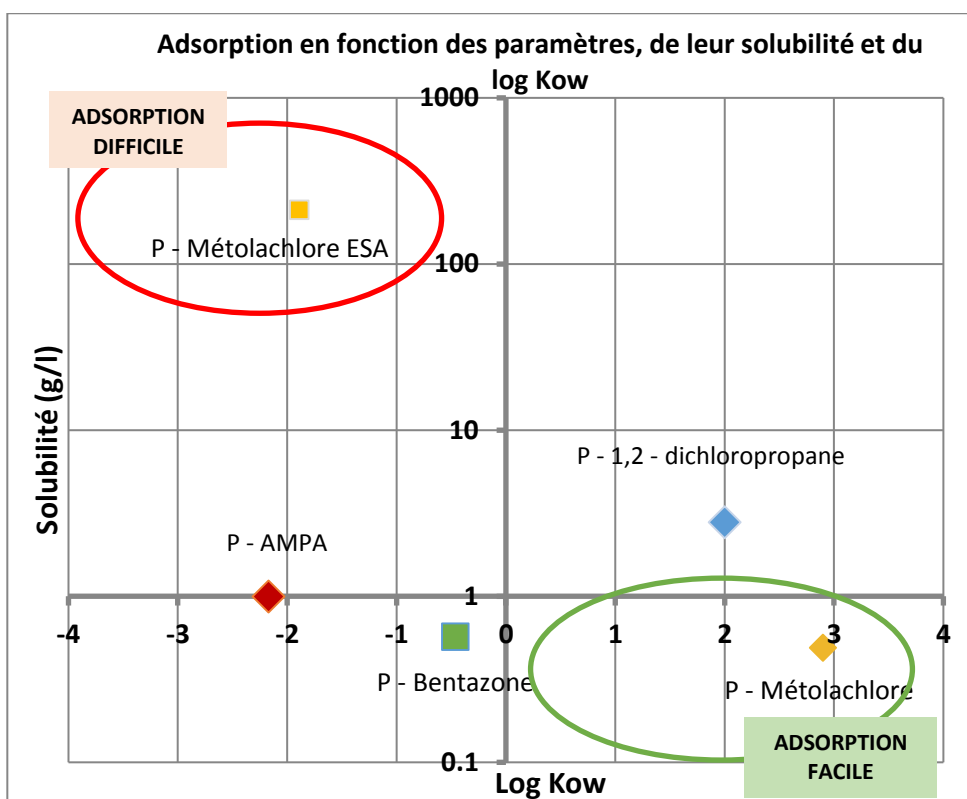


Figure 48 : Rapport de solubilité sur le log Kow des pesticides

Il est à noter que l'adsorption sur charbon actif des pesticides rentrera en compétition avec l'adsorption de la matière organique, ce qui pourra avoir pour conséquence de limiter la durée de vie d'un charbon actif en grains (et impliquera donc une fréquence élevée de renouvellement du charbon) ou d'augmenter la dose de charbon actif en poudre ou micrograins nécessaire.

Les analyses ont montré que la présence de matière organique dans les eaux brutes, notamment dans la nouvelle ressource où la concentration en COT peut atteindre 2 mg(C)/l en moyenne et 2,60 mg(C)/l en pointe.

Ce paramètre sera pris en compte lors du choix et du dimensionnement du traitement des pesticides.

La réalisation de la campagne d'analyses complémentaires recommandée plus haut dans le mémoire, permettra de confirmer la caractérisation des eaux à traiter concernant ces paramètres et ainsi choisir la meilleure mise en œuvre du procédé de charbon sur la filière, présenté dans ce qui suit.

Adsorption sur charbon actif en grains (CAG) mis en œuvre dans un filtre

Ce procédé, **simple d'exploitation**, permet un traitement continu des pesticides. Il consiste à faire passer l'eau brute à travers un filtre composé de charbon actif en grain. Il est toutefois dépendant du taux de saturation du charbon. Une fois ce dernier saturé, il laisse passer les pesticides.

Il est donc nécessaire de remplacer régulièrement le charbon, qui peut être régénéré ce qui limite le coût.

Compte-tenu de la présence de **molécules** moyennement ou peu adsorbables sur charbon (notamment l'ESA métolachlore), **la durée de vie du CAG varie avec la proportion de carbone dissous et le type de charbon actif**. En effet, la présence de matière organique dissoute dans les eaux brutes aura pour conséquence de **venir concurrencer l'adsorption des pesticides et métabolites, et réduire la durée de vie des charbons en saturant ces derniers**.

En conséquence, cela peut impliquer des régénérations et changements de charbon plus fréquents et donc une **augmentation des coûts d'exploitation**.

On note que cette solution **ne permet pas la même adaptabilité** aux éventuelles évolutions de la qualité de la ressource et/ou de la réglementation qu'une solution à base de charbon actif en poudre ou en micrograin (voir § suivants).

Adsorption sur charbon actif en poudre (CAP) mis en œuvre dans un décanteur

Ce procédé n'est envisagé qu'en cas d'utilisation très ponctuelle (évacuation de CAP non entièrement saturé et production importante de boues).

Le traitement des pesticides devant être réalisé en continu, **ce procédé de traitement n'est pas retenu** car il n'utilise pas les performances réelles d'un produit (le charbon) dont le coût est élevé.

Adsorption sur charbon actif en poudre (CAP) mis en œuvre dans un « réacteur à charbon »

Ce procédé met en œuvre un réacteur charbon en poudre seul ou en amont d'un ouvrage de décantation, **il permet d'ajuster les doses de charbon injectées à la qualité de l'eau brute et de disposer d'une importante concentration de charbon dans le réacteur** (utilisation optimisée du charbon). Le charbon est dosé avec un coagulant et un floculant.

Les boues produites seront chargées en CAP (production de quantités importantes), la masse de charbon contient le charbon et les MES entrantes auxquelles s'ajoutent les hydroxydes produits par le dosage du coagulant. Le CAP est injecté dans une bêche agitée combinée à un décanteur et à une recirculation du CAP dans la bêche agitée. Ce procédé est particulièrement adapté en cas de ressource turbide. **Ce type de procédé doit être suivi d'une filtration pour retenir les fuites ou fines de charbon et garantir une turbidité de 0,5 NFU en sortie de traitement.**

Les analyses des eaux brutes disponibles actuellement ne nous ont pas permis de conclure sur la turbidité de ces eaux. La pertinence de la mise en place d'un tel procédé, impliquant un étage de décantation et la génération de boues de CAP, devra être évaluée au regard de la turbidité de la ressource (campagne d'analyse préconisée).

Adsorption sur charbon actif en micrograins (CAμG) en lit expansé ou fluidisé

Ce procédé permet d'obtenir une **concentration en charbon actif dans le lit encore plus élevée** qu'avec un réacteur CAP. Dans le cas de l'utilisation de **CAμG**, **il n'implique que peu ou pas de production de boues** car le charbon actif est égoutté et peut éventuellement être régénéré. L'emprise d'un tel procédé est inférieure à celle d'un réacteur CAP.

De plus, le **CAμG ne crée aucune condition ATEX** contrairement au CAP.

Ce type de procédé doit être suivi d'une filtration pour retenir les fuites ou fines de charbon et garantir une turbidité de 0,5 NFU en sortie de traitement.

Nanofiltration ou Osmose Inverse Basse Pression

Ce procédé de rétention des composés de l'eau par passage au travers d'une membrane semi-perméable **permet de traiter plusieurs problèmes de front pour l'affinage de la qualité de l'eau** (pesticides, dureté, parasites, etc.) et **d'anticiper sur l'évolution de la réglementation** (micropolluants...).

Cependant cette technologie présente de nombreux inconvénients :

- Nécessité d'un prétraitement en amont pour éviter le colmatage trop rapide des membranes.
- Pertes en eau importante (15 à 20 %).
- Rejets chargés (concentrats, lavages chimiques, séquestrant...) à traiter avant rejet.
- Procédé coûteux en énergie.
- Peu de fournisseurs disposent d'un agrément eau potable.

Cette solution est écartée à ce stade dans la mesure où

- Dans un contexte de raréfaction de la ressource à long terme, ce procédé engendre des pertes élevées et implique un probable rejet de ces eaux sales concentrées en micropolluants au milieu naturel.
- Cette solution présente des coûts d'investissement beaucoup plus élevés que les procédés cités précédemment.

A ce stade de l'étude et au vu des analyses disponibles, nous préconisons la mise en place d'un traitement de la matière organique et des pesticides par adsorption sur charbon actif micrograins mis en œuvre dans un réacteur à lit fluidisé. Ce procédé permet en effet une bonne adaptabilité aux pollutions et permet de s'affranchir d'une gestion de boues de charbon en poudre. Ce procédé doit être suivi d'une étape de filtration sur sable.

E.2.1.2. Traitement du fer, manganèse et turbidité

L'étude de la qualité des eaux brutes n'a pas permis de conclure définitivement sur la nécessité ou non de traiter le fer, le manganèse et la turbidité. Une campagne d'analyses complémentaires a été préconisée dans ce sens. Le paragraphe ci-dessous décrit les traitements envisageables pour ces paramètres, le cas échéant.

Il existe différentes méthodes permettant de traiter la présence de fer et de manganèse dans les eaux brutes.

Si ces éléments se trouvent sous forme particulaire, une simple filtration sur sable permettra de les retenir. S'ils se trouvent sous forme dissoute, leur élimination consiste alors à les oxyder pour les rendre insoluble puis à filtrer les précipités formés.

Le choix du procédé d'oxydation de ces éléments dépend de leur concentration ainsi que des conditions de pH, potentiel d'oxydo-réduction, de température des eaux.

Traitement du fer

Une oxydation du fer dissous par simple aération permet de précipiter les oxydes de fer qui viennent ensuite être piégés dans un filtre à sable.

Traitement du manganèse

L'élimination du manganèse dissous comprend deux opérations, l'oxydation de Mn^{2+} en Mn^{4+} insoluble, puis la rétention des précipités formés. Le manganèse, sous forme complexée ou libre, a la propriété d'être soluble jusqu'à des valeurs élevées de pH et de potentiel d'oxydoréduction.

Le traitement du manganèse peut principalement être réalisé de trois manières :

- ✓ **Par voie biologique** : Le principe de la démanganisation biologique est de développer, au sein même du matériau filtrant, une biomasse dont le métabolisme des bactéries repose sur

l'oxydation du manganèse. Les conditions de développement de ces bactéries sont liées essentiellement à la température (optimum entre 10 et 15°C), à la teneur en oxygène dissous, au pH et au potentiel d'oxydoréduction (EH) de l'eau. Une phase d'ensemencement préalable est toujours nécessaire à la mise en route (jusqu'à 6-8 semaines).

✓ **Par voie physico-chimique** : Le principe de la démanganisation physico-chimique est d'oxyder les ions Mn^{2+} en oxydes insolubles, puis de retenir ces oxydes sur un filtre à sable. Trois réactifs peuvent être utilisés pour précipiter ces éléments : le dioxyde de chlore (peu utilisé car la réaction est relativement lente), l'ozone (procédé relativement coûteux) ou le permanganate de potassium (risque d'eau « rose » en cas de surdosage).

✓ **Par voie catalytique** : Dans certaines conditions (pH, potentiel redox, oxygène dissous), la précipitation du manganèse est due à un effet catalytique provoqué par MnO_2 . Ainsi, l'utilisation d'un sable préalablement « manganisé » (totalement ou en partie) permet de réaliser en une seule étape l'oxydation des ions dissous et la rétention des oxydes formés. Cette réaction s'accompagne d'une consommation progressive de matériau qui doit faire l'objet d'une régénération (ajout de permanganate) ou d'un remplacement.

Traitement de la turbidité

Les traitements évoqués plus haut impliquent une filtration sur sable qui permettra également de traiter la turbidité, le cas échéant.

A ce stade de l'étude et au vu des analyses disponibles, nous préconisons la mise en place d'un filtre à sable qui permettra de retenir à la fois la turbidité des eaux et les fines de charbon actif mais aussi le fer et le manganèse s'ils sont présent sous forme particulaire.

Si d'aventure, la campagne d'analyses complémentaires révèle des formes dissoutes de fer et de manganèse, l'ajout d'une aération pour le traitement du fer, et la mise en place d'un sable manganisé pourront être envisagés.

E.2.1.3. Désinfection

Une désinfection est nécessaire, afin de répondre aux exigences de qualité des eaux à destination de la consommation humaine.

Chlore

Pour ce type de ressource, le traitement est habituellement une chloration en fin de filière par dosage de chlore sous forme gazeux ou d'eau de javel.

Pour une désinfection optimale, il est préconisé l'injection du désinfectant dans une **bâche de désinfection dédiée chicanée** pour assurer un mélange suffisant et éviter toute zone morte. Le **temps de contact de cette bâche doit être fixe (pas de marnage)** et suffisant pour garantir un CT suffisant en rapport avec les résiduels de chlore généralement mis en œuvre. Le « CT » est le produit du résiduel de chlore en sortie de la bâche de contact (en mg/l) par le temps de contact t10 (temps au bout duquel 10% du fluide est sorti de la cuve de contact). Le t10 peut être calculé à partir de l'efficacité hydraulique de la cuve. Le CT nécessaire à une bonne désinfection dépend de l'objectif de désinfection (log d'abattement des virus et parasites) qui aura été défini dans un premier temps, mais varie également en fonction de la température.

Ultraviolets

Les eaux de la Saône sont des eaux superficielles, qui contrairement aux eaux de forages, sont plus fortement exposées aux contaminations parasitaires, résistantes au chlore.

La campagne d'analyses complémentaires recommandée permettra de caractériser la présence ou non de parasite de type *Cryptosporidium* et *Giardia* dans les eaux brutes du champ captant et de conclure sur le besoin d'ajouter un traitement de désinfection par Ultraviolet.

E.2.1.4. Eaux sales

Le charbon actif en micro-grains (ou grains le cas échéant) usagé sera égoutté et envoyé en régénération.

Les eaux sales générées par les différentes étapes de traitement sont les suivantes, selon les procédés retenus :

- ✓ Égouttures du charbon,
- ✓ Eaux de lavage des filtres (CAG et/ou sable et/ou MnO₂) et premières eaux filtrées après lavage.

À ce stade de l'étude, nous faisons l'hypothèse d'un rejet régulé des eaux sales générées directement dans la Saône à l'aval des puits Sud.

Toutefois, il est à noter, qu'une **étude complémentaire d'incidence sur le milieu récepteur** devra être réalisée afin de déterminer la nécessité d'un dossier de déclaration, voire d'un traitement de ces eaux sales avant rejet.

E.2.2. Schéma de filière

La solution envisagée à ce niveau de l'étude est la filière suivante :

- ✓ Mélange des eaux de la partie Nord et de la partie Sud du champ captant dans une bache tampon.
- ✓ Réacteur à lit fluidisé de charbon actif micrograins :
 - Adsorption des pesticides et métabolites et de la matière organique (COT).
- ✓ Aération :
 - Oxydation du fer dissous (le cas échéant).
- ✓ Filtre à sable + couche éventuelle d'oxyde de manganèse :
 - Oxydation du manganèse dissous et filtration des oxydes de fer/manganèse (le cas échéant)
 - Filtration de la turbidité ainsi que les fines/pertes de charbon actif en provenance du réacteur à lit fluidisé.
- ✓ Désinfection :
 - Chlore (gazeux ou javel)
 - Ultraviolet (élimination des parasites le cas échéant).
- ✓ Eaux sales :
 - Rejet direct en Saône (à confirmer lors des études).

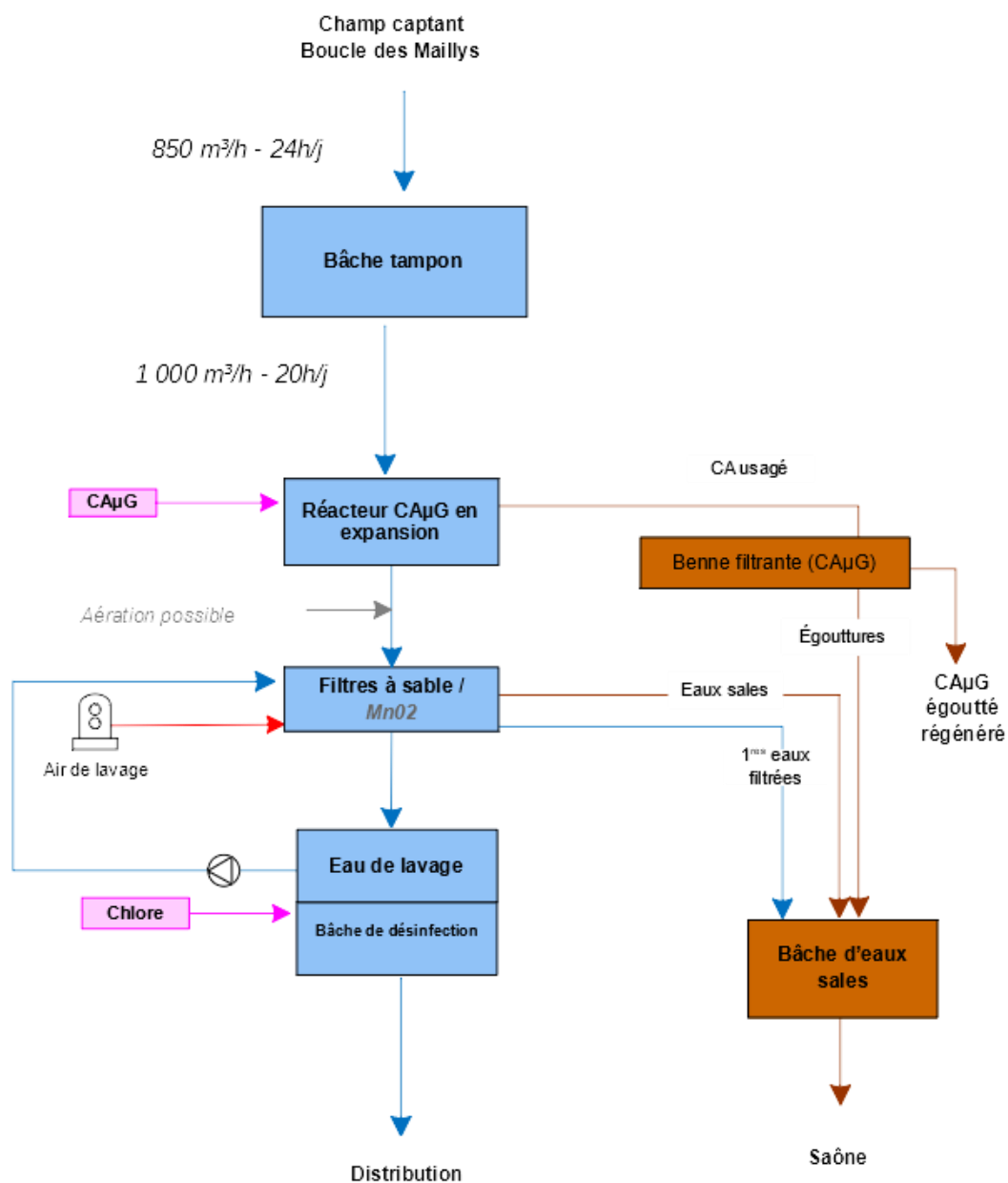


Figure 49 : Schéma de filière proposée

E.2.3. Paramètres de dimensionnement

Les critères de dimensionnement principaux sont les suivants :

- ✓ **Le débit horaire d'alimentation** : Le dimensionnement est basé sur un débit horaire d'eau brute pompée en provenance du **champ captant, de 850 m³/h** sur 10h/j en fonctionnement moyen et 24h/j en fonctionnement de pointe.
- ✓ **Usine de traitement** : Le dimensionnement demandé par le Maître d'Ouvrage est une capacité maximale de traitement de 1 000 m³/h d'eau brute sur 20h, soit un **débit journalier maximal d'eau brute de 20 000 m³/j**.

Paramètres de dimensionnement	
Bâche tampon	Prélèvement de la ressource de 850 m ³ /h sur 24h (Nord : 250 m ³ /h et Sud : 600 m ³ /h) Capacité de traitement l'usine de 1000 m ³ /h d'eau brute sur 20h
Lit fluidisé/expansion à CAμG	CAμG, Dose : à affiner avec campagne de mesure Tc : 5 à 20 min Vitesse filtration : 5 à 20 m/h
Aération	<i>Si présence de Fer dissous caractérisé</i>
Filtration sur sable + couche de sable manganisé	Vitesse filtration (N-1) : 8 m/h <i>Si présence de manganèse dissous caractérisé</i> Tc : 3 à 5 min, pH : > 7,2
Réserve d'eau de lavage des filtres Bâche eaux sales	Stockage de 2 lavages
Désinfection chlore UV	CT : 15 mg/l/min <i>Si présence de contamination parasitaire caractérisé</i> Dose biodosimétrique 40 mJ/cm ²

Tableau 20 : Paramètres de dimensionnement de la filière

E.3. CHIFFRAGE

Les coûts d'investissement et d'exploitation de la filière estimée à ce stade, sont présentés dans les parties suivantes :

E.3.1. Investissement

Le tableau suivant présente l'estimation des coûts d'investissement, pour une capacité de traitement de **1000 m³/h** d'eau brute.

Etudes et Plans	2 300 000 € HT
Génie Civil (bâche tampon, bâche eau traitée et station de pompage comprise)	8 630 000 € HT
Equipements	4 600 000 € HT
<i>Réserve 15% pour MOE, CT, SPS, investigations complémentaires, dossiers réglementaires</i>	2 200 000 € HT
TOTAL	17 830 000 € HT

Tableau 21 : Chiffrage - Investissement

E.3.2. Exploitation

Le tableau ci-dessous, reprend les prix d'exploitation de la nouvelle usine, en prenant en compte les réactifs, la consommation électrique, la main d'œuvre, la part d'entretien et de renouvellement des équipements. Ils sont calculés pour le traitement de 8 500 m³/j d'eaux brutes en moyenne, sur une période de 365j/an soit 3 102 500 m³/an. Ce volume moyen sera actualisé en phase 2 selon les évolutions de volumes demandés et techniques.

Réactifs	117 000 € HT
Evacuation boues	0 € HT
Consommation électrique	36 000 € HT
Main d'œuvre	45 000 € HT
Entretien et Renouvellement	110 000 € HT
TOTAL	308 000 € HT / an
	10 c€ HT / m³

Tableau 22 : Chiffrage – Exploitation

A noter que les analyses réglementaires qui seront demandées par les autorités sanitaires ne sont pas comprises dans cette estimation.

F. DIMENSIONNEMENT DES INFRASTRUCTURES D'ADDUCTION

La carte ci-dessous présente le tracé projeté des réseaux des branches Nord et Sud.



Figure 50 : Présentation des réseaux projetés : Branche Nord et Sud

F.1. BRANCHE NORD

La branche Nord se compose elle-même de deux branches : la branche Nord-Est et la branche Nord-Ouest.

F.1.1. Branche Nord-Est

F.1.1.1. Tracés

Sur le territoire de la Branche Nord Est, 3 points de raccordements avec un débit maximal souhaité ont été identifiés (§B.4). Ils sont rappelés ci-dessous.

Tableau 23 : Synthèse des rencontres avec les collectivités

Collectivité	Ville	Point de raccordement	Débit de maximum souhaité
CAP Val de Saône	Auxonne	Réservoir de Granges	1300 m3/j
CAP Val de Saône	Soissons-sur-Nacey	Réservoir de Soissons-sur-Nacey	200 m3/j
SI Saône Ognon Vingeanne	Pontailier-sur-Saône	Amont de la station de traitement de Pontailier-sur-Saône	1500 m3/j

À l'heure actuelle (2022), aucune infrastructure ne permet le transfert de l'eau du champ captant de la Boucle des Maillys jusqu'à ces points de dessertes : une nouvelle infrastructure va devoir être créée.

Pour limiter les coûts du projet, une optimisation du tracé de cette nouvelle infrastructure est nécessaire. Les critères suivants ont été utilisés :

- Passage sous domaine public majoritairement, sauf si le passage en domaine privé permet de diminuer le linéaire de canalisation
- Préférer les passages sous voies communales ou chemins
- Limiter le passage dans les centres villes
- Chercher une alternative aux travaux contraignants : traversées rivières, voies ferrées, ...

Plusieurs scénarios de tracés ont été étudiés, le tracé présenté ci-dessous est l'aboutissement de ces optimisations, il comprend :

- 29,7 km de canalisations
- 3 branches de dessertes

Un plan plus détaillé au format A0 est également disponible en Annexe 02

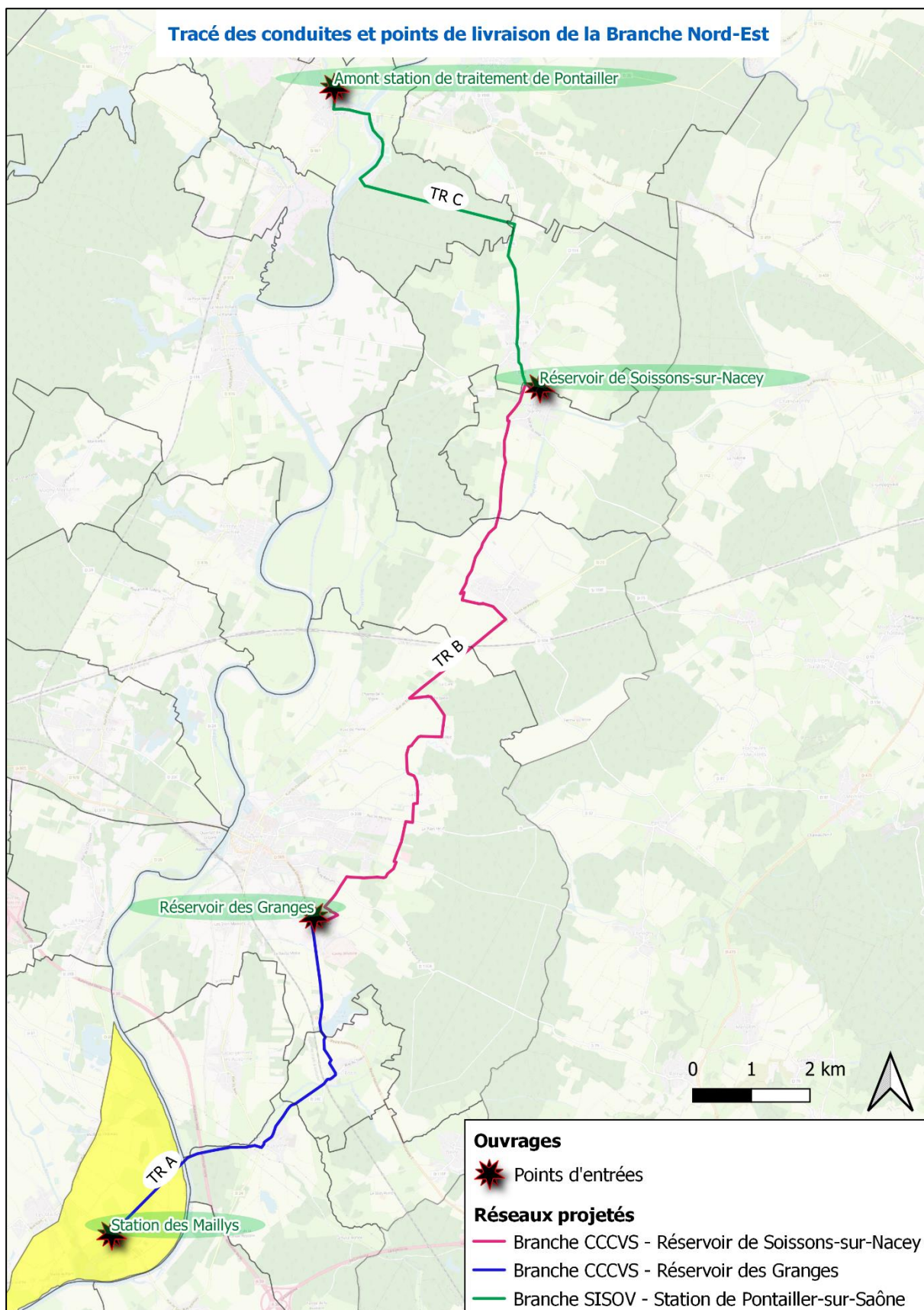


Figure 51 : Tracé de raccordement optimisé de la branche Nord Est

F.1.1.2. Dimensionnement des conduites

Durant la phase de pré-étude, les collectivités ont exprimé leurs besoins journaliers maximum vis-à-vis de la boucle des Mailllys (§B.3).

À partir de ce débit maximum, les conduites de la nouvelle infrastructure ont été dimensionnées, avec les hypothèses suivantes :

- Débit dimensionnant calculé pour un temps de fonctionnement des pompes de 20h/24h en pointe
- Vitesses dans les conduites : 0,5m /s
- Rugosité : 0,5mm
- Viscosité dynamique de l'eau $1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Point de desserte	Tronçon	Longueur du tronçon	Débit tronçon	DN (mm)	Vitesse d'écoulement	PDC / km	PDC du tronçon
Réservoir des Granges	Tronçon A	7.90 km	150 m ³ /h	300	0.59 m/s	1.32 m/km	10.43 m
Réservoir de Soissons sur Nacey	Tronçon B	13.88 km	85 m ³ /h	200	0.75 m/s	3.56 m/km	49.41 m
Station de Pontailler	Tronçon C	7.96 km	75 m ³ /h	200	0.66 m/s	2.72 m/km	21.65 m

Tableau 24 : Dimensionnement des conduites de dessertes – Branche Nord Est

La canalisation au départ de la Boucle des Maillys est en DN 300mm pour finir en DN 200 à la station de Pontailler-sur-Saône.

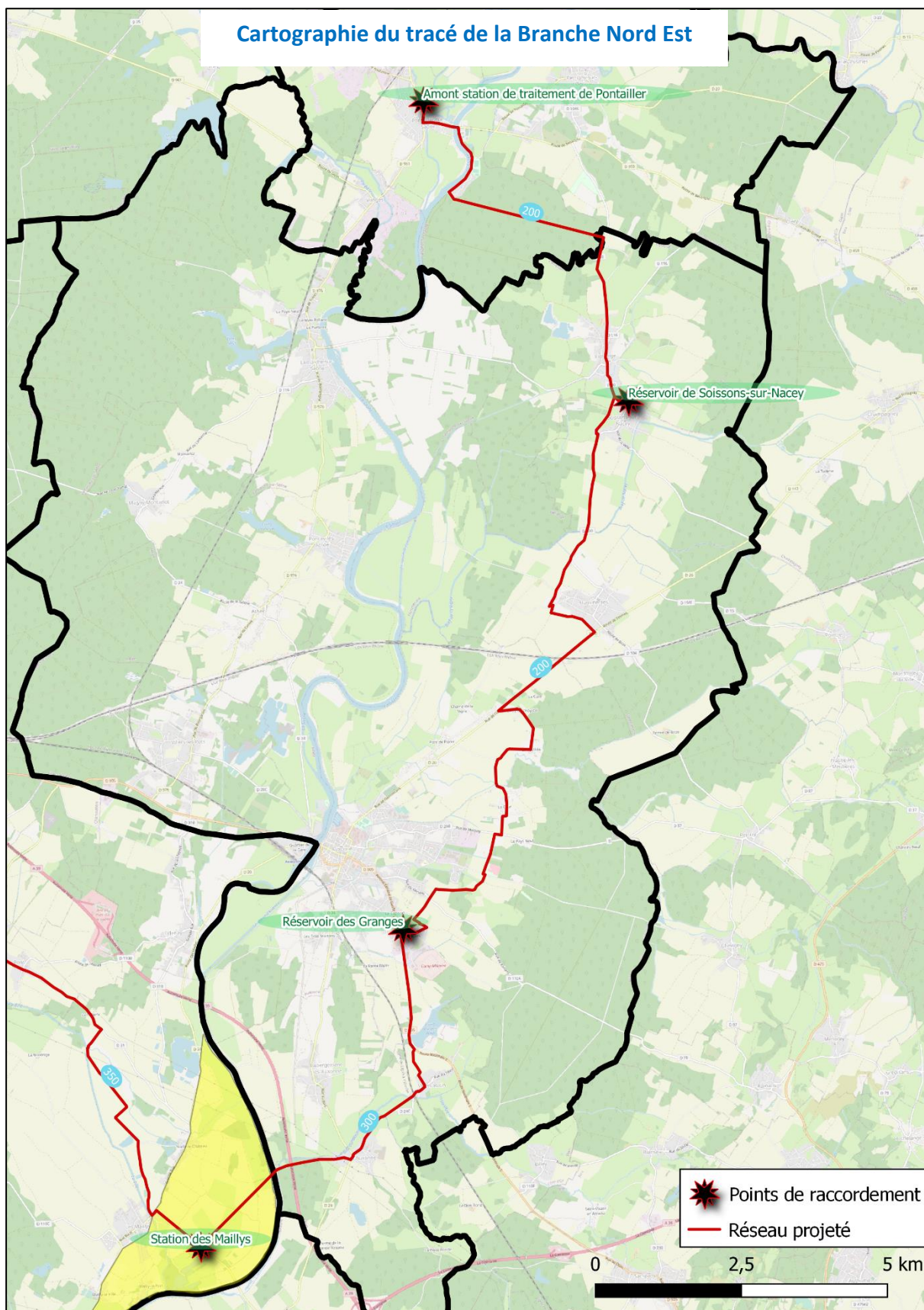
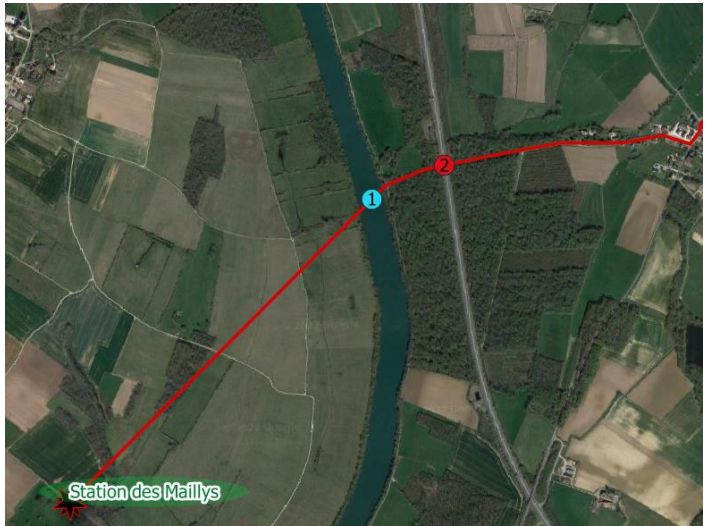
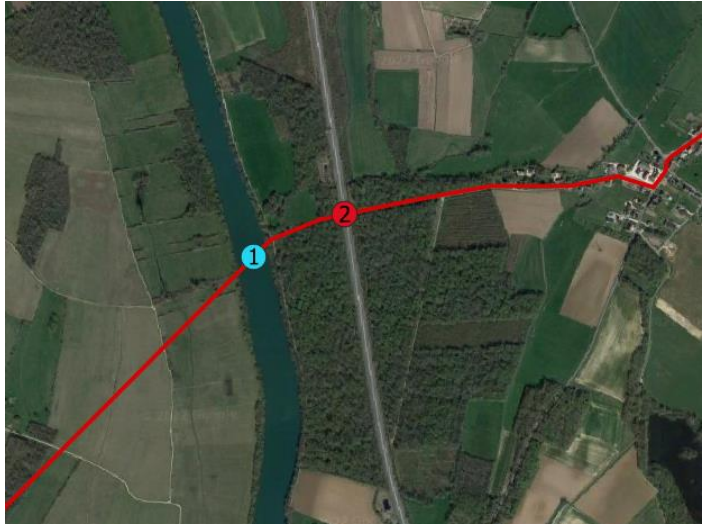
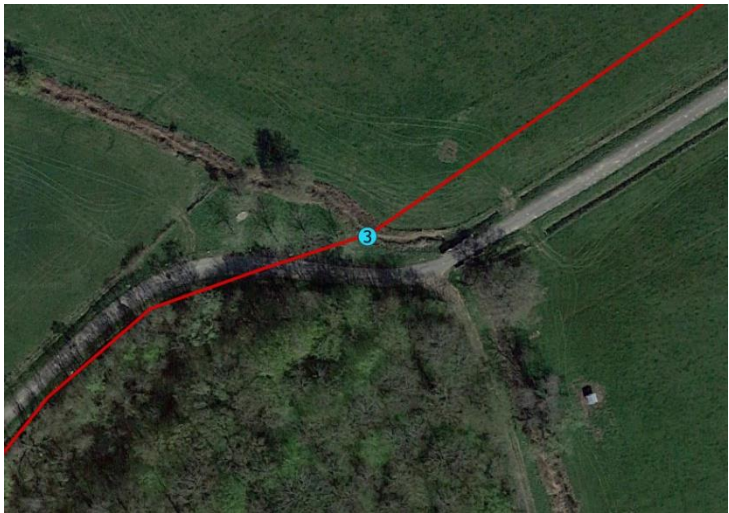
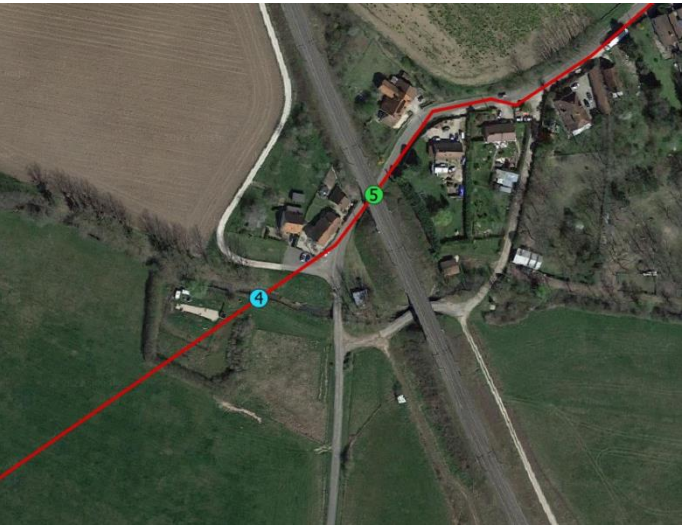


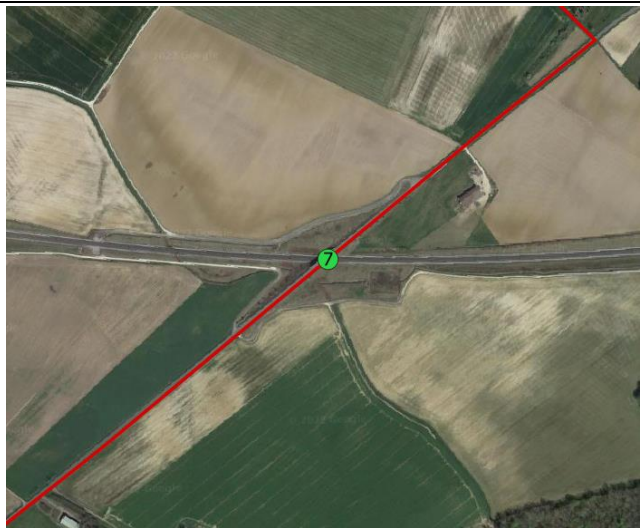
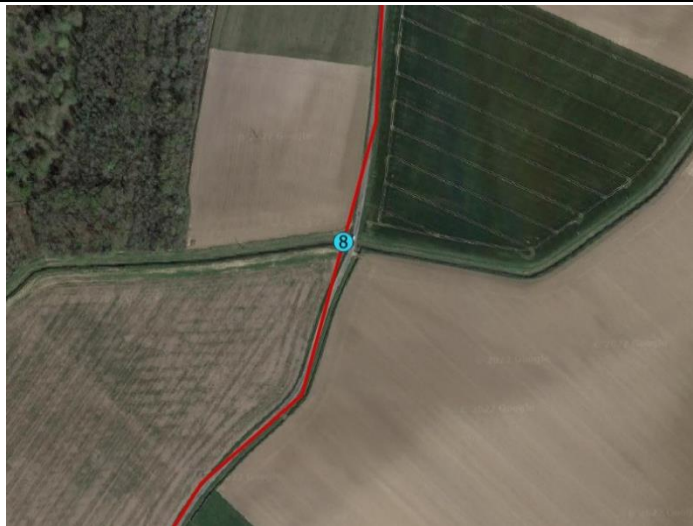
Figure 52 : Diamètres des différents tronçons du tracé – Branche Nord Est.

F.1.1.3. Traversées particulières

Plusieurs contraintes ponctuelles qui engendreront des travaux spéciaux ont été identifiées.

Traversée particulière	DN	Détail	Commune	Photo aérienne	Street View
1	DN 300	Traversée de la Saône	Les Maillys		
2	DN 300	Traversée de l'Autoroute verte	Flagey-lès-Auxonne		
3	DN 300	Traversée du Bief Bazerolle	Flagey-lès-Auxonne		

4	DN 300	Traversée de la Vèze	Villiers-Rotin		
5	DN 300	Traversée de la voie ferrée : ligne Dijon - Vallorbe	Villiers-Rotin		
6	DN 200	Traversée du ruisseau de la Brizotte	Auxonne		

7	DN 200	Traversée de la voie ferrée : ligne LGV Rhin Rhône	Flammerans		
8	DN 200	Traversée du Bief de Nacey	Flammerans		
9	DN 200	Traversée du Bief de Murey	Vielverge		

10	DN 200	Traversée de la Saône	Pontailleur-sur-Saône		
11	DN 200	Traversée de la Saône	Pontailleur-sur-Saône		

Tableau 25 : Contraintes ponctuelles – Branche Nord Est

F.1.1.4. Profil en long et étages de pression,

Le profil en long du tracé complet est le suivant, il a été établi à partir de la base de données MNT de l'IGN 2021 (dalles 5x5m).

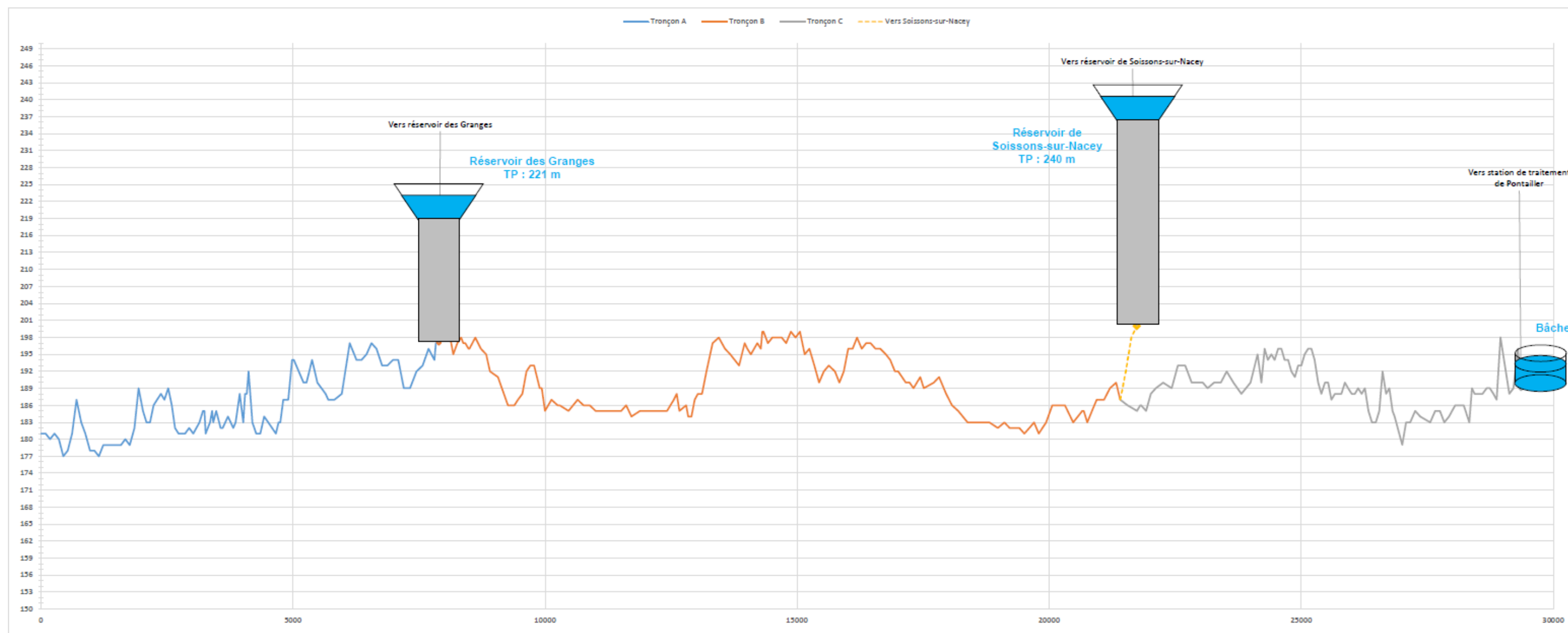


Figure 53 : Profil en long de la Branche Nord Est

À la lecture du profil en long, 3 étages de pression se détachent :

- **Etage bache** : Dans la plaine entre la Boucle des Maillys et la bache au pied du réservoir des Granges ;
- **Etage Les Granges** : Entre la bache au pied du réservoir des Granges ;
- **Etage Pontailier** : Entre la bache au pied du réservoir des Granges et la station de traitement de Pontailier-sur-Saône.

F.1.1.5. Synoptique simplifié

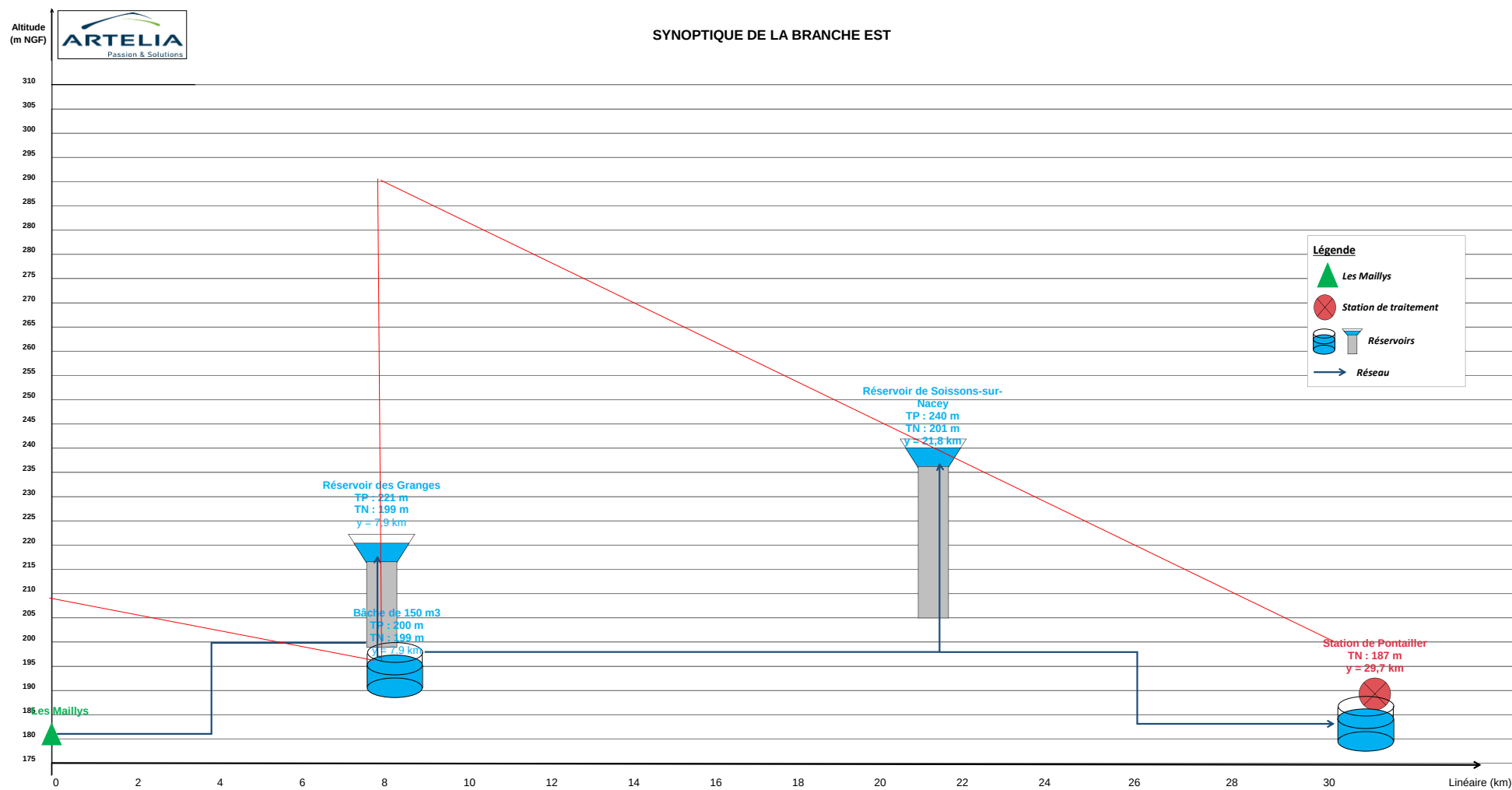


Figure 54 : Synoptique de la Branche Nord Est

F.1.1.6. Stations de pompage

Une station de pompage principale sera implantée proche de l'usine de traitement sur la Boucle des Maillys.

En couplant les altitudes des points de dessertes et les pertes de charges calculées dans le dimensionnement, les HMT de pompes nécessaires pour alimenter chaque point de desserte sont calculées.

Collectivité	PDC Conduite	H géométrique	HMT totale jusqu'à chaque point de livraison
CAP Val de Saône - bêche Les Granges	10 m	19 m	29 m
CAP Val de Saône - Les Granges	10 m	41 m	51 m
CAP Val de Saône - Soissons-sur-Nacey	49 m	60 m	109 m
SI Saône Ognon Vingeanne	22 m	7 m	29 m

Tableau 26 : HMT nécessaire pour alimenter les dessertes depuis la Boucle des Maillys

Le point de desserte nécessitant la HMT la plus élevée est celui de la CAP Val de Saône – Soissons-sur-Nacey.

Au vu de ces HMT et du profil en long, 3 étages de pression ont été définis. Une station de reprise sera créée en supplément de la station de pompage principale. La station de pompage principale alimentera l'étage bêche (bêche située au pied du réservoir des Granges) et la station de reprise alimentera via 2 adductions distinctes les étages Les Granges et Pontailler.

Les HMT nécessaires à l'alimentation de chaque étage sont les suivantes :

Etage	PDC Conduite	H géométrique	HMT totale jusqu'à chaque point de livraison
Etage bêche	10.4 m	19 m	29 m
Etage Les Granges	0.5 m	24 m	24 m
Etage Soissons - Pontailler	49.4 m	43 m	92 m

Tableau 27 : HMT des différents étages de pressions

Le dimensionnement des différents groupes de pompes est le suivant :

À ce stade de l'étude, on considère 1+1 pompe pour le dimensionnement. Des optimisations pourront être proposées dans les études futures.

Variable	Station de pompage principale	Station de reprise	
Etage	Etage bache	Etage Les Granges	Etage Soissons - Pontailler
Cote Aspiration	180.00 m	197.00 m	197.00 m
Cote Refoulement	199.00 m	220.95 m	240.00 m
PDC Régulières	9.93 m	0.50 m	47.06 m
PDC Singulières	0.50 m	0.02 m	2.35 m
HMT	29.43 m	24.47 m	92.41 m
Débit	150 m3/h	65 m3/h	85 m3/h
Réserve Moteur *	15.00%	15.00%	15.00%
Rendement pompe	75.00%	75.00%	75.00%
Rendement moteur	95.40%	95.40%	95.40%
Puissance eau montée	12 kW	4 kW	21 kW
Puissance absorbée pompe	16 kW	6 kW	29 kW
Puissance moteur	18 kW	7 kW	33 kW
Puissance absorbée totale	17 kW	6 kW	30 kW

	Station de pompage principale	Station de reprise	
	Etage bache	Etage Les Granges	Etage Soissons - Pontailler
Puissance station de pompage	17 kW	6 kW	30 kW

Tableau 28 : Dimensionnement des groupes de pompes

*La réserve moteur est la marge prise par rapport à la puissance absorbée totale pour le dimensionnement du moteur. Cette marge est notamment nécessaire au démarrage de la pompe.

Ces caractéristiques permettent de tracer les lignes piézométriques de cette nouvelle infrastructure et d'en déduire la classe de pression des canalisations à utiliser.



Figure 55 : Profil en long de la Branche Nord Est avec lignes piézométriques

En observant les enveloppes piézométriques, on remarque que les différents étages ne sont pas soumis aux mêmes contraintes de pression :

- ✓ Etage bâche :
 - Pmax = 31m,
 - PN 10 recommandé
- ✓ Etage Les Granges :
 - Pmax = 24m
 - PN 10 recommandé
- ✓ Etage Pontailier :
 - Pmax = 103 m
 - PN 16 recommandé

F.1.1.7. Bâches de reprise

Pour assurer le bon fonctionnement des installations, une bâche tampon permettant d'assurer 2h de pompage en fonctionnement de pointe sera ajoutée au niveau des stations de reprises.

Pour la station de pompage principale une bâche de 2000 m³ sera nécessaire : 340 m³/h sur la Branche Nord et 531 m³/h sur la Branche Sud en jour de pointe.

Pour la station de reprise une bâche de 150 m³ sera nécessaire sur la branche Nord-Est au niveau du réservoir de Soisson sur Nacey : débit total de 85 m³/h en jour de pointe.

F.1.1.8. Établissement des volumes techniques

Pour respecter les critères de qualité de l'eau dans des conduites d'adduction le critère retenu en concertation avec le CD21 est d'assurer un temps de séjour dans le système de transfert inférieur à 72h en tous points. En effet, le temps de rémanence du chlore est de 48 heures, auquel s'ajoute une tolérance de 24h.

Le tableau suivant indique la durée de transit de l'eau de la boucle des Maillys jusqu'à chaque point de desserte en fonction du volume technique.

Collectivité	Volume technique	Temps de séjour associé
CAP Val de Saône - Les Granges	390 m3	14,9 h
CAP Val de Saône - Soissons-sur-Nacey	60 m3	42,5 h
SI Saône Ognon Vingeanne	450 m3	55,8 h

Tableau 29 : Temps de séjour de l'eau aux points de la branche Nord Est

Pour respecter le critère de qualité, chaque collectivité devra acheter un volume minimum journalier à minima égal à ce volume technique.

F.1.1.9. Régulations

Pour faire fonctionner cette nouvelle infrastructure, deux types de régulation seront mises en place :

- ✓ Les pompes de la boucle des Maillys seront asservies au niveau de la bâche de la station de reprise ;
- ✓ Les pompes de l'étage Les Granges seront asservies au niveau du réservoir des Granges ;
- ✓ Les pompes de l'étage Pontailier seront asservies aux niveaux du réservoir de Soissons-sur-Nacey et de la bâche de la station de Pontailier-sur-Saône ;
- ✓ La régulation au niveau des points de desserte va différer selon les collectivités :

Collectivité	Raccordement	Régulateur
CAP Val de Saône - Les Granges	Château d'eau	Non
CAP Val de Saône - Soissons-sur-Nacey	Château d'eau	Non
SI Saône Ognon Vingeanne	Station	Stabilisateur Amont

Tableau 30 : Régulation aux points de desserte de la Branche Nord-Ouest

F.1.1.10. Chiffrage

Une synthèse du chiffrage des travaux sur la Branche Nord Est, basée sur les hypothèses et résultats présentés ci-dessus est le suivant :

Sous Total Canalisations	9 331 550,00 €
Sous Total Ouvrages	448 750,00 €
Sous Total Equipements	250 000,00 €
Sous Total Forfait Etudes Maitrise d'œuvre et aléas	1 003 030,00 €
Total Général	11 033 330,00 €

Le chiffrage détaillé est présenté en Annexe 03

F.1.2. Branche Nord-Ouest

F.1.2.1. Tracés

Sur le territoire de la Branche Nord-Ouest, 5 points de raccordements avec un débit maximal souhaité ont été identifiés (§B.4). Ils sont rappelés ci-dessous.

Tableau 31 : Synthèse des rencontres avec les collectivités

Collectivité	Ville	Point de raccordement	Débit de maximum souhaité
SINOTIV'Eau	Champdôtre	Réservoir de Champdôtre	1100 m ³ /j
SINOTIV'Eau	Genlis	Réservoir de Genlis	1200 m ³ /j
SINOTIV'Eau	Arc-sur-Tille	Réservoir d'Arc-sur-Tille	400 m ³ /j
SIAEP Varois et Chaignot	Orgeux	Réservoir de Varois et Chaignot et Orgeux	600 m ³ /j
SEA Clénay Saint Julien	Norges-la-Ville	Bâche d'alimentation du SEA de Clénay Saint Julien	500 m ³ /j

À l'heure actuelle (2022), aucune infrastructure ne permet le transfert de l'eau du champ captant de la Boucle des Maillys jusqu'à ces points de dessertes : une nouvelle infrastructure va devoir être créée.

Pour limiter les coûts du projet, une optimisation du tracé de cette nouvelle infrastructure est nécessaire. Les critères suivants ont été utilisés :

- Passage sous domaine public majoritairement, sauf si le passage en domaine privé permet de diminuer le linéaire de canalisation
- Préférer les passages sous voies communales ou chemins
- Limiter le passage dans les centres villes
- Chercher une alternative aux travaux contraignants : traversées rivières, voies ferrées,

Plusieurs scénarios de tracés ont été étudiés, le tracé présenté ci-dessous est l'aboutissement de ces optimisations, il comprend :

- 48,5 km de canalisations
- 5 branches de dessertes

Un plan plus détaillé au format A0 est également disponible en Annexe 02.

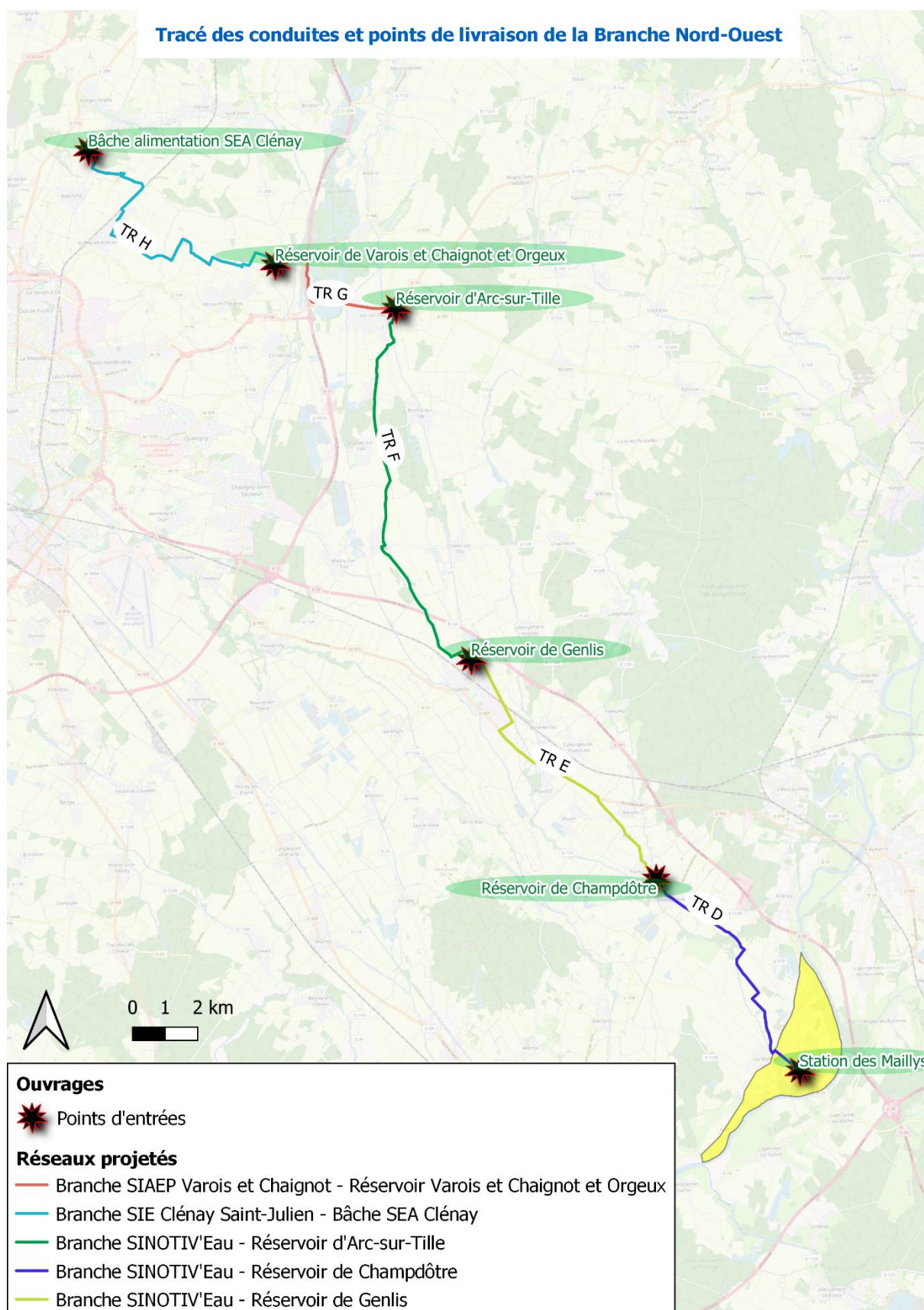


Figure 56 : Tracé de raccordement optimisé de la branche Nord-Ouest

F.1.2.2. Dimensionnement des conduites

Durant la phase de pré-étude, les collectivités ont exprimé leurs besoins journaliers maximum vis-à-vis de la boucle des Mailllys (§B.3).

À partir de ce débit maximum, les conduites de la nouvelle infrastructure ont été dimensionnées, avec les hypothèses suivantes :

- Débit dimensionnant calculé pour un temps de fonctionnement des pompes de 20h/24h en pointe
- Vitesses dans les conduites : 0,5m /s
- Rugosité : 0,5mm
- Viscosité dynamique de l'eau $1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Point de desserte	Tronçon	Longueur du tronçon	Débit tronçon	DN (mm)	Vitesse d'écoulement	PDC / km	PDC du tronçon
Réservoir de Champdôtre	Tronçon D	8.68 km	190 m ³ /h	350	0.54 m/s	1.00 m/km	8.68 m
Réservoir de Genlis	Tronçon E	10.18 km	135 m ³ /h	300	0.52 m/s	1.20 m/km	12.22 m
Réservoir d'Arc-sur-Tille	Tronçon F	13.12 km	75 m ³ /h	200	0.65 m/s	3.00 m/km	39.35 m
Réservoir d'Orgeux	Tronçon G	5.46 km	55 m ³ /h	200	0.48 m/s	1.50 m/km	8.19 m
Bâche alimentation SEA Clénay	Tronçon H	11.80 km	25 m ³ /h	150	0.40 m/s	1.50 m/km	17.70 m

Tableau 32 : Dimensionnement des conduites de dessertes – Branche Nord-Ouest

La canalisation au départ de la Boucle des Maillys est en DN 350mm, puis en DN 300 mm et DN 200 mm, pour finir en DN 150 à la bâche d'alimentation du SEA de Clénay-Saint-Julien.

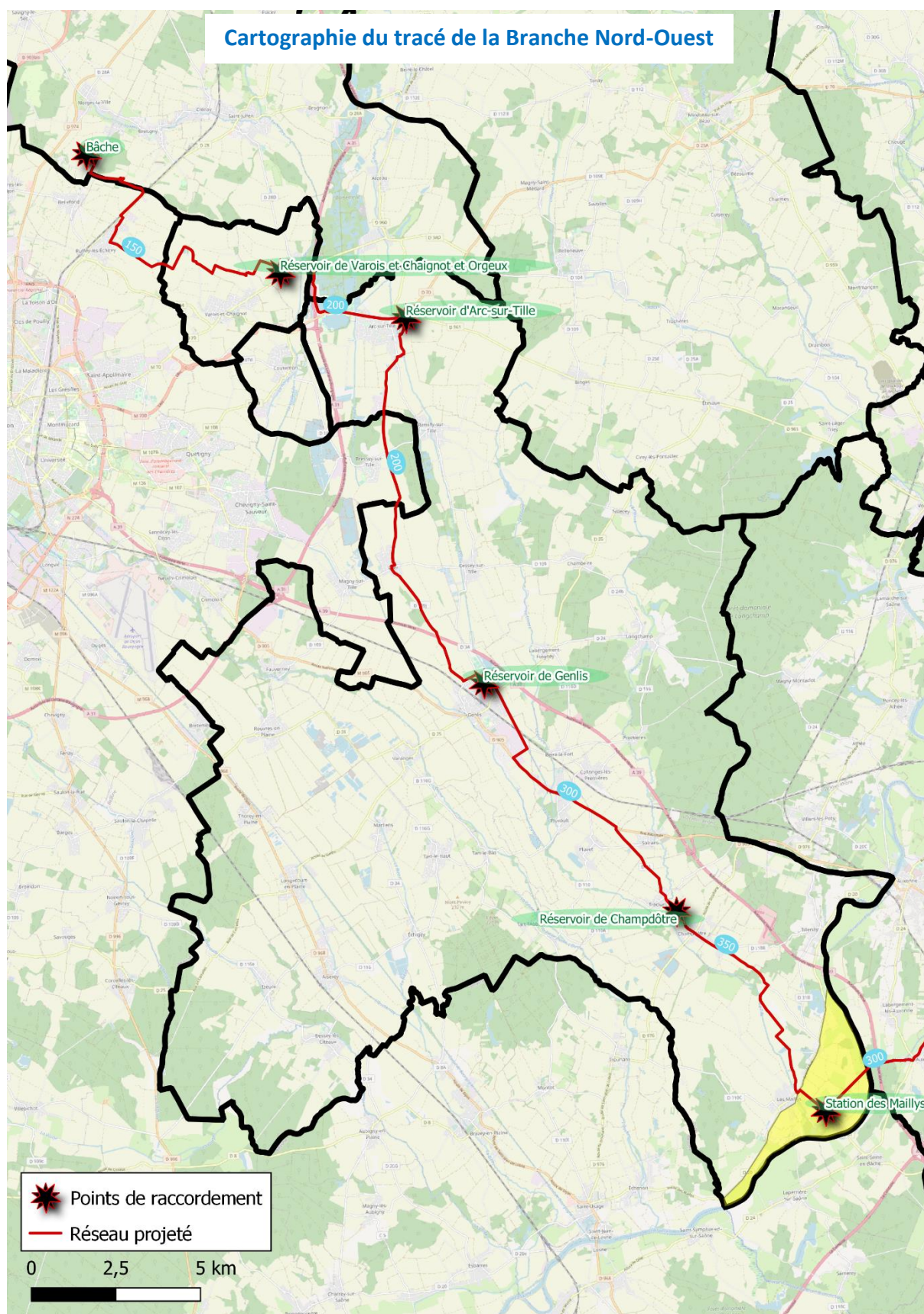
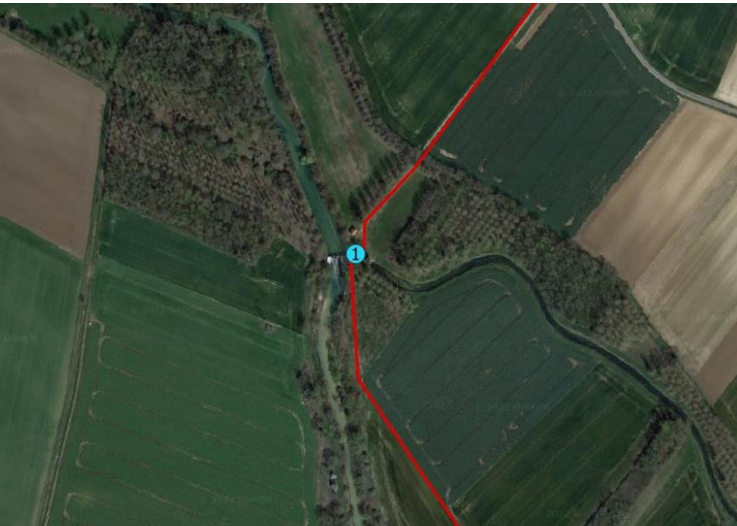
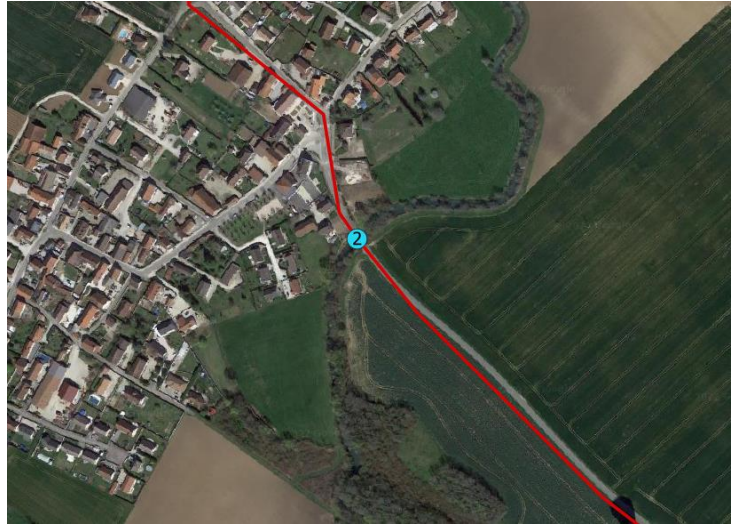
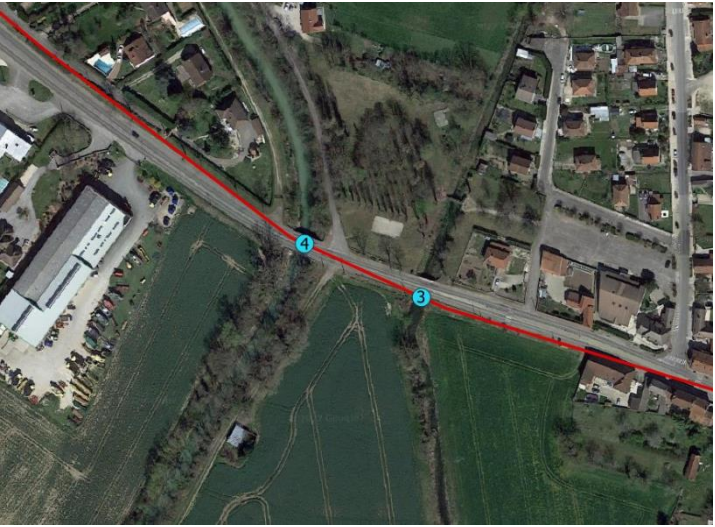


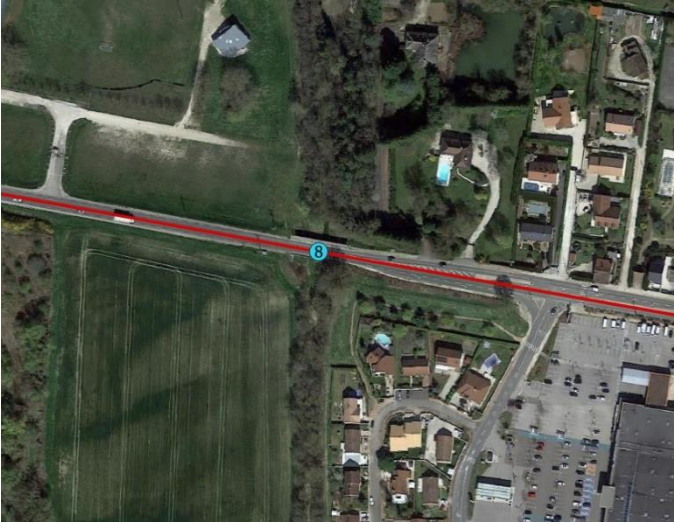
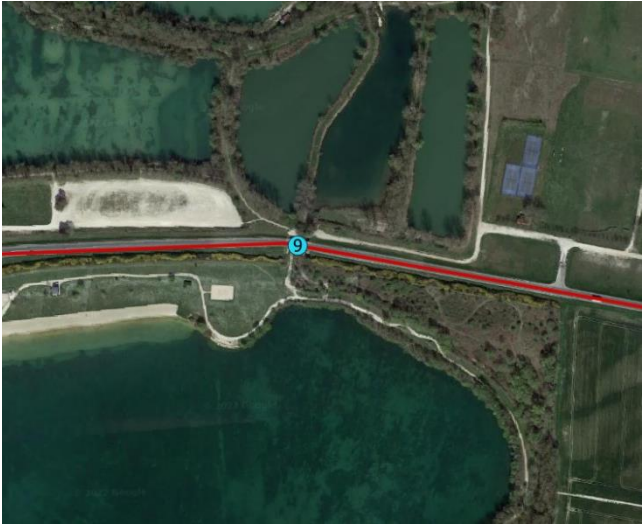
Figure 57 : Diamètres des différents tronçons du tracé – Branche Nord-Ouest.

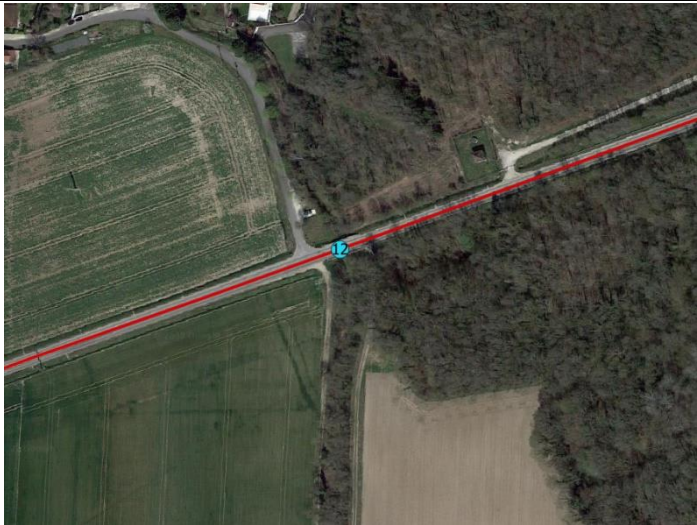
F.1.2.3. Traversées particulières

Plusieurs contraintes ponctuelles qui engendreront des travaux spéciaux ont été identifiées.

Traversée particulière	DN	Détail	Commune	Photo aérienne	Street View
1	350	Traversée d'un cours d'eau	Les Maillys		Non accessible
2	300	Traversée de l'Arnisson	Champdôtre		
3	300	Traversée du Crosne	Longeault-Pluvault		

4	300	Traversée de la Tille	Longeault-Pluvault		
5	300	Traversée de la voie ferrée : ligne Dijon - Vallorbe	Genlis		
6	200	Traversée de l'Autoroute verte	Genlis		

7	200	Traversée de la Tille	Arc-sur-Tille		
8	200	Traversée du Gourmerault	Arc-sur-Tille		
9	200	Traversée de la Rivière Neuve	Arc-sur-Tille		

10	200	Traversée de l'Autoroute Lorraine-Bourgogne	Orgeux		
11	200	Traversée d'un cours d'eau	Orgeux		
12	200	Traversée de la Norges	Orgeux		

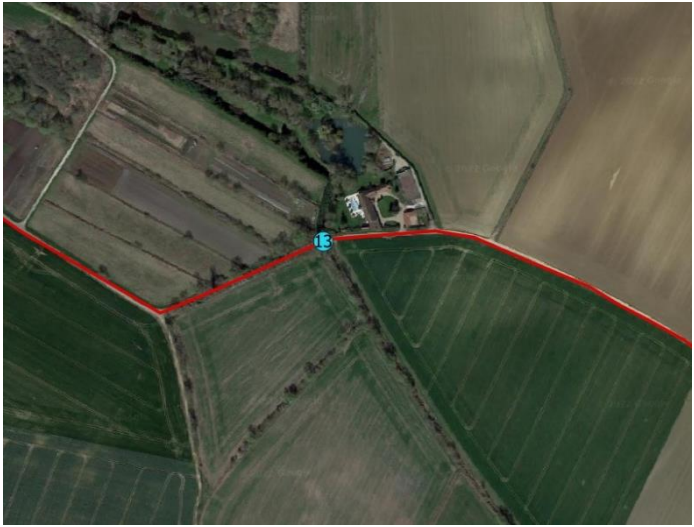
13	150	Traversée du ruisseau de Bas-Mont	Ruffey-lès-Echirey		
14	150	Traversée de la voie ferrée : ligne Dijon - Is-sur-Tille	Ruffey-lès-Echirey		

Tableau 33 : Contraintes ponctuelles – Branche Nord-Ouest

F.1.2.4. Profil en long et étages de pression,

Le profil en long du tracé complet est le suivant, il a été établi à partir de la base de données MNT de l'IGN 2021 (dalles 5x5m).

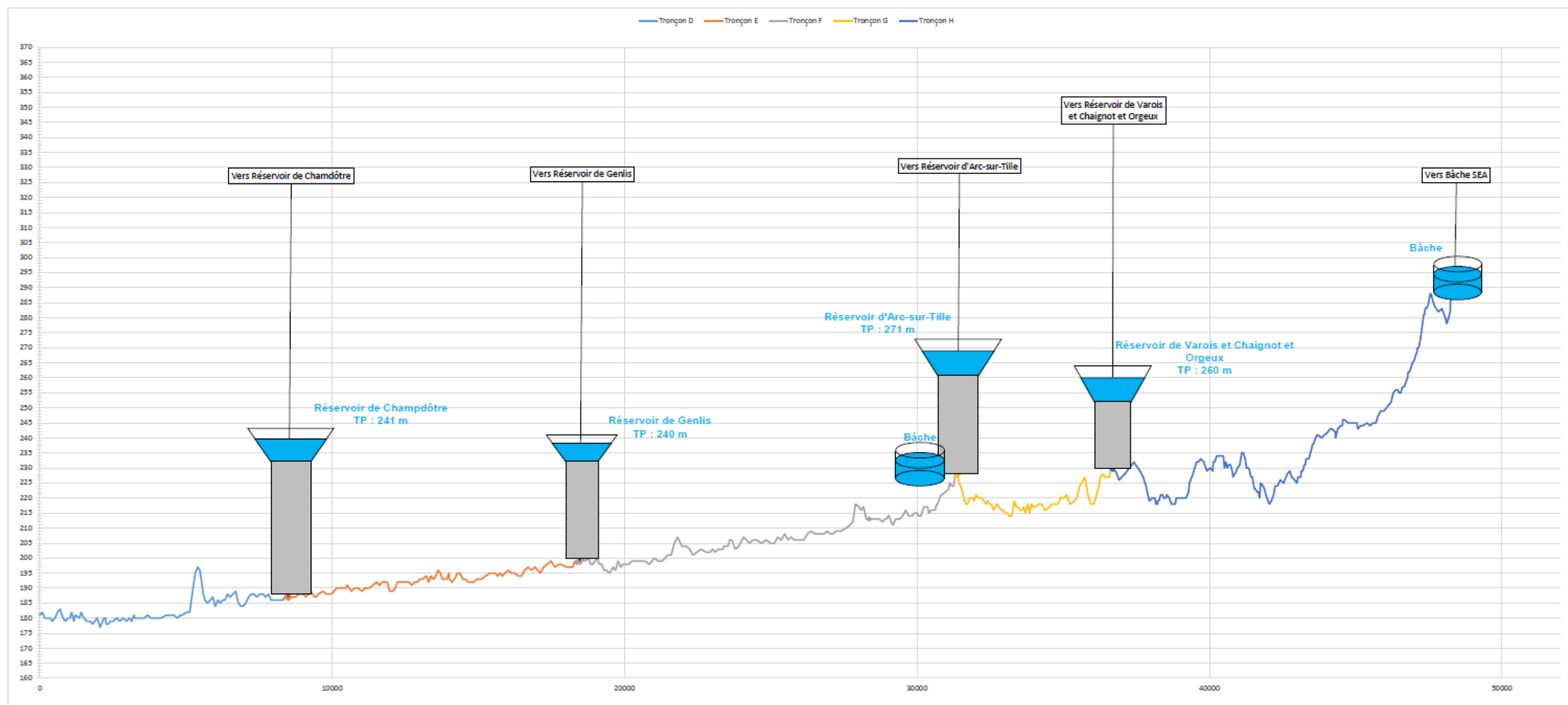


Figure 58 : Profil en long de la Branche Nord-Ouest

A la lecture du profil en long, 3 étages de pression se détachent :

- **Etage Bâche Arc-sur-Tille** : Dans la plaine entre la Boucle des Maillys et la bache au pied du réservoir d'Arc-sur-Tille ;
- **Etage Arc-sur-Tille** : Entre la bache au pied du réservoir des d'Arc-sur-Tille et le réservoir d'Arc-sur-Tille ;
- **Etage Bâche SEA Clénay** : Entre la bache au pied du réservoir d'Arc-sur-Tille et la bache d'alimentation du SEA de Clénay-Saint-Julien.

F.1.2.5. Synoptique simplifié

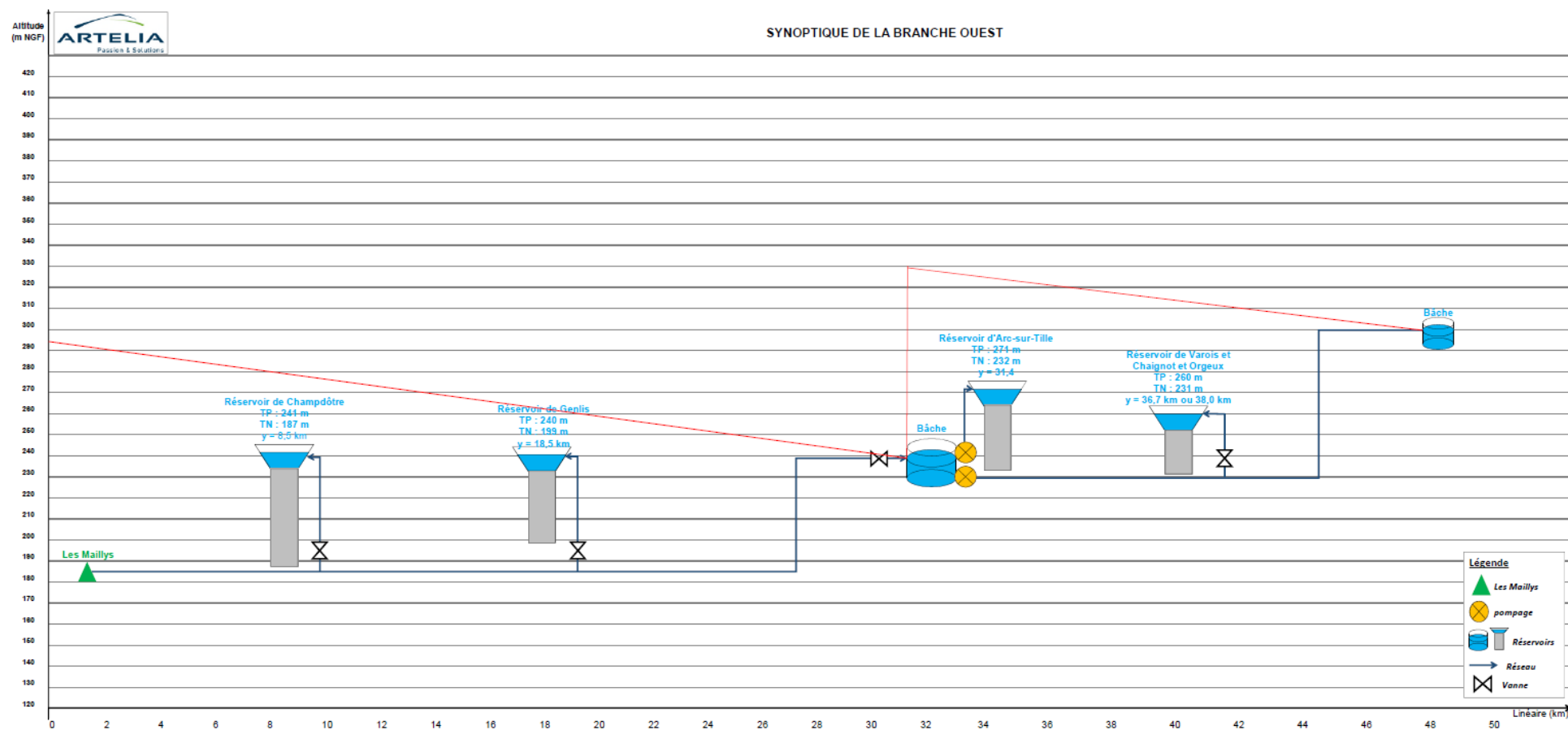


Figure 59 : Synoptique de la Branche Nord-Ouest

F.1.2.6. Stations de pompage

Une station de pompage principale sera implantée proche de l'usine de traitement sur la Boucle des Maillys.

En couplant les altitudes des points de dessertes et les pertes de charges calculées dans le dimensionnement, les HMT de pompes nécessaires pour alimenter chaque point de desserte sont calculées.

Collectivité	PDC Conduite	H géométrique	HMT totale jusqu'à chaque point de livraison
SINOTIV'Eau - Champdôtre	9 m	61 m	70 m
SINOTIV'Eau - Genlis	12 m	60 m	72 m
SINOTIV'Eau - bâche d'Arc-sur-Tille	39 m	50 m	89 m
SINOTIV'Eau - Arc-sur-Tille	39 m	91 m	130 m
SIAEP Varois et Chaignot	8 m	79 m	87 m
SEA Clénay Saint Julien	18 m	115 m	133 m

Tableau 34 : HMT nécessaire pour alimenter les dessertes depuis la Boucle des Maillys

Le point de desserte nécessitant la HMT la plus élevée est celui du SEA Clénay Saint Julien.

Au vu de ces HMT et du profil en long, 3 étages de pression ont été définis. Une station de reprise sera créée en supplément de la station de pompage principale. La station de pompage principale alimentera l'étage bâche Arc-sur-Tille et la station de reprise alimentera via 2 adductions distinctes les étages Arc-sur-Tille et bâche SEA Clénay.

Les HMT nécessaires à l'alimentation de chaque étage sont les suivantes :

Etage	PDC Conduite	H géométrique	HMT totale jusqu'à chaque point de livraison
Etage bâche Arc-sur-Tille	60.2 m	50 m	110 m
Etage Arc-sur-Tille	0.2 m	41 m	41 m
Etage bâche SEA Clénay	25.9 m	65 m	91 m

Tableau 35 : HMT des différents étages de pressions

Le dimensionnement des différents groupes de pompes est le suivant :

À ce stade de l'étude, on considère 1+1 pompe pour le dimensionnement. Des optimisations pourront être proposées dans les études futures.

Variable	Station de pompage principale	Station de reprise	
Etage	Etage bache	Etage Arc-sur-Tille	Etage bache SEA
Cote Aspiration	180.00 m	230.00 m	230.00 m
Cote Refoulement	230.00 m	271.00 m	295.00 m
PDC Régulières	60.25 m	0.15 m	25.90 m
PDC Singulières	3.01 m	0.01 m	1.29 m
HMT	113.26 m	41.16 m	92.19 m
Débit	190 m3/h	20 m3/h	55 m3/h
Réserve Moteur	15.00%	15.00%	15.00%
Rendement pompe	75.00%	75.00%	75.00%
Rendement moteur	95.40%	95.40%	95.40%
Puissance eau montée	59 kW	2 kW	14 kW
Puissance absorbée pompe	78 kW	3 kW	18 kW
Puissance moteur	90 kW	3 kW	21 kW
Puissance absorbée totale	82 kW	3 kW	19 kW
	Station de pompage principale	Station de reprise	
	Etage bache	Etage Arc-sur-Tille	Etage bache SEA
Puissance station de pompage	82 kW	3 kW	19 kW

Tableau 36 : Dimensionnement des groupes de pompes

Ces caractéristiques permettent de tracer les lignes piézométriques de cette nouvelle infrastructure et d'en déduire la classe de pression des canalisations à utiliser.

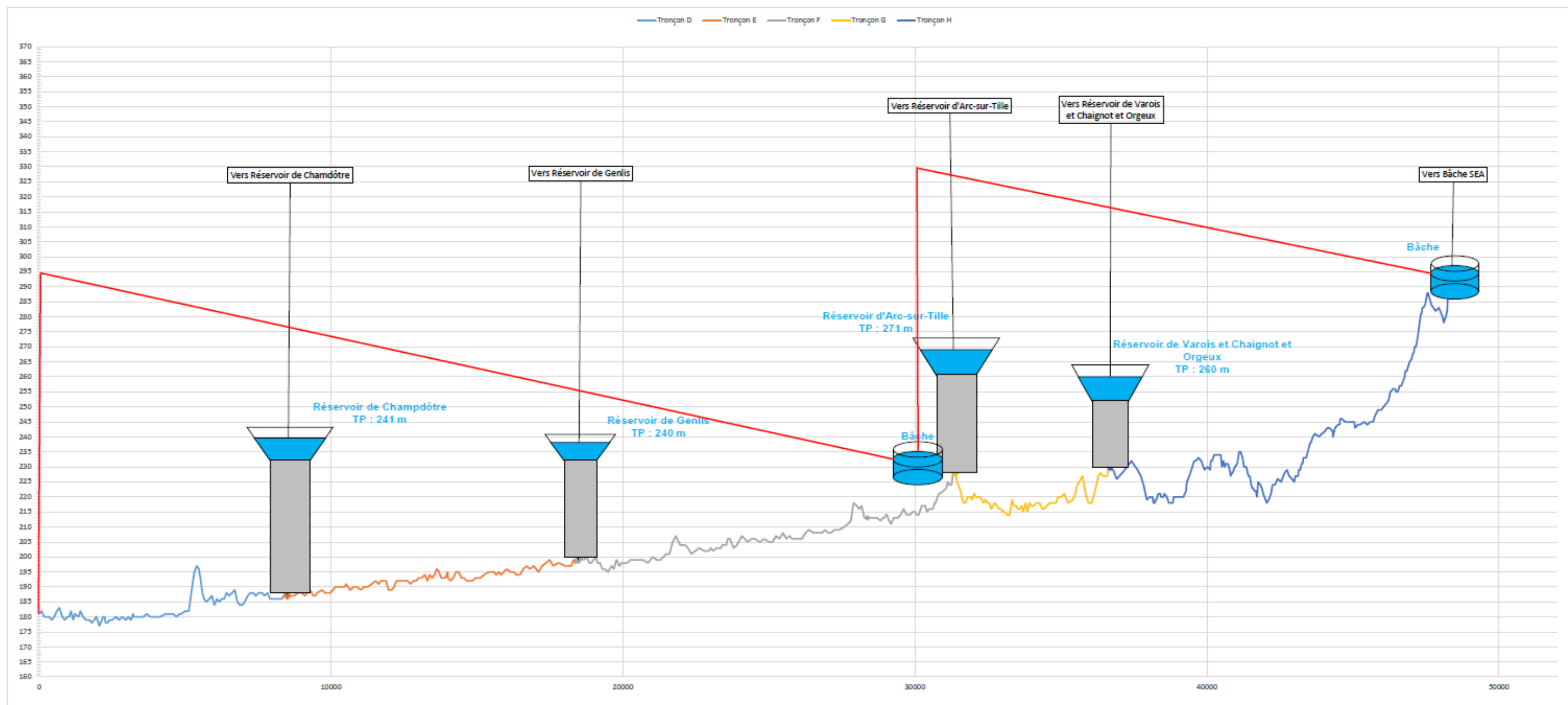


Figure 60 : Profil en long de la Branche Nord-Ouest avec lignes piézométriques

En observant les enveloppes piézométriques, on remarque que les différents étages ne sont pas soumis aux mêmes contraintes de pression :

- ✓ Etage bâche :
 - Pmax = 116m,
 - PN 16 recommandé
- ✓ Etage Arc-sur-Tille :
 - Pmax = 41 m
 - PN 10 recommandé
- ✓ Etage bâche SEA Clénay :
 - Pmax = 108m
 - PN 16 recommandé

F.1.2.7. Bâches de reprise

Pour assurer le bon fonctionnement des installations, une bâche tampon permettant d'assurer 2h de pompage en fonctionnement de pointe sera ajoutée au niveau des stations de reprises.

Pour la station de pompage principale une bâche de 2000 m³ sera nécessaire : 340 m³/h sur la Branche Nord et 531 m³/h sur la Branche Sud en jour de pointe.

Pour la station de reprise une bâche de 200 m³ sera nécessaire : débit total de 100 m³/h en jour de pointe.

F.1.2.8. Établissement des volumes techniques

Pour respecter les critères de qualité de l'eau dans des conduites d'adduction le critère retenu en concertation avec le CD21 est d'assurer un temps de séjour dans le système de transfert inférieur à 72h en tous points. En effet, le temps de rémanence du chlore est de 48 heures, auquel s'ajoute une tolérance de 24h.

Le tableau suivant indique la durée de transit de l'eau de la boucle des Maillys jusqu'à chaque point de desserte en fonction du volume technique.

Collectivité	Volume technique	Temps de séjour associé
SINOTIV'Eau - Champdôtre	330 m3	17,6 h
SINOTIV'Eau - Genlis	360 m3	26,4 h
SINOTIV'Eau - Arc-sur-Tille	120 m3	59,1 h
SIAEP Varois et Chaignot	180 m3	71,5 h
SEA Clénay Saint Julien	150 m3	104,9 h

Tableau 37 : Temps de séjour de l'eau aux points de la branche Nord-Ouest

Pour respecter le critère de qualité, chaque collectivité devra acheter un volume minimum journalier à minima égal à ce volume technique. Selon les évolutions de volume demandés et technique, une chloration complémentaire pourra éventuellement être intégrée en phase 2 sur la branche desservant le SEA Clénay Saint-Julien.

F.1.2.9. Régulations

Pour faire fonctionner cette nouvelle infrastructure, deux types de régulation seront mises en place :

- ✓ Les pompes de la boucle des Maillys seront asservies au niveau de chaque réservoir ou bâche desservis ;
- ✓ Les pompes de l'étage Arc-sur-Tille seront asservies au niveau du réservoir d'Arc-sur-Tille ;
- ✓ Les pompes de l'étage bâche SEA Clénay/Varois seront asservies au niveau de la bâche d'alimentation du SEA de Clénay Saint-Julien ;
- ✓ La régulation au niveau des points de desserte va différer selon les collectivités :

Collectivité	Raccordement	Régulateur
SINOTIV'Eau - Champdôtre	Château d'eau	Oui
SINOTIV'Eau - Genlis	Château d'eau	Oui
SINOTIV'Eau - Arc-sur-Tille	Château d'eau	Non
SIAEP Varois et Chaignot	Château d'eau	Oui
SEA Clénay Saint Julien	Bâche	Non

Tableau 38 : Régulation aux points de desserte de la Branche Nord-Ouest

F.1.2.10. Chiffrage

Une synthèse du chiffrage des travaux sur la Branche Nord-Ouest, basée sur les hypothèses et résultats présentés ci-dessus est le suivant :

Sous Total Canalisations	15 620 275,00 €
Sous Total Ouvrages	866 250,00 €
Sous Total Equipements	451 000,00 €
Sous Total Forfait Etudes Maitrise d'œuvre et aléas	1 693 750,00 €
Total Général	18 631 275,00 €

Tableau 39 : Chiffrage de la branche Nord-Ouest

Le chiffrage détaillé est présenté en Annexe 04

F.2. BRANCHE SUD

F.2.1. Tracés

Sur le territoire de la Branche Sud, 7 points de raccordements avec un débit maximal souhaité ont été identifiés (§B.4). Ils sont rappelés ci-dessous.

Tableau 40 : Synthèse des rencontres avec les collectivités

Collectivité	Ville	Point de raccordement	Débit de maximum souhaité
SIAEP Pays Losnais	Saint Jean de Losne	Pied du Château d'eau de Belle défense	1 804 m³/j
SIAEP Brazey-en-Plaine	Brazey-en-Plaine	Château d'eau de Brazey	1 235 m³/j
SIAEP Seurre Val de Saône	Magny-les-Aubigny	Station de Magny	225 m³/j
	Pagny-le-Château	Station de Pagny	1 305 m³/j
CC Gevrey-Nuits	Fenay	Puit du Potu	1 980 m³/j
	Nuits Saint Georges	Puit de Nuits	1 020 m³/j
CA Beaune Côte et Sud	Aloxe-Corton	Réservoir d'Aloxe	3 000 m³/j

A l'heure actuelle (2022), aucune infrastructure ne permet le transfert de l'eau du champ captant de la Boucle des Maillys jusqu'à ces points de dessertes : une nouvelle infrastructure va devoir être créée.

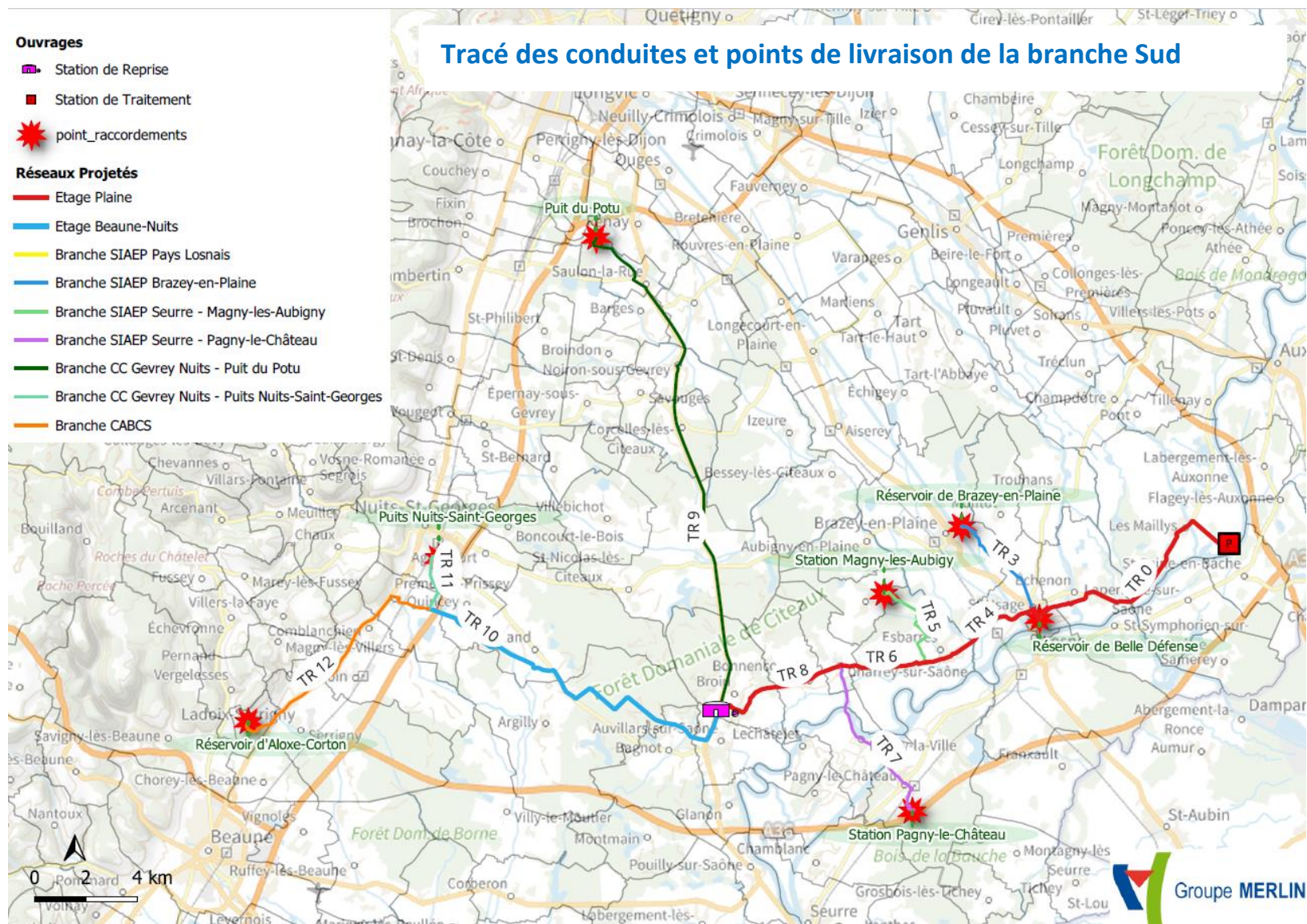
Pour limiter les coûts du projet, une optimisation du tracé de cette nouvelle infrastructure est nécessaire. Les critères suivants ont été utilisés :

- Passage sous domaine public majoritairement, sauf si le passage en domaine privé permet de diminuer le linéaire de canalisation,
- Préférer les passages sous voies communales ou chemins,
- Limiter le passage dans les centres villes,
- Chercher une alternative aux travaux contraignants, à savoir : traversées rivières, voies ferrées.

Plusieurs scénarios de tracés ont été étudiés, le tracé présenté ci-dessous est l'aboutissement de ces optimisations, il comprend :

- 89,6 km de canalisations
- 7 branches de dessertes

Un plan plus détaillé au format A0 est également disponible en Annexe 05.



F.2.2. Dimensionnement des conduites

Durant la phase de pré-étude, les collectivités ont exprimé leurs besoins journaliers maximum vis-à-vis de la boucle des Mailllys (§B.3).

À partir de ce débit maximum, les conduites de la nouvelle infrastructure ont été dimensionnées, avec les hypothèses suivantes :

- Débit dimensionnant calculé pour un temps de fonctionnement des pompes de 20h/24h en pointe
- Vitesses dans les conduites : 0,5m /s
- Rugosité : 0,5mm
- Viscosité dynamique de l'eau $1,01 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Point de desserte	Tronçon	Longueur du tronçon	Débit tronçon	DN (mm)	Vitesse écoulement	PDC / km	PDC du tronçon
	Tronçon 0	10.20 km	531 m³/h	600	0.52 m/s	0.46 m/km	4.71 m
Vers SIAEP Pays Losnais	Tronçon 1	0.10 km	91 m³/h	250	0.51 m/s	1.35 m/km	0.14 m
	Tronçon 2	0.50 km	440 m³/h	500	0.62 m/s	0.82 m/km	0.41 m
Vers SIAEP Brazey-en-Plaine	Tronçon 3	4.60 km	62 m³/h	200	0.55 m/s	2.03 m/km	9.32 m
	Tronçon 4	5.00 km	378 m³/h	500	0.53 m/s	0.61 m/km	3.04 m
Vers SIAEP Seurre : Magny les Aubigny	Tronçon 5	4.30 km	12 m³/h	125	0.27 m/s	0.96 m/km	4.11 m
	Tronçon 6	3.50 km	366 m³/h	500	0.52 m/s	0.57 m/km	2.00 m
Vers SIAEP Seurre : Pagny le Château	Tronçon 7	7.30 km	66 m³/h	250	0.37 m/s	0.72 m/km	5.28 m
	Tronçon 8	5.70 km	300 m³/h	450	0.52 m/s	0.67 m/km	3.80 m
Vers CC Gevrey-Nuits : Puit du Potu	Tronçon 9	20.70 km	99 m³/h	300	0.39 m/s	0.62 m/km	12.87 m
	Tronçon 10	14.90 km	201 m³/h	400	0.44 m/s	0.56 m/km	8.35 m
Vers CC Gevrey-Nuits : Puits Nuits	Tronçon 11	2.60 km	51 m³/h	200	0.45 m/s	1.39 m/km	3.60 m
Vers CA Beaune : Réservoir Aloxe-Corton	Tronçon 12	10.20 km	150 m³/h	350	0.43 m/s	0.63 m/km	6.43 m

Figure 62 : Dimensionnement des conduites de dessertes

La canalisation au départ de la Boucle des Mailllys est en DN 600mm pour finir en DN 350 au réservoir d'Aloxe sur la commune d'Aloxe-Corton.

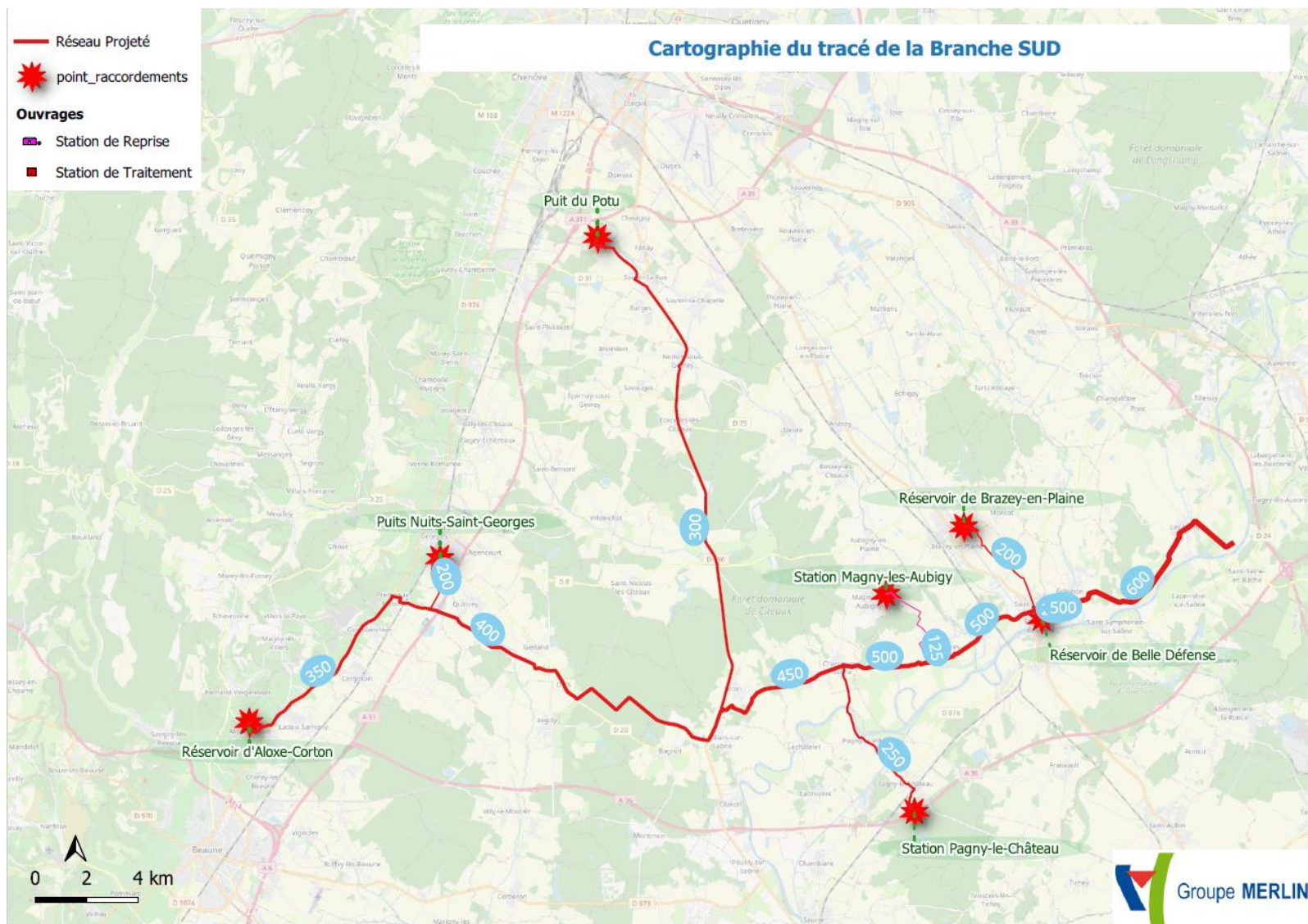
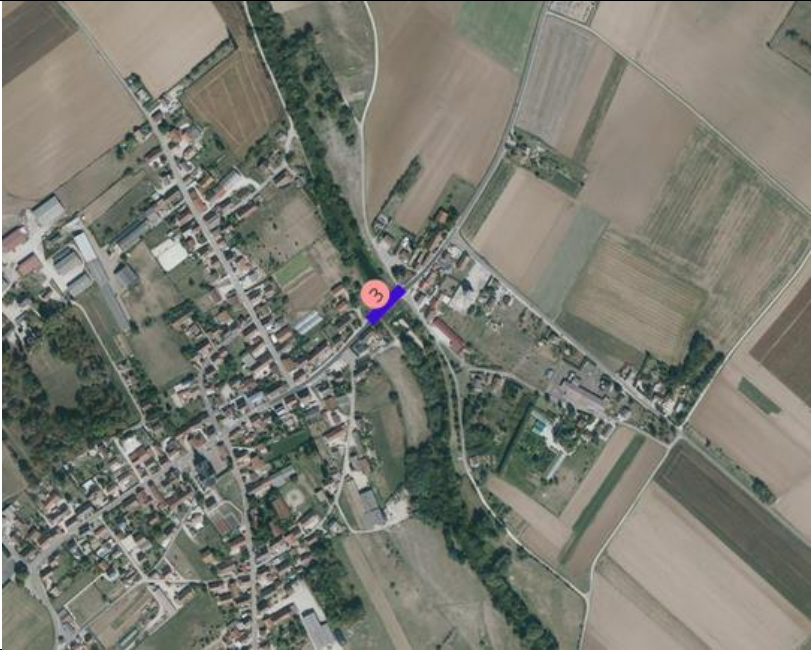
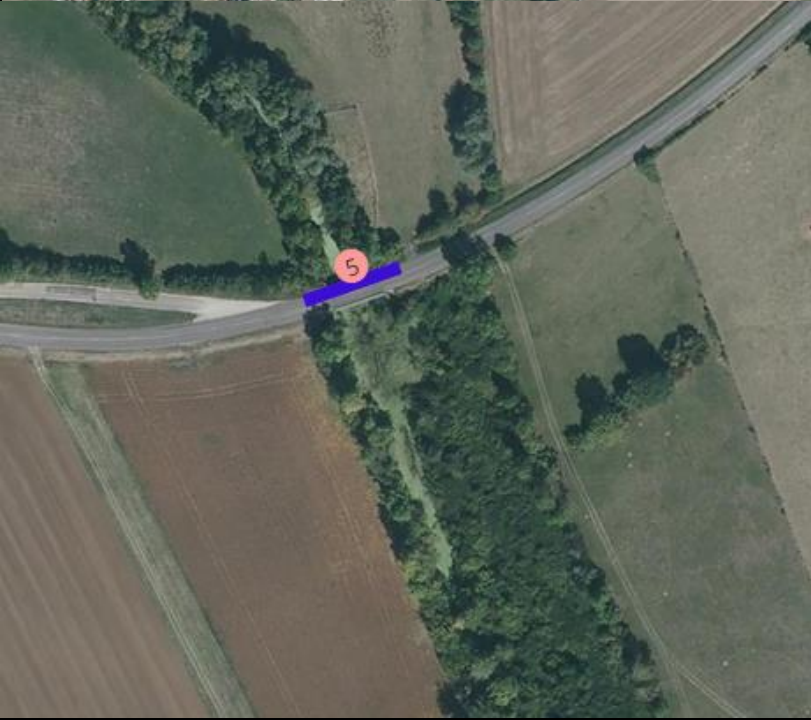
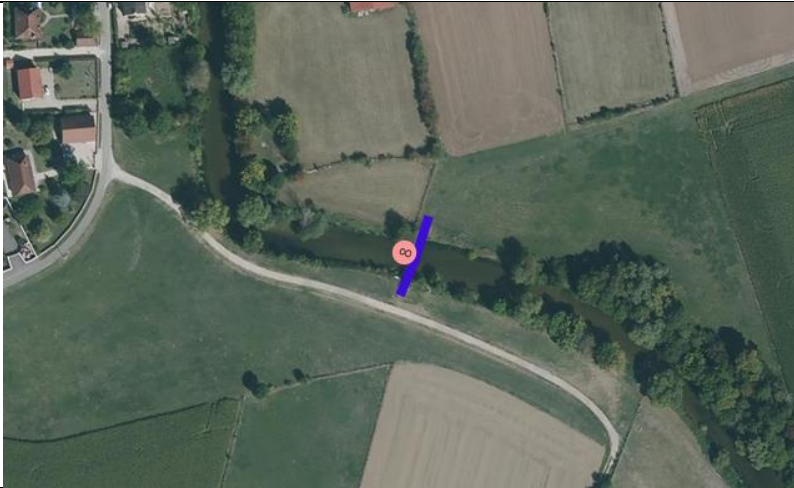
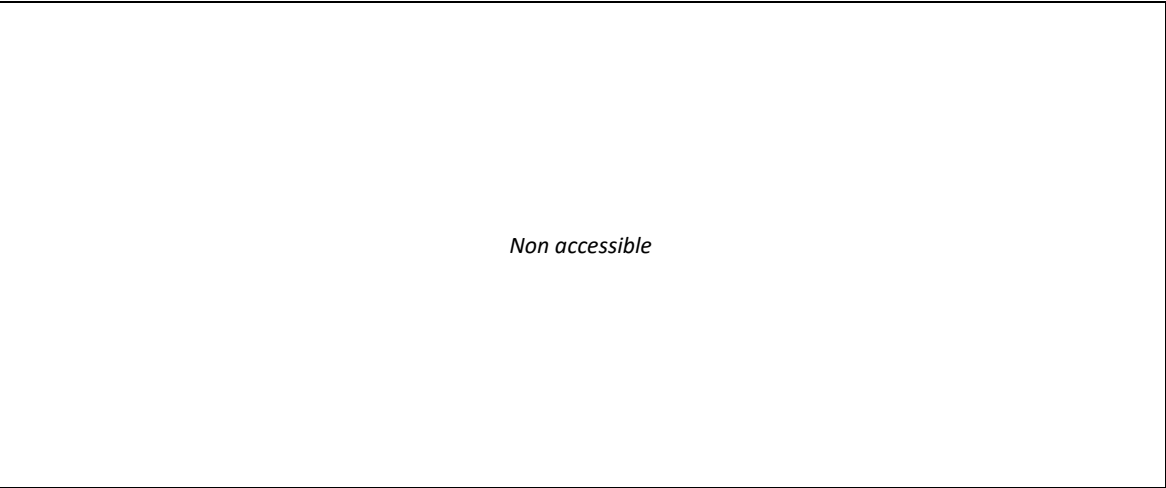
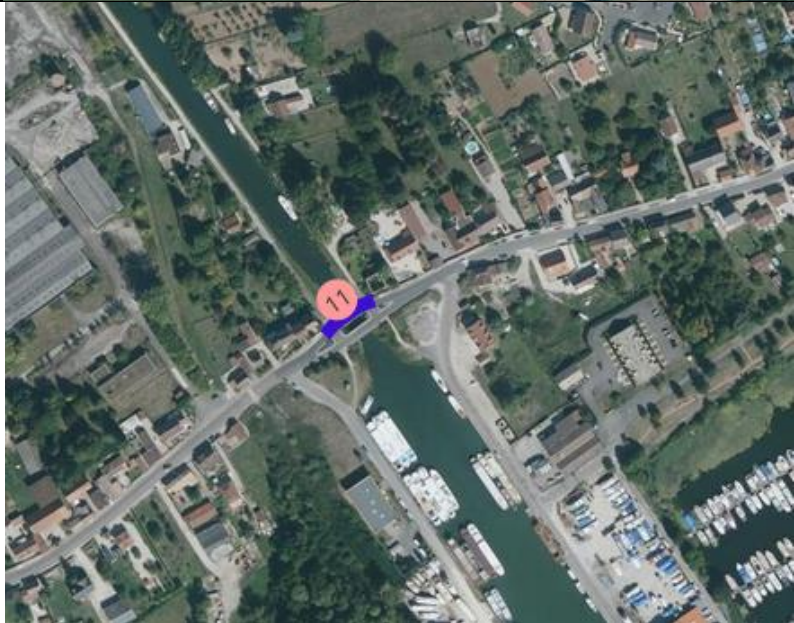
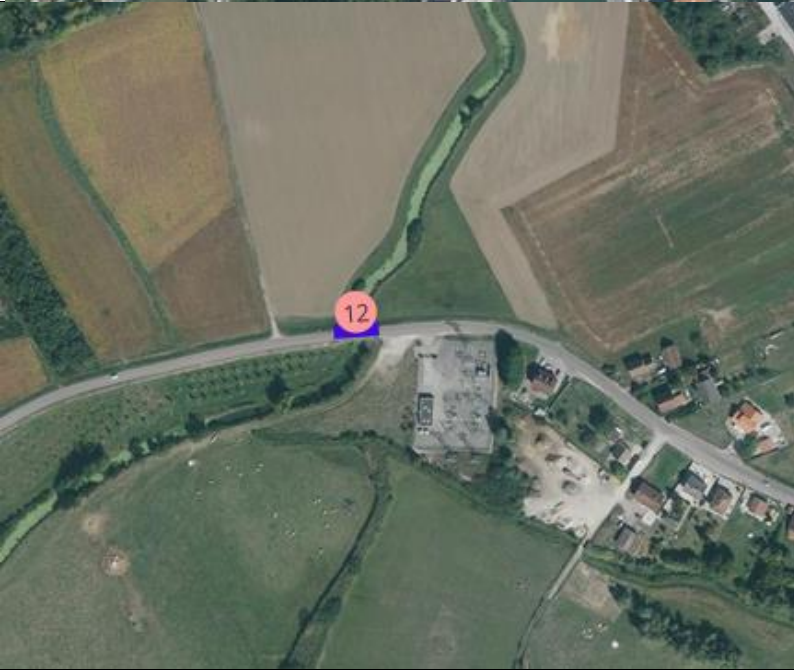


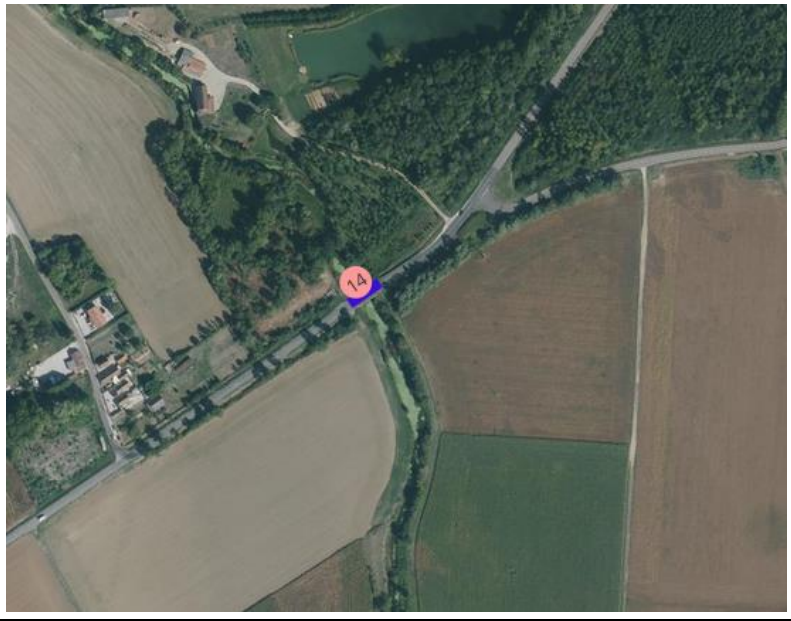
Figure 63 : Diamètres des différents tronçons du tracé.

F.2.3. Traversées particulières

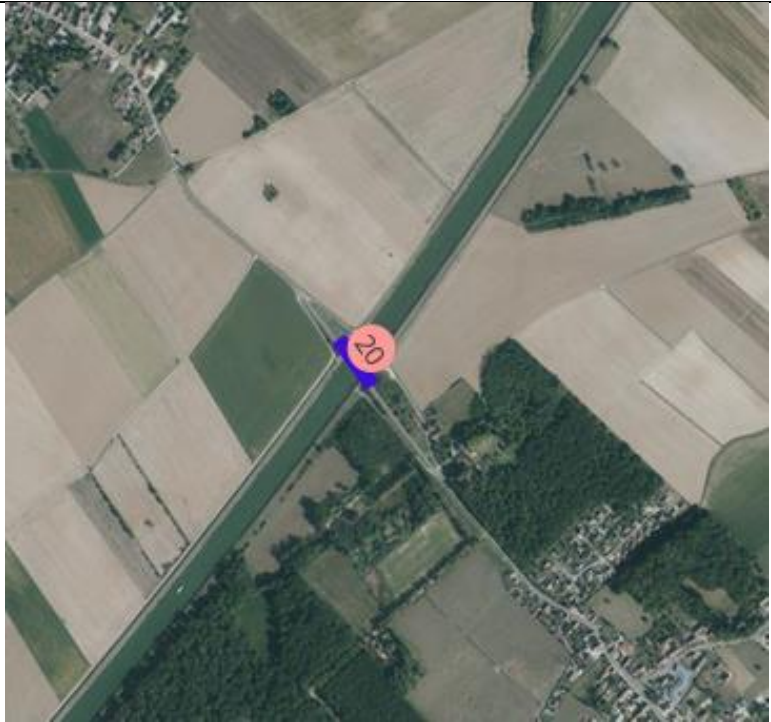
Plusieurs contraintes ponctuelles qui engendreront des travaux spéciaux ont été identifiées.

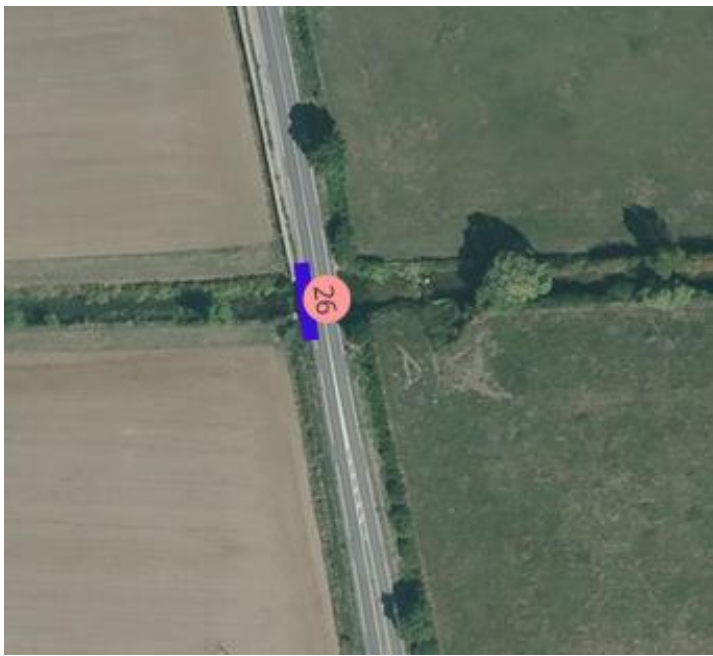
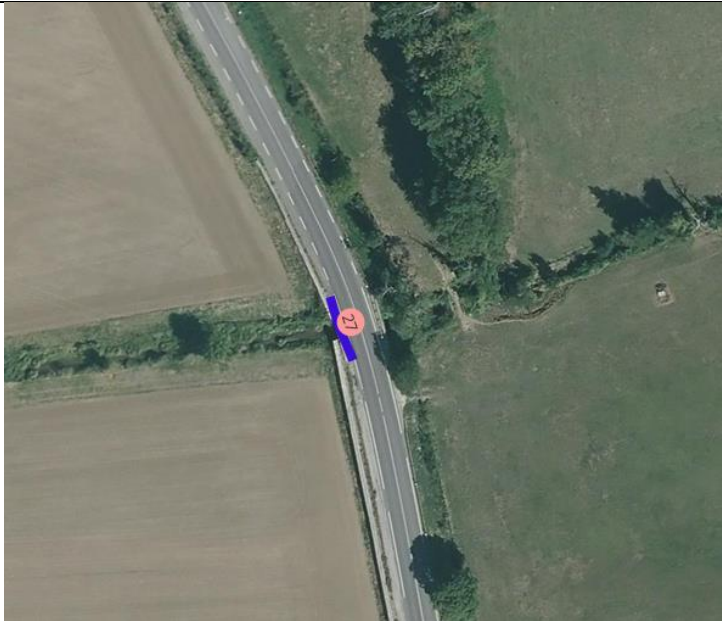
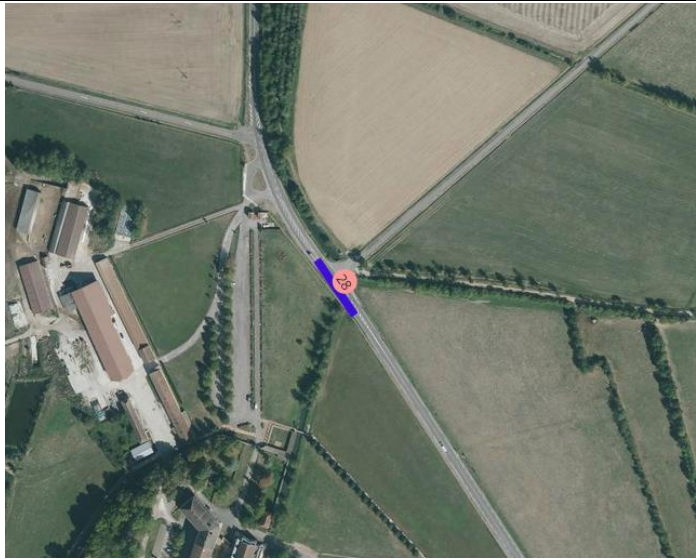
Traversée particulière	DN	Détail	Commune	Photo aérienne	Street View
3	DN 600	Traversée de la Tille	Les Maillys		
5	DN 600	Traversée de la Tille	Les Maillys		

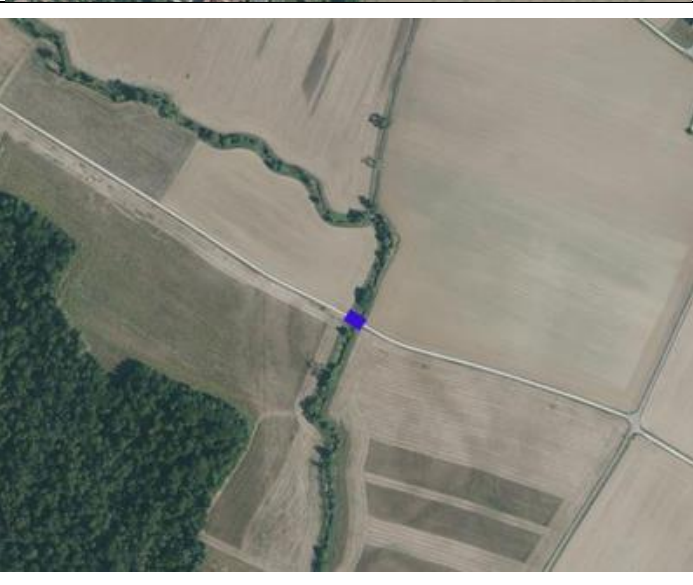
8	DN 600	Traversée de l'Ouche	Echenon		
11	DN 500	Traversée du Canal de Bourgogne	Saint-Jean-de-Losne		
12	DN 500	Traversée de la Bièvre	Saint-Jean-de-Losne		

13	DN 500	Traversée de la voie ferré	Saint-Jean-de-Losne		
14	DN 500	Traversée de la Vouge	Esbarres		

17	250	Traversée de la Vieille Vouge	Charrey sur Saône		
18	DN 250	Traversée de la Saône	Pagny-la-Ville		

19	DN 250	Traversée de la dérivation de Seurre	Pagny-le-Château		
20	DN 250	Traversée de la voie ferrée	Pagny-le-Château		

26	DN 300	Traversée de la Vouge	Saint-Nicolas-lès-Citeaux		
27	DN 300	Traversée de la Sansfond	Saint-Nicolas-lès-Citeaux		
28	DN 300	Traversée de la Sansfond	Saint-Nicolas-lès-Citeaux		

29	DN 300	Traversée de la Varaude	Noiron-sous-Gevrey		
31	DN 400	Traversée du Meuzin	Gerland		
32	DN 400	Traversée de l'autoroute	Quincey		

33	DN 400	Traversée de la voie ferrée	Premeu-Prissey		
35	DN 200	Traversée rivière	Ladoix-Serrigny		
36	DN	Traversée Route départementale	Brazey-en-Plaine		

F.2.4. Profil en long et étages de pression

Le profil en long du tracé complet est le suivant, il a été établi à partir de la base de donnée MNT de l'IGN 2021 (dalles 5x5m).

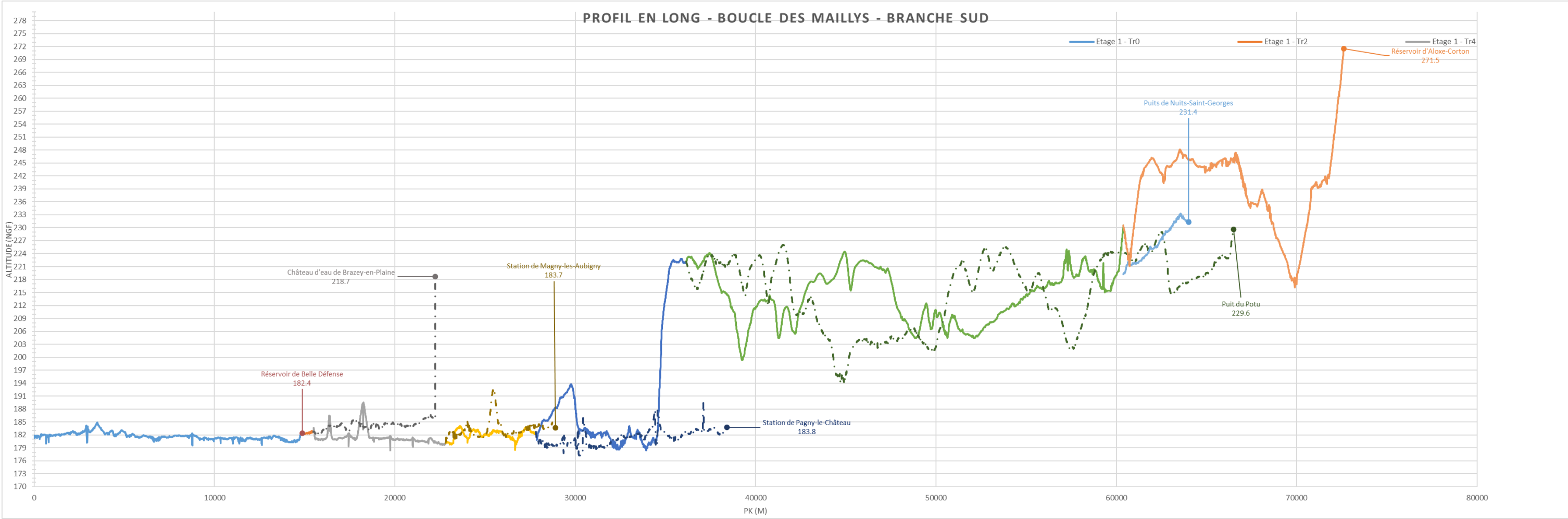


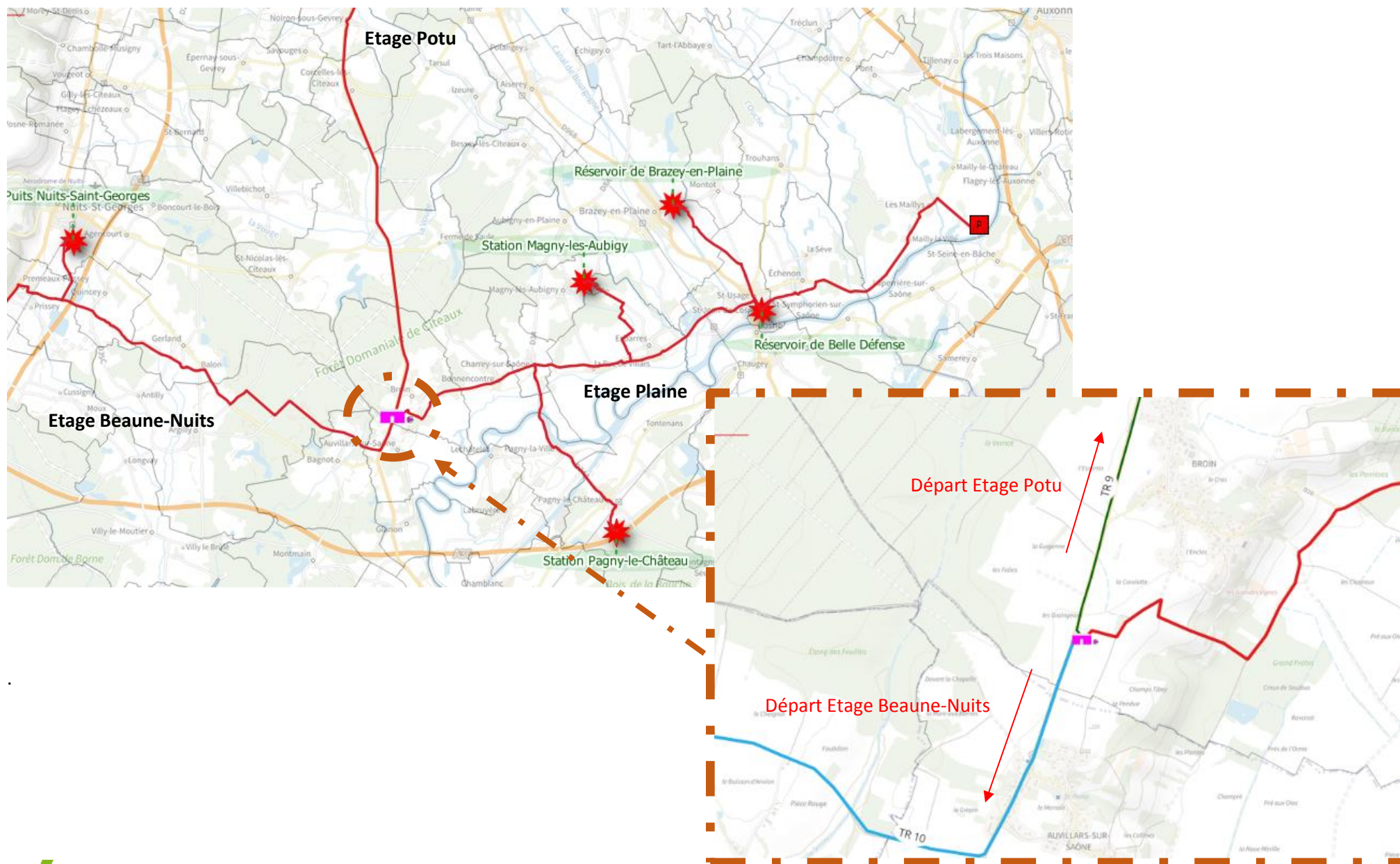
Figure 64 : Profil en long

A la lecture du profil en long, 3 étages de pression se détachent :

- **Etage Plaine** : Dans la plaine entre la Boucle des Maillys et Broin, alimentant les collectivités SIAEP Pays Losnais (Belle Défense), SIAEP Brazey-en-Plaine (Château d'eau de Brazy) et SIAEP Seurre Val de Saône (stations de Pagny et Magny) ;
- **Etage Gevrey** : Entre Broin et le Puit du Potu alimentant la partie Sud Dijonnais (puits du Potu) de la CC de Gevrey-Chambertin-Nuits-Saint-Georges ;
- **Etage Beaune-Nuits** : Entre Broin et le réservoir d'Aloxe alimentant la CA Beaune Cote et Sud (réservoir d'Aloxe-Corton) et la partie Nuits-Saint-Georges (puits de Nuits) de la CC de Gevrey-Chambertin et Nuits-Saint-Georges.

En implantant la station de reprise entre Broin et Auvillers-sur-Saône, il est possible de regrouper le départ des étages Potu et Beaune-Nuits en un seul et même ouvrage

L'emplacement identifié est le suivant :



F.2.5. Synoptique simplifié

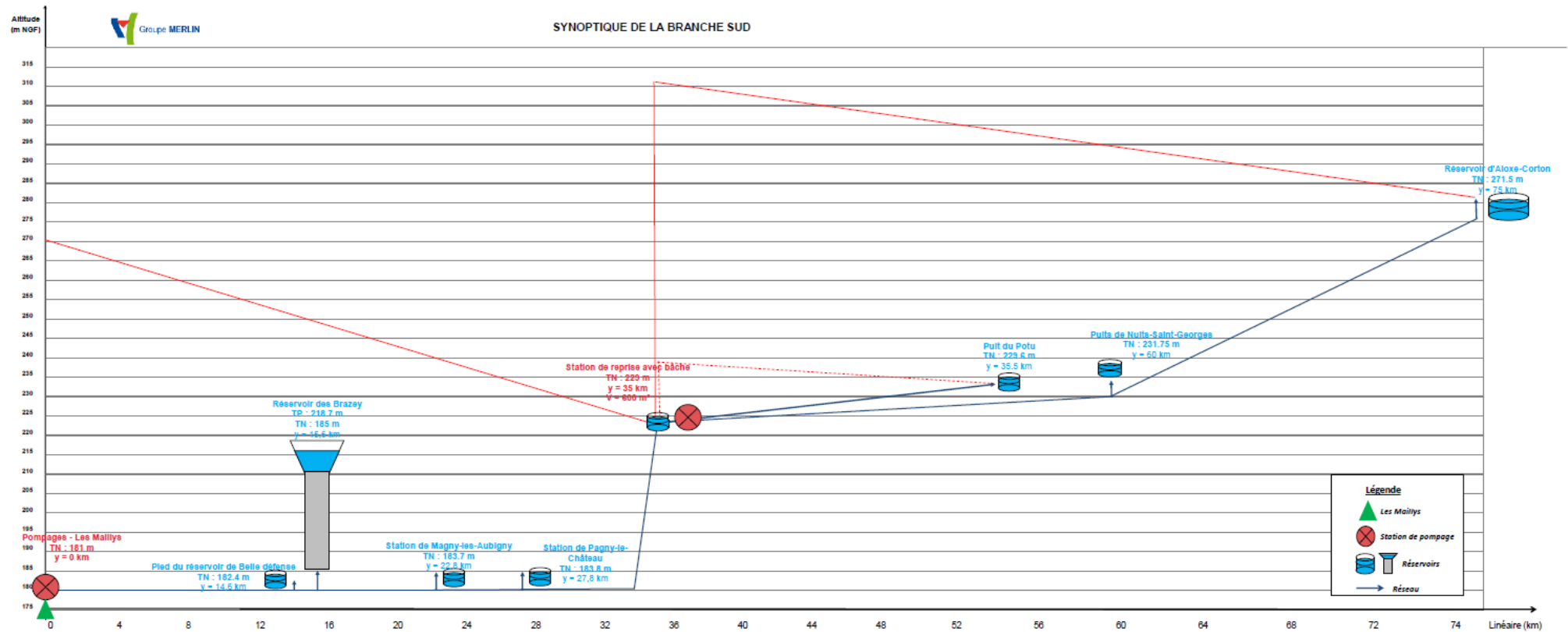


Figure 65 : Synoptique de la Branche Sud

F.2.6. Stations de pompage

Une station de pompage principale sera implantée sur le site de l'usine de traitement sur la Boucle des Maillys.

Les HMT de pompes nécessaires pour alimenter chaque point de desserte sont calculées en couplant les altitudes des points de dessertes et les pertes de charges estimées dans le dimensionnement.

Collectivité	PDC Conduite	H Geometrique	HMT totale jusqu'à chaque point de livraison
SIAEP Brazey-en-Plaine	14 m	38 m	52 m
SIAEP Seurre-Val-de-Saône - Magny	21 m	3 m	24 m
SIAEP Seurre-Val-de-Saône - Pagny	15 m	4 m	19 m
SIAEP Pays Losnais	5 m	2 m	7 m
CA Beaune Côte et Sud	29 m	91 m	120 m
CC Gevrey et Nuits (Puit Nuit)	26 m	51 m	77 m
CC Gevrey et Nuits (Potu)	27 m	50 m	77 m

Figure 66 : HMT nécessaire pour alimenter les dessertes depuis la Boucle des Maillys

Le point de desserte nécessitant la HMT la plus élevée est celui de la CA Beaune Côte et Sud. C'est aussi le point le plus éloigné de la Boucle des Maillys.

Au vu de ces HMT et du profil en long, 3 étages de pression ont été définis. Une station de reprise sera créée en supplément de la station de pompage principale. La station de pompage principale alimentera l'étage Plaine et la station de reprise alimentera via 2 adductions distinctes les étages Beaune-Nuits et Gevrey.

Les HMT nécessaires à l'alimentation de chaque étage sont les suivantes :

Collectivité	PDC Conduite	H Geometrique	HMT totale jusqu'à chaque point de livraison
Etage Plaine	14 m	42 m	56 m
Etage Beaune-Nuits	15 m	51 m	66 m
Etage Potu	13 m	10 m	23 m

Figure 67 : HMT des différents étages de pressions

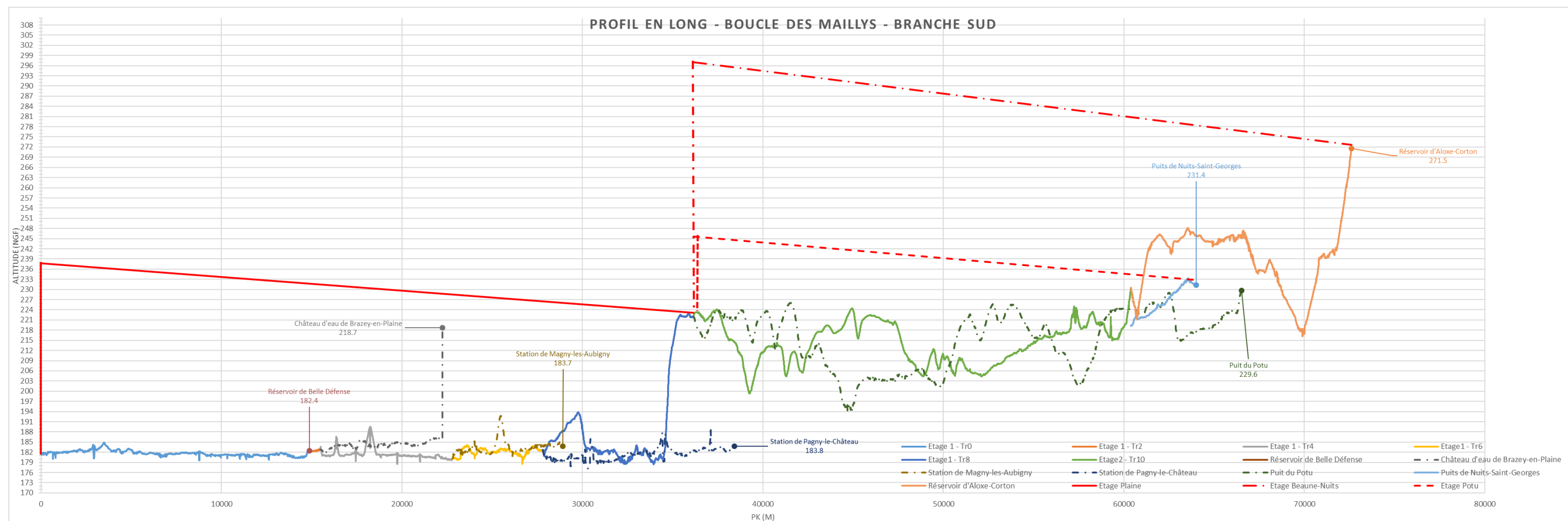
Le dimensionnement des différents groupes de pompes est le suivant :

A ce stade de l'étude, on considère 1+1 pompe pour le dimensionnement. Des optimisations pourront être proposées dans les études futures.

Variante	Station de pompage principale	Station de reprise	
Etage	Etage Plaine	Etage Beaune-Nuits	Etage Gevrey
Côte Aspiration	181.83 m	222.00 m	222.00 m
Côte Refoulement	223.00 m	273.00 m	230.94 m
PDC régulières	13.96 m	14.78 m	12.87 m
PDC Singulière	0.70 m	0.74 m	0.64 m
HMT	55.83 m	66.52 m	22.46 m
Débit	531 m³/h	201 m³/h	99 m³/h
Réserve Moteur	15.00%	15.00%	
Rendement pompe	75.00%	75.00%	
Rendement moteur	95.40%	95.40%	
Puissance eau montée	81 kW	36 kW	6 kW
Puissance absorbé pompe	108 kW	49 kW	8 kW
Puissance moteur	124 kW	56 kW	9 kW
Puissance absorbée totale	113 kW	51 kW	8 kW
Puissance Station de pompage	Station de pompage principale	Station de reprise	
	Etage Plaine	Etage Beaune-Nuits	Etage Potu
	113 kW	51 kW	8 kW

Figure 68 : Dimensionnement des groupes de pompes

Ces caractéristiques permettent de tracer les lignes piézométriques de cette nouvelle infrastructure et d'en déduire la classe de pression des canalisations à utiliser.



En observant les enveloppes piézométriques, on remarque que les différents étages ne sont pas soumis aux mêmes contraintes de pression :

- ✓ **Étage Plaine :**
 - Pmax = 61m,
 - PN 10 recommandé
- ✓ **Étage Beaune-Nuits :**
 - Pmax = 98 m
 - PN 16 recommandé
- ✓ **Étage Gevrey (Potu) :**
 - Pmax = 52m
 - PN 10 recommandé

F.2.7. Bâches de reprise

Pour assurer le bon fonctionnement des installations, une bâche tampon permettant d'assurer 2h de pompage en fonctionnement de pointe sera ajoutée au niveau des stations de reprises.

Pour la station de pompage principale une bâche de 2000 m³ sera nécessaire : 340 m³/h sur la Branche Nord et 531 m³/h sur la Branche Sud en jour de pointe.

Pour la station de reprise Auvillars, une bâche de 600 m³ sera nécessaire : débit total de 300 m³/h en jour de pointe.

F.2.8. Établissement des volumes techniques

Pour respecter les critères de qualité de l'eau dans des conduites d'adduction le critère retenu en concertation avec le CD21 est d'assurer un temps de séjour dans le système de transfert inférieur à 72h en tous points. En effet, le temps de rémanence du chlore est de 48 heures, auquel s'ajoute une tolérance de 24h.

Le tableau suivant indique la durée de transit de l'eau de la boucle des Maillys jusqu'à chaque point de desserte en fonction du volume technique.

Collectivité	Volume Technique	Temps de séjour associé
SIAEP Brazey-en-Plaine	425 m ³	25.1 h
SIAEP Seurre-Val-de-Saône : Magny	150 m ³	31.1 h
SIAEP Seurre-Val-de-Saône : Pagny	760 m ³	39.1 h
SIAEP Pays Losnais	200 m ³	17.1 h
CA Beaune Côte et Sud	800 m ³	95.1 h
CC Gevrey et Nuits (Reservoirs Nuit)	680 m ³	69.1 h
CC Gevrey et Nuits (Perrigny)	1 320 m ³	62.1 h
Station de reprise		35.1 h

Figure 69 : Temps de séjour de l'eau aux points

Pour respecter le critère de qualité, chaque collectivité devra acheter un volume minimum journalier à minima égal à ce volume technique.

On remarque que le temps de séjour pour le point de desserte de la Communauté d'agglomération de Beaune est de 95h.

Pour y remédier, une station de rechloration sera implantée à la station de reprise, les temps de séjour peuvent alors être remis à 0 à partir de ce point.

Le critère qualité sera respecté : l'âge de l'eau au réservoir d'Aloxe-Corton sera alors réduit à 6 heures.

NOTA : Pour toutes les collectivités sauf la CA Beaune Côte et Sud, le volume minimum demandé aux Maillys est suffisant pour assurer un renouvellement de l'eau. Le volume minimum de Beaune est donc revu à la hausse de 300 à 800 m³/j.

F.2.9. Régulations

Pour faire fonctionner cette nouvelle infrastructure, deux types de régulation seront mises en place :

- ✓ Les pompes de la boucle des Maillys seront asservies au niveau de la bête de la station de reprise ;
- ✓ Les pompes de l'étage de Gevrey à la station de reprise seront asservies à la demande de la bête du puit du Potu ;
- ✓ Les pompes de l'étage Beaune-Nuits à la station de reprise seront asservies à la demande aux réservoirs d'Aloxe-Corton et de la bête des puits de Nuits ;
- ✓ La régulation au niveau des points de desserte va différer selon les collectivités :

Collectivité	Raccordement	Régulateur
SIAEP Brazey-en-Plaine	Château d'eau	non
SIAEP Seurre-Val-de-Saône : Magny	Station	Stabilisateur Amont
SIAEP Seurre-Val-de-Saône : Pagny	Station	Stabilisateur Amont
SIAEP Pays Losnais	Au pied du Château d'eau	Stabilisateur Amont
CA Beaune Côte et Sud	Réservoir	non
CC Gevrey et Nuits (Réservoirs Nuit)	Bête	Stabilisateur Amont
CC Gevrey et Nuits (Puit du Potu)	Bête	non

F.2.10. Chiffrage

Une synthèse du chiffrage des travaux sur la Branche Sud, basé sur les hypothèses et résultats présentés ci-dessus est le suivant :

Sous Total Canalisations	43 366 625.00€ HT
Sous Total Ouvrages	608 750.00 € HT
Sous Total Equipements	989 250.00 € HT
Sous Total Forfait Etudes Maitrise d'œuvre et aléas	4 496 500.€ HT
Total Général	49 461 100.00€ HT

Le chiffrage détaillé est présenté en Annexe 06.

F.2.11. Scénario alternatif

F.2.11.1. Description du scénario

L'objectif de ce scénario était de réduire le diamètre des canalisations et d'évaluer l'impact sur le coût du projet. Le critère retenu pour le dimensionnement des diamètres pour ce scénario est une perte de charge toujours inférieure à 5 m/km

Les conséquences sur le coût du projet sont les suivantes :

1. Coût des investissements :
 - a. Réduction du coût des investissements sur les canalisations.
 - i. Diamètres des canalisations revus à la baisse
 - b. Augmentation du coût des investissements sur les stations de pompage
 - i. Augmentation de la capacité des stations de pompages due à l'augmentation des pertes de charges dans les canalisations avec la réduction du diamètre
2. Coût de fonctionnement :
 - a. Augmentation de la consommation électrique due à l'augmentation de la capacité des stations de pompages.

Le dimensionnement des canalisations et des stations de pompes sont disponibles si dessous.

Point de desserte	Tronçon	Longueur du tronçon	Débit tronçon	DN (mm)	Vitesse écoulement	PDC / km	PDC du tronçon
	Tronçon 0	10.20 km	531 m³/h	450	0.93 m/s	2.04 m/km	20.81 m
Vers SIAEP Pays Losnais	Tronçon 1	0.10 km	91 m³/h	200	0.80 m/s	4.29 m/km	0.43 m
	Tronçon 2	0.50 km	440 m³/h	450	0.77 m/s	1.41 m/km	0.71 m
Vers SIAEP Brazey-en-Plaine	Tronçon 3	4.60 km	62 m³/h	250	0.35 m/s	0.64 m/km	2.95 m
	Tronçon 4	5.00 km	378 m³/h	400	0.84 m/s	1.93 m/km	9.63 m
Vers SIAEP Seurre : Magny les Aubigny	Tronçon 5	4.30 km	12 m³/h	125	0.27 m/s	0.96 m/km	4.11 m
	Tronçon 6	3.50 km	366 m³/h	400	0.81 m/s	1.81 m/km	6.33 m
Vers SIAEP Seurre : Pagny le Château	Tronçon 7	7.30 km	66 m³/h	200	0.58 m/s	2.29 m/km	16.71 m
	Tronçon 8	5.70 km	300 m³/h	400	0.66 m/s	1.22 m/km	6.98 m
Vers CC Gevrey-Nuits : Puit du Potu	Tronçon 9	20.70 km	99 m³/h	250	0.56 m/s	1.59 m/km	32.94 m
	Tronçon 10	14.90 km	201 m³/h	400	0.44 m/s	0.56 m/km	8.35 m
Vers CC Gevrey-Nuits : Puits Nuits	Tronçon 11	2.60 km	51 m³/h	200	0.45 m/s	1.39 m/km	3.60 m
Vers CA Beaune : Réservoir Aloxe-Corton	Tronçon 12	10.20 km	150 m³/h	300	0.59 m/s	1.40 m/km	14.23 m

Variante	Station de pompage principale	Station de reprise	
Etage	Etage Plaine	Etage Beaune-Nuits	Etage Potu
Côte Aspiration	181.83 m	222.00 m	222.00 m
Côte Refoulement	223.00 m	273.00 m	230.94 m
PDC régulières	44.45 m	22.58 m	32.94 m
PDC Singulière	2.22 m	1.13 m	1.65 m
HMT	87.84 m	74.71 m	43.53 m
Débit	531 m³/h	201 m³/h	99 m³/h
Réserve Moteur	15.00%	15.00%	
Rendement pompe	75.00%	75.00%	
Rendement moteur	95.40%	95.40%	
Puissance eau montée	127 kW	41 kW	12 kW
Puissance absorbé pompe	169 kW	55 kW	16 kW
Puissance moteur	195 kW	63 kW	18 kW
Puissance absorbée totale	178 kW	57 kW	16 kW
	Station de pompage principale	Station de reprise	
	Etage Plaine	Etage Beaune-Nuits	Etage Gevrey
Puissance Station de pompage	178 kW	57 kW	16 kW

Figure 70 : dimensionnement du scénario alternatif

F.2.11.2. Comparaison avec le scénario retenu

Pour pouvoir quantifier l'impact réel sur le coût du projet, un chiffrage puis des estimations financières par étage de pression, sur la durée totale des emprunts, ont été réalisées.

Le marché de l'énergie étant très volatile dans la conjoncture actuelle, deux variantes ont été étudiées :

- Inflation du prix de l'énergie à 3% par an
- Forte inflation du prix de l'énergie à 6% par an (prix multiplié par 10 sur 40 ans).

Les figures suivantes présentent un comparatif entre ce scénario alternatif et le scénario retenu.

	Scénario retenu		Scénario alternatif	
	Chiffrage Canalisation	Dim SP	Chiffrage Canalisation	Dim SP
Etage Beaune-Nuits	12 801 900.00 € HT	51 kW	11 752 300.00 € HT	57 kW
Etage Plaine	18 724 750.00 € HT	113 kW	14 396 350.00 € HT	178 kW

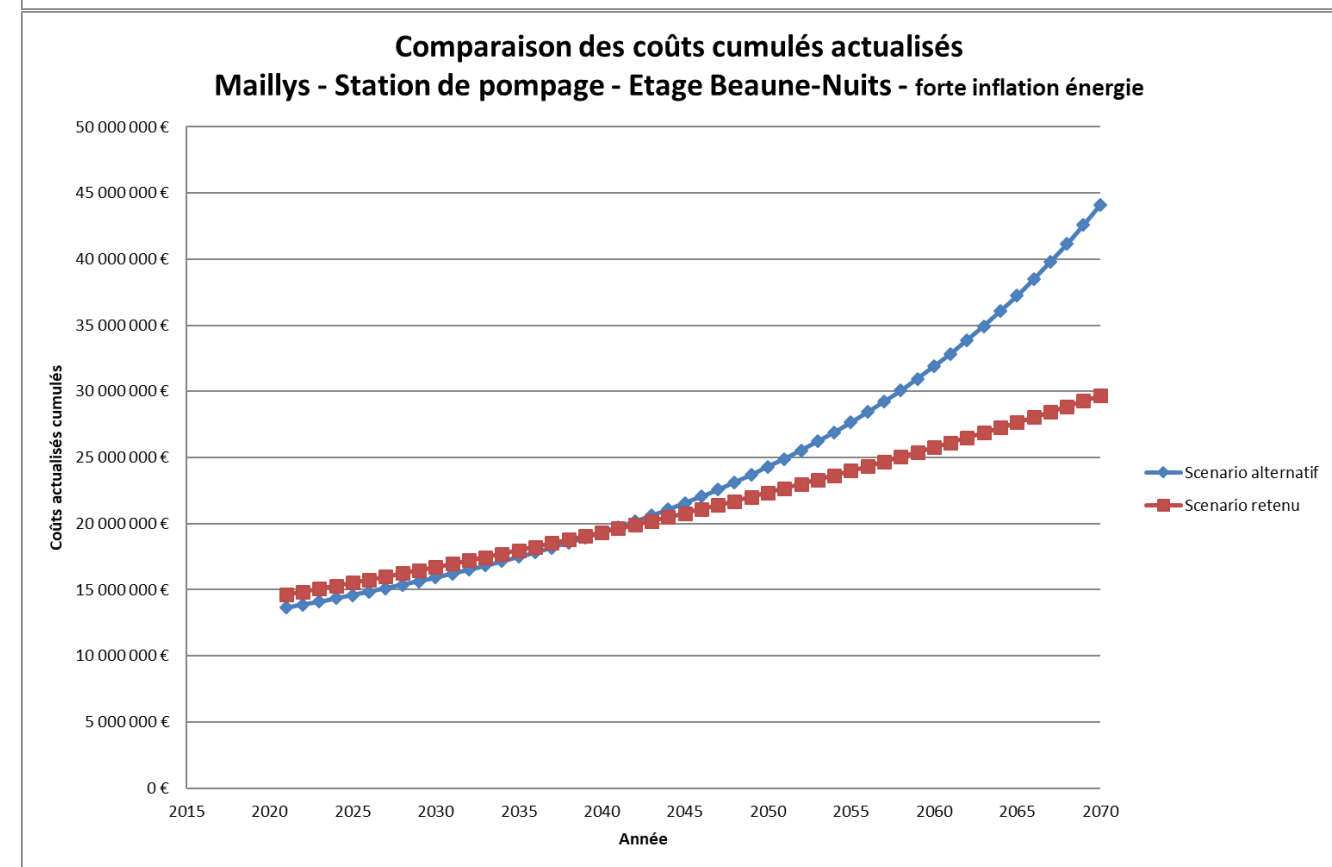
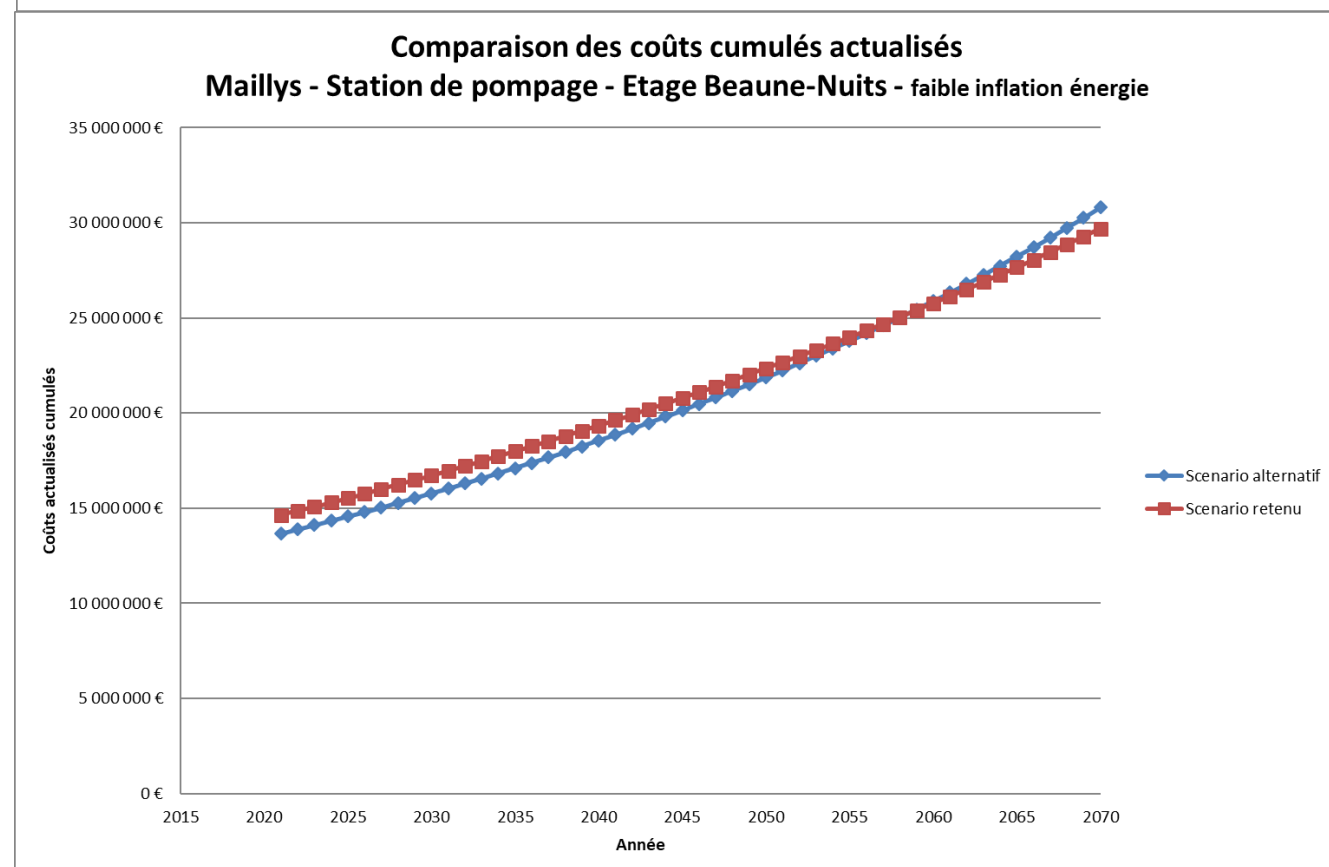
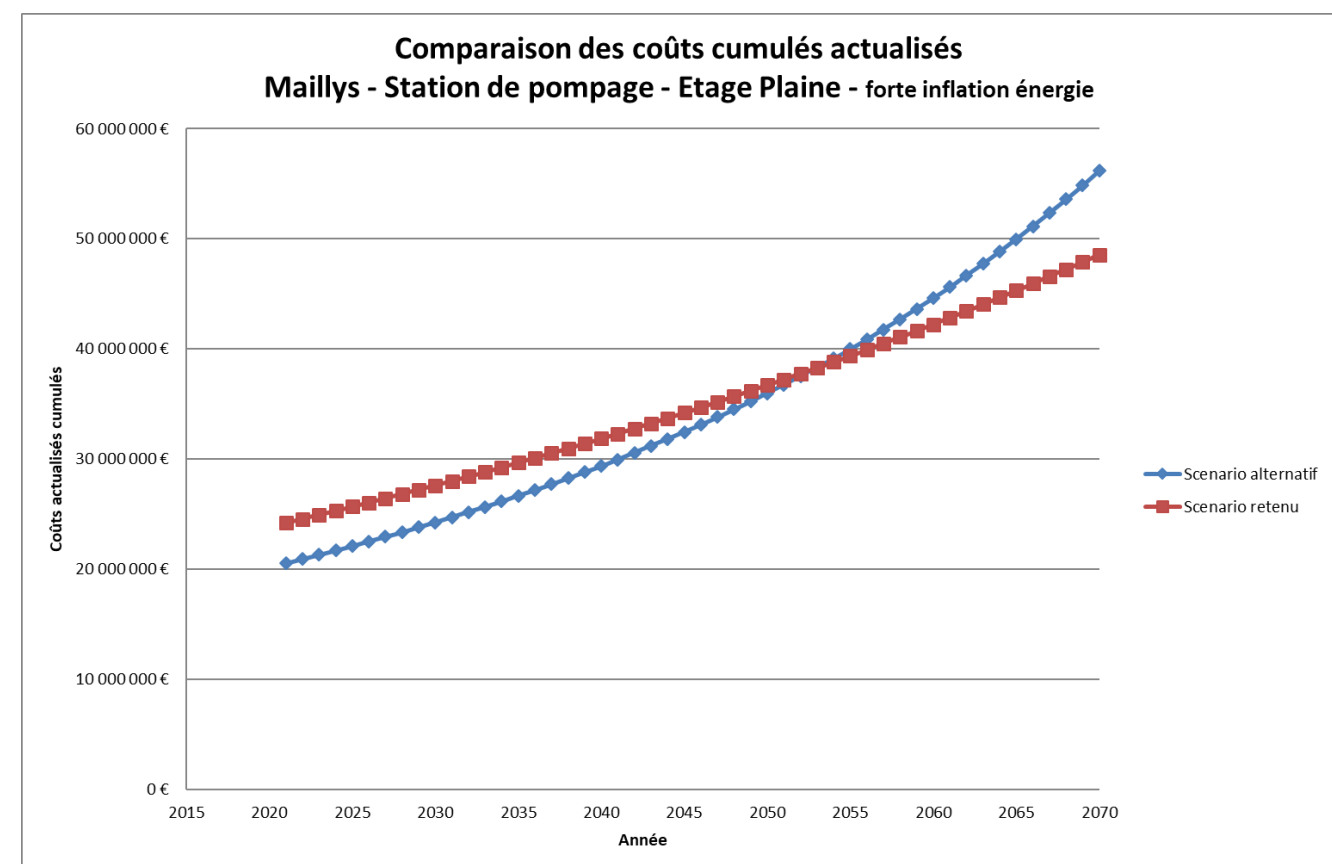
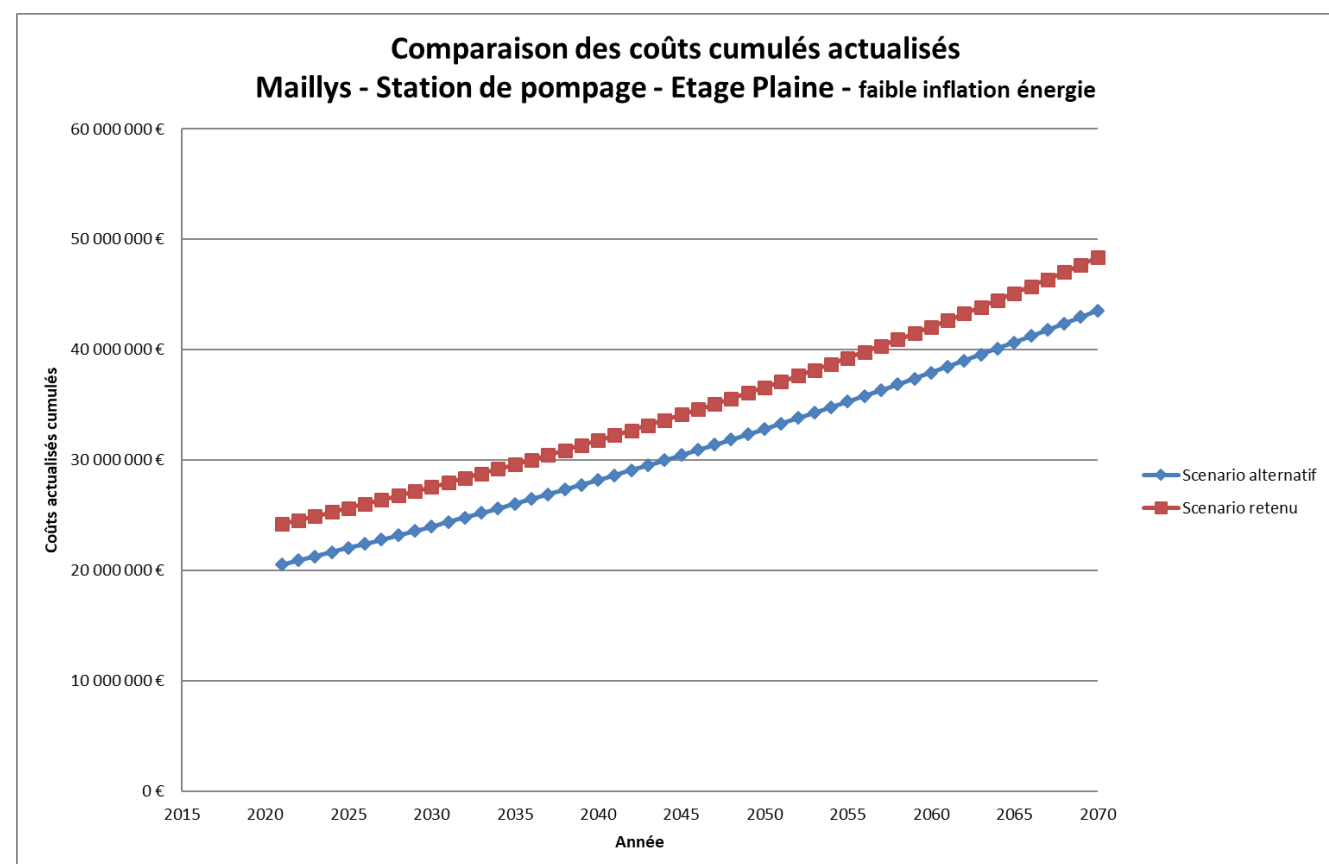


Figure 71 : Comparatif des scénarios de dimensionnement

Pour l'étage Beaune-Nuits, on constate que les gros diamètres sont plus intéressants financièrement sur le long terme dans les 2 hypothèses d'inflation énergétique. Sur l'étage de la plaine, l'hypothèse sur l'inflation a un fort impact : le scénario alternatif est nettement moins cher à 3%, et le résultat s'inverse avec un scénario d'inflation à 6%.

En accord avec le CD21, le scénario à plus gros diamètre, plus sécuritaire vis-à-vis de la volatilité des prix de l'énergie, a été retenu au stade actuel de l'étude.

F.3. CAS PARTICULIER DU TECHNOPORT SUR LE SIE DE SEURRE VAL DE SAONE (BRANCHE SUD)

Un projet d'implantation d'une brasserie industrielle est envisagé sur la commune de Seurre. La consommation en eau de cet industriel serait très importante. Plusieurs possibilités de raccordement en eau potable sont possibles dont une alimentation par forage privé et une sécurisation par la boucle des Maillys.

Au stade actuel de la présente étude, aucune information n'est confirmée. Le projet du Technoport n'a donc pas été intégré au dimensionnement des infrastructures.

Néanmoins, un scénario avec un point de desserte supplémentaire (en tant que sécurisation) au TechnoPort a été étudié. Les hypothèses sont les suivantes :

- Sécurisation de 100 m³/h
- Raccordement sur la branche Pagny-le-Château
- Emplacement de l'industriel et tracé sommaire :

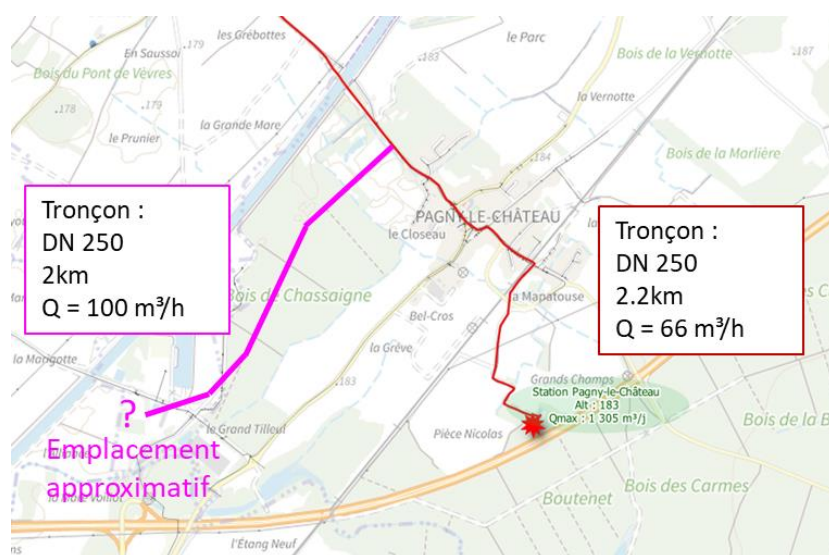


Figure 72 : Emplacement de l'industriel au TechnoPort et tracé approximatif

- Conservation du dimensionnement défini sans la sécurisation de l'industriel

Le tableau suivant montre l'impact sur les vitesses d'écoulement en intégrant ce nouveau point de desserte.

Tableau 41 : Dimensionnement des infrastructures projetées en intégrant le projet du TechnoPort

Point de desserte		Longueur du tronçon	Débit tronçon	DN	Vitesse écoulement	Dh	PDC du tronçon
	Tronçon 0	10.20 km	631 m³/h	600	0.62 m/s	0.65 m/km	6.60 m
Vers Losnais	Tronçon 1	0.10 km	91 m³/h	250	0.51 m/s	1.35 m/km	0.14 m
	Tronçon 2	0.50 km	540 m³/h	500	0.76 m/s	1.22 m/km	0.61 m
Vers Brazey	Tronçon 3	4.60 km	62 m³/h	200	0.55 m/s	2.03 m/km	9.32 m
	Tronçon 4	5.00 km	478 m³/h	500	0.68 m/s	0.96 m/km	4.81 m
Vers Seurre : Magny les Aubigny	Tronçon 5	4.30 km	12 m³/h	125	0.27 m/s	0.96 m/km	4.11 m
	Tronçon 6	3.50 km	466 m³/h	500	0.66 m/s	0.92 m/km	3.20 m
	Tronçon 6 bis	5.14 km	166 m³/h	250	0.94 m/s	4.38 m/km	22.52 m
Vers Seurre : Pagny le Château	Tronçon 7	2.50 km	66 m³/h	250	0.37 m/s	0.72 m/km	1.81 m
Technoport	Tronçon 7 bis	2.50 km	100 m³/h	250	0.57 m/s	1.62 m/km	4.06 m
	Tronçon 8	5.70 km	300 m³/h	450	0.52 m/s	0.67 m/km	3.80 m
Vers Gevrey : Puit du Potu	Tronçon 9	20.70 km	99 m³/h	300	0.39 m/s	0.62 m/km	12.87 m
	Tronçon 10	14.90 km	201 m³/h	400	0.44 m/s	0.56 m/km	8.35 m
Vers Gevrey : Réservoirs Nuits	Tronçon 11	2.60 km	51 m³/h	200	0.45 m/s	1.39 m/km	3.60 m
Vers Beaune	Tronçon 12	10.20 km	150 m³/h	350	0.43 m/s	0.63 m/km	6.43 m

Les vitesses d'écoulement dans les conduites restent acceptables.

Au niveau des stations de pompage, le dimensionnement serait le suivant :

Variante	Station de pompage principale	Station de reprise	
Etage	Etage Plaine	Etage Beaune-Nuits	Etage Gevrey
Côte Aspiration	181.83 m	222.00 m	222.00 m
Côte Refoulement	223.00 m	273.00 m	230.94 m
PDC régulières	19.03 m	14.78 m	12.87 m
PDC Singulière	0.95 m	0.74 m	0.64 m
HMT	61.15 m	66.52 m	22.46 m
Débit	631 m³/h	201 m³/h	99 m³/h
Réserve Moteur	15.00%	15.00%	
Rendement pompe	75.00%	75.00%	
Rendement moteur	95.40%	95.40%	
Puissance eau montée	105 kW	36 kW	6 kW
Puissance absorbé pompe	140 kW	49 kW	8 kW
Puissance moteur	161 kW	56 kW	9 kW
Puissance absorbée totale	154 kW	53 kW	9 kW
Puissance Station de pompage	Station de pompage principale	Station de reprise	
	Etage Plaine	Etage Beaune-Nuits	Etage Potu
	161 kW	56 kW	9 kW

La pression maximale sur l'étage Plaine sera de 66m, le PN 10 dimensionné précédemment est suffisant.

Pour conclure, si le projet du TechnoPort se concrétise, les infrastructures permettraient de l'alimenter à hauteur de 100 m³/h avec des pompes plus puissantes. Au-delà de ce besoin, il sera nécessaire d'étudier, voire de reconfigurer le réseau amont.

F.4. SYNTHÈSE DES VOLUMES DEMANDES PAR LES COLLECTIVITÉS

Ci-dessous, une synthèse par branche des volumes retenus pour chaque collectivité.

F.4.1. Branche Nord

							Sollicitation de la Boucle des Maillys par les collectivités								
	Total volume mis en distribution moyen actuel		Total volume mis en distribution de pointe actuel		Total volume mis en distribution de pointe estimé 2050		Secteur concerné par la Boucle des Maillys	Volume max demandé (avec sécurisation si demandé)		Volume demandé en jour de pointe		part du volume mis en distribution de pointe	Volume technique ou minimum		Nature du Besoin vis-à-vis des Maillys
SISOV	1 327	m³/j	1 990	m³/j	1 990	m³/j	Ensemble Syndicat	1500	m³/j	1500	m³/j	75%	450	m³/j	sécurisation de la ressource principale
CCPVS (Hors secteur SISOV et SIPIT considérés par ailleurs)	2 650	m³/j	4 350	m³/j	4 800	m³/j	Ensemble CCPVS (Hors secteur SISOV et SIPIT considérés par ailleurs)	1500	m³/j	1500	m³/j	34%	450	m³/j	sécurisation ressources des pointes et Flammerans
SIE Clénay St-Julien	1 380	m³/j	1 900	m³/j	2 200	m³/j	Ensemble Syndicat	500	m³/j	500	m³/j	26%	150	m³/j	complément pour déficit en jour de pointe
SIAEP Varois et Chaignot	500	m³/j	700	m³/j	740	m³/j	Ensemble Syndicat	600	m³/j	600	m³/j	86%	180	m³/j	sécurisation de la ressource principale
SINOTIV'Eau	600	m³/j	800	m³/j	7 600	m³/j	Ex -Syndicat de Fauvernay	2700	m³/j	2700	m³/j	41%	810	m³/j	Dilution des ressources de Genlis et Champdôtre + diversification
	1 100		1 300				Ex-Syndicat d'Arc sur Tille								
	1 200		1 500				Ex-Syndicat de la Racle								
	180		250				Ex-Syndicat Varanges								
	1 100		1 300				Ex-SIPIT								
	1 200		1 300				Genlis								
	40		50				Labergement Foigny								
	135		160				Longchamps								
	Total SINOTIV'Eau		5 555				6 660								
TOTAL Branche Nord	11 412	m³/j	15 600	m³/j	17 330	m³/j		6 800	m³/j	6 800	m³/j		2 040	m³/j	

Figure 73 : Synthèse des volumes retenus - Branche Nord

F.4.2. Branche Sud

							Sollicitation de la Boucle des Maillys par les collectivités										
	Total volume mis en distribution moyen actuel		Total volume mis en distribution de pointe actuel		Total volume mis en distribution de pointe estimé 2050		Secteur concerné par la Boucle des Maillys	Volume max demandé (avec sécurisation si demandé)		Volume demandé en jour de pointe		part du volume mis en distribution de pointe	Volume technique ou minimum		part du volume mis en distribution en moyen	Nature du Besoin vis-à-vis des Maillys	
SIAEP Seurre Val de Saône	1 771	m³/j	2 639	m³/j	2 752	m³/j	Magny-les-Aubigny	225	m³/j	225	m³/j	50%	150	m³/j	50%	dilution des ressources Magny (90% Maillys) et Pagny (90% Maillys) + sécurisation de la ressource principale (Pagny)	
							Pagny-le-Château	1 305	m³/j	1 140	m³/j		760	m³/j			
							Total	1 530	m³/j	1 365	m³/j		910	m³/j			
SIAEP Pays Losnais	1 180		1 771		1 804		Ensemble Syndicat	1 804	m³/j	720	m³/j	40%	200	m³/j	40%	prévision de dilution	
SIAEP Brazey en Plaine	814	m³/j	1 191	m³/j	1 235	m³/j	Ensemble Syndicat	1 235	m³/j	620	m³/j	52%	425	m³/j	52%	dilution (50% Maillys) + sécurisation Puit de St Jean	
CC Gevrey-Nuits	7 106	m³/j	10 621	m³/j	11 810	m³/j	Secteur de Puits de Nuits	1 020	m³/j	1 020	m³/j	28%	680	m³/j	28%	complément déficit et diversification	
							Secteur de Nappe Sud Dijonnaise	1 980	m³/j	1 980	m³/j		1 320	m³/j			
							Total	3 000	m³/j	3 000	m³/j		2 000	m³/j			
CA Beaune Côte et Sud	11 405	m³/j	17 041	m³/j	17 701	m³/j	Beaune Pays Beaunois	3 000	m³/j	3 000	m³/j	18%	800	m³/j	3%	complément pour déficit projeté 2035 en période d'étiage	
Total Branche Sud	22 277	m³/j	33 263	m³/j	35 301	m³/j		10 569	m³/j	8 705	m³/j		4 335	m³/j			

Figure 74 : Synthèse des volumes retenus - Branche Sud

G. ETUDE FINANCIERE

Une analyse financière a été réalisée afin d'étudier l'impact du projet sur le prix au m³ de l'eau potable de chaque collectivité.

G.1. ETAT DES LIEUX FINANCIER

En concertation avec le CD21 et les collectivités, la capacité d'autofinancement et la capacité de désendettement de chacune des collectivités ont été considérées nulles pour la suite de l'étude financière. La totalité des investissements à réaliser par les collectivités est intégrée en tant qu'emprunt à la simulation financière

G.1.1. Branche Nord

Collectivité	Prix de l'eau au m ³ (*)	Assiette facturation 2021
SISOV	2.16 €/m ³	349 882 m ³
CCPVS	2.21 €/m ³	706 351 m ³
SIE Clénay St-Julien	1.87 €/m ³	377 857 m ³
SIAEP Varois et Chaignot	1.70 €/m ³	116 425 m ³
SINOTIV'EAU	1.97 €/m ³	1 208 795 m ³

G.1.2. Branche Sud

Collectivité	Prix de l'eau au m ³ (*)	Assiette facturation 2021
SIAEP Seurre Val de Saône	3.09 €/m ³	497 737 m ³
SIAEP Pays Losnais	2.07 €/m ³	271 700 m ³
SIAEP Brazey en Plaine	2.09 €/m ³	144 922 m ³
CC Gevrey-Nuits	(**)	1 936 992 m ³
CA Beaune Côte et Sud	(**)	3 050 982 m ³

(*) Part fixe + Part variable ramenée à au m³

(**) Donnée non homogène sur le territoire de la collectivité.

G.2. SYNTHESE COUTS D'INVESTISSEMENT

Pour rappel, les coûts d'investissements sont répartis de la manière suivante :

Tableau 42 : Répartition des coûts d'investissements

Investissements	
Station de traitement	17 830 000 € HT
Champ captant	5 511 000 € HT
Branche Nord	29 103 400 € HT
Branche Sud	49 461 100 € HT
TOTAL	101 905 500 € HT

G.3. SYNTHESE COUTS D'EXPLOITATION

Pour affiner l'impact du projet sur la redevance de l'eau potable sur chaque collectivité, le coût d'exploitation des infrastructures est à prendre en compte. Il est défini de la manière suivante au démarrage du projet :

- ✓ Charges d'entretien :
 - Personnel : 3.5 équivalents temps plein réseaux et station, 115 000€ annuels
 - Réseau d'adduction neuf : peu de réparation à prendre en compte
 - Entretien des équipements : 1.5% de la valeur des équipements neufs
 - Lavage des réservoirs : 6 000€ par réservoirs
- ✓ Charges énergétiques :
 - Prix du kWh 2022 : 0.20€/kWh
- ✓ Charges produit de traitement :
 - Réactifs de la station de traitement
 - Réactifs rechloration

Tableau 43 : Détail des charges annuelles d'exploitation

	Branches Nord	Branches Sud	Champ Captant	Station de traitement
Charges entretien (Entretien + Personnel)	140 000€ HT		-	155 000€ HT
Charges énergétiques	82 400€ HT	146 400€ HT	43 200€ HT	36 000€ HT
Charges produit de traitement	-	-	-	117 000€ HT
Charges totales annuelles	720 000€ HT			

G.4. CLE DE REPARTITION DES COUTS D'INVESTISSEMENT

Pour répartir équitablement le coût du projet entre les collectivités, une clé de répartition a été définie proportionnellement au volume maximum demandé par chaque collectivité.

Subventions		Investissements Maillys		
80%		volume max demandé		
Branches	Collectivité	20% - non subventionnés	Volumes max demandé aux Maillys	Clé de répartition
Branche Nord	SISOV	1 760 126 €	1 500 m³/j	8.6%
	CCPVS	1 760 126 €	1 500 m³/j	8.6%
	SIE Clénay St-Julien	586 709 €	500 m³/j	2.9%
	SIAEP Varois et Chaignot	704 050 €	600 m³/j	3.5%
	SINOTIV'EAU	3 168 227 €	2 700 m³/j	15.5%
Branche Sud	SIAEP Seurre Val de Saône	1 795 328 €	1 530 m³/j	8.8%
	SIAEP Pays Losnais	2 116 845 €	1 804 m³/j	10.4%
	SIAEP Brazey en Plaine	1 449 170 €	1 235 m³/j	7.1%
	CC Gevrey-Nuits	3 520 252 €	3 000 m³/j	17.3%
	CA Beaune Côte et Sud	3 520 252 €	3 000 m³/j	17.3%
Total		20 381 084 €		

Tableau 44 : Répartition des investissements entre les collectivités

G.5. IMPACT SUR LA REDEVANCE EAU POTABLE

G.5.1. Méthodologie de calcul

L'analyse qui va suivre s'intéresse uniquement au surcoût, que vont engendrer les investissements du projet, sur la redevance en eau potable de chaque collectivité.

Les hypothèses suivantes ont été prises en compte pour calculer l'impact annuel sur la redevance en eau potable de chaque collectivité :

- ✓ Hypothèses générales
 - Subventionnement des investissements à hauteur de 80%
 - Durée des travaux : 6 ans
 - Inflation annuelle fixe appliquée aux coûts d'exploitation : 1,5%
 - Taux d'actualisation de la monnaie : 1,0%
 - Estimation annuelle à l'horizon 50 ans

- ✓ Hypothèses sur le nouveau syndicat :
 - Amortissement
 - Basé sur les investissements non subventionnés
 - Durées de vie moyenne des infrastructures calculées au prorata des investissements
 - Canalisation : 70 ans
 - Génie Civil : 50 ans
 - Équipement : 20 ans
 - Assiette nulle sur la durée des travaux
 - Après la durée des travaux, l'assiette des Maillys est définie comme ceci :
 - Branche Nord : 1 semaine en volume de sécurisation, le reste de l'année en volume technique
 - Branche Sud : 1 mois en volume de pointe (ou période d'étéage), le reste de l'année en volume technique
- ✓ Hypothèses sur les collectivités :
 - Emprunt sur 40 ans à un taux fixe de 2,5% ;
 - Pas d'amortissement

Le calcul s'effectue chaque année, en deux étapes :

- a. Détermination du prix de Vente en Gros (VEG) du nouveau syndicat
 - i. Part Fixe
 - ii. Part Variable
- b. Injection de ces prix dans les charges de chaque collectivité pour obtenir le surcoût sur la redevance en Eau Potable.

➤ Simulation

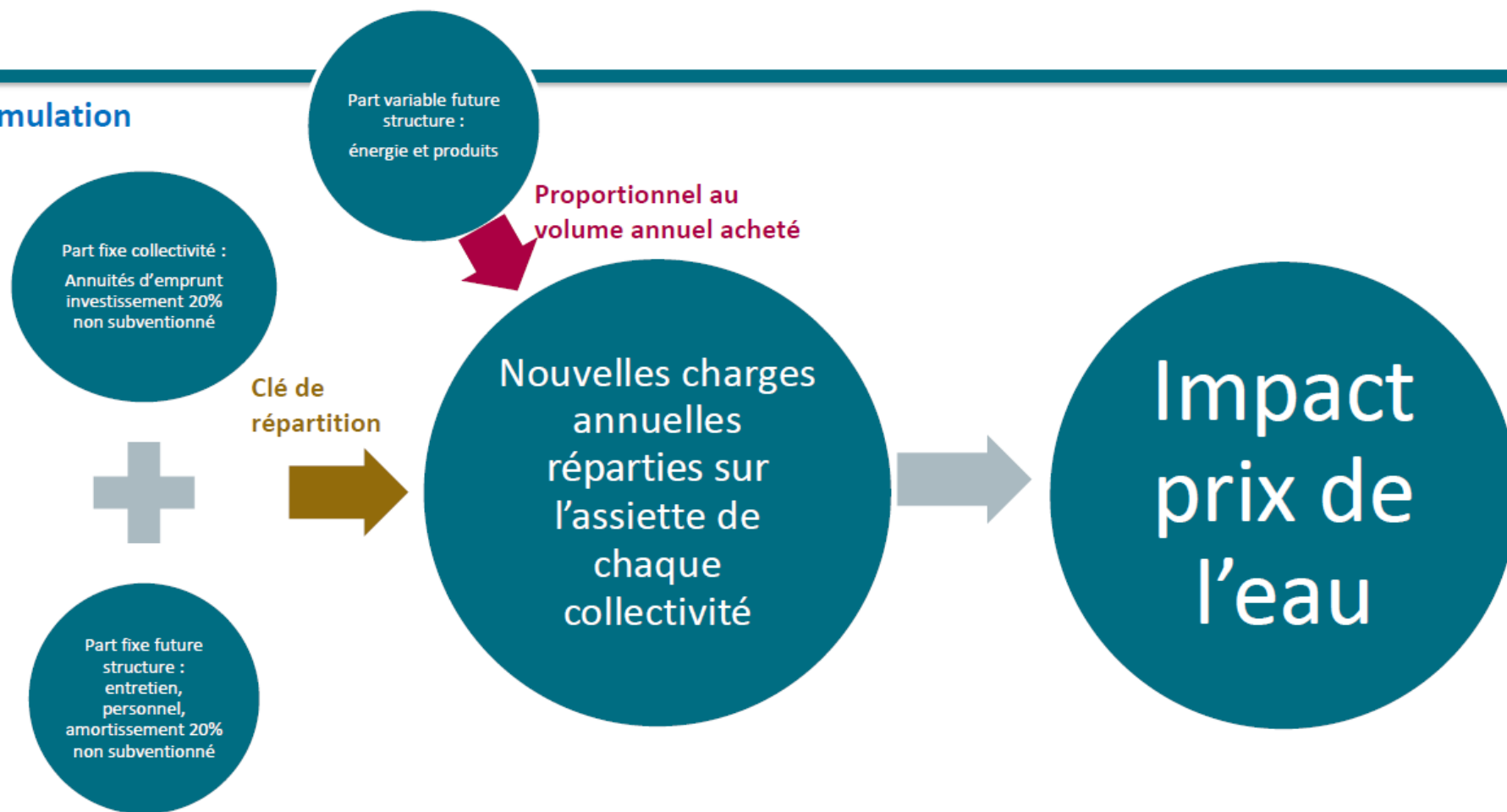


Figure 75 : Méthodologie du calcul de l'impact sur prix de l'eau

Pour mener à bien ces estimations annuelles, des fichiers Excel ont été mis en place. Ils seront disponibles en Annexes.

G.5.2. Détermination du prix de VEG du nouveau Syndicat d'adduction

La première étape est la détermination du prix de VEG du nouveau syndicat d'adduction, qui va gérer la production sur la Boucle des Maillys.

Les charges de ce nouveau syndicat sont les suivantes :

- ✓ Charges fixes :
 - Amortissement de l'investissement **non subventionné** sur 56 ans d'après la durée de vie moyenne des nouvelles infrastructures.
 - Charges d'exploitation
 - Masse salariale
 - Coût d'entretien du réseau et des infrastructures
- ✓ Charges variables :
 - Charges énergétiques
 - Produit de traitement

Les charges fixes (*assimilable à un abonnement ou à un ticket d'entrée à la collectivité*), seront réparties sur chaque collectivité en fonction du volume maximum demandé aux Maillys (*même clé de répartition que pour les investissements*) et seront indépendantes du volume acheté aux Maillys.

Les charges variables quant à elles, sont proportionnelles au volume vendu à la collectivité.

Tableau 45 : Extrait du fichier de calcul de la part variable du prix de VEG des Maillys

Impact sur le prix de l'eau des Maillys - Approche Financière

1- HYPOTHESES

Année du programme	2022
Montant total des travaux	101 905 500
Taux de subvention	80.0%
Durée des travaux	6 ans
Durée d'emprunt	0 ans
Taux d'emprunt	0.0%
Taux d'inflation	1.5%
Volume facturé actuel	2 690 658 m3
Volume facturé (actuel + 50ans)	2 690 658 m3
Durée moyenne d'amortissement des	58 ans
Charges fixes sans amortissement (2022)	308 604
Charges variables sans AEG (2022)	438 716

Taux d'actualisation	1.0%
----------------------	------

2- SIMULATION

Id	Année	Coût des travaux de l'année 0 ()	Coût des travaux actualisé ()	Durée d'amortissement de l'investissement (ans)	EMPRUNT			Amortissement des Travaux	CHARGES		Assiette (Volume facturé)	Impact attendu sur le prix de l'eau inflaté (€/m³)	Impact attendu sur le prix de l'eau de l'année 0 (€/m³)
					Montant des Subventions	Montant de l'emprunt de l'année	Somme des Interets des emprunts		Charges fixes pour collectivités	Charges variables pour syndicat			
0	2022												
1	2023	16 984 250	17 239 014	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000
2	2024	16 984 250	17 497 593	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000
3	2025	16 984 250	17 760 063	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000
4	2026	16 984 250	18 026 464	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000
5	2027	16 984 250	18 296 861	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000
6	2028	16 984 250	18 571 314	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000
7	2029	101 905 500	107 391 314	58	0	0	0	370 915	713 417	486 906	2 690 658	0.181	0.169
8	2030	0	0	0	0	0	0	370 915	718 555	494 209	2 690 658	0.184	0.170
9	2031	0	0	0	0	0	0	370 915	723 769	506 622	2 690 658	0.186	0.170
10	2032	0	0	0	0	0	0	370 915	729 062	509 147	2 690 658	0.189	0.171
11	2033	0	0	0	0	0	0	370 915	734 434	516 784	2 690 658	0.192	0.172

L'évolution annuelle des parts variables et fixes du prix de VEG du nouveau syndicat sont donnés ci-dessous.

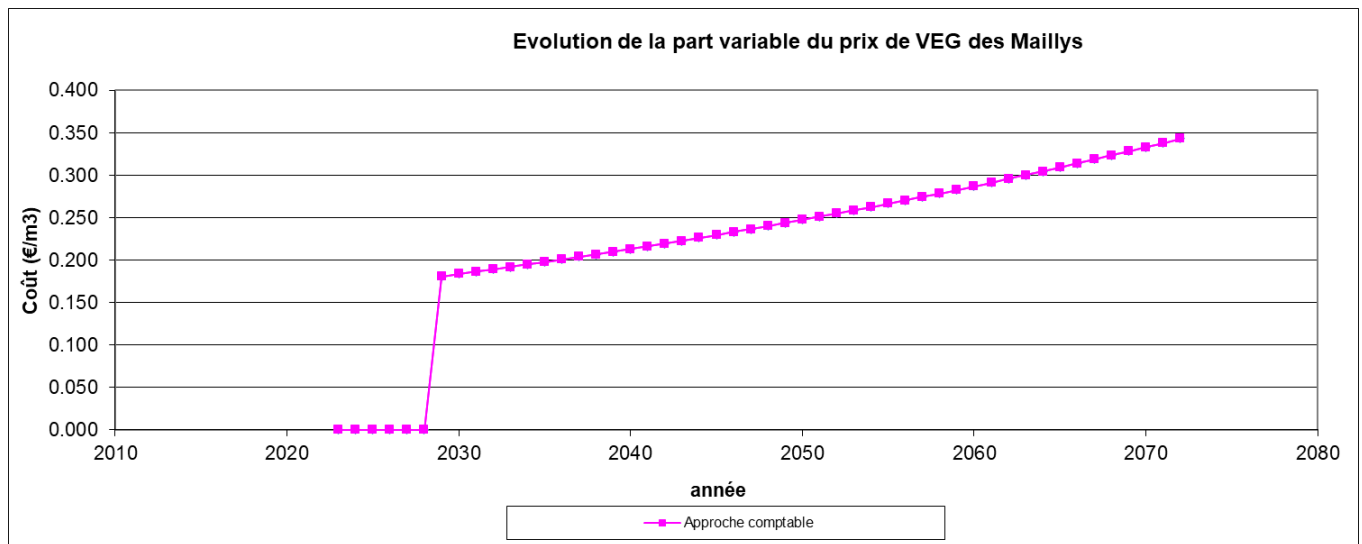


Figure 76 : Évolution annuelle de la part variable du prix de VEG des Maillys

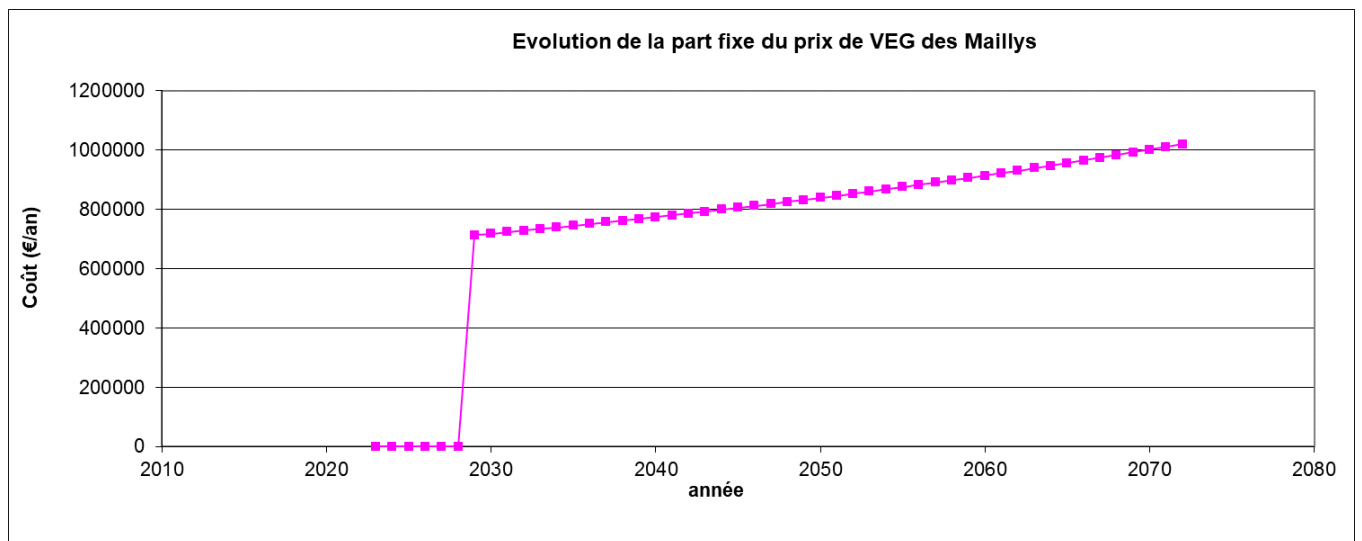


Figure 77 : Évolution annuelle de la part fixe du prix de VEG des Maillys

En synthèse, la part variable du prix de VEG du nouveau syndicat est le suivant :

- **Au démarrage des infrastructures : 0,181 €/m³**
- **En moyenne sur les 40 ans d'emprunt : 0,254 €/m³**

Viennent ensuite s'ajouter les parts fixes, qui sont déterminées de la manière suivante en utilisant la même clé de répartition que celle utilisée pour les investissements :

	Charges fixes annuelles au démarrage	Charges fixes moyenne sur la durée d'emprunt	Clé de répartition
SISOV	61 611 €/an	72 162 €/an	8.6%
CCPVS	61 611 €/an	72 162 €/an	8.6%
SIE Clénay St-Julien	20 537 €/an	24 054 €/an	2.9%
SIAEP Varois et Chaignot	28 865 €/an	35 409 €/an	3.5%
SINOTIV'EAU	110 900 €/an	129 891 €/an	15.5%
SIAEP Seurre Val de Saône	62 843 €/an	73 605 €/an	8.8%
SIAEP Pays Losnais	74 098 €/an	86 787 €/an	10.4%
SIAEP Brazey en Plaine	50 727 €/an	59 413 €/an	7.1%
CC Gevrey-Nuits	123 222 €/an	144 324 €/an	17.3%
CA Beaune Côte et Sud	123 222 €/an	144 324 €/an	17.3%

Figure 78 : Répartition des charges fixes par collectivité

Une fois ce prix de VEG déterminé, la deuxième étape est son intégration dans les charges de chaque collectivité.

G.5.3. Impact sur le prix de l'eau des collectivités

Les charges de chaque collectivité sont les suivantes :

- ✓ Charges fixes :
 - Charges fixes du nouveau syndicat réparties par collectivité
 - Annuité de remboursement du prêt
- ✓ Charges variables :
 - + Achat de l'eau aux Maillys en fonction de la charge variable du nouveau syndicat
 - - Economies réalisées sur le volume d'Eau Potable non produit par le syndicat (le volume qui est acheté aux Maillys)

Le surcoût engendré par les Maillys est alors la somme des charges divisée par l'assiette de la collectivité :

$$\text{Surcoût} = \frac{\text{Charges fixe} + \text{Charges Variable}}{\text{Assiette de la collectivité}}$$

Ci-dessous, un exemple des outils de calcul permettant d'estimer l'impact du projet sur le prix de l'eau du SIAEP Seurre Val de Saône.

Impact sur le prix de l'eau des Maillys - Approche Financière

1- HYPOTHESES

Année du programme	2022
Montant total des travaux	8 976 649 €
Part Cana + GC + Autres	68%
Part Equipement	7%
Taux de subvention	80.0%
Durée des travaux	6 ans
Durée d'emprunt - Cana + GC	40 ans
Durée d'emprunt - Equipement	15 ans
Taux d'emprunt	2.5%
Taux d'inflation	1.5%
Volume facturé actuel	475 858 m3
Volume produit actuel	646 546 m3
Volume facturé futur (2050)	516 595 m3
Taux accroissement volume facturé	0.3%
Volume acheté aux Maillys	345 990 m3
Rendement collectivité	73.6%
Clé de répartition	8.8%

SIAEP Seurre Val de Saône

taux actualisation	1.0%
--------------------	------

2- SIMULATION

					EMPRUNTS						VOLUMES EAU			Charges - hors emprunt				
Id	Année	Coût des travaux de l'année 0 (€)	Coût des travaux actualisé (€)	Montant des Subventions	Montant de l'emprunt de l'année	Annuité de l'emprunt de l'année Cana + GC	Annuité de l'emprunt de l'année Equipement	Somme des Annuités Cana + GC	Somme des Annuités Equipement	Somme des annuités TOTALE	Volumes produits par la collectivité	Volume acheté AEG aux Maillys	Assiette totale	Charges fixes	Charges variables	Charges totales	Impact attendu sur le prix de l'eau inflaté (€/m³)	Impact attendu sur le prix de l'eau de l'année 0 (€/m³)
0	2022										646 546		475 858					
1	2023	1 496 108	1 518 550	1 214 840	303 710	10 640	1 839	10 640	1 839	12 480	648 380	0	477 208	0	0	0	0.026	0.026
2	2024	1 496 108	1 541 328	1 233 062	308 266	10 800	1 867	21 440	3 706	25 146	650 219	0	478 561	0	0	0	0.053	0.052
3	2025	1 496 108	1 564 448	1 251 558	312 890	10 962	1 895	32 403	5 600	38 003	652 063	0	479 919	0	0	0	0.079	0.077
4	2026	1 496 108	1 587 915	1 270 332	317 583	11 126	1 923	43 529	7 523	51 052	653 913	0	481 280	0	0	0	0.106	0.102
5	2027	1 496 108	1 611 733	1 289 387	322 347	11 293	1 952	54 822	9 475	64 298	655 768	0	482 645	0	0	0	0.133	0.127
6	2028	1 496 108	1 635 909	1 308 728	327 182	11 463	1 981	66 285	11 457	77 742	657 628	0	484 014	0	0	0	0.161	0.151
7	2029	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	313 503	345 990	485 387	62 843	43 123	105 967	0.378	0.353
8	2030	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	315 374	345 990	486 763	63 296	43 770	107 066	0.380	0.351
9	2031	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	317 250	345 990	488 144	63 755	44 426	108 182	0.381	0.348
10	2032	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	319 131	345 990	489 529	64 222	45 093	109 314	0.382	0.346
11	2033	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	321 018	345 990	490 917	64 695	45 769	110 464	0.383	0.344
12	2034	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	322 909	345 990	492 310	65 175	46 456	111 631	0.385	0.341
13	2035	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	324 807	345 990	493 706	65 663	47 153	112 815	0.386	0.339
14	2036	0	0	0	0	0	0	66 285	11 457	77 742	326 709	345 990	495 106	66 158	47 860	114 017	0.387	0.337

Tableau 46 : Extrait du fichier de calcul du surcoût du projet sur le prix de l'eau du SIAEP Seurre Val de Saône

L'évolution annuelle du surcoût du projet sur le prix de l'eau de chaque collectivité est calculé année par année. Un fichier de calcul est établi pour chaque collectivité.



Le tableau ci-dessous synthétise, par collectivité, **le surcoût moyen** sur la durée d'emprunt du projet sur la redevance en eau potable.

Collectivité	Volumes maximums	Volumes techniques	Assiette collectivité projection 2019	Assiette collectivité projection 2050	Sur la durée de l'emprunt (40 ans) en € actualisé 2022			Impact moyen attendu sur le prix de l'eau en € actualisés 2022
					Annuité moyenne	Part fixe moyenne	Part variable moyenne	
SISOV	1 500 m³/j	450 m³/j	349 882 m³/an	351 967 m³/an	36 801 €/an	45 503 €/an	18 060 €/an	0.286 €/m³
CCPVS	1 500 m³/j	450 m³/j	706 351 m³/an	816 128 m³/an	37 675 €/an	46 585 €/an	10 134 €/an	0.124 €/m³
SIE Clénay St-Julien	500 m³/j	150 m³/j	377 857 m³/an	458 835 m³/an	12 425 €/an	15 363 €/an	6 098 €/an	0.081 €/m³
SIAEP Varois et Chaignot	600 m³/j	180 m³/j	116 425 m³/an	135 814 m³/an	15 051 €/an	18 610 €/an	4 048 €/an	0.299 €/m³
SINOTIV'EAU	2 700 m³/j	810 m³/j	1 208 795 m³/an	1 521 076 m³/an	68 098 €/an	84 202 €/an	18 317 €/an	0.125 €/m³
SIAEP Seurre Val de Saône	1 530 m³/j	910 m³/j	469 540 m³/an	516 595 m³/an	36 333 €/an	44 236 €/an	35 302 €/an	0.235 €/m³
SIAEP Pays Losnais	1 804 m³/j	200 m³/j	240 082 m³/an	342 719 m³/an	38 942 €/an	48 151 €/an	8 195 €/an	0.327 €/m³
SIAEP Brazey en Plaine	1 235 m³/j	425 m³/j	180 183 m³/an	233 326 m³/an	27 654 €/an	34 194 €/an	8 448 €/an	0.340 €/m³
CC Gevrey-Nuits	3 000 m³/j	2 000 m³/j	2 075 078 m³/an	2 307 463 m³/an	70 758 €/an	87 492 €/an	82 790 €/an	0.110 €/m³
CA Beaune Côte et Sud	3 000 m³/j	800 m³/j	2 880 600 m³/an	4 121 987 m³/an	66 725 €/an	82 505 €/an	46 843 €/an	0.056 €/m³

Tableau 47 : Synthèse par collectivité de l'impact du projet sur le surcoût du prix de l'eau

G.6. SIMULATION D'AMORTISSEMENT A 100%

Lors de la phase d'étude ci-présente, les modalités contractuelles et juridiques concernant la gouvernance du nouveau syndicat de production n'étaient pas encore fixées.

Notamment la part des investissements qui sera amortie par les collectivités adhérentes au projet.

Un scénario complémentaire a été étudié où 100% des amortissements sont amorties, voir résultats ci-dessous.

G.6.1. Prix de VEG des Maillys

La part variable est indépendante de l'amortissement, elle est inchangée.

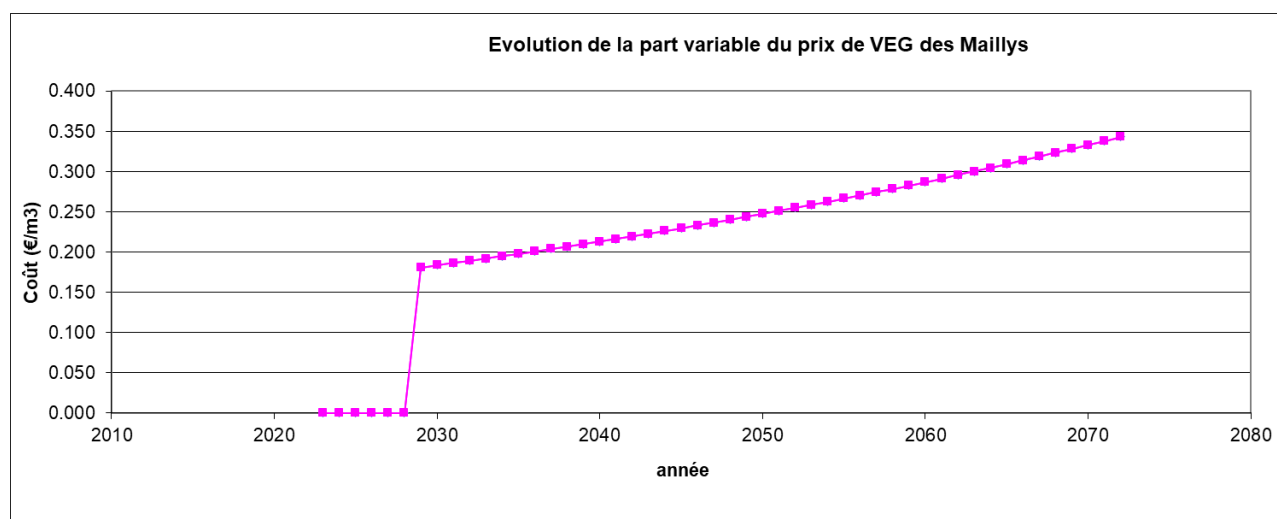


Figure 79 : Évolution annuelle de la part variable du prix de VEG des Maillys – amortissement de la totalité des investissements

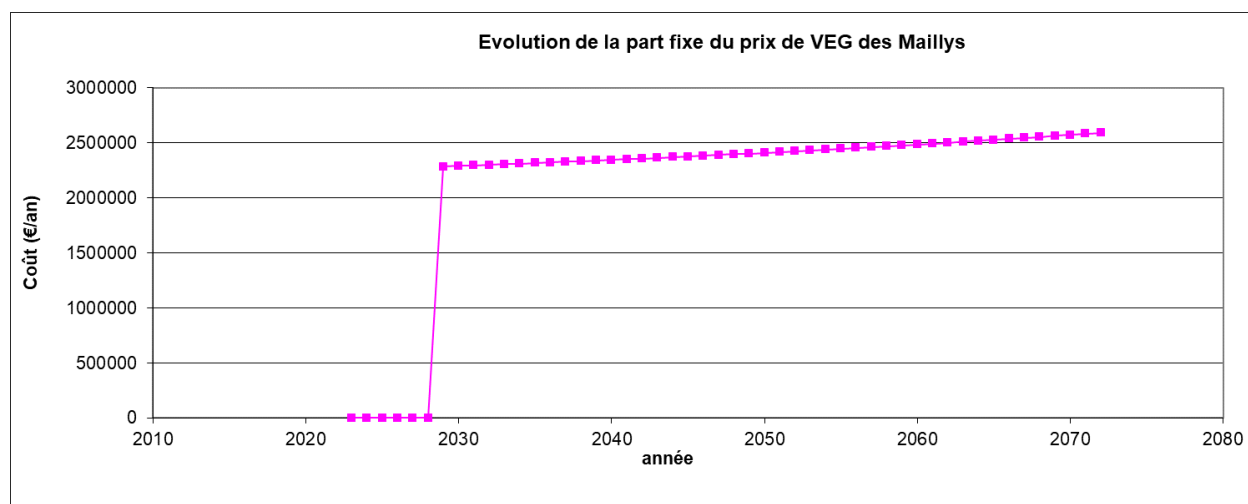


Figure 80 : Évolution annuelle de la part fixe du prix de VEG des Maillys - amortissement de la totalité des investissements

Les parts fixes, qui sont réparties de la manière suivante :

Collectivité	en € actualisé 2022		Clé de répartition
	Charges fixes annuelles au démarrage	Charges fixes moyenne sur la durée d'emprunt	
SISOV	184 056 €/an	158 082 €/an	8.64%
CCPVS	184 056 €/an	158 082 €/an	8.64%
SIE Clénay St-Julien	61 352 €/an	52 694 €/an	2.88%
SIAEP Varois et Chaignot	73 622 €/an	63 233 €/an	3.45%
SINOTIV'EAU	331 300 €/an	284 548 €/an	15.54%
SIAEP Seurre Val de Saône	187 737 €/an	161 244 €/an	8.81%
SIAEP Pays Losnais	221 358 €/an	190 120 €/an	10.39%
SIAEP Brazey en Plaine	151 539 €/an	130 154 €/an	7.11%
CC Gevrey-Nuits	368 111 €/an	316 164 €/an	17.27%
CA Beaune Côte et Sud	368 111 €/an	316 164 €/an	17.27%

Tableau 48: Répartition des charges fixes par collectivité - amortissement de la totalité des investissements

G.6.2. Impact sur le prix de l'eau des collectivités

Le tableau ci-dessous synthétise, par collectivité, le surcoût moyen sur la durée d'emprunt du projet sur la redevance en eau potable.

Collectivité	Volumes maximums	Volumes techniques	Assiette collectivité projection 2050	Sur la durée de l'emprunt (40 ans) en € actualisé 2022			Impact moyen attendu sur le prix de l'eau en € actualisés 2022 (€/m³)
				Annuité moyenne	Part fixe moyenne	Part variable moyenne	
SISOV	1 500 m³/j	450 m³/j	351 967 m³/an	45 458 €/an	158 082 €/an	22 309 €/an	0.642 €/m³
CCPVS	1 500 m³/j	450 m³/j	816 128 m³/an	45 458 €/an	158 082 €/an	12 227 €/an	0.268 €/m³
SIE Clénay St-Julien	500 m³/j	150 m³/j	458 835 m³/an	15 153 €/an	52 694 €/an	7 436 €/an	0.167 €/m³
SIAEP Varois et Chaignot	600 m³/j	180 m³/j	135 814 m³/an	18 183 €/an	63 233 €/an	4 891 €/an	0.585 €/m³
SINOTIV'EAU	2 700 m³/j	810 m³/j	1 521 076 m³/an	81 824 €/an	284 548 €/an	22 009 €/an	0.262 €/m³
SIAEP Seurre Val de Saône	1 530 m³/j	910 m³/j	516 595 m³/an	46 367 €/an	161 244 €/an	44 815 €/an	0.492 €/m³
SIAEP Pays Losnais	1 804 m³/j	200 m³/j	342 719 m³/an	54 670 €/an	190 120 €/an	11 504 €/an	0.749 €/m³
SIAEP Brazey en Plaine	1 235 m³/j	425 m³/j	233 326 m³/an	37 427 €/an	130 154 €/an	11 434 €/an	0.770 €/m³
CC Gevrey-Nuits	3 000 m³/j	2 000 m³/j	2 307 463 m³/an	90 915 €/an	316 164 €/an	106 374 €/an	0.224 €/m³
CA Beaune Côte et Sud	3 000 m³/j	800 m³/j	4 121 987 m³/an	90 915 €/an	316 164 €/an	63 825 €/an	0.116 €/m³

Tableau 49 : Synthèse par collectivité de l'impact du projet sur le surcoût du prix de l'eau

G.7. TEST DE SENSIBILITE DU MODELE FINANCIER

Afin de tester la robustesse et les limites des hypothèses utilisées dans le modèle financier, plusieurs tests de sensibilités, sur le modèle avec amortissement de 20% des investissements, ont été menés sur le taux d'inflation, le taux d'actualisation et le coût de l'énergie.

	Scénario de base	Scénario de base	Scénario de base	Scénario de base
	Taux d'inflation : 1.5% Actualisation : 1% Cout de l'énergie 2023 : 0.2 €/kWh	Taux d'inflation : 2.5% Actualisation : 1% Cout de l'énergie 2023 : 0.2 €/kWh	Taux d'inflation : 1.5% Actualisation : 0% Cout de l'énergie 2023 : 0.2 €/kWh	Taux d'inflation : 1.5% Actualisation : 1% Cout de l'énergie 2023 : 0.4 €/kWh
Collectivité	Impact moyen attendu sur le prix de l'eau en € actualisés 2022 (€/m³)	Impact moyen attendu sur le prix de l'eau en € actualisés 2022 (€/m³)	Impact moyen attendu sur le prix de l'eau en € actualisés 2022 (€/m³)	Impact moyen attendu sur le prix de l'eau en € actualisés 2022 (€/m³)
SISOV	0.286 €/m³	0.411 €/m³	0.462 €/m³	0.406 €/m³
CCPVS	0.124 €/m³	0.162 €/m³	0.184 €/m³	0.165 €/m³
SIE Clénay St-Julien	0.081 €/m³	0.106 €/m³	0.119 €/m³	0.106 €/m³
SIAEP Varois et Chaignot	0.299 €/m³	0.361 €/m³	0.407 €/m³	0.366 €/m³
SINOTIV'EAU	0.125 €/m³	0.158 €/m³	0.179 €/m³	0.161 €/m³
SIAEP Seurre Val de Saône	0.235 €/m³	0.344 €/m³	0.379 €/m³	0.363 €/m³
SIAEP Pays Losnais	0.327 €/m³	0.448 €/m³	0.511 €/m³	0.419 €/m³
SIAEP Brazey en Plaine	0.340 €/m³	0.471 €/m³	0.535 €/m³	0.485 €/m³
CC Gevrey-Nuits	0.110 €/m³	0.162 €/m³	0.177 €/m³	0.174 €/m³
CA Beaune Côte et Sud	0.056 €/m³	0.077 €/m³	0.086 €/m³	0.079 €/m³

Tableau 50: Résultats des tests de sensibilité du modèle financier