



Etude pour la restauration morphologique des ruisseaux de Sancey

PHASE 1 : DIAGNOSTIC ET AVANT-PROJET SOMMAIRE

EPAGE Doubs Dessoubre



Etude pour la restauration morphologique des ruisseaux de Sancey

EPAGE Doubs Dessoubre

PHASE 1 : Diagnostic et APS

VERSION	DESCRIPTION	ÉTABLI(E) PAR	APPROUVÉ(E) PAR	DATE
A	Version initiale	AMA - PDN	QRR	12/2023
B	Version modifiée	AMA - PDN	/	03/2024
C	Version modifiée	QRR	QRR	06/2024

ARTELIA – AGENCE BOURGOGNE FRANCHE-COMTE
21 Avenue Albert CAMUS – 21000 DIJON – TEL : 03 80 78 95 50

ARTELIA - 16 Rue Simone Veil - 93400 SAINT-OUEN-SUR-SEINE

SAS au capital de 13 262 150 € - 444 523 526 RCS BOBIGNY

SIRET 444 523 526 00804 – APE 712B – N°TVA : FR 40 444 523 526

www.arteliagroup.com

SOMMAIRE

A.	PRÉAMBULE	15
1.	INTRODUCTION.....	16
2.	PRÉSENTATION DU SECTEUR D'ÉTUDE.....	17
3.	DÉMARCHE GÉNÉRALE	19
3.1.	Données bibliographiques.....	19
3.1.1.	Principe.....	19
3.1.2.	Données d'entrée.....	19
3.2.	Diagnostic de terrain	20
3.3.	Rencontres avec les riverains et les acteurs locaux.....	20
B.	ETAT DES LIEUX GÉNÉRAL	22
1.	CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE.....	23
1.1.	Géologie.....	23
1.2.	Hydrogéologie et phénomènes karstiques.....	26
1.2.1.	Réservoir.....	26
1.2.2.	Les cavités naturelles du bassin versant.....	28
1.2.3.	Circulations souterraines	34
1.2.4.	Synthèse cartographique.....	36
2.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE.....	38
2.1.	Historique des inondations.....	38
2.1.1.	Communes de Chazot et Orve.....	38
2.1.2.	Commune de Sancey et alentours.....	43
2.2.	Débits courants	44
2.2.1.	Données sur le bassin versant.....	44
2.2.1.	Données Irstea/Cemagref.....	45
2.2.2.	Approche par transition de bassin versant.....	46
2.2.3.	Approche terrain	47
2.2.3.1.	Mesures ponctuelles.....	47
2.2.3.2.	Enregistrements en continu	58

2.2.3.3. Contexte hydrologique lors de l'approche terrain	64
2.3. Débits de crue	67
2.3.1. Méthode de Myer	67
2.3.2. Base de données SHYREG (Irstea)	67
2.3.3. Méthode CRUPEDIX.....	68
2.3.4. Approche par calcul pluie-débit via le logiciel PLUTON	69
2.3.4.1. Présentation de l'outil PLUTON.....	69
2.3.4.2. Délimitation des sous-bassins versants.....	70
2.3.4.3. Coefficient de ruissellement.....	70
2.3.4.4. Données de pluie.....	72
2.3.4.5. Calcul des débits de pointe	73
2.3.5. Résultats de l'analyse des débits de crue	78
2.4. Etude mésologique.....	79
2.4.1. Thermie	79
2.4.2. Autres paramètres physico-chimiques : pH et conductivité	84
2.4.3. Synthèse des observations issues des investigations terrain.....	85
3. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE.....	85
3.1. Modélisation hydraulique	85
3.1.1. Principe général et logiciel utilisé.....	85
3.1.2. Topographie du site d'étude.....	86
3.1.3. Paramètres et conditions aux limites	88
3.1.3.1. Rugosité	88
3.1.3.2. Données d'entrée	88
3.1.3.3. Condition aval	88
3.1.3.4. Principe de calage.....	88
3.1.4. Modèle à 2 dimensions.....	88
3.2. Fonctionnement en crue	90
3.2.1. Détermination du débit de plein bord.....	90
3.2.2. Zones de débordement	92
3.2.3. Délimitation de l'espace de bon fonctionnement.....	92
3.2.3.1. Enveloppes de crue.....	93
3.2.4. Bilan du fonctionnement en crue.....	98
3.2.4.1. Le Ruisseau de Jeanmoulot	98

3.2.4.2. Le Ruisseau de la Baume	98
3.2.4.3. Le Ruisseau du Dard.....	100
3.2.4.4. Le Ruisseau de Voye	100
3.2.4.5. Le Ruisseau de Hautpré.....	100
3.2.4.6. Le Ruisseau de Buhin	101
3.2.4.7. Synthèse	101
4. LES FACTEURS D'ARTIFICIALISATION DES COURS D'EAU	102
4.1. Les travaux de rectification du lit.....	102
4.2. Les ouvrages hydrauliques.....	110
4.2.1. Aspects méthodologiques.....	110
4.2.2. Constat général	110
4.2.3. Les seuils.....	115
4.2.3.1. Chutes naturelles.....	115
4.2.3.2. Anthropiques	117
4.2.4. Les busages	117
4.2.5. Les ponts et passerelles	119
4.2.6. Les moulins	121
4.2.7. Impacts des ouvrages sur les milieux	124
4.2.7.1. Les perturbations géomorphologiques	124
4.2.7.2. Les perturbations écologiques.....	126
4.3. Autres aménagements anthropiques.....	128
4.3.1. L'artificialisation des berges	128
4.3.2. Les étangs et autres annexes hydrauliques	131
4.3.3. Les dégradations en lien avec le pâturage	137
4.3.3.1. Le piétinement et l'abrouissement des berges	137
4.3.3.2. Les installations d'abreuvoirs sauvages	138
4.3.3.3. Synthèse cartographique	139
4.4. Synthèse concernant les facteurs d'artificialisation	141
5. FONCTIONNEMENT MORPHODYNAMIQUE.....	146
5.1. L'incision et l'exhaussement du lit.....	146
5.2. La dynamique latérale	147
5.2.1. Traces d'érosions en berges.....	147
5.2.2. Les traces d'affouillement	149

5.3.	La dynamique sédimentaire	150
5.3.1.	Apports solides	150
5.3.2.	Le matelas alluvial	151
5.3.3.	Le transport sédimentaire	154
6.	ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES.....	156
6.1.	Contexte culturel et réglementation associée.....	156
6.1.1.	Protection au titre des abords de monument historique	156
6.1.2.	Sites inscrits et classés.....	156
6.1.3.	Sites présents sur le bassin versant.....	157
6.2.	Usages et activités socio-économiques.....	158
6.2.1.	Occupation du sol.....	158
6.2.2.	La pêche.....	160
6.2.3.	Captages en eau potable	161
6.2.4.	Station d'épuration	163
C.	QUALITÉ DES MILIEUX AQUATIQUES ET RIVERAINS	164
1.	ESPACES NATURELS PATRIMONIAUX	165
1.1.	Site ZNIEFF	165
1.2.	Natura 2000	166
1.2.1.	Site Natura 2000 : Vallée du Dessoubre	167
1.2.2.	Site Natura 2000 : Moyenne vallée du Doubs.....	168
1.3.	Arrêté de protection de biotope.....	169
1.4.	Espaces Naturels Sensibles	170
2.	COMPOSANTE HYDRO-ÉCOLOGIQUE	170
2.1.	Qualité physico-chimique	170
2.2.	Qualité hydrobiologique.....	172
2.2.1.	Peuplement d'invertébrés	172
2.2.2.	Peuplement piscicole	174
2.2.2.1.	Suivi 2002 et 2008	174
2.2.2.2.	Suivi AAPPMA – 2002 - 2016	175
3.	QUALITÉ DU MILIEU RIVULAIRE	177
3.1.	La ripisylve	177

3.2.	Les embâcles	179
3.3.	Carte de synthèse.....	180
4.	LA QUALITÉ PHYSIQUE ET HABITATIONNELLE DES COURS D'EAU	182
4.1.	Méthode	182
4.1.1.	Description physique.....	182
4.1.2.	Sectorisation	183
4.1.3.	Méthode de notation	185
4.2.	Résultats	185
4.3.	Qualité physique et habitationnelle par tronçon	187
4.3.1.	Le ruisseau de la Baume	187
4.3.2.	Le ruisseau de Buhin.....	189
4.3.3.	Le ruisseau du Dard	190
4.3.4.	Le ruisseau d'Hautpré.....	191
4.3.5.	Le ruisseau de Jeanmoulot.....	193
4.3.6.	Le ruisseau de Voye.....	195
4.4.	Bilan de la qualité physique et habitationnelle.....	197
D.	PROGRAMME D' ACTIONS	199
1.	OBJECTIFS RETENUS ET NIVEAU D'AMBITION ASSOCIÉ	200
2.	LA DÉMARCHE PROPOSÉE	200
2.1.	Démarche générale	200
2.2.	Objectifs visés	200
2.3.	Incidences attendues.....	201
2.4.	Conditions d'exécution et besoins en études complémentaires	201
2.5.	Estimation financière	201
3.	LES PRINCIPAUX TYPES DE RESTAURATION PROPOSÉS.....	201
3.1.	Reméandrement	202
3.1.1.	Objectifs.....	202
3.1.2.	Principe d'aménagement.....	202

3.2.	Remodelage du chenal d'écoulement.....	204
3.2.1.	Objectifs.....	204
3.2.2.	Principe d'aménagement.....	204
3.2.3.	Aménagements connexes.....	206
3.3.	Diversification des écoulements.....	207
3.3.1.	Objectifs.....	207
3.3.2.	Principes d'aménagement.....	207
3.3.2.1.	Banquettes.....	207
3.3.2.2.	Épis de recentrage.....	208
3.3.2.3.	Blocs abris et sous berges.....	209
3.4.	Gestion des ouvrages hydrauliques.....	210
3.4.1.	Enjeu des ouvrages hydrauliques à l'échelle du site d'étude.....	210
3.4.2.	Effacement de l'ouvrage.....	210
3.5.	Restauration et gestion de la végétation rivulaire.....	211
3.5.1.	L'entretien de la végétation.....	211
3.5.2.	La restauration de la ripisylve.....	212
3.5.2.1.	Diversification des essences, des strates et/ ou des âges.....	212
3.5.2.2.	Reconstituer la continuité du cordon rivulaire.....	212
3.5.2.3.	Reconstituer une végétation absente.....	212
3.6.	Compléments à la gestion de la ripisylve.....	212
3.6.1.	Gestion de l'accès du bétail à la rivière.....	213
3.6.2.	Gestion de l'abreuvement des troupeaux.....	213
3.7.	Bilan.....	213
4.	PROPOSITION D' ACTIONS.....	214
4.1.	Présentation.....	214
4.1.1.	Généralités.....	214
4.1.2.	Problématique des inondations à Chazot et Orve.....	214
4.1.2.1.	Réduction du débit d'alimentation.....	214
4.1.2.2.	Augmentation du débit de fuite.....	215
4.1.2.3.	Augmentation de la capacité de stockage.....	215
4.2.	Actions prioritaires.....	216
5.	BILAN.....	218

TABLEAUX

Tableau 1 – Tableau récapitulatif des données récoltées auprès des partenaires de la mission	19
Tableau 2 – Débit des crues de la Cusance à Baume et du Buhin à Sancey (données hydroPortail)	44
Tableau 3 – QMNA5 et Module des Ruisseaux de Voye et d’Hautpré, Cemagref/ Irstea	45
Tableau 4 – Stations hydrométriques utilisées pour l’extrapolation des débits	46
Tableau 5 – Résultats de l’approche par transition de bassin versant	46
Tableau 6 – Valeurs des débits jaugés (L/s) lors de l’étude	52
Tableau 7 – Débits caractéristiques (L/s) des 2 stations monitorées sur la seule base du monitoring entre juin 2022 et juin 2023	61
Tableau 8 – Coefficients de détermination synthétisant les degrés de corrélations entre débits quotidiens (moyen et maximum) et bilans hydriques (extemporané, les 2 jours précédents, et la semaine précédente). En gras, les coefficients les plus élevés	61
Tableau 9 – Synthèse du suivi ONDE (Observatoire National Des Etiages) au niveau La Baume à Sancey-Le-Long (U2419114). 1a : « Ecoulement visible acceptable » ; 1f : « Ecoulement visible faible » ; 2 : « Ecoulement non visible ». Encadré : période investiguée	65
Tableau 10 – Débits de crue du ruisseau de Buhin – Méthode de Myer	67
Tableau 11 – Débits de crue du ruisseau de Buhin– Méthode SHYREG	68
Tableau 12 – Débit de crue décennale du ruisseau de Buhin– Méthode CRUPEDIX	68
Tableau 13 – Coefficients en fonction de l’occupation des sols	71
Tableau 14 – Coefficients de ruissellement par bassin versant élémentaire	72
Tableau 15 – Coefficients de Montana à la station de SANCEY-LE-GRAND, pour des pluies de durée comprise entre 1h et 6 heures	73
Tableau 16 – Résultats de l’étude de l’hydrologie de crue avec l’outil Pluton	77
Tableau 17 – Résultats de l’étude de l’hydrologie de crue avec l’outil Pluton – par bassin élémentaire	77
Tableau 18 – Résultats de l’étude de l’hydrologie de crue avec l’outil Pluton – par bassin combiné	77
Tableau 19 – Résultats de l’étude de l’hydrologie de crue – comparatif	78
Tableau 20 – Synthèse des actions proposées sur les ruisseaux de Sancey	219

FIGURES

Figure 1 – Présentation du réseau hydrographique	18
Figure 2 – Bassin versant topographique (fond : geoportail.gouv.fr)	23
Figure 3 – Extrait de la carte géologique (source : geoportail.gouv.fr)	24
Figure 4 – Série stratigraphique du secteur d’étude	25
Figure 5 – Extension de l’aquifère médian (Fond : geoportail.gouv.fr)	28
Figure 6 – Localisation des cavités souterraines (source : infoterre.brgm.fr)	29
Figure 7 – Réseau du Puits Fenoz et de la perte des Pommiers (source : inventaire spéléologique du Doubs)	30
Figure 8 – Entrée du Puits Fenoz	30
Figure 9 – Tête de la perte des Pommiers	30
Figure 10 – Puits des Alloz	31
Figure 11 – Intérieur d’une des pertes de la Lavière	32
Figure 12 – Mesures de débit de novembre 1991	33
Figure 13 – Carte des traçages des eaux souterraines (Source : DREAL BFC / ternum-bfc.fr)	35

Figure 14 – Représentation des pertes et sources naturelles ou anthropisées sur le secteur d'étude.....	37
Figure 15 – Brochures de journaux datant de 1983 (premier journal) et 1988	40
Figure 16 – Marquage de lignes d'eaux concernant les inondations de 1983 sur la commune d'Orve	40
Figure 17 – Travaux d'aménagements de la perte des Lavières de 1991 (photos du 19/10/2022)	41
Figure 18 – Cartographie des différents puits aménagés en 1991 pour diminuer les inondations sur Chazot et Orve	42
Figure 19 – Cartographie représentant les inondations recensées sur le bassin versant, sans distinction de date (sans compter les inondations importantes de Chazot et Orve).....	43
Figure 20 – Localisation des points investigués entre juin 2022 et juin 2023 (et localisation des données antérieures).....	51
Figure 21 – Variabilité des débits jaugés au cours des 8 campagnes (max, 75%, médiane, 25%, minimum). En haut : échelle linéaire, favorisant la visualisation des fortes eaux. En bas : échelle logarithmique, favorisant la visualisation des basses eaux.	52
Figure 22 – Dynamique spatiale (en haut) et temporelle (en bas) des débits jaugés.	53
Figure 23 – Vues datant du 03/22/2022 de l'ouvrage en aval de l'Etang du Voître (à gauche) et du point 4 quelques centaines de mètres plus en aval (à droite) : absence d'écoulement provenant de l'étang et eaux stagnantes dans le tronçon rectifié.	54
Figure 24 – Vues des points 2 (Buhin, en haut à gauche) et 3 (Voye aval, en haut à droite), ainsi que du Puits Fenoz à Chazot lors des hautes eaux du 03/04/2023 : absence d'envolement significatif malgré une forte montée en débit des 2 points aval du BV investigué.....	55
Figure 25 – Vues prises le 17/01/2023 d'écoulements drainés et de véritables drains jalonnant la vallée amont du Voye (vues d'amont en aval) illustrant l'altération de zones humides historiquement présentes dans ce secteur, certaines étant encore nettement inscrite dans le paysage.	56
Figure 26 – Localisation des drains actifs dans la partie amont du Voye lors de la campagne de mesures du 17/01/2023.	57
Figure 27 – Vue des sondes enregistreuses le 22/06/2022 au niveau de la Baume (point 9, à gauche) et du Buhin (Point 2, à droite).....	58
Figure 28 – Courbes de tarage élaborées à partir des campagnes de jaugeages ponctuelles au niveau des 2 points d'enregistrement. 2 points aberrants ont été exclus au niveau de la station distale à Buhin, 1 point aberrant a été exclu au niveau de la station apicale sur la Baume.....	59
Figure 29 – Hydrogramme modélisé pour chacune des es 2 stations monitorées et projection des valeurs des débits qui y ont été jaugés.	60
Figure 30 – Projection des hydrogrammes et des bilans hydriques au cours de la période investiguée. Un bilan hydrique négatif (rouge) signifie une évapotranspiration journalière supérieure à la pluviométrie (et inversement pour un bilan hydrique positif (bleu).	62
Figure 31 – Zooms sur l'hydrologie des 2 stations monitorées lors de 4 évènements/types hydro-climatiques.	63
Figure 32 – Evolution des températures atmosphériques à l'échelle de la France (source : MétéoFrance)	65
Figure 33 – Débits classés du Cusancin (à Cousance) selon une échelle linéaire à gauche et une échelle logarithmique à droite : positionnements des débits classés sur la période investiguée par rapport aux « normales » de la station.	66
Figure 34 – Extraits des projections climatiques pour la commune de Sancey en 2050 (Source : climadiag, MétéFrance).....	66
Figure 35 – Bassin versant d'apport et occupation des sols.....	71

<i>Figure 36 – Combinaison de bassins versants élémentaires – Partie une</i>	74
<i>Figure 37 – Combinaison de bassins versants élémentaires – Partie deux</i>	75
<i>Figure 38 – Combinaison de bassins versants élémentaires – Partie trois</i>	76
<i>Figure 39 – Chronique de la température de l’eau enregistrée au niveau des points 2 (Buhin, en orange) et 9 (Baume amont, en vert), et comparaison avec la température atmosphérique (en gris). Pour le Buhin, seules les températures enregistrées hors assecs sont représentées</i>	80
<i>Figure 40 – Comparaisons des écarts thermiques de l’eau par rapport la température atmosphérique au niveau des points 2 (Buhin, en orange) et 9 (Baume amont, en vert)</i>	81
<i>Figure 41 – Proportion des températures favorables à la truite durant le cycle annuel investigué.</i>	82
<i>Figure 42 – Variabilité (minimum, 25%, médiane, 75%, maximum) des températures de l’eau mesurées dans les 9 points suivis. Pour les stations présentant des assecs fréquents, la variabilité ne considère qu’un jeu de données limité (en particulier points 2 et 3 qui furent à sec lors de 4 des 8 campagnes)</i>	83
<i>Figure 43 – Variabilité des paramètres pH et conductivité mesuré in situ lors de chaque campagne (sous réserve d’absence d’assec)</i>	84
<i>Figure 44 – Exemple de représentation géométrique du cours d’eau (profil en travers, ici sur la partie amont du ruisseau de la Baume</i>	86
<i>Figure 45 – Donnée LIDAR et représentation du secteur d’étude dans le modèle hydraulique</i> ..	87
<i>Figure 46 – Modèle hydraulique complémentaire, en 2D</i>	89
<i>Figure 47 – Carte des débits de plein bord</i>	91
<i>Figure 48 – Carte des points de débordements</i>	92
<i>Figure 49 – Carte des enveloppes des crues caractéristiques et espace de bon fonctionnement hydraulique</i>	94
<i>Figure 50 – Carte des enveloppes des crues caractéristiques et espace de bon fonctionnement hydraulique – Partie Ouest</i>	96
<i>Figure 51 – Carte des enveloppes des crues caractéristiques et espace de bon fonctionnement hydraulique – Partie centrale</i>	97
<i>Figure 52 – Carte des enveloppes des crues caractéristiques et espace de bon fonctionnement hydraulique – Partie Est</i>	98
<i>Figure 53 – Circulation des écoulements en fond de vallée au droit de la route de Voître et de la station d’épuration de Sancey suite aux crues de novembre 2023</i>	99
<i>Figure 54 – Débordements sur le linéaire reliant ruisseaux de Baume, du Buhin et d’Hautpré suite aux crues de novembre 2023</i>	99
<i>Figure 55 – Débordements au niveau du pont de la RD21 suite aux crues de novembre 2023</i> .	101
<i>Figure 56 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d’étude (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)</i>	104
<i>Figure 57 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d’étude – Secteur Ouest (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)</i>	105
<i>Figure 58 – Comparaison du secteur aval au ruisseau de la Baume et sa confluence avec le Buhin entre 1950 et 2018 (Source : Remontée le temps)</i>	106
<i>Figure 59 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d’étude – Secteur central (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)</i>	107
<i>Figure 60 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d’étude – Secteur Est (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)</i>	108
<i>Figure 61 – Localisation par comparaison des tracés historiques des tronçons rectifiés</i>	109
<i>Figure 62 – Exemple d’ouvrages classés en état moyen (respectivement sur un affluent du ruisseau de Voye, ruisseau du Dard, ruisseau de la Baume et ruisseau de Ronchaux – photos prises les 18 et 20/10/2022)</i>	111

Figure 63 – Exemple d’ouvrages dégradés (respectivement sur le ruisseau d’Hautpré, ruisseau de Voye, ruisseau du Dard et ruisseau de Baume – photos prises les 13 et 18/10/2022 puis le 22/06/2023)	112
Figure 64 – Ouvrages sur le secteur d’étude	113
Figure 65 – Ouvrages dégradés ou moyennement dégradés sur le secteur d’étude	114
Figure 66 – Exemple de seuil anthropisés sur le ruisseau de la Baume, traversée de la commune de Sancey (photos prises le 20/10/2022)	117
Figure 67 – Exemples de busages sur le ruisseau d’Hautpré et de Jeanmoulot (Photos prises le 13, 17, 18/10/2022)	118
Figure 68 – Exemples de ponts-cadre sur le ruisseau d’Hautpré, de Voye et de la Baume (photos prise le 13, 18 et 20/10/2022)	119
Figure 69 – Exemples de passages à gué sur le ruisseau de Jeanmoulot et de la Baume (Photos prises le 17 et le 19/20/2022)	120
Figure 70 – Représentation des moulins sur les ruisseaux de Sancey, Extrait de la carte de Cassini	121
Figure 71 – Restes du Moulin de la Cude (Photos du 22/06/2023)	122
Figure 72 – Seuil du Moulin Neuf (Photo du 20/10/2022)	123
Figure 73 – Ancienne scierie du Moulinot (Photo du 20/10/2022)	123
Figure 74 – Zones d’affouillement en aval d’ouvrages – Affluent du ruisseau d’Hautpré, ruisseau de Voye, du Dard, Affluent du ruisseau de la Baume (Photos prises les 13, 19, 20/10/2022)... ..	125
Figure 75 – Ouvrages infranchissables sur le secteur d’étude.....	127
Figure 76 – Exemples de protection de berges sur les ruisseaux d’Hautpré, de Jeanmoulot et de Baume (Photos prises les 13, 17 et 20/10/2022)	128
Figure 77 – Protections de berge sur le secteur d’étude.....	130
Figure 78 – Représentation des plans d’eau sur le secteur d’étude	132
Figure 79 – Plan d’eau sur le ruisseau de Jeanmoulot (Photos prises le 17/10/2022, De l’amont vers l’aval)	133
Figure 80 – Plan d’eau sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 20/10/2022, De l’amont vers l’aval)	134
Figure 81 – Plan d’eau sur un affluent du ruisseau de Voye (Photos prises le 18/10/2022, De l’amont vers l’aval)	135
Figure 82 – Ancien plan d’eau sur le ruisseau de la Baume, partie amont (Photos prises le 19/10/2022)	136
Figure 83 – Plans d’eau des anciens Moulins Neuf et de la Cude	136
Figure 84 – Piétinements sur les ruisseaux de Jeanmoulot, de Voye, du Dard et de la Baume (Photos prises les 17, 18, 20, 21/10/2022)	138
Figure 85 – Abreuvoirs installés dans le lit mineur avec captage du ruisseau ou de la source – Ruisseaux d’Hautpré, de Voye et de Jeanmoulot (Photos prises les 13 et le 18/10/2022)	139
Figure 86 – Zones impactées par les activités agricoles.....	140
Figure 87 – Espace de bon fonctionnement hydraulique et facteurs d’artificialisation – Partie Ouest	143
Figure 88 – Espace de bon fonctionnement hydraulique et facteurs d’artificialisation – Partie Centrale.....	144
Figure 89 – Espace de bon fonctionnement hydraulique et facteurs d’artificialisation – Partie Est	145
Figure 90 – Exemple des problématiques d’instabilité de berges sur le ruisseau de Voye (photos prises le 21/10/2022)	146
Figure 91 – Exemples d’affouillement sur les ruisseaux du Buhin, de Voye et un affluent de la Baume (Photos prises le 13, 18, 19 et 20/10/2022)	150

Figure 92 – Sédiments grossiers sur les zones apicales des ruisseaux du Dard, de la Baume et un de ses affluents et de Voye (Photos prises le 17 et 18/10/2022)	152
Figure 93 – Exemple de seuils karstiques sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 18/10/2022)	152
Figure 94 – Matelas de graviers et galets en amont et aval de zone urbaine sur le ruisseau de la Baume (Photos prise le 20/10/2022)	153
Figure 95 – Matelas alluvial sur la partie amont et aval du ruisseau de Voye (Photos prises le 18 et 21/10/2022)	153
Figure 96 – Exemple de pavage sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 20/10/2022)	154
Figure 97 - Sites d'intérêt patrimonial, classé et inscrit sur le secteur de l'étude (Source : Atlas des patrimoines).....	157
Figure 98 - Occupation du sol dans le secteur de l'étude (Source : Corine Land Cover 2018) ...	158
Figure 99 – Occupation du sol sur les parcelles en bordure de cours d'eau.....	159
Figure 100 - Carte du parcours de pêche du ruisseau de la Baume (Source : Fédération de pêche du Doubs).....	160
Figure 101 – Captages AEP sur le secteur d'étude (Source : ideo bfc)	161
Figure 102 – Captages directement reliés au ruisseau du Dard	162
Figure 103 – Captage directement relié au ruisseau de la Baume.....	163
Figure 104 - Zonages de ZNIEFF sur le bassin versant à l'étude.....	166
Figure 105 – Organisation du réseau Natura 2000	167
Figure 106 – Sites Natura 2000 aux alentours du secteur d'étude	167
Figure 107 – Zonages des Arrêtés de Protection de Biotope sur le secteur d'étude.....	169
Figure 108 – Représentation des analyses physico-chimiques réalisées en 2002.....	170
Figure 109 – Présentation des résultats des analyses IBGN réalisés en 2002 sur le secteur d'étude (Source : Etude RWB France Sarl).....	172
Figure 110 – Présentation des résultats des analyses IBGN réalisées en 2008 sur le secteur d'étude (Source : Etude RWB France Sarl).....	173
Figure 111 – Localisation des stations et investigations piscicoles de 2002 sur le secteur d'étude (Source : Etude RWB France Sarl)	174
Figure 112 - Confrontation référentiel typologique du peuplement piscicole sur le ruisseau de la Baume au niveau de la station en amont de Sancey-le-Long.....	175
Figure 113 – Confrontation référentiel typologique et données historiques du peuplement piscicole sur le ruisseau de la Baume au pont de la piscine dans le bois de la Baume	176
Figure 114 – Exemple d'arbustes dans le lit mineur du ruisseau de Voye sur sa partie aval (Photos prises le 20/10/2022)	177
Figure 115 - Localisation des secteurs avec un déficit de ripisylve.....	178
Figure 116 – Exemple d'embâcle sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 19/10/2022) ..	179
Figure 117 – Représentation de la qualité du milieu rivulaire sur le secteur d'étude.....	181
Figure 118 - Illustration schématique des 3 composantes de la qualité physique.....	182
Figure 119 – Sectorisation des ruisseaux à l'étude.....	184
Figure 120 - Qualité physique globale des tronçons des ruisseaux de Sancey	186
Figure 121 – Ruisseau de la Baume et amoncellement d'embâcles sur ses affluents – Secteur amont	187
Figure 122 – Ruisseau de la Baume – Amont du centre-ville	188
Figure 123 – Ruisseau de la Baume en centre-ville	188
Figure 124 – Ruisseau de la Baume – Secteur aval.....	189
Figure 125 – Ruisseau du Buhin – Secteur amont	190
Figure 126 – Ruisseau du Buhin – Secteur aval	190
Figure 127 – Ruisseau du Dard amont et aval.....	191

Figure 128 – Affluents du ruisseau d’Hautpré sur le secteur amont.....	192
Figure 129 – Ruisseau d’Hautpré de l’amont vers l’aval	193
Figure 130 – Ruisseau de Jeanmoulot le long de la RD 468	193
Figure 131 – Ruisseau de Jeanmoulot sur le secteur central.....	194
Figure 132 – Ruisseau de Jeanmoulot au niveau de la RD31 et la rue des Saules	194
Figure 133 – Ruisseau de Voye – Secteur amont.....	195
Figure 134 – Ruisseau de Voye – Affluents	195
Figure 135 – Ruisseau de Voye – Amont de la commune	196
Figure 136 – Ruisseau de Voye – Centre-ville de Sancey	196
Figure 137 – Ruisseau de Voye – Aval de la commune	197
Figure 138 - Schéma de principe d’un reméandrement (rectification d’un cours d’eau au-dessus, cours d’eau naturel en-dessous).....	203
Figure 139 - Schéma de principe du terrassement des berges en déblais/ remblais	205
Figure 140 - Schéma de principe de la diversification des écoulements dans l’emprise du lit mineur	205
Figure 141 - Schémas de principes de remodelage de la section mouillée avec création de banquettes et exemple de remodelage sur la Cent Font pour le Syndicat du Bassin versant de la Vouge (travaux réalisés en 2022).....	206
Figure 142- Exemple de banquettes sur la Furieuse à Salins-les-Bains (Artelia, 2020)	208
Figure 143 - Exemple d’épis en bois sur la Glantine à Tourmont (Artelia, 2023).....	208
Figure 144 – Exemples de banquettes en branchages et de souche sur la Glantine à Tourmont (Artelia, 2023).....	209
Figure 145 – Effacement de seuils sur le secteur aval du Dessoubre – Photos du radier des seuils avant aménagement (à gauche) et post aménagement -(Artelia, 2018-2023).....	211
Figure 146 - Actions prioritaires identifiées.....	217



A. PRÉAMBULE

1. INTRODUCTION

Les ruisseaux du Sancey sont un réseau hydrographique, dont le cours d'eau principal est le ruisseau de la Baume, dans le département du Doubs. Dans le cadre de ses compétences, l'EPAGE a donc initié la présente étude pour la **restauration morphologique des ruisseaux de Sancey**.

Le bassin versant des ruisseaux de Sancey est caractérisé par un **fonctionnement karstique impliquant des écoulements souterrains prédominants** et une rareté des écoulements superficiels. Le régime d'écoulement de ces ruisseaux est très variable et peut passer très rapidement d'une situation d'étiage, voire d'assec, à une situation de hautes eaux relativement violente et vice-versa. La partie aval du réseau hydrographique est bien souvent en assec durant la période estivale. A contrario, la problématique inondation est également présente sur ce bassin versant, notamment pour la commune de Chazot qui reçoit les eaux d'écoulement de tous les ruisseaux. Du fait de la faible pente au puits de Fenoz, un effet « baignoire » se met en place pouvant entraîner des inondations sévères dans la commune.

L'objectif de l'étude est de permettre à l'EPAGE Doubs Dessoubre d'engager un programme de restauration des ruisseaux du Sancey afin de rétablir autant que possible la naturalité des cours d'eau à l'étude.

Il s'agira notamment d'agir sur les composantes suivantes :

- **Rétablissement du tracé naturel des cours d'eau** : reméandrement, ou en cas de marge de manœuvre limitée : remodelage du lit mineur, diversification des écoulements, etc. ;
- **Evacuation/ démantèlement des éléments exogènes** : enrochements, seuils piscicoles, étangs, tronçons busés, etc. En particulier, l'étude s'attachera à étudier des solutions d'aménagement pour les ouvrages suivants : vannage du seuil de la Cude ainsi que les deux seuils amont, moulin Neuf. Bien entendu, les conséquences de ces aménagements sur les enjeux socio-économiques seront étudiées avec soin, et des solutions seront proposées pour maintenir les usages en place (ex : réaménagement d'une prise d'eau). En fonction des marges de manœuvres disponibles, les secteurs les plus contraints pourront être exclus du programme d'aménagement ;
- **Gestion de la problématique inondation** : certains aménagements de restauration hydromorphologique peuvent être profitables au regard du risque inondation, comme la remise d'un cours d'eau en fond de vallée ou sa remise à ciel ouvert, ou encore l'arasement des merlons de berge. Des actions seront donc proposées en ce sens. D'autre part, nous apporterons notre regard critique quant à la gestion du puits de Fenoz sur la base d'éléments bibliographiques ;
- **Gestion des problématiques liés au bétail** : mise en défens des berges, aménagement d'abreuvoirs (pompe à nez, abreuvoir solaire ou autre) ;
- **Restauration du cordon rivulaire** : gestion de la végétation existante, plantations d'arbres et arbustes en bosquets, etc.

Les propositions d'aménagement seront basées sur une **approche pragmatique et respectueuse du cadre naturel du bassin versant**. Il s'agira donc de valoriser autant que possible le retour vers un fonctionnement naturel, qui apportera lui-même un gain au regard des problématiques propres au secteur d'étude : biodiversité, résilience face au changement climatique, risque inondation, etc.

Le présent mémoire fait état de l'étude préalable diagnostic et de l'étude d'Avant-Projet Sommaire.

2. PRÉSENTATION DU SECTEUR D'ÉTUDE

La présente étude porte sur un bassin versant du département du Doubs qui est fermé par la présence de versants très pentus qui drainent et collectent rapidement les précipitations.

Ce bassin versant est situé dans une zone de plateaux karstiques, composé d'une alternance de marne et de calcaire fracturé. Une multitude de dolines, gouffres et grottes y est répertoriée.

Le secteur est concerné par les communes suivantes : Sancey, Belvoir et Chazot. A savoir que la commune de Sancey est issue d'une fusion des communes de Sancey-le-Grand et Sancey-le-Long. La distinction pourra être faite dans le rapport quand cela aide à la compréhension.

Le réseau hydrographique comprend diverses entités regroupées sous le nom de « ruisseaux de Sancey », avec pour cours d'eau principal le ruisseau de la Baume. Ce réseau s'écoule de façon pérenne quand il se trouve sur de la marne, et sera temporaire sur du calcaire.

Le réseau hydrographique des ruisseaux de Sancey est le suivant :

- Le ruisseau de la Baume : 10,5 km (dont 3,6 km constituent le ruisseau de Voître et 1,2 km le Buhin) ;
- Ruisseau de Voye : 7 km ;
- Ruisseau d'Hautpré : 2 km ;
- La Raie de Jeanmoulot : 1.8 km + affluent de 1 km intitulé ruisseau de Ronchaux ;
- Ruisseau du Dard : 600 m puis partie souterraine jusqu'à rejoindre le ruisseau de Voye au niveau de la RD464.

Le réseau hydrographique à l'étude, localisé sur la carte ci-après, concerne au total environ 26 kml de cours d'eau :

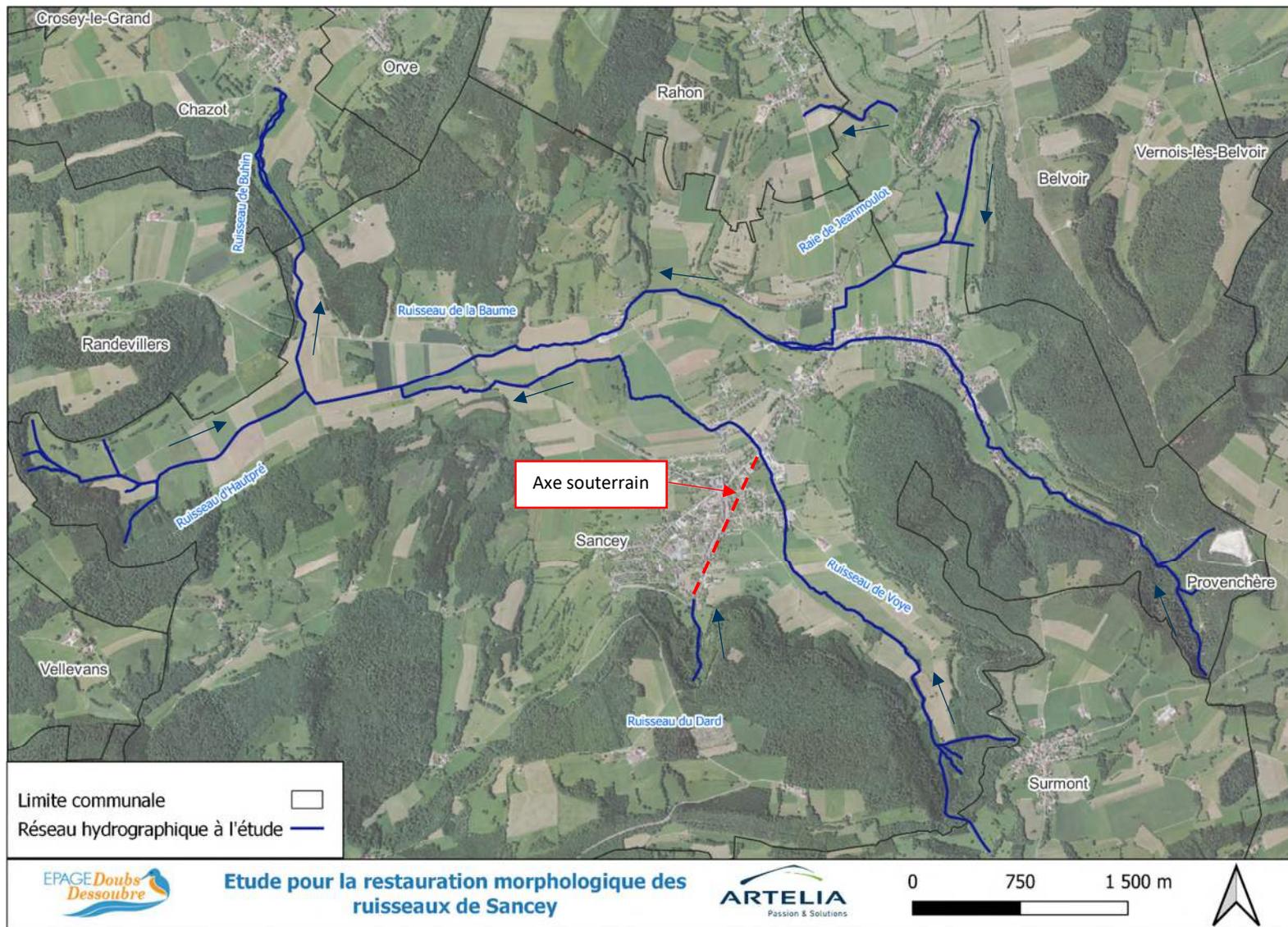


Figure 1 – Présentation du réseau hydrographique

3. DÉMARCHE GÉNÉRALE

3.1. DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

3.1.1. Principe

En première approche, un état des lieux complet du secteur d'étude a été réalisé. Cette pré-analyse du site a permis d'effectuer un bilan des données disponibles et d'avoir une vision exhaustive de l'ensemble des composantes du site.

Cet état des lieux permettra de répondre aux objectifs suivants :

- **Synthétiser les connaissances du site**, afin d'appréhender l'ensemble des contraintes et enjeux et de les prendre en compte lors de la conception des projets ;
- **Valider les données d'entrée, et le cas échéant**, définir les besoins en études complémentaires, notamment en fonction des besoins associés au dimensionnement des aménagements.

3.1.2. Données d'entrée

Plusieurs études mises à disposition par le maître d'ouvrage ont été analysées en amont du diagnostic afin de synthétiser et de valoriser les données utiles à la présente mission. Les données sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 1 – Tableau récapitulatif des données récoltées auprès des partenaires de la mission

Structure	Type de donnée	Titre	Date du document
Documents techniques			
CC du Vallon de Sancey	Etude	Etude préalable à la définition d'un programme d'aménagement, de valorisation et d'entretien du ruisseau de la Baume et ses affluents, <i>RWB France Sàrl</i>	2010
EPAGE Doubs Dessoubre	Etude en cours	Qualité des eaux superficielles dans l'emprise de l'EPAGE Doubs Dessoubre, <i>CD Eau Environnement</i>	2022
/	Etude	Etude préalable à la délimitation du périmètre de protection captage AEP	1995
GIPEK - Comité Départemental de Spéléologie du Doubs		Inventaire spéléologique du Doubs	1988-2012
Agence de l'Eau Rhône	Etude	Identification des ressources karstiques majeures pour l'alimentation en eau potable en vue de leur protection sur une partie du massif du Jura	2013

Méditerranée Corse			
Données SIG			
EPAGE Doubs Dessoubre	Données LIDAR	Données LIDAR produites en cours d'étude par l'EPAGE	/
EPAGE Doubs Dessoubre	Données MNS	MNS Dalles	
EPAGE Doubs Dessoubre	Données MNT	MNT Dalles	
Données naturalistes			
Fédération de Pêche du Doubs	Stage QTEB	Diagnose et bilan de l'organisation biologique de réseau hydrographique de la Baume, Catherine Seitz	2002
Groupe Spéologique Archéologique Mandeure	Articles de journaux	Données produites et regroupées par le Groupe Spéologique Archéologique Mandeure	/

3.2. DIAGNOSTIC DE TERRAIN

Une fois l'analyse bibliographique terminée, plusieurs campagnes de terrain ont été réalisées afin de fournir un diagnostic détaillé des enjeux et désordres rencontrés sur les ruisseaux et à leurs abords.

Il a notamment été effectué :

- Un parcours pédestre de tout le réseau hydrographique afin de réaliser le diagnostic général, ainsi qu'une reconnaissance spécifique à l'analyse des tronçons simplifiés des autres enjeux liés aux ruissellements et coulées de boues. Cette prospection a été réalisée aux dates suivantes : 13/10/2022 et la semaine du 17 au 21/10/2022. Un retour sur site a également été fait le 22/06/2023 afin de préciser certains secteurs. Durant ces visites, certains cours d'eau étaient asséchés ou en débit d'étiage. La météo a été relativement ensoleillée, excepté les 20 et 21/10/2022 où les journées ont été pluvieuses ;
- Une campagne de mesures météorologiques et hydrométriques réalisée par CD Eau Environnement sur 1 an (jaugeage des débits, mise en place et entretien des dispositifs enregistreurs, exploitation et interprétation des données mesurées).

3.3. RENCONTRES AVEC LES RIVERAINS ET LES ACTEURS LOCAUX

Tout au long des campagnes de terrain, les riverains et les acteurs locaux ont été rencontrés dans la mesure du possible. Cela nous a permis de mieux nous rendre compte des éléments ponctuels qui exercent une influence sur la qualité physique du cours d'eau, les inondations et la gestion des eaux en général.

Par ailleurs, les élus du bassin versant ont été rencontrés sur site pour repérer les zones de débordement et recueillir leurs préoccupations et attentes. Les données liées aux crues serviront notamment à caler le modèle hydraulique.

Les avis et informations recueillis ont été intégrés dans les parties du diagnostic qui traitent des thèmes correspondants (dégâts sur les berges, gestion de la végétation, inondations, etc.)



B. ETAT DES LIEUX GÉNÉRAL

1. CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

1.1. GÉOLOGIE

Le secteur étudié se situe au Sud du Doubs et des montagnes du Lomont, entre Baume-les-Dames et Maiche, sur le plateau de Pierrefontaine-les-Varans. Le point bas topographique du bassin versant du ruisseau de Sancey (ruisseau de Buhin) est constitué par le puits Fenož à Chazot, exutoire principal, dont l'altitude est de 455 m NGF. La superficie du bassin versant, avec toutes les difficultés liées à ce genre de détermination dans une zone karstique, est de 65 km² environ (bassin versant topographique). Outre les montagnes du Lomont au Nord, le plateau de Sancey est encadré à l'Ouest par la vallée du Cusancin, au Sud par celles de le Reverotte et du Dessoubre, à l'Est par celle de la Barbèche.

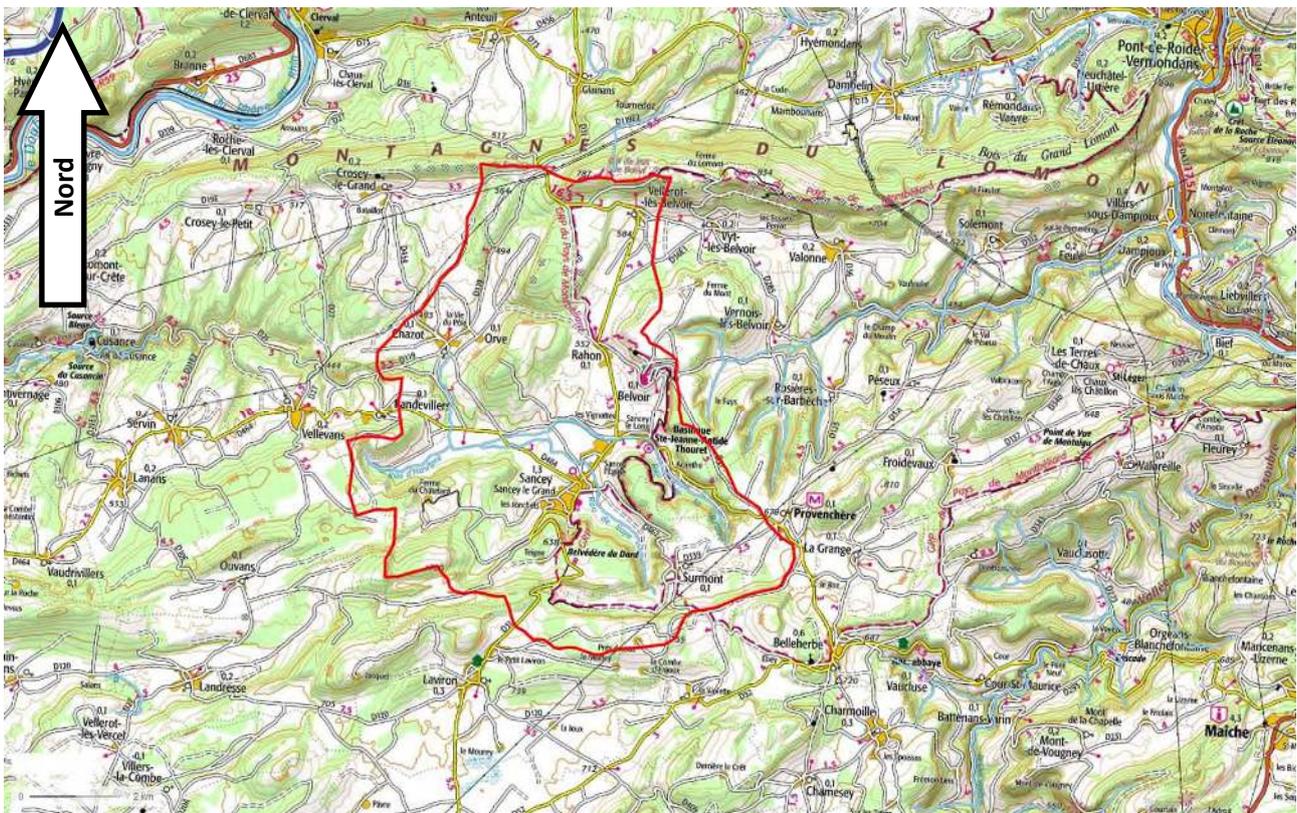


Figure 2 – Bassin versant topographique (fond : geoportail.gouv.fr)

Sur le plan géologique, le bassin versant se trouve sur les plateaux du Jura externe, entre le faisceau du Lomont et la Haute Chaîne.

Les terrains constitutifs du sous-sol se sont déposés à l'époque Jurassique, sous forme de couches horizontales, empilées les unes sur les autres, les plus anciennes étant les plus profondes. Après leur dépôt, à l'époque de la formation des Alpes (essentiellement au Miocène), les couches ont été fracturées et plissées. Parallèlement, l'érosion a entraîné l'élimination d'une partie importante des dépôts et formé le relief tel que nous le connaissons actuellement, avec ses vallées, ses combes, ses plateaux et ses sommets.

La carte géologique du secteur étudié est représentée sur la figure suivante. La série stratigraphique, faisant office de légende, est représentée sur celle qui suit.



Figure 3 – Extrait de la carte géologique (source : geoportail.gouv.fr)

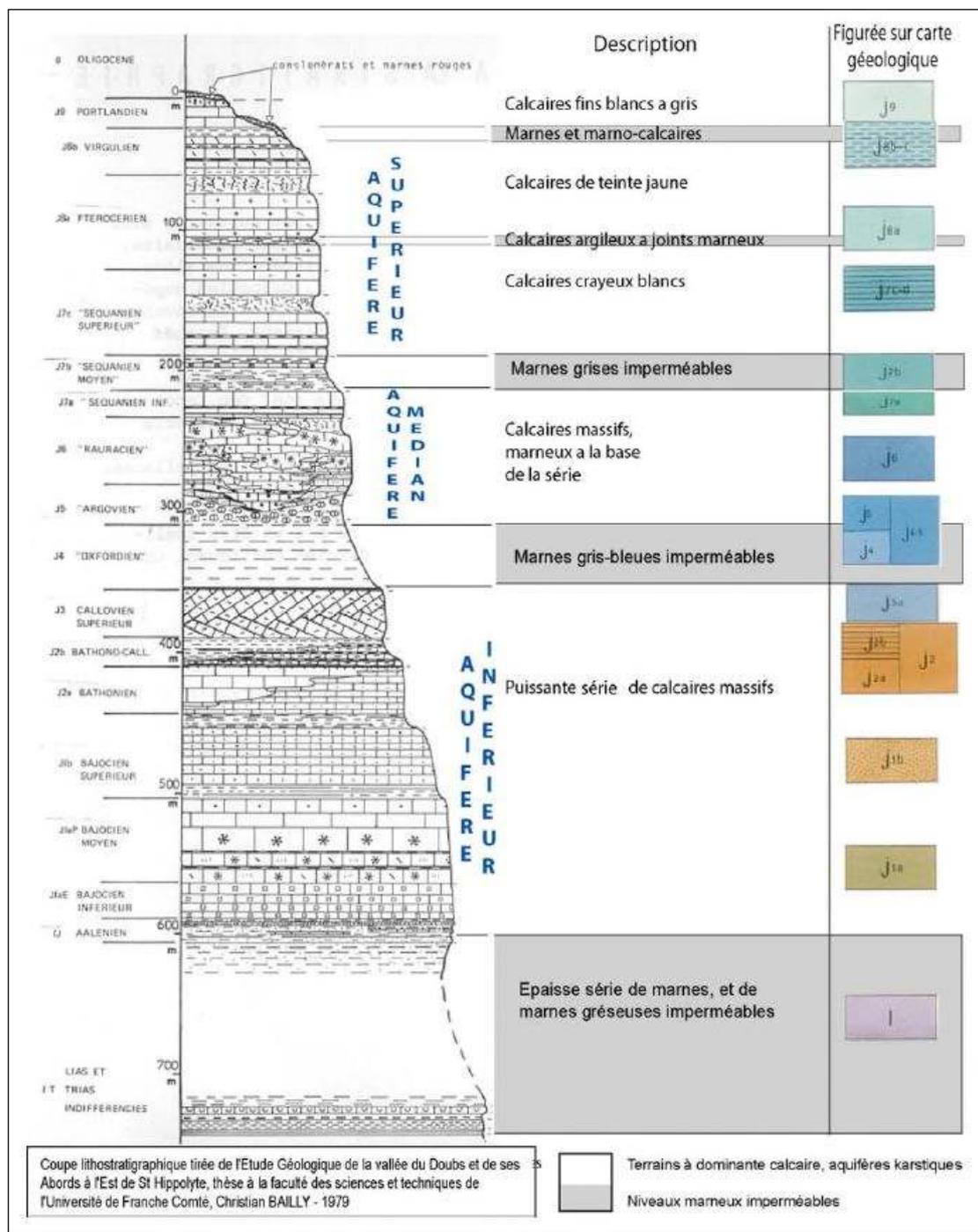


Figure 4 – Série stratigraphique du secteur d'étude

La série des marnes du Lias (Jurassique inférieur), épaisse de plus de 100 m n'affleure que très ponctuellement dans le secteur, en limite Nord du bassin versant, à la faveur de l'anticlinal du Lomont. Elle affleure également au fond de la vallée du Cusancin, à Cusance et à Guillon-les-Bains. Partout ailleurs, elle est masquée par les couches plus récentes. Elle se situe à une profondeur d'environ 150 m au niveau du puits Fenois et d'environ 200 m au niveau de Sancey-le-Grand.

Les calcaires du Jurassique moyen (Bajocien, Bathonien, Callovien), représentés sur la carte dans des couleurs à dominante marron et gris clair, apparaissent sur une large partie Ouest et Nord du bassin, ainsi qu'en bordure Sud (anticlinal de Prés Dessus). Leur épaisseur dépasse 200 m.

Les marnes de la base du Jurassique supérieur (Oxfordien inférieur, en bleu clair hachuré sur la carte) présentent une épaisseur de 50 à 80 m. Elles affleurent en périphérie des calcaires du Jurassique moyen, sur les versants qui surplombent Sancey-le-Grand (vallées du Dard, de la Voye et de la Baume) et Rahon.

Les calcaires du Jurassique supérieur (Oxfordien, Kimméridgien) se rencontrent essentiellement sur les plateaux qui dominent Sancey et Rahon. L'éperon de Belvoir et le belvédère du Dard sont constitués de ces terrains. Leur épaisseur, est de l'ordre de 100 m. A noter que les niveaux marneux de la base du Kimméridgien (anciennement appelé Séquanien marneux) ont été presque entièrement érodés. Ils ne subsistent plus qu'au Nord et à l'Est de Surmont, et autour de Provenchère.

Les fond de vallées des différents ruisseaux du secteur sont tapissés d'alluvions récentes, de nature et d'épaisseur variables. Leur extension est maximale à l'aval de Sancey-le-Grand, dans la zone de confluence des ruisseaux de la Voye et de la Baume.

Au plan tectonique, la région est marquée par une succession de plis d'orientation Est-Ouest ou NE-SW, et par des séries de failles d'orientation NNE-SSW.

A l'échelle du bassin versant, on peut distinguer plusieurs structures :

- A la limite Sud, faisceau de Belleherbe, d'orientation NE-SW. Il est composé d'un grand nombre d'anticlinaux, fortement découpés par des failles d'orientation N-S à NNE-SSW. L'anticlinal de Laviron-Surmont constitue un diverticule du faisceau de Belleherbe. Il culmine à Près Dessus. Le toit des marnes du Lias y est remonté à une altitude de 700 m. la bordure Nord de cet anticlinal est marquée par une faille chevauchante passant au Sud de Provenchère et au Nord de Surmont ;
- Aire synclinale de Sancey. Cette aire est découpée en 2 par un système de failles NNE-SSW passant entre Chazot et Rahon et formant un horst (compartiment réhaussé), sous lequel le toit des marnes du Lias se trouve à une altitude de 450 m environ. Le rejet maximum de cette structure est voisin de 150 m. A l'Est de ce horst (secteur de Sancey, Belvoir et Rahon), le synclinal est peu prononcé, donnant une allure quasi tabulaire aux couches. Au point le plus bas, le toit des argiles du Lias s'y trouve à 350 m d'altitude environ. A l'Ouest du horst, la structure est un peu plus déformée, avec un petit anticlinal N-S sous le ruisseau de Buhin, et un autre anticlinal Est-Ouest au niveau du Revers des Combes (Sud-Ouest de Chazot). L'altitude du toit du Lias y varie entre 300 et 350 m dans le secteur de Chazot et Randevilliers, 400 à 450 m un peu plus au Sud. Dans la vallée du Cusancin, les marnes du Lias affleurent à une altitude de 310 à 330 m ;
- En limite Nord du bassin, l'anticlinal du Lomont, d'orientation Est-Ouest, fait remonter les marnes du Lias jusqu'à 800 m d'altitude.

1.2. HYDROGÉOLOGIE ET PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

1.2.1. Réservoir

Au plan hydrogéologique, le secteur est caractérisé par des écoulements de type karstique. L'écoulement dans le sous-sol d'eau rendue agressive par la présence de gaz carbonique dissout la roche calcaire et entraîne l'élargissement des fissures initiées par la tectonique et la formation de vides plus ou moins importants. Les manifestations les plus spectaculaires en sont les grottes, gouffres, résurgences, pertes ou rivières souterraines. Alors que le calcaire massif est pratiquement imperméable, la présence de fissures élargies par dissolution permet la circulation d'eau en quantité importante, et à des vitesses très élevées. La vitesse de circulation et l'absence totale de filtration, rendent les eaux souterraines très vulnérables aux pollutions d'origine superficielle.

La présence de dolines (dépressions plus ou moins circulaires de quelques mètres à quelques dizaines de mètres de diamètre, dont le fond peut être tapissé d'argile résiduelle) révèle en surface l'activité de dissolution souterraine. La

forte perméabilité fait que le ruissellement est quasiment nul, au moins sur les plateaux, toutes les eaux de pluie pouvant s'infiltrer dans le sous-sol. Il est fréquent d'observer de vastes dépressions fermées, sans exutoire, et parfois ponctuées de dolines.

Certaines zones présentent cependant des perméabilités superficielles plus faibles, du fait de l'affleurement de couches marneuses ou de placages d'alluvions.

L'alternance des masses calcaires et des couches argileuses ou marneuses permet de distinguer plusieurs niveaux aquifères (Cf. figure précédente) :

- Aquifère inférieur, contenu dans les calcaires du Jurassique moyen, et encadré d'une part par les marnes du Lias, d'autre part par les marnes de l'Oxfordien ;
- Aquifère médian, contenu dans les calcaires de l'Oxfordien supérieur (« Rauracien ») ;
- Aquifère supérieur, dans les calcaires du Kimméridgien.

Les écrans intermédiaires (50 à 80 m dans l'Oxfordien inférieur, 30 à 40 m à la base du Kimméridgien) sont suffisants pour donner naissance à des sources et canaliser en partie les eaux souterraines. En particulier, la remontée des couches argileuses au sein des bombements anticlinaux peut constituer des barrières difficilement franchissables. Il faut cependant noter que les failles de rejet important (supérieur à l'épaisseur de la couche) peuvent permettre le passage de l'eau à travers ces écrans.

Dans le cas du bassin étudié, on notera la quasi-inexistence de l'aquifère supérieur, les couches calcaires du Kimméridgien ayant été totalement érodées. Seules peuvent lui être attribuées quelques fontaines de faible importance sur le plateau de Surmont et Provenchère.

L'aquifère médian est bien représenté dans la partie Est du bassin versant. C'est lui qui alimente notamment les sources du Dard, de la Voye, de la Baume et de Belvoir. Du côté Ouest, il contribue à l'alimentation du ruisseau du Haut Pré et des sources de Randevillers. Les bassins d'alimentation de ces sources présentent des étendues très limitées. Elles sont en effet très proches des lignes de crêtes qui constituent la limite du bassin versant. De plus, les structures anticlinales qui font apparaître les calcaires du Jurassique inférieur réduisent d'autant la surface d'alimentation de l'aquifère médian.

L'aquifère inférieur, s'il s'étend sous toute la superficie du bassin versant, n'y donne naissance à aucune source pérenne. En effet, il est drainé par les sources du Cusancin, dont le niveau de base se situe plus de 100 m en dessous du ruisseau de Sancey. De ce fait, dès que les écoulements superficiels quittent les marnes de l'Oxfordien inférieur ou les alluvions marneuses qui en sont issues, les eaux se perdent dans la masse des calcaires et rejoignent l'aquifère inférieur. Localement, l'aquifère inférieur est limité au Nord par l'anticlinal du Lomont et au Sud par l'anticlinal de Prés dessus.

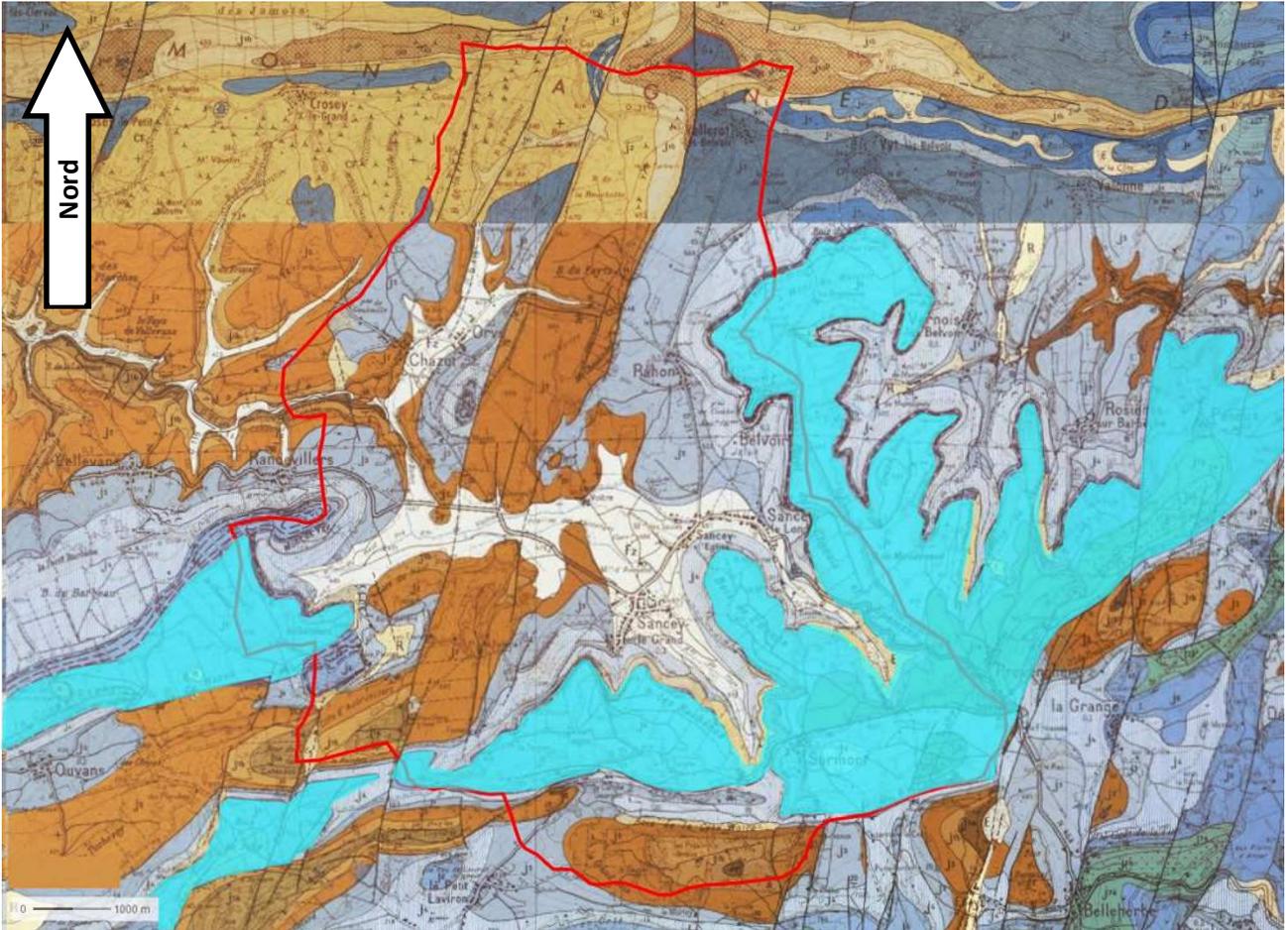


Figure 5 – Extension de l'aquifère médian (Fond : geoportail.gouv.fr)

1.2.2. Les cavités naturelles du bassin versant

La densité de cavités naturelles est très importante dans le secteur. L'inventaire des cavités disponible sur le site infoterre.brgm.fr, issu en très grande partie de l'inventaire spéléologique du Doubs, indique plus de 70 cavités dans le bassin versant. A noter que cet inventaire ne prend pas en compte un grand nombre de dolines, dont certaines indiquées sur la carte géologique.

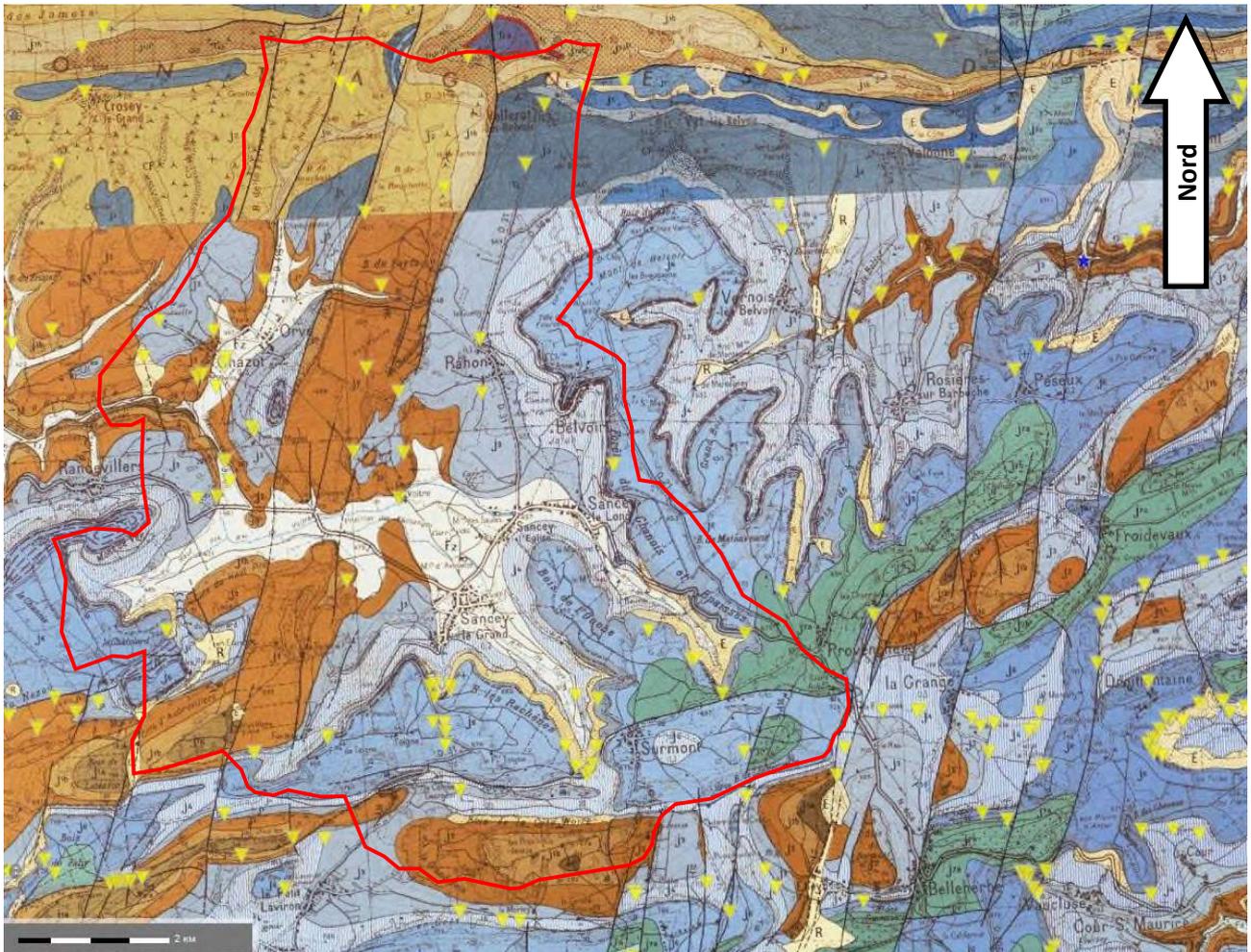


Figure 6 – Localisation des cavités souterraines (source : infoterre.brgm.fr)

Parmi ces cavités, on ne citera que celles qui jouent un rôle particulièrement important dans l'écoulement des eaux souterraines et superficielles du bassin versant :

- **Puits Fenoz.** C'est certainement le gouffre le plus emblématique du secteur. Il est connu depuis des temps immémoriaux et, fait exceptionnel, est indiqué sur la carte de Cassini. Il constitue l'exutoire principal du bassin versant. Sans son existence et celle des autres pertes avoisinantes (voir plus bas), le secteur de Chazot et Orve serait occupé par un vaste lac de plus de 15 m de profondeur, remontant jusqu'à la cote 475, et se déversant dans la vallée des Alloz en suivant la RD 21. La partie visitable du gouffre présente deux puits d'une profondeur totale d'environ 40 m. Le gouffre a fait l'objet de différentes campagnes de pompage menées par des spéléologues pour vider les siphons (1989, 1990). Ces explorations ont permis d'accéder à une galerie horizontale d'environ 180 m de long comportant 4 siphons. Dans des zones plus étroites de la galerie, des bouchons d'embâcles divers se forment (morceaux de bois, roues, bidons en plastique...). Par ailleurs, le gouffre collecte des eaux usées en provenance de Chazot. Les eaux infiltrées au puits Fenoz ressortent à la source bleue de Cusance ;
- **Perte des Pommiers.** Elle est située dans le fond du vallon du Buhin, à 180 m au Sud-Est du puits Fenoz. Elle a été découverte en juin 1990 en marge des recherches spéléologiques sur ce dernier. Elle a été aménagée à cette époque pour infiltrer une partie des eaux du Buhin : désobstruction, mise en place d'une buse de soutènement en tête et d'une grille pour retenir les embâcles. Sa profondeur totale est de 45 m. Ses eaux rejoignent celles du Puits Fenoz juste à l'amont du dernier siphon ;

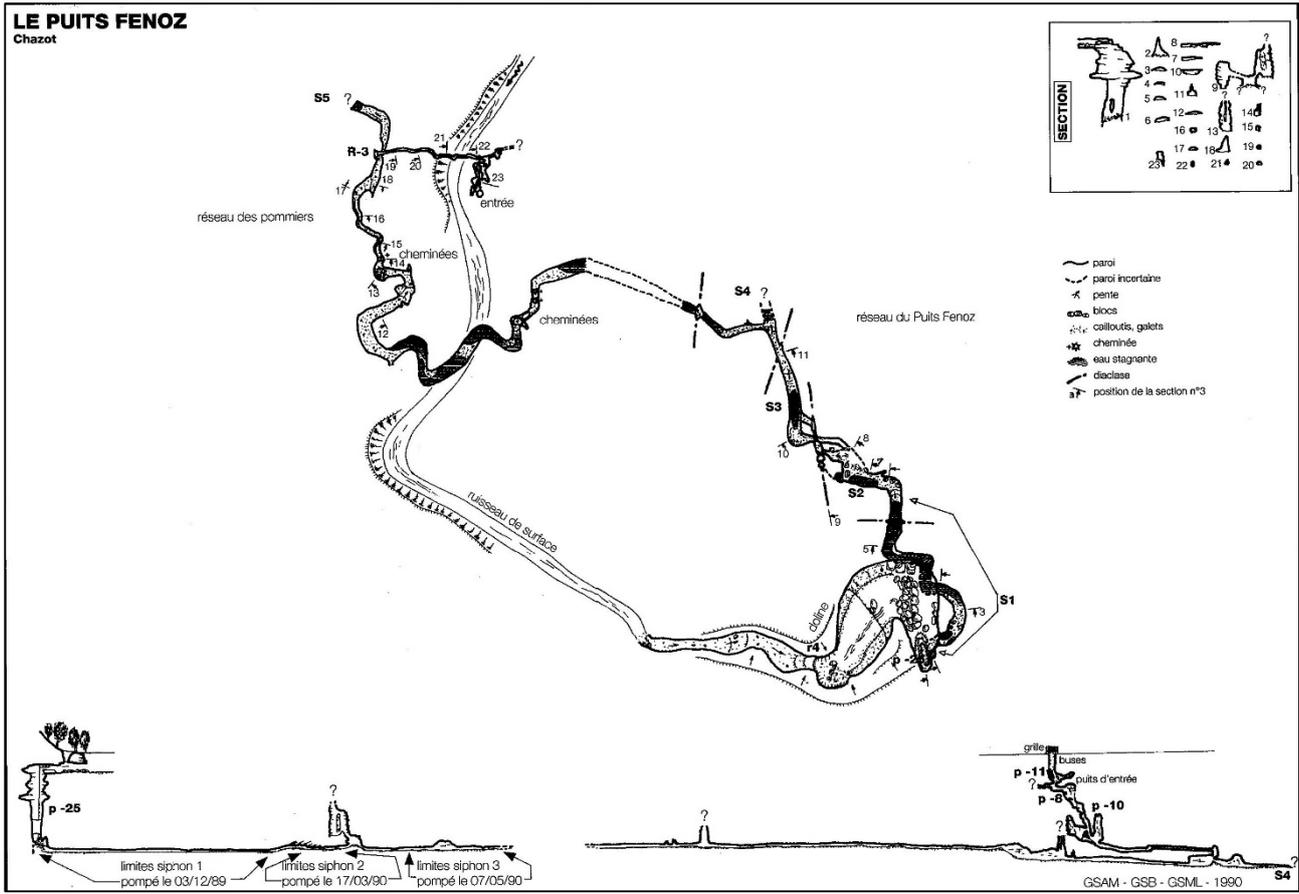


Figure 7 – Réseau du Puits Fnoz et de la perte des Pommiers (source : inventaire spéléologique du Doubs)



Figure 8 – Entrée du Puits Fnoz



Figure 9 – Tête de la perte des Pommiers

- **Puits des Alloz.** Ce gouffre est situé à 3,3 km à l'Ouest du puits Fenoz et 4,6 km à l'Est de la source bleue de Cusance, en tête du vallon des Alloz. En surface, il a la forme d'un entonnoir de 25 m de diamètre et 20 m de profondeur. Il s'agit d'une sorte de « cheminée d'équilibre » sur le réseau reliant le puits Fenoz à la source. En temps normal, l'eau s'écoule dans une galerie à 25 m de profondeur sous le sol (altitude environ 370 m). En période de forte crue, l'eau en provenance du puits Fenoz déborde du Creux des Alloz et forme un torrent temporaire à l'aval de celui-ci. Dans ces conditions, la pente de la ligne d'eau est de 1,8 % entre le puits Fenoz et le puits des Alloz, et de 1,5 % entre le puits des Alloz et la source Bleue ;

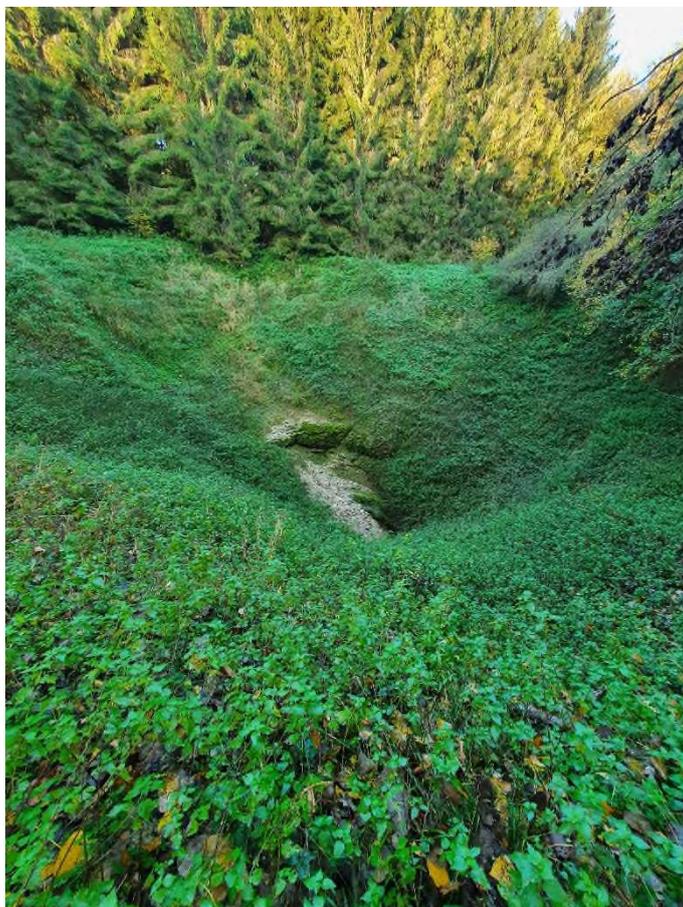


Figure 10 – Puits des Alloz

- **Entonnoirs de Haut Pré.** Ces entonnoirs sont situés dans le fond de la vallée, à environ 300 m au Nord-Est du puits Fenoz, entre Chazot et Orve. L'inventaire spéléologique identifie 4 entonnoirs, mais le décompte n'est pas exact, car les terrains superficiels sont relativement argileux, et les pertes s'ouvrent ou se ferment au gré des crues. Un peu plus au Nord, une large doline forme un plan d'eau temporaire. En période de crue, quand le puits Fenoz déborde, une partie des eaux vient s'engouffrer dans ces entonnoirs. D'après les observations réalisées en 1990, ces entonnoirs ne semblent pas être reliés directement au puits Fenoz ;
- **Perte du Pont de Buhin.** Cette perte est située en rive droite du ruisseau de Buhin en aval du pont de la RD 21. Il s'agit d'un puits de 4 m de profondeur se terminant en étroiture ;
- **Pertes de la Lavière.** Il s'agit de 3 gouffres s'ouvrant directement dans le lit du ruisseau de Buhin, entre les ponts de la RD 464 et de la RD 21. Ils ont fait l'objet d'un aménagement au début de 1991, visant à y favoriser l'infiltration : désobstruction de surface, mise en place de buses de soutènement, grille de protection contre l'introduction d'embâcle. Il existe encore dans ce secteur des pertes ponctuelles non aménagées et des pertes diffuses.



Figure 11 – Intérieur d'une des pertes de la Lavière

A noter qu'il existe au niveau de pertes de la Lavière, en limite Est de la plaine, en contrebas de la RD 21, plusieurs dolines boisées, non connectées au ruisseau de Buhin, mais qui pourraient constituer autant de points d'infiltration potentiels ;

- **Gouffre du moulin de Voitre.** Il s'agit d'un gouffre d'une vingtaine de mètres, situé sous une maison construite à l'emplacement de l'ancien moulin. Avant la construction de la maison, ce gouffre absorbait une partie du débit du ruisseau de la Baume. Son fonctionnement reste flou au vu du caractère perché du ruisseau sur le secteur. Il ne s'agit pas d'un puit vaclusien (comme c'est le cas du puit de Doye par exemple) mais d'une simple capture du débit. Il n'est aujourd'hui plus alimenté, mais l'eau du ruisseau continue de se perdre de manière plus ou moins diffuse dans des entonnoirs du voisinage.

Il existe également des zones de pertes diffuses, par exemple entre la sortie de Sancey (Moulin des Saules) et Voitre.

Une série de jaugeages différentiels a été réalisée par le SRAE lors de la crue du 14/11/1991. Le débit absorbé par les différentes pertes entre le pont de la RD 464 et le gouffre du Pommier était de 3,8 m³/s, dont 2,1 m³/s par les pertes de la Lavière et 1,2 m³/s par la perte des Pommiers (dont la grille était colmatée). Des mesures avant aménagement (novembre 1990) avaient montré un débit d'absorption de 0,95 m³/s dans les pertes de la Lavière.

OBSERVATION HYDROLOGIQUES

D'après un rapport du Service Régional d'Aménagement des Eaux du 4 décembre 1991.
Crue du 14 novembre 1991 entre 10 h et 12 h 30 au maxi de la crue. (Après les travaux)

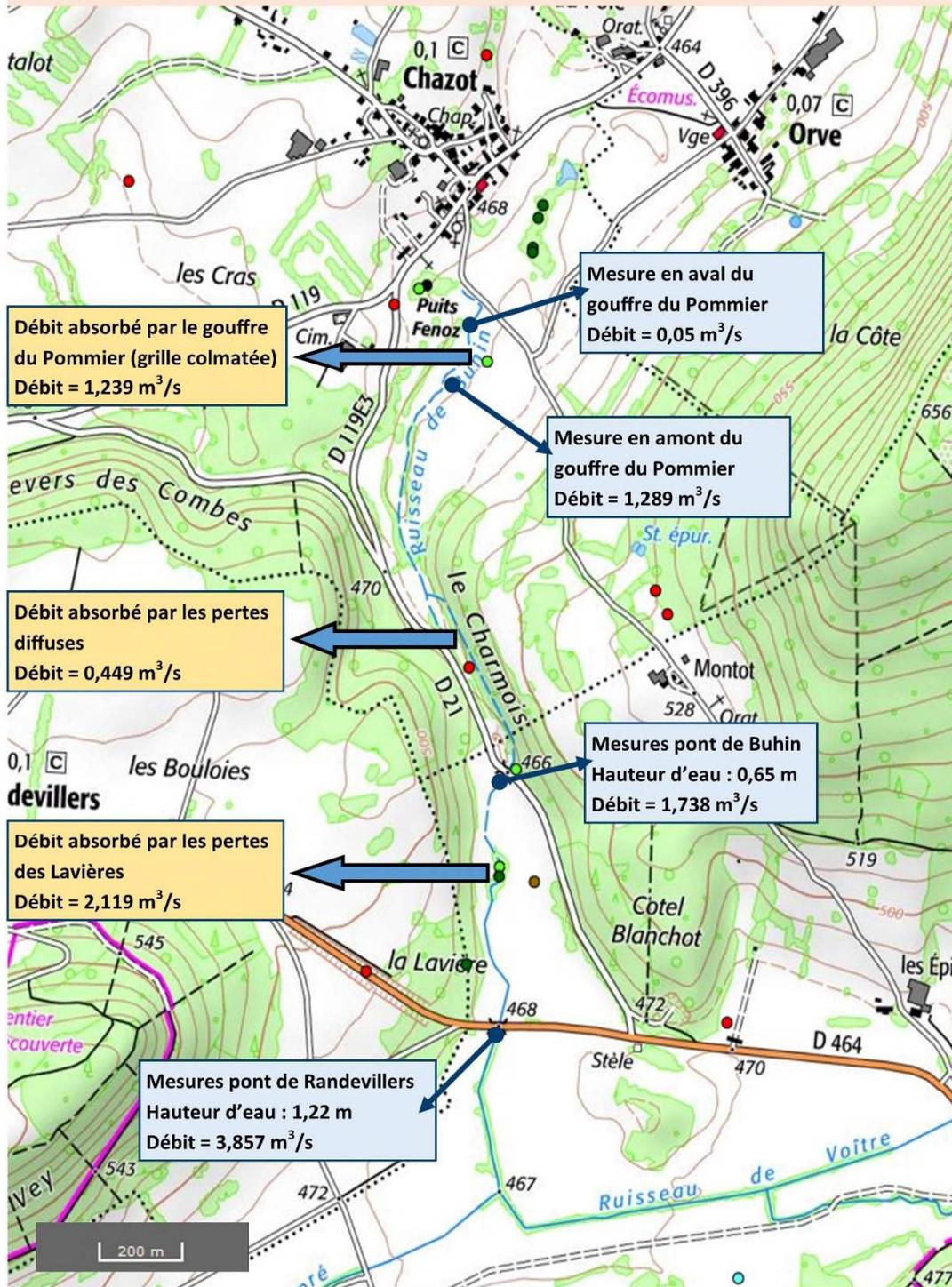


Figure 12 – Mesures de débit de novembre 1991

1.2.3. Circulations souterraines

La carte de la figure suivante rassemble toutes les circulations souterraines mises en évidence par des expériences de coloration. L'exutoire majeur des circulations souterraines du secteur est constitué par les sources de Val de Cusance, qui drainent probablement tout le bassin versant souterrain du ru de Sancey (aquifère inférieur). Les différentes sources de l'aquifère médian ne sont touchées que par des circulations de relativement courte distance, en accord avec leurs bassins d'alimentation d'extension limitée.

Les écoulements infiltrés au puits Fenoz ressortent à la source Bleue, au Nord de la vallée. Contrairement au puits Fenoz, les pertes de Haut Pré et de la Lavière ne semblent pas avoir fait l'objet de coloration. Il est possible que les eaux infiltrées aux pertes de la Lavière ressortent à la source Noire (ou « source du Cusancin »), au Sud de la vallée. Cela a une certaine importance : si cela est bien le cas, cela signifie que les deux réseaux sont bien distincts. Améliorer l'infiltration au niveau de la Lavière permettrait alors de soulager le réseau du puits Fenoz et d'avoir une réelle efficacité sur les inondations d'Orve et Chazot.

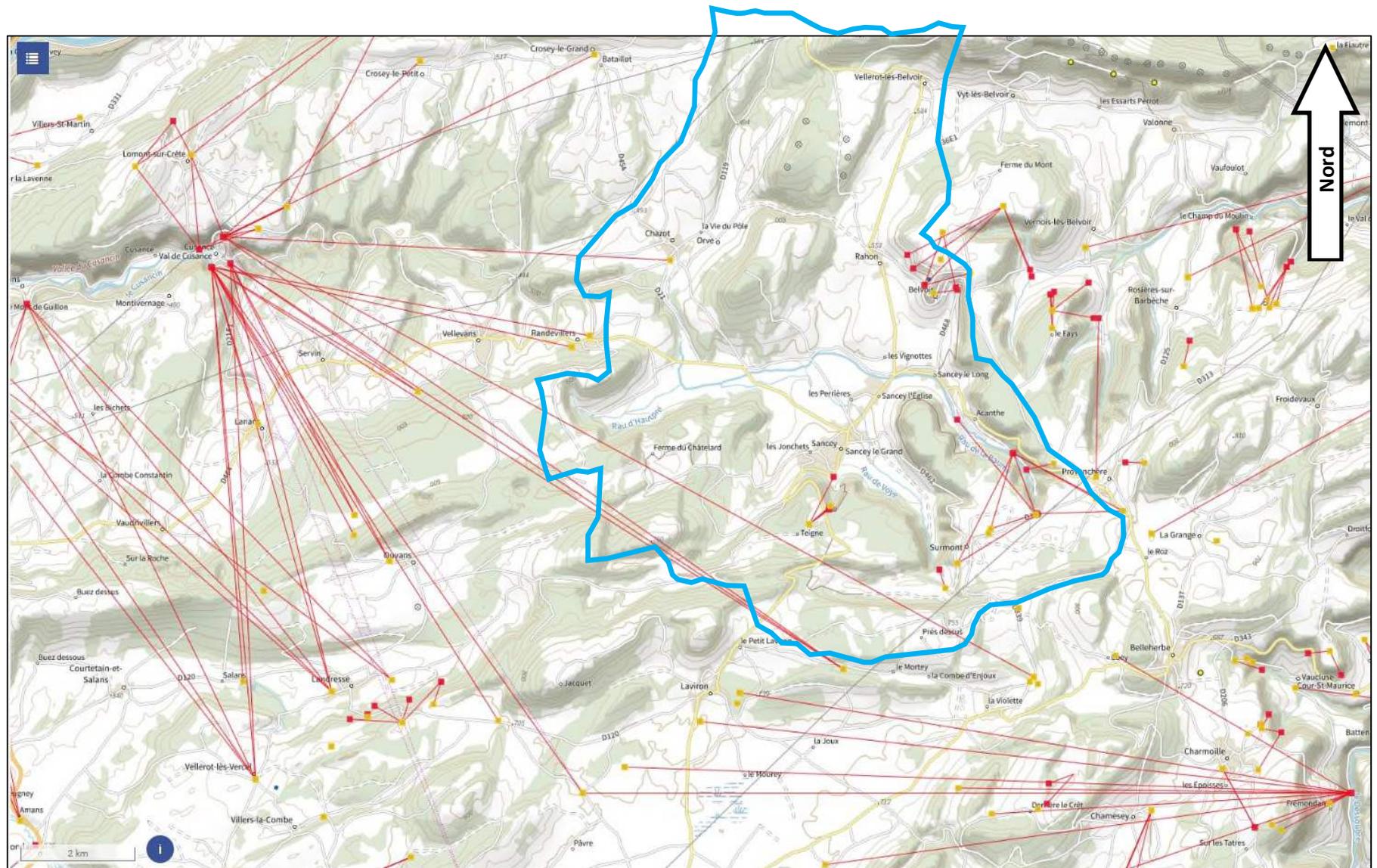


Figure 13 – Carte des traçages des eaux souterraines (Source : DREAL BFC / ternum-bfc.fr)

1.2.4. Synthèse cartographique

Sur la cartographie suivante sont représentés les différents points visualisés sur site en lien avec les points énoncés précédemment :

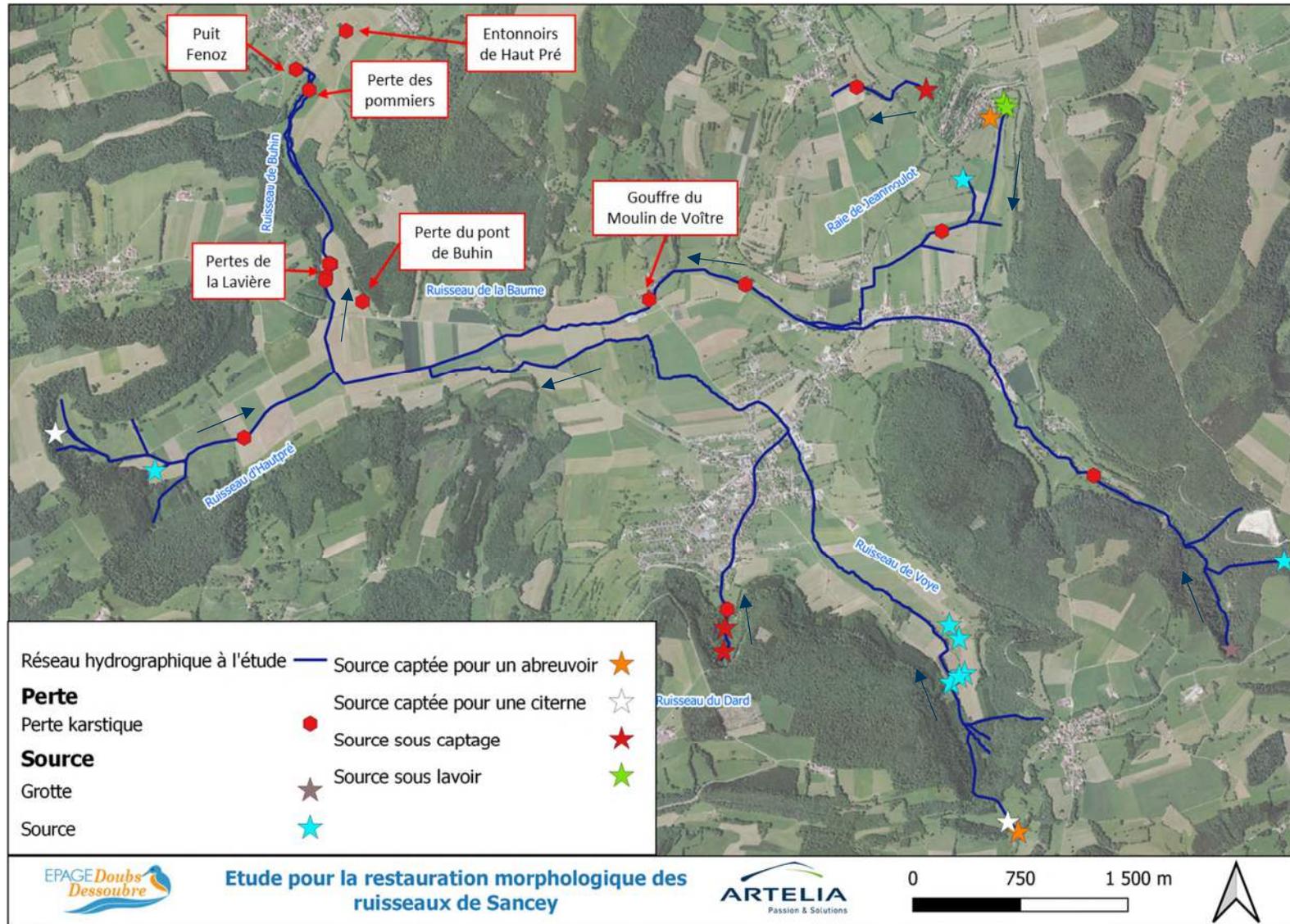


Figure 14 – Représentation des pertes et sources naturelles ou anthropisées sur le secteur d'étude

2. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Cette partie a pour objectif de déterminer les débits caractéristiques au droit du site d'étude.

Le secteur d'étude montre un fonctionnement hydrologique et hydraulique particulier, avec la présence de pertes (contexte karstique), et la présence de « cuvettes » favorisant le stockage des eaux en certains points du bassin versant à la suite d'épisodes pluvieux. La méthodologie appliquée répond donc au mieux aux problématiques liées à ce fonctionnement particulier.

2.1. HISTORIQUE DES INONDATIONS

2.1.1. Communes de Chazot et Orve

Le secteur d'étude est connu pour ses inondations récurrentes sur certaines zones mais aussi pour ses inondations historiques exceptionnelles, particulièrement au niveau des communes de Chazot et d'Orve. En effet sur la commune de Chazot se trouve le puits Fenoz, gouffre dans lequel s'infiltré seulement les eaux de crue, le ruisseau du Buhin étant en assec 300 jours par an d'après le maire actuel de Chazot. Or le réseau karstique de ce bassin versant fermé sature en cas de crues extrêmes, et le puits Fenoz, qui est le point d'arrivée des eaux du bassin, n'est plus suffisant pour évacuer les eaux. Des inondations importantes ont alors lieu, notamment sur les communes de Chazot et Orve.

Chronologiquement, les inondations importantes au niveau de Chazot et Orve sont les suivantes :

- Une crue centennale a été enregistrée en 1910 ;
- En 1953 ;
- En mai 1983, les habitants ont été secourus à la barque. L'eau se trouvait 1 m sous les lignes téléphoniques ;
- En mai 1985, celle-ci étant moins importante que la précédente ;
- En mars-avril 1988 ;
- En février 1990 ;
- En février et décembre 1999.

En dehors de 1910 et 1953, pour lesquelles l'information manque, la crue la plus importante est celle de 1983, suivie par celles de 1985 et 1988

Ci-dessous des coupures de journaux et photos de ligne d'eau historique relatant de ces inondations :



Seuls moyens de communication possible: les embarcations des pompiers... auxquels nous devons d'avoir pu réaliser ce reportage

ORVE et CHAZOT De l'eau jusqu'aux toits



En 1910, cette grande inondation de l'Orve avait déjà connu une précédente édition.

Photo: J. P. P. - C. J.

Non, il ne s'agit pas d'une nouvelle station balnéaire mais de bel et bien d'un effet à retardement des pluies. Le ruissellement et les eaux souterraines ont provoqué jeudi et hier de telles orbes dans la vallée ou plutôt les villages de Orve et Chazot, que certaines fermes n'ont plus que le toit de sec. Entre Sancey-le-Grand, Sancey l'Eglise, Voivre et Orve, un lac de 150 hectares s'est formé, engouffrant champs et cultures sous 10 mètres d'eau, 20 à l'endroit le plus profond de la vallée. L'étrange d'eau se prolonge et ailleurs dans les villages de Voivre et du Buisin. Dès jeudi, le centre de secours de Sancey-le-Grand intervenait, secondé ultérieurement par ceux de Montbeliard et de Villers-le-Lac. Commencant alors une vaste opération de sauvetage des biens et des personnes sous le commandement du capitaine Truchot, chef des sapeurs-pompiers montbelliardais. Une vingtaine de familles étaient évacuées dont quinze à Orve, la localité la plus touchée, dans le calme le plus complet. La population accueillait, en effet, ces bouleversements avec une philosophie exemplaire et deux familles ont préféré démissionner... au premier étage de leur maison, considérant qu'elles avaient les ressources nécessaires pour tenir dans les meilleures conditions. Parole de maire, on n'avait pas vu ça depuis 1910, même en 53 l'eau n'était pas montée si haut!

Fortis de leur expérience, les élus locaux estiment d'ailleurs que la décrue ne s'amorçera pas avant quatre jours. Aussi souhaitent-ils qu'une ligne téléphonique puisse être rétablie pendant ce temps, les lignes suspendues à huit mètres, étant immergées. Le courant a aussi dû être coupé par les services d'EDF, là où des courts-circuits étaient à craindre; et le bétail a été conduit au sec.

Il ne reste plus aux habitants qu'à s'armer de patience pour attendre, sous la surveillance des pompiers de Sancey-le-Grand, que leur jolie vallée reprenne son allure habituelle.

DANS LE PAYS DE MONTBELIARD Un mauvais souvenir, ou presque

C'est pourtant vrai, les inondations qui ont apporté tant de perturbations depuis mercredi sont en train de disparaître enfin.

Tout est redevenu normal, à ceci près que cinq routes sont encore coupées par des crues: le CD 122 entre Roide et Autichaux-Roide, la rue Brand à Audincourt, la rue Villedeu à Valentigney, la rue de Valentigney à Mathay et la passage sous rail, rue de Damperre, à Vouglécourt. Autres faits marquants, il y a 30 cm d'eau dans le chœur de l'église de l'Isle-sur-Doubs, dans ce cas, les communications solennelles auront lieu au gymnasie. Le même pour un pèlerinage aura lieu à Nernfontaine-les-Vareins en vue d'obtenir un temps favorable, pour les fruits de la terre...

ORVE, village catastrophe 1910, 1953, 1983: l'Atlantide

Dans la vallée du Doubs, les inondations s'étendent, atteignant tous les villages riverains. Bien loin de la vallée, le petit village d'Orve n'échappe pas à cette calamité, par la faute d'un puits «abolitique» qui, en période de fortes intempéries, déverse son trop-plein sur le Plateau. Pour la deuxième fois en une semaine le village est isolé. Quel niveau atteindra l'inondation? Nul ne le sait, mais le passé justifie pleinement l'angoisse actuelle des habitants. A terme, le village est menacé de disparition. Il est interdit de construire sur son emplacement actuel.

Joseph Gauthier, originaire du village, maire depuis 40 ans, était, sans doute, le mieux placé pour nous parler d'ORVE. Il ne se fait pas d'illusion et la situation est sans remède, pourtant, ce n'est pas faute d'avoir essayé de trouver des solutions. Dès 1966 le conseil municipal vote un crédit pour les ingénieurs et conducteurs des ponts et chaussées qui ont la bonne idée de nous débarrasser du réseau de l'inondation du Puits-FENOZ. — 1910, 1953, 1983, trois dates d'inondations catastrophiques qui laissent dans la mémoire des habitants une crainte permanente dès que la pluie tombe sans discontinuer plus d'une douzaine d'heures. Et pourtant, en temps ordinaire vous ne verrez pas le moindre ruisseau, pas



Le village, entouré par les eaux.

(Photo «Le Pays» - P. C.)



Orve, village-catastrophe grave dans les mémoires.

Tel qui avait négligé de le faire, retrouve son plancher à une hauteur de 1,50 m — ne pas couvrir les fenêtres. Contrairement à ce que disaient les anciens, laisser les fenêtres fermées empêche les débris, fumiers et autres, charriés par l'eau de pénétration dans l'habitation. La dernière crue marquante date de 1983. En date du 29 mai, le maire dressait le constat suivant au préfet de région en demandant que sa commune soit déclarée sinistrée:

- 49 personnes évacuées sur 72 habitants.
- 17 toits envahis par les eaux de 60 cm à 2,50 m.
- 2 bâtiments d'exploitation agricole.
- 4 bâtiments publics, dont la mairie complètement recouverte de l'avancement de l'eau.

Le maire garde quand même un bon souvenir de l'intervention des militaires du 1^{er} R.A. de Montbeliard qui avaient accé à nettoyer le village. On peut quand même se poser la question de savoir pourquoi les anciens sont venus bâtir dans un tel endroit? Pour Joseph

Gauthier, la réponse est simple: ils voulaient bénéficier de l'eau des sources à leur point le plus bas. Si bien que créa pour le besoin de l'eau le village disparait sans doute par sa haute, n'ont plus de valeur — du fait des crues — on ne peut y construire.

On lira par ailleurs la légende du Puits-Fénoz. Il s'agit d'une question de destin et d'un habitant subissant une terrible épreuve. L'ailleur voit une vision de l'enfer.

Le record de 83 n'est pas atteint

Chazot et Orve : plus d'un mètre d'eau dans les maisons

BESANCON. — Plus d'un mètre d'eau dans les maisons ! Comme en St. Chazot et Orve (25), ces deux petits villages situés au pied de Sancey-le-Grand, vivent à l'heure des inondations. Depuis trois jours en effet, l'eau qui devrait normalement s'écouler par le puits s'est étonnamment « renversée », répandue dans la plaine pour venir noyer progressivement les rez-de-chaussée des habitations. Un phénomène localisé mais tout à fait surprenant qui transforme en quelques heures une verdoyante vallée en un immense lac artificiel dont les rives viennent gagner le cœur du village.

C'est vendredi, dans la journée, que les premiers habitants - les plus exposés - ont commencé à déambuler. Alors de questions arrivent, ceux-ci ont un œil perché pendant les déplacements pour monter leur mobilier au premier étage des maisons ou sur des remorques transportées ensuite à l'abri sous des hangars.

Les agriculteurs n'ont pas

taillé à suivre le mouvement. Dès le lendemain, la journée le battit des débris et commença leur travail dans des fermes voisines situées plus au sud. Tout le monde dansant et riant de joie - à tout le monde les bêtes - d'être dans « l'air » et les flots des villages ruisseaux d'eau.

« Ici, à Orve, on connaît le phénomène », expliquait hier le maire de la commune, M. Chazot. « C'est une suite de phénomènes exceptionnels. L'eau monte très rapidement et ça nous laisse de temps en temps de passer et de ne pas être pris au dépourvu ».

M. Charles Fachinetti, par exemple, retiré au village depuis trois ans, a été le premier à prendre ses précautions. « Quand j'ai vu que l'eau commençait à gagner toute la plaine, j'ai compris qu'il fallait intervenir. J'ai alors décidé de monter tout mon mobilier au premier et de me diriger vers les habitations les plus élevées de la commune ».

La suite des événements devant leur donner raison.

Une lente dégrè

Dans la journée, le « lac » commençait « en effet » une grande partie du village et ne cessait de s'étendre. Bientôt, le niveau dépassait même un mètre dans certains endroits, sans cependant atteindre le record historique de 83 qui avait vu l'eau atteindre le premier étage des habitations - situées dans le lac ».

Hier encore, la situation devenait à l'heure de l'après-midi, le niveau des inondations commençait à baisser. On prévoit une « nette amélioration ». Un déversement en aval qui incite la population à l'optimisme.

Il faut dire qu'à Orve, on a depuis repris temporairement les captures de la rivière avec philosophie. « Ici, on a l'habitude des inondations », expliquait un habitant. « On sait qu'il y a un petit lac qui attend que le lac se fasse. Et que le moment soit enfin venu d'ouvrir le moulin des légats... ».

B. PAYOT



Depuis trois jours, Chazot se mire dans le « lac »



M. Charles BRACINELLI l'un des premiers à avoir déambulé. La rue principale est complètement inondée. Cher s'est il y a un mètre d'eau au rez-de-chaussée. (Photo: Michel BRIGNOT)

Figure 15 – Brochures de journaux datant de 1983 (premier journal) et 1988



Figure 16 – Marquage de lignes d'eaux concernant les inondations de 1983 sur la commune d'Orve

Au début de 1991, des travaux d'aménagement et d'agrandissement des pertes karstiques déjà présentes au niveau de « la perte des Lavières » ; zone entre la RD464 et la RD21 sur le ruisseau du Buhin (Cf. figure suivante) ; ont été réalisés afin de dévier une partie plus importante des eaux du bassin versant vers la source Noire du Cusancin. Ces travaux ont permis d'atténuer les crues sur la durée et l'importance de celles-ci sans pour autant les éviter complètement.



Figure 17 – Travaux d'aménagements de la perte des Lavières de 1991 (photos du 19/10/2022)

Les différents puits mis en place sur les communes de Chazot et Orve sont représentés sur la figure en page suivante.

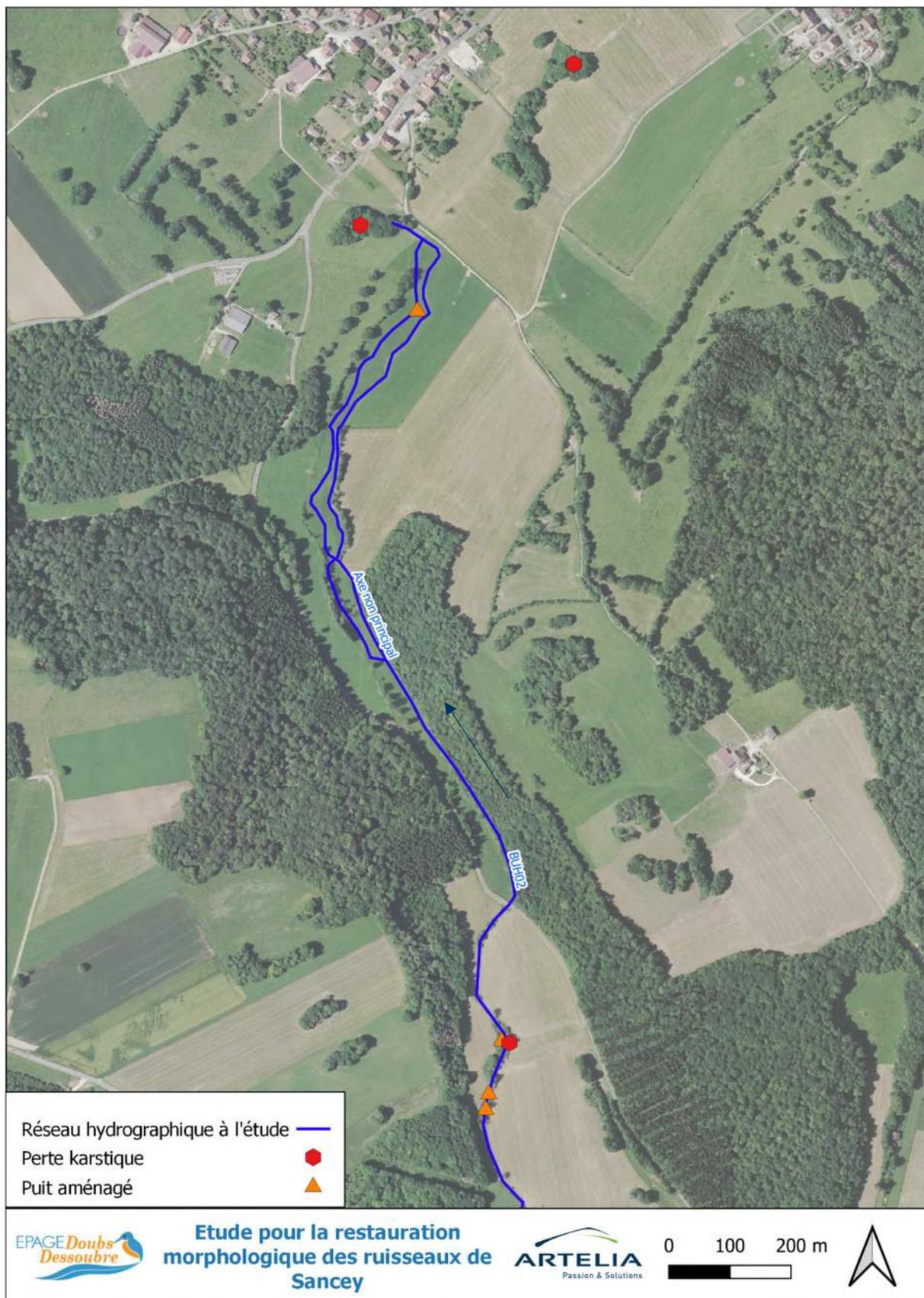


Figure 18 – Cartographie des différents puits aménagés en 1991 pour diminuer les inondations sur Chazot et Orve

2.1.2. Commune de Sancey et alentours

Plusieurs inondations ont été énoncées lors de la réunion avec les élus de Belvoir et de Sancey (réunions ayant eu lieu respectivement le 17/10/2022 et le 19/10/2022). Sur la commune de Sancey, celles-ci sont généralement liées à des problèmes de capacité hydraulique au niveau des ouvrages de franchissement, ces ouvrages étant anciens, faits en pierres et voutés.

L'ouvrage se trouve au niveau de l'ancienne scierie du centre de Sancey-le-Long et déborde régulièrement (dès un temps de retour de 2 ans), la place du village de Sancey-le-Long se retrouvait souvent inondée (au croisement de la RD31 et RD 464) avec 10-15 cm d'eau stagnante. En 2014, des travaux ont été réalisés afin d'abaisser la route de 60 cm, d'installer des drains filtrants sous la place et de refaire une place avec un parking pentu et un caniveau central. Depuis, aucune inondation n'a été notifiée sur cette zone. Cependant, l'écoulement rapide des eaux via le drain entraîne parfois des inondations de la rue des Saules en aval de la place.

Des inondations sont également recensées aux alentours de la zone urbaine, au niveau des routes et dans la partie aval du bassin, en zone agricole. Les cours d'eau y sont calibrés pour de grandes quantités d'eau (lit mineur de 4 m en moyenne et hauteur de berges verticales de 2.5 m) ; cependant les débordements seront d'autant plus importants en cas de crue.

Les inondations énoncées avec les élus lors de la phase de concertation sont représentées sur la cartographie suivante :

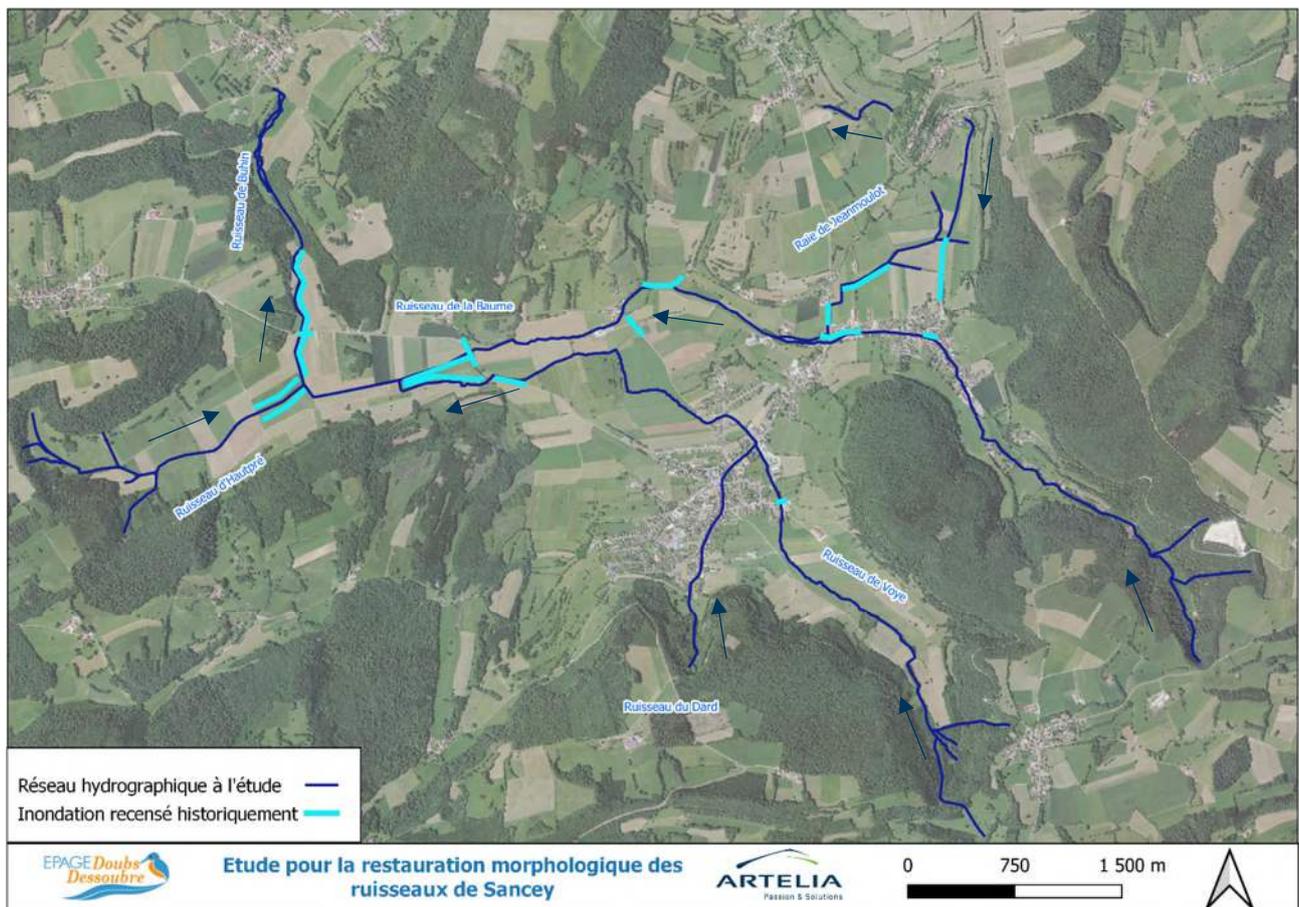


Figure 19 – Cartographie représentant les inondations recensées sur le bassin versant, sans distinction de date (sans compter les inondations importantes de Chazot et Orve)

2.2. DÉBITS COURANTS

2.2.1. Données sur le bassin versant

Une station a fonctionné de mars 1982 à novembre 1994 sur le Buhin à Sancey-le-Grand au niveau du pont de la RD 464 (lieu-dit la Lavière). D'après les données disponibles dans Hydroportail, le débit moyen est de 381 l/s. Si l'on admet une superficie de bassin versant de 44 km², la lame d'eau écoulee est de 273 mm, à comparer avec celle mesurée sur le Cusancin à Baume-les-Dames (661 mm). Le débit des pertes atteindrait déjà à ce niveau 60 % de l'écoulement total. Le débit est nul 15 % du temps, alors que cette station est à l'amont de la plupart des pertes ponctuelles identifiées. Le débit maximum a été observé le 15/02/1990, avec un débit journalier maximum de 5,0 m³/s. Lors de la crue de mai 1983, le maximum enregistré a été de 4,4 m³/s, mais une interruption de mesure peut laisser penser qu'un débit plus important est passé. On notera également que la crue de 1983 comporte 2 pics espacés de 10 jours, dont la succession a pu entraîner une forte saturation du réseau souterrain. Lors de celle mars 1988, le débit a atteint 4,5 m³/s, avec là aussi 2 pics espacés d'une dizaine de jours. Un débit légèrement plus fort (4,6 m³/s) a été observé en octobre, sans provoquer semble-t-il d'inondation. Il s'agit d'une crue isolée, de faible durée.

La genèse des inondations n'est pas seulement liée au débit de pointe journalière de la crue, mais semble également dépendre de la durée de la crue. Les articles de journaux disponibles sur les différents événements évoquent d'ailleurs des montées et décrues relativement lentes, qui s'expliquent pour partie par l'effet d'écrêtage lié à l'étendue de la zone inondée.

Le tableau ci-après rassemble les données des principales crues. Outre le débit de crue journalier, est indiqué le débit de crue calculé sur 10 jours, pour prendre en compte l'effet de saturation du karst lié aux crues longues comme celles de 1983 ou 1988.

Tableau 2 – Débit des crues de la Cusance à Baume et du Buhin à Sancey (données hydroPortail)

Date	Ruisseau de Buhin		Cusance à Baume-les-Dames		Inondation Chazot / Orve
	Crue journalière (m ³ /s)	Débit de crue sur 10 jours (m ³ /s)	Crue journalière (m ³ /s)	Débit de crue sur 10 jours (m ³ /s)	
Mai 1983	5,2	3,6	69,7	42,3	+++
Mai 1985	4,8	2,6	72,9	36,3	++
Mars 1988	4,4	4,2	60,8	44,9	++
Février 1990	4,8	2,7	62,6	30,6	+
Février 1999	-	-	>= 80,0	>= 46,5	+
Octobre 1999	-	-	73,3	30,9	
Décembre 1999	-	-	55,3	31,8	+
Avril 2005	-	-	64,4	27,8	
Aout 2007	-	-	68,0	26,9	

Décembre 2012			64,0	52,4	
Avril 2016	-	-	66,0	30,8	

Sur le Buhin, en débit journalier (et sous réserve de la représentativité des mesures), la crue la plus importante est celle de mai 1983, suivi par celles de mai 1985 et février 1990. En débit sur 10 jours, la crue la plus importante est celle de mars 1988, suivie par celle de mai 1983.

Sur le Cusancin et sur la période 1983 - 1990, les crues les plus importantes en débit journalier sont celles de 1983 et 1985, celle de 1988 étant nettement plus faible. Sur 10 jours, 1988 dépasse légèrement 1983 et 1985 arrive en troisième position. Après les travaux de 1990-1991, la crue de février 1999 est difficilement exploitable en raison d'une interruption des mesures. La crue de décembre 1999 (débit sur 10 jours 31,8 m³/s) a donné lieu à un arrêté de reconnaissance de catastrophe naturelle, mais cet arrêté est peut-être pour partie motivé par d'autres causes (tempêtes Martin et Lothar). En revanche, la forte crue de décembre 2012 (débit sur 24 h 64 m³/s, débit sur 10 jours 52,4 m³/s, dans tous les cas plus forte que celle de 1988, et assez proche de celle de 1983) ne semble avoir occasionné aucune inondation, ce qui irait dans le sens d'une certaine efficacité des travaux de 1990-1991.

2.2.1. Données Irstea/Cemagref

Les seules données récentes disponibles sont issues de la **cartographie des débits caractéristiques** réalisée par Le Cemagref et l'Irstea¹ :

Tableau 3 – QMNA5 et Module des Ruisseaux de Voye et d'Hautpré, Cemagref/ Irstea

	Ruisseau de Voye		Ruisseau d'Hautpré	
	QMNA5 (m3/s)	Module (m3/s)	QMNA5 (m3/s)	Module (m3/s)
Moyenne basse	0.005	0.166	0.004	0.158
Moyenne	0.014	0.219	0.012	0.209
Moyenne haute	0.027	0.291	0.023	0.277
Robustesse de la donnée	1 = Robuste	1 = Robuste	2 = Prudence	1 = Robuste

Il est constaté que les données concernant les ruisseaux de Voye et d'Hautpré sont sensiblement similaires.

Cela dit, il manque des données concernant les autres ruisseaux à l'étude, et la robustesse de la donnée n'est pas toujours entièrement satisfaisante (note de 2 sur 3), il est donc nécessaire de confronter ces informations à d'autres données.

Il a donc été réalisé une extrapolation des débits du cours d'eau au prorata de la surface de bassin versant par comparaison avec des cours d'eau alentours et présentant les mêmes caractéristiques du réseau karstique.

¹ *Combinaison multi-modèle et cartographie de consensus du débit de référence d'étiage et du débit moyen à l'échelle de la France*, Marine Riffard, Vazken Andréassian, Pierre Nicolle et Julien Peschard, 2012

2.2.2. Approche par transition de bassin versant

Dans un premier temps, des stations hydrométriques ont été sélectionnées selon leur position géographique et leur similarité de bassin versant (celui à l'étude étant de 67.2 km²). Au total, les données de 3 stations comprises dans un rayon de 50 km autour de la zone d'étude ont été incorporées au set de données.

Tableau 4 – Stations hydrométriques utilisées pour l'extrapolation des débits

Station	Code station	Superficie du bassin versant (km ²)	Distance du secteur d'étude (km)	Période d'exploitation	Module (m ³ /s)	QMNA5 (m ³ /s)
Le Cusancin à Cusance	U242525001	155.0	7	1986-2023	4.34	0.422
Le Rupt à Dung	U235661001	42.2	24.5	1968-2023	0.573	0.044
Le Gland à Meslières	U222541001	39.0	24.5	1987-2023	1.02	0.091

L'ensemble de ces stations se situent sur des cours d'eau dont le bassin versant est à dominante karstique tout comme celui des rus de Sancey. Par ailleurs, le bassin versant à l'étude fait partie du bassin d'apport du Cusancin, qui dispose d'une station hydrométrique à Cusance.

Les débits caractéristiques ont été calculés au prorata de la surface de bassin versant à partir des données issues des stations hydrométriques ci-dessus.

En calculant la moyenne des résultats obtenus pour les trois stations, les débits obtenus sont les suivants :

Tableau 5 – Résultats de l'approche par transition de bassin versant

	Le Cusancin à Cusance	Le Gland à Meslières	Le Rupt à Dung	Moyenne
Superficie du bassin versant (km ²)	155.0	39.0	42.2	/
QMNA5 calculé (m ³ /s)	0.07	0.16	0.18	0.14
Q50% ² calculé (m ³ /s)	0.39	0.78	0.85	0.67
Module calculé (m ³ /s)	0.91	1.76	1.88	1.52

² Débit statistiquement dépassé 50% du temps sur une année hydrologique type

Ces débits représentent une moyenne sur le bassin versant, il faut donc prendre en compte ces résultats avec précaution. L'analyse de terrain faite via des jaugeages et l'étude mésologique sur une année entière réalisées par CD Eau permettront de confronter les résultats de cette analyse.

2.2.3. Approche terrain

2.2.3.1. Mesures ponctuelles

Les débits ont été jaugés lors de 8 campagnes de mi-2022 à mi-2023 (en favorisant des contextes météorologiques variés) par la méthode d'extrapolation des champs de vitesses :

- 22/06/2022
- 03/11/2022
- 29/11/2022
- 03/01/2022
- 17/01/2023
- 03/04/2023
- 10/05/2023
- 06/06/2023

Neufs points répartis dans l'ensemble de l'hydrosystème surfacique du BV ont été investigués. Leurs descriptions sommaires (avec photographies prises en basses eaux le 22/06/2022 et fortes eaux le 03 avril 2023) sont précisées ci-après. Les écoulements étant multiples et complexes dans le BV, l'ordre de la numérotation des points investigués ne correspond pas à un gradient amont/aval.

- **Point 1** : ruisseau d'Hautpré, tronçon rectifié et sans ripisylve, mais ne présentant pas de longues périodes d'assec ;



- **Point 2** : Buhin, à proximité du pont de la route départementale, présentant des assecs récurrents (localisation de l'ancienne station hydrométrique U2419110) ;



- **Point 3** : Voïtre aval, tronçon rectifié présentant des assecs récurrents ;



- **Point 4** : Voître aval étang et aval rejet station d'épuration, tronçon rectifié présentant des assecs récurrents, qualité précédemment investiguée par le Département du Doubs en 2021 ;



- **Point 5** : Voître amont étang, tronçon rectifié ne présentant pas d'assèchement prolongé ;



- **Point 6** : Raie Jeanmoulot, rectifié mais ne présentant pas d'assèchement ;



- **Point 7** : Ruisseau du Dard, forte pente, pas d'assèchement ;



- **Point 8** : Voe amont, lit en pied de talus, sans assèchement (hors sécheresse exceptionnelle) ;



- **Point 9** : Baume apicale, sans assèchement, investiguée de façon récurrente par la fédération de pêche pour les populations piscicoles et par le Département du Doubs en 2021 pour sa qualité hydro-écologique. La station de suivi des étiages par l'OFB (réseau ONDE) est localisée quelques centaines de mètres plus en aval.

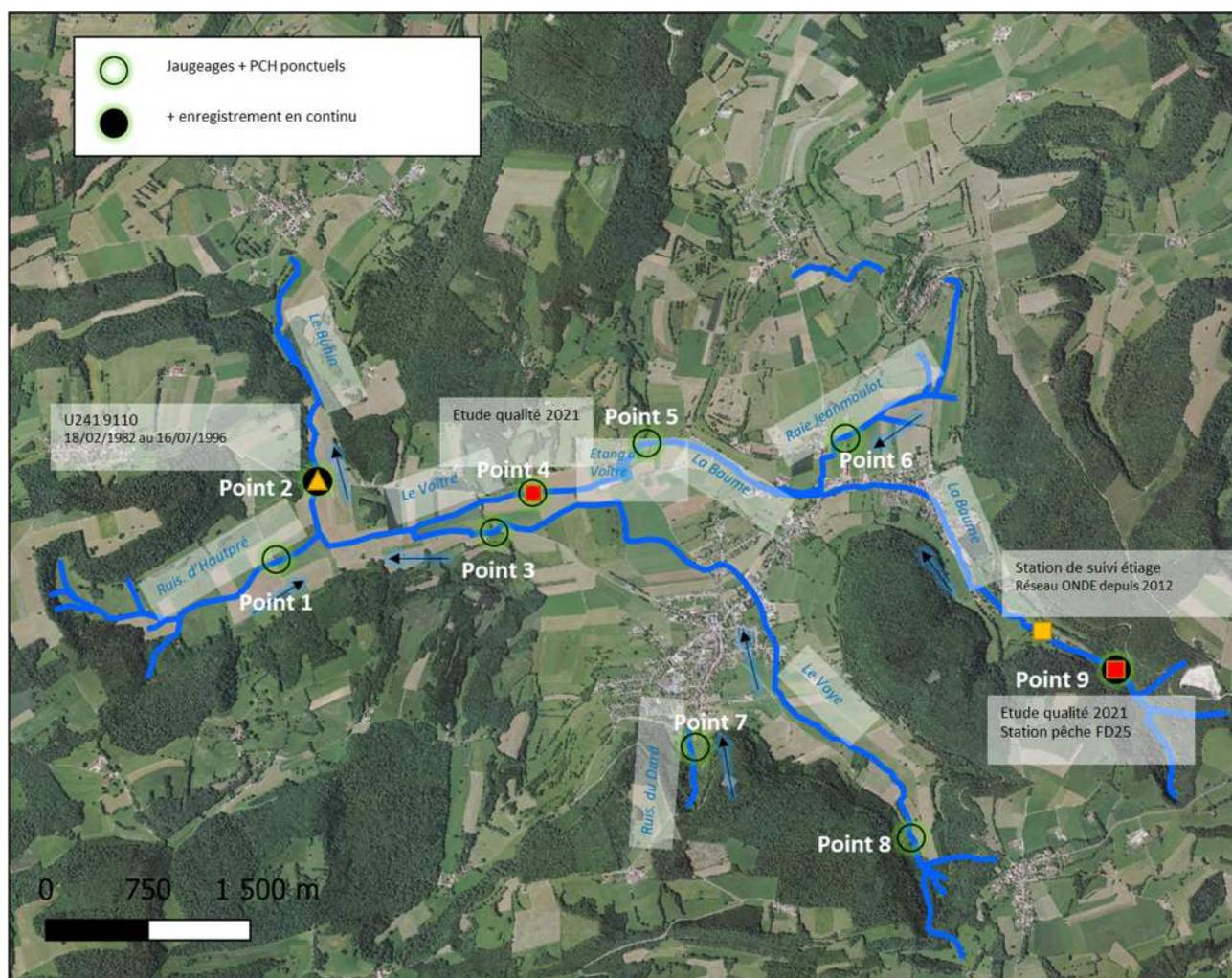
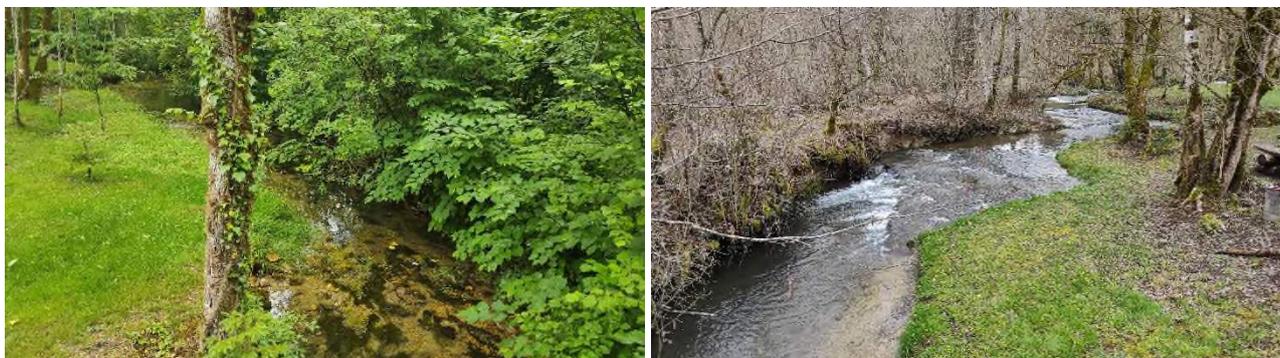


Figure 20 – Localisation des points investigués entre juin 2022 et juin 2023 (et localisation des données antérieures)

Tableau 6 – Valeurs des débits jaugés (L/s) lors de l'étude.

	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5	Pt 6	Pt 7	Pt 8	Pt 9
22/06/2022	0	0	0	0	4	2	0,3	0	4
03/11/2022	17	0	0	0	31	10	26	2	12
29/11/2022	74	0	0	42	96	28	42	6	95
03/01/2023	42	18	18	92	172	23	43	18	122
17/01/2023	119	550	218	478	436	76	181	27	271
03/04/2023	189	679	230	509	467	67	146	39	168
10/05/2023	82	471	173	558	516	38	39	48	340
06/06/2023	4,75	0	0	4,32	9,92	3,12	3,75	0,56	13,9

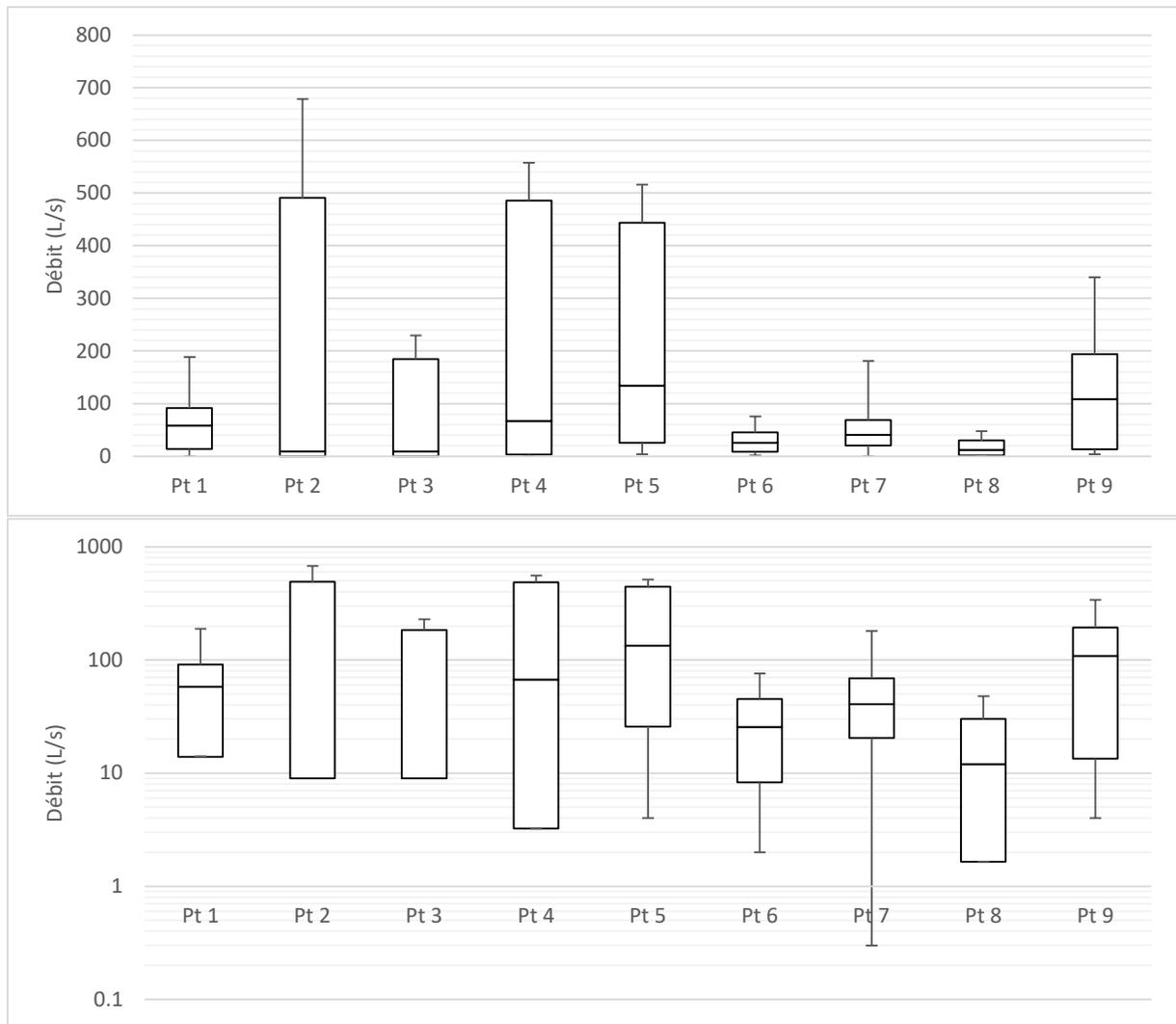


Figure 21 – Variabilité des débits jaugés au cours des 8 campagnes (max, 75%, médiane, 25%, minimum). En haut : échelle linéaire, favorisant la visualisation des fortes eaux. En bas : échelle logarithmique, favorisant la visualisation des basses eaux.

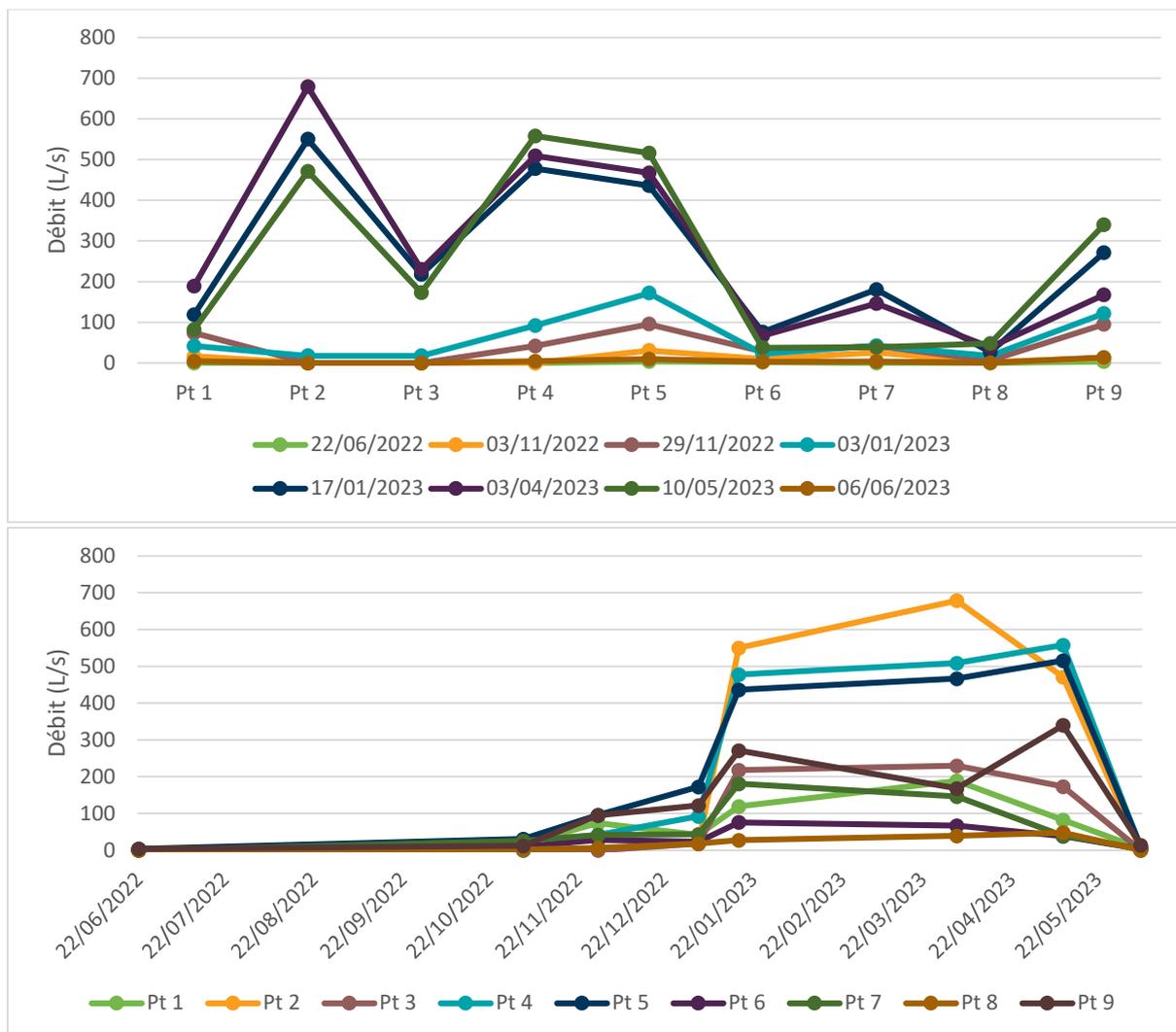


Figure 22 – Dynamique spatiale (en haut) et temporelle (en bas) des débits jaugés.

Parmi les 8 campagnes réalisées, 3 correspondent à de fortes eaux (janvier, avril et mai 2023) et 3 à de faibles eaux (juin 2022, novembre 2022 et juin 2023). Les campagnes de novembre 2022 et janvier 2023 correspondent pour leur part plutôt à des moyennes eaux.

D'un point de vue spatial, on constate :

- Des pics de débits plus élevés au sein des points 2, 4 et 5, i.e. au niveau du tronçon aval de la Baume et au niveau du tronçon amont du Buhin ;
- Au dehors des fortes eaux, les débits médians sont davantage soutenus au niveau des points 5 et 9 (Baume apicale et amont étang), secondairement au niveau des points 1 et 4 (Hautpré et Baume aval étang) ;
- Plus globalement, les débits les plus tamponnés sont observés au niveau du point 1, 6, 7 et 8 (avec toutefois des assècs temporaires au niveau des points 1 et 8) : il s'agit de zones apicales de l'hydrosystème (Hautpré, Raie Jeanmoulot, Baume et Voye apicaux) ;
- A l'inverse, les plus fortes variabilités de débits sont observées des points 2, 4 et 5, i.e. au niveau du tronçon aval de la Baume et du au niveau du tronçon amont du Buhin ;
- Une vulnérabilité à l'assèchement est particulièrement affirmée au niveau du Voye aval et du Buhin (secteur aval de l'hydrosystème).

En résumé, si les écoulements dans les parties apicales du BV s'avèrent globalement pérennes et plus ou moins tamponnés, en revanche, la variabilité des débits augmente significativement plus en aval, avec en outre une vulnérabilité aux assèchements qui tend à particulièrement s'accroître dans les parties distales du BV (Buhin et Voye aval).

Ces **pertes de débits** sont notamment observées entre l'amont et l'aval de l'étang en travers du Voître (points 4 et 5), en dehors des plus fortes eaux hivernales et printanières. La morphologie rectifiée et incisée du lit ainsi que les eaux souvent stagnantes qui y sont observées au niveau de l'aval (point 4) tendent à indiquer un phénomène de **battance de la nappe d'accompagnement** en interaction avec les eaux de surface (ce que la physico-chimie devra confirmer/infirmier), plutôt qu'à une simple capture du débit par l'étang en période de fort étiage. Autrement dit, le niveau d'eau dans le ruisseau à l'aval de l'étang est en grande partie dû au fait que la morphologie du ruisseau est perturbé (rectification hors thalweg et forte incision) : le débit visible (et plus précisément la hauteur d'eau, y compris en l'absence d'écoulement) correspond ainsi plutôt à la nappe d'accompagnement plutôt qu'à la seule interaction avec l'étang.



Figure 23 – Vues datant du 03/22/2022 de l'ouvrage en aval de l'Etang du Voître (à gauche) et du point 4 quelques centaines de mètres plus en aval (à droite) : absence d'écoulement provenant de l'étang et eaux stagnantes dans le tronçon rectifié.

Les pertes localisées plus en aval (en direction du Buhin, point 2) s'avèrent encore davantage affirmées et durables, seules les plus fortes eaux du 03/04/2023 permettant *in fine* d'être relativement conservatrices des écoulements provenant du Voître (point 4) et du Voye (point 3). L'assèchement complet du lit et ce type de dynamisme temporelle suggèrent plutôt un fonctionnement lié à une **perte karstique majeure**, que seules les plus fortes eaux et ennoiements souterrains permettent de dépasser. Plus en aval, l'assèchement fut pérenne au cours des 8 campagnes de mesures (aucun écoulement surfacique allant jusqu'au Puits Fenoz n'a été observé, y compris le 03/04/2023). Le dynamisme hydrologique au niveau de cette perte est documenté plus précisément dans le chapitre suivant.



Figure 24 – Vues des points 2 (Buhin, en haut à gauche) et 3 (Voye aval, en haut à droite), ainsi que du Puits Fenož à Chazot lors des hautes eaux du 03/04/2023 : absence d’engorgement significatif malgré une forte montée en débit des 2 points aval du BV investigué.

En outre, si le Voye dispose de sources modestes mais quasi-pérennes, en revanche, sa partie distale est sujette à la fois à des assèchements durables ainsi qu’à d’importants écoulements en période de moyennes à fortes eaux. En dehors de phénomènes karstiques probables, cette observation est aussi à mettre en relation avec les multiples occurrences de **drainages des zones humides** longeant son tronçon amont, par ailleurs rectifié en pied de talus, le rendant ainsi d’autant moins hydrologiquement tamponné et donc sujet à ces fortes variabilités de débits. Cette altération du territoire (drainage de zones humides) est ainsi susceptible d’engendrer des conséquences en lien avec les enjeux hydro-écologiques du cours d’eau, la qualité environnementale des zones humides en question, la vulnérabilité aux inondations plus en aval (plus forte réactivité), et une moindre résilience aux évolutions climatiques en cours...



Figure 25 – Vues prises le 17/01/2023 d'écoulements drainés et de véritables drains jalonnant la vallée amont du Voye (vues d'amont en aval) illustrant l'altération de zones humides historiquement présentes dans ce secteur, certaines étant encore nettement inscrite dans le paysage.



Figure 26 – Localisation des drains actifs dans la partie amont du Voye lors de la campagne de mesures du 17/01/2023.

2.2.3.2. Enregistrements en continu

Complémentairement aux jaugeages ponctuels des débits, la pression (et donc la hauteur d'eau) a été mesurée et enregistrée en continu par des sondes de précisions millimétriques, voire déci-millimétriques, implantée dans le fonds des lits mineurs. La compensation avec la pression atmosphérique est réalisée par l'intermédiaire d'une sonde barométrique fixée hors d'eau. Ces sondes enregistrent conjointement la température de l'eau.

Ces sondes immergées furent implantées dans deux secteurs :

- En tête de bassin de la Baume (point 9) ;
- En fermeture de bassin sur le Buhin (Point 2).



Figure 27 – Vue des sondes enregistrées le 22/06/2022 au niveau de la Baume (point 9, à gauche) et du Buhin (Point 2, à droite).

La construction de courbes de tarages grâce aux 8 campagnes de jaugeages ponctuels permet de transformer les chroniques des hauteurs d'eau enregistrées en des hydrogrammes propres à chacune des 2 stations monitorées. Il est ainsi par exemple possible de caractériser la fréquence et la durée des assècs pour les tronçons concernés.

Les informations météorologiques (pluviométriques et évapotranspiration) sont acquises auprès de MétéoFrance au niveau de la station météorologique N°25529002 localisée au niveau du bourg de Sancey. Ainsi, la juxtaposition des hydrogrammes avec les hyétogrammes et les bilans hydriques (différences entre pluviométrie et évapotranspiration quotidiennes) permet de caractériser le fonctionnement hydrologique des points monitorés en réponse à des événements pluvieux marquants et à différentes saisons (e.g. temps et intensité de la réponse, temps et durée de la décrue).

En revanche, il n'a pas été recensé de suivi extemporané du niveau piézométrique dans ce BV (source ADES, BRGM) qui aurait permis conjointement d'évaluer ces dynamiques superficielles avec les variations des éventuelles nappes d'accompagnement.

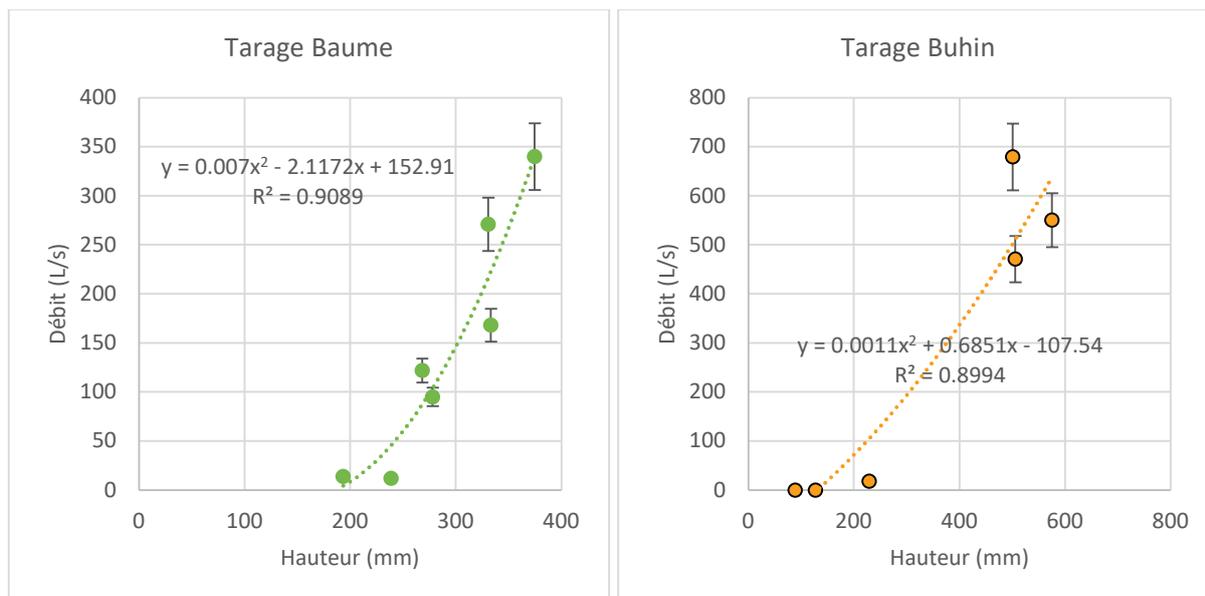


Figure 28 – Courbes de tarage élaborées à partir des campagnes de jaugeages ponctuelles au niveau des 2 points d'enregistrement. 2 points aberrants ont été exclus au niveau de la station distale à Buhin, 1 point aberrant a été exclu au niveau de la station apicale sur la Baume.

En excluant la présence de points aberrants il a été construit des courbes de tarage (avec des coefficients de détermination proches de 0,9) permettant de transmuter les chroniques de hauteurs d'eau en des hydrogrammes. La projection sur ces derniers des jaugeages extemporanés tend à confirmer une relative pertinence de ces modèles.

Ces hydrogrammes indiquent des fonctionnements hydrologiques particulièrement contrastés entre les 2 points de mesures :

- Une sortie du fort étiage de 2022 à la mi-août 2022 au niveau de la tête de bassin, et seulement un mois plus tard à la mi-septembre pour la fermeture de bassin : reprise du fort étiage pour les 2 points à partir de juin 2023.
- Une plus forte variabilité des débits au niveau du Buhin mais des gammes de débits relativement comparables à la tête de bassin de mi-septembre à fin novembre 2022.
- Un fort accroissement des débits au niveau du Buhin (contrairement à la tête de bassin) lors de la période hivernale : 26/11/2022 au 20/12/2022, puis de mi-janvier à début mars 2023.
- Une forte corrélation des dynamiques hydrologiques entre les 2 points de mesures observées uniquement lors des périodes suivantes : seconde quinzaine de novembre 2022, du 20/12/2022 à la mi-janvier 2023, puis du 10/03/2023 au 30/05/2023.

Les débits caractérisant cette année hydrologique font ainsi état de débits médiane et des fortes eaux bien plus élevées au niveau de la fermeture de bassin qu'au niveau la station sur la Baume apicale, mais à l'inverse une vulnérabilité aux assèchements bien plus élevée au niveau du Buhin : à sec 21,6% du temps lors de la période investiguée vs 0,1% au niveau de la tête de bassin (malgré des débits souvent très faibles, mais pérennes). Ces assècs interviennent en majorité lors des périodes estivales comme attendu (juin à septembre), mais aussi de façon récurrente en période automnale (mi-octobre 2022) et de façon plus ponctuelle et brève en dehors de ces périodes.

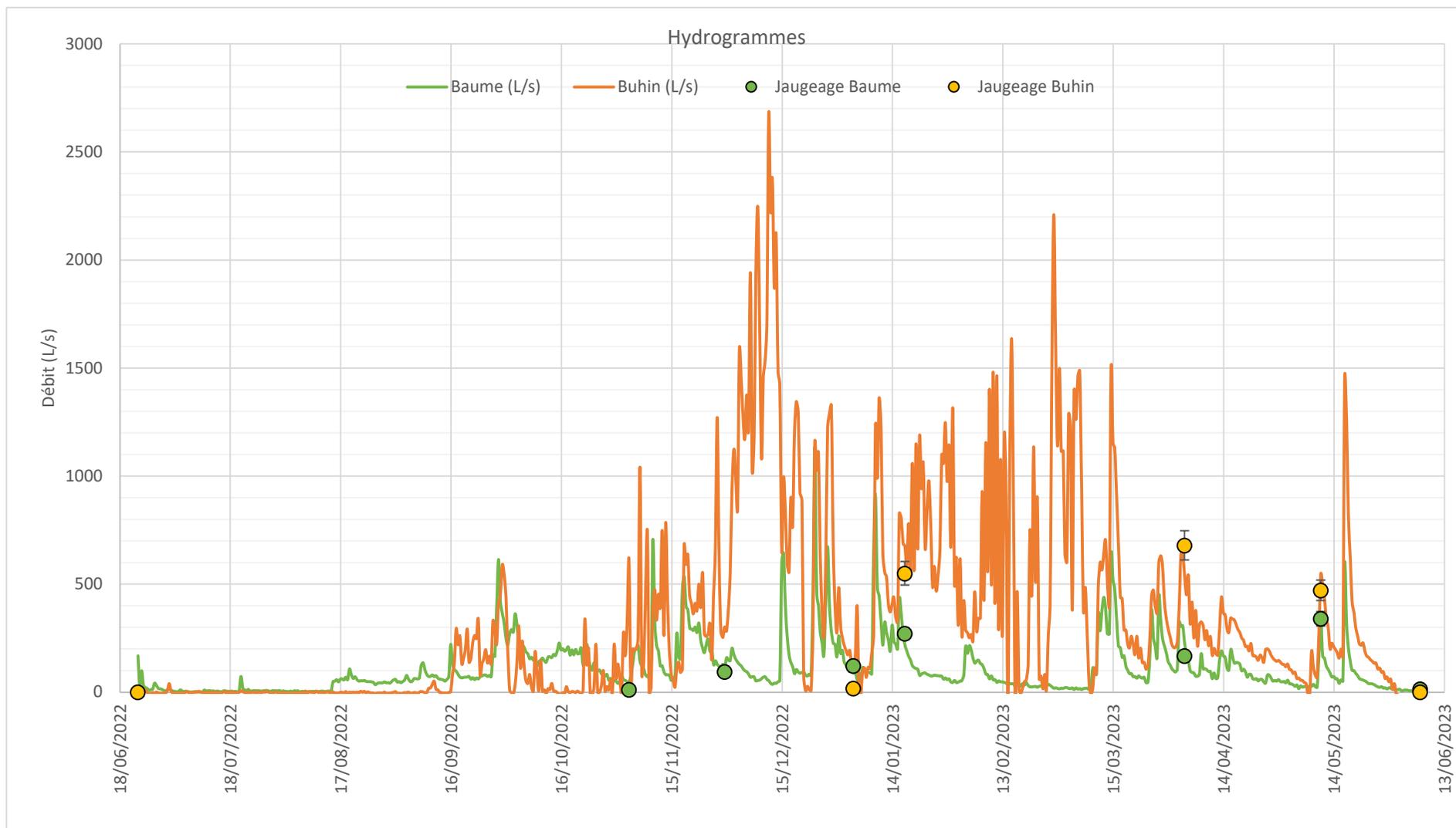


Figure 29 – Hydrogramme modélisé pour chacune des es 2 stations monitorées et projection des valeurs des débits qui y ont été jaugés.

Tableau 7 – Débits caractéristiques (L/s) des 2 stations monitorées sur la seule base du monitoring entre juin 2022 et juin 2023.

VCN3 : débit minimum sur 3 jours consécutifs. / VCN10 : débit minimum sur 10 jours consécutifs / QMNA : débit mensuel minimum / Qjmax : débit moyen journalier maximum / QIX : débit instantané maximum.

	Baume	Buhin
VCN3	1,6	0,0
VCN10	3,9	0,0
QMNA	6,9	0,0
Débit médian	72,1	168,1
Module	110,3	329,4
Qj max	805,5	2452,0
QIX	1135,5	2678,4
% absence d'écoulement	0,1%	21,6%

Afin de mieux cerner certains des mécanismes générateurs de ces dynamiques hydrologiques respectives, les hydrogrammes ont été co-projetés avec les bilans hydriques extemporanés. En outre, dans ce même objectif, des zooms sur certains évènements particuliers sont proposés.

En première approche, globalement, les périodes correspondantes aux étiages les plus durables sont logiquement aussi celles où sont observées les bilans hydriques les plus déficitaires ont termes d'intensité et de durée. Néanmoins, à l'échelle de l'année, cette corrélation entre débits et bilans hydriques n'apparaît pas aussi ostensible.

Tableau 8 – Coefficients de détermination synthétisant les degrés de corrélations entre débits quotidiens (moyen et maximum) et bilans hydriques (extemporané, les 2 jours précédents, et la semaine précédente). En gras, les coefficients les plus élevés.

	Baume			Buhin		
	J	J-2 à J-1	J-7 à J-1	J	J-2 à J-1	J-7 à J-1
QJM	0,19	0,40	0,37	0,01	0,09	0,12
Qjmax	0,26	0,34	0,29	0,02	0,08	0,11

D'une façon générale, on constate une corrélation positive entre bilan hydrique et débit, i.e. plus le bilan est positif (pluviométrie > évapotranspiration), plus les débits tendent à être élevés. Toutefois, l'hydrologie du Buhin s'avère nettement moins corrélée à ce paramètre météorologique que ne l'est celle de la Baume apicale.

En outre, en ne considérant que les seules pluviométries, ces corrélations tendent toutes à diminuer, et deviennent quasi-nulles (<1%) concernant le Buhin), suggérant ainsi la pertinence de considérer plutôt le bilan hydrique que ce seul paramètre « pluie ».

L'hydrologie de la Baume est surtout liée au bilan hydrique des jours précédents. Ainsi la corrélation approche les 40% en considérant le seul bilan hydrique des 2 jours précédents, ce qui s'avère être nettement significatif compte tenu de la complexité et de la multitude de paramètres régissant les débits.

L'hydrologie du Buhin semble pour sa part davantage intégrer des phénomènes sur le moyen termes, et s'avère in fine moins corrélée et moins réactif à ce paramètre du bilan hydrique.

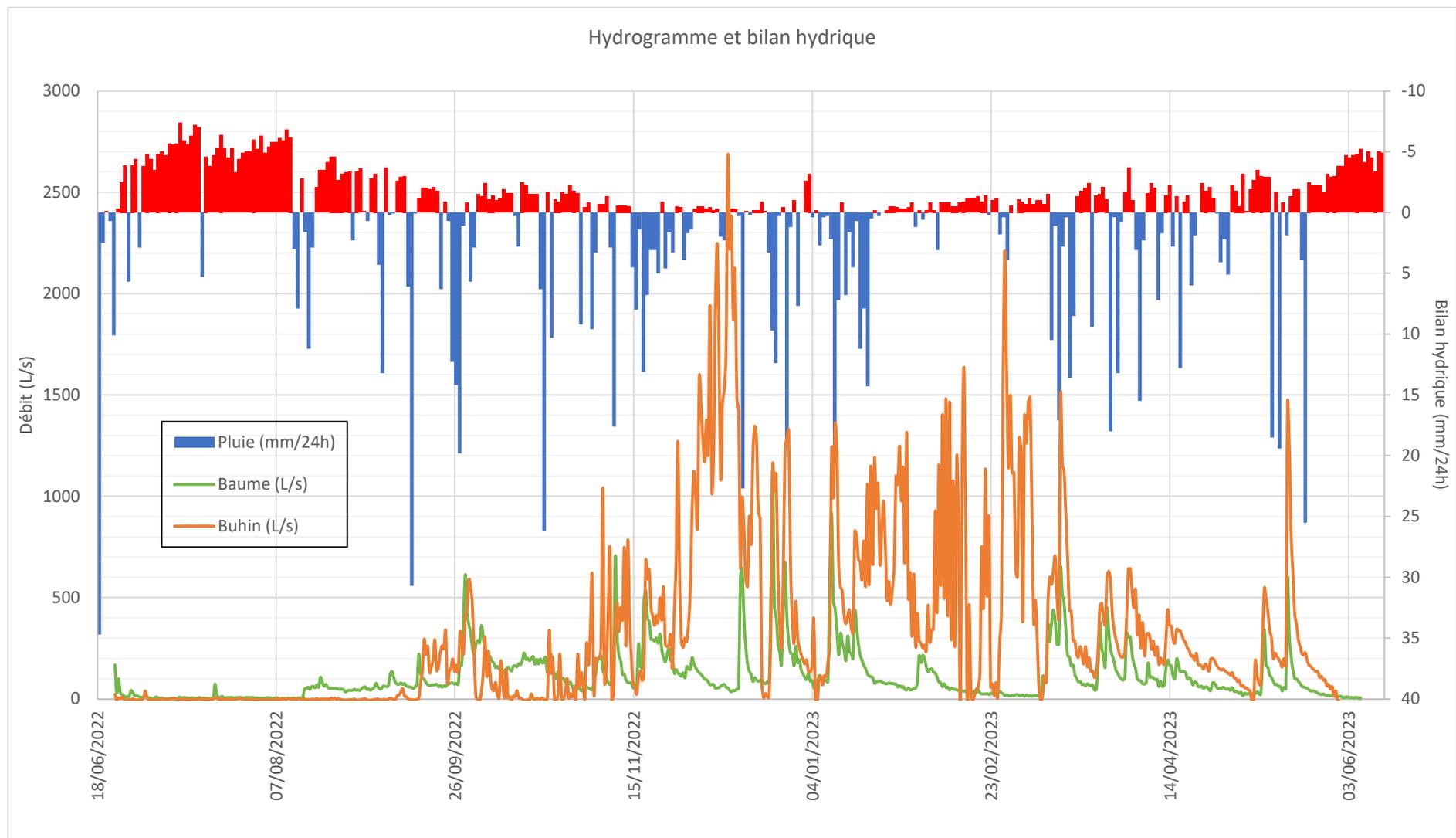


Figure 30 – Projection des hydrogrammes et des bilans hydriques au cours de la période investiguée. Un bilan hydrique négatif (rouge) signifie une évapotranspiration journalière supérieure à la pluviométrie (et inversement pour un bilan hydrique positif (bleu)).

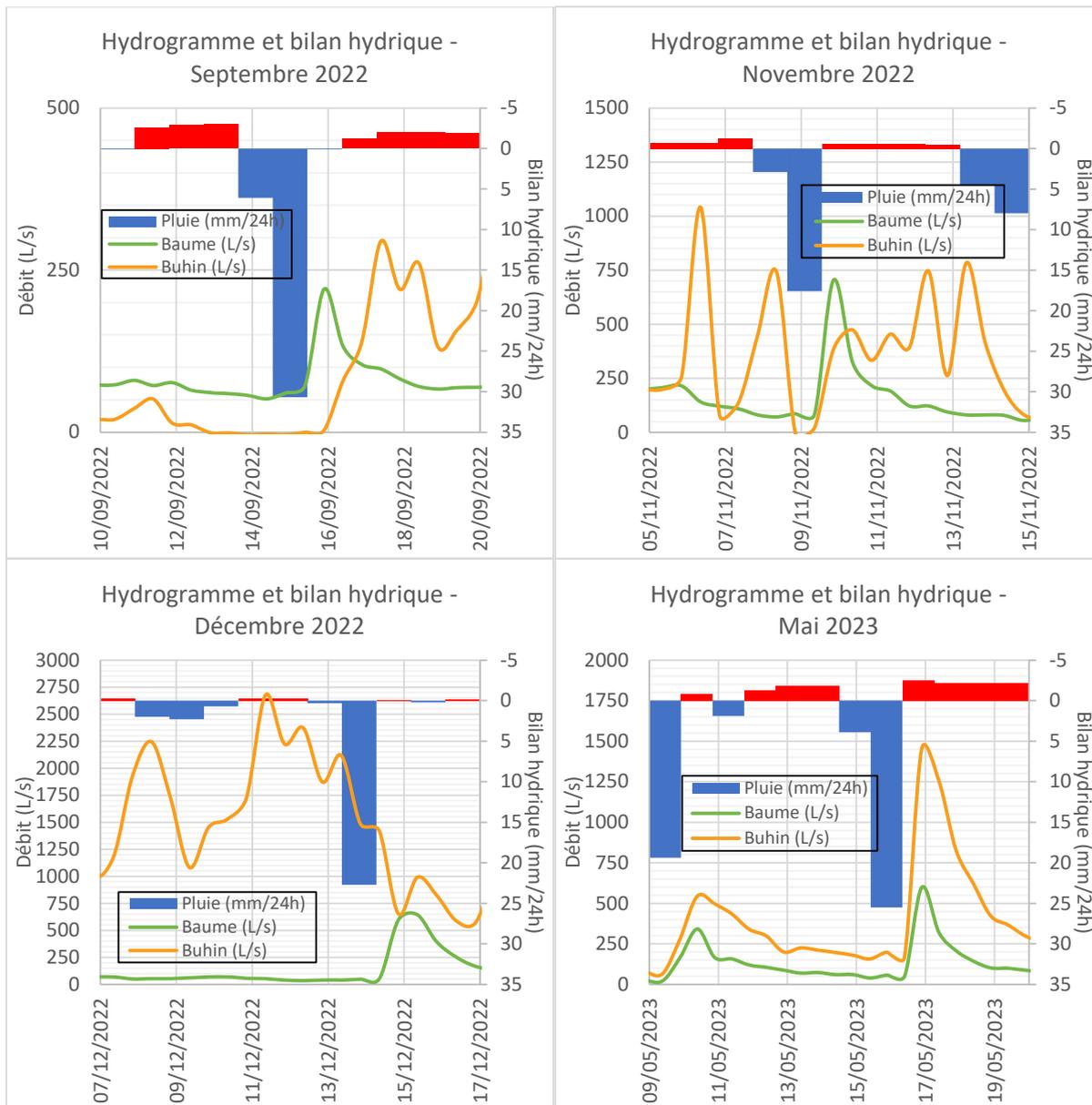


Figure 31 – Zoons sur l'hydrologie des 2 stations monitorées lors de 4 évènements/types hydro-climatiques.

Les focus réalisés sur 4 évènements pluvieux à des périodes hydrologiques contrastées viennent illustrer et étayer les précédentes observations :

- Mi-septembre 2022, contexte de sortie d'étiage estival :
 - Forte réactivité de la Baume (environ 24h), avec une courbe de réponse « classique » (décruée en 2j environ) ;
 - Réponse en décalée du Buhin (2j), absence de réponse typique en post-pluie.
- Novembre 2022, contexte de moyenne eaux automnales :
 - Baume : même typologie de réponse « classique » (réponse en 24h et décruée en 2j, environ) ;

- Buhin : pas de réponse nette au bilan hydrique.
- Décembre 2022, contexte de fortes eaux hivernales :
 - Baume : même typologie de réponse « classique » ;
 - Buhin : absence de corrélation au bilan hydrique.
- Mai 2023, contexte d'orages printaniers (2 évènements) :
 - Baume : mêmes typologies de réponses « classiques » ;
 - Buhin : courbes de réponse synchrones à celle de la Baume (avec toutefois des débits plus élevés et un temps de décrue accru).

Ces différentes observations tendent à émettre les hypothèses suivantes :

- **Baume apicale alimentée par une source karstique « classique », i.e. très réactives aux pluies (et encore plus aux bilans hydriques) des jours précédents, mais disposant d'un réservoir suffisant pour être peu encline à s'assécher complètement.**
- **Buhin : hydrologie conditionnée par des processus multiples, et finalement que très partiellement intégrateurs des bilans hydriques sur le moyen termes. Outre une capture du débit par des pertes karstiques, potentiellement saturées lors des plus fortes eaux, s'ajoute vraisemblablement une conditionnalité liée au degré de saturation des sols par la nappe d'accompagnement. Alors, sous certaines conditions de saturation de ce sous-sol, il peut être observé de façon temporaire une fonctionnalité hydrologique se rapprochant de celle d'un cours d'eau karstique « classique ».**

Les mesures in situ extemporanées (température, pH, conductivité) viendront en appui de ces hypothèses.

2.2.3.3. Contexte hydrologique lors de l'approche terrain

Les mesures furent réalisées de mi-2022 à mi-2023. La contextualisation de ce cycle hydrologique par rapport aux niveaux habituels doit être à *minima* considérée dans le cadre des précédentes observations.

Une station de suivi des écoulements visibles dans le cadre du réseau ONDE (Observatoire Nationale des Etiages) est localisée quelques centaines de mètres en aval du Point 9 (baume apicale). Ces observations confirment le caractère pérenne des écoulements dans ce tronçon, mais aussi illustre l'augmentation de la fréquence des étiages sévères, 2022 faisant figure de « record » en ce sens avec 2020.

Ce constat s'inscrit dans un contexte de changement climatique qui tend à s'accélérer ces dernières années, comme en atteste les températures moyennes qui ont globalement augmentées de 1,5°C à l'échelle de la France ces 30 dernières années. Là aussi, 2022 s'inscrit dans un « record », selon Météo-France, l'été 2022 ayant figuré au deuxième rang des étés les plus chauds observés en France depuis le début du XXème siècle.

Tableau 9 – Synthèse du suivi ONDE (Observatoire National Des Etiages) au niveau La Baume à Sancey-Le-Long (U2419114). 1a : « Ecoulement visible acceptable » ; 1f : « Ecoulement visible faible » ; 2 : « Ecoulement non visible ». Encadré : période investiguée.

La Baume à Sancey-Le-Long (U2419114) - réseau ONDE

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
2012			1a	1a	1a	1a	1a			
2013			1a	1a	1b	1b	1a			
2014			1a	1a	1a	1a	1a			
2015			1a	1a	1a	1a	1a			
2016			1a	1a	1a	1a	1a			
2017			1a	1a	1a	1a	1a			
2018			1a	1a	1a	1b	1b			
2019			1a	1a	1a	1a	1b			
2020			1a	1a	1b	1b	1b			
2021			1a	1a	1a	1a	1a			
2022			1b	1a	1b	1a	1b			
2023			1a	1a						

Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990
France métropolitaine

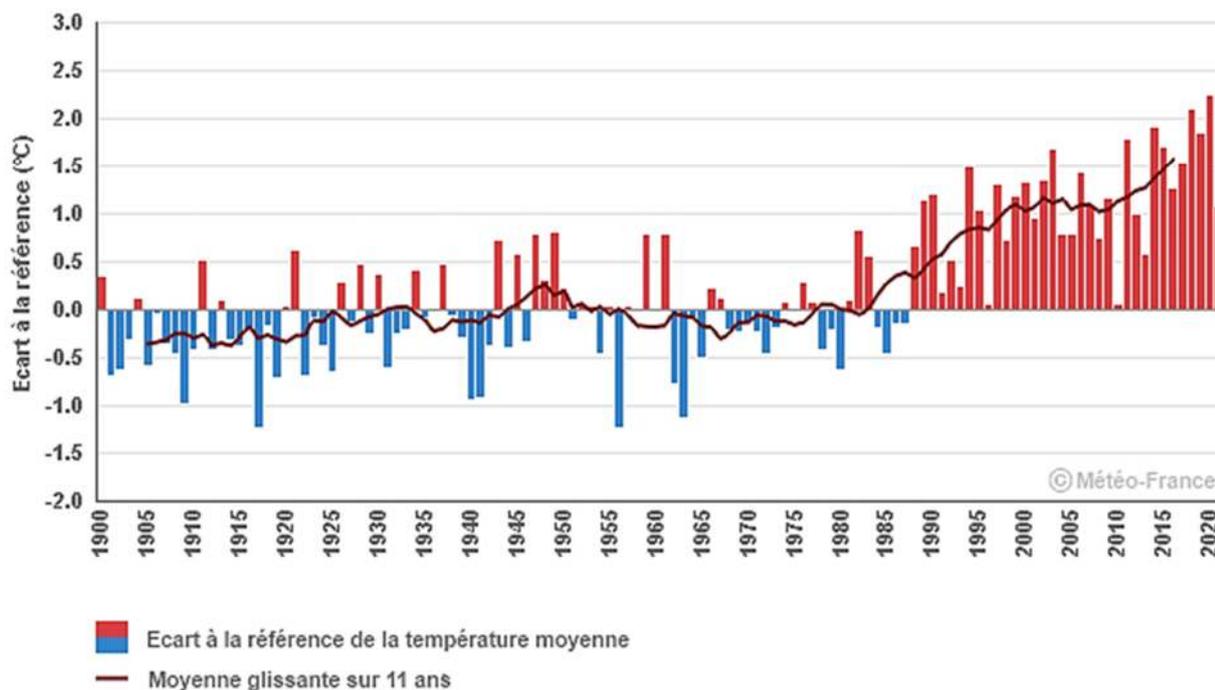


Figure 32 – Evolution des températures atmosphériques à l'échelle de la France (source : MétéoFrance)

Malgré le référencement d'une station hydrométrique au niveau du Buhin (point 2, code U241 9110), aucune donnée n'y est bancarisée au niveau du site Hydroportail. En se référant par défaut à la station hydrométrique localisée sur son exutoire (U242 5250 : Le Cusancin à Cusance), on constate de façon très nette que la période investiguée (juin 2022 à juin 2023) fut nettement déficitaire en termes de débits, qu'il s'agisse des basses ou des fortes eaux.

Ce constat « exceptionnel » de l'année 2022-2023 par rapport aux années antérieure fait néanmoins figure de précurseur par rapport aux futurs évolutions climatiques comme en témoigne les projections météorologiques au niveau de la commune de Sancey pour 2050 : moindre récurrence des précipitations, augmentation du nombre de jours avec des sols secs et de vagues de chaleurs (donc des bilans hydriques de plus en plus déficitaires, avec une incidence directe pour la Baume).

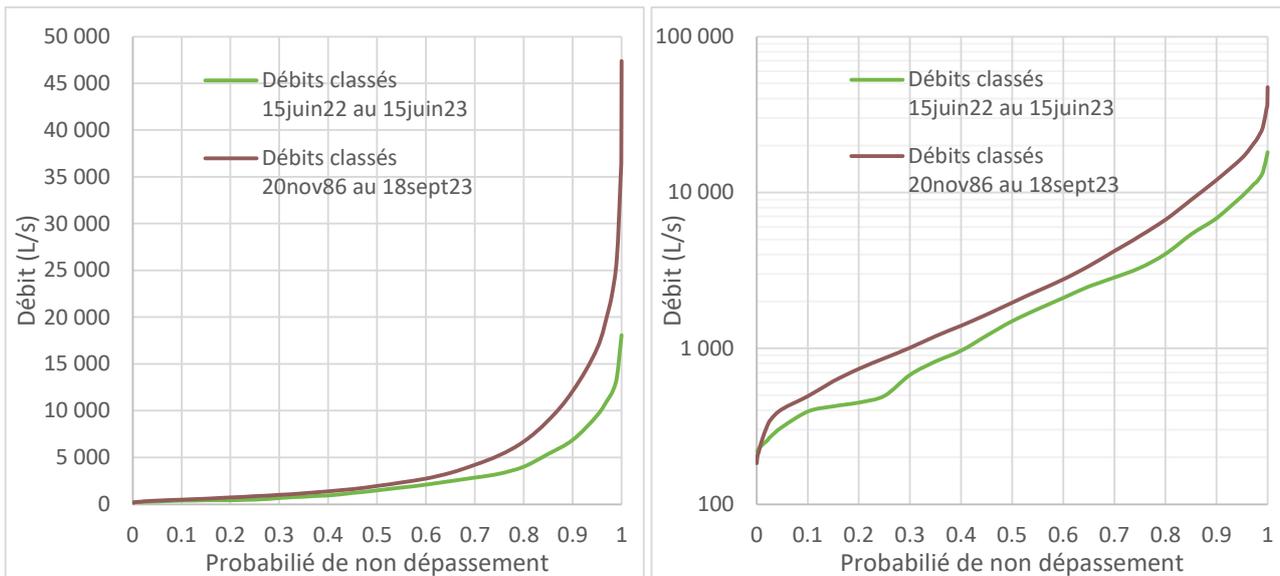


Figure 33 – Débits classés du Cusancin (à Cousance) selon une échelle linéaire à gauche et une échelle logarithmique à droite : positionnements des débits classés sur la période investiguée par rapport aux « normales » de la station.

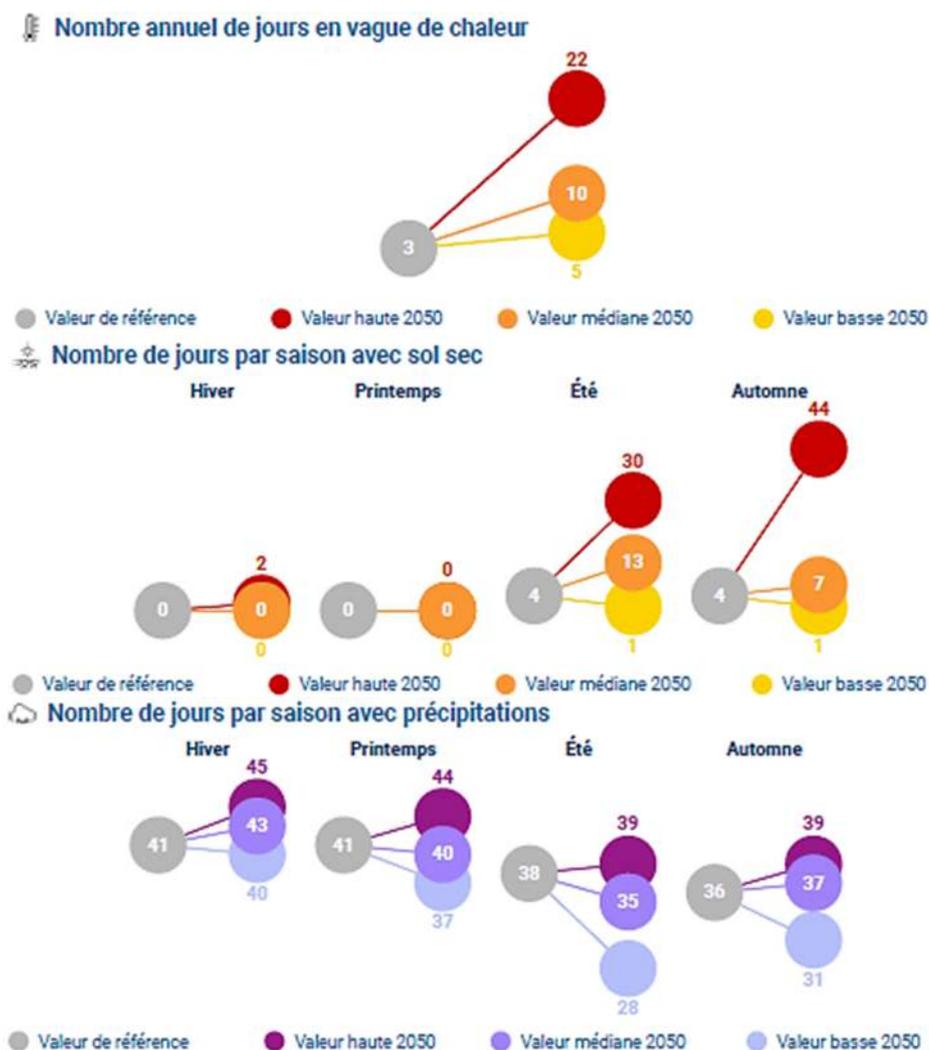


Figure 34 – Extraits des projections climatiques pour la commune de Sancey en 2050 (Source : climadiag, MétéFrance).

2.3. DÉBITS DE CRUE

2.3.1. Méthode de Myer

Les débits Q2, Q5, Q10, Q20 et Q50 ont été obtenus selon la méthode de Myer :

$$Q_T = Q_{T\text{ BV Connu}} \times \left(\frac{S_{BV}}{S_{BV\text{ Connu}}} \right)^\alpha \text{ avec}$$

Q_T : débit de fréquence T en m³/s du bassin versant à étudier ;

$Q_{T\text{ BV Connu}}$: débit de fréquence T en m³/s du bassin versant connu ;

S_{BV} : surface en km² du bassin versant à étudier ;

$S_{BV\text{ Connu}}$: surface en km² du bassin versant connu ;

α : Coefficient de Myer

Avec $\alpha = 0.75$ (conformément à la méthode SPEED).³

Les stations utilisées pour ces calculs sont les mêmes que celles utilisées pour la détermination des débits courants (voir plus haut).

Les résultats de la méthode de Myer sont donnés dans le tableau ci-après :

Tableau 10 – Débits de crue du ruisseau de Buhin – Méthode de Myer

Superficie de bassin versant (km ²)	Q2 (m3/s)	Q5 (m3/s)	Q10 (m3/s)	Q20 (m3/s)	Q50 (m3/s)
67.2	17.7	22.5	25.8	28.9	32.9

2.3.2. Base de données SHYREG (Irstea)

Il existe un jeu de données des débits de crues produit par l'IRSTEa à partir de la méthode SHYREG. Ce travail a permis d'obtenir les quantiles des débits à l'exutoire des bassins versants, à l'échelle nationale. Ces données ont été confrontées aux résultats de la modélisation pluie-débit développée ci-après et des débits calculés par la méthode de Myer.

Il est cependant important de signaler que le bassin versant est à dominante karstique, aussi la méthode SHYREG n'est pas parfaitement adaptée pour représenter les débits en jeu dans ce type de contexte.

Les résultats issus de la base de données IRSTEa ne sont donc pas utilisées comme valeurs de références, mais comme élément de comparaison en ordres de grandeur par rapport aux autres méthodes employées.

³ O. Cayla "Probability calculation of design floods SPEED" (calcul probabiliste des crues de projet), ASCE Hydraulics Division, Engineering Hydrology, San Francisco, juillet 1993.

Tableau 11 – Débits de crue du ruisseau de Buhin– Méthode SHYREG

Q2 (m3/s)	Q5 (m3/s)	Q10 (m3/s)	Q20 (m3/s)	Q100 (m3/s)
32.8	42.3	50.8	60.6	89.8

2.3.3. Méthode CRUPEDIX

La méthode CRUPEDIX vise à obtenir une estimation du débit instantané de crue de fréquence décennale. Cette formule a été établie sur la base d'observations sur des bassins versants de superficie comprise entre 10 km² et 2000 km².

La relation a été obtenue par une approche statistique multivariable en testant le maximum de paramètres caractérisant le bassin versant. Elle a été calée sur 630 bassins versants français. Elle est de la forme :

$$Q_{10} = S^{0.8} \left(\frac{P_{10}}{80} \right)^2 R$$

Avec :

- Q10 : débit décennal de pointe de crue ;
- S : Surface du bassin versant (km²) ;
- P10 : hauteur de précipitation journalière pour une occurrence décennale (mm) ;
- R : Coefficient régional de CRUPEDIX.

Le dernier paramètre R est égal à 1 pour la plupart des bassins versants de France métropolitaine. La méthode CRUPEDIX a été appliquée avec les données de débit décennal à la station hydrométrique du Cusancin à Cusance pour caler précisément ce paramètre en fonction du contexte local. Le coefficient régional à appliquer dans notre cas est ainsi estimé à 1.08.

Le paramètre de pluie est obtenu à partir des données METEO France et SHYREG à proximité du bassin à l'étude. Nous avons donc P10 = 68.7 mm.

Les résultats de l'application de la méthode CRUPEDIX sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12 – Débit de crue décennale du ruisseau de Buhin– Méthode CRUPEDIX

Superficie du bassin versant (km ²)	P10 (mm)	Coefficient régional	Q10 (m3/s)
67.2	68.7	1.08	23.1

2.3.4. Approche par calcul pluie-débit via le logiciel PLUTON

2.3.4.1. Présentation de l'outil PLUTON

Pluton est un programme permettant la modélisation de la transformation pluie ruissellement en hydrologie.

Le programme PLUTON a pour objet le calcul de l'hydrogramme de crue $Q(t)$ de chaque sous-bassin, soit avec calage (sur pluies connues et débit connu), soit sans calage sur pluie statistique pour calculer une crue de temps de retour donné.

Les résultats peuvent être repris dans le modèle hydraulique qui simule la propagation dans le lit mineur du débit ruisselé sur le bassin versant.

De nombreuses méthodes sont disponibles et classées selon qu'elles s'adressent à des sous bassins urbains, semi urbains ou ruraux. Chaque sous bassin est décrit par sa superficie, sa longueur, sa pente, son coefficient de ruissellement et un code définissant la méthode choisie pour le traiter.

On trouve, parmi les méthodes programmées :

- Caquot Muskingum (très utilisée en France) : calcul du débit de pointe par la méthode de Caquot et de l'hydrogramme associé par la transformation de la pluie de projet dans un modèle Muskingum ;
- Modèle de transfert Muskingum ou Réservoir Linéaire, calé sur le temps de réponse du sous bassin (plusieurs formules en option pour définir le temps de réponse T_I (décalage en temps entre le centre de gravité du hyétogramme de l'averse et le centre de gravité de l'hydrogramme qui en résulte) ou le temps de concentration T_c (temps nécessaire à une particule d'eau pour parcourir le plus long chemin hydraulique jusqu'à l'exutoire) ;
- Formule rationnelle, associé à celle du temps de concentration pour le calcul du débit maxi de fréquence donnée et calage de l'hydrogramme associé par le modèle de transfert ;
- Formules de synthèse régionale permettant de fournir les débits maximaux à fréquence donnée pour les sous bassins ruraux ainsi que le calcul de l'hydrogramme associé par le modèle de transfert.

PLUTON offre de plus les possibilités suivantes :

- Choix entre un coefficient de ruissellement constant, variable dans le temps, ou avec une rétention initiale ;
- Comparaison de plusieurs méthodes sur un même sous bassin et d'en introduire de nouvelles.

PLUTON permet enfin des opérations de natures diverses sur les sous-bassins :

- La composition des débits de plusieurs bassins, permettant d'intégrer la notion de temps de transfert le long du cours d'eau et de ses affluents ;
- L'écêtement par un bassin d'orage, en considérant la possibilité ou non de régulation du débit de sortie. On distingue ainsi :
 - La mise en place d'un ouvrage fixe avec mise en charge de l'ouvrage, avec un débit sortant fonction de cette mise en charge ;
 - La mise en place d'un ouvrage régulé permettant l'évacuation d'un débit de fuite constant.

2.3.4.2. Délimitation des sous-bassins versants

A partir des données LIDAR de l'IGN, le bassin versant intercepté par le ruisseau de Buhin et ses affluents est délimité dans le système d'information géographique QGIS, à l'aide des modules GRASS et SAGA.

Le bassin versant intercepté par le ruisseau de Buhin au niveau du puits Fenois est de l'ordre de 67.2 km².

Ce bassin versant total a par la suite été découpé en bassins élémentaires. Ils sont définis en fonction de l'occupation des sols et des changements dans le réseau hydrographique (confluences/diffusions, pertes, passage souterrain...).

2.3.4.3. Coefficient de ruissellement

Notre approche nécessite de caractériser la fraction des précipitations qui sera ruisselée et non captée par les sols du bassin versant.

Le coefficient de ruissellement (noté C_r) est le rapport entre la pluie ruisselée à l'exutoire et la pluie brute précipitée :

$$C_r = \frac{\text{volume ruisselé à un instant } t}{\text{volume précipité à un instant } t}$$

Le coefficient de ruissellement d'un sol naturel dépend de plusieurs paramètres :

- Sa nature : sableux, argileux, limoneux, etc. ;
- Sa couverture : prairie, forêt, culture, etc. ;
- Sa pente ;
- Son état de saturation lié aux antécédents pluviométriques ;
- L'intensité de la pluie.

Dans le cas présent, les surfaces rencontrées sont principalement des boisements et prairies, et le caractère karstique du bassin versant rend les surfaces relativement perméables.

L'outil Pluton utilisé pour la modélisation Pluie/Débit indique des gammes de valeurs du coefficient de ruissellement en fonction des différents paramètres. Le coefficient de ruissellement augmente avec le temps de retour de la pluie de sorte à représenter l'effet de saturation des sols pour des événements pluviométriques exceptionnels.

Ainsi, le coefficient de ruissellement (correspondant au rapport de la lame d'eau ruisselée sur la lame d'eau précipitée) est dépendant de l'occupation des sols. Cette dernière est extraite de la base de données Corine Land Cover (2012) et à chaque type d'occupation est associé un coefficient de ruissellement.

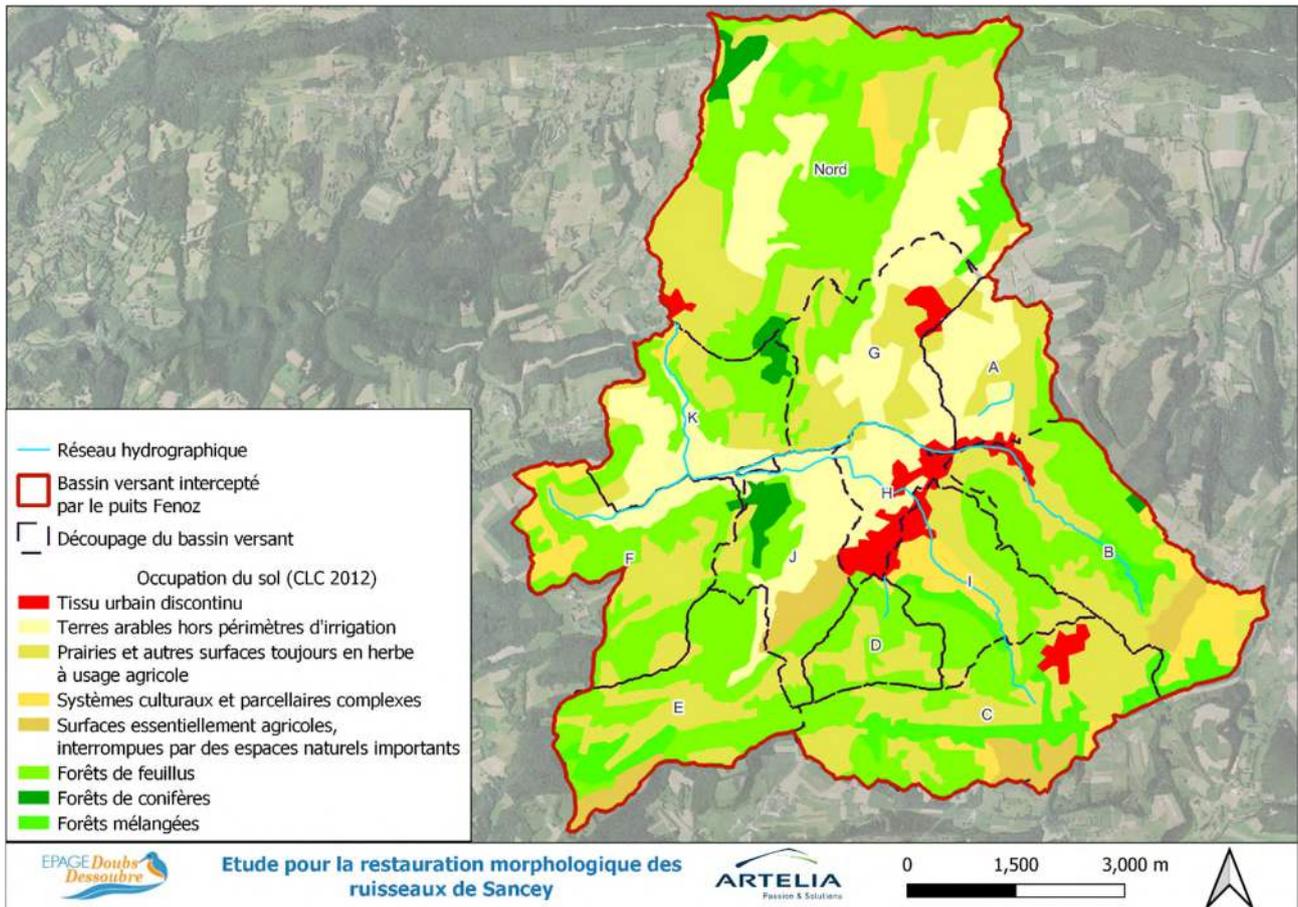


Figure 35 – Bassin versant d’apport et occupation des sols

Les coefficients de ruissellement préconisés dans la littérature scientifique ont été utilisés et adaptés à l’occupation des sols du bassin versant.

Les coefficients retenus sont les suivants :

Tableau 13 – Coefficients en fonction de l’occupation des sols

Occupation du sol	Coefficient de ruissellement
Tissu urbain discontinu	0.30
Terres arables hors périmètres d'irrigation	0.25
Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	0.20
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	0.25
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	0.20
Forêt	0.15

Par pondération en fonction de la superficie occupée par chaque type de sol, le bassin versant dans sa globalité présente un **coefficient de ruissellement moyen de 0,19**.

Les coefficients de ruissellement par bassin versant sont donnés ci-après :

Tableau 14 – Coefficients de ruissellement par bassin versant élémentaire

Bassin versant	Coefficient de ruissellement
A	0.23
B	0.19
C	0.18
D	0.17
E	0.17
F	0.19
G	0.22
H	0.26
I	0.19
J	0.20
K	0.20
Nord	0.19

2.3.4.4. Données de pluie

Les pluies sont calculées à partir des données recueillies à la station pluviométrique de Sancey-le-Grand située au sein du bassin versant à l'étude.

Les débits générés à la suite de ces pluies sont déterminés par transformation pluie-débit à l'aide de différentes formules, dont les données d'entrée sont les coefficients de Montana, propres à chaque station pluviométrique et pour des événements pluvieux caractéristiques. Ces coefficients permettent de calculer une pluie de projet selon la loi de Montana :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

(« a » et « b » étant les coefficients de Montana, t la durée de la pluie et h(t) la hauteur précipitée).

Les coefficients à la station de Sancey-le-Grand ont été déterminés à partir de données de pluie réelles sur une période de 17 ans. Ils sont choisis en fonction du temps de concentration, qui correspond au temps nécessaire au bassin versant pour générer le débit de pointe en réponse aux précipitations. Ce même temps est déterminé à partir de la formule de SOGREAH ci-après :

$$T_c = 2.60 \times S^{0.35} \times P^{-0.4}$$

(avec Tc le temps de concentration en minutes, S la superficie du bassin versant en hectares et P sa pente moyenne en %).

Dans le cas d'une pluie trop courte, l'ensemble du bassin versant ne participe pas au ruissellement. A contrario, si la pluie est trop longue, l'intensité de la pluie diminue, sous-estimant le débit de pointe généré par le ruissellement.

Le temps de concentration, estimé par la formule de SOGREAH, est de l'ordre de 257 min (~4h15). Les coefficients de Montana ont donc été pris pour une plage de temps de pluie comprise entre 1h et 6h.

Ils sont présentés par temps de retour dans le tableau ci-après :

Tableau 15 – Coefficients de Montana à la station de SANCEY-LE-GRAND, pour des pluies de durée comprise entre 1h et 6 heures

Durée de retour	a	b
5 ans	10.831	0.774
10 ans	14.597	0.798
20 ans	18.956	0.818
30 ans	21.74	0.828
50 ans	25.656	0.839
100 ans	31.836	0.854

Les débits sont ainsi déterminés à partir des données précédemment intégrées au programme Pluton.

2.3.4.5. Calcul des débits de pointe

Un calcul de transformation de la pluie en débit a été mis en œuvre à l'aide de l'outil PLUTON développé par ARTELIA. Le calcul est basé sur la pluviométrie d'après les coefficients de Montana régionaux, et sur les paramètres descriptifs du bassin versant considéré, afin d'obtenir l'ordre de grandeur des débits caractéristiques de crue (Q5, Q10 et Q100).

Pour chaque bassin, le calcul tient compte :

- De la surface du bassin ;
- De la longueur du plus long cheminement ;
- Du temps de concentration ;
- Du coefficient de ruissellement.

Le logiciel réalise une transformation pluie-débit à l'échelle de chaque sous-bassin, et le débit total généré au droit du puits Fnoz (exutoire du réseau hydrographique total) est obtenu par composition des sous-bassins élémentaires. Il se traduit un effet de lissage du phénomène de crue du fait que tous les bassins n'atteignent pas leur pointe de débit simultanément. Cet effet d'écrêtement est représenté dans le logiciel sous la forme de fonctions de transferts entre bassins, dépendant des caractéristiques des voies d'écoulement reliant les bassins entre eux (longueur, pente, occupation des sols etc).

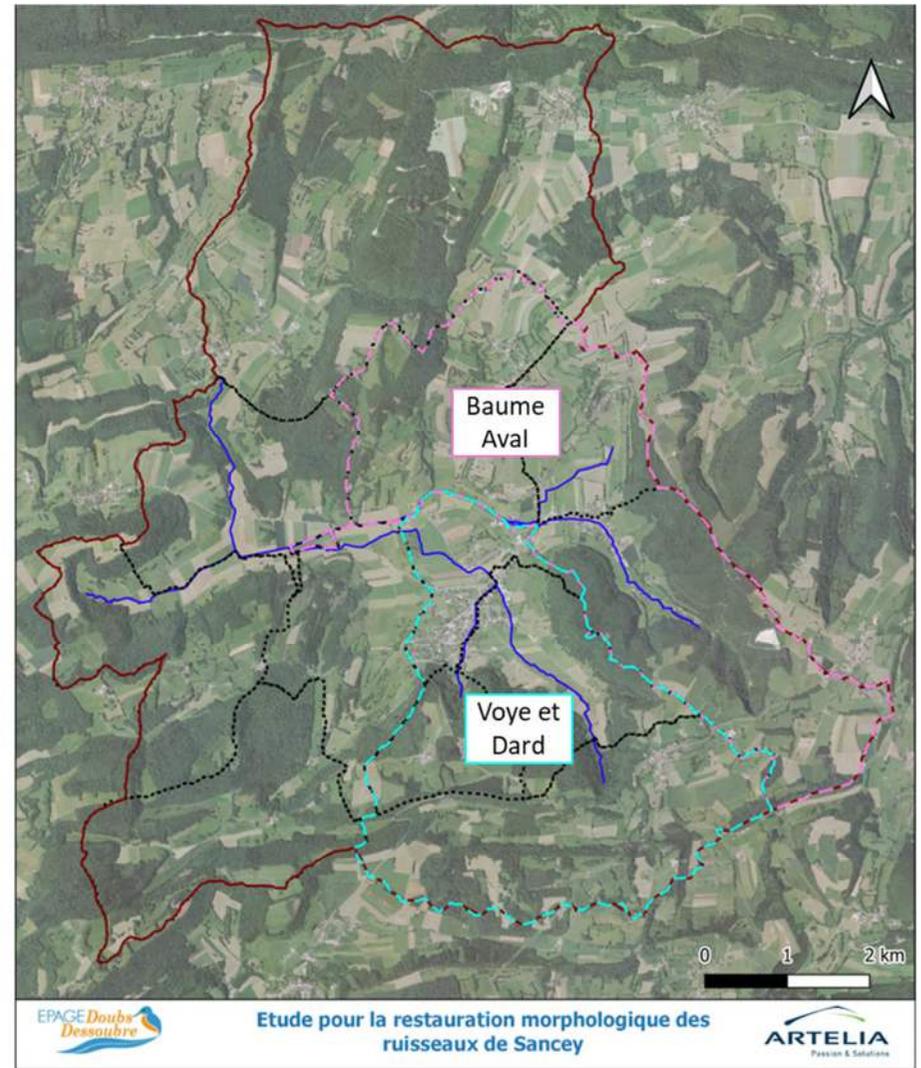
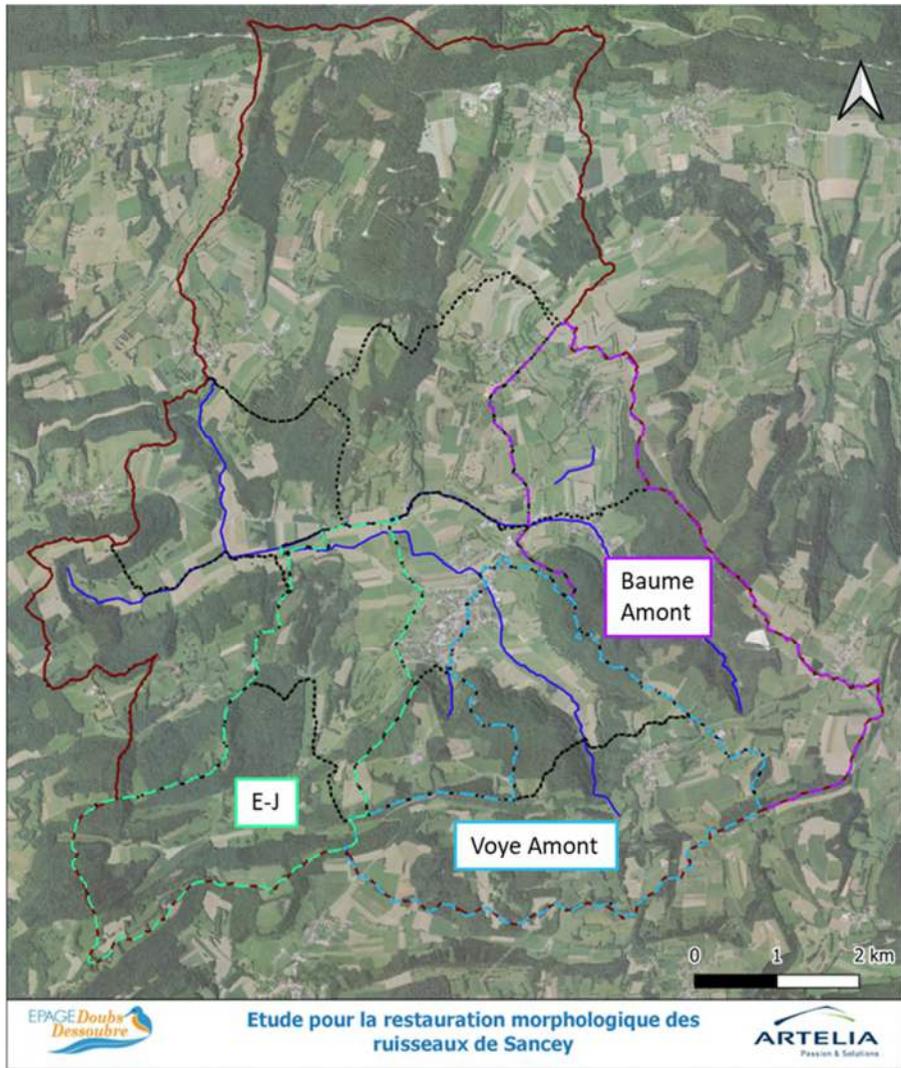


Figure 36 – Combinaison de bassins versants élémentaires – Partie une

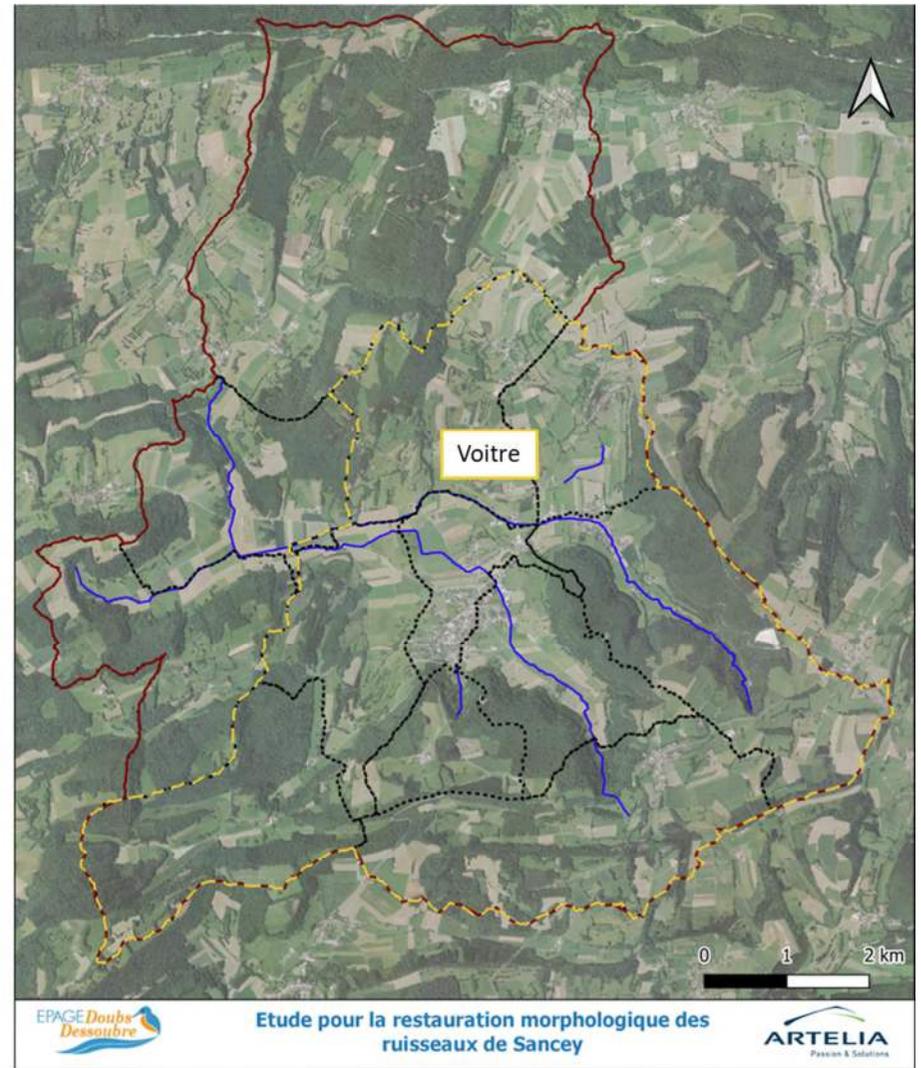
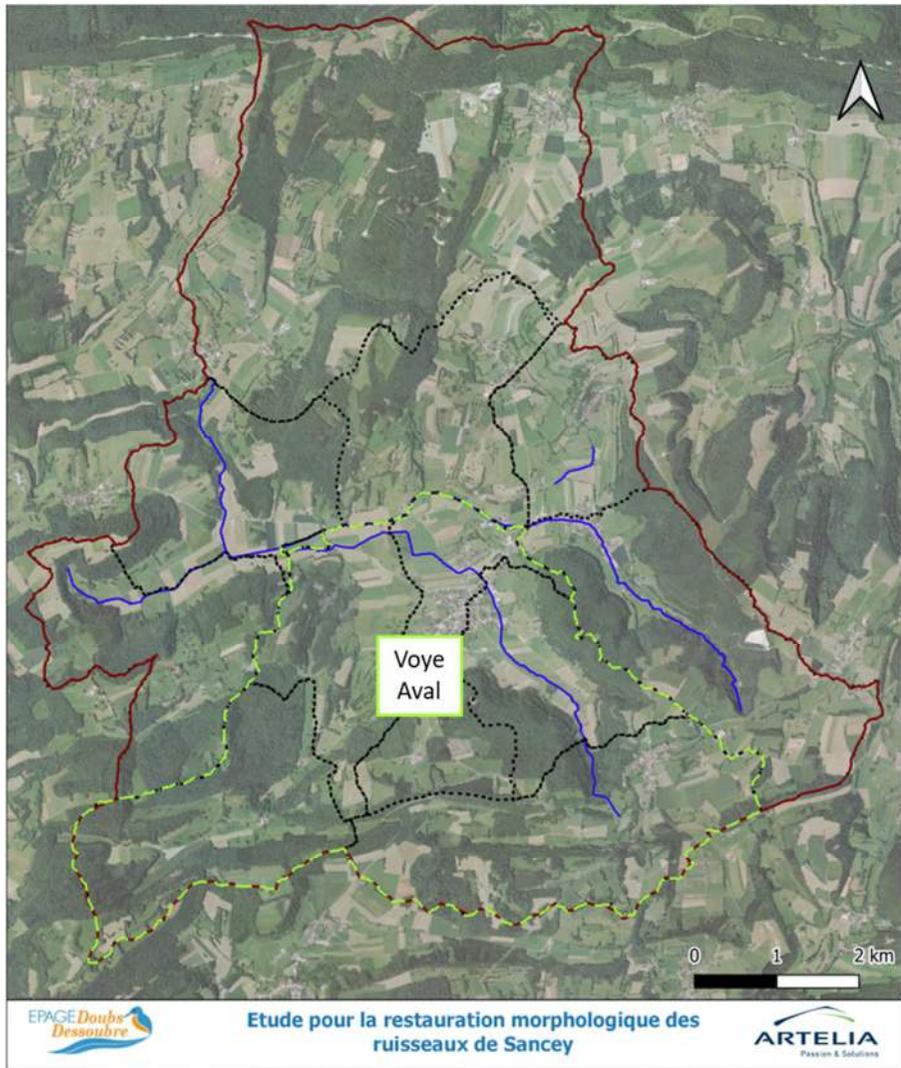


Figure 37 – Combinaison de bassins versants élémentaires – Partie deux

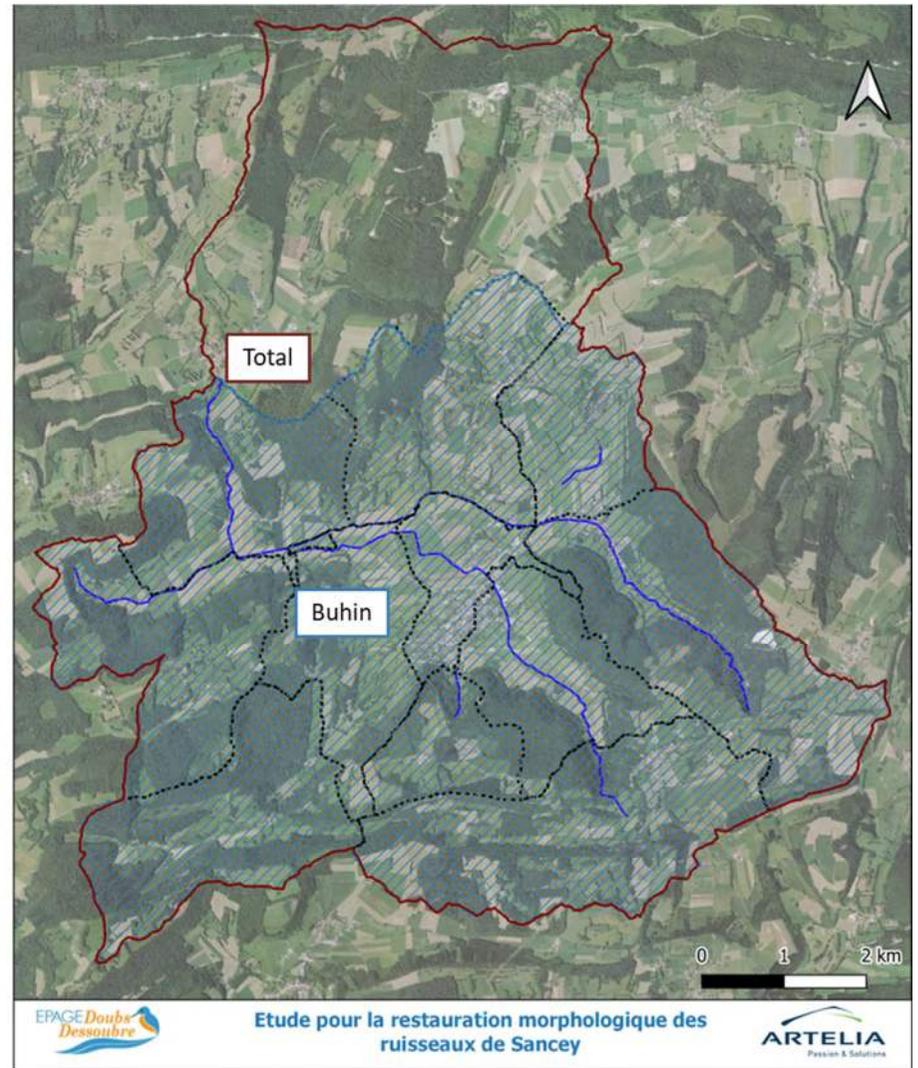
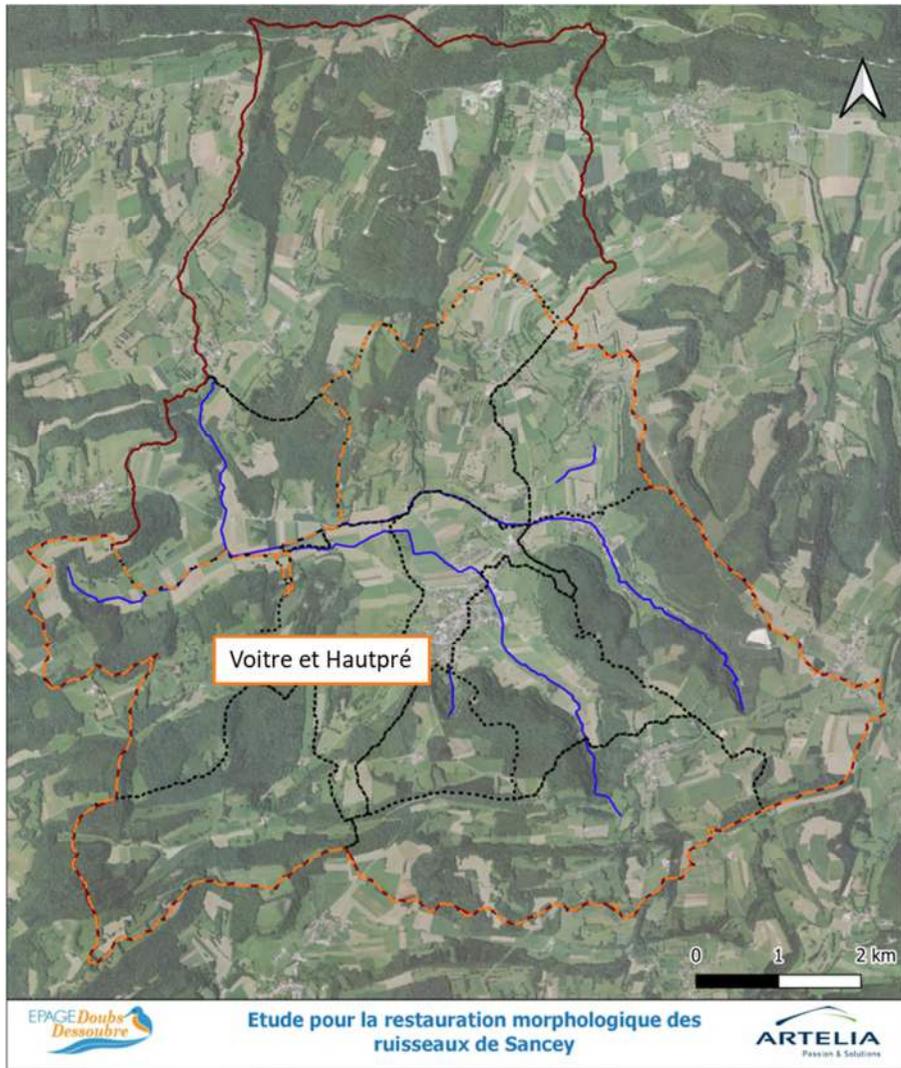


Figure 38 – Combinaison de bassins versants élémentaires – Partie trois

Les débits sont ainsi déterminés à partir des données précédemment intégrées au programme Pluton.

Les résultats de la modélisation pluie-débit sont présentés ci-après.

Tableau 16 – Résultats de l'étude de l'hydrologie de crue avec l'outil Pluton

Bassin versant du puits Fenoz	Superficie (km ²)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
	67.2	23.1	27.9	74.0

Les débits par bassin versant élémentaire et composé sont donnés ci-après :

Tableau 17 – Résultats de l'étude de l'hydrologie de crue avec l'outil Pluton – par bassin élémentaire

Bassin versant élémentaire	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
A	2.1	2.5	6.1
B	3.5	4.1	9.9
C	3.6	4.3	10.4
D	1.2	1.4	3.4
E	2.7	3.3	7.8
F	3.0	3.6	8.6
G	3.0	3.6	8.7
H	1.9	2.4	5.9
I	2.2	2.7	6.4
J	2.5	2.7	6.5
K	2.7	3.2	7.8
Nord	7.1	8.4	20.0

Tableau 18 – Résultats de l'étude de l'hydrologie de crue avec l'outil Pluton – par bassin combiné

Bassin versant combiné	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Baume Amont	5.5	6.6	15.8
Baume Aval	6.4	7.6	19.8
Voye Amont	5.2	6.3	15.5
Voye et Dard	6.2	7.4	18.4
E-J	7.0	4.9	12.5
Voye Aval	9.5	11.3	29.2
Voitre	15.8	18.9	48.9
Voitre et Hautpré	16.9	20.4	53.9
Buhin	17.4	20.9	56.3
Total	23.1	27.9	74.0

2.3.5. Résultats de l'analyse des débits de crue

Le tableau ci-après présente la comparaison entre les résultats des différentes méthodes de calcul.

Tableau 19 – Résultats de l'étude de l'hydrologie de crue – comparatif

Débits	Méthode de Myer	Méthode CRUPEDIX	Base de données SHYREG	Modélisation Pluton
Q2 (m3/s)	17.7	/	32.8	18.7
Q5 (m3/s)	22.5	/	42.3	23.1
Q10 (m3/s)	25.8	23.1	50.8	27.9
Q20 (m3/s)	28.8	/	60.6	/
Q50 (m3/s)	32.8	/	75.9	/
Q100 (m3/s)	/	/	89.8	74.0

Les résultats obtenus avec la modélisation pluie-débit sont légèrement plus élevés que les débits obtenus par les méthodes Myer et CRUPEDIX, mais très inférieurs à ceux de la base de données Irstea (SHYREG).

La notice explicative de la méthode SHYREG indique que celle-ci n'est pas adaptée aux bassins fortement influencés par les karsts. Les autres méthodes ont été appliquées par comparaison et traitement de données obtenues sur des bassins karstiques proches de celui à l'étude et dont la réponse hydrologique est connue.

Par sécurité et en considérant la méthode SHYREG comme inadaptée pour étudier le bassin versant des Rus de Sancey, les résultats obtenus à partir du logiciel PLUTON seront utilisés comme valeurs de référence lors de l'analyse hydraulique.

Les données présentées ici doivent cependant être considérées avec précaution.

Aucune station hydrométrique n'est présente sur le bassin versant ce qui ne permet pas une analyse statistique des occurrences de retour des débits. L'absence de données hydrologiques sur le secteur d'étude et les méthodes utilisées pour la détermination des débits caractéristiques impliquent des incertitudes sur la donnée.

2.4. ETUDE MÉSOLOGIQUE

Complémentairement aux jaugeages des débits lors des investigations terrain, les paramètres physico-chimiques température, pH, conductivité ont été mesurés lors de chaque campagne et dans l'ensemble des 9 points suivis. En outre, la chronique des températures fut enregistrée en continu au sein des 2 stations monitorées en ouverture de bassin de la Baume (point 9) et en fermeture de bassin au niveau du Buhin (point 2). Ces mesures ont pour objectif de contribuer à la caractérisation de possibles origines contrastées des différentes masses d'eau jaugées, et par conséquent d'affiner l'interprétation des dynamiques hydrologiques.

2.4.1. Thermie

Si les alignements sur la température atmosphérique indiquent des temps de contact relativement longs des eaux avec la surface, à l'inverse, le degré de modération des variations thermiques reflète un niveau de proximité et d'échanges avec les eaux souterraines. Ainsi, une eau qui aurait séjournée de façon significative dans le karst présenterait une température stable aux environs de 8-9°C toute l'année, quel que soit les températures atmosphériques.

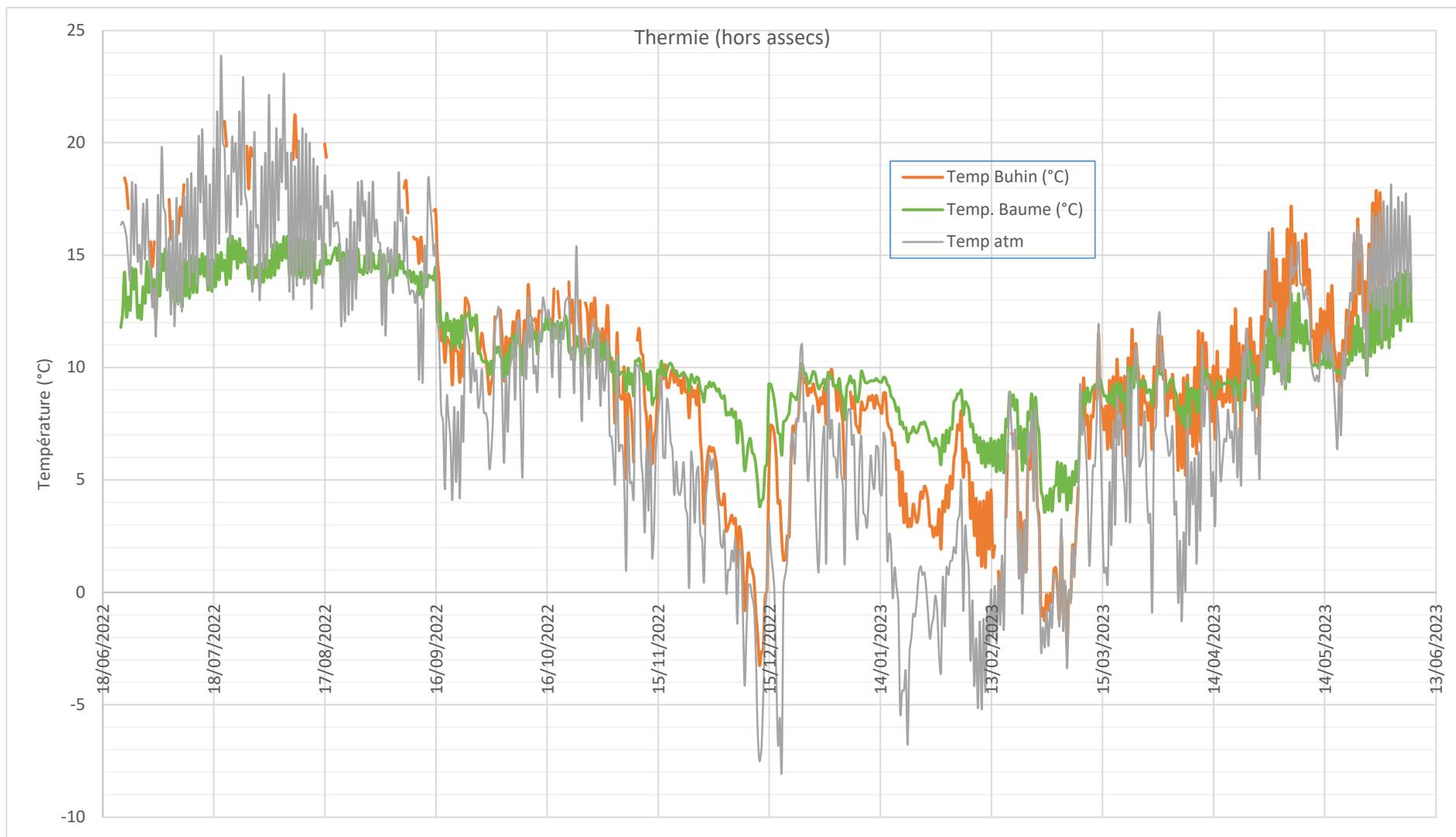


Figure 39 – Chronique de la température de l'eau enregistrée au niveau des points 2 (Buhin, en orange) et 9 (Baume amont, en vert), et comparaison avec la température atmosphérique (en gris).
 Pour le Buhin, seules les températures enregistrées hors asssecs sont représentées.

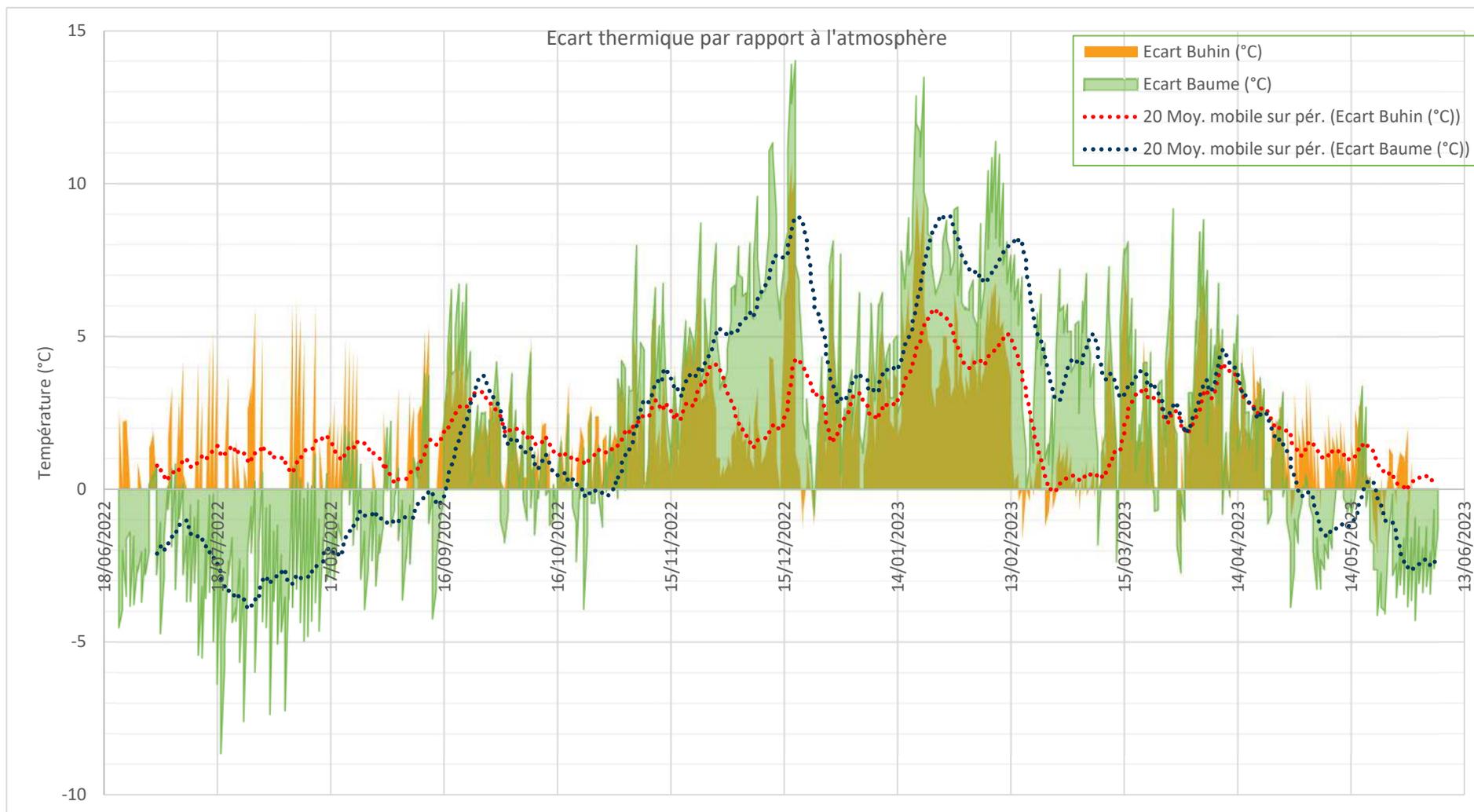


Figure 40 – Comparaisons des écarts thermiques de l'eau par rapport la température atmosphérique au niveau des points 2 (Buhin, en orange) et 9 (Baume amont, en vert).

Le Buhin présente des températures qui varient fortement au cours de l'année, avec un écart >20°C entre les valeurs les plus basses et les plus élevées. D'une façon générale, la thermie de cette station suit de façon relativement fidèle les évolutions de la température atmosphérique. On constate toutefois une tendance à une modération de cette synchronicité lors de la période hivernale, et secondairement en période automnale et printanière (moindre refroidissement de l'eau lors de ces périodes).

Comparativement, la Baume amont présente une température nettement plus tamponnée au cours de l'année, avec une eau plus fraîche que la température atmosphérique en période estivale, y compris lors des étiages les plus sévères (écart d'environ -3°C), et à l'inverse une eau ne refroidissant que « partiellement » en comparaison de l'atmosphère en période hivernale (jusqu'à environ +9°C).

Par conséquent, en période estivale la Baume est plus fraîche que le Buhin (lorsque ce dernier n'est pas à sec), et à l'opposé, en période hivernale, la température de la Baume est plus élevée qu'au niveau du Buhin. En périodes printanières et automnales, les eaux de ces 2 points présentent des températures similaires.

En termes ichtyologiques, ceci se traduit par une compatibilité de la thermie avec la vie salmonicole durant la quasi-totalité de l'année au niveau de la Baume, versus seulement 61% du temps au niveau du Buhin du fait de ses forts écarts thermiques et de ses assèchements.

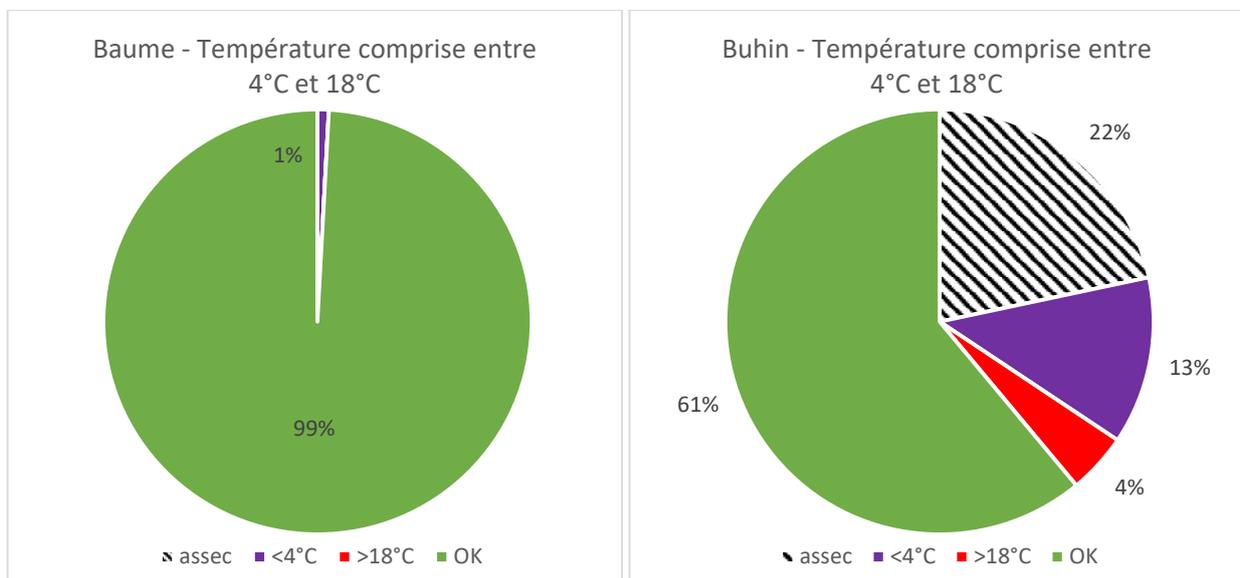


Figure 41 – Proportion des températures favorables à la truite durant le cycle annuel investigué.

Ces observations sont ainsi compatibles avec les hypothèses précédemment formulées d'après les suivis hydrologiques, à savoir :

- Baume apicale alimentée par une source karstique, mais disposant d'un réservoir suffisant pour ne pas être encline à s'assécher complètement.

La thermie confirme la proximité de cette station avec des eaux souterraines, mais avec néanmoins **une origine qui ne peut être qu'exclusivement karstique** (variations saisonnières nettes). Le positionnement très apical du point suivi et la typologie du site (couverture boisée et pente) exclus un rôle majeur du temps de contact avec l'atmosphère dans ce phénomène. Il reste donc l'hypothèse d'une **co-alimentation de ces eaux apicales via des zones humides, dont la température des eaux est peu tamponnée mais conférant un soutien hydrologique pour le cours d'eau lors des périodes d'étiage.**

Ainsi, cette hypothèse serait explicative d'une température de l'eau qui se rapprocherait des 8-9°C du karst lorsque ce dernier est particulièrement contributif des écoulements en période de fortes eaux hivernales (et

où les plus forts écarts avec l'atmosphère sont constatés). En revanche, en période basses eaux estivales, la part contributive des zones humides de ce BV apical s'accroît, d'où une moindre modération par rapport aux températures atmosphériques.

- Buhin : hydrologie conditionnée par des processus multiples, dont une capture du débit par des pertes karstiques, potentiellement saturées lors des plus fortes eaux, et vraisemblablement un lien avec le degré de saturation des sols par la nappe d'accompagnement. Alors, sous certaines conditions de saturation de ce sous-sol, il peut être observé de façon temporaire une fonctionnalité hydrologique se rapprochant de celle d'un cours d'eau karstique « classique ».

Le relatif alignement des températures de l'eau avec celles de l'atmosphère suggère des temps de contact relativement significatifs et des échanges avec les eaux souterraines relativement limités. Néanmoins, dans ce cadre général, le relatif moindre refroidissement de l'eau en comparaison de l'atmosphère en période hivernale, et secondaire printanière et automnale, serait compatible avec une **hausse de la nappe d'accompagnement durant ces périodes**.

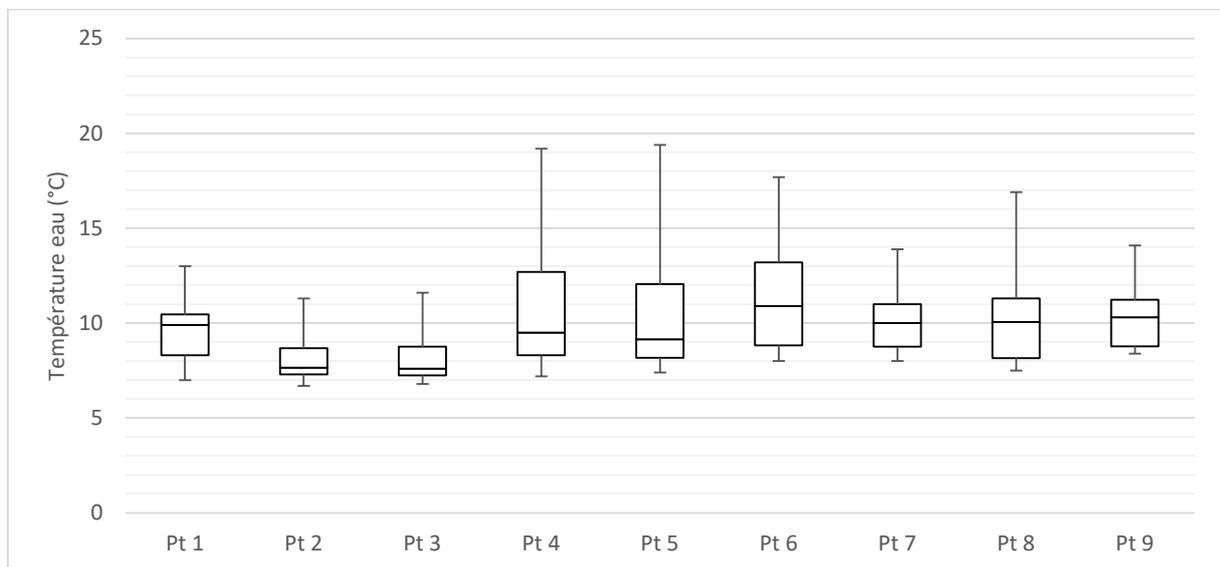


Figure 42 – Variabilité (minimum, 25%, médiane, 75%, maximum) des températures de l'eau mesurées dans les 9 points suivis. Pour les stations présentant des assecs fréquents, la variabilité ne considère qu'un jeu de données limité (en particulier points 2 et 3 qui furent à sec lors de 4 des 8 campagnes).

Les variabilités des mesures ponctuelles effectuées au niveau des 9 points suivis doivent être considérées avec précaution vis-à-vis des points aux assecs fréquents ((en particulier points 2 et 3 qui furent à sec lors de 4 des 8 campagnes, souvent aux périodes les plus chaudes).

On constate toutefois 2 principaux types de profils thermiques :

- Points 1, 7, 8 et 9 (ruisseau de Hautpré, le Dard, Voyer apical, Baume apicale) : il s'agit de têtes de bassin, aux températures partiellement tamponnées, suggérant ainsi une fonctionnalité hydrologique proche de ce qui est observé au niveau de la tête de bassin de la Baume : alimentation plus ou moins partielle par des zones humides.
- Points 4, 5 et 6 : amont et aval étang Voître et Raie Jeanmoulot : il s'agit de lits fortement rectifiés avec peu/pas de ripisylve, plus ou moins éloignés des zones de sources, les rendant ainsi davantage vulnérables aux réchauffements atmosphériques.

A noter que l'étang Voître semble *a priori* disposer d'un rôle mineur sur la thermie sur son exutoire aval. En effet, si la médiane thermique s'avère très légèrement plus élevée au niveau de l'aval (point 4) par rapport à l'amont (point 5), en revanche les variabilités sont similaires, et des biais sont possiblement explicatifs de cette légère différence (rejet lagunage, connectivité avec la nappe possiblement différente entre les 2 points...).

2.4.2. Autres paramètres physico-chimiques : pH et conductivité

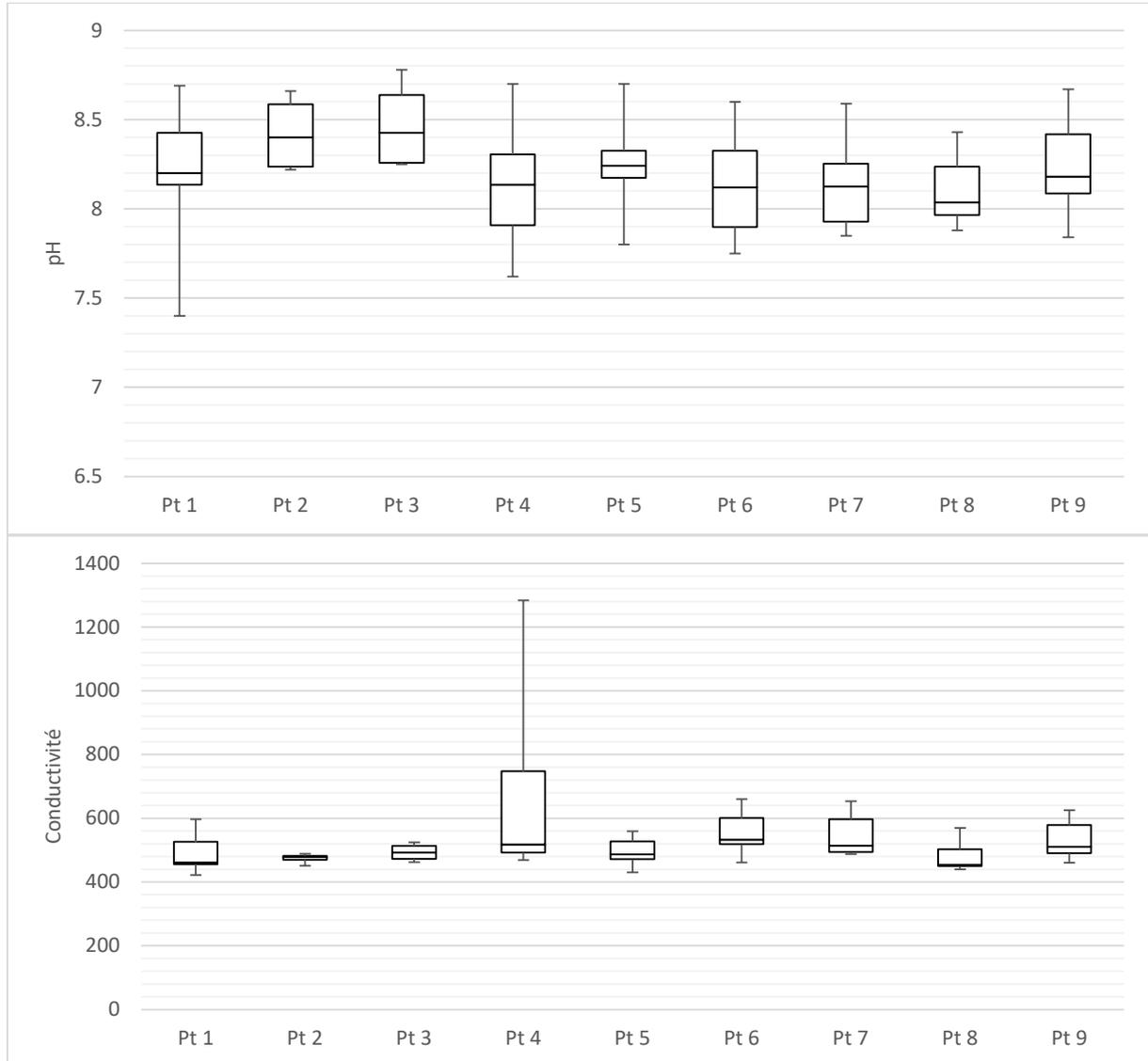


Figure 43 – Variabilité des paramètres pH et conductivité mesurés in situ lors de chaque campagne (sous réserve d'absence d'assec).

Les gammes de valeurs du pH et de la conductivité sont globalement similaires entre les points investigués, suggérant ainsi des origines plus ou moins communes et géographiquement inféodés à ce BV (i.e. absence par exemple d'une origine karstique lointaine aux caractéristiques électro-chimiques contrastées). On constate cependant certaines nuances dans ces observations :

- Différences entre l'amont et l'aval de l'étang du Voître : il paraît hautement probable que les nettes évolutions du pH et de la conductivité soient davantage à être reliées au rejet du lagunage intervenant entre ces deux points qu'à une incidence majeure de l'étang ou qu'aux nuances de fonctionnement hydrologiques entre ces deux points.

- Un pH un peu plus alcalin au niveau du Voître aval et du Buhin, compatible avec un temps de contact accru de la masse d'eau avec le calcaire qui serait par exemple lié à une réhausse périodique de la nappe d'accompagnement.

2.4.3. Synthèse des observations issues des investigations terrain

Les mesures réalisées lors d'un cycle hydrologique de mi-2022 à mi-2023 suggèrent des mécanismes hydrologiques multiples et dynamiques dans le temps et l'espace. De façon synthétique, ils pourraient être synthétisés ainsi :

- **Têtes de bassin (Baume, Voître, Hautpré, Jeanmoulot) : co-alimentation aux proportions variables selon les saisons par le karst et les zones humides ;**
- **Assèchements plus en aval des 2 principaux linéaires (Voye et Voître) du fait de probables pertes karstiques mais accentuées par des rectifications des lits et drainages des zones humides adjacentes ;**
- **Fonctionnement en trop-plein karstique et réhausse périodique de la nappe d'accompagnement dans la partie aval du bassin ;**
- **Impact hydrologique de l'étang Voître peu démontré et se conjuguant avec des modalités de fonctionnement contrastées (écoulements pérennes en amont vs battement de la nappe en aval) et la présence d'un rejet de lagunage intervenant entre les 2 points de mesure.**

3. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

3.1. MODÉLISATION HYDRAULIQUE

3.1.1. Principe général et logiciel utilisé

Pour apprécier et quantifier les écoulements (les hauteurs et vitesses d'écoulement) du cours d'eau dans l'état actuel et dans l'état restauré, une modélisation hydraulique a été réalisée. Rappelons que tout modèle est une représentation « mathématisée » de la réalité. En hydraulique, un modèle est un outil pour :

- Estimer les cotes d'eau pour différentes situations hydrologiques ;
- Tester d'autres fonctionnements possibles par la restauration des cours d'eau, de leurs abords et/ou des ouvrages.

Le logiciel de simulation retenu pour cette étude est le logiciel HEC-RAS (version 6.2.) qui est développé par l'US ARMY CORPS OF ENGINEERS. Ce logiciel permet de simuler des écoulements monodirectionnels dans des rivières ramifiées ou non. La simulation peut être paramétrée à débit constant (régime permanent) ou à débit variable dans le temps (régime transitoire).

Il s'agit ici d'un modèle dit « filaire ramifié » : le lit mineur est représenté par une suite de profils en travers entre lesquels la courbe de remous est calculée par résolution numérique des équations de Saint-Venant.

Depuis la version 5.0, ce logiciel permet également de simuler les écoulements bidirectionnels à travers des modèles hydrauliques 2D simple ou couplés (1D/2D), afin de cartographier les plaines d'inondations par exemple. Dans le cas des rus de Sancey, le modèle est entièrement construit en 1D.

Un modèle 2D a également été produit afin de simuler de manière approchée les écoulements en lit majeur des cours d'eau.

3.1.2. Topographie du site d'étude

Les données topographiques ont été mises à disposition sous la forme d'un LIDAR de la zone d'étude. Il s'agit d'une représentation en plan de l'altimétrie du site, obtenue par analyse d'un faisceau électromagnétique renvoyé par un objet (ici, le sol). La donnée se présente ainsi comme un maillage géoréférencé de largeur 20 cm qui comprend, pour chaque cellule du maillage, une valeur mesurée de l'altimétrie.

A partir de cette donnée en plan, des profils en travers sont extraits de sorte à disposer de données d'entrées compatibles avec la construction 1D du modèle hydraulique. Les profils sont tracés et répartis tous les 50 ml, et une interpolation entre chaque profil extrait permet d'obtenir une représentation du comportement des rus de Sancey par un calcul entre des profils espacés de 10 ml environ.

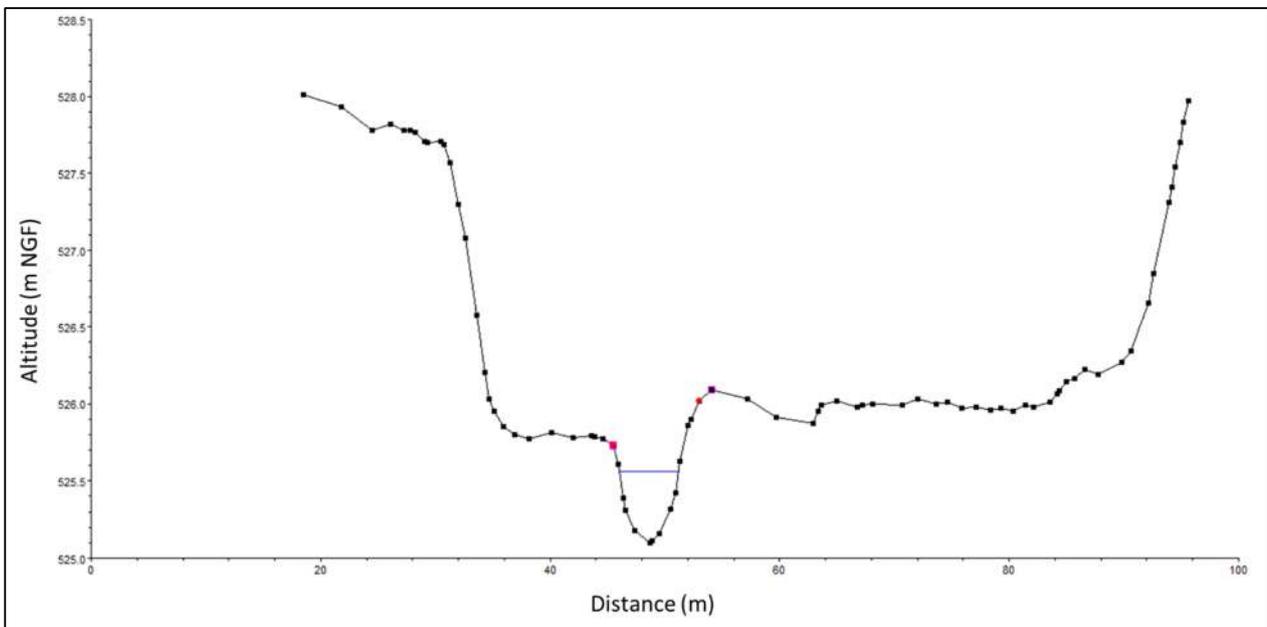


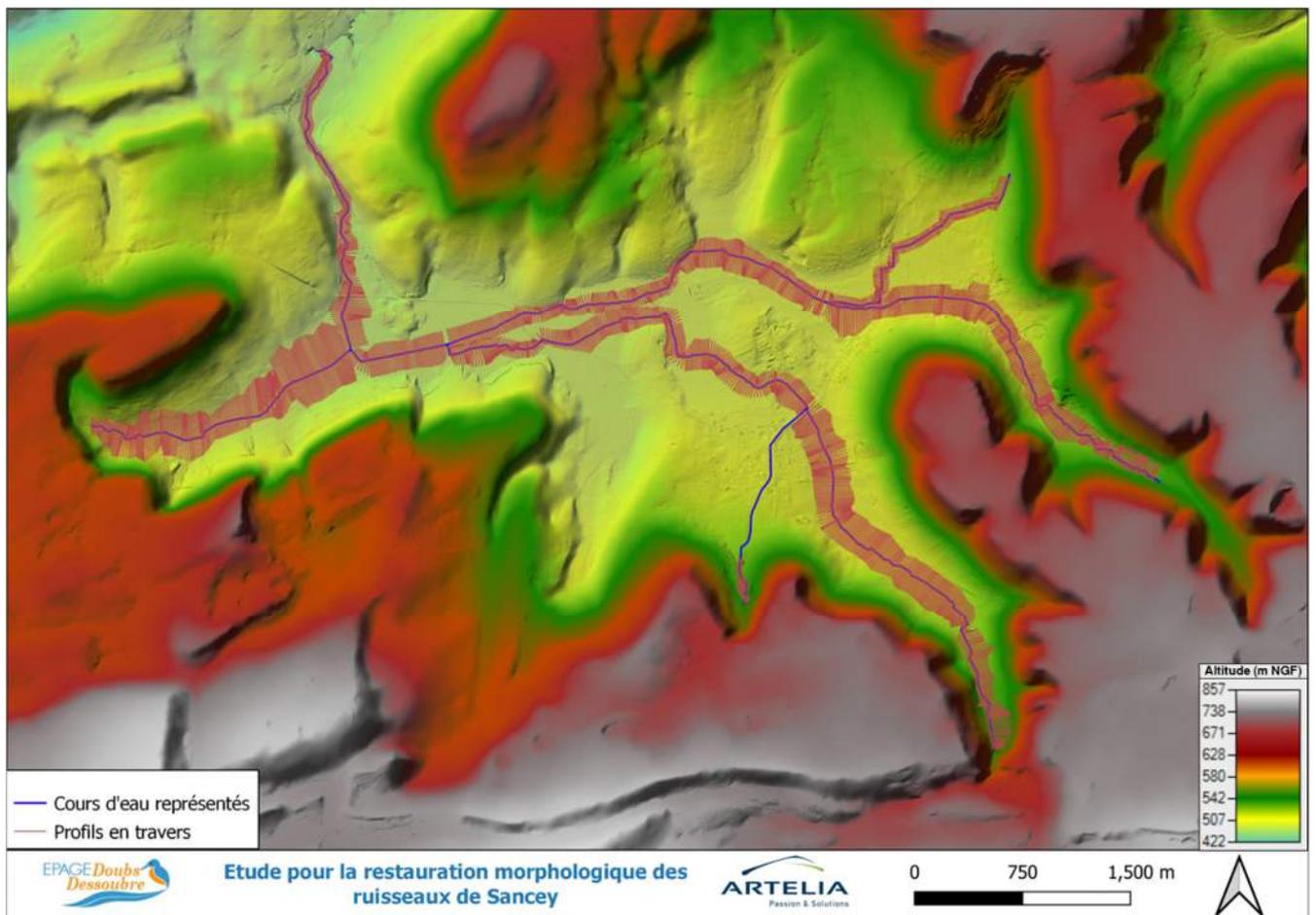
Figure 44 – Exemple de représentation géométrique du cours d'eau (profil en travers, ici sur la partie amont du ruisseau de la Baume)

La méthode d'acquisition de la topographie implique des imprécisions dans la représentation de l'altimétrie réelle. En effet, la réflexion du signal électromagnétique sur les plans d'eau et les éléments couvrant le sol (classiquement, la végétation) empêche une représentation fine de la partie noyée du lit mineur et des espaces couverts.

De fait, la donnée topographique disponible implique des contraintes fortes pour la construction du modèle hydraulique :

- **Les ouvrages hydrauliques ne sont pas modélisés** car non représentés avec précision par les données disponibles ;
- **Le lit mineur est représenté avec une certaine imprécision :**
 - L'altitude représentée est celle du niveau d'eau pour les ruisseaux en eau lors des levés LIDAR ;
 - La morphologie des berges et du lit mineur n'est pas forcément représentée rigoureusement lorsqu'il s'agit de cours d'eau de petit et moyen gabarit, en partie couverts par la ripisylve.

Enfin, le LIDAR a été augmenté à partir des données RGE ALTI de l'IGN, précise à 1m, pour procéder à l'analyse hydrologique présentée précédemment et lorsque l'emprise du lit majeur a nécessité une représentation plus large que l'emprise disponible des données LIDAR.



3.1.3. Paramètres et conditions aux limites

3.1.3.1. Rugosité

La rugosité du sol et des chenaux caractérise les frottements de l'eau sur la surface de contact. Cette rugosité est décrite par un paramètre dit coefficient de Strickler, noté K. Plus ce coefficient est faible, plus les frottements sont importants et tendent à augmenter les niveaux d'eau en diminuant la vitesse d'écoulement. À la construction du modèle, les coefficients de Strickler sont renseignés à partir de la littérature donnant des valeurs usuelles :

- Entre 11 et 30 pour le lit mineur selon la nature du fond du lit et des berges, et en fonction de l'encombrement par la végétation ;
- Entre 11 et 25 dans le lit majeur, selon l'occupation des sols.

3.1.3.2. Données d'entrée

Les seules données d'entrée ici sont les débits issus de l'analyse hydrologique, injectés à l'extrémité amont du modèle dans les différents cours d'eau à l'étude. Les conditions amont sont définies par le temps de retour et la chronique de débits associés à l'événement modélisé.

3.1.3.3. Condition aval

Le ruisseau de Buhin, qui recueille les eaux de l'intégralité des rus de Sancey, s'engouffre dans le Puits Fenoz sur la commune de Chazot avant de rejoindre le cours du Cusancin. Ce transfert ne peut être reproduit par la méthode de modélisation développée plus haut et employée dans le cadre de cette étude. Aussi, la condition aval est définie légèrement en amont du puits en considérant un écoulement uniforme dans le lit du ruisseau, soit un écoulement à pente d'énergie assimilable à la pente du cours d'eau, de 1.44% selon les données topographiques locales.

3.1.3.4. Principe de calage

Le calage du modèle consiste à valider la bonne représentativité de ce dernier à partir des données disponibles. Dans le cas présent, tout comme pour l'hydrologie, les données sont lacunaires.

Pour les hautes eaux, le calage a été réalisé en confrontant les zones inondées selon la modélisation avec les espaces de débordements déterminés en amont de la présente étude, les indications des riverains, les photographies à disposition.

3.1.4. Modèle à 2 dimensions

Par ailleurs, et comme évoqué plus haut, un modèle 2D a également été produit. En effet, sur les secteurs les plus perchés du lit des Rus, l'approche 1D ne permet pas de représenter les interactions entre les lits mineur et majeur de manière suffisamment précise, de même que pour les écoulements dans la plaine inondable suite aux débordements.

En plus de cela, les différences de section peuvent être importantes entre deux pas de temps de calcul, du fait que l'approche 1D considère la section d'écoulement comme un ensemble. Lorsque la ligne d'eau dépasse la hauteur de berge, mais que le point bas du lit majeur est significativement plus bas, le modèle considère l'intégralité de la section en dessous de la ligne d'eau comme submergée et contribuant à l'écoulement. De fait, la section peut varier significativement d'un pas de temps à l'autre ce qui provoque à la fois des aberrations de calcul et des instabilités du modèle.

Le choix a donc été fait de produire, en parallèle du modèle 1D, un modèle 2D qui permet de simuler convenablement les écoulements en lit majeur. Les hypothèses et limites de représentation sont similaires à celles du modèle 1D. Les débits injectés dans le modèle sont issus de l'analyse hydrologique présentée précédemment, les ouvrages ne sont pas représentés et les coefficients de rugosité sont définis en fonction de l'occupation du sol.

Notons enfin que les puits aménagés pour soulager le ruisseau du Buhin en crue et les différentes pertes ponctuelles sur le bassin versant ne peuvent être représentées par le modèle 2D, aussi les enveloppes de crues n'intègrent pas le phénomène de perte karstique et sont vraisemblablement pessimistes quant à l'emprise réelle des inondations.

Le maillage du modèle est construit sur la base des données topographiques et bathymétriques disponibles présentées ci-avant, des lignes structurantes définies pour « contraindre » le maillage (route, remblais, chemins, ...), et enfin des critères imposés pour la taille des mailles. Ici, les éléments structurants sont constitués par les berges et talus (digues, chemins, ...).

La figure suivante présente le maillage global du modèle. Le modèle comporte environ 95 600 mailles. En chacune de ces mailles, la hauteur d'eau et la vitesse de l'écoulement (en intensité et en direction) seront calculées. Les mailles ont une taille qui varie de 1.00m (au droit du lit mineur et des zones à variations topographiques importantes) à 30.00 m. Ces mailles sont de forme rectangulaire, hormis sur les lignes de contraintes où elles auront une forme polygonale variable de manière à couvrir l'ensemble de la zone 2D.

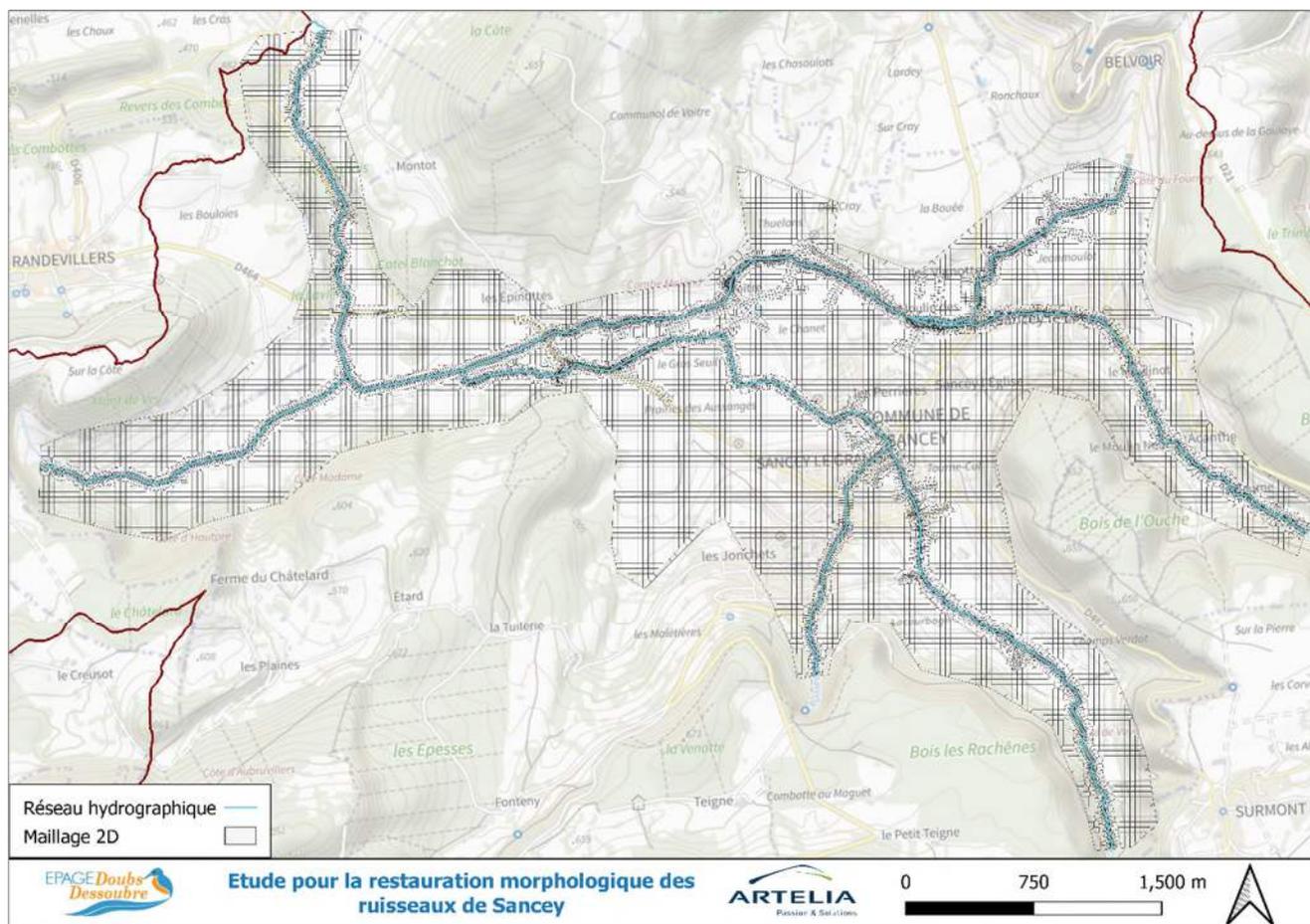


Figure 46 – Modèle hydraulique complémentaire, en 2D

3.2. FONCTIONNEMENT EN CRUE

Nb : Dans le cadre de la présente analyse hydrologique, les variables ponctuelles qui exercent une influence sur la ligne d'eau en crue, telle que l'influence des ouvrages hydrauliques, les embâcles et les désordres sur les merlons de berge ne sont pas pleinement pris en compte. L'approche proposée ici correspond à une vision « théorique » du fonctionnement global du réseau hydrographique.

3.2.1. Détermination du débit de plein bord

Le débit de plein bord correspond à la capacité d'écoulement du lit mineur juste avant débordement en lit majeur. Pour les rivières alluviales en fonctionnement naturel, il joue un rôle important du point de vue de la structuration de la morphologie. Cette donnée est aussi importante d'un point de vue biologique. En effet, d'une part le débit de plein bord correspond à la limite de connexion entre les différents étagements du lit, d'autre part, il permet d'assurer l'entretien du substrat. Il définit alors les conditions limitantes pour certains organismes (végétaux, alevins...) de par son intensité, sa fréquence et sa durée.

Sur le secteur, les débits de plein bord ont été estimés à partir de la modélisation hydraulique. Les profils ayant été analysés sont localisés en page suivante.

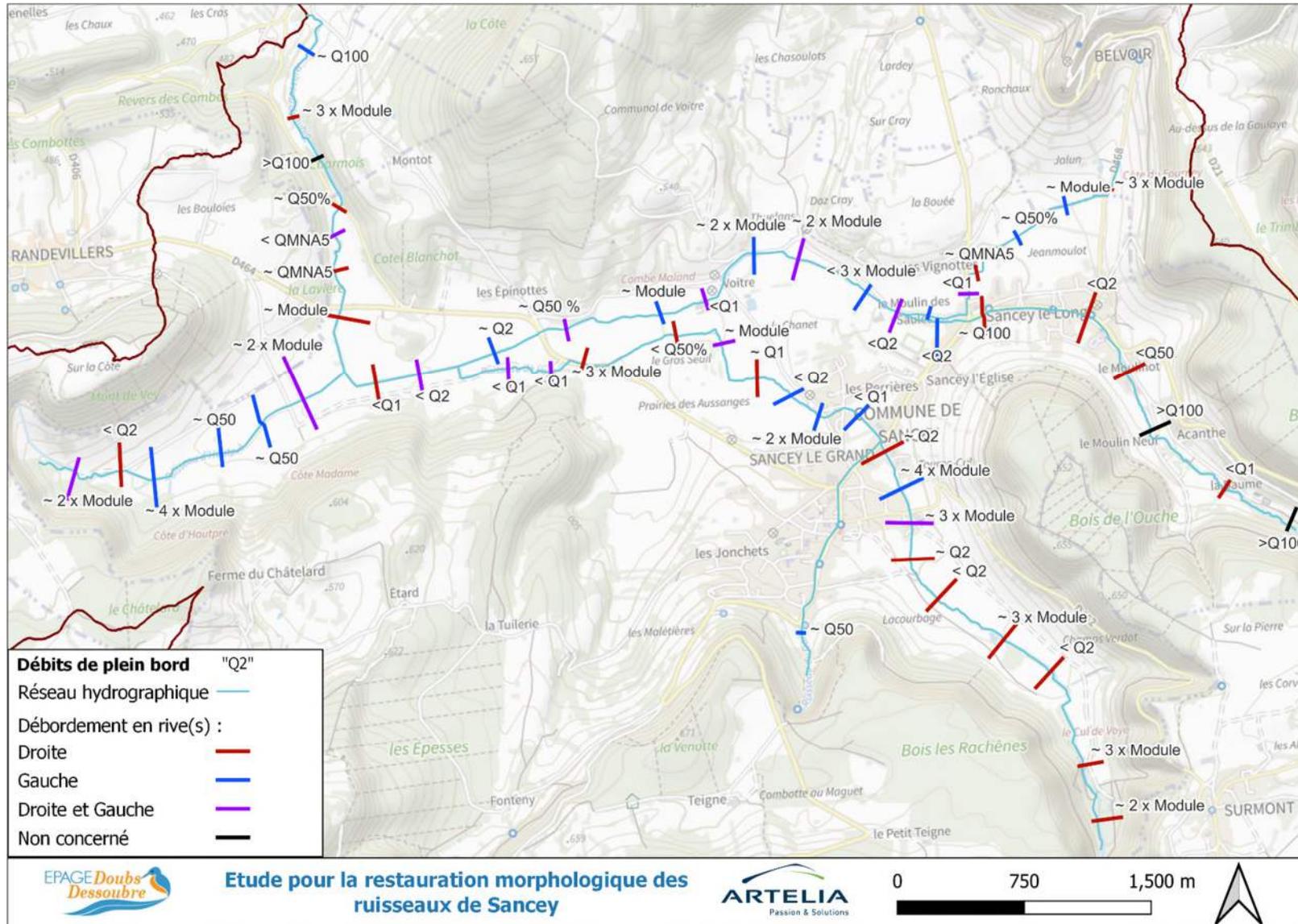


Figure 47 – Carte des débits de plein bord

3.2.2. Zones de débordement

La cartographie ci-après matérialise les zones de débordements ainsi que la direction de ceux-ci. Notons que si ces zones sont connectives avec le lit majeur pour des occurrences relativement faibles ($<Q1$), elles ne représentent pas le phénomène de débordement dans son ensemble. Tous les débordements ne se produisent pas simultanément en chaque point indiqué, et un débordement peut contribuer à atténuer le débit circulant en amont ou aval proche du point de connexion entre lit mineur et lit majeur.

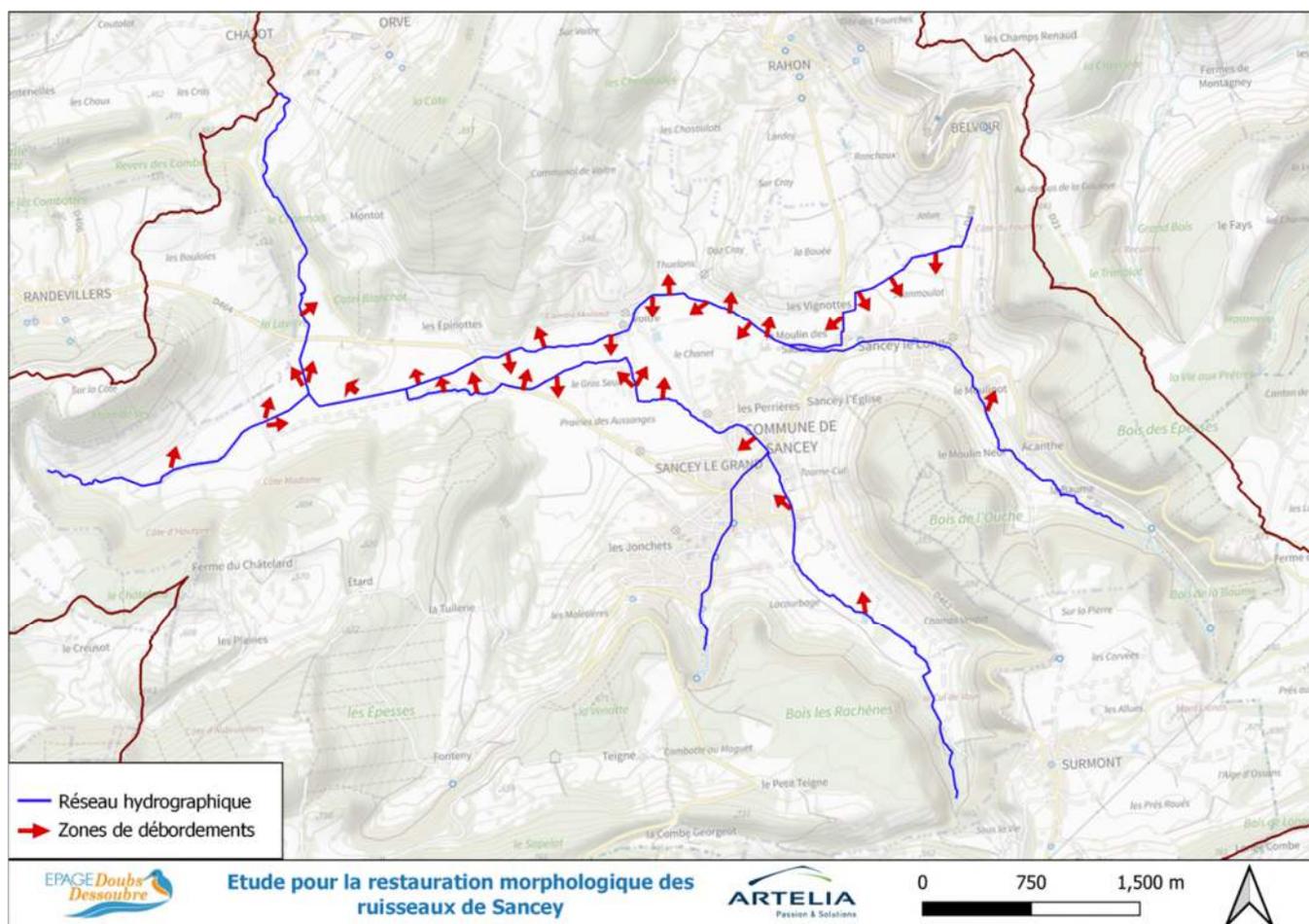


Figure 48 – Carte des points de débordements

3.2.3. Délimitation de l'espace de bon fonctionnement

Le but de la délimitation de l'Espace de Bon Fonctionnement (EBF) est de déterminer l'espace latéral nécessaire au cours d'eau dans l'optique d'un fonctionnement optimal au regard des enjeux suivants : morphologie (mobilité latérale du cours d'eau), biologie (pollution en direction des versants), écologie (milieux connexes), hydraulique (expansion des crues), etc.

Dans le cadre de cette étude, seul l'espace de bon fonctionnement hydraulique est considéré.

La méthode décrite représente la partie technique de l'élaboration de l'EBF, c'est-à-dire celle préalable à la concertation avec les acteurs.

La définition d'un espace de bon fonctionnement doit répondre à 3 enjeux majeurs :

- La définition d'un EBF n'a de sens que pour répondre à des objectifs et fonctionnalités clairement définis ;
- Le sens physique et opérationnel de l'EBF dépend de la typologie des cours d'eau ;
- La délimitation de l'EBF ne saurait être un acte purement technique ou scientifique : elle est aussi un acte politique d'aménagement du territoire.

Sur cette base, la définition de l'EBF doit prendre en compte :

- Les réalités du territoire (enjeux, envies, visions) ;
- Les adaptations pour le rendre politiquement acceptable (au sens noble du terme, c'est-à-dire d'une prise en compte des attentes diverses des populations) tout en assurant une cohérence d'ensemble ; ce qui passe par la concertation afin d'aboutir à un EBF consolidé.

Enfin, la détermination de l'EBF constitue un **outil pour le programme d'action**. Il constituera une des bases de réflexion pour proposer, par secteurs, des actions **de préservation, de restauration ou de gestion**.

3.2.3.1. Enveloppes de crue

Les enveloppes de crues ont été déterminées à l'aide du modèle hydraulique présenté précédemment. Les cartes ci-après comportent les enveloppes respectives des crues biennale, décennale et centennale.

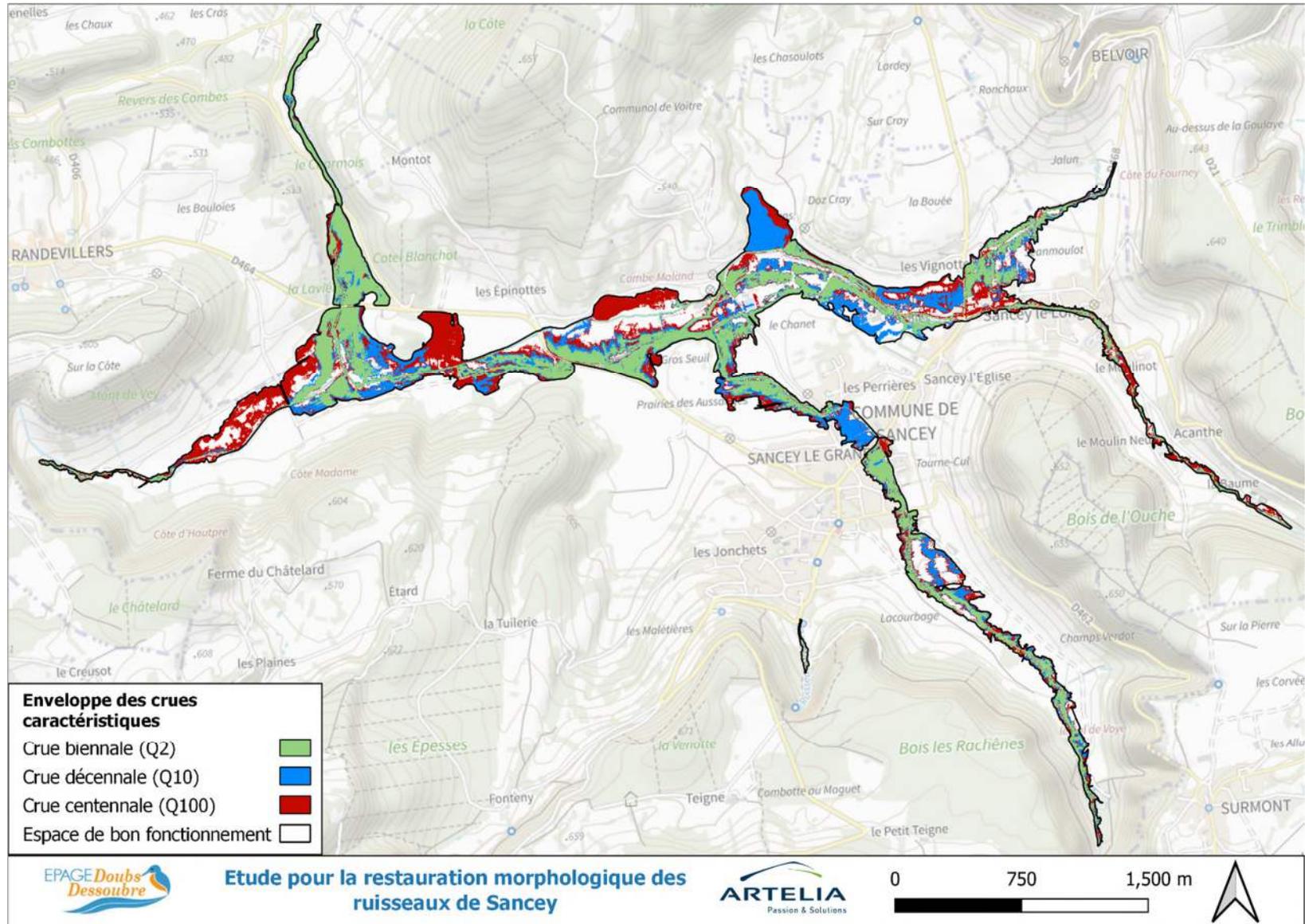


Figure 49 – Carte des enveloppes des crues caractéristiques et espace de bon fonctionnement hydraulique

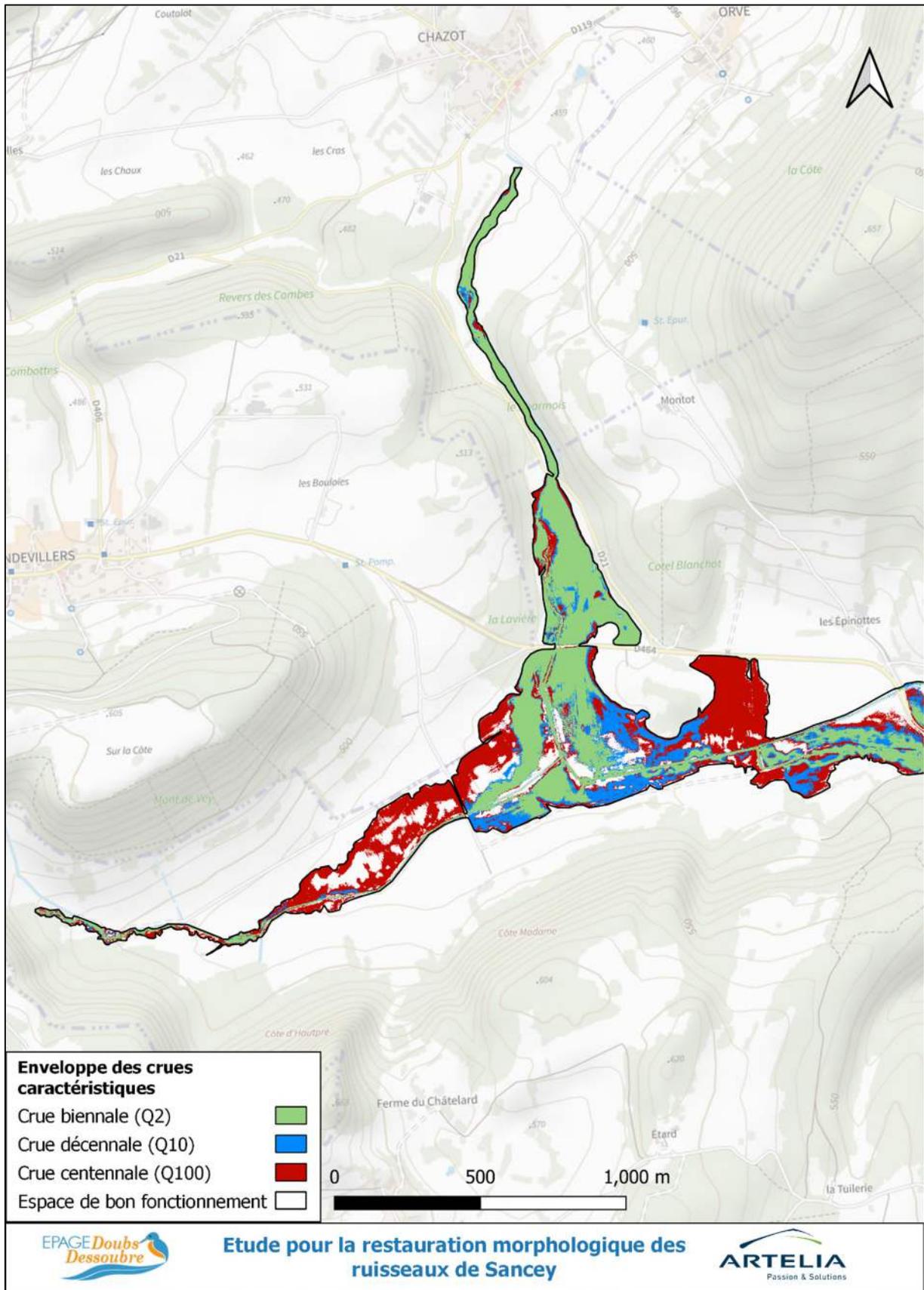
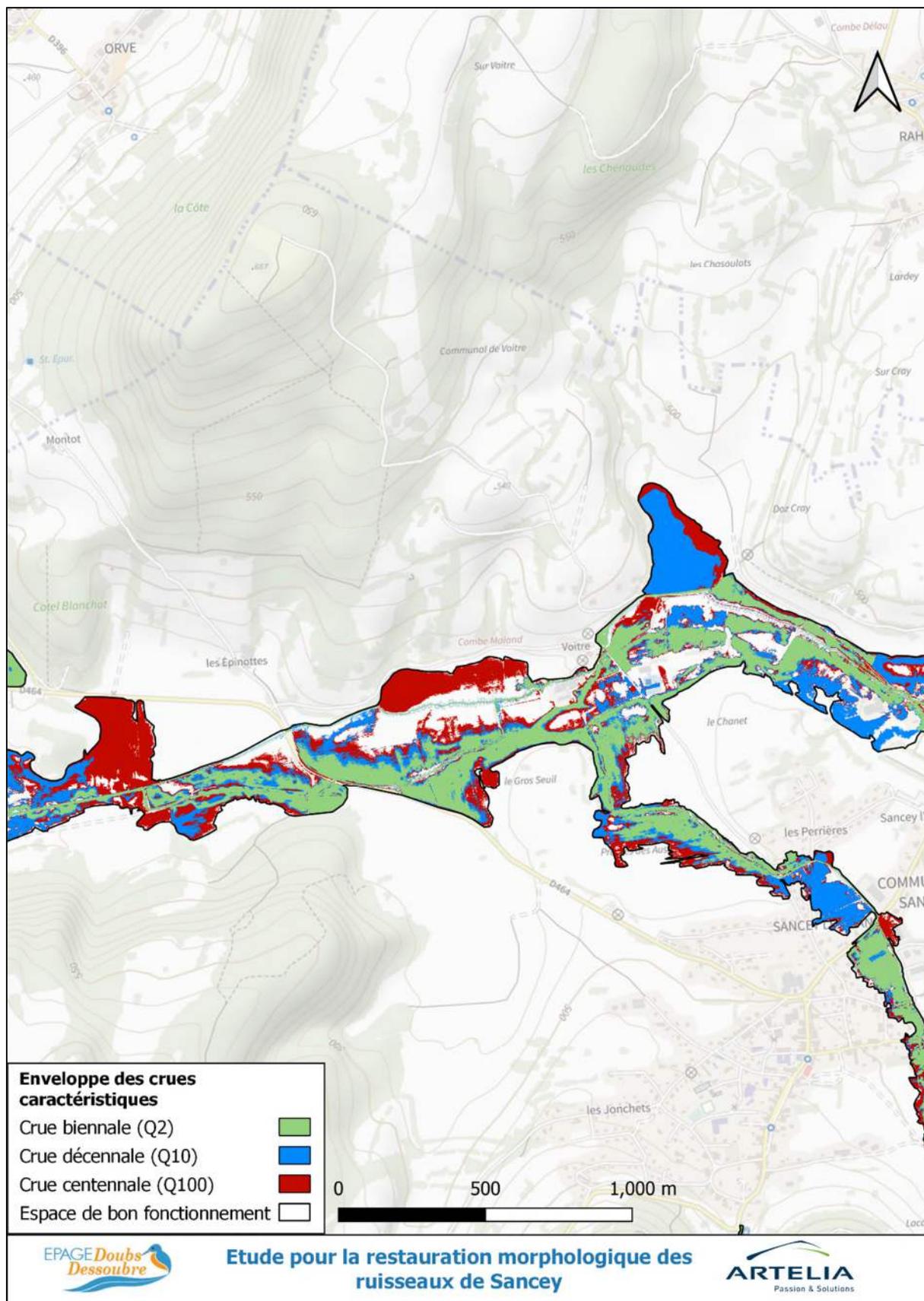
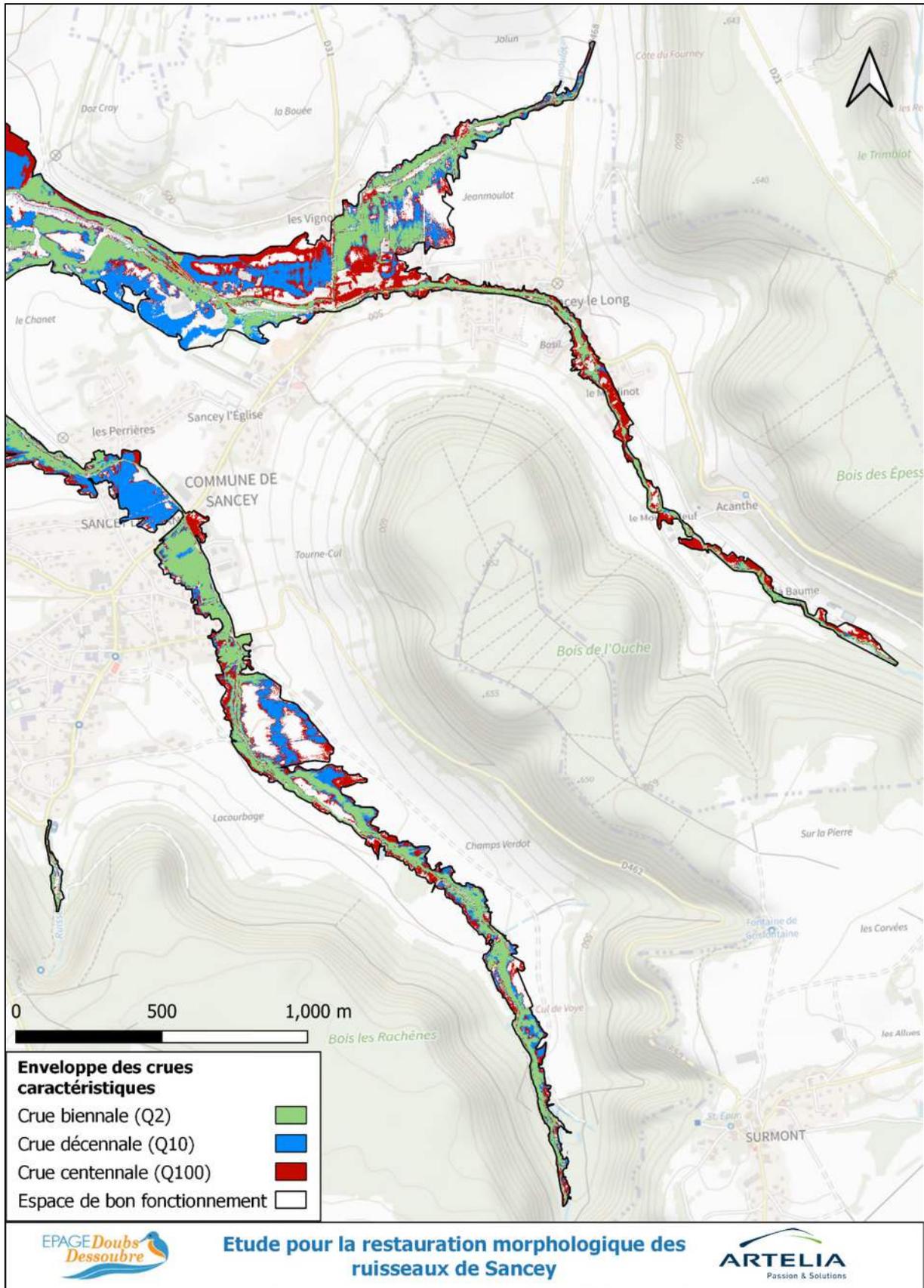


Figure 50 – Carte des enveloppes des crues caractéristiques et espace de bon fonctionnement hydraulique – Partie Ouest



PHASE 1 : Diagnostic et Avant-Projet Sommaire
 ETUDE POUR LA RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DES RUISSEAUX DE SANCEY

Figure 51 – Carte des enveloppes des crues caractéristiques et espace de bon fonctionnement hydraulique – Partie centrale



PHASE 1 : Diagnostic et Avant-Projet Sommaire
 ETUDE POUR LA RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DES RUISSEAUX DE SANCEY

3.2.4. Bilan du fonctionnement en crue

3.2.4.1. Le Ruisseau de Jeanmoulot

La morphologie du lit du ruisseau est fortement déstructurée par le piétinement et est très peu sollicitée hydrauliquement. Le cours d'eau dispose de caractéristiques géométriques nettement sous-calibrées (certains secteurs débordant théoriquement à l'étiage), ce qui laisse entendre que l'écoulement au droit du ruisseau soit au moins en partie souterrain.

Il s'agit du cours d'eau avec la capacité hydraulique la plus faible de l'ensemble du réseau hydrographique à l'étude (en certains points, le débit de plein bord et de l'ordre de quelques litres par seconde).

Notons qu'il est classiquement admis qu'une rivière en bon état possède une fréquence de débordement d'environ 2 ans (Malavoi et Bravard, 2010).

La déstructuration du lit et les faibles débits en jeu dans le ruisseau ne permettent pas à celui-ci de disposer d'une biodiversité aquatique pérenne et présente des risques conséquents de débordement lors d'événements pluvieux.

La moitié amont a tendance à déborder en rive gauche en suivant le sens du versant, tandis que la partie aval a tendance à générer des sorties du lit par les deux rives.

Par ailleurs, le cours d'eau est fortement contraint latéralement au droit de la RD 31 ce qui favorise des débordements pour des crues courantes (événements de l'ordre de la crue annuelle).

3.2.4.2. Le Ruisseau de la Baume

En amont de la confluence avec le ruisseau de Jeanmoulot, le ruisseau de la Baume a une capacité hydraulique assez importante. Si des débordements peuvent se produire ponctuellement sur son linéaire, leur fréquence d'apparition et en règle générale de plusieurs années.

Dans la partie urbanisée de Sancey-le-Long, le débit de plein bord du cours d'eau est de l'ordre de la crue biennale. L'emprise des débordements, développée plus loin dans ce chapitre, reste assez restreinte dans les zones à enjeux.

De la confluence avec le ru de Jeanmoulot jusqu'à celle avec le ru de Voye, la capacité du ruisseau de la Baume est nettement plus limitée. Des débordements peuvent survenir en rive droite comme en rive gauche pour des occurrences faibles (moins d'un an de période de retour). Le caractère perché du lit implique que lorsque sa capacité maximale est atteinte, des débordements peuvent s'écouler sur plusieurs centaines de mètres avant de rejoindre le fond de vallée. En particulier, une partie du débit sortant du lit du ruisseau de la Baume peut être intercepté par le ruisseau de Voye, situé à un niveau inférieur de 1 à 2 m, à proximité du fond de vallée. Il s'agit d'un cheminement secondaire qui a pu être observé lors des crues de novembre 2023, l'excédent de débit circulant en plaine inondable au droit de la route de Voître et de la station d'épuration de Sancey.



Figure 53 – Circulation des écoulements en fond de vallée au droit de la route de Voître et de la station d'épuration de Sancey suite aux crues de novembre 2023

Enfin, sur le court linéaire séparant le ruisseau de Voye du ruisseau de Buhin, la géométrie de ru de la Baume permet le transit des débits courants, bien que des phénomènes de pertes importants provoquent sa mise à sec régulière. Sa capacité de plein bord varie de la crue annuelle à la crue biennale, et les débordements peuvent se produire par les deux rives bien que la rive droite soit la plus sollicitée. Le lit majeur du ruisseau de Voître se confond avec celui du ruisseau de Buhin sur la partie amont de ce dernier.



Figure 54 – Débordements sur le linéaire reliant ruisseaux de Baume, du Buhin et d'Hautpré suite aux crues de novembre 2023

Notons à ce stade que les débits et périodes de retour évoquées dans cette partie constituent une donnée théorique. L'analyse hydrologique a notamment montré que les phénomènes de pertes sont importants sur les portions peu pentues en fond de la vallée du réseau hydrographique.

Les valeurs de débit de plein bord sont ici à considérer en absolu. Il s'agit du débit maximal que le lit mineur du cours d'eau est en capacité de laisser transiter selon ses caractéristiques géométriques et la rugosité estimée des fonds et des berges.

3.2.4.3. Le Ruisseau du Dard

Le ruisseau du Dard est busé et s'écoule en souterrain sur la majeure partie de son linéaire. L'approche de modélisation ne permet pas de décrire de manière fine les écoulements dans la partie enterrée du ruisseau, en l'absence de données concernant les caractéristiques de l'ouvrage dans son ensemble.

En amont du busage, la capacité du ruisseau est importante, le cours d'eau ne sortant que rarement de son lit mineur. Le débit de plein bord de cette portion à l'air libre est de l'ordre du débit estimé pour une crue cinquantennale. Ces débordements sont impactants pour les enjeux humains au niveau du chemin carrossable présent en rive gauche, voire la RD31 présente à l'entrée de la commune de Sancey-le-Grand.

3.2.4.4. Le Ruisseau de Voye

Comme pour le ruisseau de la Baume, la partie apicale du ruisseau de Voye est peu soumis aux aléas associés au débordement de cours d'eau. Si sa capacité varie de trois fois le module à la crue biennale, l'emprise des enveloppes de crues est restreinte par l'encaissement de la vallée.

De légers débordements surviennent en rive gauche du ruisseau entre le pont de la rue du Président Arbey et le pont du Chemin d'Avoutot, où l'eau s'accumule sur plusieurs parcelles enherbées.

Plus en aval, la capacité maximale du ru est atteinte pour une occurrence annuelle à biennale et la prairie en rive gauche peut être mise en eau relativement fréquemment.

Après le coude réorientant le ruisseau vers le nord, la capacité est nettement restreinte, étant de l'ordre du module interannuel. Des débordements peuvent survenir par les deux rives bien que l'emprise en rive gauche soit restreinte par le positionnement à flanc de colline du cours d'eau. Celui-ci maintient une faible capacité hydraulique jusqu'à l'ouvrage de la RD464. Par ailleurs, ce tronçon peut recueillir une partie des eaux débordées hors du ruisseau de la Baume.

Enfin, sur sa partie la plus à l'aval, le ruisseau de Voye dispose d'une capacité légèrement plus importante (bien qu'inférieure à une crue annuelle). Les débordements surviennent par les deux rives.

3.2.4.5. Le Ruisseau de Hautpré

La partie la plus apicale du ruisseau déborde peu malgré sa capacité de plein bord inférieure à un débit équivalent à celui d'une crue biennale. Les volumes débordés sont rapidement restitués au lit mineur. Jusqu'à l'amont du pont routier, la capacité du ruisseau est nettement plus importante, de l'ordre d'une crue cinquantennale. Lors de crues exceptionnelles, le cours d'eau peut déborder et répandre le volume excédentaire en rive gauche avant de rejoindre le lit du ruisseau de Buhin.

Enfin, sur sa partie la plus à l'aval, le cours d'eau est perché de la même manière que le ruisseau de la Baume. Il peut déborder pour des débits de l'ordre de deux fois le module et inonde l'ensemble de la plaine attenante à son lit par les deux rives.

3.2.4.6. Le Ruisseau de Buhin

Le ruisseau de Buhin est le tronçon acheminant la majeure partie du débit généré par le bassin versant de Sancey vers le puits Fenoz. Sa capacité en amont du pont de la RD21 est limitée (Cf. figure suivante).



Figure 55 – Débordements au niveau du pont de la RD21 suite aux crues de novembre 2023

Les pertes karstiques importantes au droit de ce ruisseau ont pour effet de diminuer sa sollicitation lors des événements pluvieux. Par endroit, le lit mineur est si peu profond qu’il se confond avec la plaine inondable. Aussi, des débordements peuvent théoriquement se produire pour des débits inférieurs au module interrannuel. En aval du pont de la RD21, le positionnement en fond de vallée encaissée permet au ruisseau de faire transiter des volumes très importants en temps de crue. La capacité hydraulique théorique est supérieure à la crue centennale sur la majorité de son linéaire.

Enfin, comme cela a été évoqué dans la partie dédiée à la présentation de l’approche de modélisation en deux dimensions, l’aménagement des puits au droit du ruisseau de Buhin et les pertes diffuses ne sont pas représentées dans le modèle 2D. Aussi, l’emprise des enveloppes de crues au droit du Buhin est surestimée par rapport au comportement réel du bassin versant.

3.2.4.7. Synthèse

Le comportement en crue des cours d’eau à l’étude est très hétérogène.

Les rus de Jeanmoulot et de Buhin présentent des caractéristiques géométriques propices aux débordements pour de faibles débits, bien que le caractère fortement karstique de ces secteurs contribue à favoriser un écoulement souterrain et limiter leur sollicitation hydraulique.

En plaine, le comportement hydraulique du réseau témoigne d’interactions complexes. Le cours de la Baume est rectifié et perché et ses débordements peuvent rejoindre ceux du ruisseau de Voye. Des chemins d’écoulement secondaires se forment et les routes et ouvrages hydrauliques retiennent une partie du volume débordé. Notamment, en amont de la RD21 sur le ruisseau de Buhin, l’ensemble des flux du bassin versant converge et forme une retenue à l’ouvrage de la route départementale. La zone est ainsi rapidement inondée jusqu’à la décrue. Dans l’ensemble, le fond de vallée des rus est la zone la plus sollicitée lors des débordements.

Localement, le piétinement, parfois conséquent, par le bétail et la disparition du lit mineur accentuent le risque de débordement, notamment sur la partie intermédiaire des ruisseaux de Baume et de Voye.

Bien que non représentés dans l’outil de modélisation hydraulique, les observations de terrain tendent à montrer que les ouvrages hydrauliques des traversées urbaines de Sancey n’aggravent pas significativement les risques de débordement. Les aménagements récents à Sancey-le-Long sur les ponts et busages ont augmenté leur capacité hydraulique, aussi ces derniers ne se mettent pas en charge pour les crues les plus fréquentes. Notons toutefois que

sans effet de retenue au droit des ouvrages, les débits de crues transitent plus facilement vers l'aval ce qui est susceptible de provoquer des sollicitations hydrauliques plus importantes, notamment en fond de vallée.

Il subsiste une certaine imprécision quant à l'impact de chaque ouvrage sur le comportement hydraulique des rus. La quantification de leurs influences respectives sur les lignes d'eau en crue sera un prérequis au dimensionnement des aménagements proposés par la suite,

Enfin, en partie apicale des cours d'eau, les débordements ne constituent pas un enjeu majeur. La morphologie des rus est peu artificialisée et leur capacité hydraulique est suffisante pour supporter le passage de crues d'occurrences importantes. Par ailleurs, ces tronçons sont situés hors des zones à enjeux humains et matériels.

Dans l'ensemble, l'espace de bon fonctionnement hydraulique (soit l'emprise nécessaire aux débordements des ruisseaux) est étendu dans les zones de prairies. A l'inverse, il est peu large dans les parties urbanisées du bassin versant, contraint par les aménagements anthropiques en berge. Le tissu urbain en particulier de la commune de Sancey-le-Grand s'est développé avec la connaissance et la prise en compte du risque d'inondation associé aux ruisseaux. Dans les zones urbanisées, les débordements s'étendent en majorité dans des espaces sans enjeux (Ex : prairie de fauche jardins en bordure du cours d'eau et maisons éloignées).

Les activités anthropiques du bassin versant contribuent donc à aggraver les phénomènes d'inondation à des degrés divers, principalement au travers de modifications morphologiques lourdes hors des zones urbanisées (dérivation, canalisation, piétinement). Les écoulements courants empruntent des cheminements artificiels en zones prairiales et le fond de vallée n'est plus sollicité que lors des crues.

Par la suite, l'espace de bon fonctionnement défini plus haut sera affiné au regard de l'occupation des sols et les propositions d'aménagements auront pour vocation, entre autres, de restituer au réseau hydrographique des espaces de divagation hors des zones à enjeux.

4. LES FACTEURS D'ARTIFICIALISATION DES COURS D'EAU

4.1. LES TRAVAUX DE RECTIFICATION DU LIT

Les **travaux de rectification et d'aménagement** des cours d'eau ont été effectués en majorité dans le cadre de l'évolution des pratiques agricoles, et notamment lors des remembrements de la deuxième moitié du XX^e siècle.

Les travaux de rectification se matérialisent par une forte diminution de la sinuosité de certains tronçons de cours d'eau. L'étude du cadastre napoléonien datant de 1837, de la carte d'état-major datant de 1820-1866 et d'une photographie aérienne des années 1950-1965 nous ont permis de constater ces rectifications du lit (Cf. figures suivantes). Dans certains cas, le lit du cours d'eau a été déplacé sur plusieurs dizaines de mètres.

Les cartes napoléonienne et d'état-major ont également mis en avant des arrivées d'eau n'étant plus visibles aujourd'hui. A contrario, certaines sections de cours d'eau n'étaient pas visibles sur ces mêmes cartes. Il s'agit notamment :

- D'une section du ruisseau de la Baume (appelée aujourd'hui ruisseau de Voître). Le ruisseau semblait se perdre dans le réseau karstique via le gouffre présent sous le Moulin de Voître ;
- D'une section à l'amont du ruisseau de Jeanmoulot qui longe aujourd'hui la route alors que sa source se trouvait au niveau des champs de bovins (un moulin est d'ailleurs visible sur la carte de Cassini, relatant d'un tracé du ruisseau différent).

Selon la comparaison du tracé en plan du 19^{ème} siècle, **environ 59.5 % du linéaire à l'étude ont été aménagés de façon certaine**. Sachant que cette expertise ne prend pas en compte le ruisseau de Jeanmoulot qui longe une route sur plus d'un kilomètre et le ruisseau du Buhin sur sa section aval à la RD 21. L'expertise de terrain a pu mettre en avant le fait que la majorité du linéaire étudié a été rectifié, que ce soit suite au remembrement en terrain agricole, pour l'installation d'étangs et de moulins, la densification des zones urbaines en centre-ville, ...

Le tracé des ruisseaux de Sancey a donc été modifié au cours de l'évolution des territoires, et les typologies constatées aujourd'hui dans certains tronçons (cours d'eau peu sinueux à rectilignes) sont le résultat de ces modifications. Ces dernières concernent majoritairement les rectifications en zone agricole, lors de traversée urbaine ou en bordure de route, ainsi que la création d'étangs.

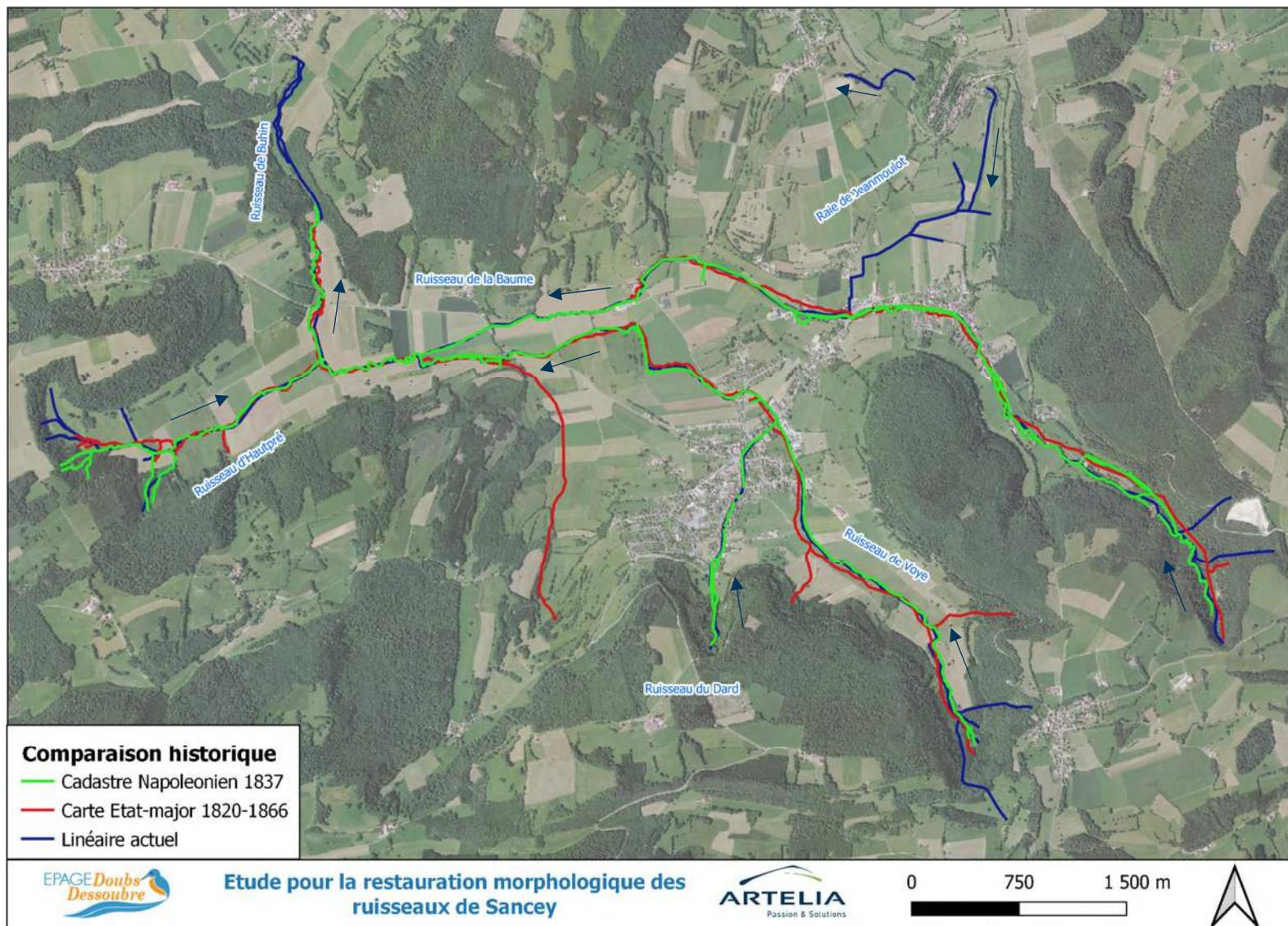


Figure 56 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d'étude (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)

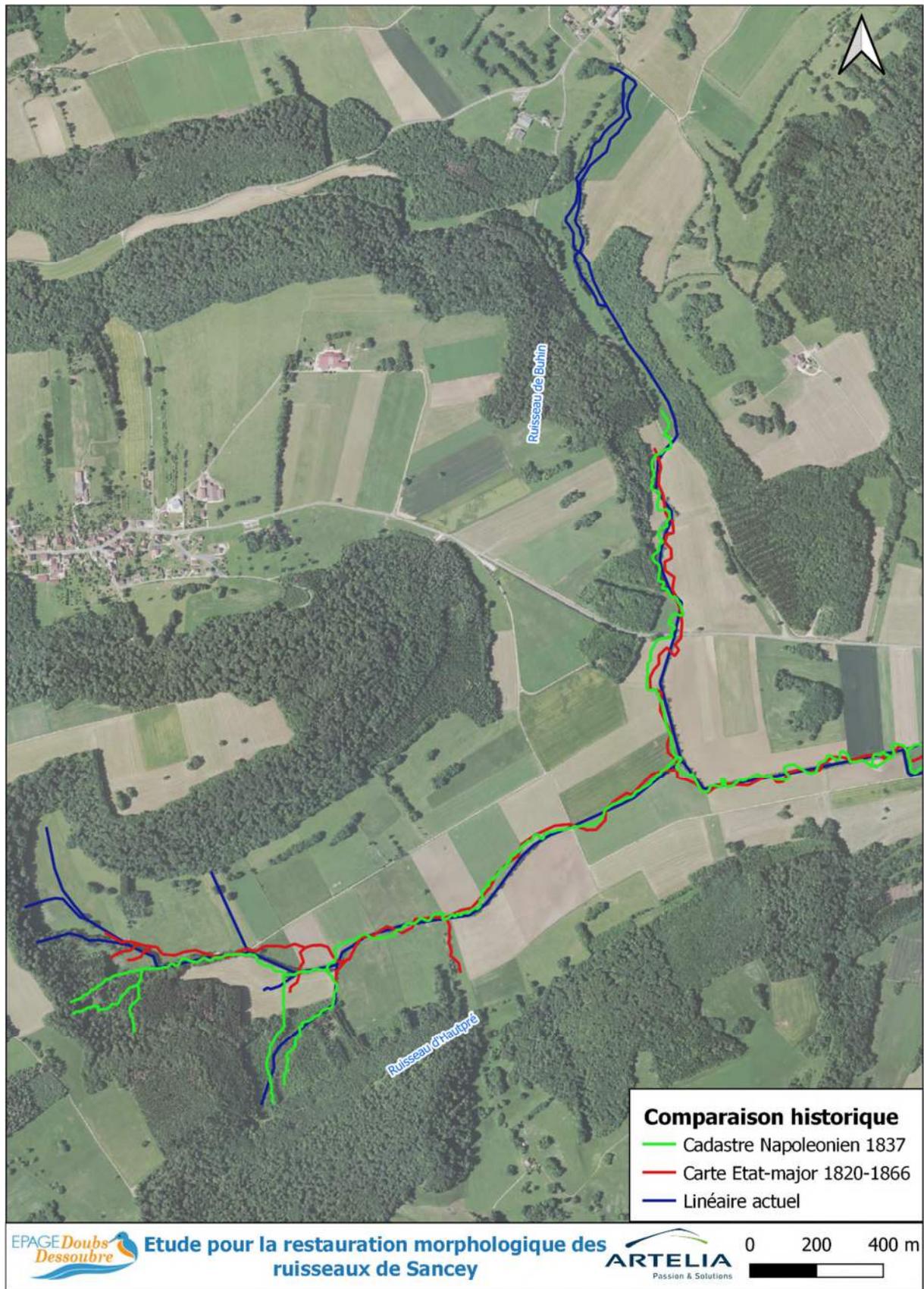


Figure 57 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d'étude – Secteur Ouest (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)



Figure 58 – Comparaison du secteur aval au ruisseau de la Baume et sa confluence avec le Buhin entre 1950 et 2018 (Source : Remontée le temps)

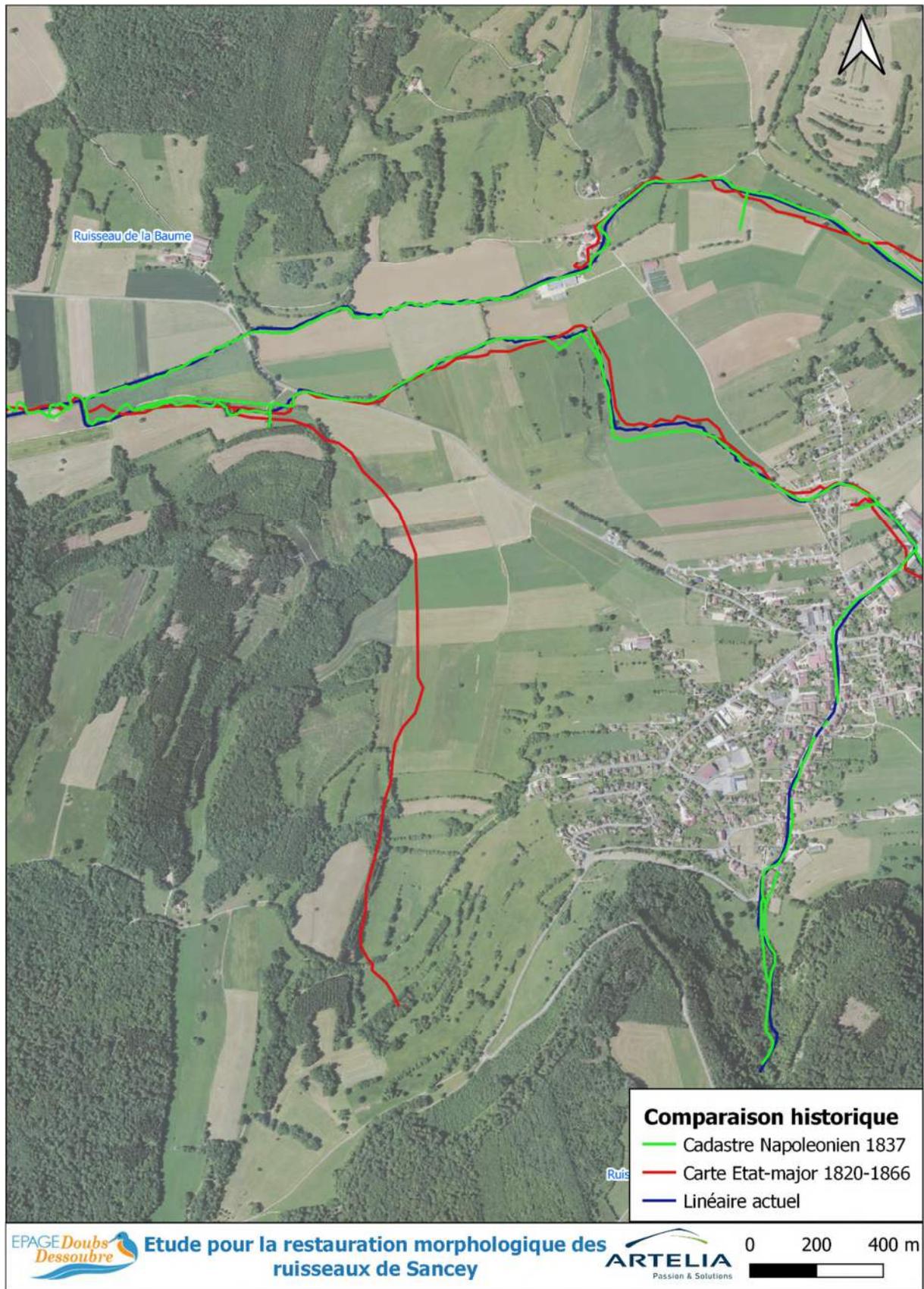


Figure 59 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d'étude – Secteur central (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)

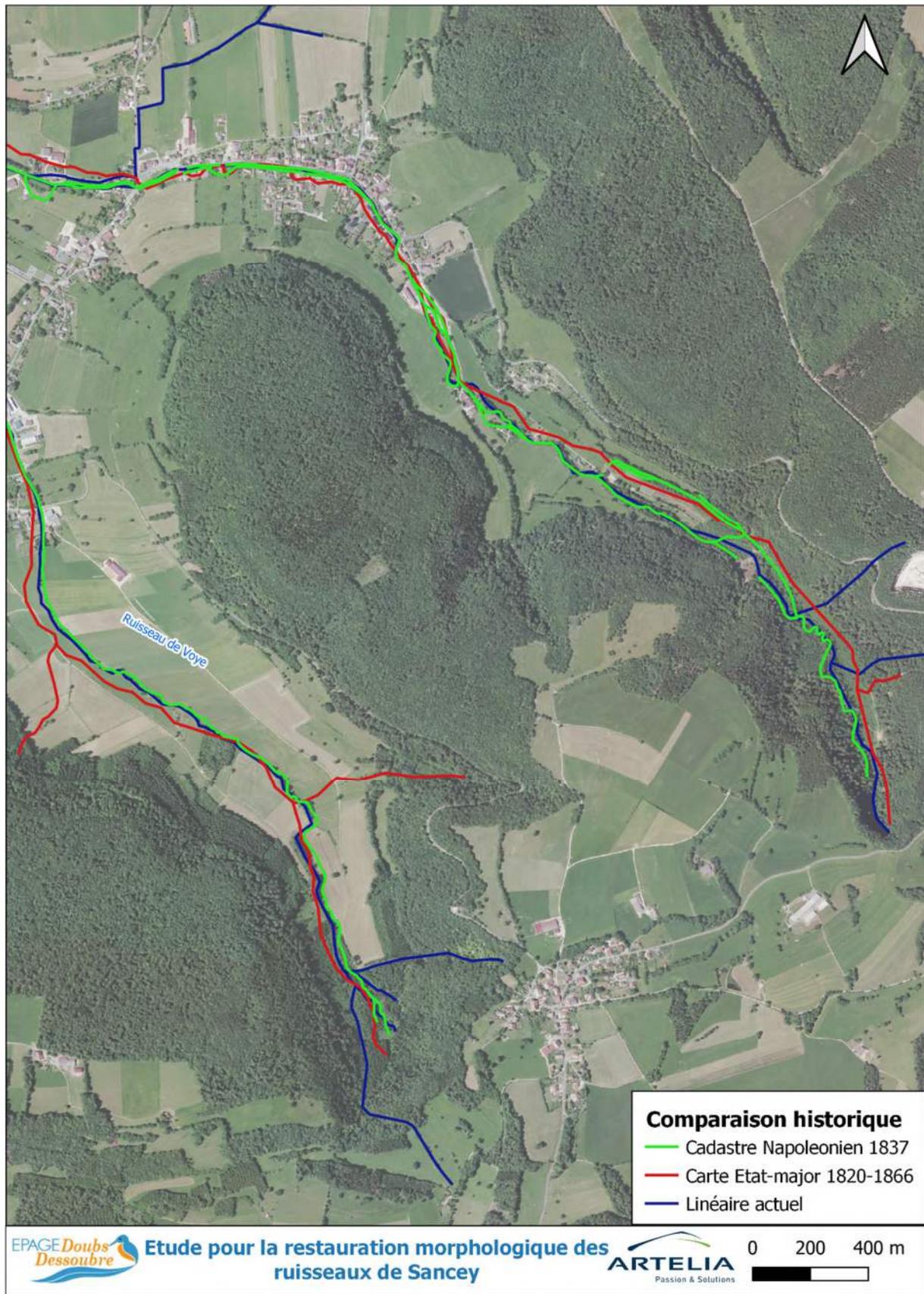


Figure 60 – Comparaison historique des ruisseaux de Sancey sur le secteur d'étude – Secteur Est (Source : Géoportail et Archives départementales du Doubs)

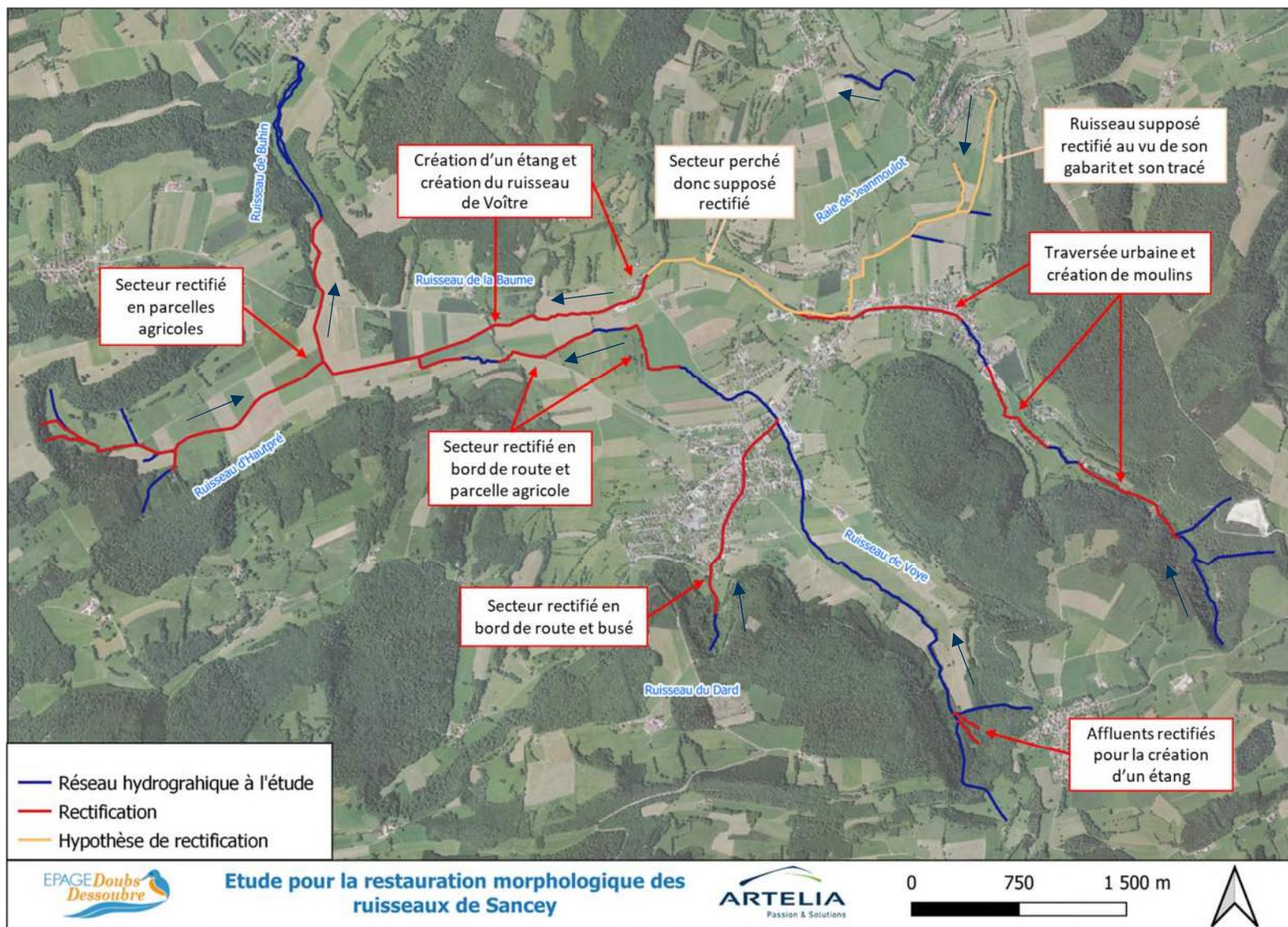


Figure 61 – Localisation par comparaison des tracés historiques des tronçons rectifiés

4.2. LES OUVRAGES HYDRAULIQUES

4.2.1. Aspects méthodologiques

Les ouvrages ont été visités dans le cadre de ce diagnostic. Ils ont été inspectés au regard de leur usage actuel, de leur influence sur le cours d'eau et sur les habitats, ainsi que de leur état général.

D'une manière générale, les classes de franchissabilité ont été établies de la manière suivante⁴ :

- **FORT** : l'ouvrage est équipé d'un parement vertical (ou quasi-vertical) et la hauteur de chute excède 0.40 m. La hauteur de fosse en pied d'ouvrage est souvent trop réduite pour permettre le franchissement du poisson à la montaison. La dévalaison reste généralement possible pour la majorité du peuplement. Les espèces sauteuses et disposant de bonnes capacités de nage, telle que la Truite, peuvent potentiellement franchir l'ouvrage à la montaison en conditions hydrologiques favorables.
- **MOYEN** : la hauteur de chute de l'ouvrage est plus réduite et le tirant d'eau à partir du module peut permettre le franchissement à la montaison des espèces non sauteuses. Cela dit, l'ouvrage provoque généralement un jet plongeant ou quasi plongeant qui est limitant pour la franchissabilité à la montaison. Dans certains cas, la gestion de l'ouvrage (ex : ouverture des vannes en période de hautes eaux) peut améliorer la franchissabilité sur une partie de l'année.
- **FAIBLE** : l'ouvrage ne présente qu'une légère chute (jusqu'à 0.20 m) et est souvent déstructuré (certaines portions de l'ouvrage sont plus franchissables que d'autres).

Les aspects liés à la continuité écologique ont donc été évalués à dire d'expert selon les caractéristiques géométriques de l'ouvrage (pente du parement, hauteur de chute, tirant d'eau à l'aval, type de jet, etc.).

4.2.2. Constat général

Sur la totalité des ruisseaux à l'étude, 126 ouvrages ont été répertoriés sur les 26 km de linéaire. Ce chiffre englobe :

- 7 seuils anthropiques ;
- 42 busages, principalement pour du passage agricole ou routier ;
- 43 ponts de type pont-cadre ;
- 26 passerelles faites en planches de bois ou bétonnées ;
- 8 ouvrages indéterminés faisant barrage à l'écoulement via de la tôle ou autre matériel de fortune ou servant de prise d'eau pour un étang par exemple.

Sont à noter par ailleurs 58 chutes naturelles et racinaires.

⁴ Inspiré du guide : Informations sur la Continuité Écologique -ICE - *Évaluer le franchissement des obstacles par les poissons - Principes et méthodes*, BAUDOIN J-M et. Al.

Une grande partie de ces ouvrages sont localisés dans la commune de Sancey ; les ruisseaux de la Baume, de Voye et de Jeanmoulot longeant de nombreuses habitations. Certains de ces ouvrages sont anciens et présentent des signes de vétustés et de fragilité.

Sur l'ensemble des ouvrages :

- 82 sont indiqués comme étant en bon état, soit 65% des ouvrages répertoriés ;
- 27 sont comptabilisés en état moyen, soit 21% de la totalité des ouvrages ;



Figure 62 – Exemple d'ouvrages classés en état moyen (respectivement sur un affluent du ruisseau de Voye, ruisseau du Dard, ruisseau de la Baume et ruisseau de Ronchaux – photos prises les 18 et 20/10/2022)

- 16 ouvrages sont comptabilisés en état dégradé, soit 13% de la totalité des ouvrages ;



Figure 63 – Exemple d’ouvrages dégradés (respectivement sur le ruisseau d’Hautpré, ruisseau de Voye, ruisseau du Dard et ruisseau de Baume – photos prises les 13 et 18/10/2022 puis le 22/06/2023)

Une cartographie de l’ensemble des ouvrages et chutes naturelles à l’étude est présente sur la figure suivante.

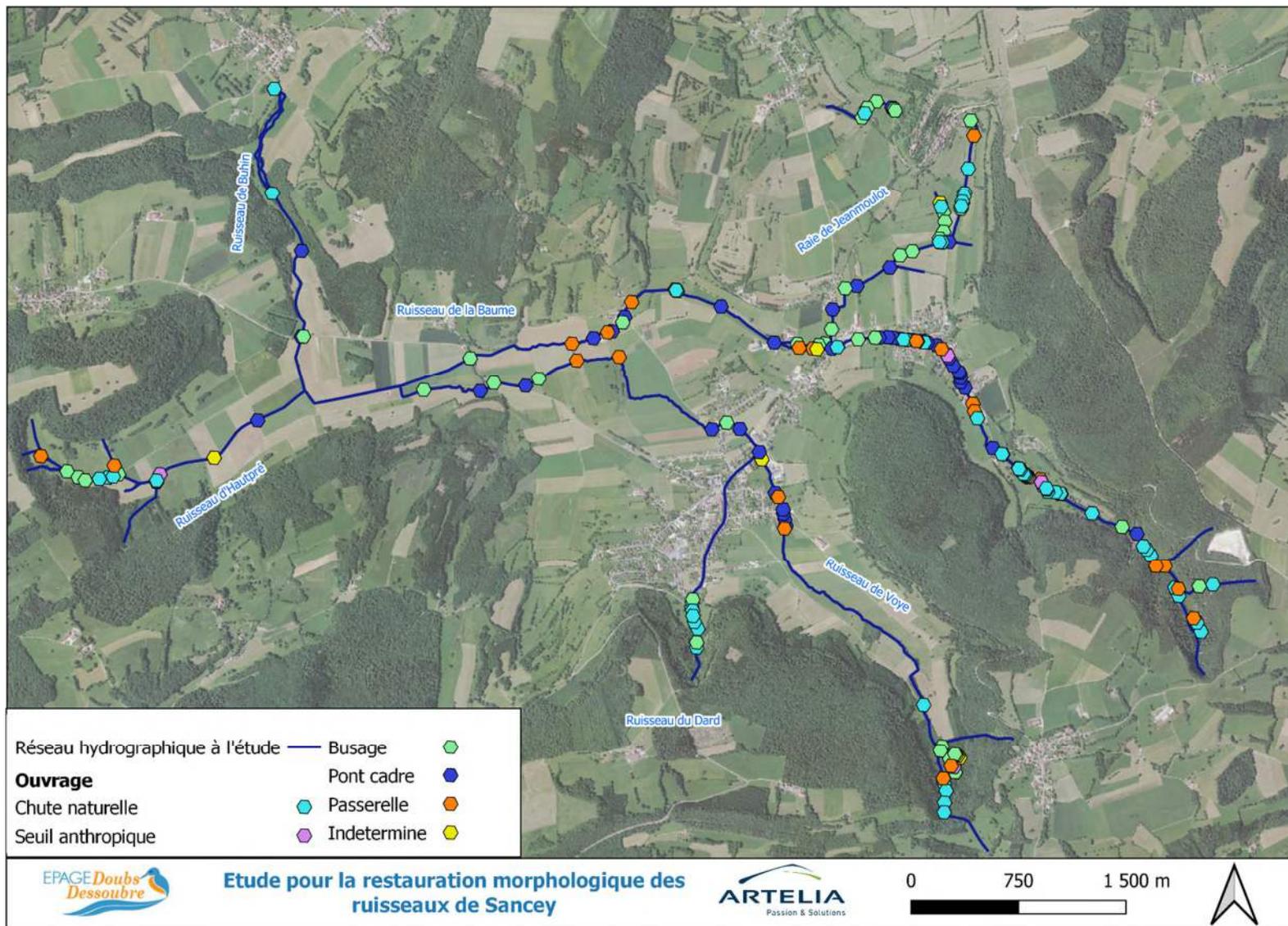


Figure 64 – Ouvrages sur le secteur d'étude

Pour une meilleure lisibilité, seuls les ouvrages en état moyen ou dégradé sont représentés sur la figure suivante.

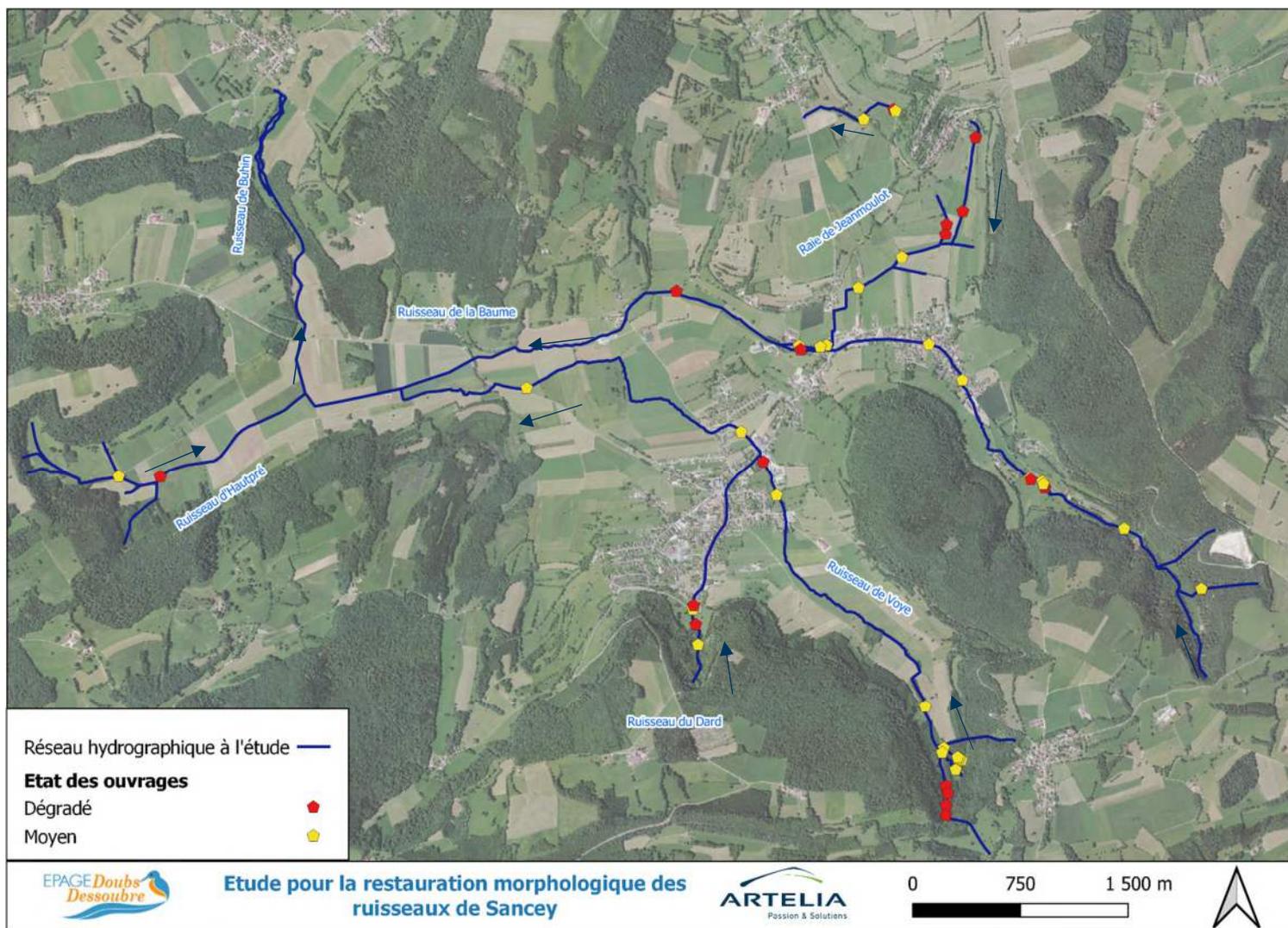


Figure 65 – Ouvrages dégradés ou moyennement dégradés sur le secteur d'étude

4.2.3. Les seuils

4.2.3.1. Chutes naturelles

Comme indiqué dans la section précédente, un grand nombre de chutes sont présentes sur les ruisseaux de Sancey, le site d'étude étant d'une nature géologique karstique.

Quelques chutes racinaires sont également répertoriés sur site.

Certaines de ces chutes sont infranchissables pour les espèces piscicoles. Quelques exemples sont présentés ci-dessous :

- Ruisseau du Dard :



■ Ruisseau de la Baume :



■ Ruisseau d'Hautpré :



4.2.3.2. Seuils anthropiques

Onze seuils anthropiques sont répertoriés sur la totalité du linéaire à l'étude. Ces seuils sont généralement franchissables mais constituent un obstacle aux écoulements et possiblement au transit sédimentaire.



Figure 66 – Exemple de seuil anthropisés sur le ruisseau de la Baume, traversée de la commune de Sancey (photos prises le 20/10/2022)

4.2.4. Les busages

De nombreux busages sont présents sur les ruisseaux à l'étude. Ils servent notamment pour le passage routier ou d'engins agricole.

Certains peuvent tout de même être bloquants d'un point de vue continuité ; généralement due à leur chute trop importante. C'est le cas de 7 des busages sur le secteur d'étude. D'autres sont en mauvais état en termes d'écoulements due aux piétinements de bovins par exemple.



Figure 67 – Exemples de busages sur le ruisseau d'Hautpré et de Jeanmoulot (Photos prises le 13, 17, 18/10/2022)

4.2.5. Les ponts et passerelles

De nombreux ponts-cadre sont présents sur les ruisseaux à l'étude. Ce sont généralement des ouvrages conséquents pour les routes à deux voies communales ou départementales. De ce fait, la continuité écologique est souvent respectée pour ces ouvrages (seulement 3 ponts-cadre infranchissables sur le secteur d'étude).



Figure 68 – Exemples de ponts-cadre sur le ruisseau d'Hautpré, de Voye et de la Baume (photos prise le 13, 18 et 20/10/2022)

Les passerelles sont généralement des ouvrages de franchissement temporaires lors de travaux ou bien des ouvrages pour le passage d'engins agricoles.



Figure 69 – Exemples de passages à gué sur le ruisseau de Jeanmoulot et de la Baume (Photos prises le 17 et le 19/20/2022)



Figure 71 – Restes du Moulin de la Cude (Photos du 22/06/2023)

- Le Moulin Neuf : il se trouve sur le cours de la Baume, en aval du moulin précédent et en amont de l'entrée en zone urbaine et de la scierie. Il possède un canal artificiel (bief qui n'est plus alimenté aujourd'hui) détournant les eaux de la Baume puis un seuil à surverse et une chute de 3 m. Un remous d'une dizaine de mètres est visible sur le ruisseau de la Baume ;



Figure 72 – Seuil du Moulin Neuf (Photo du 20/10/2022)

- Scierie au centre de Sancey-le-Long : ancienne scierie dans le centre de la commune de Sancey-le-Long. Aujourd’hui cet ancien moulin ne possède plus de canal artificiel ;



Figure 73 – Ancienne scierie du Moulinot (Photo du 20/10/2022)

- Moulin des Saules : en confluence du ruisseau de Jeanmoulot et de la Baume. C’est aujourd’hui une ferme bovine ;

- Moulin de Voître : à la limite communale entre Sancey-le-Long et Sancey-le-Grand, le ruisseau de la Baume change de toponyme pour s'appeler ruisseau de Voître. Cet ancien moulin donnait sur un gouffre. Une maison y a été construite ; une trappe d'accès aménagée dans la cave s'ouvre sur cette cavité qui sert de tout à l'égout.

4.2.7. Impacts des ouvrages sur les milieux

Les ouvrages hydrauliques exercent de multiples incidences sur le cours d'eau : morphologie, qualité de l'eau, répartition des débits, etc.

Les perturbations induites sont de deux ordres principaux : géomorphologiques et écologiques.

4.2.7.1. Les perturbations géomorphologiques

4.2.7.1.1. Les perturbations du transport sédimentaire

Les ouvrages transversaux ont tendance à fixer le profil en long du cours d'eau en conséquence du rôle de « point dur » qu'ils jouent (blocage du transit sédimentaire). C'est la principale raison pour laquelle l'amont des ouvrages est généralement **colmaté**.

De manière générale, la dynamique du **colmatage** est historiquement contrée par des **curages réguliers** des zones amont des ouvrages. Or, pour tenter de rééquilibrer ce déficit sédimentaire à l'aval, lié au blocage des sédiments, le cours d'eau tend à éroder son lit, ce qui se traduit par un enfoncement de la rivière.

Pour résumer, le profil en long au droit des ouvrages est généralement caractérisé par un profil « **en marche d'escalier** » avec :

- Une zone de comblement sédimentaire à l'amont de l'ouvrage appelée remous solide et généralement entretenue par l'intermédiaire de curages durant la vie de l'ouvrage ;
- Une zone de déficit sédimentaire à l'aval de l'ouvrage (affouillement, incision).



Figure 74 – Zones d'affouillement en aval d'ouvrages – Affluent du ruisseau d'Hautpré, ruisseau de Voye, du Dard, Affluent du ruisseau de la Baume (Photos prises les 13, 19, 20/10/2022)

4.2.7.1.2. Les travaux connexes sur la morphologie du lit

Les ouvrages hydrauliques sont généralement accompagnés d'aménagements connexes utiles à leur fonctionnement.

Il s'agit principalement de l'aménagement de **canaux usiniers (biefs)** qui viennent concentrer les écoulements vers le moulin au détriment du lit naturel du cours d'eau, généralement alimenté par l'intermédiaire du déversoir amont du moulin en période de crue.

Ainsi, le lit et le tracé des cours d'eau sont profondément artificialisés dans les secteurs qui comportent des ouvrages hydrauliques, comme c'est le cas au niveau du Moulin de la Cude ou du Moulin Neuf.

4.2.7.2. Les perturbations écologiques

4.2.7.2.1. Effet de retenue amont

La présence d'un seuil ou d'un vannage noie les faciès d'écoulement en amont. Les hauteurs d'eau augmentent et les écoulements sont lents (milieu de type « lentique »). Ces zones de retenue sont néfastes pour la faune aquatique car elles uniformisent les écoulements et les faciès et participent au colmatage des fonds.

Aussi, les retenues d'eau ont généralement une incidence sur la température de l'eau (hausse des températures, notamment en été) et peuvent favoriser les phénomènes d'eutrophisation dans leur retenue (développement excessif d'algues et pénurie en oxygène).

4.2.7.2.2. Altération de la circulation piscicole

La plupart des ouvrages produisent toujours un effet de chute. Cet effet de chute peut disparaître à partir du module pour les plus petits ouvrages. En revanche, l'impact de ces ouvrages sur la ligne d'eau est bien présent en période d'étiage.

Les chutes sont un frein à la circulation de populations piscicoles. Or, cette circulation est un besoin vital pour les espèces car elle régit leur accès aux zones de croissance, de repos ou encore de reproduction. L'atteinte à la bonne circulation des espèces est donc un facteur de déclin des populations aquatiques.

En ne considérant que les ouvrages artificiels, 22 sont problématiques en termes de franchissabilité (hauteur de chute de 0.5 m voire plus).

Au niveau des chutes naturelles et racinaires, 23 d'entre elles présentent une chute trop importante pour que la montaison et la dévalaison des espèces piscicoles puisse se réaliser librement, *a minima* en période d'étiage.

Pour une meilleure lisibilité, la figure ci-dessous présente seulement les ouvrages considérés comme infranchissables à la continuité (classification « fort » présentée en section C.3.1.1) répertoriés sur le linéaire à l'étude. Ces ouvrages sont globalement représentés sur les secteurs amont des différents ruisseaux à l'étude, les ouvrages présents en centre-ville ou en zone de pâturage se trouvant en secteur à cours d'eau de plus fort gabarit, avec peu de présence de ripisylve, mieux entretenus ou plus récents.

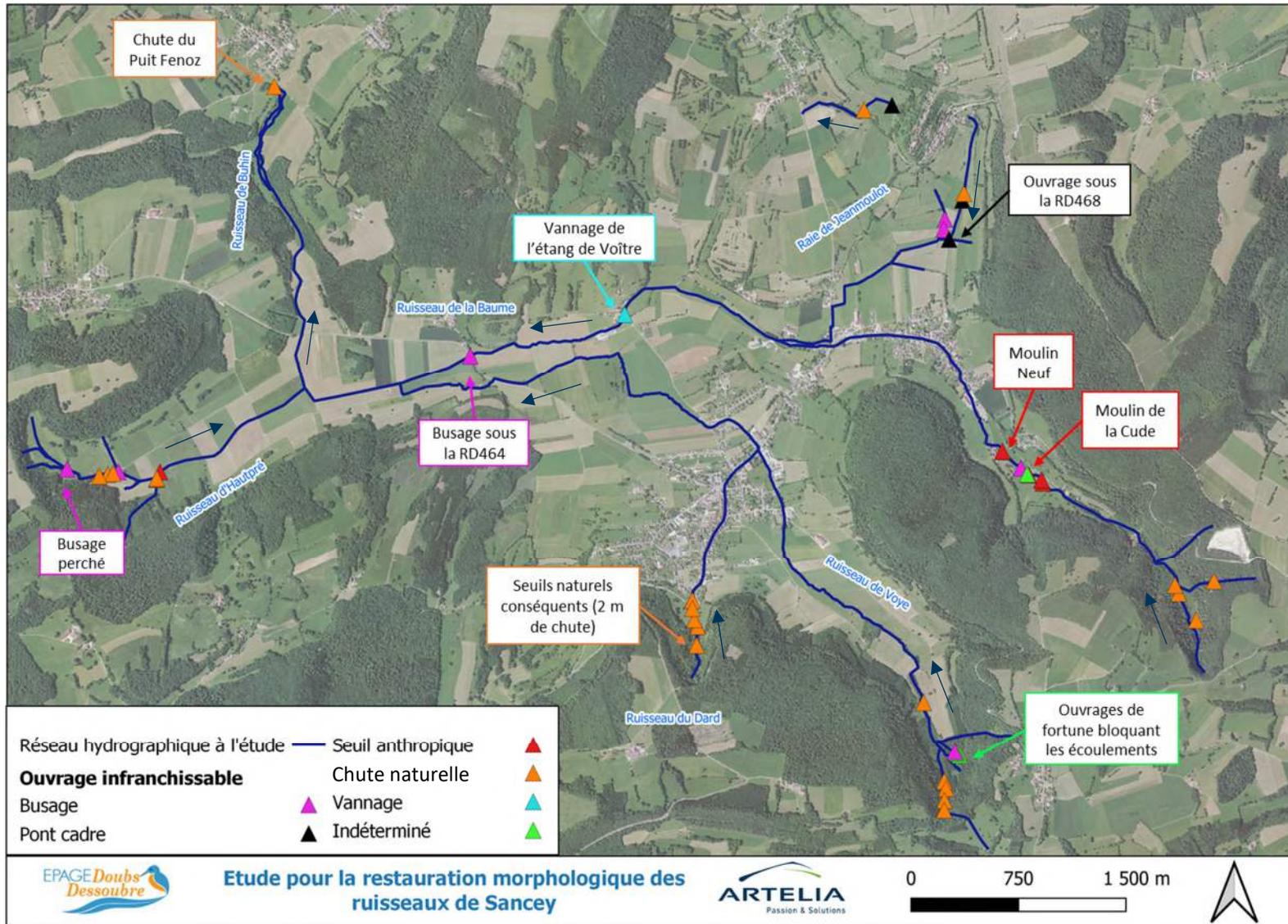


Figure 75 – Ouvrages infranchissables sur le secteur d'étude

Seuls quelques ouvrages entraînent un remous significatif. Quatre chutes naturelles entraînent un remous sur le ruisseau du Dard, dont l'un d'une dizaine de mètre.

Les seuls ouvrages entraînant une zone de remous conséquente sont les deux seuils anthropiques au niveau de l'ancien Moulin de la Cude et du Moulin Neuf, sur le ruisseau de la Baume. Les deux ouvrages sont situés à 250 m environ l'un de l'autre. Les remous sont respectivement d'une quarantaine et d'une dizaine de mètres, ce qui ne constitue pas un enjeu à l'échelle du bassin versant.

4.3. AUTRES AMÉNAGEMENTS ANTHROPIQUES

4.3.1. L'artificialisation des berges

Les **confortements de berges** retrouvés sont de plusieurs types : enrochements, murets ou encore mur de soutènement (notamment en bord de route).



Figure 76 – Exemples de protection de berges sur les ruisseaux d'Hautpré, de Jeanmoulot et de Baume (Photos prises les 13, 17 et 20/10/2022)

Ces aménagements visent à protéger des enjeux spécifiques (bâti, route, ouvrage) ou encore à éviter la perte de terrain agricole à cause de l'érosion mais aussi dans le cas du ruisseau de Jeanmoulot à éviter le piétinement par les bovins au vu de la présence d'un APB pour les écrevisses à pattes blanches.

Au total, les berges confortés représentent 8.6 % de la totalité des ruisseaux à l'étude. Ces derniers ne sont globalement pas énormément confortés, les protections étant souvent en amont ou aval d'ouvrages ou en zone urbaine.

Cependant le ruisseau de la Baume représente une grande part de ces protections de berges, la quasi-totalité du passage du ruisseau de la Baume en zone urbaine étant enrochée. En effet, ce ruisseau possède 20 % de berges confortées.

Ces éléments perturbent le fonctionnement des cours d'eau, ils ont notamment des incidences sur les éléments suivants :

- La morphologie des berges (uniformisation des talus, accentuation de la pente de talus) ;
- La mobilité latérale : enrayement des processus érosifs et/ou report de l'érosion sur les secteurs non protégés ;
- Perte d'habitats (sous berges, etc.) ;
- Déconnexion de la nappe d'accompagnement (si présente).

Ainsi, bien que l'artificialisation des berges et du lit des cours d'eau réponde à des besoins de la part des riverains et usagers, il convient de garder à l'esprit qu'ils ne sont pas sans incidence sur la qualité des cours d'eau.

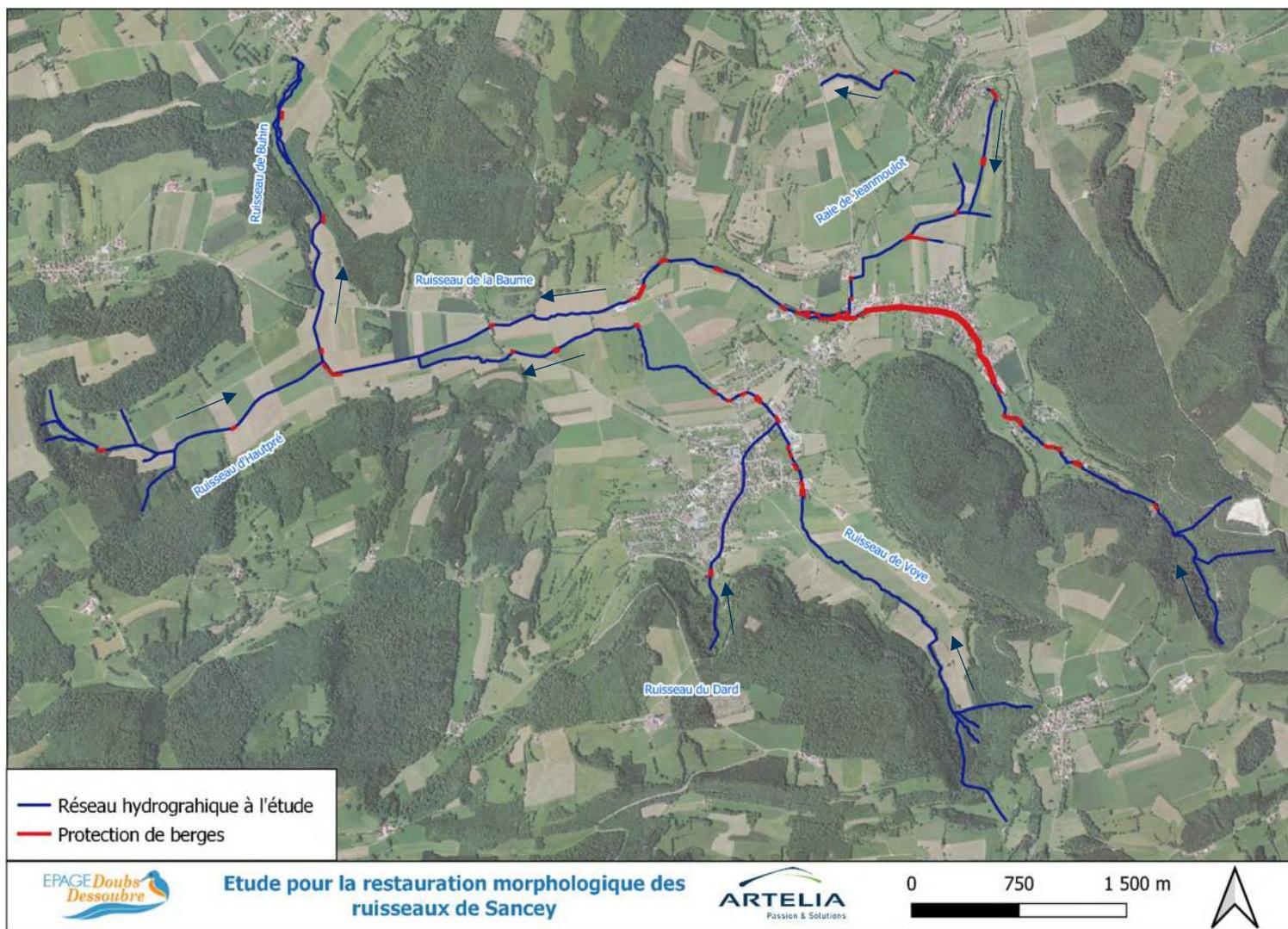


Figure 77 – Protections de berge sur le secteur d'étude

4.3.2. Les étangs et autres annexes hydrauliques

Historiquement, le ruisseau de la Baume était dérivé sur un linéaire conséquent pour la création de canaux ou bien de plans d'eau. Les élus de la commune de Sancey ont indiqué lors de la réunion du 19/20/2022 que deux étangs existaient encore il y a une dizaine d'année sur la partie amont du cours de la Baume, avant d'entrer en zone urbaine.

Quatre étangs ou plans d'eau sont encore présents sur le cours du lit (l'étang de Jeanmoulot et l'étang de Voître) ou en lit majeur des ruisseaux de Sancey (Cf. figure suivante).

De plus, plusieurs annexes hydrauliques ont été inventoriées, ces dernières correspondant à :

- Des axes de ruissellement provenant d'anciens affluents ou de fossés de ruissellement créés par l'Homme ;
- De drains de surface.

La carte ci-après présente la localisation des étangs et les différentes annexes hydrauliques sur le secteur d'étude.

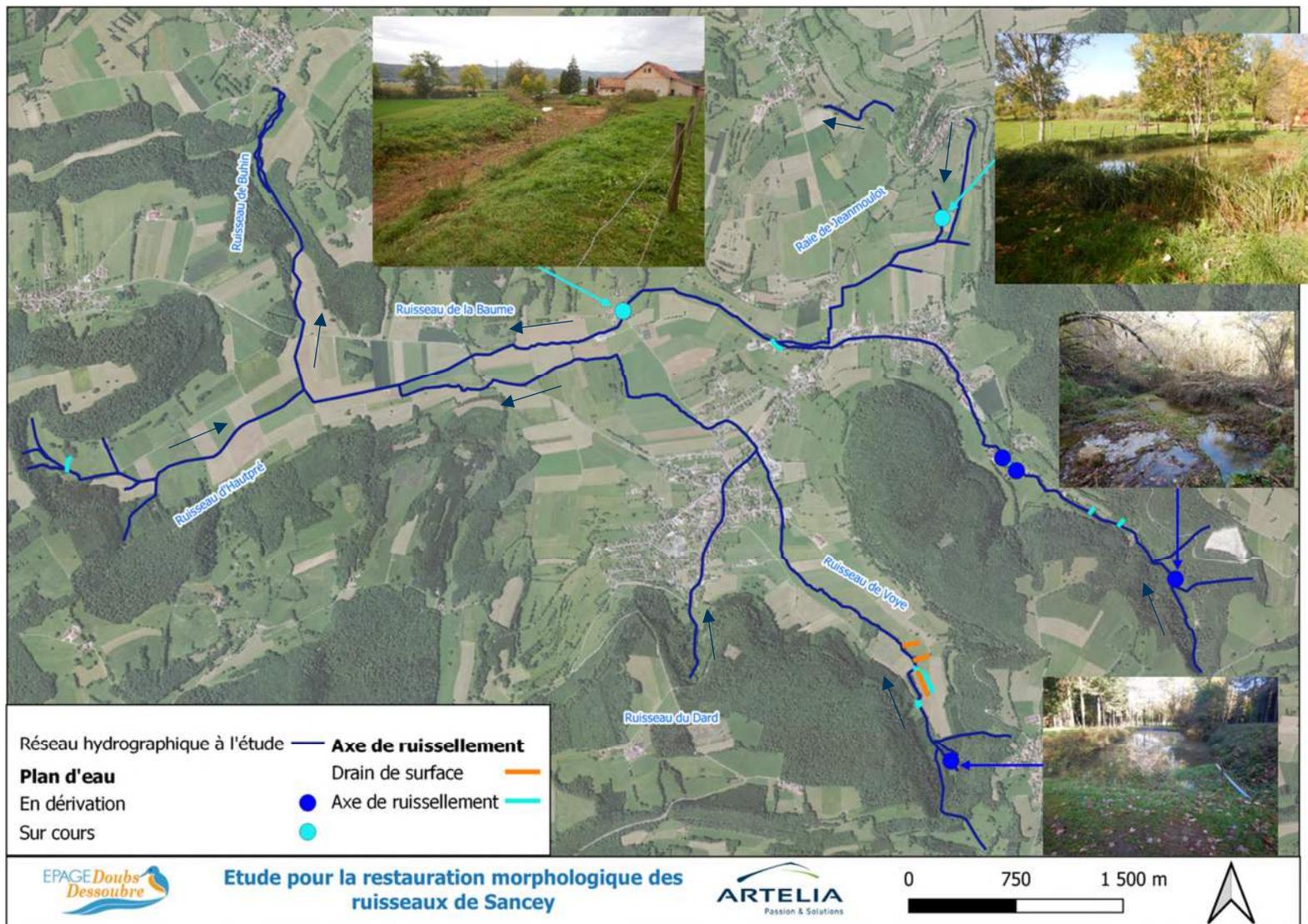


Figure 78 – Représentation des plans d'eau sur le secteur d'étude

Ces plans d'eau peuvent représenter un obstacle à l'écoulement pour les espèces piscicoles et sédimentaires, et de ce fait dégrader la qualité globale des ruisseaux. C'est le cas de 3 de ces étangs sur les 4 recensés en octobre 2022 :

- Plan d'eau envasé, présent sur le cours du ruisseau de Jeanmoulot : il se trouve peu après une source/résurgence du ruisseau. L'embouchure au plan d'eau se fait sans alimentation particulière. Le plan d'eau est perché, ce qui l'isole de la partie aval du ruisseau. En effet, l'évacuation se fait via l'infiltration naturelle et par une buse fine en pvc. La buse d'évacuation, perchée également, entraîne une chute de 0.5 m du ruisseau.

L'aval du plan d'eau et le retour au ruisseau est fortement dégradé. La zone aval est piétinée par le passage de bovins, entraînant un lit large et sans berge en rive droite. La rive gauche présente des traces d'incendies contrôlés au niveau de souches importantes. Le plan d'eau semble servir à la pêche ; cependant il est totalement bloquant à la continuité écologique (piscicole comme sédimentaire) ;



Figure 79 – Plan d'eau sur le ruisseau de Jeanmoulot (Photos prises le 17/10/2022, De l'amont vers l'aval)

- Plan d'eau de Voître envasé présent sur le cours du ruisseau de la Baume, en limite communal entre Sancey-le-Long et Sancey-le-Grand. Le plan d'eau ne présente pas de dérivation au cours d'eau, son alimentation se fait via les apports du cours d'eau, ce dernier est cependant perché par rapport à la topographie et au pâturage présent sur site et entouré de merlons. L'évacuation se fait via un vannage, entraînant une chute de 2 m et une fosse enrochée. Des débordements fréquents ont lieu dans le pâturage présent en rive gauche lors de débordements du plan d'eau ou ouverture du système de vannage, le cours d'eau cherchant à retourner dans son talweg.

Lors des périodes de crue et de fortes pluies, le fond du lit est alors visible en plein centre du pâturage à chevaux mentionné précédemment. En effet, les débordements de l'hiver 2023 ont permis d'identifier un tracé en fond de vallée traversant le pâturage et débordant sur la route aux alentours de la station d'épuration avant de rejoindre le ruisseau de Voye. ;



Figure 80 – Plan d'eau sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 20/10/2022, De l'amont vers l'aval)

- Plan d'eau envasé en dérivation sur un affluent du ruisseau de Voye, dans la forêt privée à l'amont du ruisseau. La dérivation se fait via un ouvrage de fortune fait en briques et planchettes en bois puis par un tube pvc de 150 mm. Les berges du plan d'eau sont artificialisées en partie avec une géomembrane. La sortie de l'étang se fait via un tube pvc également afin de rejoindre le cours d'eau principal ;



Figure 81 – Plan d'eau sur un affluent du ruisseau de Voye (Photos prises le 18/10/2022, De l'amont vers l'aval)

- Ancien plan d'eau sur la partie amont du ruisseau de la Baume, mis en place par l'AAPPMA de Sancey et utilisé pour la pêche. Aujourd'hui cet ancien plan d'eau est laissé à l'abandon et joue un rôle d'annexe hydraulique (zones de repos pour les peuplements locaux que sont la Truite fario, le Chabot et la Loche franche) ;



Figure 82 – Ancien plan d'eau sur le ruisseau de la Baume, partie amont (Photos prises le 19/10/2022)

- Plans d'eau des anciens Moulins Neuf et de la Cude présents sur le ruisseau de la Baume. Ces plans d'eau sont situés en dérivation du ruisseau de la Baume, des annexes hydrauliques sont alors visibles en rive gauche du ruisseau. Ce sont des reliquats de l'usage de la force hydraulique pour ces moulins. Ils ont aujourd'hui un aspect paysager et possèdent un peuplement piscicole.

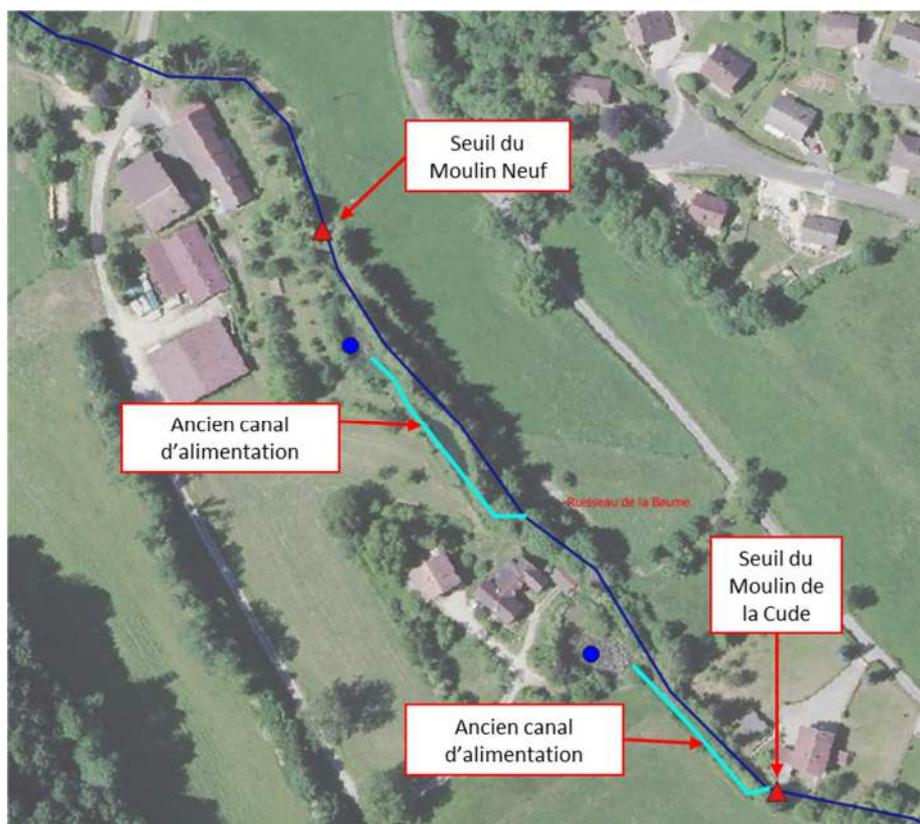


Figure 83 – Plans d'eau des anciens Moulins Neuf et de la Cude

4.3.3. Les dégradations en lien avec le pâturage

4.3.3.1. Le piétinement et l'abrouissement des berges

Les ruisseaux du Sancey sont soumis à plusieurs pressions liées aux activités agricoles. Tout d'abord, l'abreuvement du bétail a un impact local très important sur la qualité physique du cours d'eau. Le lit majeur des cours d'eau est souvent occupé par des pâturages et certaines zones identifiées ne sont pas mises en défens et le bétail a un accès libre au cours d'eau parfois sur l'entièreté d'une parcelle agricole.

Ces phénomènes sont dommageables pour plusieurs raisons :

- **Le piétinement des berges** par le bétail tend à les fragiliser et à favoriser leur érosion. Certains passages bovins sont tellement ancrés que des axes de piétinements ont pu être définis ;
- **La mise en suspension de particules fines** par le bétail qui transite dans le cours d'eau est généralement le facteur d'un phénomène d'envasement et de turbidité à l'aval ;
- **L'abrouissement des berges** par le bétail favorise le développement de graminées et limite l'évolution de la végétation rivulaire vers le boisement. Ce dernier aspect est à nuancer car l'abrouissement des berges permet également de conserver des milieux ouverts favorable à la biodiversité. De ce fait, il est souhaitable de maintenir des milieux ouverts en équilibre avec la présence de milieux fermés permettant une mixité dans la biodiversité en présence ;
- **Le réchauffement des eaux** est accru sur ces secteurs par l'élargissement du cours d'eau et le manque de ripisylve ;
- **La présence de déjections** dans le cours d'eau peut dégrader la qualité de ce dernier quand de grandes quantités sont présentes, les déjections étant composées de carbone, azote et phosphore. L'urine est plutôt riche en azote et en potassium.

Certains ruisseaux comme l'amont du ruisseau de Voye ont également des installations de clôtures au milieu du lit, entraînant des piétinements importants d'une berge et l'envasement et la disparition du lit mineur sur quelques dizaines de mètres. La clôture se trouve de nouveau en bordure de berge par la suite et protège le ruisseau.

De plus, plusieurs accès au cours d'eau pour des engins agricoles ont été aménagés. La création de passerelles facilite la traversée du lit du cours d'eau en certains points mais peut avoir de réels impacts sur la qualité physique (déstabilisation des berges pour des passerelles peu conventionnelles ou enrochements dans le cas de passerelles béton).



Figure 84 – Piétinements sur les ruisseaux de Jeanmoulot, de Voye, du Dard et de la Baume (Photos prises les 17, 18, 20, 21/10/2022)

4.3.3.2. Les installations d'abreuvoirs sauvages

Comme indiqué dans la section précédente, les ruisseaux de Sancey peuvent être dégradés de manière importante par endroit par le piétinement et l'abroustissement des berges. Les pressions liées aux activités agricoles sont fortes. Cette présence agricole entraîne une quantité importante d'abreuvoirs disséminés le long des ruisseaux.

Ces installations sont dommageables pour plusieurs raisons :

- Une part non négligeable d'entre eux sont remplis via **des captages installés parfois directement sur source**. Cela peut entraîner des problématiques ponctuelles à bas débit dans le cas où les captages assècheraient le ruisseau ;
- Les abreuvoirs sont parfois installés directement **dans le lit du ruisseau** et entraînent des piétinements importants sur zone. Les berges disparaissent totalement, le lit mineur devenant parfois non identifiable.



Figure 85 – Abreuvoirs installés dans le lit mineur avec captage du ruisseau ou de la source – Ruisseaux d'Hautpré, de Voye et de Jeanmoulot (Photos prises les 13 et le 18/10/2022)

4.3.3.3. Synthèse cartographique

La carte ci-après présente la localisation des différents points évoqués précédemment :

- Les zones de piétinement localisées ou en travers du ruisseau ;
- Les passerelles relevées ;
- Les clôtures en travers des ruisseaux ;
- Les abreuvoirs.

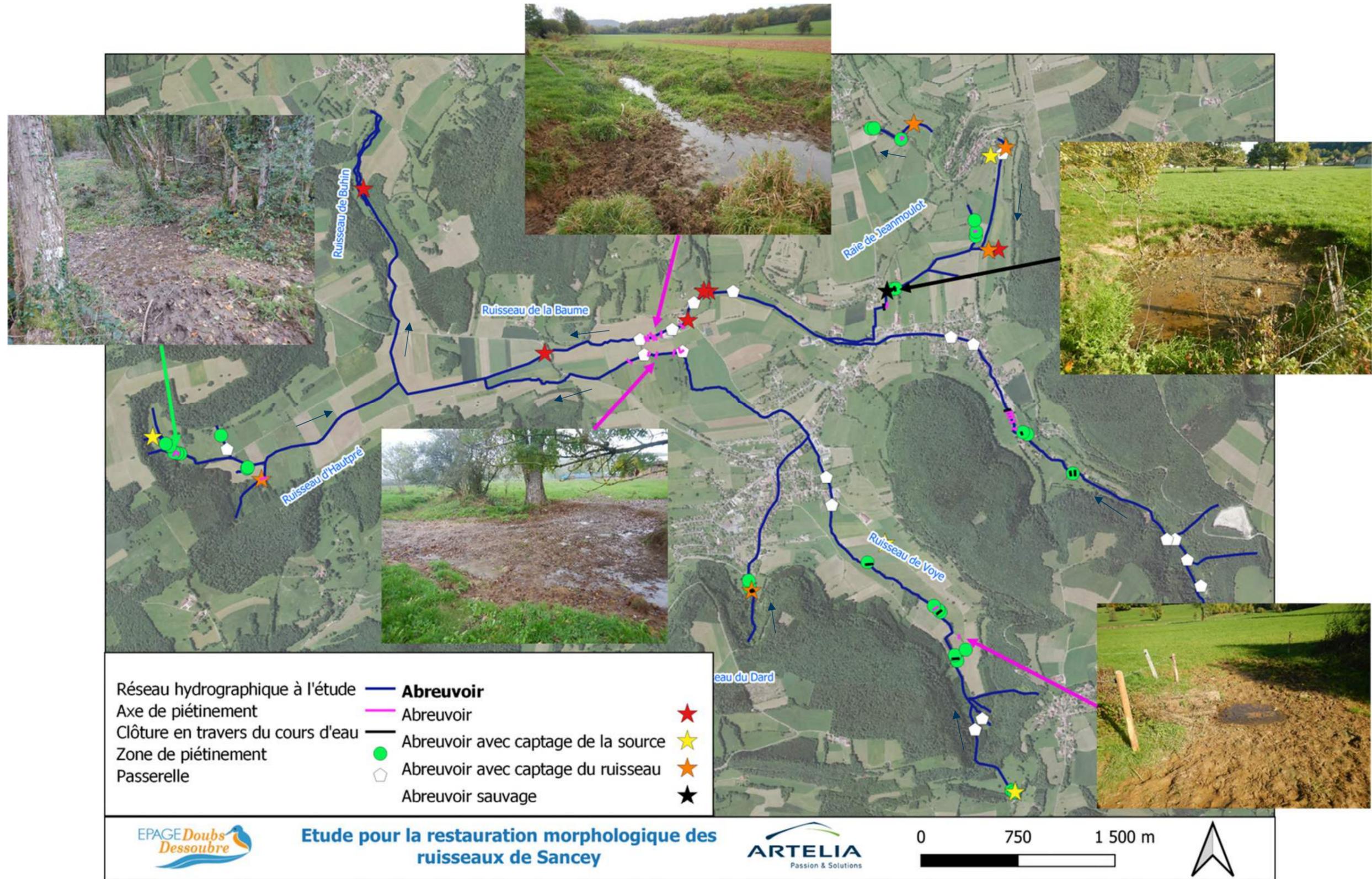


Figure 86 – Zones impactées par les activités agricoles

4.4. SYNTHÈSE CONCERNANT LES FACTEURS D'ARTIFICIALISATION

Les aménagements anthropiques sont nombreux sur l'ensemble du bassin et ne se limitent pas au centre-ville. Si l'on reprend les facteurs d'artificialisation ou aménagements anthropiques ayant un impact sur le cours d'eau par ordre d'importance, le classement suivant est établi :

- Les travaux de rectification des cours d'eau suite à la période de grand remembrement, pas moins de 60 % des linéaires étudiés ayant été rectifiés de façon certaine. Cela amène les écoulements à se diriger préférentiellement en fond de vallée en période de crues ;
- Le confortement des berges qui représente 9 % du linéaire étudié, dont 20 % sur le ruisseau de la Baume, ce dernier étant particulièrement atteint en centre-ville. Cela entraîne une homogénéisation des écoulements en zone urbaine, un appauvrissement des habitats ainsi qu'une transition des crues vers l'aval, ce qui est susceptible de provoquer des sollicitations hydrauliques plus importantes en plaines ;
- Le piétinement et l'abroustissement des berges qui peuvent être conséquentes sur certains secteurs en pâturages jusqu'à faire disparaître le lit mineur, entraînant des inondations localisées, la mise en suspension de fines ... ;
- Les ouvrages ne représentent pas un enjeu majeur sur l'ensemble du bassin versant. Seuls quelques ouvrages de seuils d'anciens moulins présents sur le ruisseau de la Baume créent un remous de quelques dizaines de mètres maximum environ. De même les ouvrages en centre-ville ou en plaine au niveau des routes départementales sont globalement calibrées pour permettre un écoulement des eaux, excepté le pont présent au niveau de la RD21 sur le ruisseau du Buhin, ce dernier réceptionnant l'ensemble des écoulements du bassin versant ;
- La présence de plans d'eau localisés sur cours entraîne une rétention des eaux (parfois eutrophisée par manque d'entretien) et faisant obstacle à la continuité piscicole ;
- Les passerelles agricoles qui peuvent être détériorées et/ou entraîner des incidences morphologiques ponctuelles ;
- Les quelques drains de surface présents en secteur agricole qui empêchent le développement de milieux humides ;
- Les clôtures en travers entraînant une accumulation d'embâcles ;
- La présence de plans d'eau en dérivation et manquant parfois d'entretien ;
- La présence d'abreuvoirs créant ponctuellement des modifications de débits.

Dans la figure suivante est repris l'Espace de Bon Fonctionnement (EBF) et les enveloppes de crues, auxquels sont ajoutés les facteurs humains étant impactés ou ayant un impact sur les inondations, à savoir :

- La rectification du lit et l'identification (au travers de la modélisation hydraulique) des cheminements d'écoulements principaux et secondaires en lit majeur ;
- Le tracé du fond de vallée, qui suit une partie de ces mêmes cheminements lors des débordements hors des lits rectifiés ;
- L'inondation potentielle de certaines habitations au niveau de Sancey-le-Grand ;
- Le facteur limitant de certains ouvrages en crue, cette information n'ayant pas été établie via la modélisation hydraulique (les ouvrages n'ayant pas été modélisés) mais via la visite de terrain, les indications des élus, les photos du territoire en période de crues etc. ;

- Les piétinements en zone prairiale.

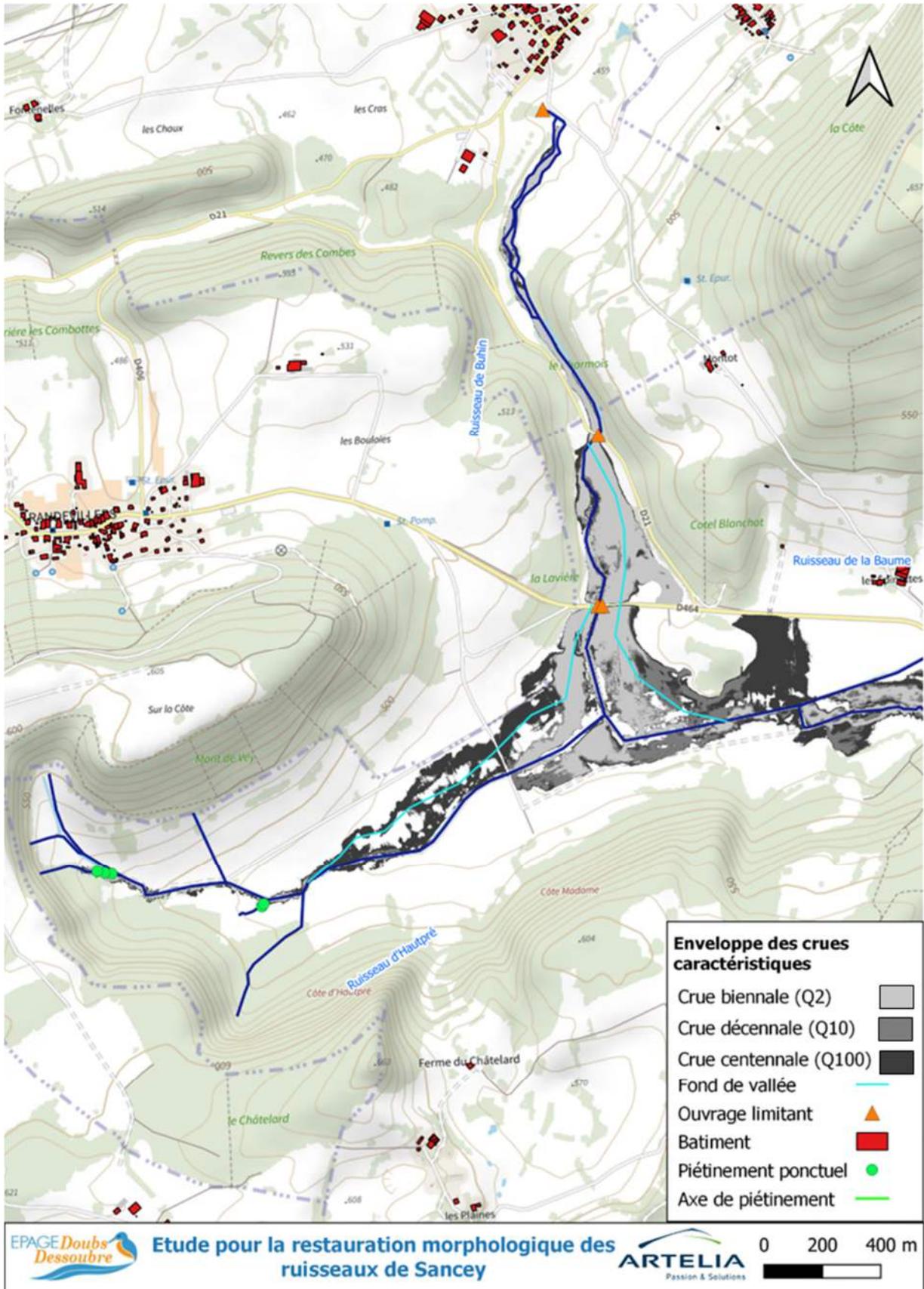


Figure 87 – Espace de bon fonctionnement hydraulique et facteurs d’artificialisation – Partie Ouest

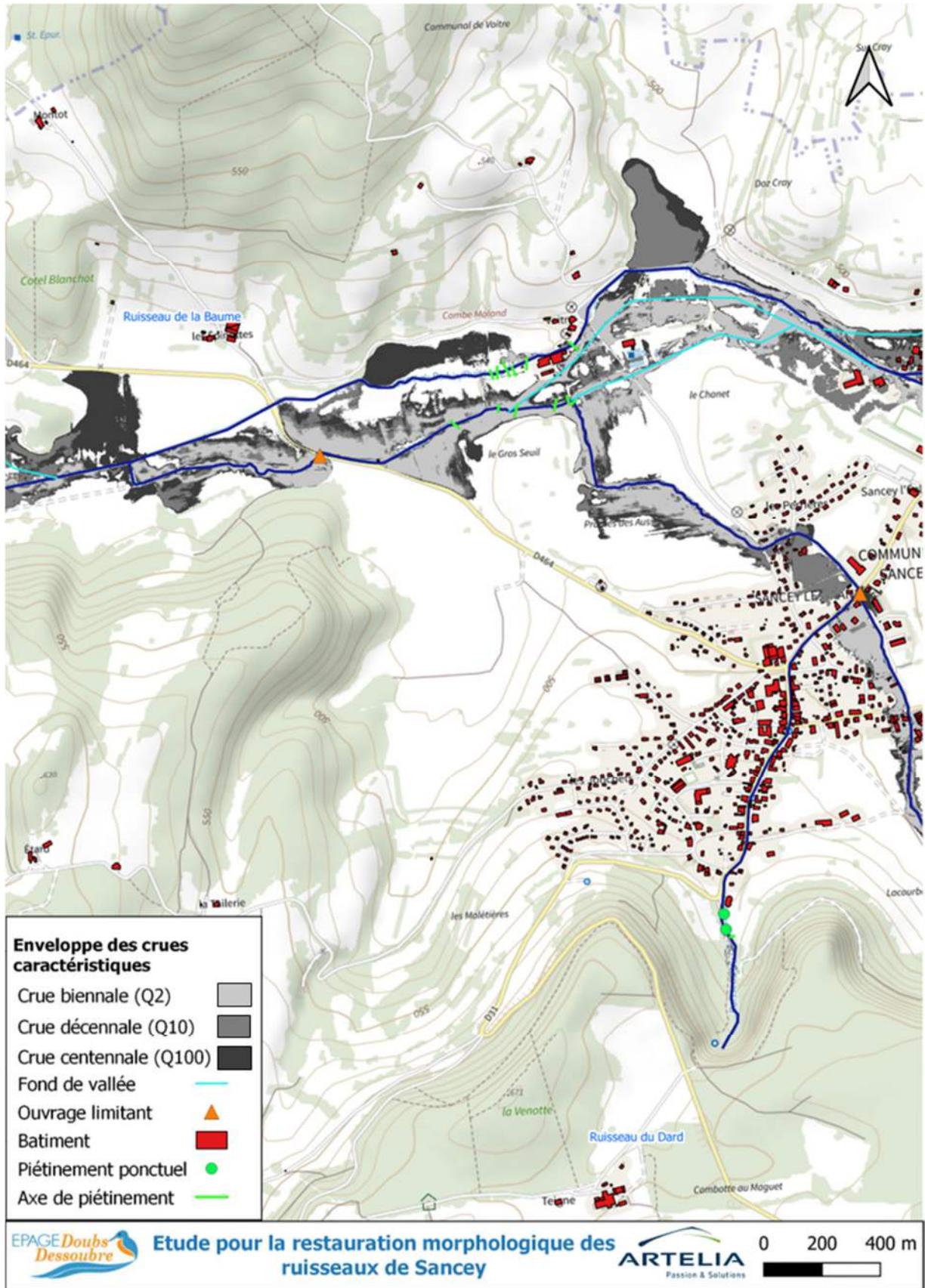


Figure 88 – Espace de bon fonctionnement hydraulique et facteurs d’artificialisation – Partie Centrale

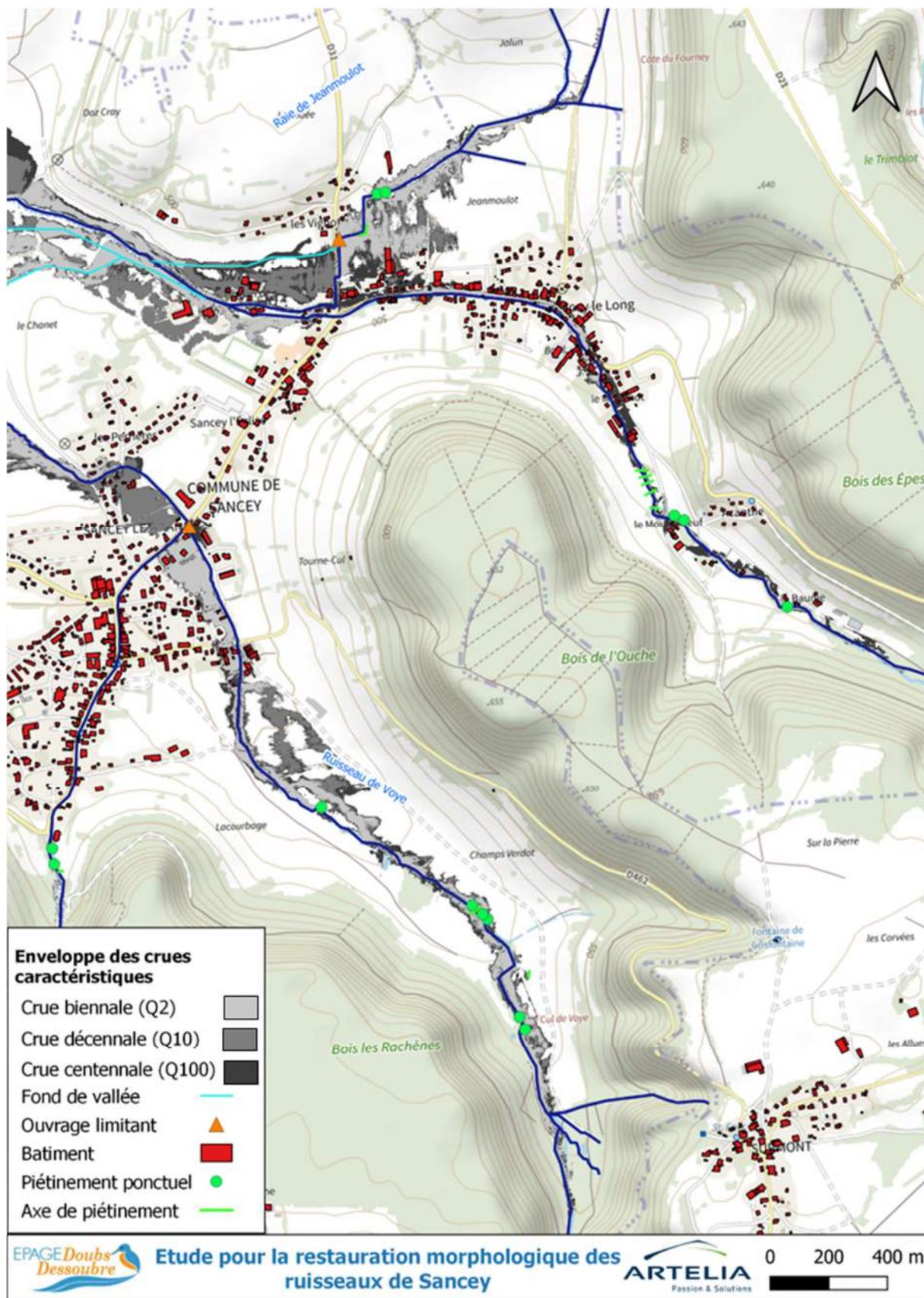


Figure 89 – Espace de bon fonctionnement hydraulique et facteurs d’artificialisation – Partie Est

5. FONCTIONNEMENT MORPHODYNAMIQUE

5.1. L'INCISION ET L'EXHAUSSEMENT DU LIT

Deux dynamiques longitudinales sont présentes sur le site d'étude :

- **L'exhaussement des fonds**, qui comme évoqué précédemment est d'une part liée ici dépôts de vases dans le lit des cours d'eau au niveau des zones de pâturage. La profondeur du lit peut en effet être réduite jusqu'à environ 0.20 m sur certaines portions où les berges disparaissent sous les traces des sabots.

De plus, certaines zones avec des cultures sans zone enherbée, des pâturages ou la présence d'une route entraînent une déstabilisation des berges via le passage des engins agricoles, des voitures et des bovins ; les berges tombent alors dans le lit du ruisseau. C'est le cas du ruisseau de Voye après la sortie de la zone urbaine de Sancey-le-Long, où des sections entières de berges de plusieurs mètres se retrouvent dans le ruisseau.



Figure 90 – Exemple des problématiques d'instabilité de berges sur le ruisseau de Voye (photos prises le 21/10/2022)

Enfin, une dynamique d'exhaussement est retrouvée en amont des ouvrages hydrauliques, et notamment sur les portions de cours d'eau artérialisées (sections perchées), dont la pente n'est plus suffisante pour remobiliser les sédiments fins.

- **L'incision du lit** : les secteurs incisés sont retrouvés en majorité sur les secteurs aval et rectilignes des ruisseaux, après la sortie de la zone urbaine de Sancey. En effet, les ruisseaux sur ce secteur (ruisseau de Voitre, de Voye et du Buhin) présentent des berges d'une hauteur supérieure à 1.50 m voire 2.00 m pour des lits de plus de 5 m de large. Cette configuration est défavorable sur le plan écologique.

5.2. LA DYNAMIQUE LATÉRALE

En plus de la dynamique longitudinale, les cours d'eau montrent généralement une mobilité latérale (érosions, dépôts) qui sur le long terme est responsable des sinuosités qui sont encore retrouvées sur le terrain.

5.2.1. Traces d'érosions en berges

Quelques érosions sont marquantes et importantes sur les ruisseaux de Sancey. Il s'agit d'érosions dues à la présence de méandres avec des traces d'érosions en extrados. Au vu des capacités morphodynamiques des ruisseaux à l'étude et des épisodes de crues éclairs indiqués par les élus et riverains du bassin versant, cette dynamique érosive parfois conséquente est susceptible de se poursuivre au fil des crues.

Certaines zones érosives sont également accentuées par le piétinement des berges des bovins sur certains secteurs. L'absence de végétation dans certains pâturages entraîne une mise à nue rapide de la berge et accentue ces zones érosives.

Ci-dessous les quelques érosions marquantes du secteur d'étude :

- Sur le ruisseau du Dard, sur la zone amont :



- Sur la partie aval du ruisseau du Buhin, en amont direct du trou Fenoz. Les périodes de crues ont entraîné la création d'un méandre par érosion. Cette dernière semble bénéfique, empêchant le débordement rapide du ruisseau sur la route présente non loin (le ruisseau étant en eau sur cette zone seulement en période de forte pluie) :



- Sur la zone amont du ruisseau de la Baume, en sortie de zone forestière et avant les maisons alignées le long du ruisseau. Le ruisseau est a visiblement été rectifié sur cette zone due à la présence de sylviculture en rive droite. L'occupation du sol en rive gauche reste bocagère jusqu'aux premières maisons. La berge sur cette rive est haute et abrupte. De ce fait le cours d'eau vient éroder la berge en crue, formant parfois une ébauche de méandre. Les arbres en haut de berge sont alors en voie d'être arrachés et de tomber dans le ruisseau, pouvant alors former des embâcles importants :



- Sur la partie amont à la scierie Jacquet Gabriel sur la commune de Sancey, sur le ruisseau de la Baume, en aval direct du Moulin Neuf. D'après les indications du propriétaire du Moulin Neuf, le terrain naturel a été surélevé sur ce secteur via du remblai pour l'installation d'une canalisation dans le champs annexe. De ce fait, le ruisseau vient creuser sur ce remblai à la granulométrie grossière. La présence de piétinements de la berge rend cette dernière d'autant plus instable :



- A plus petit niveau, sur la partie amont du ruisseau d'Hautpré, les berges étant parfois hautes et abruptes (presque 2 m de hauteur). Le ruisseau va alors éroder la berge en extrados de méandre lors des périodes de fortes eaux. Le ruisseau n'est plus contraint par la présence d'une route en rive gauche ou droite comme c'est le cas sur certaines sections du ruisseau et peut de ce fait s'élargir et créer une zone d'expansion de crue en intrados avec la présence de bancs végétalisés :



Les érosions notées sur l'ensemble du secteur sont jugées relativement peu problématiques pour les enjeux humains, mais elles montrent que les cours d'eau à l'étude peuvent démontrer une certaine dynamique latérale, favorable au renouvellement d'habitats écologiques indispensables au maintien d'une biodiversité en bonne santé. À l'avenir, une réflexion sur la délimitation d'un espace de liberté du cours d'eau mérite d'être envisagée, en cohérence avec la notion d'espace de bon fonctionnement.

5.2.2. Les traces d'affouillement

Des **traces d'affouillement** sont visibles en pieds de berges, faisant parfois ressortir les chevelus racinaires des arbres présents en ripisylve.

A noter que ces affouillements sont visibles également sur tout le bassin versant, les pluies et crues éclaircies qui en résultent devant y participer.



Figure 91 – Exemples d'affouillement sur les ruisseaux du Buhin, de Voye et un affluent de la Baume (Photos prises le 13, 18, 19 et 20/10/2022)

Globalement, la sinuosité des ruisseaux de Sancey peut être mauvaise avec des sections rectilignes (indice de sinuosité de 1), mais des sections plus naturelles ont maintenu une bonne sinuosité, sections où le ruisseau est moins contraint et peut s'étaler en lit majeur (indice de sinuosité de 1.1 à 1.2).

Aujourd'hui, de nombreuses érosions de berge sont retrouvées sur les tronçons qui ont conservés de bonnes sinuosités. Ces érosions sont la preuve que **la dynamique latérale du cours d'eau est toujours active. Cela revêt un enjeu fort pour les perspectives de gestion des cours d'eau, notamment en ce qui concerne le choix de laisser (ou non) le cours d'eau divaguer**, ce qui constituerait un gain sur le plan écologique et morphodynamique.

5.3. LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

5.3.1. Apports solides

La notion d'apports solides dans un cours d'eau renvoi aux apports de sédiments dans le cours d'eau, qui seront potentiellement charriés par la suite lors des épisodes de crues.

Il existe deux types d'apports :

■ **Des apports externes :**

- Production primaire : il s'agit des apports en sédiments grossiers parvenant directement au cours d'eau (écoulement, reptation, glissement), comme par exemple des éboulis de pente, des glissements de terrain, ... ;
- Production secondaire : il s'agit des apports des affluents.

■ **Des apports internes :**

- Stock en lit mineur comme le matelas alluvial en fond de lit mineur ;
- Stock en lit majeur et terrasses : il s'agit d'apports externes se faisant par le biais d'érosions latérales.

Sur le secteur d'étude, les apports externes sont faibles en zones urbaine et de plaine. Cependant les zones apicales des ruisseaux de Voye, de la Baume et du Dard et leurs affluents présentent un apport intéressant au vu du contexte karstique et des éboulis visibles sur ces zones amont. Les vallées des deux ruisseaux y sont plutôt encaissées, les axes de dévalaisons des sédiments se trouvent majoritairement dans le lit des ruisseaux.

Potentiellement, des apports internes pourraient exister compte tenu de la présence de graviers, galets et d'éléments plus fins de type sableux dans le lit mineur et des érosions légères notées sur les parties amont du secteur principalement. Cela dit, les observations de terrain et les analyses historiques ont montré que la mobilité latérale du cours d'eau est relativement réduite en plaine.

5.3.2. Le matelas alluvial

■ **Les roches-blocs-pierres (>10 cm) :**

Comme indiqué dans la section précédente, le matelas alluvial du bassin versant est assez riche sur les parties amont des ruisseaux, principalement grâce à des apports externes. Cela entraîne la présence de substratum de types roches et blocs/pierres dans le lit mineur.





Figure 92 – Sédiments grossiers sur les zones apicales des ruisseaux du Dard, de la Baume et un de ses affluents et de Voye (Photos prises le 17 et 18/10/2022)

Des blocs et des pierres peuvent également être retrouvés en plaine mais ils seront majoritairement dus à d'anciens enrochements.

■ **Les chutes karstiques :**

Le bassin versant étant à dominante karstique, bon nombre de chutes se sont formées au fil des années, en particulier sur les zones amont du secteur d'étude, ces successions de seuils étant particulièrement nombreux sur le ruisseau de la Baume.



Figure 93 – Exemple de seuils karstiques sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 18/10/2022)

■ **Les graviers/galets (0.2 – 10 cm) et sables (0.2 – 0.5 cm) :**

Outre la présence de blocs et pierres éparses, les fonds sont composés d'un matelas de graviers et galets avec une part de sables plus ou moins importants en fonction des zones. Les différences de composition de ces différents substrats s'expliquent potentiellement grâce au contexte forestier de certaines zones et donc à des curages probablement moins répétés par le passé par rapport aux zones prairiales. De plus, au vu du gabarit du lit mineur important des ruisseaux en zone aval, on peut supposer que les crues mobilisent les substrats par rapport aux zones amont.



Figure 94 – Matelas de graviers et galets en amont et aval de zone urbaine sur le ruisseau de la Baume (Photos prise le 20/10/2022)



Figure 95 – Matelas alluvial sur la partie amont et aval du ruisseau de Voye (Photos prises le 18 et 21/10/2022)

■ Le pavage en zone urbaine :

En zone urbanisée, le matelas alluvial est plus pauvre que sur le reste des linéaires, cela étant dû en partie au pavage des fonds, et aux protections de berges parfois importantes qui rompent les apports internes venant des berges, et augmentent les forces d'arrachement appliquées sur les sédiments charriés depuis l'amont (absence de maintien du matelas).



Figure 96 – Exemple de pavage sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 20/10/2022)

■ Le colmatage des fonds par les fines (<0.2 cm) :

Les différents ruisseaux sont aussi concernés par des phénomènes d'envasement. Ce colmatage des fonds par les fines est principalement retrouvé :

- Au niveau des zones pâturées (piétinement des berges) ;
- Sur les portions de cours d'eau à faible pente ;
- En amont des ouvrages hydrauliques et des chutes.

5.3.3. Le transport sédimentaire

Le transport sédimentaire semble plutôt actif sur les ruisseaux à l'étude, une diversité des fonds et des substrats étant noté sur tout le secteur de manière générale. Le substratum de gros gabarit (blocs de pierres et rocher) se retrouve principalement en secteur amont et provient directement d'apports externes. Ce substratum est ensuite en partie charrié vers l'aval du bassin versant via les périodes de crues, jusqu'en zone prairiale. Un apport interne en substrat de type gravier et sable est notable grâce à la dynamique latérale encore possible sur certains secteurs forestiers. Les zones urbaines présentent un appauvrissement en termes d'apport sédimentaire due aux protections de berges et au charriage important des fonds du lit vers l'aval en période de crue.

Les zones de colmatage sont plutôt localisées en amont de seuils ou sur les portions de cours d'eau à faible pente. Le colmatage provenant de l'envasement des berges et du lit piétiné pourrait être diminué via des actions de protections de berges.

Aujourd'hui, il n'y a pas d'obstacles majeurs au transport sédimentaire sur les cours d'eau étudiés malgré la forte densité en ouvrages en tout genre. En effet, les zones de retenues des ouvrages et chutes sont globalement comblées (en d'autres termes, ils ne forment plus une « marche » qui pourrait constituer un obstacle au charriage des sédiments).

Le fonctionnement sédimentaire du bassin versant des ruisseaux de Sancey est caractérisé par un apport important en tête de bassin versant et en zone forestière puis un charriage important en période de crue. Cela permet un transport sédimentaire qui semble actif sur l'ensemble du bassin versant. Cependant, la faiblesse des apports en zone prairiale et l'artificialisation des berges empêche un renouvellement des fonds en aval du bassin versant, jusqu'à la disparition de substratum sur le ruisseau du Buhin en aval de la RD21. A cela s'ajoute le colmatage provenant du piétinement des berges en secteur prairial, enlisant certains secteurs du bassin versant.

6. ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES

6.1. CONTEXTE CULTUREL ET RÉGLEMENTATION ASSOCIÉE

6.1.1. Protection au titre des abords de monument historique

Le périmètre de protection est une servitude d'utilité publique qui s'applique autour de chaque édifice inscrit ou classé au titre des monuments historiques. La loi du 25 février 1943 instaure l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France sur toute demande d'autorisation de travaux à l'intérieur d'un périmètre de protection de 500 mètres de rayon autour des monuments historiques, qu'ils soient classés ou inscrits. Au sein de ce périmètre, la sensibilité de projets de travaux est souvent nuancée en fonction de la co-visibilité avérée ou non entre le dit monument et le site du projet.

Plus récemment, la loi du 7 juillet 2016 relative à la liberté de création, à l'architecture et au patrimoine, et son décret d'application du 29 mars 2017, prévoient de nouvelles dispositions en matière de conservation et de mise en valeur du patrimoine architectural, urbain et paysager. En particulier, en fonction de la nature de l'édifice inscrit ou classé monument historique et de son environnement, un périmètre de protection adapté, appelé « périmètre délimité des abords » (PDA) peut être proposé par l'Architecte des Bâtiments de France. La distance usuelle de 500 m est ainsi adaptée, avec l'accord de la commune concernée. Ce périmètre est créé par l'autorité administrative après enquête publique.

A l'intérieur de ces périmètres de protection, l'Architecte des Bâtiments de France est appelé à donner son avis sur l'ensemble des projets.

6.1.2. Sites inscrits et classés

Au sein du périmètre d'un site classé, toute modification de l'état ou de l'aspect du site doit faire l'objet d'une autorisation spéciale de l'administration, délivrée par le préfet de département ou par le ministre en charge des sites selon les types de travaux.

Au sein du périmètre d'un site inscrit, toute modification de l'état ou de l'aspect du site doit faire l'objet d'une information de l'administration, au moins 4 mois avant le début des travaux. L'Architecte des Bâtiments de France est appelé à donner son avis pour les démolitions.

6.1.3. Sites présents sur le bassin versant

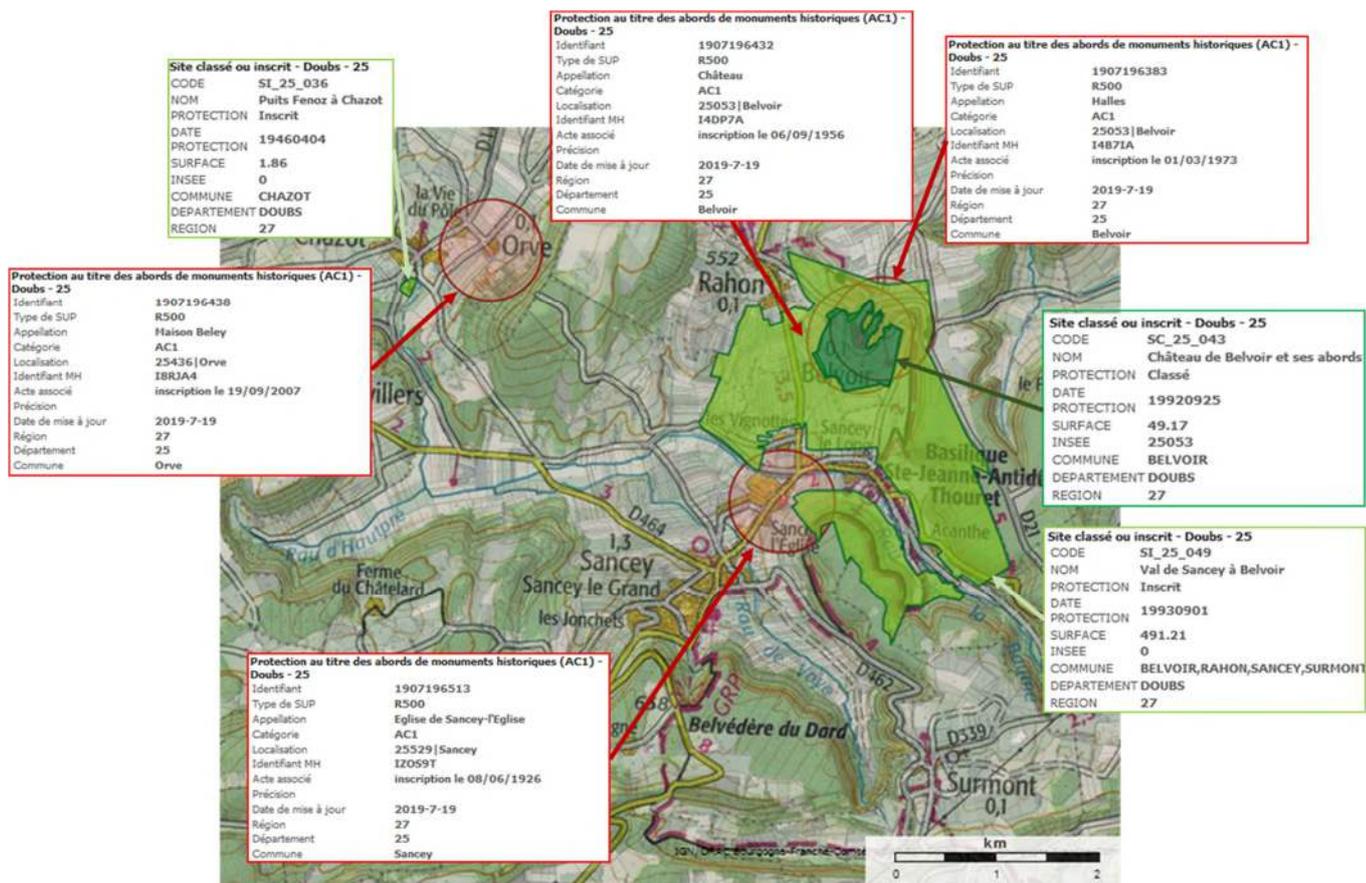


Figure 97 - Sites d'intérêt patrimonial, classé et inscrit sur le secteur de l'étude (Source : Atlas des patrimoines)

Quatre zones de protection au titre des monuments historiques sont présentes sur le bassin versant, mais seule trois de ces protections concernent un des ruisseaux à l'étude :

- La protection se trouvant dans la commune de Sancey et qui concerne le ruisseau de la Baume, il s'agit de l'Eglise de Sancey ;
- Les deux protections se trouvant dans la commune de Belvoir et qui concernent le ruisseau de Jeanmoulot et le ruisseau à l'Ouest de la commune (intitulé ruisseau de Ronchaux par les élus), il s'agit du château et des halles.

De plus, le château de Belvoir et ses abords sont aussi associées à une zone de protection car le site est classé. Cette protection est accolée au tracé du ruisseau de Jeanmoulot.

Le val de Sancey à Belvoir constitue un site inscrit, site qui englobe les ruisseaux de la Baume et de Jeanmoulot.

Enfin, le puits Fenoz est un site inscrit en date du 04/04/1946.

Les aménagements projetés dans ces périmètres de protection seront soumis aux réglementations associées.

6.2. USAGES ET ACTIVITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES

6.2.1. Occupation du sol

Les abords directs des différents cours d'eau à l'étude sont majoritairement occupés par des prairies de fauche ou de pâturage (prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole).

Les ruisseaux de la Baume, de Voye et de Jeanmoulot traversent la zone urbaine de Sancey, sur une distance plus importante pour le ruisseau de la Baume.

Des forêts de feuillus, de conifères et mélangées sont présents en marge sur tout le bassin versant et au niveau des sources de certains ruisseaux comme celui de la Baume, de Voye et en partie pour celui d'Hautpré.

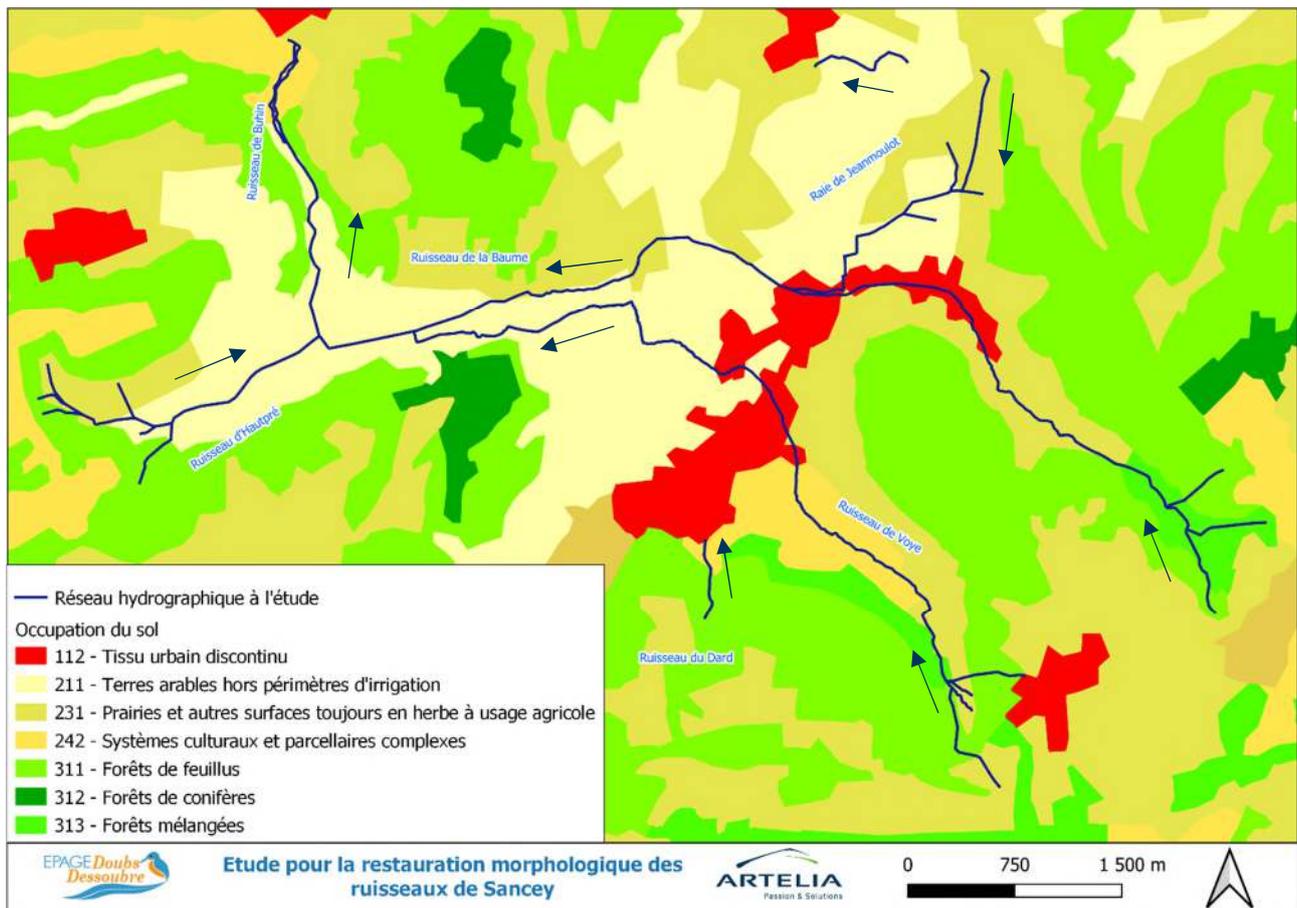


Figure 98 - Occupation du sol dans le secteur de l'étude (Source : Corine Land Cover 2018)

Plus précisément, la figure suivante représente l'occupation du sol des différentes parcelles en bordure de ruisseaux relevé lors de la phase de terrain d'octobre 2022. L'occupation du sol y est sensiblement la même ; cette analyse sur le terrain permet cependant de pointer les parcelles qui auront une pression plus importante sur les berges et le cours d'eau. Il s'agit notamment :

- Des cultures sans bande enherbée qui sont parfois cultivées jusqu'en bordure du ruisseau, empêchant toute installation de ripisylve. Le passage proche des engins rend souvent la berge instable ;
- Les zones urbanisées qui ne permettent pas de modification naturelle du tracé du lit du ruisseau ;

- Les pâturages où la présence de bovins peut entraîner des piétinements de berges conséquents comme c'est d'ailleurs le cas sur plusieurs ruisseaux à l'étude.

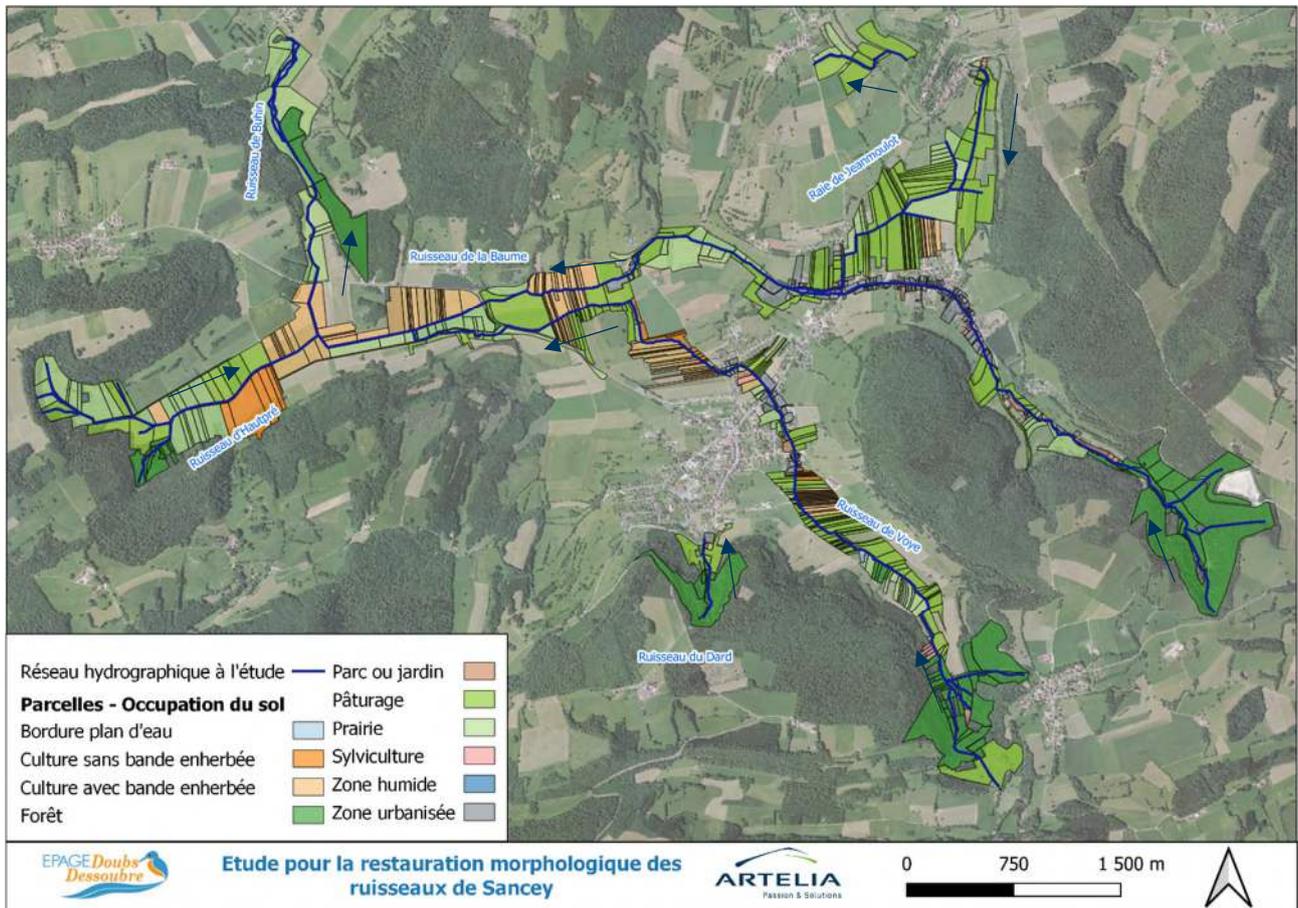


Figure 99 – Occupation du sol sur les parcelles en bordure de cours d'eau

6.2.2. La pêche

Le parcours de pêche du ruisseau de la Baume s'étend sur 4 km, de la source à la départementale RD464, la partie aval du parcours étant une réserve permanente.

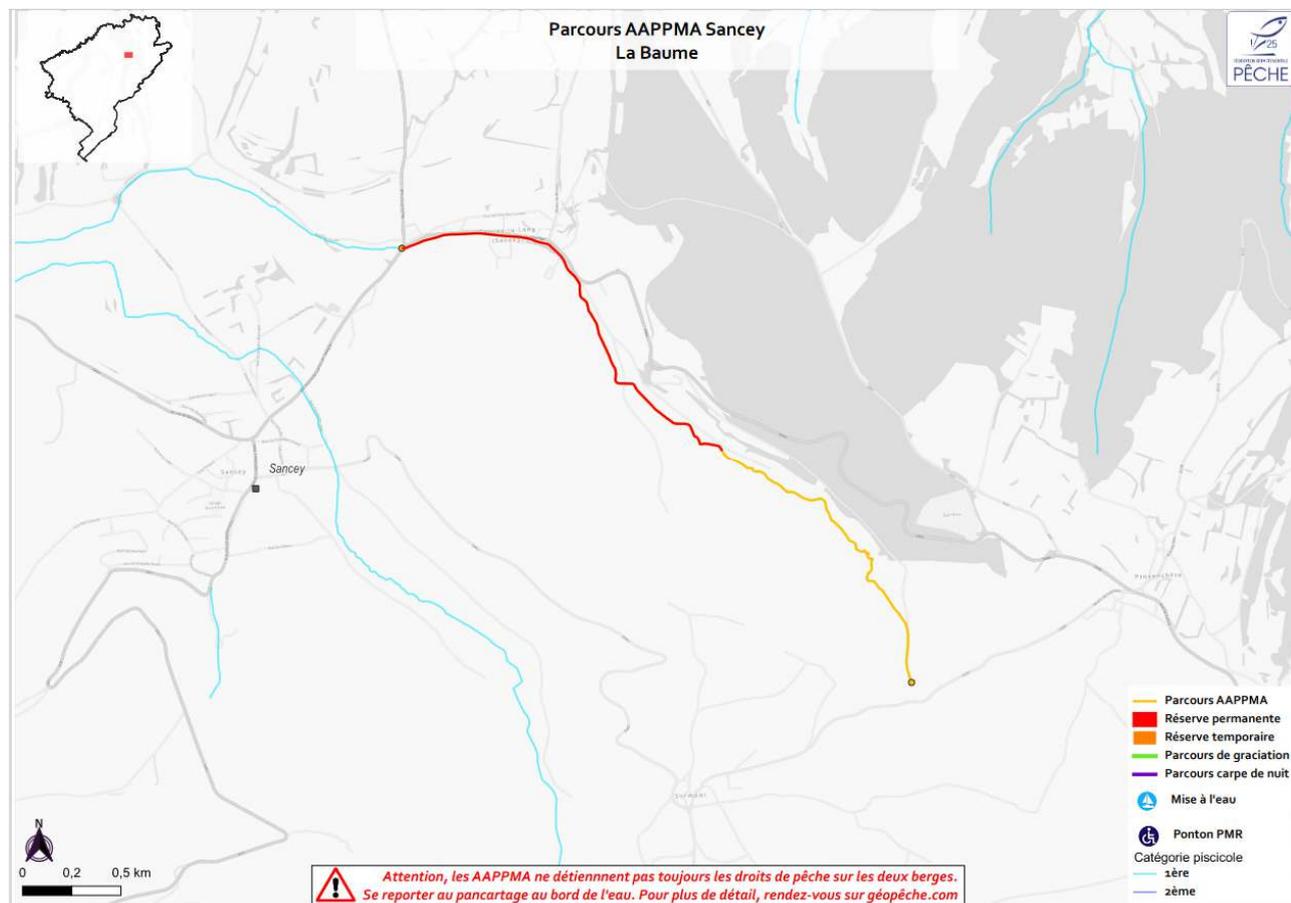


Figure 100 - Carte du parcours de pêche du ruisseau de la Baume (Source : Fédération de pêche du Doubs)

Les ruisseaux de Sancey sont considérés comme une zone de 1^{ère} catégorie, c'est-à-dire à dominance salmonicole. Les espèces caractéristiques de ce peuplement sont la **Truite fario**, le **Vairon**, le **Chabot** et le **Chevannes**, toutefois cela ne signifie pas qu'elles sont pour autant présentes sur site. Le ruisseau de la Baume dispose d'une AAPPMA et est en partie en réserve temporaire ou permanente.

6.2.3. Captages en eau potable

Plusieurs captages sont présents sur le secteur d'étude d'après les données de Ideo BFC et de l'ARS. Ils sont présentés sur la figure suivante :

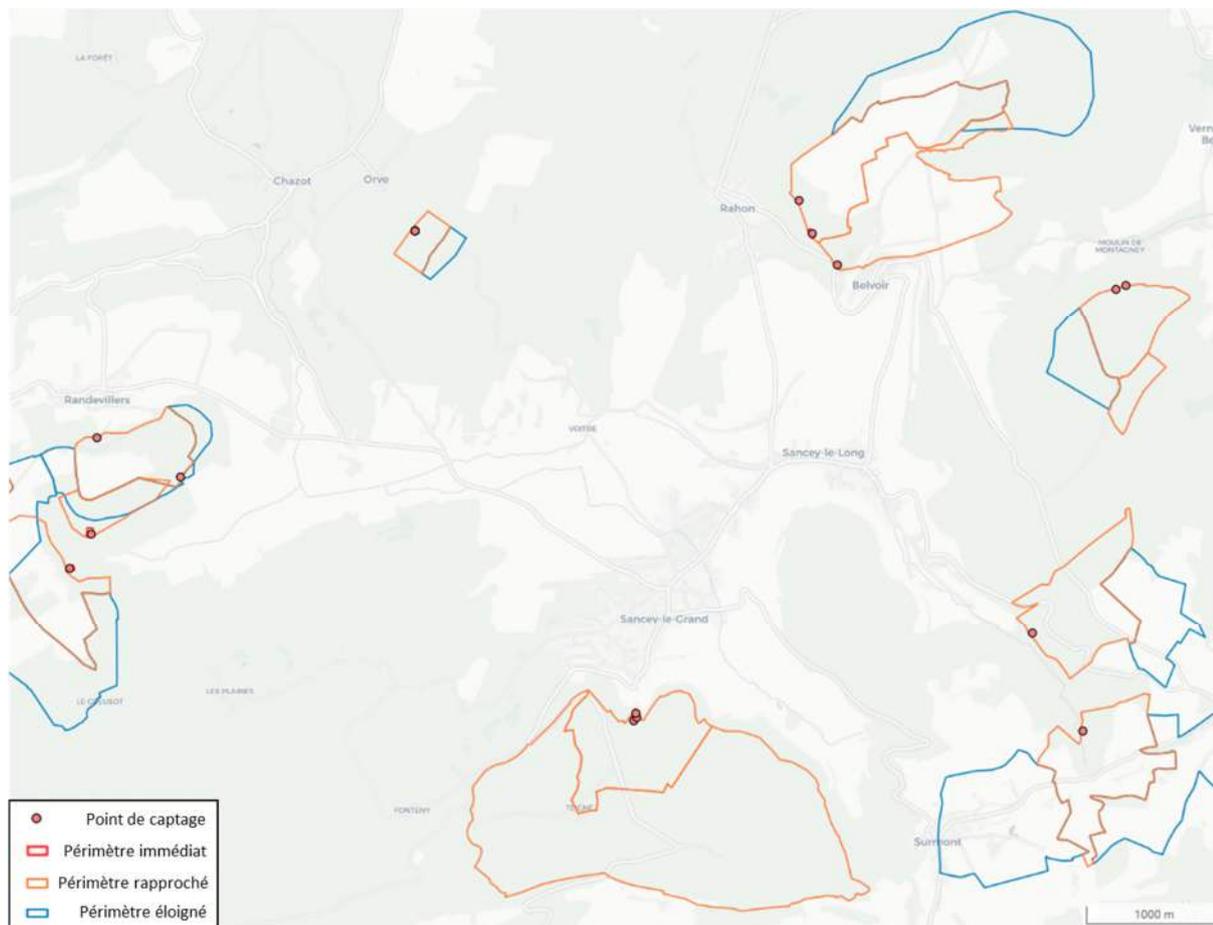


Figure 101 – Captages AEP sur le secteur d'étude (Source : ideo bfc)

Certains de ces captages concernent directement les ruisseaux à l'étude. C'est le cas pour le ruisseau du Dard et le ruisseau de la Baume.

Le ruisseau du Dard est directement concerné par trois sources :

- Captage du Sapin ;
- Captage du Frêne ;
- Captage du Peuplier.

Le volume d'eau prélevable autorisé au niveau de ces sources par la commune de Sancey-le-Grand est de l'ordre de 220 m³/j pour 80 000 m³/an. Le trop plein des sources captées alimente le ruisseau du Dard, ce dernier étant privé d'eau dans sa quasi-totalité à l'été.

Un périmètre de protection immédiat (PPI) et rapproché (PPR) a été mis en place au niveau de ces captages via l'arrêté n°2013016-0004 en date du 16 janvier 2013 (Cf. figure suivante).



Figure 102 – Captages directement reliés au ruisseau du Dard

Le ruisseau de la Baume est directement concerné par une source intitulée « source de frêne ». Des périmètres de protection immédiat, rapproché et éloigné ont été mis en place autour du captage via l'arrêté n°571, en date du 1^{er} février 2007 (Cf. figure ci-dessous). L'arrêté fixe le débit maximal de prélèvement à 250 m³/j.

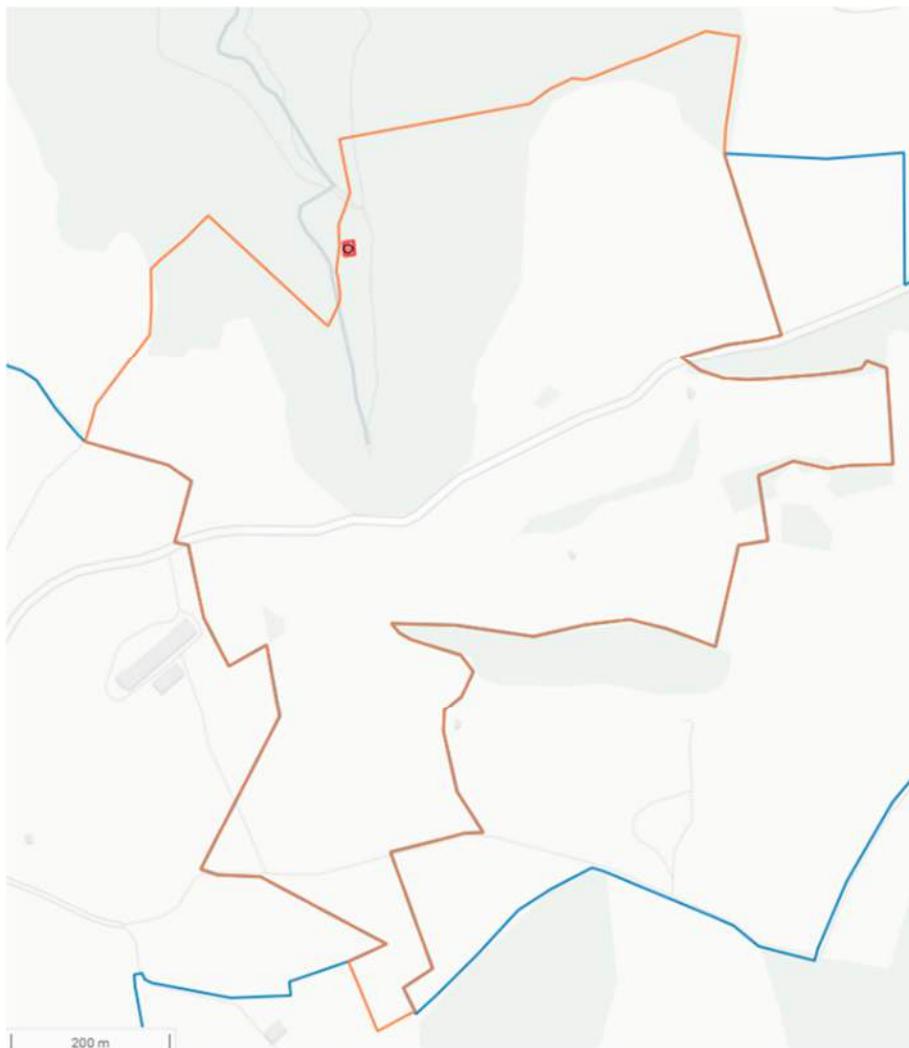


Figure 103 – Captage directement relié au ruisseau de la Baume

6.2.4. Station d'épuration

Une station d'épuration a été construite à Sancey-le-Grand et mise en service en décembre 2006. Elle reçoit et traite les eaux de Sancey-le-Grand, Sancey-le-Long, Rahon et Belvoir. Il s'agit d'une station de traitement des eaux de type Boue Activé à Aération Prolongé d'une capacité de 3000 EH, accompagnée d'un système de traitement des boues de type Rizo-compostage.

Elle remplace l'ancienne station de Sancey-le-Grand qui recevait les eaux usées de la commune et était sous-dimensionnée. Les eaux usées de Sancey-le-Long se déversaient directement dans le ruisseau de la Baume jusqu'en 2006, sans aucun traitement préalable.

Cette nouvelle station se trouve le long de la route de Voître, entre l'étang de Voître et la commune de Sancey-le-Grand. Elle est raccordée au ruisseau de Voître, permettant un certain soutien d'étiage dans le tronçon en aval du moulin de Voître.



C. QUALITÉ DES MILIEUX AQUATIQUES ET RIVERAINS

1. ESPACES NATURELS PATRIMONIAUX

1.1. SITE ZNIEFF

Une **ZNIEFF** (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) est un secteur du territoire particulièrement intéressant sur le plan écologique. L'ensemble des ZNIEFF constitue un recensement des espaces naturels exceptionnels ou représentatifs.

L'**inventaire ZNIEFF**, programme national initié en 1982, est donc un outil de connaissance du patrimoine naturel de la France. Dépourvues de valeur juridique directe, les ZNIEFF doivent néanmoins être prises en compte dans les plans d'urbanisme et les projets de grands ouvrages publics. Rappelons ici la distinction entre les deux types de ZNIEFF existants :

- **Les ZNIEFF de type I** : elles correspondent à des petits secteurs d'intérêt biologique remarquable par la présence d'espèces et de milieux rares. Ces zones définissent des secteurs à haute valeur patrimoniale et abritent au moins une espèce ou un habitat remarquable, rare ou protégé, justifiant d'une valeur patrimoniale plus élevée que le milieu environnant.
- **Les ZNIEFF de type II** : de superficie plus importante, elles correspondent aux grands ensembles écologiques ou paysagers et expriment une cohérence fonctionnelle globale. Elles se distinguent de la moyenne du territoire régional par leur contenu patrimonial plus riche et leur degré d'artificialisation moindre. Ces zones peuvent inclure des ZNIEFF de type I.

L'inscription d'une surface en ZNIEFF ne constitue pas en soi une protection réglementaire mais l'Etat s'est engagé à ce que tous les services publics prêtent une attention particulière au devenir de ces milieux. Il s'agit d'un outil d'évaluation de la valeur patrimoniale des sites servant de base à la protection des richesses.

Le site de l'étude est compris sur la partie amont du ruisseau de Jeanmoulot dans une zone **ZNIEFF de type 1 : RUISSEAU JEANMOULOT** (430020445).

La superficie de cette zone est de 14ha sur les communes de Belvoir et de Sancey. Divers habitats sont présents sur le site tels que :

- Des prairies de fauche des plaines médio-européennes ;
- Des bois de frênes et d'aulnes des rivières à débit rapide.

Une autre ZNIEFF de type 1 est référencée à 100 m de ce premier site et il s'agit de la PELOUSE de BELVOIR (430020449).

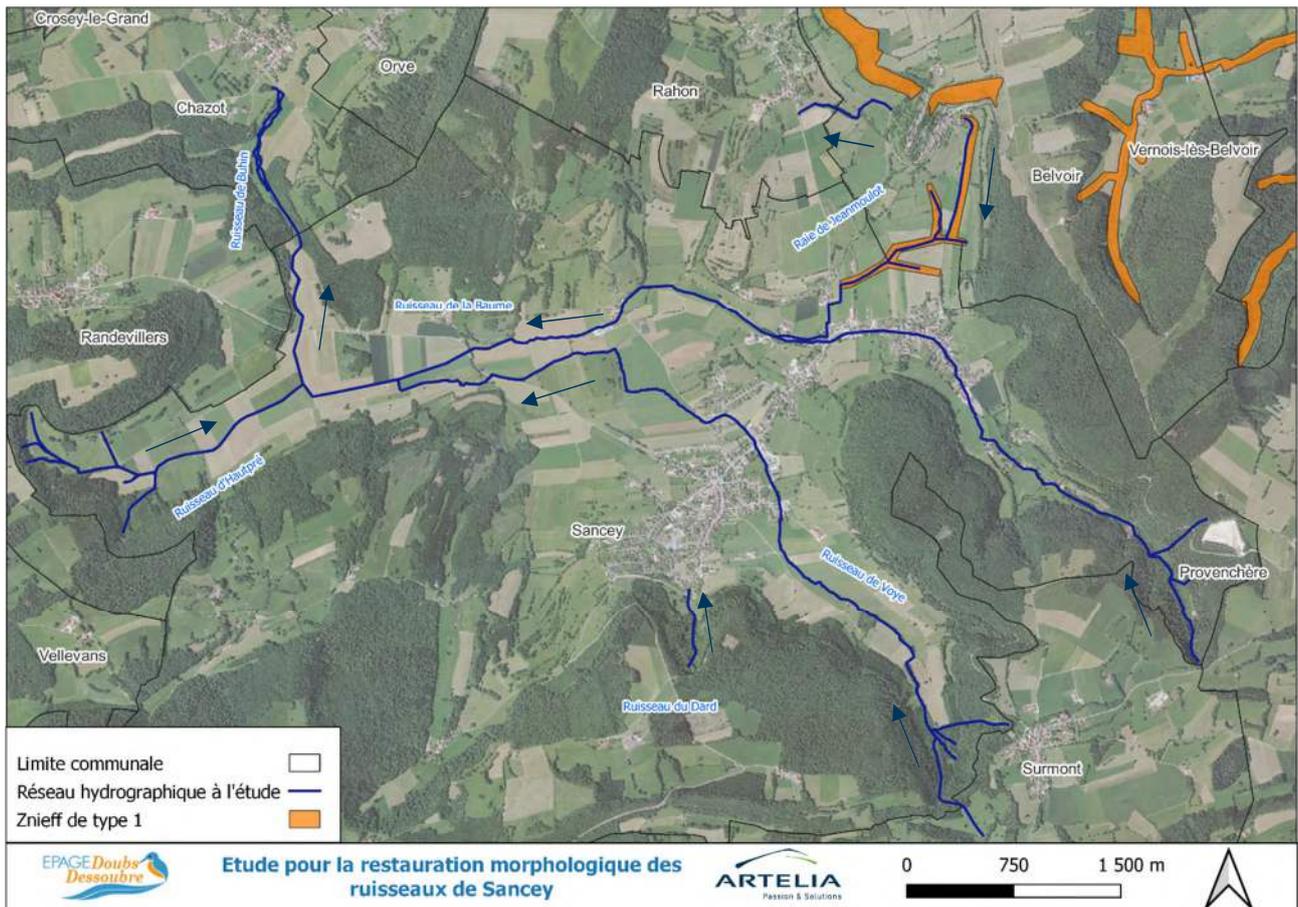


Figure 104 - Zonages de ZNIEFF sur le bassin versant à l'étude

1.2. NATURA 2000

Le réseau NATURA 2000 est un réseau européen regroupant des espaces abritant des habitats naturels et des espèces animales ou végétales, devenues rares ou menacées.

Le réseau est composé de sites désignés par chacun des Etats membres en application des directives européennes dites « Oiseaux » de 1979 et « Habitats » de 1992 :

- **La directive « Oiseaux »** a pour objet la conservation des oiseaux sauvages et la protection des habitats nécessaires à la reproduction et à la survie d'espèces d'oiseaux considérées comme rares ou menacées à l'échelle européenne ;
- **La directive « Habitats Faune et Flore »** a pour objet la conservation d'espèces et d'espaces sauvages afin de maintenir la diversité biologique (biodiversité) de ces milieux en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et des particularités régionales et locales qui s'y rattachent.

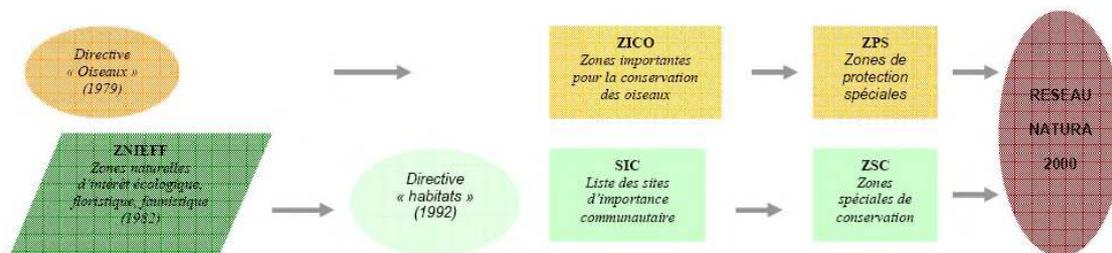


Figure 105 – Organisation du réseau Natura 2000

Le site à l'étude n'est pas compris par un site Natura 2000. Les sites les plus proches sont les suivants :

- Site à directives Oiseaux et Habitats : Vallée du Dessoubre (respectivement FR4312017 et FR4301298), situé à environ 3 km du ruisseau du Dard au plus proche et 4.5 km pour le ruisseau de la Baume ;
- Site à directives Oiseaux et Habitats : Moyenne vallée du Doubs (respectivement FR4312010 et FR4301294), situé à environ 6 km du secteur des ruisseaux d'Hautpré et du Buhin.

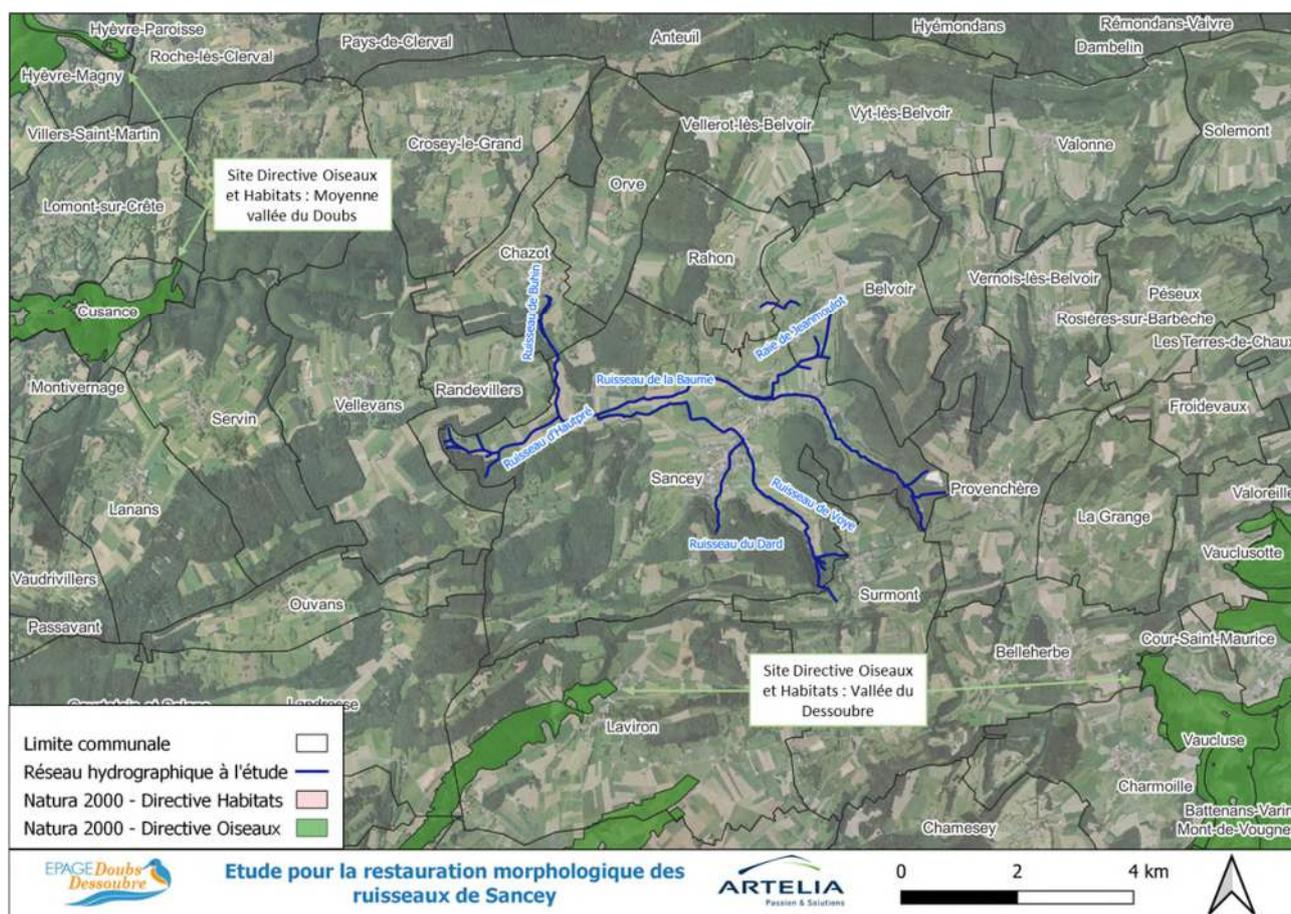


Figure 106 – Sites Natura 2000 aux alentours du secteur d'étude

1.2.1. Site Natura 2000 : Vallée du Dessoubre

« À l'est du département du Doubs, les vallées du Doubs, du Dessoubre et de la Reverotte incisent profondément les plateaux calcaires du Jurassique selon un axe globalement orienté nord-est sud-ouest. La disposition tabulaire des roches conditionne des versants abrupts mais réguliers. Les parties hautes sont constituées de corniches calcaires tandis

que les parties basses sont ennoyées de cailloux et d'argiles. Les fonds de vallée restent étroits. Le Dessoubre prend sa source à 600m d'altitude sous la Roche du Prêtre, dans le Cirque de Consolation. Sa naissance résulte de la confluence d'une série d'émergences, alimentées par les eaux d'infiltration des plateaux voisins. De nombreux exutoires de tourbières, entonnoirs et gouffres du plateau calcaire se rattachent ainsi au réseau souterrain du Dessoubre. À quelques kilomètres de là, il est rejoint par son principal affluent, la Reverotte, débutant sous la roche Barchey (988m), près du village de Loray. Le Dessoubre termine sa course dans le Doubs, 33km plus loin, à Saint-Hippolyte. Depuis la frontière suisse, ce dernier, circule d'est en ouest, après l'impressionnant virage du Clos du Doubs. »

En raison de l'extrême karstification du sous-sol calcaire et de la configuration des vallées, les formations humides restent localisées malgré un contexte général de forte pluviosité. Malgré leur rareté, toutes présentent une forte valeur patrimoniale.

Ces vallées constituent des espaces naturels privilégiés où aux canyons froids de l'amont succèdent de plus larges épanouissements très favorables à l'Ombre commun. D'autres poissons témoignent de la qualité des eaux, comme la lamproie de Planer, le blageon ou le chabot. Dans les vallées, les résurgences latérales constituent souvent des sources pétifiantes aboutissant à la formation de barres de tuf le long du ruisseau ou de tufières colonisées par d'importantes associations de mousses.

Les habitats naturels rocheux sont une autre composante essentielle du site car marquant profondément le paysage. Les grottes et réseaux souterrains sont nombreux et très développés, le creusement du Plateau calcaire par les rivières favorisant leur apparition. Qu'elles soient sèches ou noyées, les conditions de vie montrent des caractéristiques analogues : obscurité d'où l'absence de photopériode, variations de température atténuées et disponibilité alimentaire limitée. La faune montre une forte spécialisation et plusieurs espèces d'invertébrés endémiques et de chauves-souris sont présentes.

Ce site de 16 636 ha concerne principalement les habitats de type forêt caducifoliée (en raison surtout de la topographie) et les prairies semi-naturelles humides et mésophiles améliorées du département du Doubs. Cependant, les falaises et amphithéâtre rocheux, les prairies de pente, les réseaux de haies et bosquets, les fonds de vallée s'évasant régulièrement à la faveur d'afférences latérales confèrent à l'ensemble un attrait paysager remarquable et relativement diversifié. Des atteintes sont cependant notées. En effet, ces vallées accueillait autrefois beaucoup plus d'activités qu'actuellement. Dès le Moyen Âge, l'énergie motrice des rivières a été utilisée. De nombreux moulins, scieries, forges, tuileries, teintureries... aujourd'hui disparus, s'étaient implantés dans les vallées. Les traces en sont encore visibles. Cependant, leur abandon, le déclin des activités agricoles en liaison avec les difficultés d'exploitation ont induit un enrichissement et un boisement (souvent sous la forme de plantations de résineux) progressifs des vallées. L'encasement des vallées, l'opposition de versants plus ou moins abrupts, le contraste entre les différentes vallées, la nature des calcaires, la présence des plateaux occasionnent une grande diversité de milieux naturels.

Cette incontestable diversité d'habitats naturels (21 d'intérêt communautaire) est particulièrement favorable au développement d'une faune et d'une flore remarquables et de grande valeur (21 espèces sont répertoriées aux annexes 1, 2 et 4 des directives Oiseaux et Habitats).

1.2.2. Site Natura 2000 : Moyenne vallée du Doubs

Ce site concerne le « bassin topographique d'une partie de la moyenne vallée du Doubs. La vallée alluviale d'assez faible extension latérale est dominée par des versants où les boisements constituent les parties hautes et les prairies les parties inférieures. Les falaises y sont nombreuses. »

L'exposition et la nature du substrat (roche calcaire, formations argileuses) conditionnent la présence de plusieurs types forestiers qui, eux-mêmes, sont des habitats importants pour les espèces d'oiseaux du site et notamment pour celles de l'annexe 1 de la directive oiseaux sauvages (faucons, hiboux, pics, ...).

« Avec la forêt, un certain nombre de milieux herbacés ont élu domicile sur les versants, les éboulis et les rebords de corniche bien exposés : pelouses xériques à anthyllide des montagnes, pelouse thermophile à brome dressé et mélique ciliée, groupements d'éboulis... Le substrat calcaire, le sol superficiel, l'exposition chaude et l'absence totale de

- Les ruisseaux de la Baume et du Dard sont également pollués par les nitrates dès l'amont, sûrement par transmission de polluants à travers le karst (ces ruisseaux étant issus d'exurgences karstiques) ;
- Les ruisseaux de Voye et d'Hautpré sont à contrario de bonne qualité respectivement sur leur partie amont ou sur tout leur linéaire (ces ruisseaux sont issus d'une source non polluée par les nitrates) ;
- Le ruisseau de Voye est pollué par les nitrates suite à son passage en zone urbaine puis par des phosphates en aval de la station d'épuration de Sancey-le-Grand.

De nouvelles analyses ont été faites entre 2008 et 2009 sur le ruisseau de la Baume : à l'amont, à l'aval de la scierie du Moulinot, à l'aval de la traversée du village.

A savoir qu'un nouveau réseau a été mis en place en 2007 avec un raccordement à la STEP au SIVU, sur la commune de Sancey. Tous les raccordements privés doivent être faits d'ici fin 2008.

Les résultats sont les suivants :

- Les eaux sont chargées en nitrates au niveau des 3 stations mais sont inférieures à celles de 2002 (classe verte selon SEQ-Eau). Les pollutions sont donc effectives à travers le karst et peuvent provenir du lessivage des cultures, des élevages ou des rejets d'eaux usées.

La concentration en matières organiques, ammonium et MES augmente au fil des stations, traduisant une légère pollution provenant de rejets domestiques. La température prend également 6°C dans la traversée de Sancey, le passage du ruisseau étant canalisé et bétonné sur cette zone sur plus d'un kilomètre ;
- De légères teneurs en métaux lourds sont retrouvées dans les bryophytes mais les concentrations restent stables de l'amont à l'aval. Il n'y a pas de source de pollution en métaux lourds dans la traversée de Sancey ;
- Aucune trace de pesticides ou de produit de traitement du bois n'ont été détecté au niveau des stations de prélèvements. Cela n'exclue pas la pollution par le produit de traitement du bois de sédiments qui auraient été emportés plus en aval lors des crues ;
- Les résultats des tests (dits empreintes digitales) réalisées sur eaux brutes indiquent des traces d'acides d'ester et stéroïdes en 2008 et 2009, des traces d'hydrocarbures ont été trouvés seulement en 2008. Ces produits sont en général issus de rejets d'eaux usées et de leurs produits de transformation. Le déversement d'eaux usées dans la Baume semble être un problème récurrent ;
- Des pollutions chroniques importantes par des hydrocarbures ont été relevées dans les sédiments en aval de Sancey-le-Long.

En conclusion, plusieurs types de pollutions ont été mises en évidence sur le ruisseau de la Baume, certaines sont ponctuelles et d'autres sont chroniques et plus graves pour le bon état du ruisseau et pouvant affecter la reproduction du peuplement piscicole.

Les sources des pollutions à considérer sont les suivantes :

- Les eaux usées, même si celles-ci se sont améliorées suite au raccordement du système d'assainissement ;
- Les plateaux agricoles en amont des infiltrations karstiques ;
- Les stocks divers ou des sites de combustion incomplète de matières organiques.

2.2. QUALITÉ HYDROBIOLOGIQUE

2.2.1. Peuplement d'invertébrés

Les résultats concernant cette partie proviennent de l'Etude préalable à la définition d'un programme d'aménagement, de valorisation et d'entretien du ruisseau de la Baume et ses affluents réalisé en octobre 2010 par RWB France Sarl.

Des analyses de type IBGN ont été effectuées en 2002 sur 16 stations encadrant les accidents naturels et artificiels du réseau hydrographique sur le secteur d'étude (Cf. figure suivante).

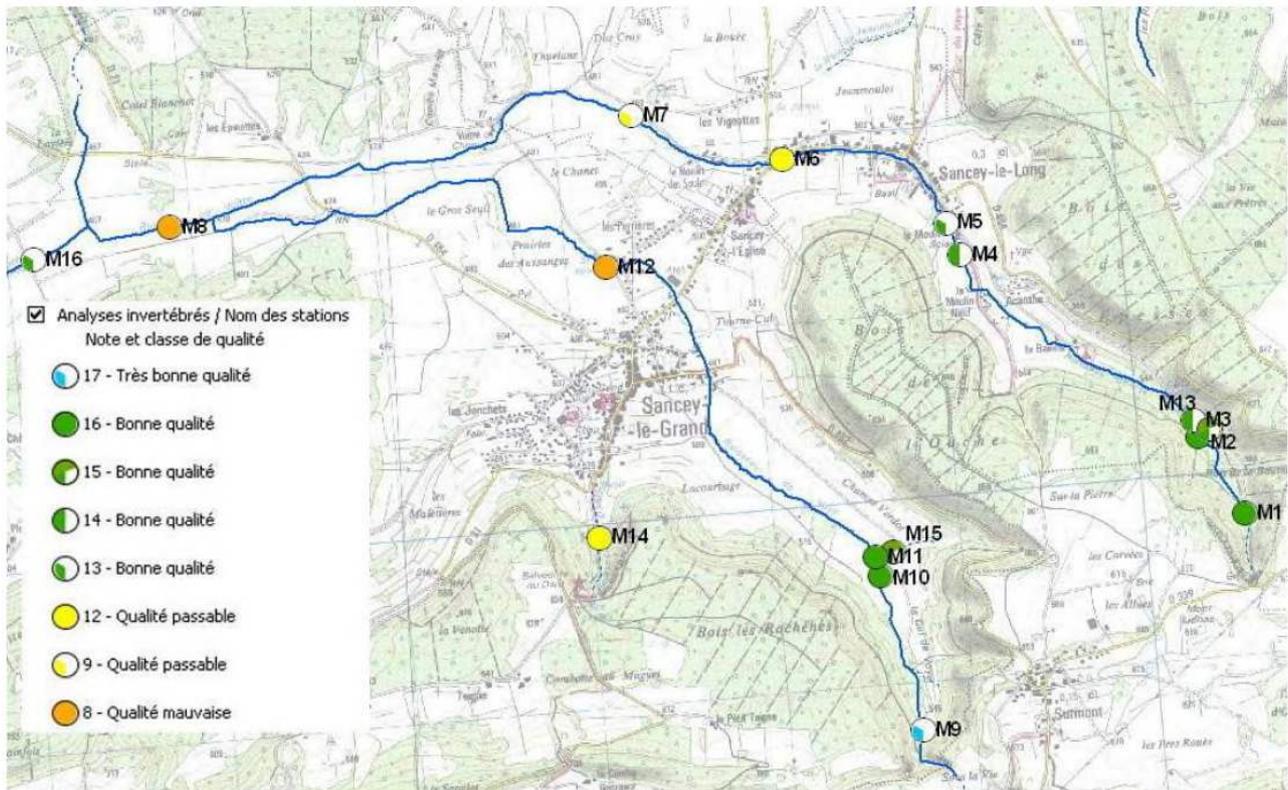


Figure 109 – Présentation des résultats des analyses IBGN réalisés en 2002 sur le secteur d'étude (Source : Etude RWB France Sarl)

Les résultats résumés par cours d'eau sont les suivants :

- La qualité biologique globale du ruisseau de la Baume et de Voye se dégrade d'amont en aval, avec une bonne qualité (voir très bonne pour la Voye) à l'amont, et une mauvaise qualité à l'aval. Cela est dû à la dégradation de l'habitat (artificialisation dans la traversée de la commune) et de l'eau (produits de traitement du bois et les eaux usées non traitées) de manière simultanée, la qualité de l'habitat faisant davantage défaut pour le ruisseau de Voye ;
- La qualité biologique du Dard est moyenne, les conditions habitationnelles et la mauvaise qualité de l'eau limitant les populations d'invertébrés ;
- La qualité biologique du ruisseau d'Hautpré est bonne mais proche de la classe moyenne, seul l'habitat faisant défaut sur ce ruisseau.

De manière générale, les populations d'invertébrés benthiques dans les ruisseaux du bassin versant sont limitées surtout par une mauvaise qualité des eaux (pollutions des eaux), et par une situation habitationnelle non optimale (liée d'une part aux conditions naturelles des cours d'eau (zones de crénon, tuf) et, d'autre part, à l'artificialisation de ceux-ci).

Une deuxième analyse a été réalisée en 2008 suite aux modifications de l'assainissement effectuées en 2007 au niveau de 4 stations sur le ruisseau de la Baume et de Voye (Cf. figure suivante).

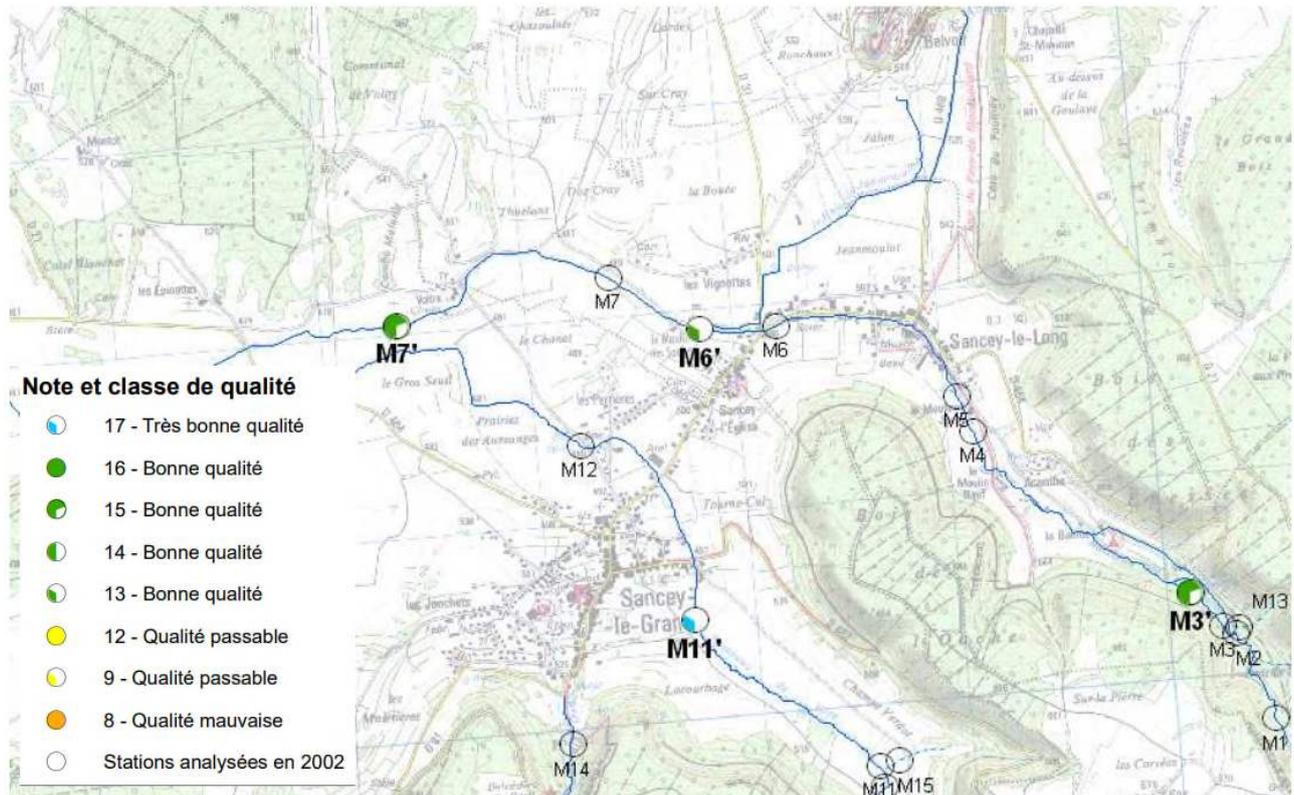


Figure 110 – Présentation des résultats des analyses IBGN réalisées en 2008 sur le secteur d'étude (Source : Etude RWB France Sarl)

Les résultats sont les suivants :

- La qualité biologique est légèrement améliorée sur la partie amont de la zone urbaine, sur le ruisseau de la Baume et de Voye. Cela est dû à l'amélioration de l'habitat entraînant la présence de 4 taxons supplémentaires dans le peuplement d'invertébrés ;
- La qualité biologique s'est nettement améliorée à l'aval de la zone urbaine et de la STEP sur le ruisseau de la Baume. Cette amélioration provient de l'amélioration incontestable de la qualité des eaux, les taxons sensibles des peuplements invertébrés pouvant se développer à l'aval de la STEP (11 taxons supplémentaires ont été répertoriés).

Il est possible que les conditions d'habitat soient améliorées par les eaux amenées en permanence en sortie de STEP, en comparaison aux périodes d'assec courants sur ce tronçon.

En conclusion, une amélioration nette de la qualité biologique a pu être mise en avant entre 2002 et 2008, cela étant dû en grande partie à l'installation du nouveau réseau d'assainissement.

2.2.2. Peuplement piscicole

2.2.2.1. Suivi 2002 et 2008

Les résultats concernant cette partie proviennent de l'Etude préalable à la définition d'un programme d'aménagement, de valorisation et d'entretien du ruisseau de la Baume et ses affluents réalisé en octobre 2010 par RWB France Sarl.

En 2002, des inventaires piscicoles ont été réalisés ainsi que des sondages piscicoles et une prospection nocturne de recherche des écrevisses. Les prospections sont représentées sur la figure suivante :

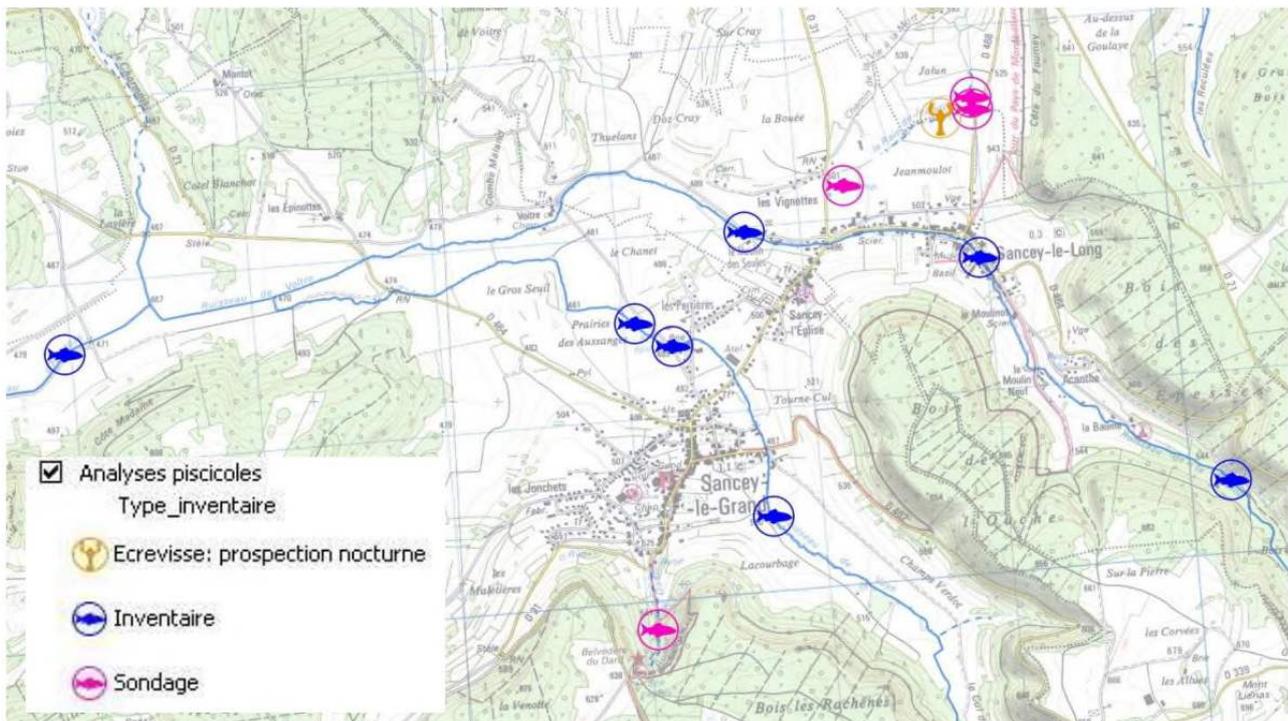


Figure 111 – Localisation des stations et investigations piscicoles de 2002 sur le secteur d'étude (Source : Etude RWB France Sarl)

Les écrevisses à pattes blanches peuplaient les ruisseaux de la Baume, de Voye et de Jeanmoulot il y a une quarantaine d'années. En 2002, les écrevisses ont été répertoriées dans le ruisseau de Jeanmoulot, cela donnant lieu à un APB.

Les peuplements piscicoles sont en déficit en termes de diversité et d'abondance par rapport au peuplement biotypologique théorique établi sur site. Ces déficits s'expliquent par une mauvaise qualité chimique des eaux en premier lieu et par rapport à la qualité de l'habitat en second lieu. Ces altérations d'habitats provenant de chutes infranchissables, de faibles zones de frai, de la dégradation de l'habitat par piétinement des berges et de manière générale les potentialités piscicoles de la Baume et de Voye sont limitées par les aspects naturels des caractéristiques karstiques du bassin versant.

En 2008, un nouvel inventaire est réalisé sur la station à l'entrée de la commune de Sancey-le-Long, dans une zone totalement artificialisée (station visible sur la figure précédente).

Les espèces suivantes ont été inventoriées : le chabot, la truite fario et la loche franche. En 2002, le chabot n'avait pas été identifié. L'évolution positive du peuplement est d'autant plus importante au vu de la classe d'abondance élevée du chabot en 2008 (Cf. figure suivante). La truite fario a également eu une nette amélioration de son abondance, même si elle reste inférieure à celle attendue via la typologie théorique. La loche franche a des résultats identiques, l'effectif n'étant constitué que de sujets adultes. Le vairon reste absent de l'inventaire.

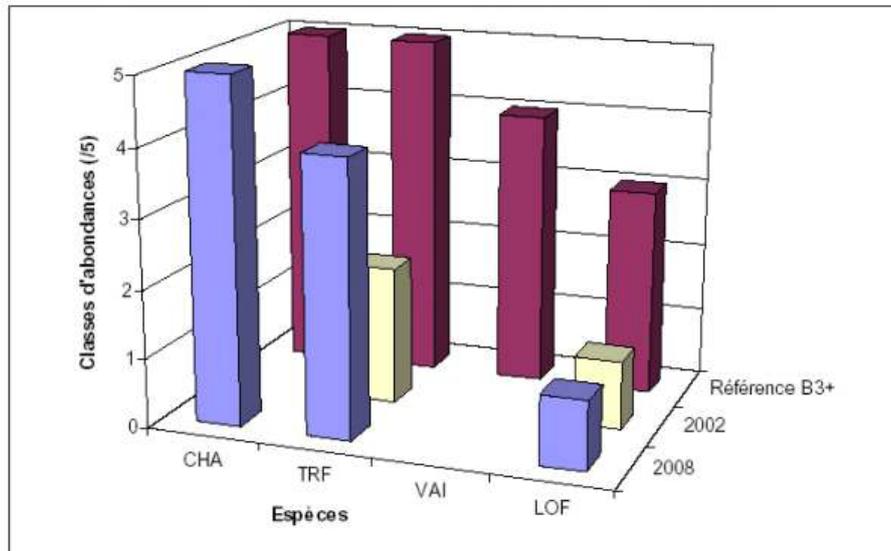


Figure 112 - Confrontation référentiel typologique du peuplement piscicole sur le ruisseau de la Baume au niveau de la station en amont de Sancey-le-Long

L'évolution de la station est positive depuis les derniers inventaires de 2002, ce qui souligne les bénéfices du nouveau système d'épuration (la pollution domestique étant l'un des principaux facteurs limitant concernant ces espèces).

Cependant, la mauvaise qualité de l'habitat piscicole se fait tout de même sentir, les adultes de la truite étant peu nombreux. En effet, les seuls individus de taille importante ont été capturés dans l'unique mouille de la station, le reste de l'habitat étant artificialisé, sans abris et avec une lame d'eau très faible. Cela explique également en partie l'absence du vairon.

La faible présence de la loche franche peut venir d'une contamination probable de l'eau par des toxiques, cette espèce étant très sensible.

2.2.2.2. Suivi AAPPMA – 2002 - 2016

Une station de suivi de l'AAPPMA de Sancey-le-Long est présente sur la partie amont du ruisseau de la Baume, au niveau du pont de la piscine dans le bois de la Baume. L'inventaire le plus récent a été réalisé le 29/09/2016, les inventaires ayant démarré en 2002 (station visible sur la figure de localisation dans la section précédente).

A savoir que la migration des individus de la stations aval en zone urbaine vers la station amont est quasi-impossible en raison de chutes artificielles infranchissables situées en amont du village.

Le peuplement piscicole est conforme à la référence (B2+) d'un point de vue qualitatif, mais montre une légère chute quantitative sur l'année 2016 (Cf. figure suivante). La population de truites fario est légèrement déficitaire, en raison d'un recrutement annuel très faible. Elle reste néanmoins dans la gamme des fluctuations observées depuis le début des suivis en 2002.

La population de chabots est conforme à la référence et stable après plusieurs années d'augmentation.

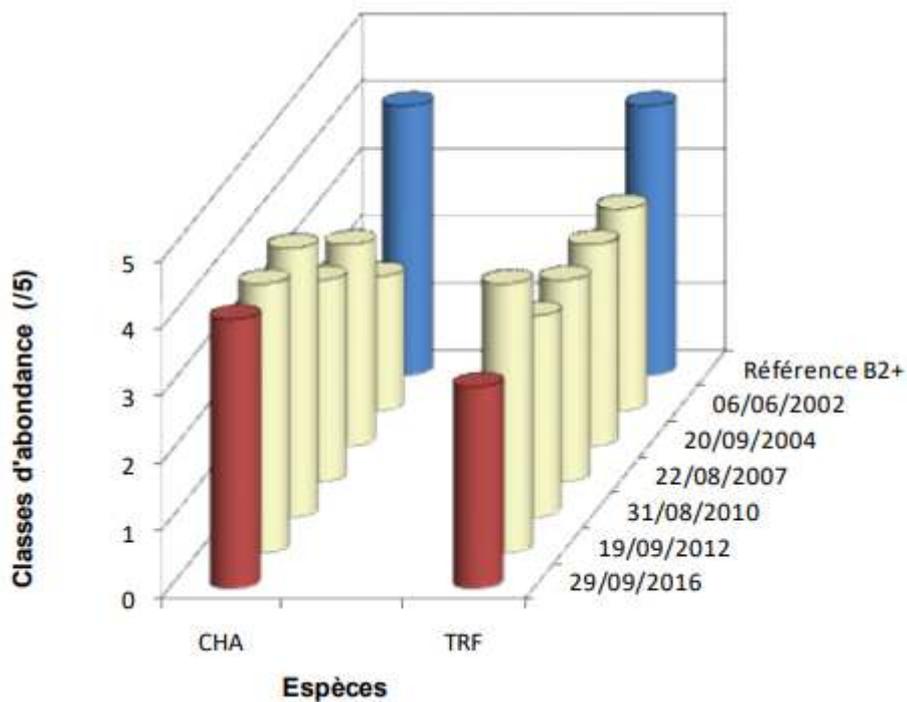


Figure 113 – Confrontation référentiel typologique et données historiques du peuplement piscicole sur le ruisseau de la Baume au pont de la piscine dans le bois de la Baume

Ainsi, le résultat des campagnes de suivis piscicoles sur cette station montre une amélioration générale des abondances de 2002 à 2016, malgré une légère diminution sur cette dernière prospection. Le résultat est conforme avec le diagnostic de la qualité physique. Cependant la dégradation généralisée des milieux aquatiques en termes d’habitat empêche le recrutement d’adultes sur zone, en particulier concernant la truite fario par manque de sites pour la fraie.

3. QUALITÉ DU MILIEU RIVULAIRE

3.1. LA RIPISYLVE

La végétation des berges est une composante essentielle de l'écosystème affilié au cours d'eau :

- Elle participe au **maintien de la qualité des eaux** (ombrage, rôle de filtre, etc.) ;
- Elle constitue un **habitat** pour les invertébrés, l'avifaune et de petits mammifères (rôle de corridor écologique) ;
- Par l'intermédiaire des **racines**, elle joue aussi un rôle important dans les **habitats du lit mineur** : les racines en elles-mêmes jouent un rôle de refuge pour un certain nombre d'espèces et elles participent à la **diversification des écoulements** (resserrement local du lit, remous, petites zones d'affouillement, etc.) ;
- Dans une certaine mesure, la végétation participe au **maintien des berges**. Cela dit, la présence de ligneux implantés directement en haut de berges raides peut aussi participer à leur déstabilisation (action du poids de l'arbre sur le talus).

Sur le secteur d'étude, la végétation ligneuse est principalement représentée par l'Aulne, le Frêne et le Saule. Dans le cas du Saule, il est retrouvé dans le lit mineur des ruisseaux de la Baume, de Voye et du Buhin là où ces derniers confluent les uns les autres et présentent des lits mineurs larges de plus de 5 m (Cf. figure suivante). La pousse de jeunes arbustes dans le lit mineur de ces ruisseaux amène à penser que ces derniers sont rarement en eau sur ces secteurs (secteur aval du bassin versant).



Figure 114 – Exemple d'arbustes dans le lit mineur du ruisseau de Voye sur sa partie aval (Photos prises le 20/10/2022)

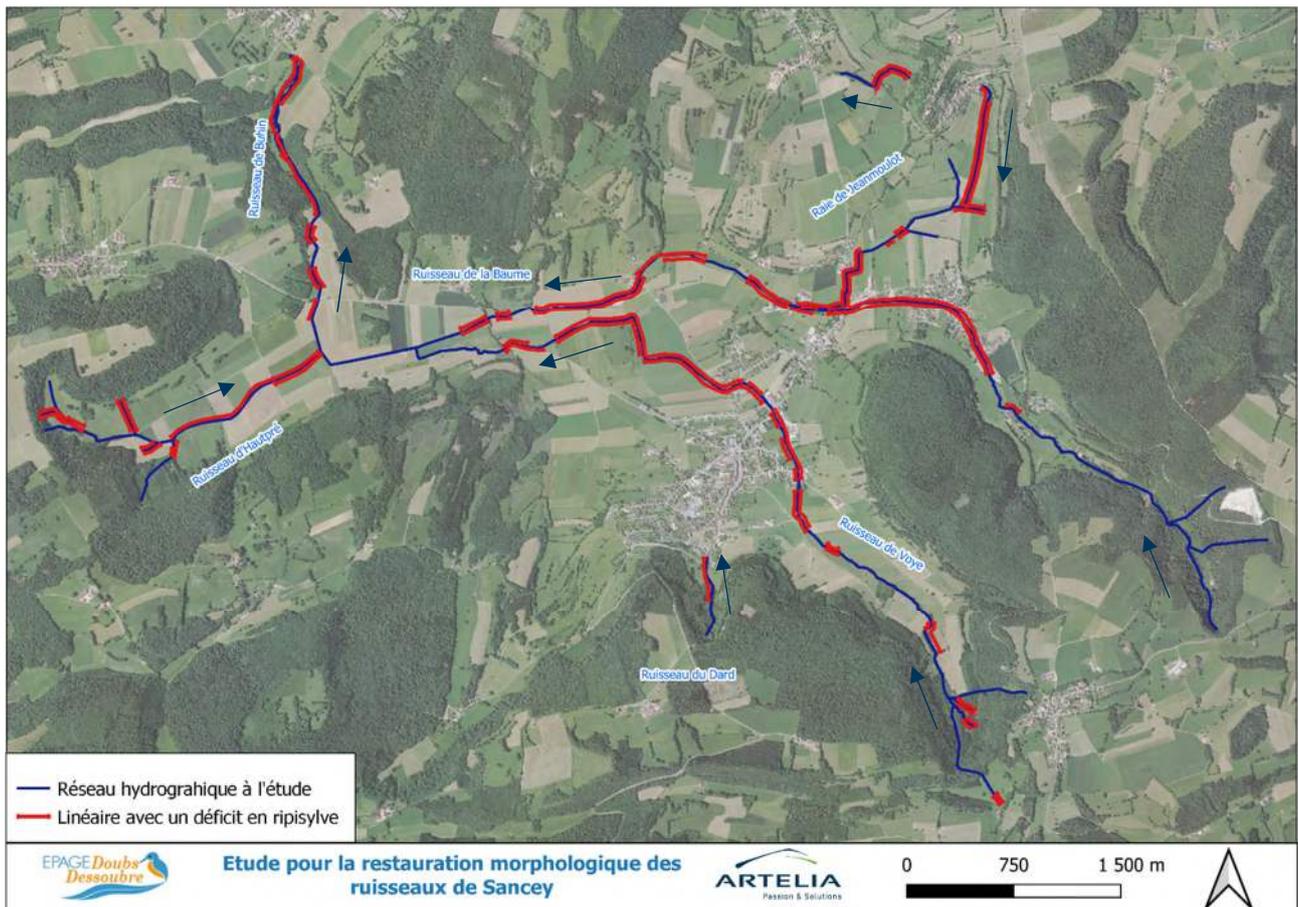


Figure 115 - Localisation des secteurs avec un déficit de ripisylve

Au total, les linéaires dont la végétation rivulaire est déficiente voire absente représentent 43.5 % des rives du bassin versant et 57.4 % du linéaire de l'ensemble des ruisseaux à l'étude. Ils sont répartis de la sorte entre les différents ruisseaux :

- Le ruisseau de la Baume : 42.1 % du linéaire est en déficit ;
- Le ruisseau de Buhin : 74.3 % du linéaire est en déficit ;
- Le ruisseau du Dard : 53.1 % du linéaire est en déficit ;
- Le ruisseau d'Hautpré : 63.6 % du linéaire est en déficit ;
- Le ruisseau de Jeanmoulot (comprenant le ruisseau de Ronchaux) : 60.3 % du linéaire est en déficit ;
- Le ruisseau de Voye : 51.3 % du linéaire est en déficit.

Les ruisseaux qui traversent la commune de Sancey, tels que la Baume et la Voye, sont en déficit de ripisylve principalement à cause de la présence de protection de berges sur les deux rives. Un linéaire important du ruisseau de Jeanmoulot se trouve en déficit due à la présence d'une route longeant ce dernier. Par la suite, le secteur prairial empêche le développement de ripisylve due à la proximité des pâturages et des zones de piétinement. Les débordements importants sur le ruisseau du Buhin peuvent également bloquer le développement de ripisylve en berges.

3.2. LES EMBÂCLES

En raison de la présence densifiée de ripisylve sur certaines sections, les ruisseaux ont tendance à connaître des accumulations locales de troncs et branchages.

Sur le secteur d'étude, les embâcles ont principalement les causes suivantes :

- Le fonctionnement naturel de la ripisylve et des cours d'eau, qui veut que des branchages tombent occasionnellement dans le lit ;
- Une instabilité des berges en raison de talus trop haut et abruptes, qui ont parfois tendance à glisser en direction du lit, ce qui provoque la chute d'arbres (voir section B.4.1). À cela s'ajoute le poids des arbres qui quand positionnés trop proche du haut de berge, ont tendance à eux même fragiliser le talus et provoquer des basculements.

Il ne faut pas oublier que les embâcles jouent un rôle écologique important :

- Caches piscicoles, diversification des écoulements ;
- Encouragement de la mobilité latérale du cours d'eau.

Cela dit, ces embâcles peuvent aussi avoir certaines incidences négatives sur les enjeux humains :

- Risque potentiel pour les ouvrages hydrauliques (ponts, seuils) ;
- Inondations ponctuelles au droit de l'embâcle ;
- Érosion des berges : la création de remous au droit d'un embâcle peut produire une érosion de berge localisée. Ce phénomène peut être à la fois bénéfique pour le cours d'eau (dynamisation de la mobilité latérale) et potentiellement néfaste pour les enjeux socio-économiques à proximité (perte de terres agricoles, etc.)



Figure 116 – Exemple d'embâcle sur le ruisseau de la Baume (Photos prises le 19/10/2022)

Sur le secteur d'étude, les embâcles de troncs et branchages sont principalement retrouvés là où la ripisylve est la plus dense (en zone forestière principalement). Ils sont relativement rares aux abords des zones urbaines.

3.3. CARTE DE SYNTHÈSE

Les principaux embâcles sont relevés sur la cartographie suivante. Ils sont principalement représentés au niveau des zones forestières, et à l'aval du bassin versant, en zone à lit mineur large mais où la présence importante d'arbustes dans le lit va entraîner l'installation d'embâcles.

En complément, la connectivité de la ripisylve a été évaluée. Cette thématique sera développée plus loin dans le rapport (Qualité physique et habitationnelle des cours d'eau). Retenons à ce stade qu'**une ripisylve déconnectée ou « perchée », c'est-à-dire dont les racines ne sont pas en contact avec l'eau à cause de l'incision du cours d'eau, est peu valorisante sur le plan écologique** (perte de caches piscicoles, dépérissement des arbres à bois tendre, etc.).

L'état écologique de la ripisylve a ici été analysé selon 3 classes :

- **Bon** : cette qualité correspond généralement aux zones forestières ou à celles où le cordon rivulaire a conservé une bonne largeur et une certaine diversité dans les peuplements. La connexion avec le lit se fait via des implantations variées (en haut de berge ou bien au niveau des flancs en pieds de berges). De plus les racines sont connectées avec le cours d'eau ;
- **Moyen** : la ripisylve est bien présente mais est réduite à une bande étroite de 1 à 3 m de large, ce qui limite son potentiel écologique, notamment pour la faune terrestre. De plus les racines ne seront pas connectées au lit mineur due à des berges trop hautes par exemple ;
- **Mauvais** : la ripisylve est absente ou en mauvaise santé (faible diversité des peuplements, coupe à blanc récente, etc.).

A l'échelle du secteur d'étude, **la végétation est bonne en zone naturelle et forestière avec une bonne connectivité de la ripisylve due à la présence de berges qui n'ont pas été calibrés et rectifiés par l'Homme. En plaine et zone urbaine, la végétation est de qualité moyenne à mauvaise et se trouve souvent perchée sur environ 0.30 à 0.50 cm au-dessus du niveau d'eau à l'étiage voire déstabilisée par le piétinement important des bovins sur certaines zones.**

La ripisylve présente sur la zone correspondant au ruisseau de Voître (sur le ruisseau de la Baume) est indiquée comme étant de bonne qualité en raison de la présence d'arbustes en pieds de berges et dans le lit. Cependant les berges restent hautes et abruptes.

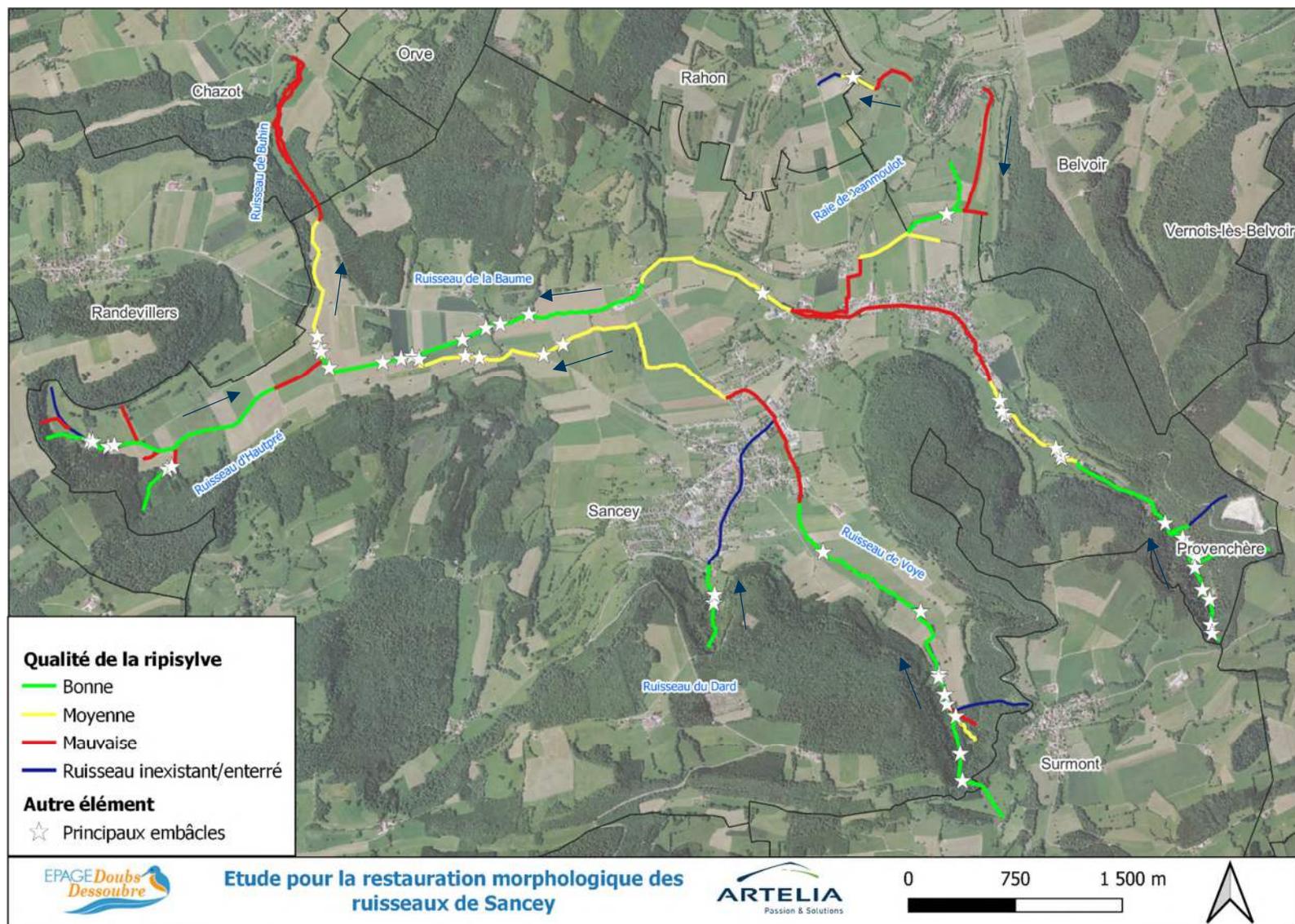


Figure 117 – Représentation de la qualité du milieu rivulaire sur le secteur d'étude

4. LA QUALITÉ PHYSIQUE ET HABITATIONNELLE DES COURS D'EAU

4.1. MÉTHODE

4.1.1. Description physique

Le diagnostic de la qualité physique et habitationnelle des ruisseaux de Sancey a pris en compte le diagnostic antérieur, le but du diagnostic de terrain effectué dans le cadre de la présente étude étant de réaliser une nouvelle analyse.

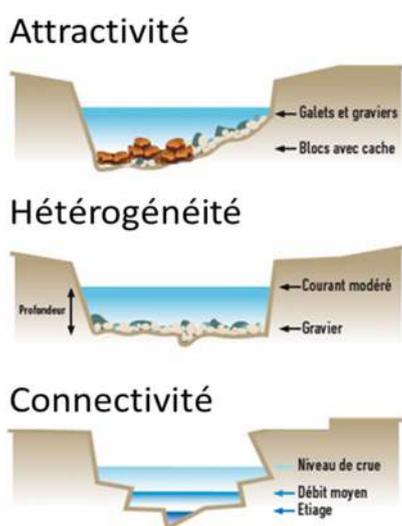
Le diagnostic de la qualité physique des ruisseaux de Sancey se base sur les données d'entrées suivantes :

- Etude préalable à la définition d'un programme d'aménagement, de valorisation et d'entretien du ruisseau de la Baume et ses affluents, *RWB France Sàrl.*

La totalité du linéaire à l'étude a été parcourue à pied et les différentes entités physiques constitutives de l'hydrosystème sont décrites, à savoir : le lit mineur, les berges, le lit moyen et le lit majeur.

Par la suite, la capacité biogène de chaque tronçon est définie par la description de 3 grandes composantes structurant un écosystème aquatique :

- L'**Hétérogénéité** du lit mineur : Appréciation de la diversité notamment morphologique pour l'accueil d'habitats diversifiés (diversité d'écoulements, variations de section, etc.) ;
- L'**Attractivité écologique**, en lien avec la diversité des habitats aquatiques susceptibles d'accueillir la vie (diversité et qualité d'habitats aquatiques, présence de caches, etc.) ;
- La **Connectivité longitudinale** (cloisonnement par la présence de barrages ou de radier de ponts) **et latérale** du lit mineur avec les milieux annexes (lit moyen, lit majeur, berges).



La notion d'**attractivité** du lit mineur reflète les capacités d'accueil du lit mineur au travers de la richesse de la mosaïque d'habitats aquatiques : diversité des substrats, caches piscicoles, ripisylve connectée, ...

L'**hétérogénéité** du lit mineur est une notion servant à décrire la diversité des « formes » (ou diversité morphologique) du lit mineur : variations de largeur et de profondeur, diversité de faciès d'écoulement.

La **connectivité** latérale représente l'intensité des relations entre le lit mineur, le lit majeur et les milieux annexes d'une rivière.

Figure 118 - Illustration schématique des 3 composantes de la qualité physique

En se basant sur ces critères d'évaluation, une classe de qualité physique a été attribuée à chaque tronçon.

4.1.2. Sectorisation

Les tronçons définis dans le cadre de l'étude sont des unités opérationnelles permettant de découper le territoire de manière intuitive en se basant sur différents éléments :

- Les critères de qualité physique (attractivité, hétérogénéité et connectivité) ;
- Ouvrages (moulins, ponts) ;
- Fonctionnement hydromorphologique : les secteurs encaissés sont isolés par exemple ;
- Éléments du réseau hydrographique facilement identifiables : diffluence, confluence, bief, etc.
- Au sein de ces tronçons opérationnels, plusieurs sous-tronçons de qualité physique différentes peuvent coexister.
- Lors du programme d'aménagements réalisé en 2010 par RWB France Sàrl, un premier travail de sectorisation avait été effectué. Néanmoins, au vu de l'ancienneté de ces données et de la différence de notation, des ajustements de ces tronçons ont été faits.

La sectorisation des ruisseaux à l'étude est présentée en page suivante

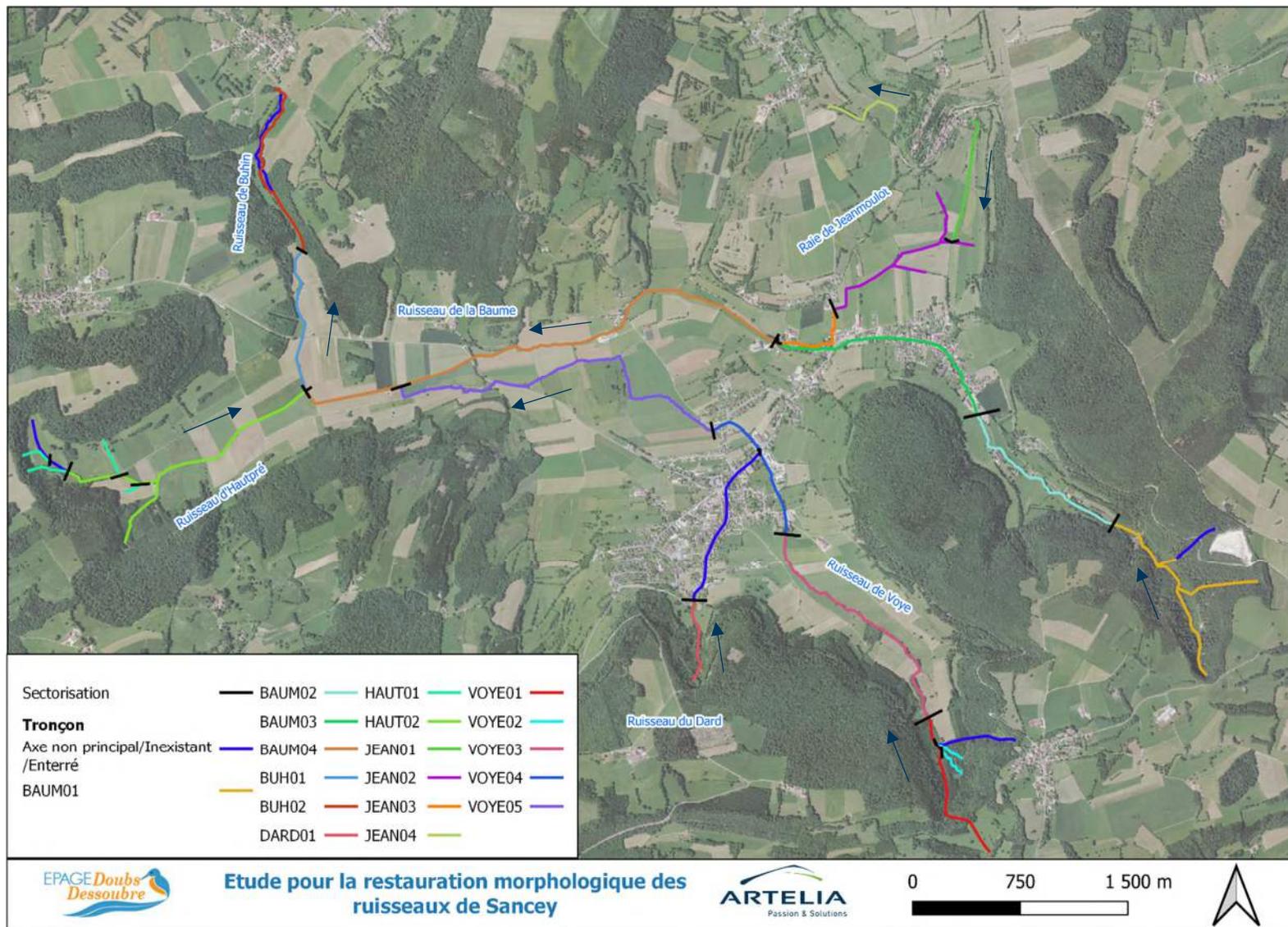


Figure 119 – Sectorisation des ruisseaux à l'étude

4.1.3. Méthode de notation

Les classes de qualité sont issues d'une analyse critique des résultats à la suite du parcours de terrain.

La notation des critères de qualité physique s'est essentiellement basée sur la méthode des tronçons simplifiée mise en place par l'équipe ARTELIA sur la base de l'approche de terrain (*CSP – délégation régionale Bourgogne-Franche Comté*).

Les affluents ont été étudiés et ont donc notés par Artelia à l'aide des mêmes paramètres, et plus particulièrement sur la base d'un diagnostic visuel : morphologie du lit mineur, nature des fonds, typologies d'écoulements, végétation rivulaire, marques d'artificialisation et autres pressions anthropiques, etc.

Les classes d'entités de la qualité physique sont : **Très bonne**, **Bonne**, **Moyenne**, **Mauvaise**, **Très mauvaise**.

La qualité physique globale retenue est celle du critère le plus déclassant.

4.2. RÉSULTATS

La synthèse des résultats est présentée en page suivante. Par ailleurs, chaque ruisseau fait l'objet d'un descriptif sommaire dans le paragraphe suivant.

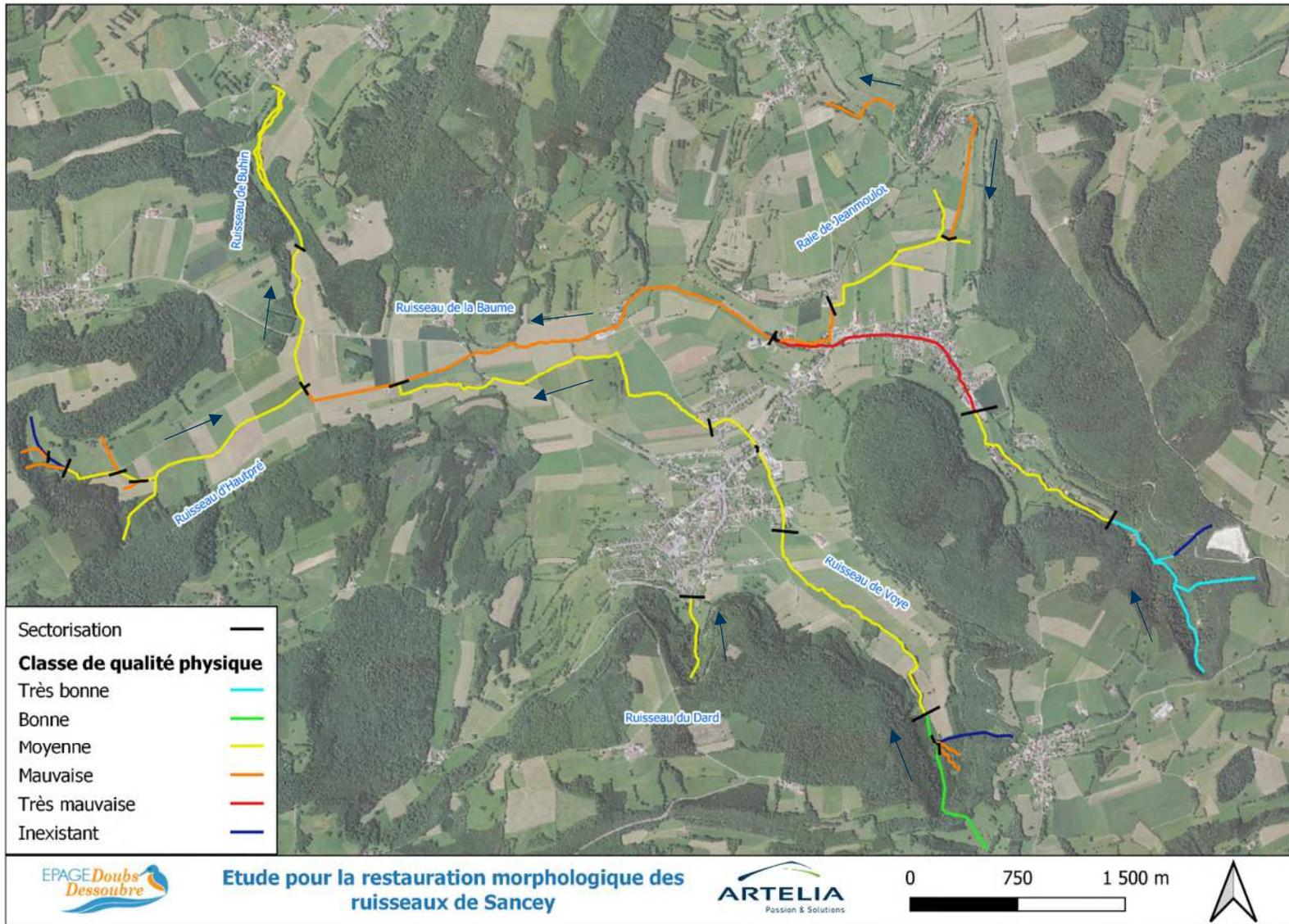


Figure 120 - Qualité physique globale des tronçons des ruisseaux de Sancey

4.3. QUALITÉ PHYSIQUE ET HABITATIONNELLE PAR TRONÇON

Les fiches tronçons jointes en annexes présentent chaque tronçon de manière détaillée, les sections suivantes résumant les différents éléments par cours d'eau. Les ruisseaux sont également illustrés dans les fiches tronçons.

4.3.1. Le ruisseau de la Baume

Le ruisseau de la Baume est très disparate au niveau des notations de sa qualité physique : ce cours d'eau possède les tronçons avec la meilleure et la moins bonne qualité physique et habitationnelle du secteur d'étude. Le ruisseau est alimenté par une résurgence présente dans une grotte, il serpente dans un vallon encaissé sur sol calcaire, et présente une succession de chutes (tuffière) permettant une bonne hétérogénéité des faciès d'écoulements. Le secteur forestier permet le développement d'une ripisylve connectée au lit mineur, qui maintient les berges, apporte de l'ombrage et des habitats pour les espèces présentes sur site. Deux affluents se jettent dans le ruisseau de la Baume, ces derniers comportent les mêmes caractéristiques que le ruisseau principal et apportent une granulométrie intéressante pour les habitats. Il faut tout de même préciser que le secteur est soumis à des déboisements ponctuels dus à la maladie de certains arbres (indication donnée par un habitant de Sancey rencontré sur place). Ces déboisements entraînent le passage d'engins sur la rive droite et traversent les affluents busés au niveau du chemin, ce qui enterre le cours d'eau sur quelques mètres. De plus, les branchages coupés sont laissés sur place et entraînent des embâcles trop nombreux au niveau des affluents. Une remise en bon état de la zone sera souhaitable pour maintenir le bon état de ce secteur.



Figure 121 – Ruisseau de la Baume et amoncellement d'embâcles sur ses affluents – Secteur amont

Le ruisseau de la Baume perd ensuite en connectivité avec le lit majeur via la mise en place d'enrochements et la disparition de la zone bocagère, et en hétérogénéité avec une certaine homogénéisation des faciès d'écoulements et la présence de seuils d'anciens moulins. La granulométrie reste très intéressante pour les peuplements aquatiques et permet une filtration naturelle du cours d'eau envers les polluants potentiels. L'arrivée en secteur prairial entraîne cependant un piétinement des berges par les bovins, ce qui a pour conséquence le dépôt de fines dans le cours d'eau.



Figure 122 – Ruisseau de la Baume – Amont du centre-ville

La section en centre-ville possède la note de qualité physique la plus basse du secteur d'étude. La quasi-inexistence de ripisylve (cette dernière n'étant pas connectée quand elle existe) a pour conséquence de provoquer un ensoleillement constant du lit vif, et donc un réchauffement des eaux à l'étiage. Quelques truites restent visibles sur secteur, ces dernières obtenant des caches et des zones de repos au niveau de blocs rocheux présents dans le lit mineur, traces d'enrochements anciens désolidarisés des berges. La connectivité du lit mineur avec le lit majeur est quasi nulle, le centre-ville de Sancey étant rectiligne et les berges artificialisées et enrochées.



Figure 123 – Ruisseau de la Baume en centre-ville

Le ruisseau retrouve une certaine naturalité en aval du centre-ville, dans les zones de pâturages. Cependant le cours d'eau est contraint par les cultures et prairies, la majorité du tronçon est également entouré de merlons et perché par rapport au fond de vallée, sans compter la présence d'un étang sur le fil du cours d'eau. La ripisylve peut être présente et connectée comme inexistante. Les berges peuvent être inexistantes, sur les axes de passages des bovins et des engins agricoles. De plus, la zone enherbée qui doit être présente sur chaque rive n'est parfois pas respectée, les cultures sont alors établies jusqu'en bordure du cours d'eau, ce qui déstabilise les berges et entraîne des pollutions potentielles du

cours d'eau. Pour finir, en s'approchant de l'aval du bassin versant (en aval de la RD 464), le lit mineur s'élargit et les berges prennent de la hauteur, coupant la connectivité avec le lit majeur.



Figure 124 – Ruisseau de la Baume – Secteur aval

Cette dernière caractéristique est également identifiée pour le ruisseau de Voye et le Buhin, cela provenant de l'importance des débits transportés par le bassin versant en crue, les ruisseaux du bassin versant étant globalement rectilignes en centre-ville et en zone de pâturage. Cette caractéristique fait suite à la période de remembrement. Cependant, la mise en eau de ces secteurs semble rare au vu de la pousse d'arbustes de saules au centre du lit mineur. Un questionnement se fait quant à la raison de cette sécheresse prolongée, qu'elle vienne de l'incision importante sur le secteur ou bien de pertes naturelles.

4.3.2. Le ruisseau de Buhin

Le ruisseau du Buhin possède une qualité physique et habitationnelle évaluée comme moyenne dans sa globalité, sans pour autant avoir les mêmes caractéristiques déclassantes sur tout son linéaire.

Comme indiqué en fin de section précédente, le ruisseau du Buhin est localisé en aval du bassin versant à l'étude, il réceptionne donc les eaux de la totalité des ruisseaux de la Baume, du Dard, d'Hautpré, de Jeanmoulot et de la Voye, excepté les pertes karstiques connues sur le secteur. Cela dit, une majorité des pertes répertoriées se trouvent sur le ruisseau du Buhin. De ce fait, la première moitié du ruisseau du Buhin présente un lit mineur conséquent avec des berges hautes et abruptes ; ces dernières n'étant pas toujours stables en partie en raison de l'affouillement visible en pied de berges, ce qui entraîne parfois des troncs désolidarisés de la berge dans le lit mineur.



Figure 125 – Ruisseau du Buhin – Secteur amont

Après le pont de la RD 21, le ruisseau serpente dans la prairie, il se sépare parfois en deux en fonction du débit écoulé ; les écoulements peuvent tout de même s'étaler sur la totalité de la prairie et permettre aux deux axes d'écoulement de se rejoindre en cas de crue importante (des laisses de crues sont visibles au niveau de la tête de la perte des pommiers, celle-ci se trouvant au centre de la prairie). De ce fait, cette deuxième partie du ruisseau possède un lit caractéristique qui peut être étroit avec une berge abrupte en bord de forêt ou de prairie et une berge basse permettant les débordements vers le second bras, mais pouvant également s'étaler sur 25 m de large. Le maire de la commune a cependant indiqué lors de des échanges que le Buhin se trouvait en eau seulement une quinzaine de jours dans l'année. L'aspect du ruisseau sur ce secteur n'est que très peu attractif (outre le fait que le ruisseau est asséché la majorité de l'année). Le matelas alluvial est quasi inexistant, aucun apport ne semble venir des secteurs amonts. La végétation est également déconnectée du lit et les habitats sont inexistant.



Figure 126 – Ruisseau du Buhin – Secteur aval

4.3.3. Le ruisseau du Dard

Le ruisseau du Dard est composé d'une première partie bocagère dans une vallée encaissée et sujette aux éboulements d'où la résurgence apparaît. La zone est sensiblement naturelle mais à la différence du secteur amont de la Baume, des chutes karstiques bloquent la continuité écologique sur ce secteur. Des érosions conséquentes sont également notifiées, ayant pour conséquence des hauteurs de berges importantes et une déconnection de la ripisylve. Cette connectivité se dégrade sur la deuxième partie du ruisseau à l'aval du chemin. Le ruisseau est alors longé en rive gauche par le chemin et en rive droite par des prairies clôturées (exceptées sur une zone avec un abreuvoir sauvage) jusqu'à ce qu'il passe en souterrain. Le busage en souterrain est précédé par une succession de seuils, certains naturels et d'autres

anthropiques, et par une énorme grille pour bloquer les embâcles. L'endroit est utilisé en été comme zone de baignade. Le ruisseau du Dard présente également des tuyaux de pompage sur tout son long, pour les abreuvoirs des pâturages alentours à première vue.



Figure 127 – Ruisseau du Dard amont et aval

Le ruisseau du Dard longe ensuite la RD 31 puis 464 en souterrain jusqu'à se jeter dans le ruisseau de la Voye via une buse de diamètre 800 mm.

4.3.4. Le ruisseau d'Hautpré

Le ruisseau d'Hautpré a été sectionné en deux pour l'étude de la qualité du cours d'eau avec une première section comprenant les affluents au cours d'eau et la partie amont en zone prairial du ruisseau d'Hautpré et une deuxième section avec l'affluent en zone bocagère et le reste du ruisseau.

La première section est représentée par des affluents rectifiés malgré le fait que l'on soit proche de leurs sources respectives. Ils se trouvent tous en zone de pâturage, sans protection contre les piétinements qui sont conséquents, ces derniers faisant parfois disparaître le tracé du ruisseau. De ce fait, les berges sont quasi inexistantes, le lit mineur peu profond et la ripisylve n'est quant à elle composée que de joncs. Les écoulements sont alors très homogènes, l'attractivité du cours d'eau en termes d'habitats ou zone de repos très mauvaise. Seule la connectivité est bonne et permet aux pâturages d'être alimentés en eau. Pour finir, malgré une bonne connectivité latérale des affluents, la continuité avec le ruisseau principal est biaisée par la présence de deux ouvrages busés perchés permettant le passage de véhicules au niveau du chemin présent en rive gauche du ruisseau d'Hautpré.



Figure 128 – Affluents du ruisseau d’Hautpré sur le secteur amont

L’affluent du ruisseau d’Hautpré se trouvant en zone bocagère est resté sensiblement naturel et présente les caractéristiques d’un cours d’eau du secteur : une résurgence dans une vallée encaissée qui serpente en zone bocagère et présente une granulométrie variée, des berges en pente douce qui permettent une connexion avec la ripisylve alentour, des chutes et embâcles entraînant une hétérogénéité des écoulements etc. Cependant en sortie de bocage, le lit mineur présente des traces de piétinement conséquents due à la présence de bovins venant s’abreuver dans le cours d’eau ou au niveau de l’abreuvoir qui pompe dans ce dernier. De plus, l’affluent est ensuite recalibré et présente une dernière section rectiligne, probablement curée au vu de la profondeur du lit mineur et la hauteur des berges, ce qui entraîne une diminution de sa qualité physique globale.

Quant au ruisseau d’Hautpré, il se dégrade en termes de qualité physique et habitationnelle tout au long de son linéaire. Outre les affluents qui ont été évoqués précédemment, le cours d’eau serpente en premier lieu en zone bocagère malgré la présence d’une route en rive gauche et d’un pâturage en rive droite. Son lit mineur s’écoule au gré des seuils en tuffs (parfois bloquants à la continuité) et méandre sur plusieurs dizaines de mètres malgré une berge haute en rive gauche due à la présence de la route. Les fonds du lit et les écoulements sont variés et le cours d’eau est attractif, bien que limité par les busages bloquants en termes de continuité. Avec le passage du chemin bétonné en rive droite, le ruisseau se modifie et se trouve plus contraint. La ripisylve est plus étroite et moins connectée au lit mineur, en raison de la profondeur de ce dernier. Les pâturages proches en rive gauche déstabilisent la berge, la rectification du lit entraîne également la disparition progressive de la granulométrie présente dans les fonds, jusqu’à être quasiment inexistante sur la dernière partie du ruisseau en cultures. Cette dernière section est marquée par la disparition de la ripisylve, la présence de culture parfois jusqu’en bord de berge et sans bande enherbée et la mise à nue du lit mineur à l’ensoleillement.





Figure 129 – Ruisseau d’Hautpré de l’amont vers l’aval

4.3.5. Le ruisseau de Jeanmoulot

A savoir que le ruisseau de Jeanmoulot présente un Arrêté de Protection de Biotope concernant l'écrevisse à pattes blanches.

Le ruisseau de Jeanmoulot apparaît en bordure de la RD 468 en sortie de la commune de Belvoir. Il est alimenté par deux sources captées par deux anciens lavoirs et longe la départementale sur 850 m environ, avant de passer sous la départementale et traverser les pâturages. Malgré le secteur contraint par la route en rive droite et la berge gauche haute et parfois érodée (due à la présence de pâturages en rive gauche), ce qui empêche toute connectivité. Cette section du ruisseau présente quelques chutes et des radiers permettant une certaine hétérogénéité des écoulements. Ces caractéristiques participent au colmatage des fonds du lit. En effet, les écoulements sont faibles toute l'année sur ce secteur. Malgré la présence de la route en rive droite, aucune inondation de cette dernière n'a été mentionnée lors de la phase de concertation.



Figure 130 – Ruisseau de Jeanmoulot le long de la RD 468

Le ruisseau de Jeanmoulot est ensuite alimenté par plusieurs affluents provenant de différentes résurgences et s'écoule entre les pâturages bovins. Le ruisseau est alors tantôt naturel tantôt recalibré et à nu, tantôt busé comme c'est le cas

sur 30-50 m dans un champs voire piétiné ponctuellement ou traversé dans son lit mineur sur plusieurs mètres. Un étang est également présent sur cours et bloque la continuité sédimentaire. Son exutoire entraîne quant à lui un blocage à la continuité piscicole du cours d'eau (l'étang étant perché), ainsi qu'une détérioration du ruisseau. La partie aval présente en effet des souches brûlées ainsi qu'une zone piétinée par les bovins et les engins agricoles.



Figure 131 – Ruisseau de Jeanmoulot sur le secteur central

Le ruisseau longe de nouveau une départementale (la RD 31) en sortie de pâturages avant de passer en souterrain sur 100 m environ et de réapparaître dans les habitations rue des Saules. Cette dernière section est sensiblement contrainte en lit majeur par la présence plus conséquente d'ouvrages. La ripisylve est rare et non connectée sur les zones enrochées et la granulométrie est faible. Le fond du lit était plutôt vaseux lors de la visite du site sur le secteur longeant la RD 31, les élus de la commune ont également indiqué lors des échanges que la route était inondée en période de hautes eaux.

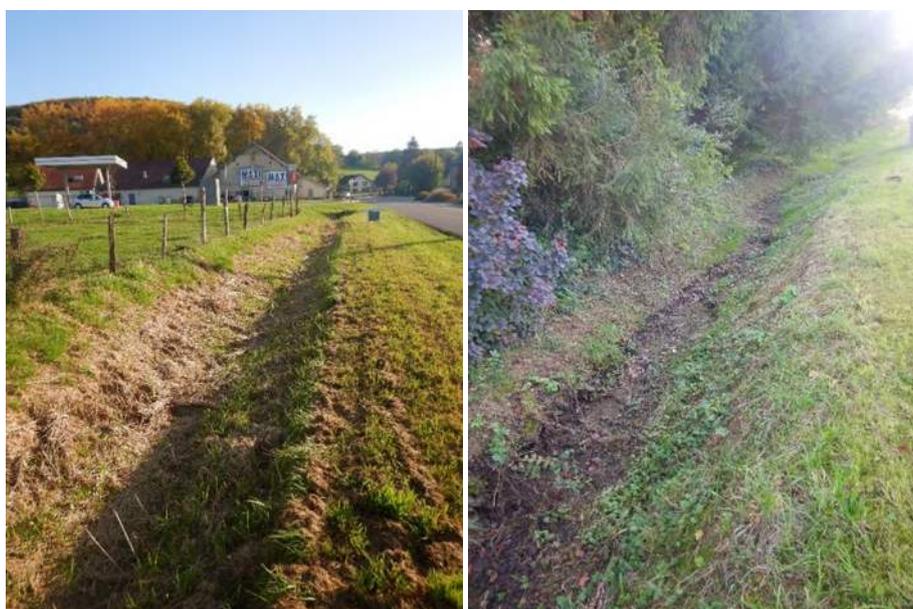


Figure 132 – Ruisseau de Jeanmoulot au niveau de la RD31 et la rue des Saules

Le ruisseau de Ronchaux correspond à l'annexe du ruisseau de Jeanmoulot présent entre les communes de Belvoir et Rahon. Ce ruisseau apparaît en sortie de captage et longe la départementale avant de faire un angle droit pour passer sous la route busée, et traverser un pâturage sur une section curée, bordée par les joncs et piétinée par les bovins sur certains secteurs. Pour finir, le ruisseau s'écoule en secteur plus naturel, protégé par une ripisylve arborée en coteaux pentu, avant de disparaître dans une perte karstique.

4.3.6. Le ruisseau de Voye

Le ruisseau de Voye prend sa source dans un pâturage où il est capté pour l'abreuvement de bovins. Il est ensuite retrouvé dans le fond d'une vallée encaissée, comme c'est le cas pour le ruisseau de la Baume. Les différences notables avec ce dernier proviennent du fait que le ruisseau de Voye se trouve en forêt privée utilisée pour la chasse. De ce fait, certains aménagements humains entraînent une évaluation de la qualité physique et habitationnelle du ruisseau inférieur au ruisseau de la Baume. En effet, des ouvrages sont présents sur ce secteur amont afin de permettre le passage de véhicules d'une rive à l'autre à plusieurs endroits, la ripisylve est également gérée et le lit mineur semble plus contraint que celui de la Baume.



Figure 133 – Ruisseau de Voye – Secteur amont

Sur ce secteur deux affluents alimentent le ruisseau principal. Le premier est détourné en partie pour alimenter un étang peu naturel et eutrophisé, le second est rectiligne, présente des berges abruptes avec des merlons sur chaque rive. Pour conséquences, la ripisylve se retrouve déconnectée du lit mineur. Ce dernier est également scindé par des ouvrages de fortune fait en taules et autres matériaux difficilement visibles sous les ronces.



Figure 134 – Ruisseau de Voye – Affluents

Le ruisseau perd en connectivité avec le lit majeur en longeant les pâturages présents sur les deux rives. Une ripisylve connectée reste majoritairement présente sur tout le secteur mais certaines sections du ruisseau sont recalibrés et à nu. Plusieurs drains de surface sont également présents en rive droite. De plus, les clôtures longeant les berges sur la majorité du linéaire vont parfois être implantées dans le lit vif afin de permettre aux bovins de s'abreuver. Cela entraîne le piétinement des berges et du lit, et des apports de fines dans le cours d'eau.



Figure 135 – Ruisseau de Voye – Amont de la commune

La traversée du ruisseau dans la commune n'entraîne pas une perte de connectivité du lit mineur avec la ripisylve et le lit majeur aussi importante que pour le ruisseau de la Baume, cette partie de la commune comporte bien moins d'habitations, d'ouvrages et d'enrochements. Cela permet à la ripisylve d'être présente sur une partie non négligeable de la traversée communale, permettant de créer de l'ombrage et des habitats via les racines. Plusieurs sections présentent cependant des merlons, le cours d'eau est recalibré et sa granulométrie plus faible qu'à l'amont.



Figure 136 – Ruisseau de Voye – Centre-ville de Sancey

La dernière section du ruisseau parcourt les cultures et les pâturages et suit le même schéma que la dernière section du ruisseau de la Baume, à la différence que le ruisseau ne présente pas de zone enrochée et un étang, qu'il est globalement dans son fond de talweg, présente moins de zones piétinées même si certaines berges restent fortement piétinées par les bovins, et le lit mineur traversé par des engins agricoles. Certaines cultures ne préservent pas de zone enherbée et déstabilisent les berges jusqu'à les voir s'effondrer dans le lit mineur sur un mètre ou deux. Après avoir traversé la RD 464, le ruisseau présente une section méandrique mais avec un lit mineur large et des berges droites et hautes. La ripisylve est clairsemée puis s'intensifie après la RD 464, des arbustes de saules poussant dans le lit mineur.



Figure 137 – Ruisseau de Voye – Aval de la commune

4.4. BILAN DE LA QUALITÉ PHYSIQUE ET HABITATIONNELLE

Les éléments à disposition montrent que les conditions d'habitats amont des ruisseaux de la Baume et de Voye (ainsi que le ruisseau d'Hautpré dans sa section bocagère) sont relativement adaptées pour les peuplements en place, notamment avec une bonne diversité d'habitats aquatiques (ripisylve connectée et permettant de créer de l'ombrage, berge en pente douce, granulométrie variée, écoulements variés due à la présence de rupture de pentes ou de nassis, radiers etc.). Les données relatives à la qualité de l'eau et du peuplement macro-invertébrée confortent cette conclusion. Les analyses récentes des peuplements piscicoles montrent également une amélioration, corrélée à celle de la qualité de l'eau.

Cela dit, des perturbations liées aux travaux et aménagements anciens (chenalisation et canalisation, ouvrages hydrauliques, etc.) sont bien visibles sur le linéaire des ruisseaux, ce qui explique le score de qualité physique global d'une qualité moyenne à mauvaise (voire très mauvaise pour la traversée urbaine du ruisseau de la Baume).

La qualité physique des ruisseaux à l'étude est altérée par :

- **Les rectifications des cours d'eau**, en particulier en zone agricole suite à la période de remembrement empêche ces derniers de s'exprimer librement en méandrant au fil des crues. Cela amène à avoir des ruisseaux déconnectés du lit majeur et peut entraîner des inondations éclairs en aval du bassin versant lors des périodes de fortes pluies. La chenalisation participe également à l'incision du lit (avec des berges d'une hauteur pouvant être supérieure à 2 m sur la partie aval du bassin versant). Sur le bassin versant, 59.5 % du linéaire a été estimé comme étant chenalisé ;
- **Le piétinement généralisé des bovins**, sur des secteurs parfois proches de sources, ce qui entraîne la mise en suspension de fines à l'amont de certains ruisseaux et sur les secteurs en plaines, ce qui favorise la disparition des berges et du lit mineur ainsi que des inondations localisées ;
- **Les canalisations et enrochements** effectués majoritairement en zone urbaine contraignent les ruisseaux et altèrent leur fonctionnement latéral. Les écoulements sont appauvris, la ripisylve est déconnectée du lit mineur et a pour conséquence une perte d'habitats pour les peuplements locaux. Le pavage des fonds du lit favorise les écoulements des débits de crue, ces derniers inondant les prairies en aval dès qu'un débordement est possible. Sur le bassin versant, 8.6 % des berges sont enrochées, le ruisseau de la Baume a cependant 20 % de ses berges qui sont enrochées ;
- **Les ouvrages hydrauliques infranchissables**, en particulier les deux seuils des Moulins de la Cude et Moulin Neuf qui entravent la continuité du ruisseau de la Baume sur plus de 300 m de cours d'eau et étant les seuls à

entraîner une zone de remous sur plus de 10 m (40 m pour les deux ouvrages environ). Sur les 183 ouvrages référencés lors du diagnostic, 44 sont infranchissables ;

- **Un cordon rivulaire parfois en mauvaise santé ou de faible largeur, voire déficitaire** sur certains secteurs tels que la traversée de zone urbaine, le long des départementales ou encore en secteurs prairiaux où la ripisylve ne se maintient pas à cause des piétinements de bovins ou par manque de plantation suite aux remembrements qui ont eu lieu en zone agricole. Les linéaires dont la végétation rivulaire est déficitaire voire absente représentent 43.5 % des rives du bassin versant.

Ces aménagements ont des conséquences profondes sur la santé des cours d'eau. Comme l'a notamment montré le diagnostic de la qualité physique, malgré le potentiel écologique des ruisseaux de Sancey. Cette dégradation de la qualité physique est le résultat direct des aménagements listés-ci avant. Ces éléments négatifs seront à traiter en priorité dans un objectif de restauration de la qualité physique des cours d'eau.



D. PROGRAMME D' ACTIONS

Les paragraphes suivants détaillent les éléments pris en compte dans la rédaction des fiches actions.

1. OBJECTIFS RETENUS ET NIVEAU D'AMBITION ASSOCIÉ

Dans le cadre de la compétence GEMAPI, l'EPAGE Doubs-Dessoubre souhaite restaurer la qualité physique des ruisseaux de Sancey et plus généralement leur naturalité. Le diagnostic réalisé dans la présente étude a donc permis d'identifier et de localiser les différentes pressions, d'estimer leur impact sur la qualité physique des ruisseaux et d'ainsi sectoriser le cours d'eau.

Dans la continuité de l'étude diagnostique, des aménagements sont proposés visant à répondre aux objectifs de l'EPAGE. Ces propositions d'aménagements prennent en compte une multitude de paramètres permettant d'établir le programme de restauration : la qualité physique propre à chaque tronçon, les usages en lit majeur, le risque inondation, etc. Ces propositions sont volontairement ambitieuses au vu de l'objectif de restauration de la naturalité des milieux et de l'état de dégradation quasi généralisé.

2. LA DÉMARCHE PROPOSÉE

2.1. DÉMARCHE GÉNÉRALE

Le but de la démarche est de proposer une série d'aménagements au stade esquisse destinés à permettre l'atteinte du bon état écologique des ruisseaux de Sancey.

Le programme d'actions et les fiches actions sont donc basés sur les fiches tronçons établies lors du diagnostic.

Pour autant, le programme d'actions demande une approche plus fine du territoire, notamment en fonction des enjeux, des pressions identifiées et des contraintes pour les aménagements. Par conséquent, plusieurs actions pourront parfois être retrouvées à l'intérieur d'un même tronçon, sur plusieurs secteurs différents.

2.2. OBJECTIFS VISÉS

Dans chaque fiche, des objectifs de restauration servent de base aux principes de restauration envisagés.

Les objectifs de restauration prennent plusieurs éléments en considération avec notamment :

- **Le niveau d'ambition nécessaire** à une rétention des eaux dans les milieux aquatiques et à l'amélioration significative des conditions d'habitats aquatiques (sur la base du diagnostic) ;
- **Le peuplement aquatique attendu** sur le secteur, et le contexte écologique global (tête de bassin, plaine alluviale, etc.) ;
- **Les marges de manœuvre disponibles** (foncier, usages, etc.) ;

En fin de paragraphe, les éventuels points de vigilance sont précisés : enjeux particuliers à prendre en compte, incertitudes, etc.

2.3. INCIDENCES ATTENDUES

À ce stade, les aménagements sont proposés au stade esquisse, et leurs caractéristiques ne sont pas connues précisément. Les incidences potentielles sont ainsi définies à l'aide de la modélisation hydraulique réalisée sur l'ensemble du bassin versant et sur la base de connaissances générales quant au type de restauration envisagé.

Dans cette partie, les incidences sur les usages ont une importance très particulière dans la mesure où elles conditionnent souvent la faisabilité du projet et les ajustements éventuels à réaliser.

2.4. CONDITIONS D'EXÉCUTION ET BESOINS EN ÉTUDES COMPLÉMENTAIRES

Les conditions d'exécution sont précisées pour chaque projet. Dans le cadre d'un aménagement ambitieux, de nombreuses étapes préalables aux travaux sont nécessaires : concertation locale, acquisition de données complémentaires, autorisation administrative.

D'autre part, les besoins en études complémentaires directement liés à la conception des aménagements sont évalués et chiffrés dans l'estimation financière.

2.5. ESTIMATION FINANCIÈRE

L'estimation financière est basée sur les repérages de terrain réalisés lors du diagnostic, le pré-dimensionnement (qui reste une ébauche non définitive), ainsi que des travaux antérieurs et des devis d'entreprises pour des prestations similaires.

Plus concrètement, la section du cours d'eau estimée à partir de mesures simples a été utilisée pour estimer les volumes de terrassement, d'ensemencement et des autres matériaux à employer dans le cadre des projets d'aménagement.

Les levés topographiques nécessaires ont été estimés en fonction des besoins liés au type d'aménagement envisagé, mais aucune demande de devis de cabinet de géomètre n'a été réalisée à ce stade.

Par conséquent, il convient de garder à l'esprit que les estimations financières formulées dans les fiches actions sont à considérer comme des **ordres de grandeurs**.

3. LES PRINCIPAUX TYPES DE RESTAURATION PROPOSÉS

Compte tenu des objectifs définis, plusieurs principes de gestion ou d'aménagement ont été proposés dans les fiches actions.

Les principes techniques des aménagements sont présentés dans les paragraphes suivants, du plus ambitieux au moins ambitieux.

En complément, le principe technique de chaque action est présenté dans les fiches correspondantes.

3.1. REMÉANDREMENT

3.1.1. Objectifs

1. Reconstituer la **diversité des habitats et la connectivité du lit mineur** ;
2. Retour à un fonctionnement naturel :
 - a. **Rétablissement d'une pente adaptée** à la dynamique du cours d'eau ;
 - b. **Réactivation des différents compartiments du système alluvial.**

En particulier le reméandrement vise à restaurer la dynamique morphologique (mobilité latérale) et hydraulique (débordements) du cours d'eau.

3.1.2. Principe d'aménagement

Le reméandrement est un **principe de restauration ambitieux qui vise à restaurer le tracé d'un cours d'eau** afin de permettre une configuration morpho dynamique adaptée au fonctionnement « naturel ». L'ancien tracé est souvent déduit de documents cartographiques anciens. Il s'agit donc de rétablir un tronçon de cours d'eau tel qu'il était avant les grands aménagements anthropiques, situation jugée optimale sur le plan écologique et morphologique.

Cet aménagement peut prendre plusieurs formes :

- Restauration de la sinuosité originelle à partir du tracé déduit de documents cartographiques anciens ;
- Réactivation d'un ancien méandre par terrassement de l'ancien lit.

Cet aménagement ne concerne pas uniquement le tracé en plan du cours d'eau : en effet, le gabarit du lit a lui aussi souvent été altéré en lien avec les aménagements anciens. Il s'agit alors de **restituer au cours d'eau son gabarit naturel**, ce qui induit généralement un rehaussement des fonds et une diminution de la largeur du lit. **Cette configuration permet de rétablir la connectivité latérale et notamment les fonctionnalités du lit majeur. Ainsi, le reméandrement est particulièrement adapté lorsqu'il existe des enjeux écologiques riverains (ex : pelouses et prairies humides, mares, etc.).**

Dans l'exemple de la reconstitution de sinuosités visibles sur les documents anciens, l'opération consiste à :

- **Rehausser le lit en amont de la jonction** afin de rattraper la pente du cours d'eau (l'aménagement de sinuosités induit automatiquement une diminution de la pente du cours d'eau, qui doit être homogénéisée au niveau des fonctions amont et aval) ;
- **Comblé** (totalement ou partiellement) le lit actuel ;
- **Terrasser un nouveau lit** à partir d'un ancien tracé retrouvé sur des documents anciens, et avec une géométrie adaptée au fonctionnement du cours d'eau ;
- **Aménager la jonction aval** afin de rattraper la pente du cours d'eau. Ce procédé est plus ou moins complexe en fonction des caractéristiques initiales du cours d'eau (incision du lit, pente).

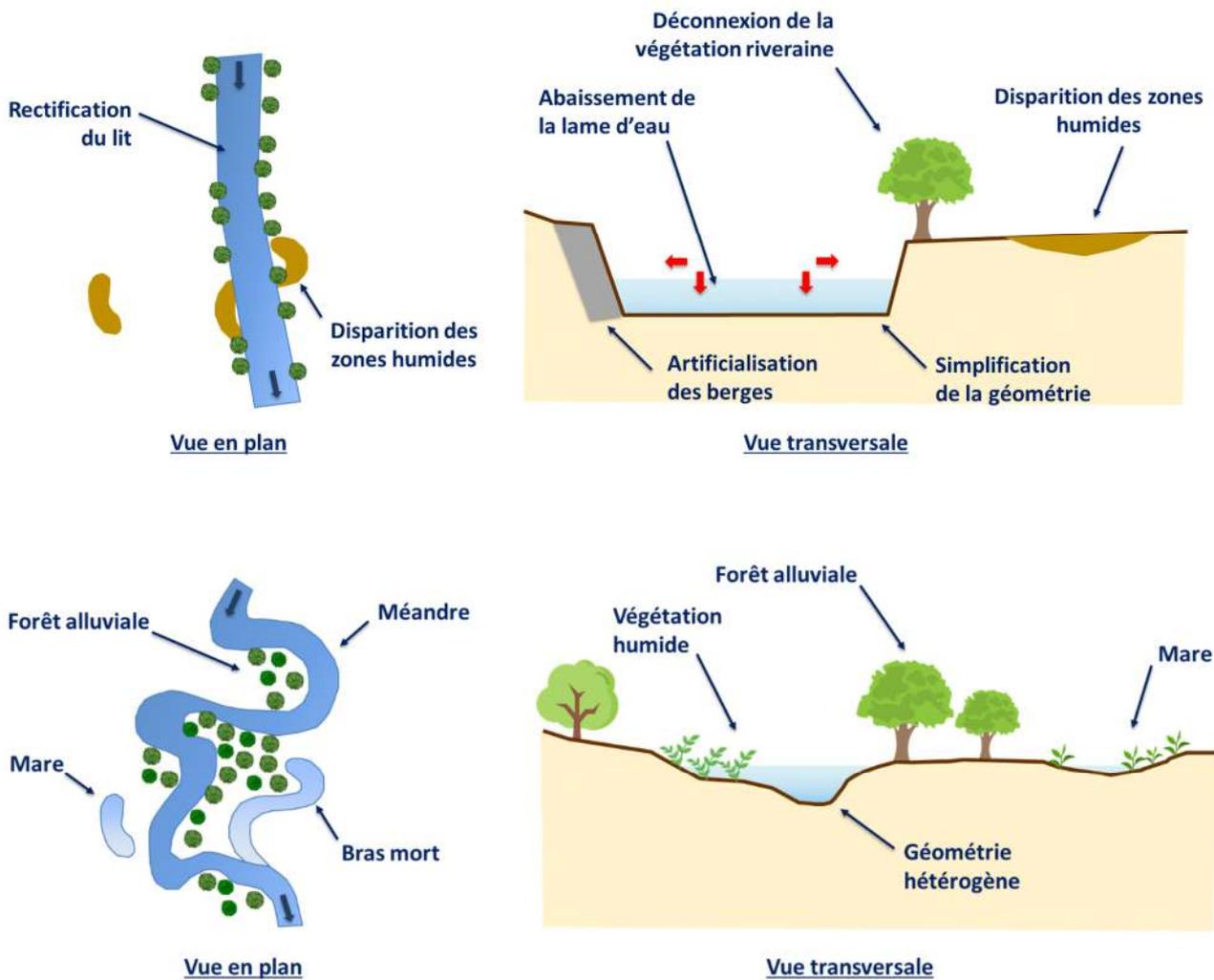


Figure 138 - Schéma de principe d'un reméandrement (rectification d'un cours d'eau au-dessus, cours d'eau naturel en-dessous)

Dans le cas du secteur d'étude, les anciens tracés des ruisseaux ont pu être étudiés via des photographies anciennes, l'établissement de l'EBF et grâce au LIDAR pour connaître les fonds de vallée et seront utilisés pour l'établissement des nouveaux tracés.

3.2. REMODELAGE DU CHENAL D'ÉCOULEMENT

3.2.1. Objectifs

1. Reconstituer et diversifier les habitats du lit mineur, et plus particulièrement pour le débit d'étiage ;
2. Améliorer les habitats en berge et rétablir une certaine connectivité avec le lit majeur ;
3. Au niveau du fonctionnement hydraulique, deux niveaux d'ambition sont envisageables :
 - a. **Restaurer la connectivité latérale** (milieux humides) en restaurant la capacité de débordements avec un rehaussement des fonds par exemple : ambition écologique élevée.
 - b. **Conserver une capacité hydraulique similaire à l'état actuel**, notamment avec un évasement des berges : ambition écologique moyenne à faible.

3.2.2. Principe d'aménagement

Ce scénario vise à un resserrement du lit d'étiage, à une diversification des écoulements et à une amélioration des habitats du lit et des berges.

Ce principe d'aménagement est moins ambitieux qu'un reméandrement car il se limite au lit mineur et à ses abords directs (le tracé du cours d'eau n'évolue pas), et dans la mesure où les fonctionnalités du lit majeur ne sont généralement pas directement améliorées.

Cette opération est généralement recommandée sur **les portions de cours d'eau urbains (berges hautes et abruptes, chenal surcalibré et écoulements lents)**.

Il s'agit donc de diminuer l'incidence des recalibrages et des rectifications en agissant de la manière suivante :

- Aménagement d'un lit moyen (intermédiaire entre le lit d'étiage et le lit majeur) qui se met en eau au-delà du débit moyen annuel ;
- Adoucir la pente des berges pour restaurer la connectivité latérale et développer les habitats riverains (végétation humide, ripisylve, etc.)

Sur le plan technique, il s'agit principalement de terrasser le lit en déblais/ remblais : les berges sont évasées et les matériaux obtenus sont déposés en pied de berge pour la création de banquettes, ces dernières permettent de diversifier et d'augmenter les niveaux d'eau à l'étiage.

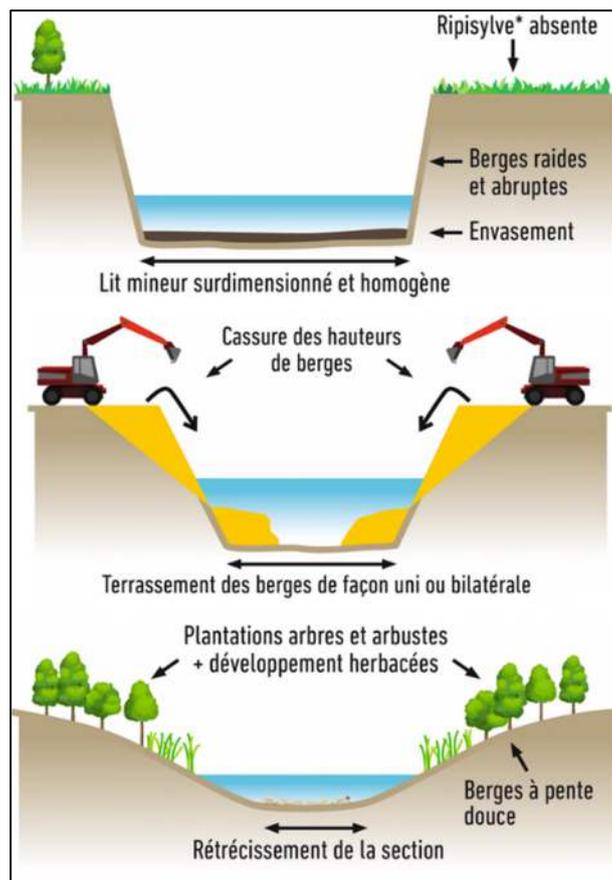


Figure 139 - Schéma de principe du terrassement des berges en déblais/remblais

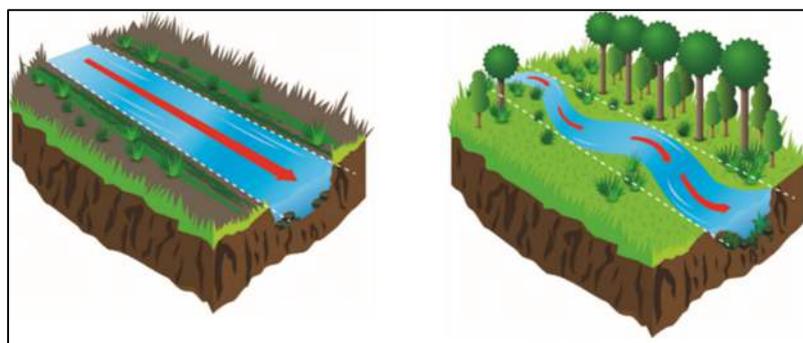


Figure 140 - Schéma de principe de la diversification des écoulements dans l'emprise du lit mineur

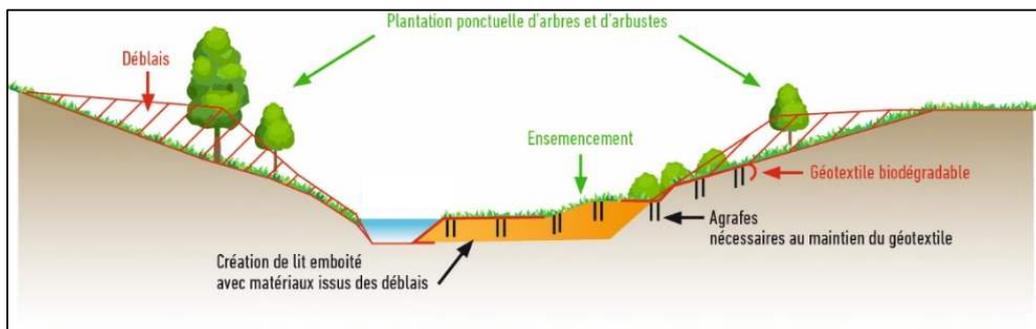




Figure 141 - Schémas de principes de remodelage de la section mouillée avec création de banquettes et exemple de remodelage sur la Cent Font pour le Syndicat du Bassin versant de la Vouge (travaux réalisés en 2022)

Ce principe d'aménagement détient comme principal désavantage qu'il nécessite de défricher les berges (totalement ou partiellement) afin de permettre leur retalutage. Même si une végétalisation des berges est effectuée dans le cadre des travaux, cette contrainte peut être assez limitante dans la mesure où la ripisylve reste relativement présente sur certaines portions de cours d'eau à restaurer.

3.2.3. Aménagements connexes

Afin de maximiser le gain écologique de l'aménagement, les opérations suivantes peuvent être effectuées :

- Reconstitution d'un matelas alluvial grossier (plus attractif sur le plan écologique), voire rehaussement des fonds pour améliorer la connectivité latérale ;
- Développement de la végétation rivulaire : plantation d'arbres et arbustes, héliophytes, etc. ;
- Diversification des écoulements.

3.3. DIVERSIFICATION DES ÉCOULEMENTS

3.3.1. Objectifs

1. Diversifier les habitats du lit mineur (amélioration de l'attractivité et de l'hétérogénéité) ;
2. Diversifier et dynamiser les écoulements, augmenter les hauteurs d'eau à bas débit.

Cet aménagement peut intervenir en complément d'une intervention plus globale (comme dans le cadre d'un remodelage du lit mineur), ou en tant que tel lorsque les contraintes socio-économiques sont importantes.

D'une manière générale, ce type d'aménagement ne peut se suffire à lui-même uniquement en zones urbaines, là où les contraintes en lit majeur ne permettent pas d'envisager des principes d'aménagement plus ambitieux.

3.3.2. Principes d'aménagement

La diversification est obtenue par des aménagements ponctuels ou linéaires, généralement artificiels, qui ont pour objet de modifier localement les conditions d'écoulements et d'habitats aquatiques (caches, hauteur d'eau, courantologie).

D'une manière générale, les aménagements suivants sont proposés : fixation de bois morts, souches, épis, blocs de diversification des écoulements, recharge sédimentaire, etc.

Ce niveau d'ambition se concentre sur le lit mouillé, son influence s'exerce donc uniquement sur les habitats aquatiques.

Les aménagements suivants peuvent être réalisés :

3.3.2.1. Banquettes

L'aménagement de banquettes (en terre végétale ou à partir de matériaux grossiers) permet la **création d'un lit d'étiage qui concentre les écoulements à bas débit**. Cette concentration des écoulements vise à atténuer les incidences de la chenalisation qui est généralement responsable d'un étalement de la lame d'eau (notamment en été), et donc d'une diminution des hauteurs d'eau.

Les banquettes sont aménagées de façon à recréer des micro-sinuosités dans le lit mineur afin de diversifier les faciès d'écoulement.

Autre bénéfice de cet aménagement : ces banquettes permettent l'émergence d'un habitat humide aux abords du lit d'étiage.



Figure 142- Exemple de banquettes sur la Furieuse à Salins-les-Bains (Artelia, 2020)

3.3.2.2. Épis de recentrage

Les épis sont des aménagements rustiques qui permettent de diversifier les écoulements (alternance de zones rapides et lentes) et d'offrir des caches propices aux espèces aquatiques qui viendront coloniser les milieux ainsi restaurés (poissons, insectes, amphibiens, crustacés, oiseaux).



Figure 143 - Exemple d'épis en bois sur la Glantine à Tourmont (Artelia, 2023)

3.3.2.3. Blocs abris et sous berges

Ces aménagements permettent de recréer des abris piscicoles dans les secteurs où ils font défaut.

Plusieurs types d'abris peuvent être réalisés :

- Blocs agencés dans le lit ;
- Création de sous-berges en rondins, en planches ou en blocs ;
- Implantation dans le lit mouillé de branchages et souches issus du traitement de la végétation.



Figure 144 – Exemples de banquettes en branchages et de souche sur la Glantine à Tourmont (Artelia, 2023)

3.4. GESTION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

La thématique des ouvrages hydrauliques détient une grande importance sur le secteur d'étude.

Leur gestion met en jeu des principes d'intervention qui sont plus ou moins interventionnistes, le coût ainsi que les contraintes varient donc en fonction de l'ambition sélectionnée et du contexte local.

Les principales possibilités de gestion sont résumées ci-après :

3.4.1. Enjeu des ouvrages hydrauliques à l'échelle du site d'étude

Pour tout ouvrage hydraulique, différentes solutions d'aménagements et de gestion sont envisageables : le choix final de l'aménagement doit se faire en fonction des enjeux et contraintes locales : objectifs, gain écologique escomptable, fonctionnement du cours d'eau, enjeux socio-économiques, etc.

Dans tous les cas, **il est essentiel que l'aménagement ne se limite pas à l'ouvrage, mais qu'une restauration écologique des zones amont soit envisagée dans le même temps**. En effet, l'amélioration seule de la continuité écologique ne résoudrait pas le problème de l'attractivité des milieux, qui est le principal facteur pénalisant sur le plan écologique. D'autre part, l'abaissement de la ligne d'eau pourrait provoquer une déconnexion des habitats riverains (ripisylve, systèmes racinaires, etc.)

Tout abaissement de la ligne d'eau doit donc être associé à des travaux connexes dans les anciennes zones de remous : remodelage des berges, rehaussement des fonds, etc.

Les ouvrages qui ont fait l'objet d'une étude d'aménagement sont particulièrement les Moulins de la Cude et Moulin Neuf.

3.4.2. Effacement de l'ouvrage

Ce principe intervient dans le cas où l'ouvrage ne dispose pas d'usage et où les contraintes locales le permettent.

Le seuil peut être abaissé en plusieurs étapes successives, afin de contrôler les ajustements morphologiques du cours d'eau.

Effacement du seuil de la Voyèze (2022)



Effacement du seuil de Fleurey (2020)



Figure 145 – Effacement de seuils sur le secteur aval du Dessoubre – Photos du radier des seuils avant aménagement (à gauche) et post aménagement -(Artelia, 2018-2023)

3.5. RESTAURATION ET GESTION DE LA VÉGÉTATION RIVULAIRE

Les investigations de terrain et les rencontres avec les élus des bassins versants ont mis en évidence un manque d'entretien voire une dégradation profonde de la ripisylve sur certains secteurs. Il convient alors de remédier à ces problèmes.

3.5.1. L'entretien de la végétation

Lorsque la ripisylve est bien implantée, un simple entretien peut être pratiqué de manière à la préserver voire à en améliorer les fonctions biologiques et morphologiques.

L'entretien consiste principalement à des interventions d'élagage, de débroussaillage ou encore de coupes sélectives d'arbres qui risquent de basculer dans le lit et de menacer significativement des enjeux à proximité.

Il consiste également à améliorer l'état de la végétation, en maintenant une diversité des essences, des strates et des âges, en favorisant la pousse des jeunes plants et en favorisant les espèces qui participent au maintien des berges (aulnes, saules, chênes, frênes, etc.)

L'enjeu principal est de **trouver un juste équilibre entre l'aspect paysager de la végétation et les multiples fonctions qu'elle joue pour le cours d'eau.**

Pour citer un cas concret : bien que les embâcles et le bois mort n'apportent que peu de plus-value paysagère et qu'ils peuvent créer des érosions localisées, ils apportent un bénéfice significatif pour les cours d'eau et ses enjeux, avec la création d'abris pour la faune, une diversification des écoulements, etc.

Il en est de même pour les buissons : souvent considérés comme négatifs pour l'aspect du cours d'eau, ils offrent des refuges pour de nombreux oiseaux et insectes.

3.5.2. La restauration de la ripisylve

La restauration de la végétation rivulaire intervient sur les tronçons où elle est en mauvais état ou totalement absente, elle vise donc à obtenir une végétation en bon état.

Elle comprend donc plusieurs niveaux d'intervention suivant l'état de la végétation et les enjeux locaux :

3.5.2.1. Diversification des essences, des strates et/ ou des âges

Il s'agit d'opérer des coupes sélectives et des plantations afin de valoriser la végétation rivulaire qui peut être :

- Monospécifique ;
- Dominée par la strate arbustive, souvent synonyme de fermeture des paysages et d'encombrement : il s'agit dans ce cas de sélectionner les plants par coupe sélective ;
- Vieillissante : il s'agit alors de procéder à un rajeunissement de la végétation en soulageant la strate arborescente (coupes sélectives, trouées, ...) pour favoriser l'émergence d'une strate arbustive et buissonnante ;

3.5.2.2. Reconstituer la continuité du cordon rivulaire

Cette opération vise à densifier une végétation éparse et discontinue par des opérations de plantation et/ou de mises en défens vis-à-vis du bétail.

3.5.2.3. Reconstituer une végétation absente

Il s'agit ici de procéder à des opérations de plantations d'arbres, arbustes voire d'hélophytes (végétation humide) suivant les secteurs. Alternativement, une simple mise en défens des berges permet à moyen terme une régénération naturelle de la ripisylve.

Cette opération peut nécessiter un retalutage de la berge (adoucissement du talus) de manière à améliorer la connectivité latérale et donc la santé du cordon rivulaire.

3.6. COMPLÉMENTS À LA GESTION DE LA RIPISYLVE

3.6.1. Gestion de l'accès du bétail à la rivière

Afin de limiter la pression de piétinement sur les berges et d'abroussissement de la végétation (en particulier des jeunes plans et cas de restauration du cordon rivulaire), la mise en place de clôtures le long de berges est proposée (mise en défens des berges).

En complément, des mesures d'accompagnement pourront être proposées lorsque nécessaire :

- Plantation d'arbres dans les près pour créer des points d'ombres (il est commun que le bétail recherche l'ombre auprès de la ripisylve, ce qui favorise le piétinement des berges) ;
- Création de passerelles ou de passages à gué lorsque les deux rives du cours d'eau sont exploitées par le même éleveur ;

3.6.2. Gestion de l'abreuvement des troupeaux

L'aménagement d'abreuvoir directement dans le lit du cours d'eau n'est pas forcément propice à moyen/ long terme et sera de toute façon proscrit en cas d'arrêté de protection Biotope au regard de l'écrevisse à pattes blanches. L'installation de pompes à nez et/ ou abreuvoir à pompe solaire, gravitaire voire éolien est donc proposée.

3.7. BILAN

Dans les faits, les gains et contraintes liés aux différents types de restauration peuvent fortement varier selon leurs caractéristiques techniques. Par exemple, un reméandrement sans rehaussement des fonds (lit incisé) n'aura pas d'incidence significative sur la connectivité avec les milieux riverains, à l'inverse d'un reméandrement avec un rehaussement des fonds.

Autre exemple : les aménagements de diversification des écoulements ne montrent généralement leurs effets qu'au débit d'étiage et ont donc une incidence morphodynamique et hydraulique très modérée. Cela dit, des aménagements plus conséquents (calés sur le niveau du module) auront une incidence morphodynamique et hydraulique plus prononcée (rehaussement des niveaux d'eaux, fosses de dissipation à leur aval, etc.)

Il convient donc de rester nuancé dans la comparaison des principes de restauration, et de considérer que plusieurs intermédiaires existent entre les principes techniques présentés ici.

Sur le bassin versant des ruisseaux de Sancey, au vu des classes de qualités des tronçons à l'étude et des problématiques mises en avant (rectification des tracés, déconnection du lit mineur avec son lit majeur, déficit en ripisylve, linéaire perché favorisant les inondations, ...), des aménagements ambitieux sont nécessaires afin de les restaurer. Les aménagements à ambition moyenne ou moindre seront réservés aux secteurs où la marge de manœuvre pour des aménagements ambitieux sont impossible, soit en zones urbaines.

4. PROPOSITION D' ACTIONS

4.1. PRÉSENTATION

4.1.1. Généralités

Suite à l'identification des perturbations sur chaque tronçon, des actions sont proposées en conséquence. Ces dernières sont les suivantes :

- Remise du lit du cours d'eau dans le fond de vallée lorsque ce dernier a été déplacé ;
- Remodelage des secteurs rectifiés en zone urbaine et lorsque cela n'est pas possible, une diversification du lit mineur est proposée ;
- La suppression de plusieurs seuils (anciens moulins etc.) ;
- La gestion des contraintes latérales : le désenrochement des protections de berges qui ne sont pas liées à un enjeu particulier (route ou bâti principalement) est proposé ;
- La gestion de l'accès du bétail au cours d'eau ;
- La gestion de la ripisylve.

Les fiches tronçons et les fiches actions associées sont présentées en annexes.

4.1.2. Problématique des inondations à Chazot et Orve

La zone d'inondation d'Orve – Chazot peut être assimilée à un énorme bassin de rétention, alimenté par les ruisseaux de Sancey, et se vidant par les différentes pertes du secteur (débit de fuite). L'équation de fonctionnement d'un tel bassin est assez simple : tant que le débit d'alimentation est inférieur au débit de fuite, le bassin reste vide. Si le débit d'alimentation devient supérieur au débit de fuite, le bassin commence à se remplir. Le remplissage dure jusqu'à ce que le débit d'alimentation redevienne inférieur au débit de fuite. Pour limiter les inondations catastrophiques d'Orve et Chazot, on peut donc envisager de jouer sur les trois paramètres :

- En réduisant le débit d'alimentation (c'est-à-dire le ruissellement sur le bassin versant) ;
- En augmentant le débit de fuite (débit d'infiltration des pertes) ;
- En augmentant le volume d'eau stockable avant atteinte aux biens.

4.1.2.1. Réduction du débit d'alimentation

Vu la dynamique lente des crues, cela suppose de réduire le volume ruisselé sur une durée relativement importante.

Le débit peut être théoriquement réduit à la source en augmentant la capacité d'infiltration des sols du bassin versant. En pratique, le bassin versant est en majorité occupé par des prairies et forêts. Son caractère karstique et la relativement faible imperméabilisation des surfaces supposent déjà une bonne capacité d'infiltration des sols.

Le débit de crue peut également être écrêté en diminuant la pente des cours d'eau ainsi qu'en augmentant le linéaire à parcourir. Les reméandrements suggérés précédemment contribuent à diminuer les débits de crues en lissant la

réponse du bassin versant aux précipitations. Cet effet d'écèlement reste cependant limité pour les crues importantes, l'écoulement circulant d'ores et déjà principalement en lit majeur et en fond de vallée.

4.1.2.2. Augmentation du débit de fuite

Contrairement à un bassin artificiel, le débit de fuite du système ne semble pas constant, mais dépendant du niveau de saturation du karst. Cette variation rend plus difficile l'appréciation de l'efficacité des mesures qui ont été ou qui seront prises. Une amélioration de la connaissance pourrait être obtenue en plaçant à demeure une sonde de pression soit dans le puits Fenoz, soit dans la perte des Pommiers.

En ce qui concerne le puits Fenoz, il semble que le facteur limitant le débit se situe en aval de la zone explorée par les spéléologues. Il paraît difficile de jouer à ce niveau. Par contre, il est important d'éviter un colmatage du puits pouvant aboutir à une réduction de sa capacité d'infiltration. A cet égard, un système de retenue des embâcles pourrait être mis en place en amont de la perte. La grille de la perte des Pommiers devra également être nettoyée régulièrement.

Au niveau des pertes de la Lavière, la position du facteur limitant n'est pas connue. Il est ici possible qu'il se situe en surface. Là aussi, la mise en place d'une sonde de pression dans une des pertes apporterait peut-être des éléments de connaissance complémentaires. Par ailleurs, il serait également intéressant de savoir si ces pertes se rattachent au même réseau que le puits Fenoz, ou sont tributaires d'un autre réseau. Dans le second cas, les possibilités d'amélioration du débit d'infiltration seraient sans doute plus importantes. A cet égard, la réalisation d'un traçage depuis les pertes de la Lavière pourrait être intéressante. S'il apparaît que le facteur limitant se situe en surface, une amélioration du débit pourrait être obtenue en aménageant les pertes du lit qui ne le sont pas encore, ou aménageant et en connectant les dolines situées en limite Est de la plaine, entre la RD 464 et la RD 21. Des grilles de protection devront être mises en place sur tous les aménagements. Elles seront nettoyées régulièrement.

4.1.2.3. Augmentation de la capacité de stockage

Une augmentation de la capacité de stockage pourrait être obtenue en inondant temporairement des terres agricoles, sachant que la fréquence de ces inondations serait faible et la durée de quelques jours. Le débordement en lit majeur des rus de Sancey dans les zones à faibles enjeux (prairies) permettrait en effet de disposer de zones de stockage temporaires. En particulier, les zones de faibles pentes situées en aval des parties habitées de Sancey-le-Grand et Sancey-le-Long constituent de vastes espaces dans lesquelles les volumes de crue peuvent déjà se répandre et, sous réserve d'aménagements et d'intervention, séjourner pour atténuer le débit parvenant au puits Fenoz. Deux solutions peuvent être envisagées :

- Mise en place d'un batardeau mobile au niveau du pont de la RD 21. Ce barrage permettrait de stocker de l'eau entre la RD 21 et la RD 464, dans le secteur de la Lavière. L'étendue de la zone est limitée (environ 12 ha) et le volume stockable sans doute faible. Cela conduirait à mettre en charge les pertes, ce qui peut augmenter leur débit. Cependant, si elles sont connectées au même réseau que le puits Fenoz, cette augmentation du débit des pertes pourrait ne pas être observée (ou compensée par une réduction du débit du puits Fenoz).
- Mise en place d'un batardeau mobile au niveau du pont de la RD 464. La surface d'expansion disponible est beaucoup plus importante, et pourrait s'étendre à la fois du côté du ruisseau d'Hautpré et du côté du ruisseau de Voitre. Le volume stockable est dépendant de la cote maximale de la retenue. Celle-ci pourrait si nécessaire être améliorée en réhaussant le profil en long de la RD 464 sur 300 à 400 m de long. Si l'on prend comme référence la courbe de niveau 470 m, la superficie utilisable serait de 35 ha.

La décision de fermer les batardeaux pourrait être prise sur la base des mesures données par les sondes de pression placées dans les pertes. Une topographie fine des zones inondables permettra de calculer le volume stockable, à comparer à la zone d'inondation actuelle, dont la superficie avoisine 55 ha (sur la base de la courbe de niveau 465 m).

4.2. ACTIONS PRIORITAIRES

Certaines actions sont identifiées comme prioritaires au vu du haut niveau d'ambition associé et par conséquent du gain écologique attendu.

Ces actions prioritaires sont présentées dans la carte ci-après.

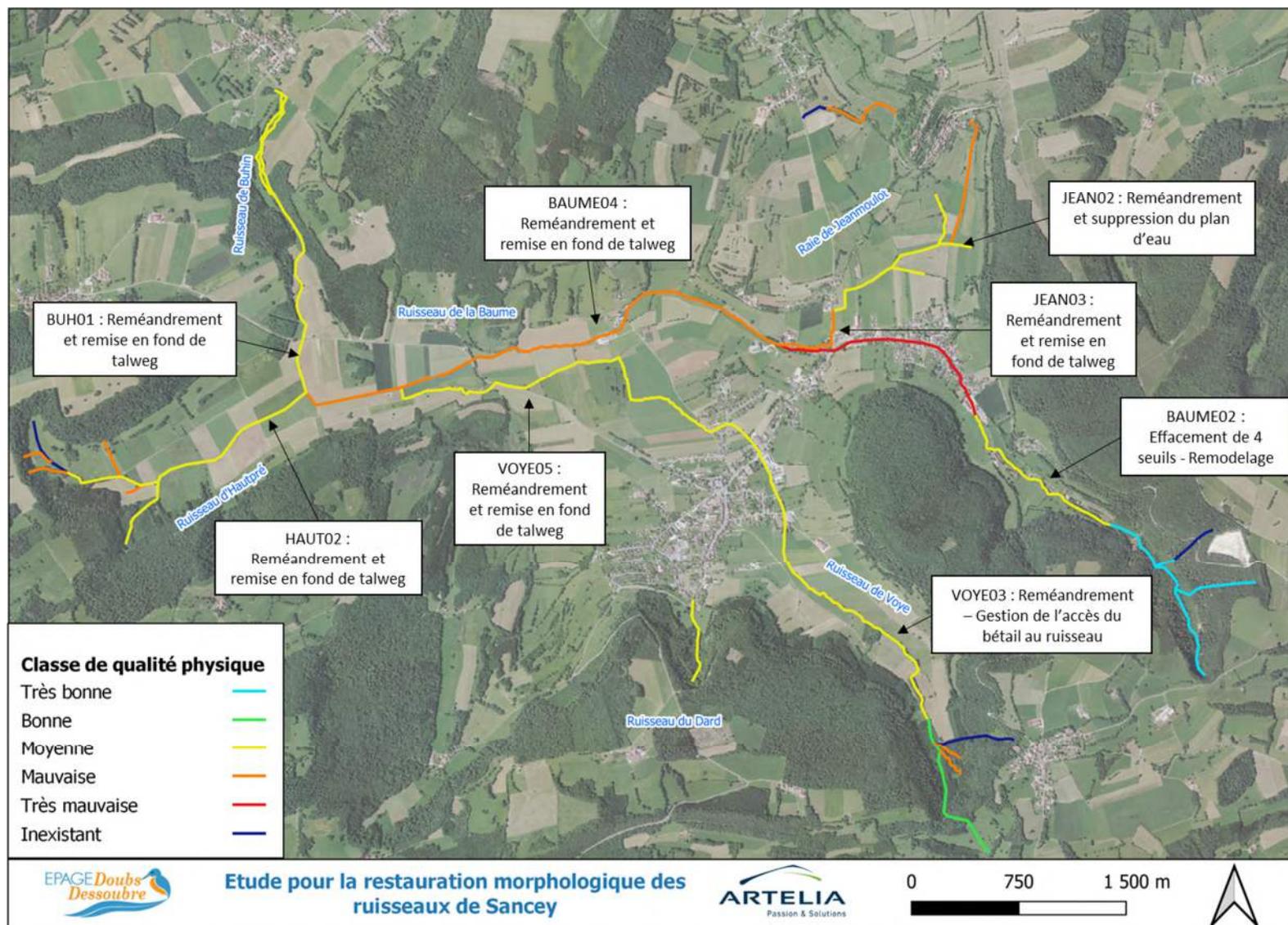


Figure 146 - Actions prioritaires identifiées

5. BILAN

Le tableau de synthèse du programme d'action pour les ruisseaux de Sancey sont présentés ci-après.

Tableau 20 – Synthèse des actions proposées sur les ruisseaux de Sancey

Tronçon	Qualité	Action	Objectifs	Priorité de l'action	Linéaire concerné (m)	Coût (€ HT)
BAUM01	Très bonne	BAUM01.1	Rétablissement de la continuité écologique au droit des affluents	Faible	78	75 400.00 €
BAUM02	Moyenne	BAUM02.1	Restauration continuité écologique - Effacement de 4 seuils	Forte	859	279 000.00 €
		BAUM02.2	Remodelage - Suppression des contraintes latérales			
		BAUM02.3	Gestion de l'accès du bétail au ruisseau			
BAUM03	Très mauvaise	BAUM03.1	Restauration de la qualité physique et entretien de la ripisylve (Suppression des contraintes latérales vétustes, remodelage, restauration du fond artificiel, diversification du lit mineur, plantation de ripisylve)	Moyenne	1 420	304 000.00 €
BAUM04	Mauvaise	BAUM04.1	Reméandrement (Remise en fond de talweg et maintien de l'étang de Voitre pour lutter contre les inondations)	Forte	2 290	554 500.00 €
		BAUM04.2	Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve			
BUH01	Moyenne	BUH01.1	Reméandrement (Remise en fond de talweg)	Forte	2 038	479 500.00 €
BUH02	Moyenne	BUH02.1	Remodelage ponctuel	Faible	80	31 500.00 €
		BUH02.2	Mise en place d'un passage à gué			
DARD01	Moyenne	DARD01.1	Restauration de la qualité physique du cours d'eau	Faible	250	208 500.00 €
		DARD01.2	Gestion de l'accès du bétail au ruisseau			
DARD02	/	DARD02.1	Réouverture ponctuelle en fonction des potentialités			/
		DARD02.2	Remodelage de la confluence du ruisseau du dard			
HAUT01	Mauvaise	HAUT01.1	Remodelage d'affluents de façon méandriforme - Comblement de fossé	Faible	860	168 500.00 €
		HAUT01.2	Reprise des ouvrages aux confluences			
		HAUT01.3	Gestion de l'accès du bétail au ruisseau			
HAUT02	Moyenne	HAUT02.1	Reméandrement (Remise en fond de talweg)	Forte	1 956	259 500.00 €
JEAN01	Mauvaise	JEAN01.1	Reméandrement (Remise en fond de talweg)	Moyenne	899	194 700.00 €
JEAN02	Moyenne	JEAN02.1	Reméandrement (Remise en fond de talweg) et gestion des affluents	Forte	1 771	271 500.00 €
		JEAN02.2	Suppression ou dérivation du plan d'eau			
		JEAN02.3	Gestion de l'accès du bétail au ruisseau			
JEAN03	Mauvaise	JEAN03.1	Reméandrement (remise en fond de talweg)	Forte	652	301 500.00 €
JEAN04	Mauvaise	JEAN04.1	Création d'un dalot et d'une passerelle - Gestion des embâcles	Faible	165	65 100.00 €
VOYE01	Bonne	VOYE01.1	Création de seuils et souches en bois	Faible	250	107 000.00 €
		VOYE01.2	Aménagement d'une passerelle			
		VOYE01.3	Comblement du lit et mise en défens des berges			
VOYE02	Mauvaise	VOYE02.1	Reméandrement (remise en fond de talweg)	Moyenne	310	57 000.00 €
		VOYE02.2	Suppression du plan d'eau - Création d'une zone humide			
		VOYE02.3	Suppression des ouvrages de fortune			
VOYE03	Moyenne	VOYE03.1	Reméandrement des secteurs recalibrés	Forte	1 340	140 000.00 €
		VOYE03.2	Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve			
		VOYE03.3	Suppression des drains de surface			
VOYE04	Moyenne	VOYE04.1	Restauration de la qualité physique (suppression des contraintes latérales vétustes, remodelage, injection sédimentaire, plantation de ripisylve)	Moyenne	940	109 500.00 €
VOYE05	Moyenne	VOYE05.1	Reméandrement (remise en fond de talweg)	Forte	3 701	500 000.00 €
		VOYE05.2	Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve			
TOTAL HT						4 106 700.00 €



ANNEXE 1

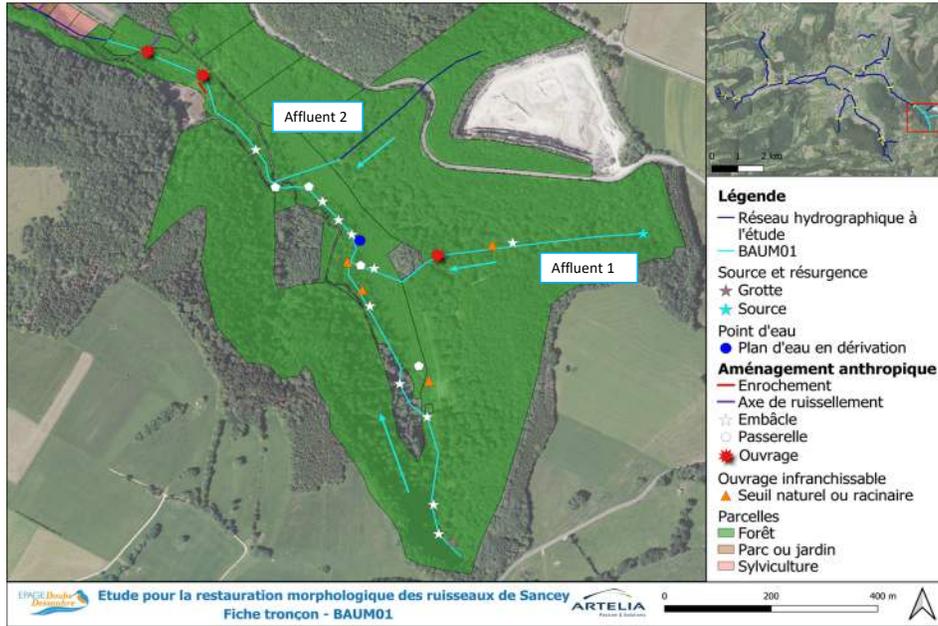
PROGRAMME D' ACTIONS

Fiche tronçon

De la source du ruisseau de Baume à la sortie de la zone forestière + deux affluents en rive droite

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Tronçon	BAUM01
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Très bonne
Linéaire (m)	2079		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Amont Ru de la Baume



Affluent 1



Confluence affluent 2



Passage chemin affluent 1

Fiche tronçon BAUM01 De la source du ruisseau de Baume à la sortie de la zone forestière + deux affluents en rive droite				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Légèrement sinueux	Oui (7 infranchissables)	Non	Forestière	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Présente et connectée	
Attractivité	A	Substrat	Blocs, galets, graviers, sables, litière, végétation	
Connectivité	A	Largeur lit mineur	1 - 6 m	
Qualité globale	Très bonne	Faciès	Seuil, mouille, plat lentique, plat courant, radier	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
<p>Le secteur est constitué du ruisseau de la Baume sur sa partie amont et de ses deux affluents. Le ruisseau apparait via une résurgence dans une grotte et s'écoule en zone forestière, le cordon rivulaire y est large et connecté . Le cours d'eau est naturel sur ce secteur et serpente sur le fond de vallée encaissé. Les écoulements sont variés grâce à la présence de nombreuses chutes naturelles en tuffs, de fosses de dissipation, de radiers ou encore de plats lents ou courants amenés par des resserrements ou étalements du lit mineur. Les peuplements aquatiques ont donc un panel d'habitats varié à disposition. Deux affluents se jettent dans le ruisseau de la Baume, ces derniers comportant les mêmes caractéristiques que le ruisseau principal et apportant une granulométrie intéressante pour les habitats. Le premier remonte jusqu'à sa propre résurgence alors que le second se perd au niveau d'un chemin carrossable. En effet, plusieurs chemins permettent de remonter la vallée, ce qui entraine des désordres au niveau des affluents (embâcles, disparition des berges, ...).</p>				
Enjeux				
<p>Enjeu patrimonial (présence d'une grotte à l'amont) ; Enjeu social (randonnée en bordure du cours d'eau)</p>				
Dysfonctionnements observés				
Continuité écologique	Les ouvrages présents au niveau des affluents, sur le chemin carrossable, sont en mauvais état. Cela entraine des inondations ponctuelles sur le chemin.			
Ripisylve	La ripisylve en rive droite est coupée à blanc pour des raisons de maladies (indication donnée par les élus). Outre les désagréments ponctuels apportés par les travaux de déboisement, un suivi devra être entrepris pour vérifier que la ripisylve reprenne sur la zone.			

Fiche action : Rétablissement de la continuité écologique au droit des affluents

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Action	BAUM01	Qualité physique du tronçon associé	Très bonne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	78 m	Priorité de l'action	Faible

Localisation et implantation de l'aménagement

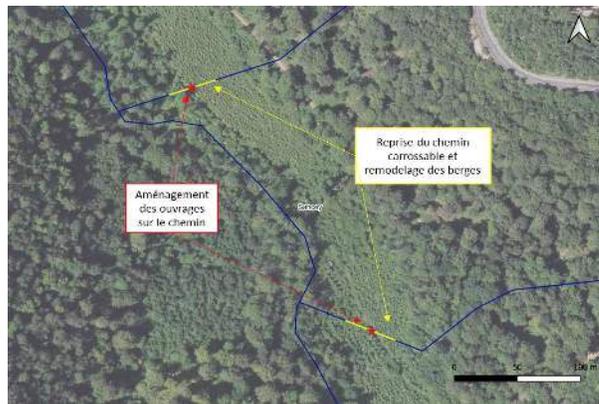


Schéma et exemple d'aménagement

Exemple d'une installation de dalot :
(Travaux ARTELIA 2023, le Sauzay)

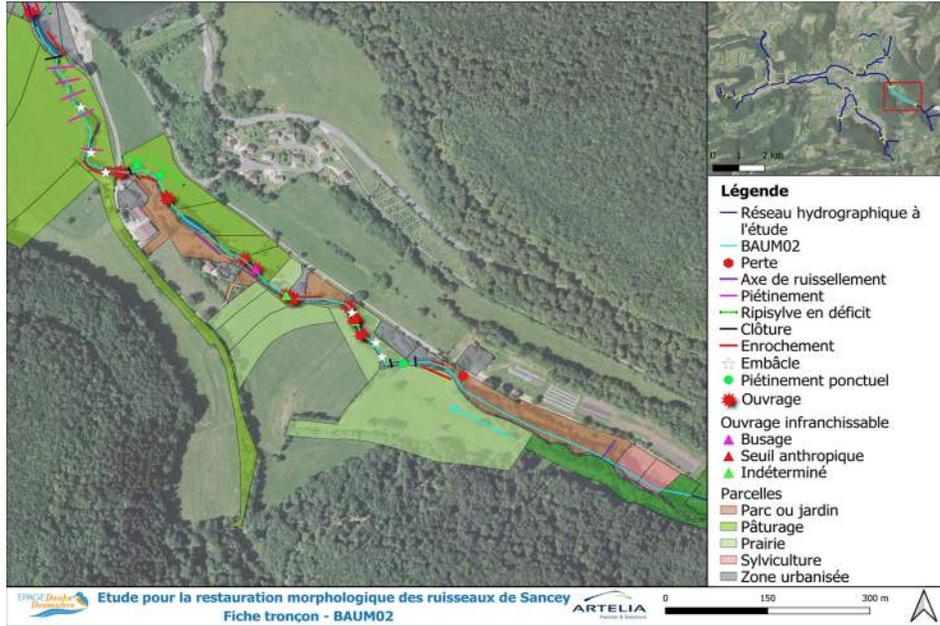


Fiche action BAUM01 : Rétablissement de la continuité écologique au droit des affluents	
Nature de l'intervention	
L'intervention vise à restaurer les affluents du ruisseau de la Baume en refaisant les ouvrages et en installant des dalots au niveau du chemin carrossable utilisé actuellement par des engins de déboisement : Reflexion des ouvrages au niveau des affluents 1 et 2	
Analyse et objectifs visés	
Le projet a pour vocation de maintenir la qualité physique du ruisseau de la Baume sur le secteur. Les travaux de déboisement en rive droite du ruisseau ont entraîné des désordres au niveau de la rive et des deux affluents du cours d'eau. Il s'agit d'améliorer les écoulements des affluents au niveau de ce chemin carrossable. L'installation du dalot permet également la reprise des fonds du lit.	
Les objectifs attendus sur l'hydromorphologie sont : - Diversifier les morphologies du lit (faciès, écoulements) ; - Limiter l'étalement des berges et leur déstabilisation au niveau du chemin, limiter le colmatage des fonds et la suspension de fines dans le cours d'eau.	
Travaux connexes/Besoins études complémentaires	
<ul style="list-style-type: none"> • Etude hydraulique complète (levés topographiques) • Etude structure pour la mise en place des ouvrages • Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général 	
Incidences attendues	
Hydrauliques	Diminution de la fréquence des débordements au niveau du chemin en cas de pluies éclaircies (A quantifier avec une modélisation hydraulique)
Morphologiques	Amélioration de la dynamique longitudinale du cours d'eau via le remplacement du busage par un dalot
Ecologiques	Amélioration de la continuité des écoulements
Usages	Amélioration de la circulation au niveau du chemin carrossable
Estimation financière	
Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	6 000 €
Frais de chantier (10%)	4 800 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	6 300 €
Réalisation des travaux (terrassements, ouvrages, etc.)	41 400 €
Divers et imprévus 25%	11 600 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (10%)	5 300 €
Total € HT	75 400 €

Fiche tronçon
Sortie de la zone forestière à l'amont de la scierie

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Tronçon	BAUM02
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	1326		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Ruisseau de la Baume - Amont tronçon



Secteur enroché proche des habitations



Secteur de l'ancien Moulin de la Cude



Secteur piétiné en pâturage

Fiche tronçon BAUM02 Sortie de la zone forestière à l'amont de la scierie				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (5 infranchissables)	Habitations isolées	Pâturage/Jardin	Oui
Description du tronçon				
Hétérogénéité	B	Ripisylve	Présente et majoritairement connectée	
Attractivité	A	Substrat	Galets, graviers, sables, litière, végétation	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	1,2 - 3,5 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Seuil, mouille, plat lentique, plat courant, radier	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Ce tronçon perd en connectivité latérale en s'approchant des habitations, le secteur étant enroché (parfois d'anciens enrochements délabrés). Le cordon rivulaire est constitué de haie hautes n'apportant que peu d'ombrage et aucun habitat dans le cours d'eau. Les faciès d'écoulements et la granulométrie restent variés et intéressants pour les peuplements en place. La présence de plusieurs seuils infranchissables (Moulin de la Cude et Moulin Neuf) vont cependant être bloquant pour la continuité écologique. De plus, des secteurs de piétinements conséquents sont visibles au niveau des pâturages.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage bovin) ; Enjeu humain (maison avec jardin en lit majeur)				
Dysfonctionnements observés				
Continuité écologique	Plusieurs seuils sont infranchissables sur ce tronçon : seuil enroché, seuils des anciens moulins, ouvrage de prise d'eau à un étang...			
Pression du bétail	Les piétinements sont plutôt conséquents sur ce tronçon et en lit majeur, effaçant parfois complètement les berges et altérant la qualité physique localement, favorisant un apport de fines au cours d'eau.			
Morphologie	La morphologie du tronçon est entravée et rectiligne en bordure des habitations, coupant la connectivité latérale. Les berges enrochées sont également en mauvais état et s'effondrent par endroit.			
Ripisylve	La ripisylve est globalement connectée mais le cordon rivulaire est plus étroit qu'à l'amont. La ripisylve ne peut se développer au niveau des zones piétinées.			

Fiche action : Effacement de 4 seuils piscicoles - Remodelage - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Action	BAUM02	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	859 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation et implantation de l'aménagement

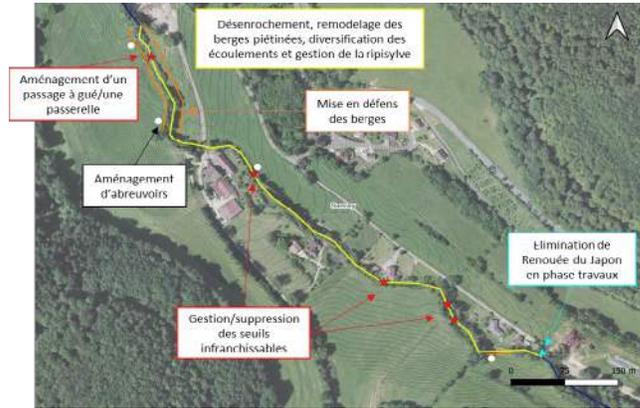
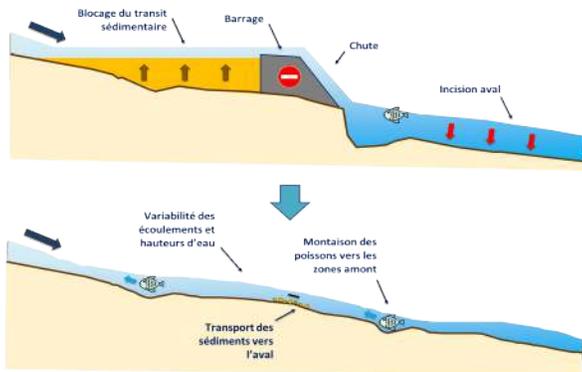


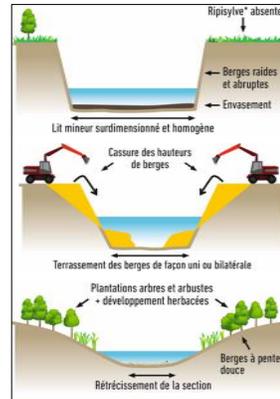
Schéma et exemple d'aménagement

Schéma de principe de l'effacement d'un ouvrage :



Vue Longitudinale

Schéma de principe d'un remodelage du lit :



Exemple d'abreuvoir aménagé :



Fiche actions BAUM02 : Effacement de 4 seuils piscicoles - Remodelage - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau

Nature de l'intervention

Il est proposé de supprimer 4 seuils : deux seuils enrochés en amont du Moulin de la Cude, le seuil enroché du Moulin de la Cude et le seuil enroché du Moulin Neuf. Ces seuils sont infranchissables à la montaison et à la dévalaison et constituent donc un obstacle majeur à la continuité écologique du ruisseau de la Baume, d'autant plus que les seuils sont situés non loin de la source.

Cette étude prévoira également la suppression des contraintes latérales tels que les enrochements quand ceux-ci sont délabrés et le remodelage des berges. Un panel de plusieurs interventions devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

Il est également proposé la mise en défens des berges sur certains secteurs du tronçon afin d'empêcher l'accès des bovins au cours d'eau ainsi que l'installation de système d'abreuvement. En effet, lorsqu'il n'est pas correctement géré, l'accès au cours d'eau par le bétail est une source de perturbation pour la qualité des cours d'eau et des milieux riverains :

- Destabilisation des berges ;
- Abrouissement des berges ;
- Colmatage des fonds par les fines ;
- Etc.

Ces perturbations peuvent être limitées par des aménagements simples et souvent peu coûteux, qui sont détaillés dans la présente fiche.

Pour finir, le patch de renouée du Japon présent sur site sera éliminé en phase travaux et des mesures seront prises concernant l'évacuation des éléments exogènes liés à cette espèce invasive.

Analyse et objectifs visés

Le secteur concerné comporte un enjeu ouvrages hydrauliques très important. L'amélioration des conditions d'habitats aquatiques et de la continuité écologique au droit de ces ouvrages est indispensable à l'atteinte du bon état sur le cours d'eau.

Dans le même temps, la thématique des ouvrages hydrauliques est très complexe et les projets demanderont un certain temps de maturation : analyse fine des enjeux socio-économiques, définition des marges de manœuvres disponibles afin de maintenir la prise d'eau pour l'étang en rive gauche, étude hydraulique etc.

Il s'agira de réaliser les missions suivantes :

- Diagnostic des ouvrages : levés topographiques, étude du fonctionnement hydraulique, diagnostic des zones de remous, impact sur le peuplement piscicole ;
- Concertation avec les propriétaires des ouvrages ;
- Diagnostic des enjeux : usages, génie civil, etc.
- Étude de scénarios de restauration au stade AVP : effacement total des ouvrages, restauration des anciennes zones de remous ;
- Réalisation du PRO ;
- Réalisation de la maîtrise d'oeuvre.

A cela s'ajoute la mise en place de gestion pour l'accès du bétail au ruisseau afin de limiter les impacts lors de l'abreuvement des bovins.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Relevés topographiques
- Etude géotechnique au droit des ouvrages si la nécessité s'en fait sentir
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Modification de la répartition des débits entre les différents bras au niveau des ouvrages (présence d'un étang et d'un canal en rive gauche)
Morphologiques	Modification de la géométrie du lit dans les anciennes zones de remous
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulement et amélioration de la continuité écologique
Usages	Impact potentiel de la suppression d'ouvrages sur l'aspect paysager ou la valeur patrimoniale - Impact potentiel de la gestion d'accès du bétail au ruisseau : diminution des surfaces exploitées/Mise en œuvre des abreuvoirs potentiellement complexe en cas de cheptel important

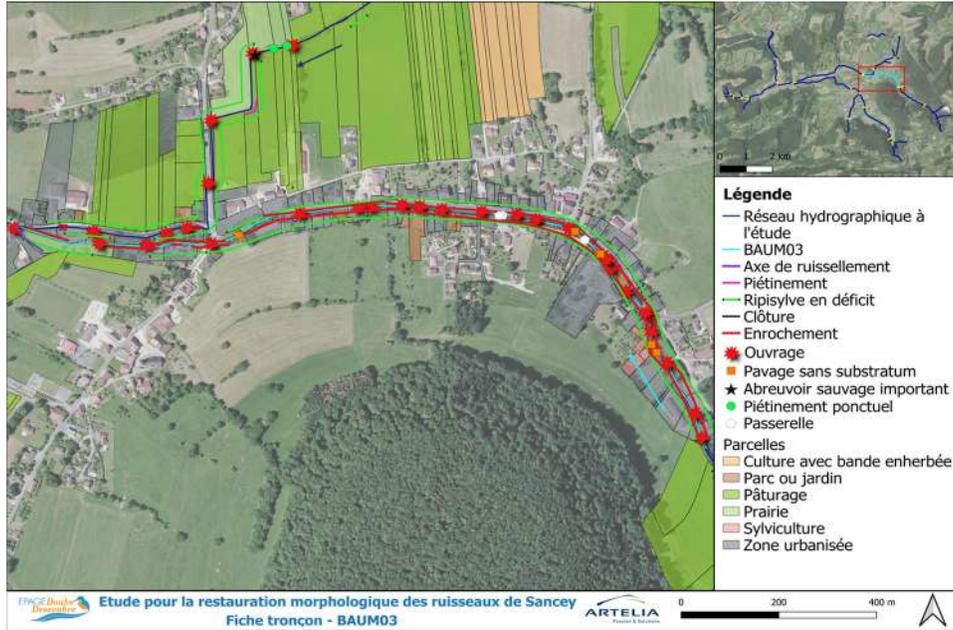
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	15 500 €
Frais de chantier (10%)	19 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	24 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	133 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	20 000 €
Plantations	8 000 €
Divers et imprévus (25%)	38 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (10%)	21 000 €
Total € HT	279 000 €

Fiche tronçon
De la scierie à la sortie de la traversé urbaine de Sancey

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Tronçon	BAUM03
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Très Mauvaise
Linéaire (m)	1753		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Enrochement au niveau de jardins



Exemple de fonds pavés



Exemple d'ouvrages de franchissement



Secteur plus naturel du tronçon

Fiche tronçon BAUM03 De la scierie à la sortie de la traversée urbaine de Sancey				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (3 infranchissables)	Oui	Habitations	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Clairsemée et déconnectée	
Attractivité	B	Substrat	Graviers, sables, litière	
Connectivité	E	Largeur lit mineur	0,7 - 2 m	
Qualité globale	Très mauvaise	Faciès	Radier, plat courant, plat lentique, seuil	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Ce tronçon est canalisé sur la majeure partie du linéaire via des enrochements et mur de soutènement en béton. L'occupation du sol est représentée par des habitations, des jardins, trottoirs et routes, ce qui empêche toute connectivité latérale ou le développement d'un cordon rivulaire. Le cours d'eau est alors ensoleillé toute l'année. Le lit mineur présente des faciès d'écoulements homogènes, quelques radiers permettent une certaine diversité. La granulométrie est pauvre voire inexistante sur des secteurs où le fond est pavé (sur la cartographie, le pavage est mis en avant sur les secteurs où la granulométrie est inexistante). Les enrochements parfois anciens ont entraînés des effondrements, les blocs dans le lit mineur permettent alors de créer quelques caches piscicoles. Les ouvrages sont nombreux sur le tronçon, mais le plus souvent sous la forme de passerelles ou ponts franchissables. Le secteur aval est plus naturel, les anciens enrochements restent cependant visibles sous la mousse et les racines.				
Enjeux				
Enjeu foncier (traversée urbaine)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	Les berges sont enrochées, les fonds du lit mineur pavés, le cours d'eau est rectifié. Cette morphologie du cours d'eau entraîne un appauvrissement général du milieu (perte d'habitat, de connectivité latérale et longitudinale, homogénéisation des écoulements etc.).			
Continuité écologique	Aucun ouvrage n'est bloquant à la continuité. Cependant, certains d'entre eux ne présentent pas d'utilité aujourd'hui et entraîne une artificialisation des berges.			
Ripisylve	La ripisylve, hormis sur les 200 derniers mètres du tronçon, est totalement artificielle voire inexistante (plantations de platanes, haies etc.). Le cours d'eau est alors ensoleillé toute l'année et pauvre en habitat ou zone de repos.			

Fiche action : Restauration de la qualité physique et entretien de la ripisylve (Suppression des contraintes latérales vétustes, remodelage, restauration du fond artificiel, diversification du lit mineur, plantation de ripisylve)

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Action	BAUM03	Qualité physique du tronçon associé	Très mauvaise
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	1420 m	Priorité de l'action	Moyenne

Localisation et implantation de l'aménagement

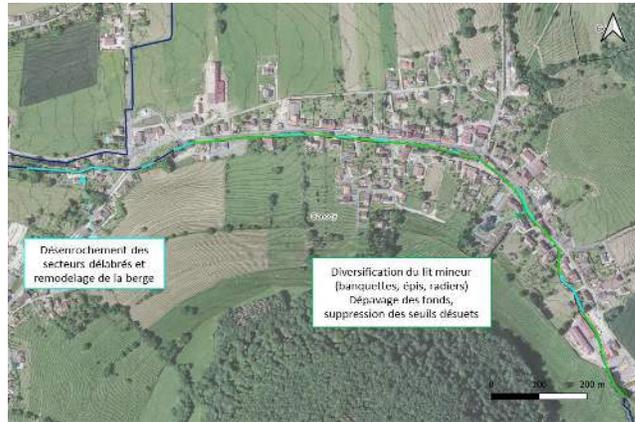


Schéma et exemple d'aménagement

Traversée urbaine de Sancey :

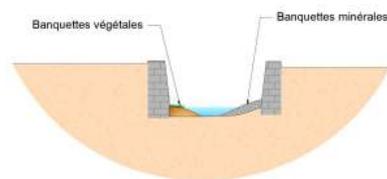


Schéma de principe d'un remodelage du lit :

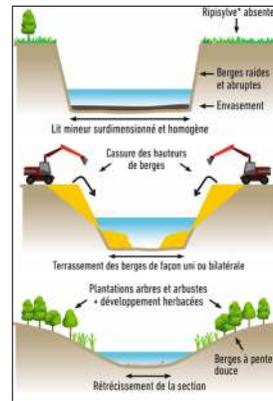
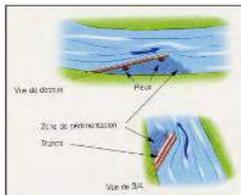


Schéma d'épis de recentrage (bois et minéral) :
Source : Agence de l'eau Adour Garonne



Fiche actions BAUM03 : Restauration de la qualité physique et entretien de la ripisylve (Suppression des contraintes latérales vétustes, remodelage, restauration du fond artificiel, diversification du lit mineur, plantation de ripisylve)

Nature de l'intervention

L'intervention vise à restaurer le cours d'eau dans la traversée urbaine de Sancey.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Diversification du lit en traversée urbaine (banquettes, épis, radiers, sous berges ...)
- 2/ Désenrochement accompagné de remodelage sur les zones qui présentent un enrochement délabré ou destructuré ;
- 3/ Suppression des seuils désuets ;
- 4/ Une restauration du fond artificiel pavé présent sur la majorité du linéaire (certains secteurs étant à nue en terme de granulométrie, le pavage est alors visible sur le fond du lit mineur).

Analyse et objectifs visés

Le ruisseau de la Baume est particulièrement artificialisé sur le secteur : de lourdes rectifications ont été opérées par le passé. En lien avec ces aménagements, les habitats aquatiques et riverains sont aujourd'hui très dégradés.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles à minima, et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, etc.)

Dans une traversée urbaine, l'emprise disponible est très réduite en raison de la proximité des habitations. Il s'agira alors essentiellement d'effectuer des aménagements de diversification des écoulements et en particulier de "pincer" les écoulements à bas débit. Certains secteurs ne sont cependant pas enrochés, un remodelage du lit sera alors proposé ainsi que la mise en place d'une ripisylve connectée.

Le dépavage des fonds peut entraîner des conséquences au niveau des fondations des berges enrochées. Une étude géotechnique complète des secteurs à dépaver sera nécessaire en amont afin de connaître la structure des fonds.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude géotechnique
- Etude hydraulique complète (levés topographiques)
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Aucun impact lors des périodes de fortes pluies, maintien d'un débit d'étiage en période estivale
Morphologiques	Moindre sensibilité des berges enrochées à l'incision, formant des sous-cavements
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, baisse des températures du cours d'eau, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur en secteur désenroché
Usages	Impact foncier

Estimation financière

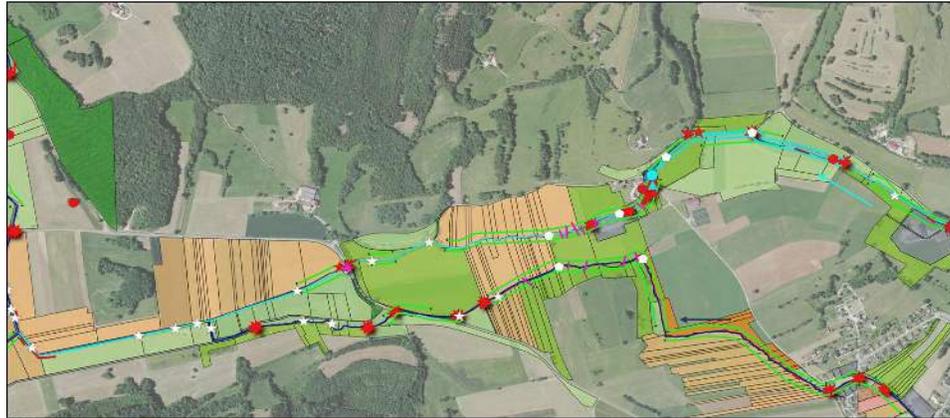
Nature de l'intervention	Coût (€ HT)
Etudes complémentaires	18 000 €
Frais de chantier (10%)	17 500 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	26 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	139 000 €
Dépavage du fond du lit (une étude géotechnique et de structure sera nécessaire concernant les berges)	34 500 €
Plantations	5 500 €
Divers et imprévus (25%)	48 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (8%)	15 500 €
Total € HT	304 000 €

Fiche tronçon

Sortie de la traversé urbaine de Sancey à la confluence avec le ruisseau du Buhin

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Tronçon	BAUM04
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Mauvaise
Linéaire (m)	3675		

Identification du tronçon



Légende

— Réseau hydrographique à l'étude BAUM04	— Piétinement	— Ouvrage	★ Culture avec bande enherbée	■ Forêt
● Point d'eau	— Ripisylve en déficit	— Ouvrage infranchissable	▲ Parc ou jardin	■ Pâturage
— Plan d'eau sur cours	— Merlon	— Busage	▲ Prairie	■ Sylviculture
— Perte	● Abreuvoir	★ Vannage	■ Bordure plan d'eau	■ Culture
— Axe de ruissellement	● Embâcle	○ Parcelles	■ Zone urbanisée	
	— Passerelle - Passage à gué	○ Bordure plan d'eau Culture		

Etude pour la restauration morphologique des ruisseaux de Sancey
Fiche tronçon - BAUM04

Photographies caractéristiques



Secteur piétiné par les bovins



Secteur fortement perché en amont de l'étang de Voitre



Secteur piétiné par les bovins



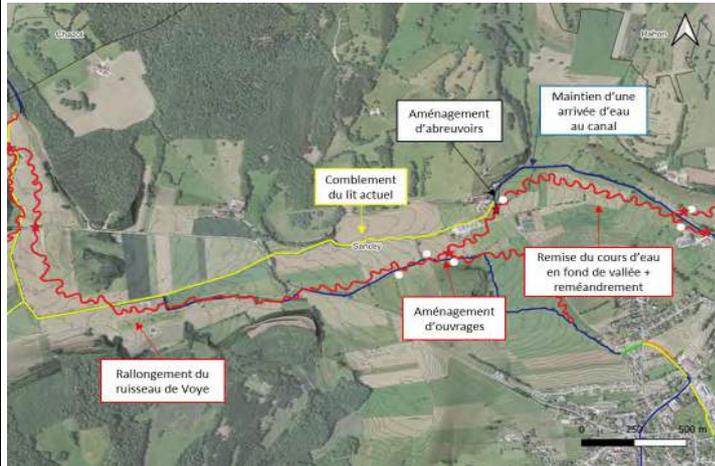
Secteur aval - Berges de 2 m de haut et saule dans le lit mineur

Fiche tronçon BAUM04 Sortie de la traversée urbaine de Sancey à la confluence avec le ruisseau du Buhin				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (3 infranchissables)	Non (ferme)	Pâturage - Culture	Oui
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Clairsemée à moyennement dense	
Attractivité	B	Substrat	Graviers, sables, litière, végétation, bryophytes	
Connectivité	D	Largeur lit mineur	0,7 - 3 m	
Qualité globale	Mauvaise	Faciès	Radier, plat courant, plat lentique, seuil	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le ruisseau retrouve une certaine naturalité en aval du centre-ville, dans les zones de pâturages. Cependant le cours d'eau est contraint par les cultures et prairies ; certains tronçons du cours d'eau présentent des merlons en berges et ne se trouvent pas dans leur fonds de vallée. Un étang est présent sur le fil du cours d'eau. Des enrochements de berges sont également visibles aux alentours des habitations. La ripisylve peut être présente et connectée comme inexistante, tout comme les berges là où les bovins voire les engins agricoles traversent le lit mineur quotidiennement. De plus, la zone enherbée présente légalement sur chaque rive n'est parfois pas respectée. Les cultures sont alors établies jusqu'en bordure du cours d'eau, déstabilisant les berges et entraînant des pollutions potentielles du cours d'eau. Pour finir, en s'approchant de l'aval du bassin versant (en aval de la RD 464), le lit mineur s'élargit et les berges sont droites et abruptes, coupant la connectivité avec le lit majeur. Ce secteur aval semble être asséché une majeure partie de l'année, des arbustes de saule se développent dans le lit mineur.				
Enjeux				
Enjeu agricole (ferme porcine et bovine)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	Le tronçon est globalement rectiligne et rectifié. Certains secteurs ne se trouvent pas dans leur fond de vallée.			
Hydraulique	L'aspect perché et rectifié du tronçon entraîne des débordements conséquents en période de crue. Les écoulements vont alors se diriger dans les axes de fond de vallée.			
Pression du bétail	Les piétinements sont plutôt conséquents sur ce tronçon et en lit majeur, effaçant parfois complètement les berges et altérant la qualité physique localement.			
Continuité écologique	Le vannage présent en aval de l'étang de Voitre est bloquant à la continuité, ainsi que le busage présent au niveau de la RD464 (pare-embâcle à l'amont et fosse de dissipation conséquente à l'aval entraînant un seuil infranchissable à bas débit).			
Ripisylve	Le cordon rivulaire est absent au niveau des secteurs piétinés, le passage répétitif des bovins empêche le développement d'une ripisylve et rend les berges d'autant plus instables.			

Fiche action : Reméandrement (Remise en fond de talweg et maintien de l'étang de Voitre pour lutter contre les inondations) - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve

Cours d'eau	Ruisseau de la Baume	Action	BAUM04	Qualité physique du tronçon associé	Mauvaise
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	2 290 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation et implantation de l'aménagement



Exemple cadastre ancien tracé et/ou profil altimétrique :

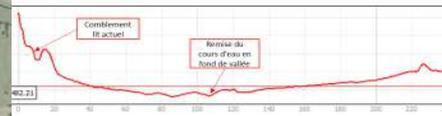
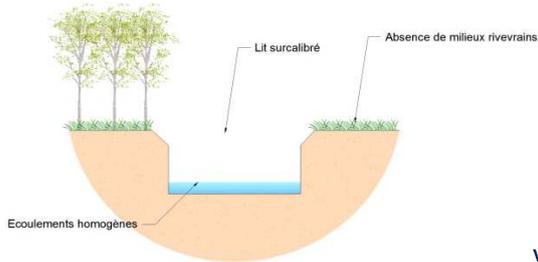


Schéma et exemple d'aménagement

Exemple de profil en travers similaire à l'état initial :



Profil en travers état aménagé :

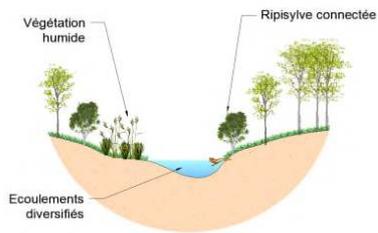
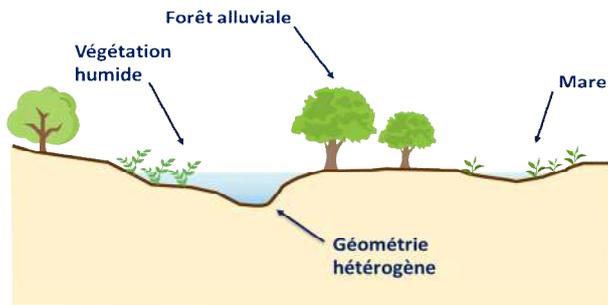


Schéma d'un reméandrement :



Vue transversale

Fiche action BAUM04 : Reméandrement (Remise en fond de talweg et maintien de l'étang de Voitre pour lutter contre les inondations) - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de pâturages, cultures et d'une route en rive droite. L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges, la plantation d'arbres et la mise en place de zones enherbées au niveau des cultures (sur la partie aval notamment). Pour cela, plusieurs interventions sont envisagées : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée en sortie du centre ville (axe à définir à l'aide des profils altimétriques et des tracés anciens disponibles) ;
- 2/ Création d'un ouvrage de décharge au niveau de la diffuence avec le nouveau lit pour limiter le risque inondation (la vocation étant de garder une arrivée d'eau au canal de Voitre), d'un ouvrage au niveau de la confluence avec le ruisseau de Voye et d'un ouvrage sous la route de Voitre ;
- 3/ Remblaiement de l'ancien lit en aval de l'étang de Voitre ;
- 4/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif, mise en défens des berges et aménagement d'abreuvoirs ;
- 5/ Mesures d'accompagnement agricoles : mise en défens, pose d'abreuvoirs, aménagement d'ouvrages de franchissement.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence de pâturages, cultures et d'un plan d'eau, le ruisseau de la Baume est artificialisé sur le secteur. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit (ce dernier étant perché et entouré de merlons sur certains secteurs), homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue, piétinement du lit mineur et des berges, continuité écologique rompue (ouvrages infranchissables).

Deux axes d'écoulement sont visibles dans les cultures et pâturages en amont de l'étang de Voitre. Le choix a été fait de reméandrer dans l'axe de vallée le plus proche du cours d'eau actuel et de ne pas scinder les écoulements en deux bras pour un maintien des débits d'étiage.

De plus, la section du ruisseau en aval de l'étang de Voitre a été créé jusqu'à la confluence du ruisseau de Voitre (les tracés du cadastre Napoléonien montrant un tracé méandrique suite à la confluence avec le ruisseau de Voye mais un tracé rectiligne et perché sur le secteur amont). Il est ici proposé de supprimer cette section du ruisseau de la Baume et de faire confluer le cours d'eau avec la Voye en suivant le fond de talweg.

A savoir que le maintien de l'étang de Voitre est une demande des élus et de l'EPAGE. Cela entraîne la mise en place d'un ouvrage de répartition au niveau de la diffuence entre le nouveau bras en fond de vallée et le bras maintenu pour récolter les eaux de crues.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliées aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes, maintenir un débit d'étiage, limiter les débordements sur les routes comme c'est actuellement le cas en crue et limiter le besoin d'entretien (tel que le curage) via un retour en fond de vallée.

Dans la section reméandree, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (proximité des habitations agricoles). La mise en place d'un merlon afin de protéger les habitations (la ferme en l'occurrence) est envisageable.

Plusieurs interventions sont envisagées : reconstitution des fonds, diversité de largeur du lit mineur pour permettre une diversité des faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc. les berges seront protégées en pâturages via l'installation de clôtures et de système d'abreuvement.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude hydraulique complète (levés topographiques)
- Etude structure au niveau de la route de Voitre
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Modification de la répartition des débits entre les deux bras. Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats et diversification des faciès d'écoulement, restauration du fonctionnement naturel du cours d'eau
Usages	Important impact sur le foncier et l'activité agricole en place mais meilleure nappe d'accompagnement donc meilleur maintien des pâtures/cultures aux abords

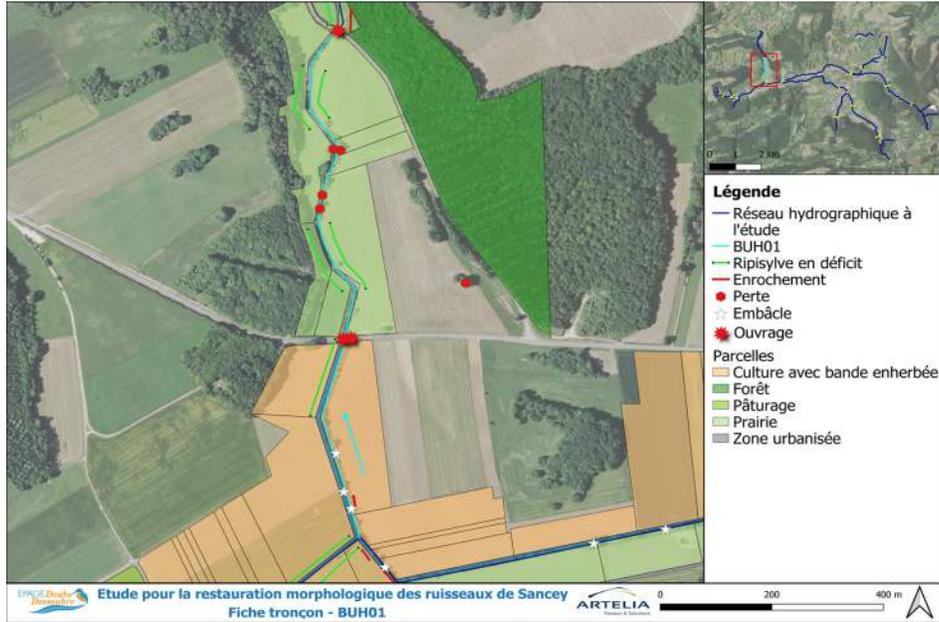
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	10 000 €
Frais de chantier (10%)	29 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	43 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	288 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	65 000 €
Plantations	21 000 €
Divers et imprévus (25%)	79 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (6%)	19 000 €
Total € HT	554 500 €

Fiche tronçon
De la confluence avec les ruisseaux d'Hautpré et de la Baume à l'ouvrage de la RD21

Cours d'eau	Ruisseau du Buhin	Tronçon	BUH01
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	1043		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Secteur amont



Exemple d'incision sur le secteur



Secteur aval de la RD 464



Exemple de perte naturelle et artificialisée

Fiche tronçon BUH01 De la confluence avec les ruisseaux d'Hautpré et de la Baume à l'ouvrage de la RD21				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (1 infranchissable)	Non	Pâturage - Culture	Oui
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Clairsemée et peu connectée	
Attractivité	A	Substrat	Graviers, sables, hélophytes	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,8 - 2,2 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Radier, plat courant, plat lentique	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le ruisseau du Buhin apparait suite à la confluence des ruisseaux de la Baume et d'Hautpré et réceptionne de ce fait les eaux de la totalité du bassin versant, excepté celles perdues dans les pertes karstiques. De ce fait, la première moitié du ruisseau présente un lit mineur conséquent avec des berges hautes et abruptes ; ces dernières n'étant pas toujours stables due en partie aux incisions répétées lors des crues et à l'affouillement en pied de berges. Cela entraine parfois des troncs désolidarisés de la berge dans le lit mineur. En aval des ouvrages de la RD464, le ruisseau est plus étroit mais présente toujours des traces d'érosions. Le lit s'élargit sur les secteurs des pertes de la Lavière et présente des traces de laisses de crues sur les branchages et embâcles présents dans le lit. Ces pertes ont été aménagées en 1991 afin de favoriser les infiltrations.				
Enjeux				
Enjeu agricole (prairie, culture)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	Le tronçon est globalement rectiligne et a été rectifié suite à la période de remembrement. Le ruisseau est asséché la majorité de l'année mais il réceptionne les eaux de tout le bassin versant, entraînant un élargissement du lit mineur et des incisions importantes.			
Hydraulique	L'aspect rectifié du tronçon entraine des débordements conséquents en période de crue lorsque le ruisseau est en charge. Les écoulements vont alors se diriger dans les axes de fond de vallée.			
Continuité écologique	Un busage est présent en rive droite de l'ouvrage de la RD464 et ne semble pas être utilisé, excepté en période d'inondation.			
Ripisylve	Un cordon rivulaire est présent sur tout le linéaire (relativement étroit) mais il est sensiblement déconnecté du lit d'étiage, due aux incisions qui enfoncent le lit mineur lors des crues et diminue la présence d'habitats piscicoles.			

Fiche action : Reméandrement (Remise en fond de talweg ou reprise du tracé historique)

Cours d'eau	Ruisseau du Buhin	Action	BUH01	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	2038 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation et implantation de l'aménagement

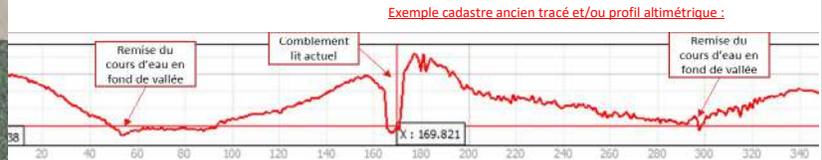
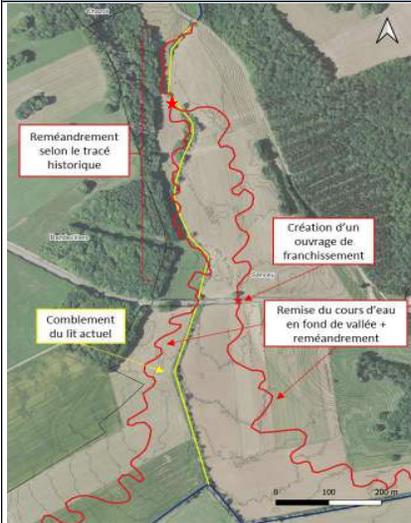
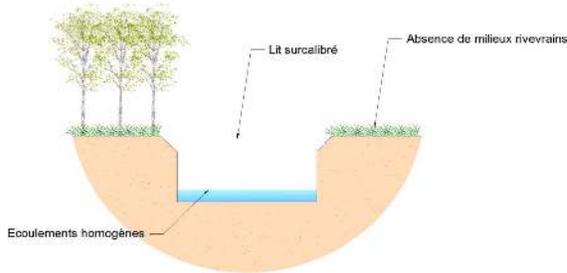


Schéma et exemple d'aménagement

Exemple de profil en travers similaire à l'état initial :



Profil en travers état aménagé :

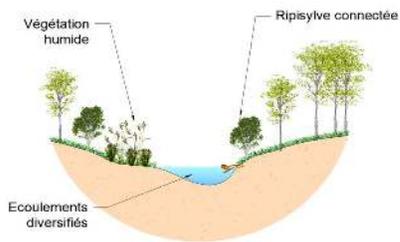
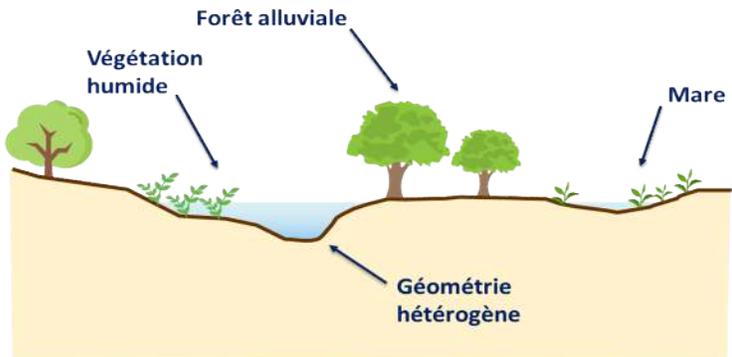


Schéma d'un reméandrement :



Vue transversale

Fiche action BUH01 : Reméandrement (Remise en fond de talweg ou reprise du tracé historique)

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de prairies et cultures). L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges et la plantation d'arbres. Plusieurs interventions sont envisagées : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée (axe à définir à l'aide des profils altimétriques et des tracés anciens disponibles - 2 axes différents sont pressentis au niveau du ruisseau du Buhin, le second est présenté avec le tronçon HAUT02) ;
- 2/ Création d'un ouvrage sous le pont de la départementale 464 et au niveau de la confluence entre les 2 bras du Buhin ;
- 3/ Remblaiement de l'ancien lit ;
- 4/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif et mise en défens des berges ;
- 5/ Mesures d'accompagnement agricoles : mise en défens, pose d'abreuvoirs, aménagement d'ouvrages de franchissement.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence de prairies et cultures, le ruisseau du Buhin est artificialisé sur le secteur. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit (ce dernier étant perché et entouré de merlons sur certains secteurs), homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue, piétinement du lit mineur et des berges, continuité écologique rompue (ouvrages infranchissables).

Le cadastre Napoléonien et la topographie montrent que le cours d'eau a été rectifié par le passé et est en situation perchée par rapport au fond de vallée. Idéalement, le tracé du cours d'eau devra être restauré à sa situation d'origine, tout en restituant une morphologie adaptée.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée.

Dans la section reméandrée, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (ces dernières sont cependant déjà nombreuses en période de crue sur le secteur).

Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude hydraulique complète (levés topographiques)
- Etude structure au niveau du pont de la RD 464
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale.
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur
Usages	Important impact sur le foncier et l'activité agricole en place mais meilleure nappe d'accompagnement donc meilleur maintien des pâtures/cultures aux abords

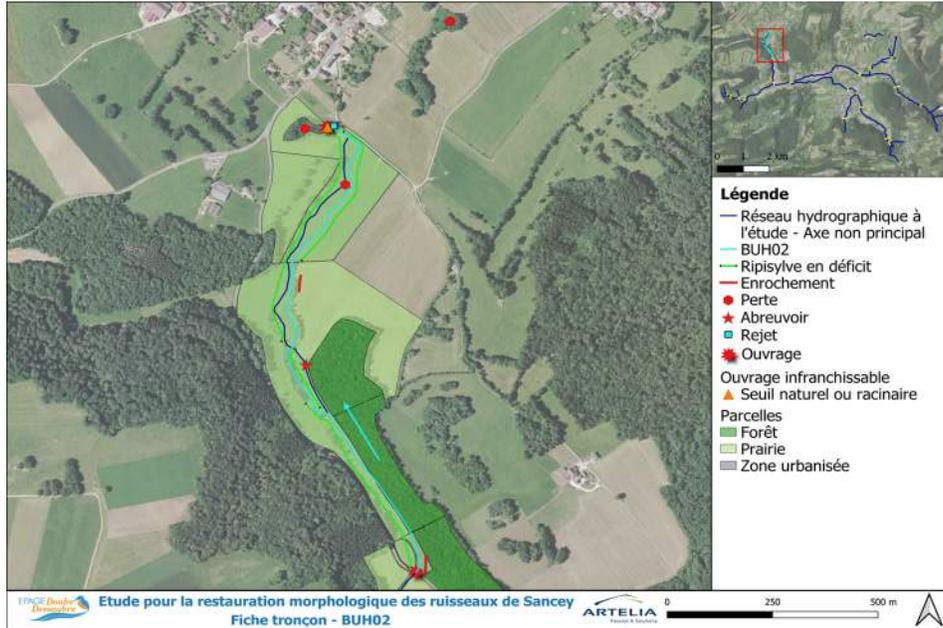
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	12 500 €
Frais de chantier (10%)	34 500 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	45 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	227 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	53 000 €
Plantations	18 500 €
Divers et imprévus (25%)	66 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (6%)	23 000 €
Total € HT	479 500 €

Fiche tronçon
De l'ouvrage de la RD21 à l'exutoire du fuit Fenoz

Cours d'eau	Ruisseau du Buhin	Tronçon	BUH02
Commune(s)	Sancey/Chazot	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	1352		

Identification du tronçon



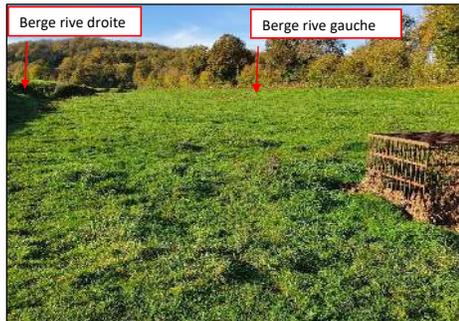
Photographies caractéristiques



Secteur aval du pont de la RD21



Axe principal en rive droite



Perte des pommiers



Chute du Puit Fenoz

Fiche tronçon BUH02 De l'ouvrage de la RD21 à l'exutoire du fuit Fenoz				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Légèrement sinueux	Oui (1 infranchissable)	Non	Pâturage	Oui
Description du tronçon				
Hétérogénéité	B	Ripisylve	Clairsemée à nue et déconnectée	
Attractivité	C	Substrat	Graviers, herbiers	
Connectivité	B	Largeur lit mineur	0,4 - 1,3 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Plat courant, plat lentique	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Après le pont de la RD 21, le ruisseau serpente dans la prairie en deux axes d'écoulement, ces derniers se rejoignant en fonction du débit de crue (des laisses de crues sont visibles au niveau de la perte des pommiers, celle-ci se trouvant au centre de la prairie). Ce tronçon du ruisseau possède un lit caractéristique qui peut être étroit et sinueux avec une berge abrupte en bordure de forêt ou de prairie et une berge basse permettant les débordements vers le second bras afin de s'étaler sur 25 m de large. L'aspect du ruisseau sur ce secteur n'est que très peu attractif (outre le fait que le ruisseau est asséché la majorité de l'année). La granulométrie est très faible, des traces de blocs provenant d'anciens enrochements sont tout de même visibles sur certains secteurs. Le cordon rivulaire est rare et déconnecté du lit d'étiage. La chute du puit Fenoz est conséquente et les pertes qui s'ensuivent conduisent au bassin versant du Cusançin.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage, prairie)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	Sur sa première partie, le tronçon est globalement rectiligne et a été rectifié. Le ruisseau est asséché une majorité de l'année mais il réceptionne les eaux de tout le bassin versant en période de crue, entraînant un élargissement du lit mineur et des incisions importantes.			
Continuité écologique	Les pertes (naturelles comme artificielles) ainsi que le Puit Fenoz représentent une rupture dans la continuité des écoulements, les écoulements souterrains étant particulièrement complexes sur le secteur.			
Ripisylve	La ripisylve est globalement absente sur le tronçon ou bien le cordon rivulaire est perché et non connecté au lit mineur.			

Fiche action : Remodelage ponctuel - Mise en place d'un passage à gué

Cours d'eau	Ruisseau du Buhin	Action	BUH02	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey/Chazot	Linéaire concerné	80 m	Priorité de l'action	Faible

Localisation et implantation de l'aménagement

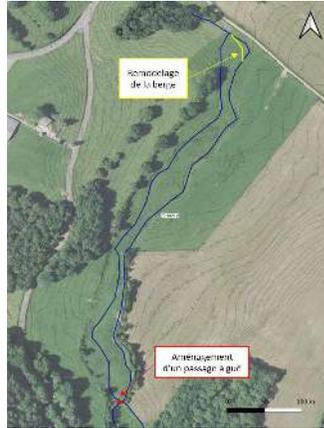


Schéma et exemple d'aménagement

Exemple d'un confortement en génie végétal et en plants et plançons :



Fiche action BUH02 : Remodelage ponctuel - Mise en place d'un passage à gué

Nature de l'intervention

Il est proposé de reprendre une partie de la berge en rive droite sur une section potentiellement dangereuse pour la route en termes d'inondation.

A cela s'ajoute l'installation d'un passage à gué sur un secteur où l'axe principal et non principal des écoulements s'écoulent.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Aménagement de la berge en rive droite à angle droit en amont du puit Fenoz : reprise de la berge en génie végétal avec confortement en lits de plants et plaçons ;
- 2/ Aménagement d'un passage à gué au centre du lit mineur afin de protéger les fonds du lit ;

Analyse et objectifs visés

Au vu du fait que cette section du ruisseau du Buhin est en eau sur une courte période de l'année et au vu de la problématique historique d'inondation connue sur le secteur, les propositions d'aménagements sont centrés sur cette dernière.

La restauration morphologique du tronçon correspond à une modification de la géométrie du lit sur la section aval via un remodelage de la berge en rive droite et le resserrement du lit actuel. Cette restauration permettra de supprimer l'angle droit présent en rive droite, ce dernier se trouvant proche de la route.

A cela s'ajoute l'installation d'un passage à gué en zone central du lit mineur, lorsque ce dernier est en charge. En effet, le secteur présente un axe principal d'écoulement et un axe secondaire, les deux axes se rejoignant en période de fortes eaux. Ce tronçon du ruisseau du Buhin étant asséché la majorité de l'année, les engins agricoles traversent le lit mineur régulièrement au cours de l'année. Le passage à gué serait installé sur une section de croisement entre les deux axes d'écoulement et permettrait de maintenir les lits mineurs des deux axes d'écoulement.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Levés topographiques
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Diminution de la fréquence des débordements en cas de fortes eaux (A quantifier avec une modélisation hydraulique).
Morphologiques	Faible, remodelage du lit ponctuellement
Ecologiques	Faible, légère amélioration de l'attractivité des habitats
Usages	Aucune

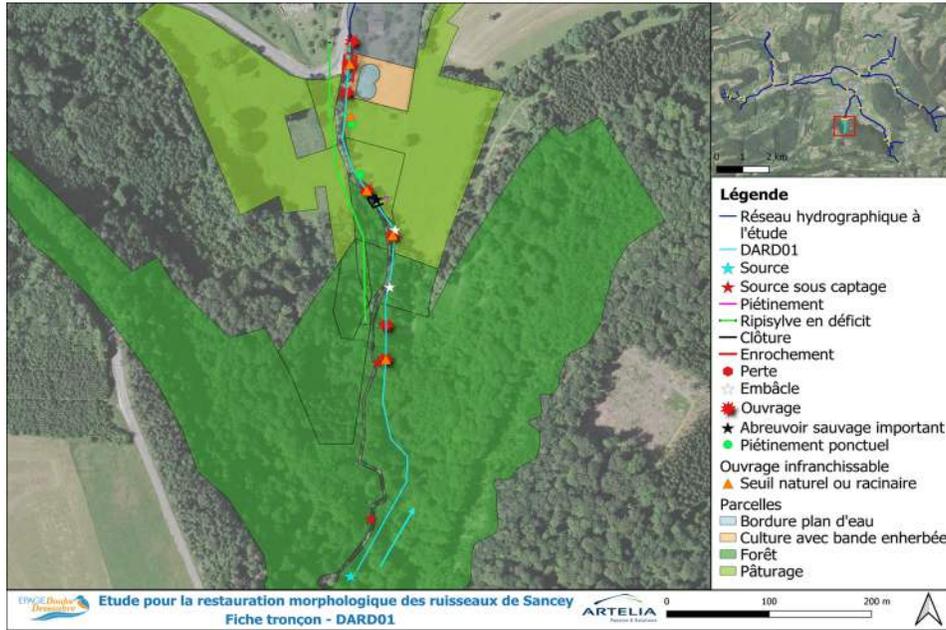
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	2 500 €
Frais de chantier	5 000 €
Travaux préparatoires (accès, déboisement, mise hors d'eau, batar dage, etc.)	4 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	9 000 €
Plantations	1 000 €
Divers et imprévus (25%)	4 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution	6 000 €
Total € HT	31 500 €

Fiche tronçon
De la source du ruisseau du Dard à son busage souterrain

Cours d'eau	Ruisseau du Dard	Tronçon	DARD01
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	582		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Secteur amont



Secteur amont d'une chute infranchissable



Secteur aval du busage sous la route



Passage en souterrain du ruisseau

Fiche tronçon DARD01 De la source du ruisseau du Dard à son busage souterrain avec le ruisseau du Buhin				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrages	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (5 infranchissables)	Non	Forestière - Pâturage	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Moyennement dense et connectée	
Attractivité	A	Substrat	Roche, blocs, graviers, sables, litière	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,4 - 4 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Seuil, mouille, plat lentique, plat courant	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le ruisseau du Dard est composé d'une première partie bocagère dans une vallée encaissée et sujette aux éboulements. La zone est naturelle mais présente des chutes karstiques infranchissables. Des érosions conséquentes sont visibles sur ce secteur, ayant pour conséquence des hauteurs de berges importantes et une déconnection ponctuelle de la ripisylve. La connectivité latérale s'amointrie à l'aval de la route, celle-ci traversant le ruisseau. Ce dernier est alors contraint car longé en rive gauche par la route et en rive droite par des prairies clôturées. Le ruisseau tente de méandrer de nouveau sur cette partie, errodant la berge en rive gauche. Le ruisseau devient souterrain au niveau de la RD 31. Le busage est précédé par une succession de seuils, certains naturels et d'autres anthropiques, et par une énorme grille servant de pare-embâcles. L'endroit est utilisé en été comme piscine. Le ruisseau du Dard présente également des tuyaux de pompage sur tout son long, pour les abreuvoirs des pâturages alentours à première vue. Le ruisseau du Dard longe ensuite la RD 31 puis 464 en souterrain jusqu'à se jeter dans le ruisseau de la Voye via une buse de diamètre 800 mm.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage) ; Enjeu foncier (route rive gauche)				
Dysfonctionnements observés				
Pression du bétail	Les piétinements sont localisés mais conséquents, effaçant parfois complètement les berges et altérant la qualité physique et favorisant un apport de fines au cours d'eau.			
Morphologie	Le ruisseau est contraint par la route présente en rive gauche.			
Continuité écologique Hydraulique	Les seuils présents en amont du passage souterrain du ruisseau présentent un obstacle important à la continuité. La confluence avec le ruisseau de Voye permet une arrivée d'eau à ce dernier, le ruisseau du Dard étant en eau toute l'année. Cependant, le ruisseau de Voye s'en voit dégradé, entraîné par un élargissement conséquent à l'aval de l'ouvrage.			
Ripisylve	La ripisylve est clairsemée en rive gauche du tronçon sur sa partie amont, un chemin piéton longeant le cours d'eau puis inexistante le long de la route. Cela participe à la fragilité de la berge sur ce secteur aval.			

Fiche action : Restauration de la qualité physique du cours d'eau - Gestion de l'accès au bétail

Cours d'eau	Ruisseau du Dard	Action	DARD01	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	250 m	Priorité de l'action	Faible

Localisation et implantation de l'aménagement

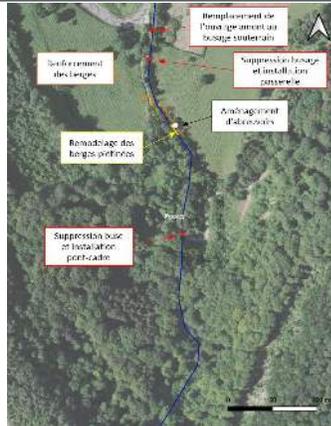
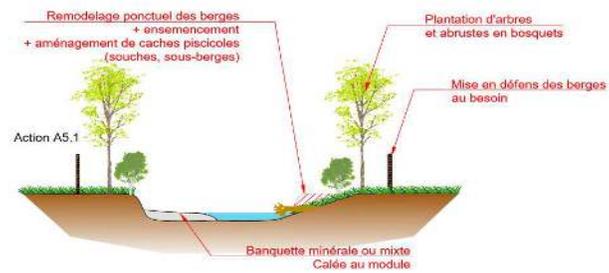


Schéma et exemple d'aménagement

Schéma d'un remodelage du lit :



Exemple d'abreuvoir aménagé :



Fiche action DARD01 : Restauration de la qualité physique du cours d'eau - Gestion de l'accès au bétail

Nature de l'intervention

Il est proposé de reprendre l'ouvrage en amont du busage souterrain et de remplacer l'ouvrage avec pare-embâcles. Quelques dizaines de mètres en amont de ce dernier, deux buses servent de passerelle pour un chemin. Il est proposé de supprimer ces buses et de les remplacer par une passerelle. L'ouvrage central pourrait être remplacé par un pont-cadre afin d'endiguer les problématiques d'inondation du chemin en crue. A cela s'ajoute la mise en défens des berges en rive droite du cours d'eau afin d'empêcher l'accès des bovins au lit mineur ainsi que l'installation de système d'abreuvement en pâturage. Un remodelage du lit et des berges sera réalisé sur le secteur fortement piétiné, tout cela dans l'optique de restaurer les habitats aquatiques et riverains au niveau du ruisseau du Dard, ce dernier provenant d'une résurgence proche. La berge en rive gauche proche du chemin carrossable sera renforcée pour éviter une disparition du chemin.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reprise des ouvrages à l'amont du busage souterrain ;
- 2/ Création d'une passerelle ;
- 3/ Remodelage du lit en zone piétinée : resserrement des écoulements à l'étiage, diversification des fonds ;
- 4/ Renforcement des berges proches du chemin carrossable via la végétation par exemple ;
- 5/ Mise en défens des berges.

Analyse et objectifs visés

La restauration morphologique du tronçon correspond à une modification de la géométrie du lit sans modification significative de l'emprise foncière (remodelage plutôt que remeandrement) car la vallée encaissée et la présence du chemin carrossable ne permettent pas un remeandrement. L'analyse de la topographie a mis en avant le fait que le tracé du ruisseau est dans son fond de vallée, hormis sur le secteur nécessitant un renforcement de la berge en rive gauche. Des travaux de remeandrement ne semblent donc pas pertinents pour ce secteur.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés pour une résurgence en tête de bassin versant.

Le premier objectif de l'opération consistera donc à restaurer les habitats en lit mineur. Compte tenu de la présence d'enjeux en lit majeur (pâturage et chemin carrossable), il est proposé d'effectuer une restauration ponctuelle du lit actuel. Il s'agira en particulier d'améliorer les écoulements au niveau des ouvrages en favorisant une plus grande diversité de ces derniers et des fonds : resserrement des écoulements par l'intermédiaire de banquettes, aménagement de caches piscicoles, restauration du matelas alluvial, etc. et de renforcer la berge quand c'est nécessaire.

Dans le même temps, les berges et le cordon rivulaire qui est aujourd'hui en mauvais état due aux piétinements conséquents devra être reconstruit. Un retalutage ponctuel des berges (en déblais/remblais ou en remblais) permettra à la végétation de retrouver une bonne connectivité avec le cours d'eau ainsi que de renforcer la qualité des habitats aquatiques (systèmes racinaires immergés) et riverains. Les berges seront ensuite aménagés afin de les protéger des piétinements des bovins.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Levés topographiques
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Diminution de la fréquence des débordements en cas de pluies éclaircies (A quantifier avec une modélisation hydraulique).
Morphologiques	Remodelage du lit/amélioration du fonctionnement morphodynamique
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements
Usages	Recul des berges : impact potentiel pour la profession agricole

Estimation financière

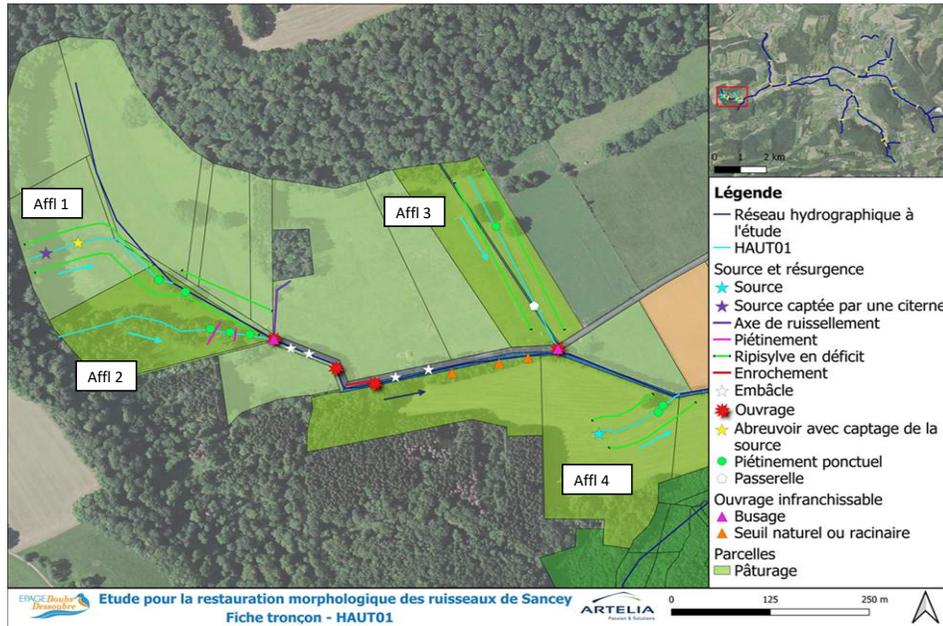
Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	5 000 €
Frais de chantier	14 000 €
Travaux préparatoires (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	18 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	121 000 €
Plantations	1 000 €
Divers et imprévus (25%)	33 500 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (10%)	15 500 €
Total € HT	208 500 €

Fiche tronçon

Quatre affluents (trois en rive droite et un en rive gauche) jusqu'à leur confluence avec le ruisseau d'Hautpré

Cours d'eau	Ruisseau d'Hautpré	Tronçon	HAUT01
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Mauvaise
Linéaire (m)	854		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Affluent 1



Affluent 2



Affluent 3



Affluent 4

Fiche tronçon HAUT01 Quatre affluents (trois en rive droite et un en rive gauche) jusqu'à leur confluence avec le ruisseau d'Hautpré				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (2 infranchissables)	Non	Pâturage	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	D	Ripisylve	Absente	
Attractivité	D	Substrat	Vase-Argile	
Connectivité	B	Largeur lit mineur	0.50 - 0.80 m	
Qualité globale	Mauvaise	Faciès	Chenal lentique	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le secteur est constitué de 4 affluents du ruisseau d'Hautpré. Ils se trouvent tous en zone pâturée, sans protection au niveau des berges. De ce fait, chaque affluent est caractérisé par des berges piétinées. C'est particulièrement le cas de l'affluent 2, son lit mineur et ses berges ne sont quasiment plus visibles au vu des passages répétitifs des bovins. Outre cet affluent, les trois autres ne possèdent aucune ripisylve, du jonc est cependant présent dans le lit mineur. Le tronçon est globalement colmaté, le substrat étant composé de vase et d'argile. Une source est captée pour un abreuvoir et une citerne sur l'affluent 1. Pour finir, ce tronçon est globalement rectiligne et perché, les affluents 1 et 3 s'écoulent en effet dans un ouvrage busé et se jette dans le ruisseau d'Hautpré après une chute de 1 m environ.				
Enjeux				
Enjeu agricole (foncier) ;				
Dysfonctionnements observés				
Pression du bétail	Les piétinements sont plutôt conséquents sur ce tronçon et en lit majeur, effaçant parfois complètement les berges et altérant la qualité physique localement.			
Morphologie	La morphologie des affluents est globalement rectiligne, l'affluent 2 n'est quasiment pas identifiable sous les piétinements.			
Continuité écologique	Les affluents 1 et 3 confluent avec le ruisseau d'Hautpré au niveau d'un busage perché à 1 m de hauteur, ce qui est bloquant pour la montaison et pourrait entraîner des dégâts lors de la dévalaison.			
Ripisylve	La ripisylve, hormis le jonc, est absente de trois affluents sur les quatre. Cela crée des milieux ouverts pouvant avoir un impact sur la qualité physique notamment sur la thermie de l'eau. Ce dysfonctionnement est d'autant plus conséquent que l'on se trouve en zone de résurgence.			

Fiche action : Remodelage d'affluents de façon méandriforme - Comblement de fossé - Reprise des ouvrages aux confluences - Gestion de l'accès du bétail au cours d'eau

Cours d'eau	Ruisseau d'Hautpré	Action	HAUT01	Qualité physique du tronçon associé	Mauvaise
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	860 m	Priorité de l'action	Faible

Localisation et implantation de l'aménagement

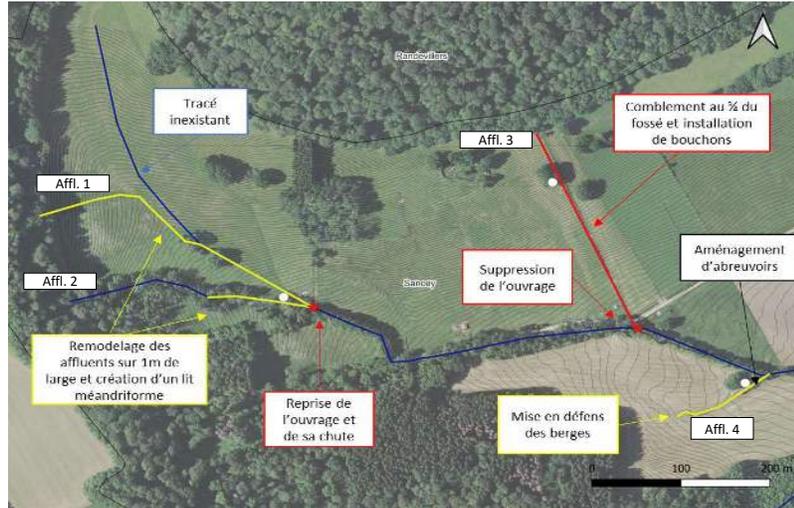
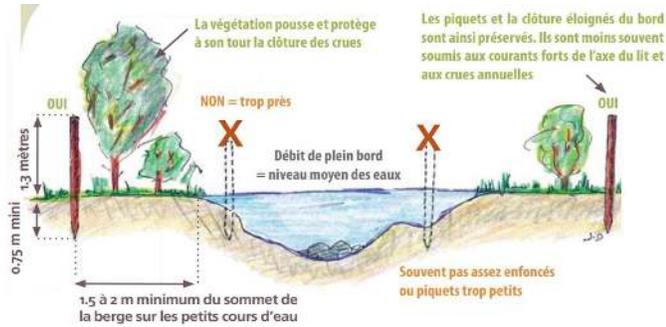


Schéma et exemple d'aménagement

Plantations et mise en défens des berges :

Source : Contrat de rivière
Sornin Jarnossin



Exemple d'abreuvoir aménagé :



Fiche action HAUT01 : Remodelage d'affluents de façon méandriforme - Comblement de fossé - Reprise des ouvrages aux confluences - Gestion de l'accès du bétail au cours d'eau

Nature de l'intervention

Les aménagements sur ces affluents visent à améliorer la qualité de la zone humide dans les pâturages, tout en maintenant des écoulements quand des sources ont été identifiées. L'opération consiste à à combler au 3/4 un fossé drainant (affluent 3) et installer des bouchons d'argile sur le linéaire afin de permettre la restauration de la zone humide sur le secteur. Il est proposé de reprendre les affluents 1 et 2 en les remodelant sur 1 m de large et recréer un lit légèrement méandriforme.

En parallèle, il est proposé de protéger les berges du piétinement du bétail et d'installer un système d'abreuvement afin de permettre au cours d'eau de se restaurer naturellement (développement naturel d'une ripisylve).

Concernant les ouvrages perchés présents en confluence des affluents avec le ruisseau d'Hautpré, il est proposé de remplacer celui le plus en amont et de reconnecter les affluents au ruisseau via une reprise de leur pente. Le deuxième ouvrage sera supprimé, le fossé ayant vocation à disparaître.

Analyse et objectifs visés

Les affluents au ruisseau d'Hautpré se trouvent sur des résurgences en tête de bassin versant. De ce fait, le secteur ne présente pas d'enjeu faune/flore important mais la remise en état de la zone humide par la reconnection de la nappe au ruisseau d'Hautpré est possible par la reprise des affluents sur source et la suppression partielle d'un fossé. Il est donc proposé de remodeler les affluents sur source et de protéger l'ensemble des affluents afin de leur permettre de se restaurer naturellement.

Afin de restaurer la continuité entre les affluents et le ruisseau d'Hautpré, il est proposé de reprendre les ouvrages présents aux confluences (remplacement ou suppression) afin de diminuer les chutes importantes présentes au niveau des ouvrages.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

• Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Amélioration des écoulements et du fonctionnement hydrologique de la zone humide sur le secteur
Morphologiques	Amélioration du fonctionnement morphodynamique
Ecologiques	Reprise spontanée de la ripisylve et amélioration de la continuité avec le ruisseau d'Hautpré
Usages	Recul des pâturages : impact potentiel pour la profession agricole

Estimation financière

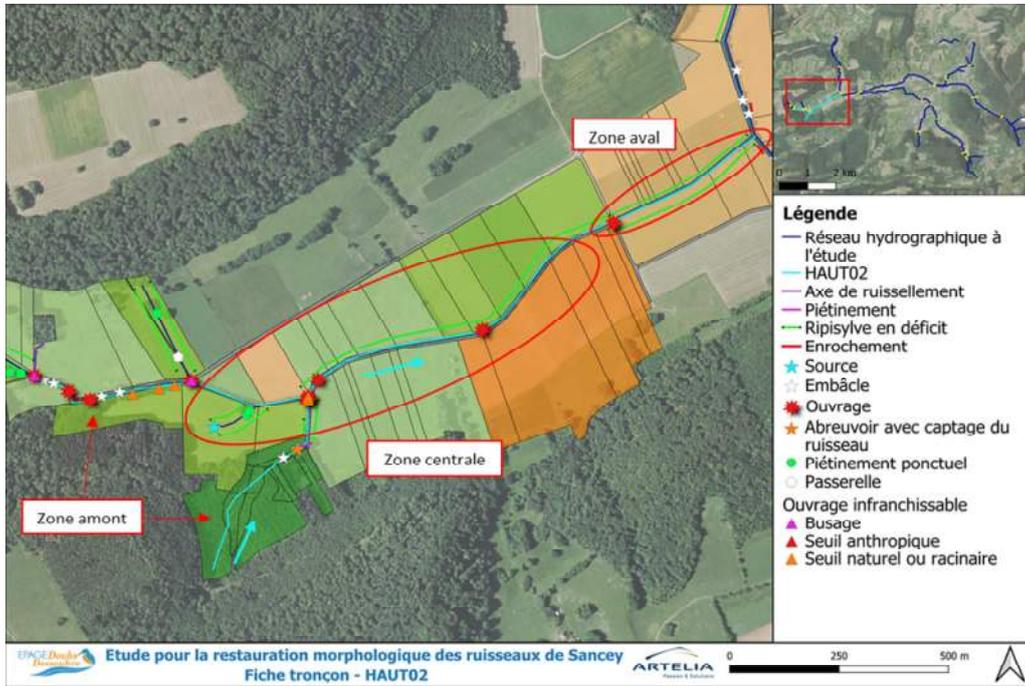
Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Frais de chantier (10%)	12 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	16 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	75 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	30 000 €
Divers et imprévus (25%)	22 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (10%)	13 500 €
Total € HT	168 500 €

Fiche tronçon

De la résurgence du ruisseau à la confluence avec le Buhin - Affluent rive droite à sa confluence avec le ruisseau d'Hautpré

Cours d'eau	Ruisseau d'Hautpré	Tronçon	HAUT02
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	2442		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Zone amont



Transition zone amont - centrale



Zone centrale



Zone aval

Fiche tronçon HAUT02 De la résurgence du ruisseau à la confluence avec le Buhin - Affluent rive droite à sa confluence avec le ruisseau d'Hautpré				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Peu sinueux	Oui (8 infranchissables)	Non	Pâturage/Culture	Oui (1)
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Aval très connecté - Amont en déficit	
Attractivité	B	Substrat	Galets/Sables et litière à l'aval	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0.5-2.5m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	radiers /plats/seuils/mouilles	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
<p>Le secteur est situé en zone forestière à l'amont, traverse des pâturages en zone centrale puis des cultures au droit de la confluence Hautpré/Buhin/Baume. Le ruisseau apparaît suite à une résurgence via un busage présent à 1 m de hauteur. Le tronçon est longé par une route en rive gauche ou droite, contraignant celui-ci. En zone amont, le ruisseau est très connecté avec des berges basses, une ripisylve variée et la présence d'embâcles dans le lit mineur. Cela permet la création de caches pour les espèces piscicoles. Les fonds présentent un substrat varié et le ruisseau sinue légèrement. Suite à quoi, en zone centrale la présence de pâturages et de la route contraignent le ruisseau et empêchent toute sinuosité. La ripisylve est déficitaire et est peu connectée au vu des berges plus hautes et abruptes. De ce fait, des érosions ponctuelles sont visibles en extrados et les berges sont instables par endroit, les bovins pouvant s'approcher jusqu'en bord de berge. La présence importante d'ouvrages est un frein à la continuité écologique et des zones de colmatage sont perçues en amont des seuils. Sur la zone aval, la ripisylve est inexistante, le substrat est composé uniquement de litière et la section est rectiligne jusqu'à la confluence. L'affluent possède les mêmes caractéristiques et fonctionnement que les zones amont et centrales.</p>				
Enjeux				
<p>Enjeu foncier (présence d'une route en rive gauche puis rive droite, utilisée par les agriculteurs et les chasseurs) ; Enjeu agricole (pâturage, culture)</p>				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	Le ruisseau a été totalement remanié pour le pâturage et les cultures en jachère. Les berges sont hautes en zone centrale, déconnectant le lit mineur du lit majeur.			
Ripisylve	Le déficit progressif en ripisylve créé des milieux ouverts pouvant avoir un impact sur la qualité physique notamment sur la thermie de l'eau. De plus cela amène une instabilité des berges et une perte d'habitats importante.			
Continuité écologique	Ce tronçon présente une succession de seuils infranchissables pour le peuplement piscicole au vu de leur chute (plus de 2 m pour l'un des ouvrages busé). L'affluent présente des seuils naturels infranchissables à bas débits.			
Pression du bétail	Concernant l'affluent, un abreuvoir est installé en sortie de zone forestière sans protection pour le ruisseau (la clôture incluant ce dernier). Les berges sont piétinées sur une dizaine de mètres entraînant une zone boueuse importante.			

Fiche action : Reméandrement de la zone centrale et aval (Remise en fond de talweg)

Cours d'eau	Ruisseau d'Hautpré	Action	HAUT02	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	1 956 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation/ schéma de l'aménagement

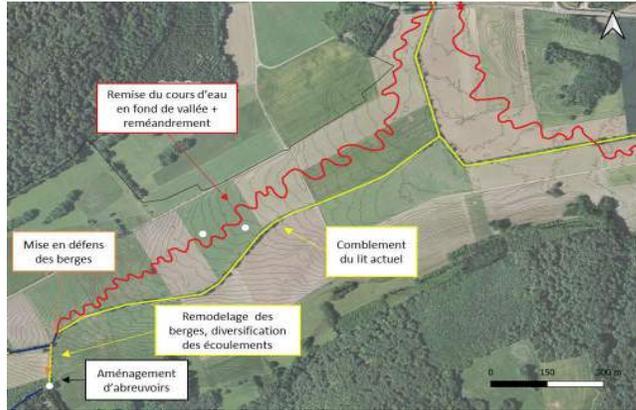


Schéma et exemple d'aménagement

Schéma d'un reméandrement :

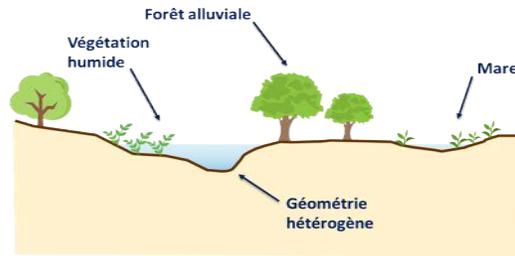
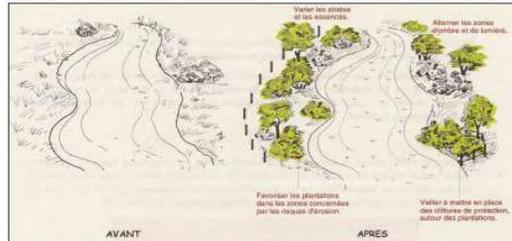


Schéma de diversification rivulaire :



Fiche action HAUTO2 : Reméandrement de la zone centrale et aval (Remise en fond de talweg)

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de pâturages et cultures). L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges et la plantation d'arbres. Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

A cela s'ajoute la mise en défens des berges afin d'empêcher l'accès des bovins au cours d'eau ainsi que l'installation de système d'abreuvement.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée (axe à définir à l'aide des profils altimétriques et des tracés anciens disponibles) ;
- 2/ Remblaiement de l'ancien lit ;
- 3/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif et mise en défens des berges.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence de pâturages et cultures, le ruisseau d'Hautpré est artificialisé sur le secteur. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit (ce dernier étant perché et entouré de merlons sur certains secteurs), homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue, piétinement du lit mineur et des berges, continuité écologique rompue (ouvrages infranchissables).

Le cadastre Napoléonien et la topographie montrent que le cours d'eau a été rectifié par le passé et est en situation perchée par rapport au fond de vallée. Idéalement, le tracé du cours d'eau devra être restauré à sa situation d'origine, tout en restituant une morphologie adaptée.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée.

Dans la section reméandrée, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (ces dernières sont cependant déjà nombreuses en période de crue sur le secteur).

Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude hydraulique complète (levés topographiques)
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur
Usages	Diminution des surfaces exploitées mais meilleure nappe d'accompagnement donc meilleur maintien des pâtures/cultures aux abords

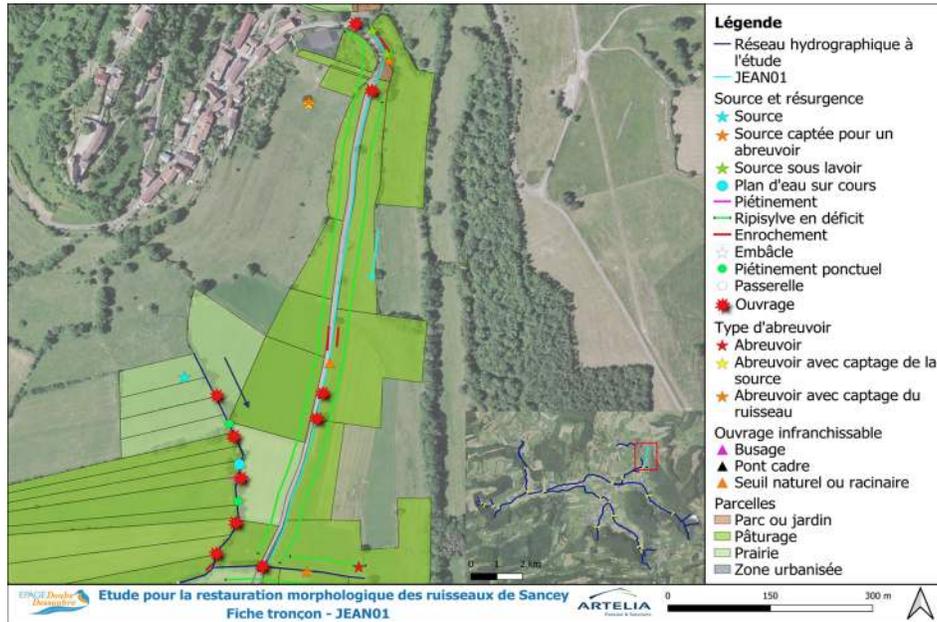
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (HT)
Etudes complémentaires	4 500 €
Frais de chantier (10%)	19 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batar dage, etc.)	25 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	101 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	45 000 €
Plantations	18 000 €
Divers et imprévus (25%)	30 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (8%)	17 000 €
Total € HT	259 500 €

Fiche tronçon
De la source du ruisseau de Jeanmoulot à la traversée de la rue de la Fontaine

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Tronçon	JEAN01
Commune(s)	Belvoir	Qualité physique	Mauvaise
Linéaire (m)	899		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Premier lavoir servant de source



De l'amont vers l'aval



Source en pâturage, en rive droite de la route



Berge en rive gauche érodable

Fiche tronçon JEAN01 De la source du ruisseau de Jeanmoulot à la traversée de la rue de la Fontaine				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (5 infranchissables)	Non	Pâturage - Route	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	B	Ripisylve	Nue à clairsemée	
Attractivité	C	Substrat	Graviers, sables, blocs, litière	
Connectivité	D	Largeur lit mineur	0,4 - 0,5 m	
Qualité globale	Mauvaise	Faciès	Plat lentique, seuil, radier, plat courant	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
<p>Le ruisseau de Jeanmoulot apparait en bordure de la RD 468 en sortie de la commune de Belvoir. Il est alimenté par les eaux de ruissellement de la commune ainsi que par deux sources captées par deux anciens lavoirs. Il longe ensuite la départementale sur 850 m environ avant de passer sous la départementale par un busage et traverser les pâturages. Malgré le secteur contraint par la route en rive droite et la berge haute en rive gauche, cette section du ruisseau présente quelques seuils naturels et des radiers permettant une certaine hétérogénéité des écoulements. La contrainte généralisée du tronçon entraine cependant un colmatage des fonds du lit, les écoulements restent faibles sensiblement toute l'année sur ce secteur. En effet, malgré la présence de la route en rive droite, aucune inondation de cette dernière n'a été mentionnée lors de la phase de concertation. Il s'avère qu'une source est visible dans le pâturage en rive droite de la route, le tracé en fond de vallée semble rejoindre un affluent du ruisseau.</p>				
Enjeux				
<p>Enjeu foncier (route) ; Enjeu agricole (pâturage)</p>				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	La morphologie du ruisseau n'est que peu attractive pour les espèces en présence (à savoir que le ruisseau de Jeanmoulot présente un Arrêté de Protection de Biotope concernant l'écrevisse à pattes blanches), le tracé étant rectiligne et fortement contraint.			
Continuité écologique Hydraulique	Les ouvrages ne sont pas tous en bon état, des blocs de béton se trouvent dans le lit mineur alors que ce dernier est déjà restreint au niveau des écoulements. Les chutes sont parfois infranchissables pour les espèces cibles. Le fond de vallée est visible dans le pâturage de l'autre côté de la route départementale.			
Pression du bétail	Un pâturage se trouve en rive gauche du tronçon. Les piétinements proches de la berge abrupte peuvent la destabiliser et entrainer des érosions.			
Ripisylve	La ripisylve est quasiment inexistante, entrainant un ensoleillement constant du cours d'eau, une perte d'habitats et une destabilisation des berges.			

Fiche action : Reméandrement (Remise en fond de talweg)

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Action	JEAN01	Qualité physique du tronçon associé	Mauvaise
Commune(s)	Belvoir/Sancey	Linéaire concerné	899 m	Priorité de l'action	Moyenne

Localisation et implantation de l'aménagement



Schéma et exemple d'aménagement

Schéma d'un reméandrement avec utilisation de l'ancien bras comme décharge lors des crues :

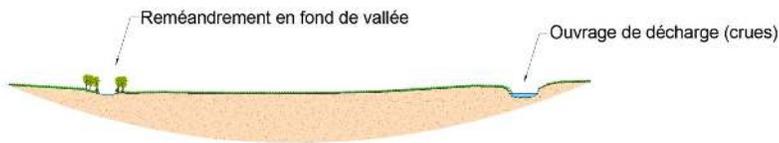
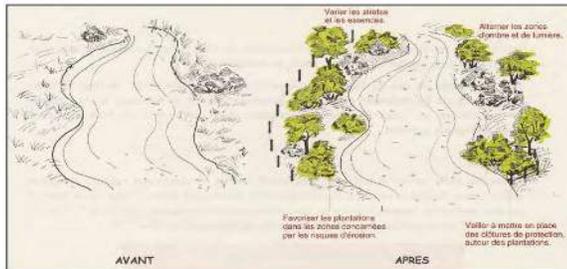


Schéma de diversification rivulaire :



Fiche action JEAN01 : Reméandrement (Remise en fond de talweg)

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de pâturages. L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges et la plantation d'arbres. Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée (axe à définir à l'aide des profils altimétriques) ;
- 2/ Création d'un ouvrage de franchissement sous la RD468 ;
- 3/ Utilisation de l'ancien lit comme bras de décharge lors des crues ;
- 4/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connecté ;
- 5/ Mesures d'accompagnement agricoles : mise en défens, pose d'abreuvoirs, aménagement d'ouvrages de franchissement.

Analyse et objectifs visés

Le ruisseau de Jeanmoulot est particulièrement artificialisé sur le secteur, celui-ci faisant office de fossé le long de la route reliant Belvoir et Sancey. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit, homogénéisation des habitats, absence de ripisylve, déconnexion de la berge en rive gauche, continuité écologique rompue (ouvrages infranchissables).

Le cadastre Napoléonien semble indiquer que le cours d'eau s'est toujours trouvé sur ce tracé. Or l'étude altimétrique (le MNT n'étant pas disponible jusqu'à ce secteur) indique que le ruisseau est en situation perché par rapport au fond de vallée. Cependant, la carte de Cassini présente un ruisseau qui s'écoule sur un axe similaire à celui présenté dans le projet. Idéalement, le tracé du cours d'eau devra être restauré à sa situation d'origine, tout en restituant une morphologie adaptée, soit dans le pâturage se trouvant de l'autre côté de la route (une résurgence étant à ce jour utilisée pour l'abreuvement de bovins) avant de rejoindre le ruisseau plus en aval.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliées aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée.

Dans la section reméandree, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (ces dernières sont cependant déjà nombreuses en période de crue sur le secteur).

Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Levés topographiques et modélisation hydraulique
- Etude structure au niveau de la route
- Dossiers réglementaires : dérogation espèces protégées, dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale.
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur
Usages	Diminution des surfaces exploitées mais meilleure nappe d'accompagnement donc meilleur maintien des pâtures aux abords

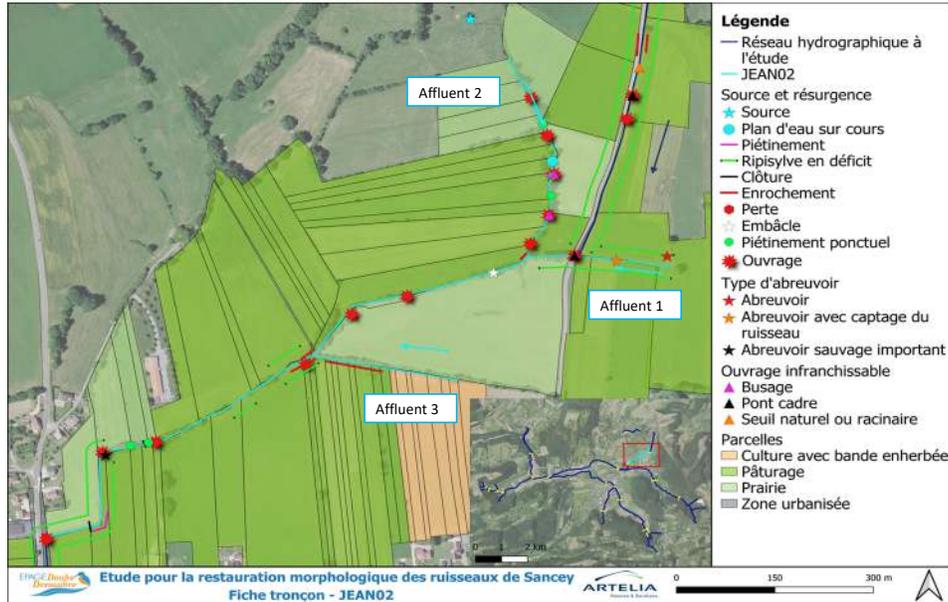
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	14 500 €
Frais de chantier (10%)	13 500 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batar dage, etc.)	17 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	75 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	30 500 €
Plantations	9 700 €
Divers et imprévus (25%)	22 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (8%)	12 000 €
Total € HT	194 700 €

Fiche tronçon
De la traversée de la rue de la Fontaine à la bordure de la RD31 + 3 affluents

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Tronçon	JEAN02
Commune(s)	Belvoir/Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	1771		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Affluent 1 et busage sous la route



Secteur entre l'affluent 1 et 2



Secteur aval des confluences



Secteur aval

Fiche tronçon JEAN02 De la traversée de la rue de la Fontaine à la bordure de la RD31 + 3 affluents				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (5 infranchissables)	Non	Pâturage	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Nue à moyennement dense, connectée	
Attractivité	C	Substrat	Graviers, sables, vases, litière, végétation	
Connectivité	B	Largeur lit mineur	0,3 - 1,4 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Seuil, mouille, plat lentique, plat courant, radier	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le ruisseau de Jeanmoulot est alimenté par plusieurs affluents (noté 1, 2 et 3 sur la carte en page précédente) provenant de différentes résurgences et s'écoulent entre les pâturages bovins. Ces affluents ont été rectifiés, sont aujourd'hui rectilignes et présentent de faibles écoulements. Le ruisseau de Jeanmoulot présente des sections préservées et actives mais aussi des sections recalibrés, dépourvus de ripisylve, voire piétinées ponctuellement ou traversées dans son lit mineur sur plusieurs mètres (certains secteurs à nue et piétinées présentent une clôture récemment installée). Les 200 derniers mètres du tronçon sont particulièrement piétinés, seuls des joncs permettent d'identifier le lit mineur. Un étang est également présent sur le cours du ruisseau, son évacuation constitue un obstacle à la continuité écologique. A l'aval du plan d'eau, le ruisseau est fortement dégradé : arbres abbatués, souches brûlées, évacuation de l'étang par une buse pvc de petit diamètre, zone piétinée par les bovins et les engins agricoles.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	La morphologie des affluents est globalement rectiligne, comme la majorité du ruisseau de Jeanmoulot, le tronçon a été rectifié depuis la période de remembrement et un plan d'eau a été installé et connecté au ruisseau.			
Pression du bétail	Les piétinements sont conséquents sur ce tronçon et en lit majeur, effaçant parfois complètement les berges, favorisant un apport de fines au cours d'eau et altérant la qualité physique localement.			
Continuité écologique	Plusieurs ouvrages et chutes sont un obstacle à l'écoulement à bas débits et entraînent un colmatage des fonds à l'amont des seuils.			
Ripisylve	La ripisylve est absente sur certains secteurs, ces derniers étant utilisés pour l'abreuvement des bovins. Cela crée des milieux ouverts pouvant avoir un impact sur la qualité physique notamment sur la thermie de l'eau.			

Fiche action : Reméandrement (Remise en fond de talweg) et gestion des affluents - Suppression du plan d'eau - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Action	JEAN02	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Belvoir/Sancey	Linéaire concerné	1 771 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation et implantation de l'aménagement

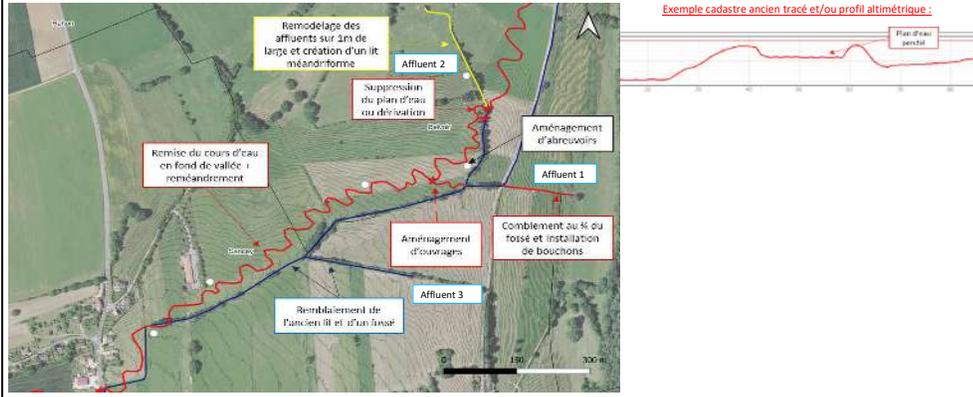
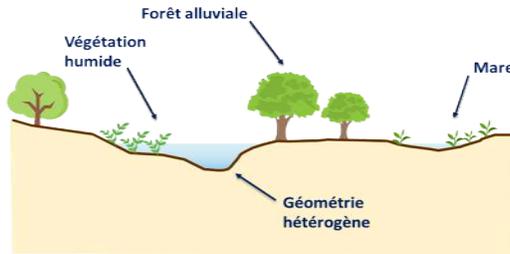


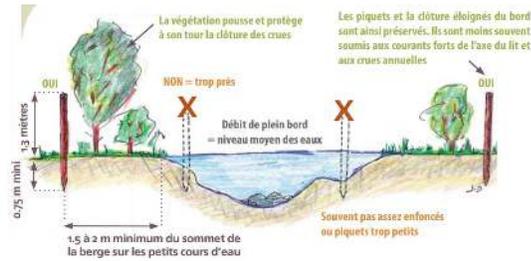
Schéma et exemple d'aménagement

Schéma d'un reméandrement :



Mise en défens des berges :
Source : contrat de rivière
Sorin Jarnossin

Vue transversale



Exemple d'abreuvoir aménagé :



Fiche action JEAN02 : Reméandrement (Remise en fond de talweg) et gestion des affluents - Suppression du plan d'eau - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de pâturages. L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges et la plantation d'arbres. Plusieurs interventions sont envisagées : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

En ce qui concerne les affluents sur source, les aménagements visent le comblement au 3/4 d'un fossé (affluent 1) et l'installation de bouchons d'argiles afin de permettre la restauration de la zone humide sur le secteur mais aussi la reprise de l'affluent 2 en terrassant le cours d'eau sur 1 m de large et en recréant un lit mineur méandrique.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée du ruisseau principal (axe à définir à l'aide des profils altimétriques) ;
- 2/ Suppression ou dérivation du plan d'eau ;
- 3/ Aménagement d'ouvrages de répartition des eaux au niveau des confluences ;
- 4/ Comblement au 3/4 et installation de bouchons d'argile au niveau de l'affluent 1 ;
- 5/ Reprise de l'affluent 2 sur 1 m de large en recréant un lit légèrement sinueux ;
- 6/ Remblaiement de l'ancien lit du ruisseau principal et l'affluent 3 ;
- 7/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif ;
- 8/ Mesures d'accompagnement agricoles : mise en défens, pose d'abreuvoirs, aménagement d'ouvrages de franchissement.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence de pâturages et quelques cultures, le ruisseau de Jeanmoulot est artificialisé sur le secteur. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit, homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue, piétinement du lit mineur et des berges ponctuellement.

L'étude de la topographie montre que le cours d'eau est en situation perchée par rapport au fond de vallée. Il en est de même concernant le plan d'eau. Idéalement, le tracé du cours d'eau devra être restauré à sa situation d'origine et le plan d'eau supprimé, tout en restituant une morphologie adaptée.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée et un développement des zones humides via la suppression des affluents drainants.

Dans la section reméandree, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (ces dernières sont cependant déjà nombreuses en période de crue sur le secteur).

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Relevés topographiques
- Dossiers réglementaires : dérogation espèces protégées, dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale.
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur et restauration de la zone humide
Usages	Diminution des surfaces exploitées mais meilleure nappe d'accompagnement donc meilleur maintien des pâtures aux abords

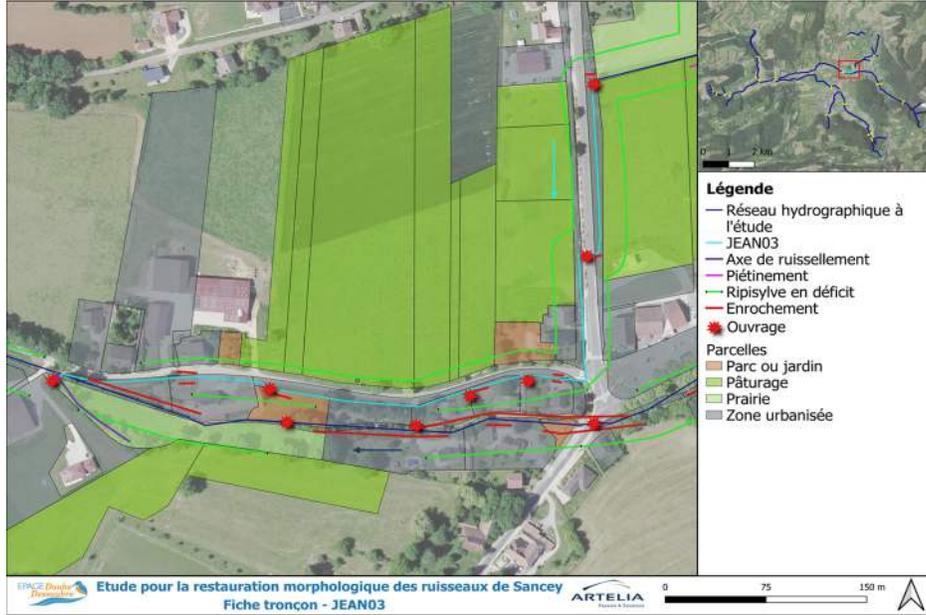
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	8 500 €
Frais de chantier (10%)	20 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	26 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	96 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	58 500 €
Plantations	16 000 €
Divers et imprévus (25%)	29 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (8%)	17 500 €
Total € HT	271 500 €

Fiche tronçon
De la bordure de la RD31 à la confluence avec le ruisseau de la Baume

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Tronçon	JEAN03
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Mauvaise
Linéaire (m)	652		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Fossé et busage en amont du tronçon



Secteur longeant la rue des Saules



Secteur longeant la rue des Saules



Amont confluence avec le ru de la Baume

Fiche tronçon JEAN03 De la bordure de la RD31 à la confluence avec le ruisseau de la Baume				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (0 infranchissable)	Oui	Pâturage - Urbanisation	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	D	Ripisylve	Nue à clairsemée	
Attractivité	C	Substrat	Vases, argiles, sables, blocs, graviers	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,4 - 0,7 m	
Qualité globale	Mauvaise	Faciès	Plat lentique	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le ruisseau longe de nouveau une départementale (la RD 31) en sortie de pâturages avant que le tronçon passe en souterrain sur 100 m environ via un busage à angle droit et réapparaît dans les habitations rue des Saules. Cette dernière section est sensiblement contrainte en lit majeur de par la présence de la route en rive droite et la présence d'ouvrages de franchissement au niveau des habitations. La ripisylve est rare et non connectée au lit mineur, voire inexistante sur les zones enrochées ou en bordure de jardin. La granulométrie est faible voire nulle, les fonds du cours d'eau s'apparentent plutôt à un fossé. Les élus de la commune ont également stipulé lors de la concertation que la route était inondée en période de hautes eaux, de même que la rue des Saules, le ruisseau de Jeanmoulot récupérant les eaux de ruissellement du parking du Maximarché.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage) ; Enjeu foncier (traversée urbaine)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie Hydraulique	La morphologie du tronçon est globalement rectiligne. Les berges basses à l'amont (le long de la RD31) favorisent les débordements sur la route. Les enrochements du lit mineur rue des saules vont également favoriser les débordements sur la route lors de pluies importantes ou crues. Ces derniers sont également favorisés par le fait que le ruisseau est perché, son fond de vallée se trouve au milieu des pâturages, de l'autre côté de la rue des saules.			
Ripisylve	La ripisylve est inexistante sur la partie amont du tronçon longeant la RD31 et peu connectée rue des saules. Les écoulements sont alors sujets à l'ensoleillement et l'absence de cordon rivulaire favorise les débordements sur la route.			
Continuité écologique	Le busage du ruisseau sur une centaine de mètres est un biais à la continuité piscicole et sédimentaire.			

Fiche action : Reméandrement (remise en fond de talweg)

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Action	JEAN03	Qualité physique du tronçon associé	Mauvaise
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	652 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation et implantation de l'aménagement

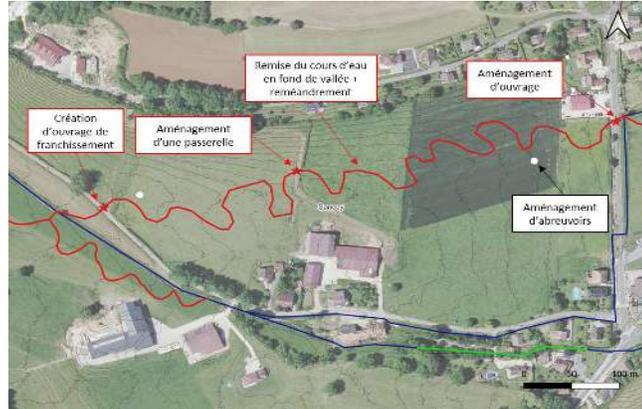
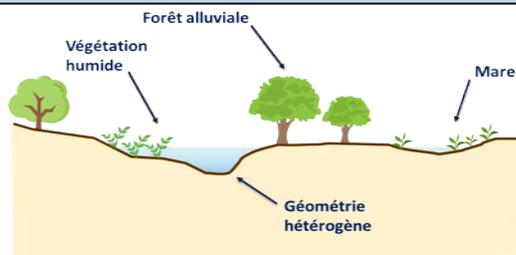


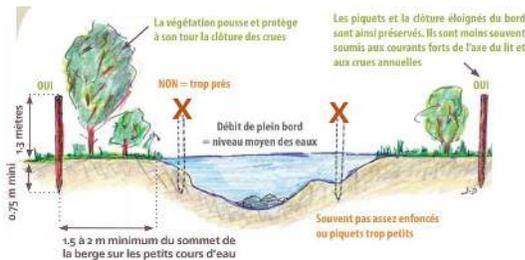
Schéma et exemple d'aménagement

Schéma d'un reméandrement:



Mise en défens des berges :
Source : contrat de rivière
Somnin Jarrossin

Vue transversale



Exemple d'abreuvoir aménagé :



Fiche action JEAN03 : Reméandrement (remise en fond de talweg)

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de pâturages et de cultures. L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges et la plantation d'arbres. Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée (axe à définir à l'aide des profils altimétriques) ;
- 2/ Gestion des ouvrages : création d'ouvrages de franchissement sous les routes départementales et d'une passerelle ;
- 3/ Maintien du lit pour les eaux de ruissellement (coupure sèche) ;
- 4/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif ;
- 5/ Mesures d'accompagnement agricoles : mise en défens, pose d'abreuvoirs, aménagement d'ouvrages de franchissement.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence de pâturages et cultures, le ruisseau de Jeanmoulot est artificialisé sur le secteur. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit, homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue, piétinement du lit mineur et des berges ponctuellement.

L'étude de la topographie montre que le cours d'eau est en situation perchée par rapport au fond de vallée. Idéalement, le tracé du cours d'eau devra être restauré à sa situation d'origine, tout en restituant une morphologie adaptée.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée. L'ancien lit longeant la RD31 sera maintenu afin de récolter les eaux de ruissellements et les eaux de crues.

Dans la section reméandrée, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (ces dernières sont cependant déjà nombreuses en période de crue sur le secteur).

Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Levés topographiques
- Etude structure au niveau des routes départementales
- **Dossiers réglementaires : dérogation espèces protégées, dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général**

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale.
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur
Usages	Diminution des surfaces exploitées mais meilleure nappe d'accompagnement donc meilleur maintien des pâtures aux abords

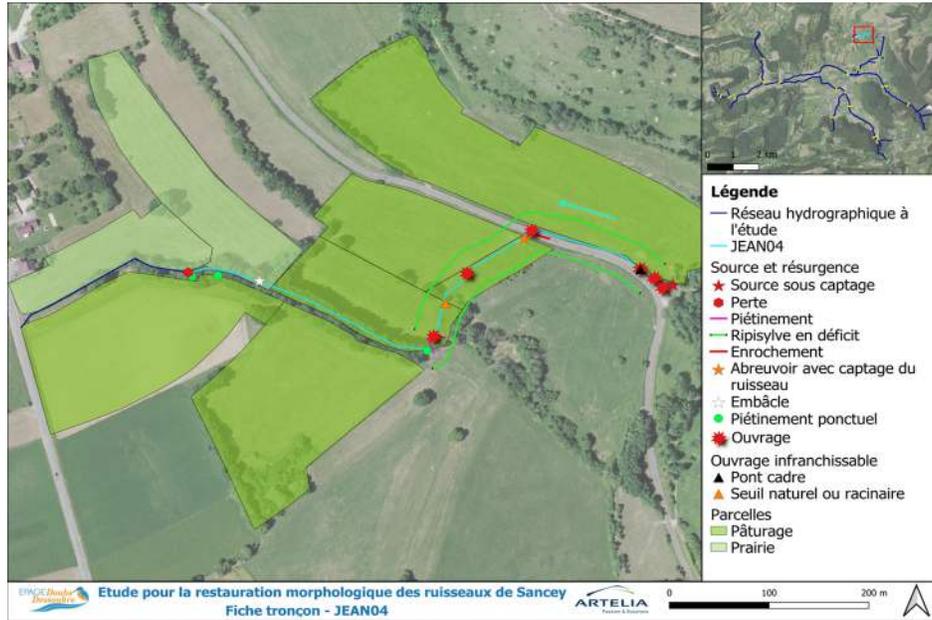
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	14 500 €
Frais de chantier (10%)	21 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	27 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	139 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	32 000 €
Plantations	9 500 €
Divers et imprévus (25%)	40 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (8%)	18 500 €
Total € HT	301 500 €

Fiche tronçon
De la sortie du captage de la RD21 à la perte du ruisseau de Jeanmoulot

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Tronçon	JEAN04
Commune(s)	Belvoir/Rahon	Qualité physique	Mauvaise
Linéaire (m)	586		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Sortie de captage



Traversée du pâturage



Partie aval du pâturage



Amont de la perte du ruisseau

Fiche tronçon JEAN04 De la sortie du captage de la RD21 à la perte du ruisseau de Jeanmoulot				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (3 infranchissables)	Non (route)	Pâturage - Route	Oui
Description du tronçon				
Hétérogénéité	B	Ripisylve	Nue à moyennement dense	
Attractivité	C	Substrat	Graviers, sables, végétation (jonc), litière	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,4 - 0,7 m	
Qualité globale	Mauvaise	Faciès	Plat lentique, seuil, plat courant	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Ce tronçon est appelé "ruisseau de Ronchoux" par les habitants et élus locaux. Il apparait en sortie de captage et longe la départementale avant de traverser la route un busage, puis un pâturage sur une section curée, bordée par les joncs et piétinée par les bovins sur certains secteurs. Le ruisseau présente plusieurs obstacles à l'écoulement (un arbre déraciné dans le lit mineur ou un busage délabré par le passage du bétail). Le ruisseau s'écoule en secteur plus naturel à l'aval, protégé par une ripisylve arborée en coteaux pentu, avant de disparaître dans une perte karstique, la fin du tracé n'existant plus depuis de nombreuses années.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie Hydraulique	Le tronçon à l'étude est fortement contraint (route en rive gauche, rectification dans le pâturage, ...). Sur la partie aval, le ruisseau est encaissé et les berges droites, ce qui favorise les écoulements rapides et variés. Les débordements du ruisseau semblent fréquents au niveau du 2ème méandre à angle droit, la zone étant complètement piétinée et le lit mineur peu défini.			
Pression du bétail	Les piétinements sont plutôt conséquents en zone pâturée, effaçant parfois complètement les berges, favorisant un apport de fines au cours d'eau et altérant la qualité physique localement.			
Continuité écologique	Le busage présent au niveau du 2ème méandre du tronçon est soumis aux piétinements et ne se trouve plus dans l'axe des écoulements du cours d'eau.			
Ripisylve	La ripisylve, hormis le jonc, est absente du pâturage. Cela crée des milieux ouverts pouvant avoir un impact sur la qualité physique notamment sur la thermie de l'eau. Ce dysfonctionnement est d'autant plus conséquent que l'on se trouve en zone de résurgence.			

Fiche action : Création d'un dalot et d'une passerelle - Gestion des embâcles

Cours d'eau	Ruisseau de Jeanmoulot	Action	JEAN04	Qualité physique du tronçon associé	Mauvaise
Commune(s)	Belvoir/Rahon	Linéaire concerné	165 m	Priorité de l'action	Faible

Localisation et implantation de l'aménagement

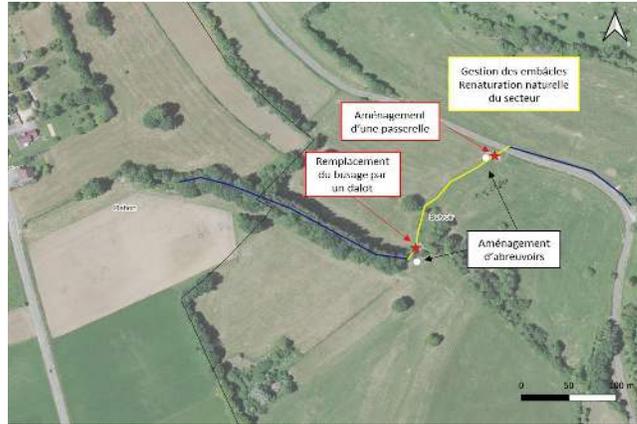


Schéma et exemple d'aménagement

Exemple d'une installation de dalot :
(Travaux ARTELIA 2023, le Sauzay)



Exemple d'abreuvoir aménagé :



Fiche action JEAN04 : Création d'un dalot et d'une passerelle - Gestion des embâcles

Nature de l'intervention

Il est proposé la remise en l'état du secteur piétiné par le passage des bovins, le busage permettant l'écoulement du ruisseau étant dégradé par le passage du bétail et des engins agricoles. Un système d'abreuvement sera également installé sur site.

Analyse et objectifs visés

Le ruisseau de Ronchaux s'écoule en secteur contraint (route départementale et pâturage) en sortie de captage. De plus, le secteur ne présente pas d'enjeu faune/flore important. La réalisation d'un remodelage du secteur pâturé serait donc disproportionnée au vu des gains attendus. Il est donc proposé de restaurer ponctuellement le tronçon afin de lui permettre de se restaurer naturellement via l'installation d'une passerelle en entrée de pâturage et le changement de la buse délabrée pour un dalot.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude structure pour la mise en place de l'ouvrage
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Amélioration des écoulements au droit de la passerelle et du dalot
Morphologiques	Amélioration de la dynamique longitudinale du cours d'eau via la reprise du busage
Ecologiques	Amélioration des habitats aquatiques
Usages	Amélioration du passage du bétail et des engins agricoles

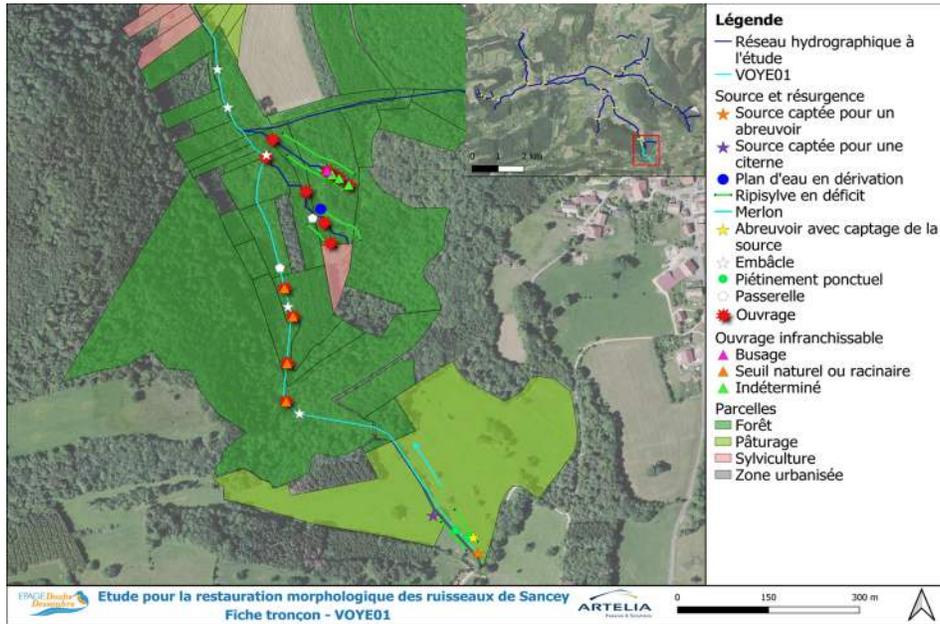
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	5 000 €
Frais de chantier (10%)	4 100 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batar dage, etc.)	5 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	35 000 €
Divers et imprévus (25%)	10 000 €
Maîtrise d'oeuvre d'exécution (12%)	5 500 €
Total € HT	65 100 €

Fiche tronçon
De la source à la sortie de la zone forestière

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Tronçon	VOYE01
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Bonne
Linéaire (m)	1135		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Amont tronçon



Amont zone en fond de vallée



Secteur chenalisé



Aval tronçon, après confluence des affluents

Fiche tronçon VOYE01 De la source à la sortie de la zone forestière				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Sinueux	Oui (4 infranchissables)	Non	Forestière	Oui
Description du tronçon				
Hétérogénéité	B	Ripisylve	Moyennement dense, connectée	
Attractivité	B	Substrat	Graviers, sables, litière, blocs	
Connectivité	B	Largeur lit mineur	0,4 - 1 m	
Qualité globale	Bonne	Faciès	Seuil, plat lentique, plat courant	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le ruisseau de Voye prend sa source dans un pâturage où il est capté pour l'abreuvement du bétail. Il se retrouve ensuite dans le fond d'une vallée encaissée. Malgré la naturalité du secteur, la forêt privée est utilisée pour la chasse et comporte de ce fait certains aménagements anthropiques tels que des passerelles et busages pour permettre aux engins de traverser le ruisseau. La ripisylve est également en partie gérée via des plantations et le lit mineur semble contraint par la présence de chemins carrossables. Le long de ces derniers, le ruisseau présente des berges légèrement plus hautes et des incisions au niveau des berges. Sur le reste du tronçon, les berges sont basses et la ripisylve connectée au lit mineur, ce qui permet au ruisseau d'être ombragé et d'avoir des habitats pour les peuplements aquatiques. La granulométrie est très variée avec un apport de blocs dans le lit mineur et les embâcles et seuils permettent une diversification des écoulements.				
Enjeux				
Enjeu foncier (forêt privée)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	La morphologie du ruisseau est légèrement contrainte au niveau des chemins véhiculables, entraînant une hausse des berges et des incisions sur ces dernières.			
Ripisylve	Le cordon rivulaire est parfois contraint au niveau de la source en pâturage où le bétail piétine la prairie. Dans le secteur forestier, la ripisylve est gérée pour permettre aux véhicules de circuler, limitant également son développement.			
Continuité écologique	Quelques chutes infranchissables pour les peuplements piscicoles à bas débits sont visibles sur le tronçon.			

Fiche action : Création de seuils et souches en bois - Aménagement d'une passerelle - Comblement du lit et mise en défens des berges

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Action	VOYE01	Qualité physique du tronçon associé	Bonne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	250 m	Priorité de l'action	Faible

Localisation et implantation de l'aménagement

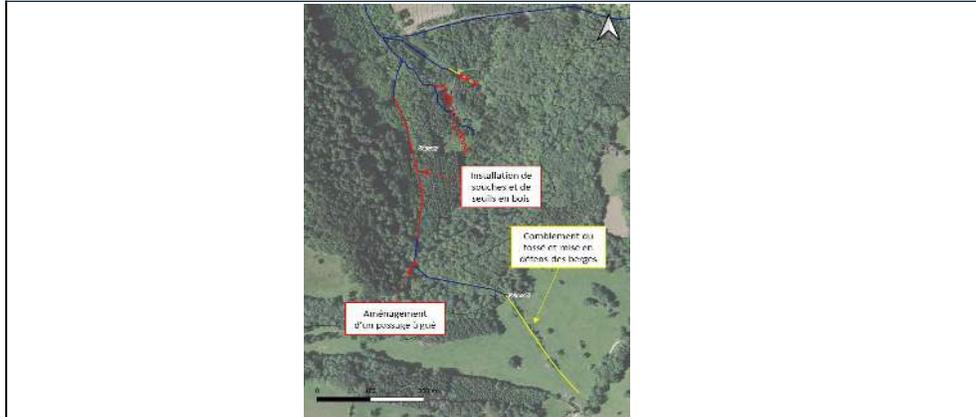
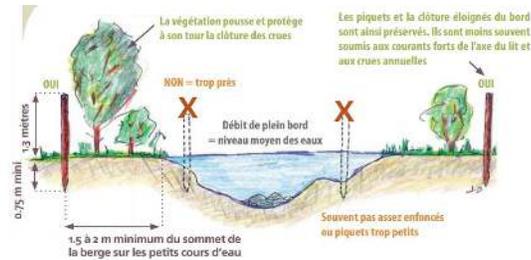


Schéma et exemple d'aménagement

Mise en défens des berges :
Source : contrat de rivière
Sornin Jarrossin



Fiche action VOYE01 : Création de seuils et souches en bois - Aménagement d'une passerelle - Comblement du lit et mise en défens des berges

Nature de l'intervention

Le secteur amont du ruisseau présent en pâturage ne représente qu'un écoulement sans lit mineur défini et majoritairement asséché. Il est proposé de le combler afin de restaurer la zone humide présente sur le secteur. Il est tout de même proposé de protéger le secteur du piétinement du bétail dans le pâturage afin de permettre le développement d'une végétation caractéristique d'une zone humide (joncs, etc.).

En secteur bocager, il est proposé de rediriger les écoulements au niveau du secteur rectiligne du ruisseau via des souches en bois ou l'installation de seuils bois afin de permettre au cours d'eau de méandrer naturellement dans la forêt en période de fortes eaux.
A cela s'ajoute la mise en place d'une passerelle en secteur bocager pour permettre le passage de véhicules sur le chemin carrossable.

Analyse et objectifs visés

Le ruisseau de Voye apparaît via une résurgence en secteur pâturé. De ce fait, le secteur ne présente pas d'enjeu faune/flore important. La réalisation d'un remodelage serait donc disproportionnée au vu des gains attendus. Il est proposé de combler cet écoulement peu défini au niveau de son lit mineur afin de développer la zone humide dans le pâturage tout en protégeant le secteur afin de permettre une restauration naturelle. Le cordon rivulaire pourra également se développer spontanément.

En secteur boisé, le ruisseau est très incisé et un substrat varié est visible dans le lit mineur (blocs importants charriés et concassés). Un remeandrement ne serait pas assuré d'être maintenu au vu des incisions visibles sur le secteur. Il est donc proposé de rediriger les écoulements dans le lit actuel via l'installation de souches et de seuils en bois afin de remeandrer la zone au fil des crues. Les seuils permettront également le maintien des eaux en période de basses eaux et la reconnection du secteur bocager avec sa nappe d'accompagnement.

L'aménagement d'une passerelle en secteur boisé consiste également à améliorer l'état des berges et du lit mineur sur zone et à prévenir des débordements ponctuels qui pourraient avoir lieu en période de crues.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude structure pour la mise en place d'un ouvrage
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Amélioration des écoulements au droit de la passerelle
Morphologiques	Amélioration de la dynamique longitudinale du cours d'eau au niveau de la passerelle
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements
Usages	Recul des berges : impact potentiel pour la profession agricole

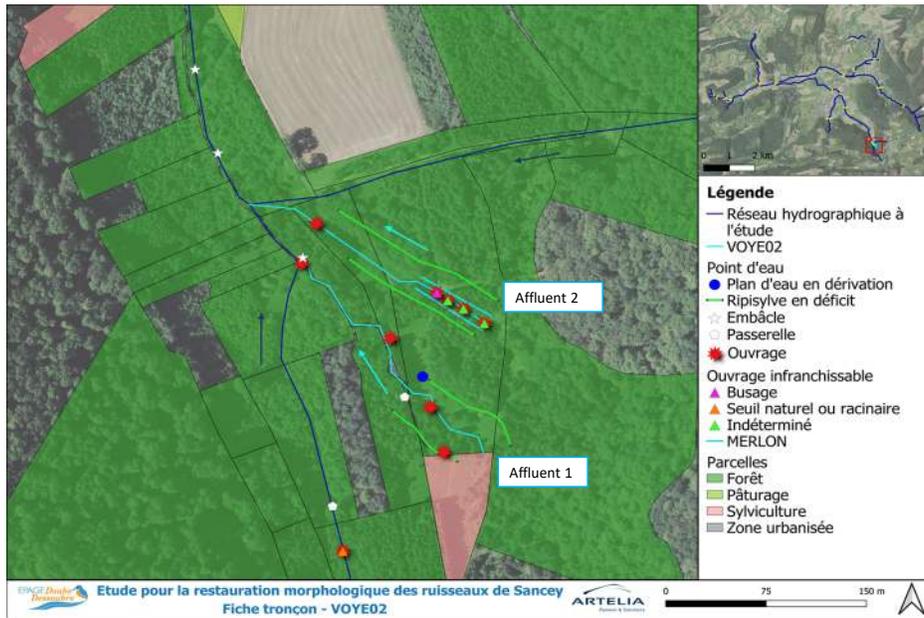
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	5 000 €
Frais de chantier	7 000 €
Travaux préparatoires (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	9 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	54 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	6 500 €
Divers et imprévus	15 500 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution	9 500 €
Total € HT	107 000 €

Fiche tronçon
Deux affluents en rive droite du ruisseau de Voye

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Tronçon	VOYE02
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Mauvaise
Linéaire (m)	432		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Affluent 1 - Amont plan d'eau



Affluent 1 - Aval plan d'eau



Affluent 2 - Amont



Affluent 2 - Aval

Fiche tronçon VOYE02 Deux affluents en rive droite du ruisseau de Voyer				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (4 infranchissables)	Non	Forestière	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	D	Ripisylve	Clairsemée et déconnectée	
Attractivité	C	Substrat	Graviers, sables, bryophytes, litière	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,3 - 0,6 m	
Qualité globale	Mauvaise	Faciès	Plat lentique, plat courant	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Deux affluents alimentent le ruisseau de Voyer en zone forestière. Le premier est détourné en partie pour alimenter un étang peu naturel et eutrophisé. Ce dernier est perché et étançhéfié par des baches de bassin. Cet affluent possède un tracé artificiel en amont de l'étang, le cours d'eau contournant une cabane de pêche avant de retrouver un tracé naturel jusqu'à la confluence avec le ruisseau de Voyer. Le second affluent est rectiligne, présente des berges abruptes avec des merlons au niveau des berges (traces d'anciens curages). Le lit mineur est alors déconnecté du cordon rivulaire. Le lit mineur est entravé par des ouvrages de fortune fait en taules et autres matériaux difficilement visibles sous les ronces.				
Enjeux				
Enjeu foncier (forêt privée)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	La morphologie des affluents est globalement rectiligne ou rectifié, l'affluent 1 a été détourné pour rejoindre un plan d'eau et contourne une cabane avant de reprendre un tracé naturel ; l'affluent 2 a été curé et possède un lit mineur profond et peu connectif.			
Continuité écologique	L'affluent 1 est détourné par un ouvrage de fortune pour alimenter un plan d'eau eutrophisé et sans retour au ruisseau par la suite. L'affluent 2 dispose de plusieurs ouvrages de fortune faits en taule et briques bloquant les écoulements.			
Ripisylve	Le cordon rivulaire est géré via des plantations sur ce tronçon, la ripisylve n'est pas connectée au lit mineur d'un point de vue racinaire mais elle permet tout de même un ombrage du cours d'eau.			

Fiche action : Reméandrement (remise en fond de talweg) - Suppression du plan d'eau, création d'un zone humide - Suppression des ouvrages de fortune

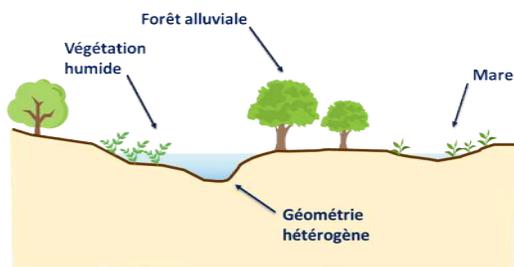
Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Action	VOYE02	Qualité physique du tronçon associé	Mauvaise
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	310 m	Priorité de l'action	Moyenne

Localisation et implantation de l'aménagement



Schéma et exemple d'aménagement

Schéma d'un reméandrement et d'une reconnexion avec la zone humide :



Vue transversale

Fiche action VOYE02 : Reméandrement (remise en fond de talweg) - Suppression du plan d'eau, création d'une zone humide - Suppression des ouvrages de fortune

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée d'une forêt privée et aménagée. L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau d'un affluent afin de restaurer les habitats aquatiques tout en supprimant le plan d'eau présent en détournement du tracé actuel. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges et la plantation d'arbres. Plusieurs interventions sont envisagées : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc. dans le but de recréer une zone humide connective.

A cela s'ajoute la suppression des ouvrages de fortune du second affluent et la gestion des embâcles dans le lit mineur.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée (axe à définir à l'aide des profils altimétriques) du premier affluent et création d'une zone humide ;
- 2/ Suppression des ouvrages du second affluent et des merlons sur les deux rives ;
- 3/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence d'un plan d'eau artificialisé et d'ouvrages de fortunes, les affluents du ruisseau de Voye sont en mauvais état sur le secteur. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit, homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue.

L'étude de la topographie montre que l'affluent 1 est en situation perchée par rapport au fond de vallée. Il en est de même concernant le plan d'eau. Idéalement, le tracé du cours d'eau devra être restauré à sa situation d'origine et le plan d'eau supprimé, tout en restituant une morphologie adaptée. L'affluent 2 est déconnecté de son lit majeur, c'est pourquoi il est proposé de supprimer les merlons présents sur les deux rives de ce dernier.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée.

Dans la section reméandrée, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (ces dernières sont cependant déjà nombreuses en période de crue sur le secteur).

Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Relevés topographiques
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences hydrauliques attendues via le développement d'une zone humide connective - A préciser via une modélisation hydraulique
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale.
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats via la création d'une zone humide
Usages	Suppression de l'étang

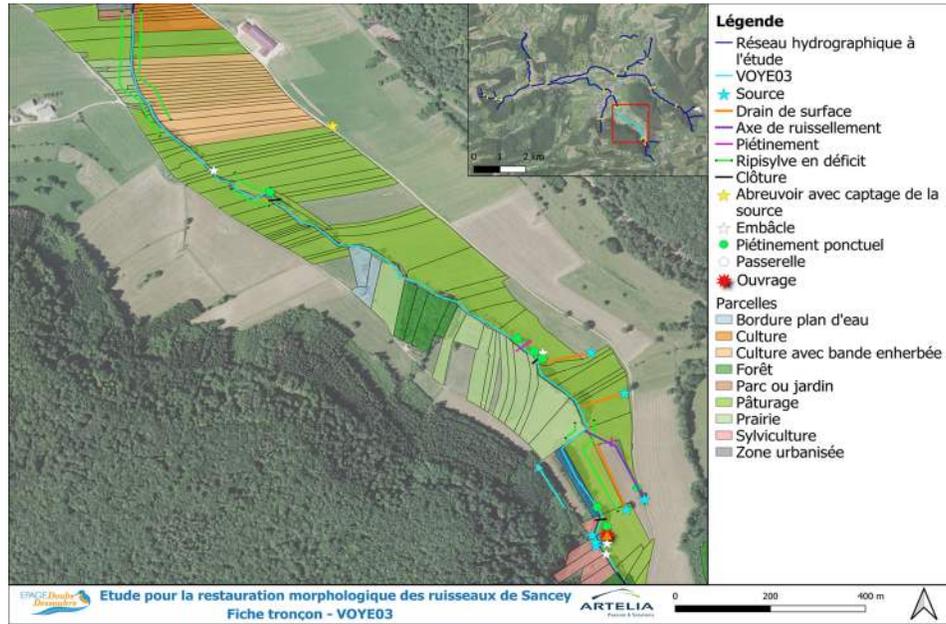
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Études complémentaires	4 000 €
Frais de chantier	4 000 €
Travaux préparatoires (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	4 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	29 000 €
Plantations	2 500 €
Divers et imprévus (25%)	8 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution	5 000 €
Total € HT	57 000 €

Fiche tronçon
De la sortie de la zone forestière à l'entrée en zone urbaine

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Tronçon	VOYE03
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	1841		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Amont tronçon



Secteur rectifié



Exemple de piétinement



Aval tronçon

Fiche tronçon VOYE03 De la sortie de la zone forestière à l'entrée en zone urbaine				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Légèrement sinueux	Oui (1 infranchissable)	Non	Pâturage	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Clairsemée à dense, connectée	
Attractivité	B	Substrat	Graviers, sables, litière	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,4 - 2 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Plat lentique, plat courant, seuil, mouille	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Le ruisseau dispose d'une certaine sinuosité dans son lit mineur sur ce tronçon mais il perd en connectivité latérale. En effet, le cordon rivulaire est plus étroit qu'en zone forestière et peut disparaître sur les secteurs piétinés ou totalement rectifiés. En effet, certains secteurs sont rectifiés : rectilignes, avec des berges curvées et profondes alors que la majorité du tronçon possède un lit mineur avec des berges basses et en pente douce. De même, certaines clôtures traversent le lit mineur et entraînent la disparition du lit et des berges localement ainsi que de la ripisylve. Cette dernière reste majoritairement présente et connective sur tout le secteur, permettant un ombrage au cours d'eau. Plusieurs axes de ruissellement sont visibles en amont du tronçon, et plusieurs drains de surface sont également présents en rive droite.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	Certains tronçons sont rectifiés et rectilignes avec un lit étroit, des berges hautes et une ripisylve inexistante. Cette morphologie est propice au dévalement des eaux en crue et peut entraîner des inondations en aval.			
Pression du bétail	Les piétinements sont conséquents localement sur ce tronçon et en lit majeur via la présence de clôtures en travers du lit, effaçant parfois complètement les berges, favorisant un apport de fines au cours d'eau et altérant la qualité physique localement.			
Ripisylve	Le cordon rivulaire s'étale sur 1 à 5 m de large mais peut également disparaître au niveau des secteurs rectifiés ou piétinés, entraînant un ensoleillement du ruisseau et la perte d'habitats pour les peuplements en présence.			

Fiche action : Reméandrement des secteurs recalibrés - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau -
Plantation de ripisylve - Suppression des drains de surface

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Action	VOYE03	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	1 340 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation et implantation de l'aménagement

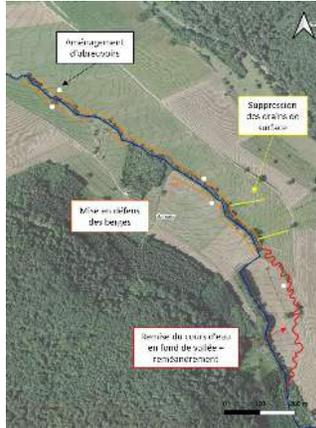
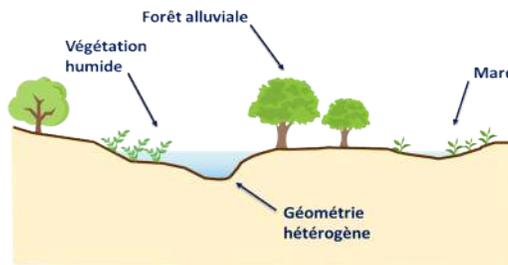


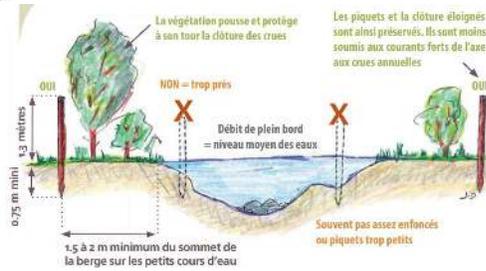
Schéma et exemple d'aménagement

Schéma d'un reméandrement :



Mise en défens des berges :
Source : contrat de rivière
Sornin Jarnossin

Vue transversale



Fiche action VOYE03 : Reméandrement des secteurs recalibrés - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve - Suppression des drains de surface

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de pâturages. L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges, la plantation d'arbres et la mise en place de zones enherbées au niveau des cultures (sur la partie aval notamment). Plusieurs interventions sont envisagées : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée (axe à définir à l'aide des profils altimétriques et des tracés anciens disponibles) des sections rectifiées ;
- 2/ Remblaiement de l'ancien lit ;
- 3/ Suppression des drains de surface ;
- 4/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif et mise en défens des berges.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence de pâturages, le ruisseau de Voye est artificialisé sur le tronçon, particulièrement sur certains secteurs. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit, homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue, piétinement du lit mineur et des berges.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée.

Dans la section reméandrée, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (proximité des habitations agricoles).

Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc. les berges seront protégées en pâturages via l'installation de clôtures et de système d'abreuvement.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude hydraulique complète (levés topographiques)
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale.
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur
Usages	Diminution des surfaces exploitées mais meilleure nappe d'accompagnement donc meilleur maintien des pâtures/cultures aux abords

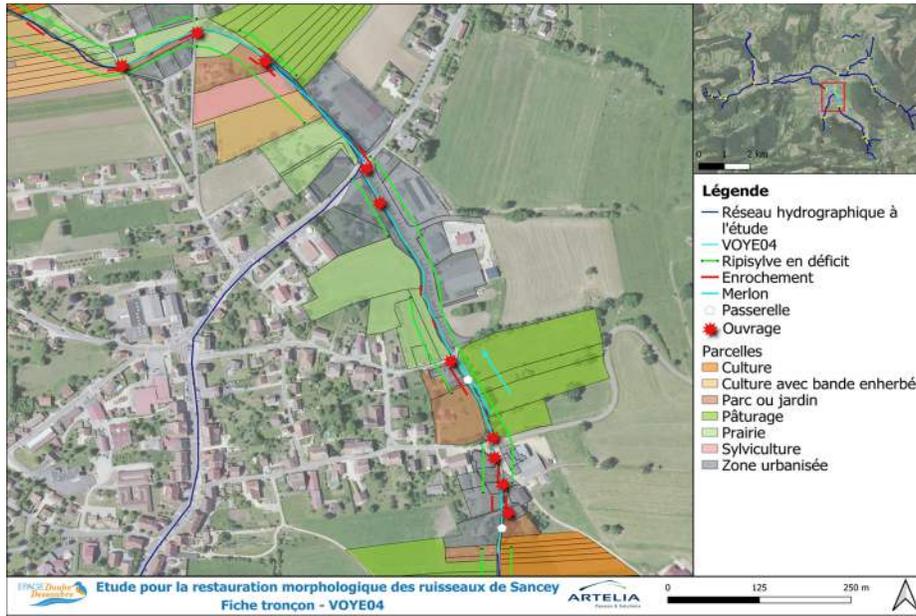
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	4 000 €
Frais de chantier (10%)	11 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batar dage, etc.)	14 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	16 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	70 000 €
Plantations	6 000 €
Divers et imprévus (25%)	7 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (10%)	12 000 €
Total € HT	140 000 €

Fiche tronçon
De l'entrée en zone urbaine à la sortie du centre-ville après l'ouvrage route de Voitre

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Tronçon	VOYE04
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	1043		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Amont tronçon



Secteur avec merlon



Confluence avec le ruisseau du Dard



Aval tronçon

Fiche tronçon VOYE04 De l'entrée en zone urbaine à la sortie du centre-ville après l'ouvrage route de Voitre				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Rectiligne	Oui (0 infranchissable)	Oui	Habitations - Jardins	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	B	Ripisylve	Clairsemée, déconnectée	
Attractivité	C	Substrat	Roche, blocs, graviers, sables, litière, végétation	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,7 - 1,7 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Plat lentique, plat courant	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
La traversée du ruisseau dans la commune n'entraîne pas une déconnection totale du lit mineur avec la ripisylve et le lit majeur comme c'est le cas pour le ruisseau de la Baume. La commune de Sancey-le-Grand comporte moins d'habitations, d'ouvrages et d'enrochements. La ripisylve est alors présente dans la traversée communale, créant de l'ombrage et des habitats via les racines. Plusieurs sections présentent cependant des merlons et ne possèdent aucun cordon rivulaire ou bien une ripisylve haute et peu connectée au cours d'eau. Le tronçon est globalement recalibré, même si le ruisseau méandre parfois légèrement dans son lit d'étiage. La granulométrie est plus faible qu'à l'amont (les fauches en bordure du ruisseau recouvrent le fond du lit). Le ruisseau était asséché en octobre 2023 sur sa partie amont, la partie aval du tronçon se retrouve de nouveau en eau grâce à la confluence avec le ruisseau du Dard. L'arrivée de deux buses souterraines de diamètre 800 mm entraîne une fosse de dissipation et un élargissement ponctuel du lit mineur.				
Enjeux				
Enjeu foncier (habitations)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	La morphologie du tronçon est globalement rectiligne même si le ruisseau méandre légèrement dans son lit d'étiage. Le tronçon semble également avoir été curé, les remblais étant disposés sous forme de merlons sur les deux rives.			
Ripisylve	La ripisylve est relativement présente pour un tronçon en traversée urbaine mais reste peu connectée et ne permet pas toujours le développement d'habitats. Le cordon rivulaire permettra cependant d'ombrager le lit mineur.			
Continuité écologique	De nombreux ouvrages de franchissements (passerelle, busage) sont présents sur le tronçon mais aucun n'est fortement impactant pour la continuité écologique.			

Fiche action : Restauration de la qualité physique (suppression des contraintes latérales vétustes, remodelage, injection sédimentaire, plantation de ripisylve)

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Action	VOYE04	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	940 m	Priorité de l'action	Moyenne

Localisation et implantation de l'aménagement

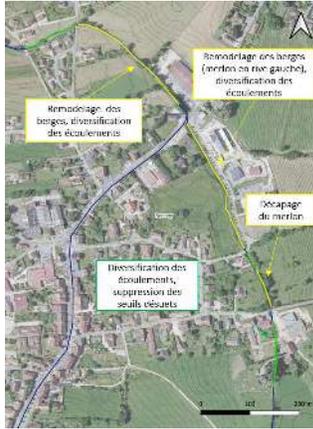
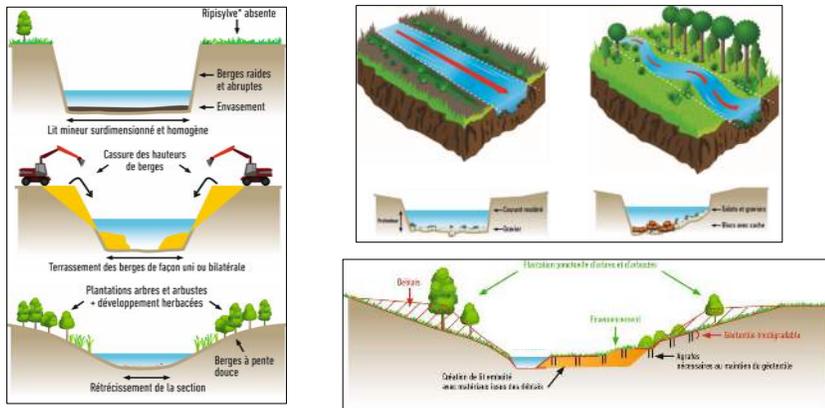
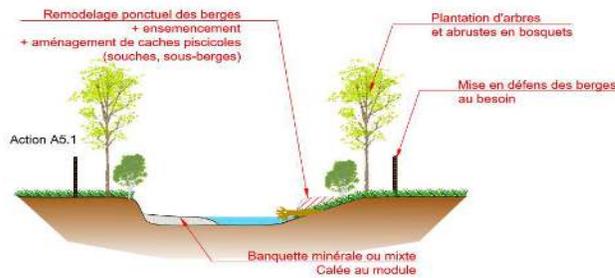


Schéma et exemple d'aménagement

Schéma de principe d'un remodelage du lit :



Exemple d'un remodelage du lit :



Fiche action VOYE04 : Restauration de la qualité physique (suppression des contraintes latérales vétustes, remodelage, injection sédimentaire, plantation de ripisylve)

Nature de l'intervention

L'intervention vise à restaurer le cours d'eau dans la traversée urbaine de Sancey.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Remodelage et diversification du lit en traversée urbaine sur les zones anciennement curés et présentant des merlons en berges ;
- 2/ Terrassement des berges et aménagement de banquettes minérales/ végétales/ mixtes afin de créer un lit d'étiage plus étroit et diversifier les écoulements à bas et moyen débit ;
- 3/ Plantation d'une ripisylve adaptée arborée (saulaie, etc.) et en bosquets (maintien de milieux ouverts) ;
- 4/ Aménagements de diversification piscicole en génie végétal : souches, sous-berges, etc.

Analyse et objectifs visés

Le ruisseau de Voye est artificialisé sur le secteur : de lourdes rectifications ont été opérées par le passé. En lien avec ces aménagements, les habitats aquatiques et riverains sont aujourd'hui très dégradés.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles à minima, et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, etc.)

Dans une traversée urbaine, l'emprise disponible est très réduite en raison de la proximité des habitations. Malgré cela, le ruisseau de Voye dispose d'une certaine emprise, en rive gauche à minima. Il s'agira alors d'effectuer des aménagements de diversification des écoulements et en particulier de "pincer" les écoulements à bas débit en secteur contraint. La mise en place de banquettes sera faite. Un remodelage du lit sera également proposé sur les secteurs avec merlons ou pour lesquels une emprise est disponible, ainsi que la mise en place d'une ripisylve connectée.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Levés topographiques
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Banquettes : augmentation modérée de la fréquence de débordement (à préciser via une modélisation hydraulique)
Morphologiques	Augmentation de la dynamique latérale
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur
Usages	Amélioration de l'aspect paysager du cours d'eau

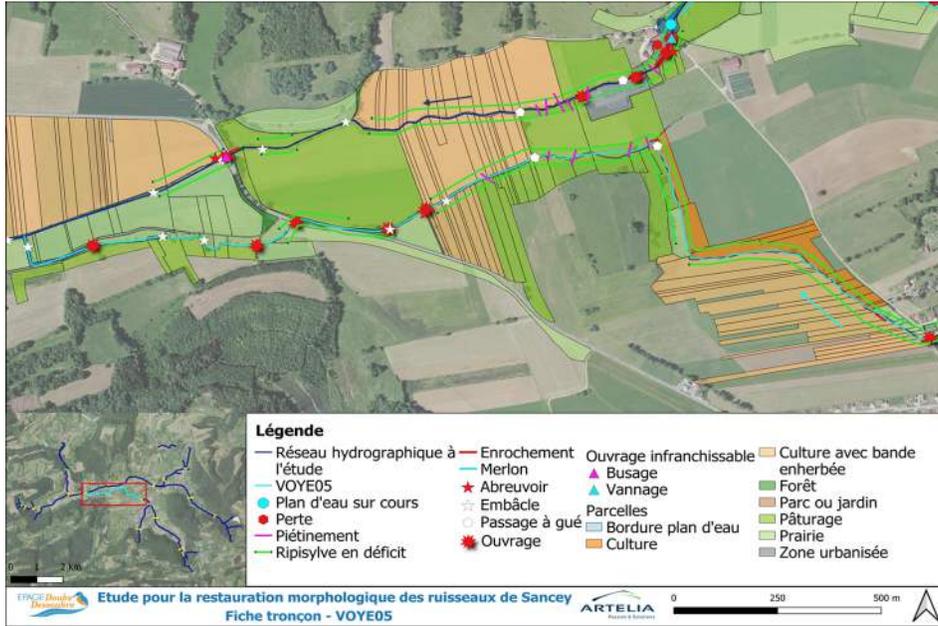
Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	6 500 €
Frais de chantier (10%)	7 500 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batar dage, etc.)	9 500 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	52 000 €
Opérations et équipements connexes (cloture, abreuvoir, etc.)	2 500 €
Plantations	8 500 €
Divers et imprévus (25%)	15 000 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (10%)	8 000 €
Total € HT	109 500 €

Fiche tronçon
De la sortie du centre-ville après l'ouvrage route de Voitre à la confluence avec le ruisseau de la Baume

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Tronçon	VOYE05
Commune(s)	Sancey	Qualité physique	Moyenne
Linéaire (m)	2739		

Identification du tronçon



Photographies caractéristiques



Amont tronçon - Proche culture



Tronçon piétiné



Aval RD464 - Arbre dans le lit mineur



Amont confluence avec le ru de la Baume

Fiche tronçon VOYE05 De la sortie du centre-ville après l'ouvrage route de Voitre à la confluence avec le ruisseau de la Baume				
Lit mineur				
Tracé en plan	Présence d'ouvrage	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de perte
Légèrement sinueux	Oui (0 infranchissable)	Non	Pâturage - Culture	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Ripisylve	Clairsemée à dense, connectée par secteur	
Attractivité	B	Substrat	Roche, blocs, graviers, sables, litière, végétation	
Connectivité	C	Largeur lit mineur	0,4 - 2,2 m	
Qualité globale	Moyenne	Faciès	Plat lent, plat courant, radier, seuil, chenal lent	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
Ce tronçon parcourt les cultures et les pâturages avant de confluer avec le ruisseau de la Baume. Il est rectifié et recalibré, particulièrement sur le secteur amont (jusqu'au busage de la RD464). La ripisylve est clairsemée voire nulle sur ce secteur, en partie due à la présence de cultures en rive droite qui ne respectent pas la bande enherbée le long d'un cours d'eau. Cela entraîne une destabilisation des berges et une désolidarisation de ces dernières qui se retrouvent dans le lit mineur. Le piétinement du bétail et le passage à gué des engins agricoles dans le lit du cours d'eau empêche également le développement du cordon rivulaire. Le tronçon longe ensuite la départementale sur environ 200 m. Les berges y sont friables et s'effondrent dans le lit mineur, la ripisylve est inexistante. Après avoir traversé la RD 464, le ruisseau présente une section méandriforme (tout de même contrainte par la présence d'une route) mais avec un lit mineur large et des berges droites et abruptes. La ripisylve s'intensifie également, des arbustes de saules voire des arbres poussant dans le lit mineur.				
Enjeux				
Enjeu agricole (pâturage, culture)				
Dysfonctionnements observés				
Morphologie	Le tronçon a été rectifié est recalibré, particulièrement en amont de la RD464. Le ruisseau tente de sinuer dans son lit d'étiage mais la présence proche des cultures et de la route départementale rend les berges friables. Leur disparition totale au niveau des pâturages entraîne des inondations localisées dans la prairie lors des périodes pluviales.			
Pression du bétail	Les piétinements sont plutôt conséquents sur la partie centrale du tronçon et en lit majeur, effaçant parfois complètement les berges et altérant la qualité physique localement, favorisant un apport de fines au cours d'eau.			
Ripisylve	La ripisylve est clairsemée voire nulle en amont de la RD464. De ce fait, les berges ne sont pas maintenues, le lit mineur est soumis à l'ensoleillement et aucun habitats piscicoles n'est visible.			

Fiche action : Reméandrement - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve

Cours d'eau	Ruisseau de Voye	Action	VOYE05	Qualité physique du tronçon associé	Moyenne
Commune(s)	Sancey	Linéaire concerné	3 701 m	Priorité de l'action	Forte

Localisation et implantation de l'aménagement

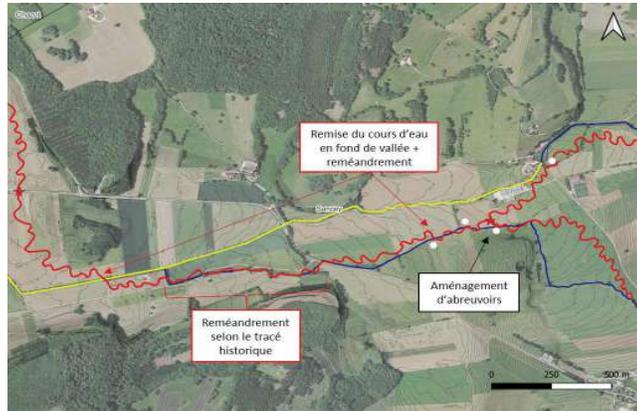
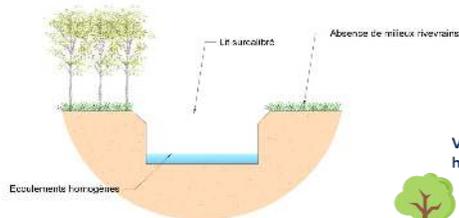


Schéma et exemple d'aménagement

Exemple de profil en travers similaire à l'état initial :



Profil en travers état aménagé :

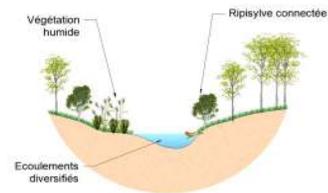
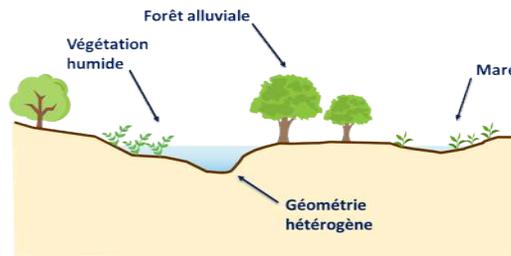


Schéma d'un reméandrement :



Vue transversale

Fiche action VOYE05 : Reméandrement - Gestion de l'accès du bétail au ruisseau - Plantation de ripisylve

Nature de l'intervention

Les aménagements visent à modifier la géométrie du lit quand cela est possible d'un point de vue foncier, l'emprise foncière étant composée de pâturages, cultures voire d'une route départementale. L'opération consiste à reméandrer le lit du cours d'eau afin de restaurer les habitats aquatiques. Pour cela, le scénario prévoit également le remodelage des berges, la plantation d'arbres et la mise en place de zones enherbées au niveau des cultures (sur la partie aval notamment). Plusieurs interventions sont envisagées : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier, mouille, etc.), implantation d'une végétation connective, etc.

Les opérations suivantes sont proposées :

- 1/ Reméandrement en fond de vallée (axe à définir à l'aide des profils altimétriques et des tracés anciens disponibles) et selon le tracé historique ;
- 2/ Remblaiement de l'ancien lit ;
- 3/ Développement d'un peuplement rivulaire diversifié et connectif, mise en défens des berges et installation d'abreuvoirs ;
- 4/ Mesures d'accompagnement agricoles : mise en défens, pose d'abreuvoirs, aménagement d'ouvrages de franchissement.

Analyse et objectifs visés

En lien avec la présence de pâturages et de cultures sans zone enherbée, le ruisseau de Voye est artificialisé sur le secteur. La qualité écologique est mauvaise en raison des éléments suivants : rectification du lit, homogénéisation des habitats, ripisylve discontinue, piétinement du lit mineur et des berges.

La vocation du projet sera de restaurer des habitats adaptés aux peuplements piscicoles et aux autres espèces de faune affiliée aux milieux humides (avifaune, insectes, amphibiens, etc.), limiter les pertes et maintenir un débit d'étiage via un retour en fond de vallée.

Dans la section reméandrée, la géométrie du lit devra permettre une restauration de la connectivité latérale (notion d'interfaces lit mouillé/ lit majeur) dans la limite de ce qui est possible du point de vue inondation (proximité des habitations agricoles).

Un panel d'habitats aquatiques devra être aménagé : reconstitution des fonds, création d'alternances de faciès d'écoulement (radier/ mouille), implantation de sous berges, etc. les berges seront protégées en pâturages via l'installation de clôtures et de système d'abreuvement.

Travaux connexes/Besoins études complémentaires

- Etude hydraulique complète (levés topographiques)
- Dossiers réglementaires : dossier Loi sur l'Eau et Déclaration d'Intérêt Général

Incidences attendues

Hydrauliques	Incidences sur les inondations à préciser en phase AVP - Possible diminution de la période d'assèchement du cours d'eau avec le retour en fond de talweg
Morphologiques	Modification du tracé en plan, lit sinueux, augmentation de la dynamique latérale.
Ecologiques	Amélioration de l'attractivité des habitats, diversification des faciès d'écoulements, amélioration de la connectivité en lit majeur
Usages	Diminution des surfaces exploitées

Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (€HT)
Etudes complémentaires	6 000 €
Frais de chantier (10%)	38 000 €
Travaux préparatoires - 15% (accès, déboisement, mise hors d'eau, batardage, etc.)	49 000 €
Réalisation des travaux (terrassements, génie civil, etc.)	188 000 €
Opérations et équipements connexes (clôture, abreuvoir, etc.)	104 000 €
Plantations	33 500 €
Divers et imprévus (25%)	56 500 €
Maîtrise d'œuvre d'exécution (6%)	25 000 €
Total € HT	500 000 €