



# Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Enteroche

Mission d’études

## RAPPORT DE PHASE 2



*E. Soncourt / Hydrogéologue*

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche

Mission d’études

Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques du Haut-Doubs

Rapport de phase 2

VERSION	ÉTABLI(E) PAR	CONTROLÉ(E) PAR
A		

---

ARTELIA - INE  
Agence Bourgogne - Franche-Comté  
21 000 DIJON

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L’AVAL DU DEFILE  
D’ENTREROCHE

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>8</b>
<b>A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'OPERATION .....</b>	<b>10</b>
<b>1. CADRE LÉGISLATIF .....</b>	<b>11</b>
1.1. Directive cadre européenne sur l'eau .....	11
1.2. SDAGE Rhone-Méditerranée-Corse .....	12
1.3. SAGE Haut-Doubs Haute Loue .....	14
<b>2. PÉRIMÈTRE DE LA MISSION .....</b>	<b>15</b>
<b>3. OBJECTIFS .....</b>	<b>15</b>
<b>B. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX .....</b>	<b>17</b>
<b>1. SYNTHÈSE .....</b>	<b>18</b>
<b>2. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU DOUBS .....</b>	<b>21</b>
2.1. Ouvrages hydrauliques du secteur.....	21
2.1.1. Localisation .....	22
2.1.2. Linéaire influencé .....	24
2.2. Contexte hydraulique .....	27
2.2.1. Détermination des débits de plein-bord.....	27
2.2.2. Impacts des ouvrages .....	29
<b>3. FONCTIONNEMENT GÉOMORPHOLOGIQUE .....</b>	<b>31</b>
3.1. Evolution du tracé .....	31
3.2. Evolution de la section en travers.....	35
3.2.1. Evolution de largeur du lit plein bords au cours du temps .....	35
3.2.2. Analyse de la largeur et de la profondeur de plein bord .....	36
3.2.2.1. Largeur de plein bord.....	36
3.2.2.2. Profondeur de plein bord.....	38
3.3. Facteur d'évolution et conséquences .....	39
3.3.1. Eclusées du barrage du lac Saint Point .....	39
3.3.2. Flottage du bois sur le Doubs.....	39

Rapport de phase 2

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVANT DU DEFILE D'ENTREROUCHE

3.3.3.	Scierie du cours d'eau.....	39
3.3.4.	Aménagement du cours d'eau .....	39
3.4.	Conséquences .....	40
3.5.	Analyse Morpho-sédimentaire .....	40
3.6.	Tendance évolutive .....	45
3.6.1.	Profil en long.....	45
3.6.2.	Mobilité latérale .....	45
3.7.	Synthèse des résultats.....	46
<b>4.</b>	<b>COMPOSANTE PHYSIQUE ET HABITATIONNELLE .....</b>	<b>46</b>
4.1.	Sectorisation .....	46
4.2.	Résultats .....	50
<b>5.</b>	<b>COMPOSANTE HYDRO-ÉCOLOGIQUE .....</b>	<b>53</b>
5.1.	Qualité physico-chimique .....	53
5.2.	Qualité hydrobiologique.....	53
5.3.	Milieu rivulaire et végétation du lit .....	54
5.4.	Espaces naturels patrimoniaux .....	55
5.4.1.	Secteur protégé ou écologiquement intéressant .....	55
5.4.2.	Zones humides .....	57
<b>6.</b>	<b>ANALYSE DES PERTES DU SECTEUR .....</b>	<b>61</b>
6.1.	Localisation des pertes .....	62
6.1.1.	Pertes ponctuelles.....	62
6.1.2.	Pertes diffuses.....	64
6.2.	Débits.....	64
6.3.	Evolution dans le temps .....	66
6.3.1.	Evolutions passées .....	66
6.3.2.	Evolutions prévisibles.....	66
<b>7.</b>	<b>CONTEXTE SOCIO-ÉCONOMIQUE.....</b>	<b>67</b>
7.1.	Occupation des sols.....	67
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONS DU DIAGNOSTIC .....</b>	<b>68</b>
<b>C.</b>	<b>PROPOSITION DE STRATEGIE SUR LE DOUBS.....</b>	<b>70</b>

<b>1.</b>	<b>LES ÉLÉMENTS D'UNE STRATÉGIE OPÉRATIONNELLE .....</b>	<b>71</b>
1.1.	Objectifs .....	71
1.2.	Problématiques locales .....	71
1.3.	Notion d'enjeux.....	71
1.4.	La démarche proposée .....	71
<b>2.</b>	<b>HIÉRARCHISATION DES INTERVENTIONS.....</b>	<b>72</b>
<b>3.</b>	<b>LOGIQUE D'INTERVENTION .....</b>	<b>74</b>
3.1.	Réinjection sédimentaire.....	74
3.1.1.	Principe.....	74
3.1.2.	Dimensionnement.....	75
3.2.	Remodelage .....	75
3.3.	Restauration de la continuité écologique .....	77
3.4.	Gestion de la ripisylve et des berges.....	78
<b>4.</b>	<b>PRÉSENTATION DES FICHES .....</b>	<b>78</b>
4.1.	Tronçon 1 .....	78
4.1.1.	Fiche tronçon .....	78
4.1.2.	Fiche action .....	80
4.2.	Tronçon 2 .....	84
4.2.1.	Fiche tronçon .....	84
4.2.2.	Fiche action.....	85
4.3.	Tronçon 3 .....	88
4.3.1.	Fiche tronçon .....	88
4.3.2.	Fiches actions.....	90
4.4.	Tronçon 4 .....	96
4.4.1.	Fiche tronçon .....	96
4.4.2.	Fiche action.....	98
4.5.	Tronçon 5 .....	101
4.5.1.	Fiche tronçon .....	101
4.5.2.	Fiche action.....	103
4.6.	Tronçon 6 .....	106
4.6.1.	Fiche tronçon .....	106

4.6.2. Fiches actions.....	108
<b>4.7. Tronçon 7 .....</b>	<b>112</b>
4.7.1. Fiche tronçon .....	112
4.7.2. Fiches actions.....	114
<b>4.8. Tronçon 8 .....</b>	<b>121</b>
4.8.1. Fiche tronçon .....	121
4.8.2. Fiches actions.....	123
<b>4.9. Tronçon 9 .....</b>	<b>127</b>
4.9.1. Fiche tronçon .....	127
4.9.2. Fiche action.....	128
<b>4.10. Tronçon 10 .....</b>	<b>131</b>
4.10.1. Fiche tronçon .....	131
4.10.2. Fiche action.....	132
<b>4.11. Tronçon 11 .....</b>	<b>133</b>
4.11.1. Fiche tronçon .....	133
4.11.2. Fiche action.....	134
<b>4.12. Tronçon 12 .....</b>	<b>134</b>
4.12.1. Fiche tronçon .....	134
4.12.2. Fiches actions.....	136
<b>4.13. Synthèse.....</b>	<b>141</b>
<b>5. INCIDENCES HYDRAULIQUES EN CRUE .....</b>	<b>142</b>
<b>6. ELABORATION D'UN TRONÇON TEST .....</b>	<b>146</b>

## TABLEAUX

Tableau 2 Liste des ouvrages ROE.....	21
Tableau 5 Synthèse des résultats de l'analyse granulométrique par la méthode Wolman .....	41
Tableau 6 calcul du critère de Shields pour la crue de janvier 2018 .....	45
Tableau 3 Différents scénarii d'effacement d'ouvrage.....	77
Tableau 5 Différences de niveaux d'eau en crue par rapport à l'état initial .....	142

## FIGURES

Figure 1 Localisation des sous-bassins versants du Doubs.....	8
Figure 2 – Articulation entre le SDAGE et le programme de mesures .....	13
Figure 3 Communes du secteur d'étude .....	15
Figure 4 Localisation des profils analysés (1/2).....	27
Figure 5 Localisation des profils analysés (2/2).....	28

Figure 6 Graphique des débits de plein-bord du secteur .....	28
Figure 7 Lignes d'eau modélisées sur la partie amont du secteur .....	29
Figure 8 Lignes d'eau modélisées sur la partie médiane du secteur .....	30
Figure 9 Lignes d'eau modélisées sur la partie du défilé .....	30
Figure 10 Lignes d'eau modélisées sur la partie aval du secteur d'étude .....	31
Figure 11 Traces d'incision sur le secteur d'étude .....	36
Figure 12 Evolution de la largeur de plein-bord .....	37
Figure 13 Localisation des profils analysés (1/2) .....	37
Figure 14 Localisation des profils analysés (2/2) .....	38
Figure 15 Evolution de la hauteur de plein bord .....	38
Figure 16 Synthèse des courbes granulométriques cumulatives sur les radiers.....	42
Figure 17 Localisation des granulométries (1/2) .....	43
Figure 18 Localisation des granulométries (2/2) .....	44
Figure 19 Sectorisation du linéaire à l'étude sur le profil en long .....	47
Figure 20 Localisation des différents tronçons (1/2) .....	48
Figure 21 Localisation des différents tronçons (2/2) .....	49
Figure 32 Notes des différents tronçons (1/2) .....	51
Figure 33 Notes des différents tronçons (2/2) .....	52
Figure 34: Drains localisés en amont de Ville-du-Pont .....	61
Figure 35 Corrélation entre débit amont et débit des pertes .....	66
Figure 36 Schéma de principe d'un remodelage bilatéral.....	76
Figure 27 Lignes d'eau à la Q10 et à la crue du PPRI modélisées avant/après aménagement ..	143
Figure 28 Lignes d'eau à la Q10 et à la crue du PPRI modélisées avant/après aménagement ..	144
Figure 29 Lignes d'eau à la Q10 et à la crue du PPRI modélisées avant/après aménagement ..	145

## INTRODUCTION

Le Doubs est le principal affluent de la Saône. Il prend sa source dans le Doubs, sur la commune de Mouthe à une altitude de 937m, puis effectue un parcours de 453km jusqu'à sa confluence avec la Saône.

Il s'écoule majoritairement dans le département du Doubs et forme une boucle dans les Cantons de Neuchâtel et du Jura en Suisse, traverse une partie du Jura puis rejoint la Saône, dans le département de la Saône-et-Loire, drainant un important bassin versant d'une superficie de 7 710km<sup>2</sup>.

De sa source jusqu'à sa confluence avec la Saône, 5 sous bassins versant se distinguent (au sens du SDAGE) :

- Le Haut Doubs ;
- Le Doubs franco-suisse ;
- Le Doubs médian ;
- Le Doubs moyen ;
- La basse vallée du Doubs.

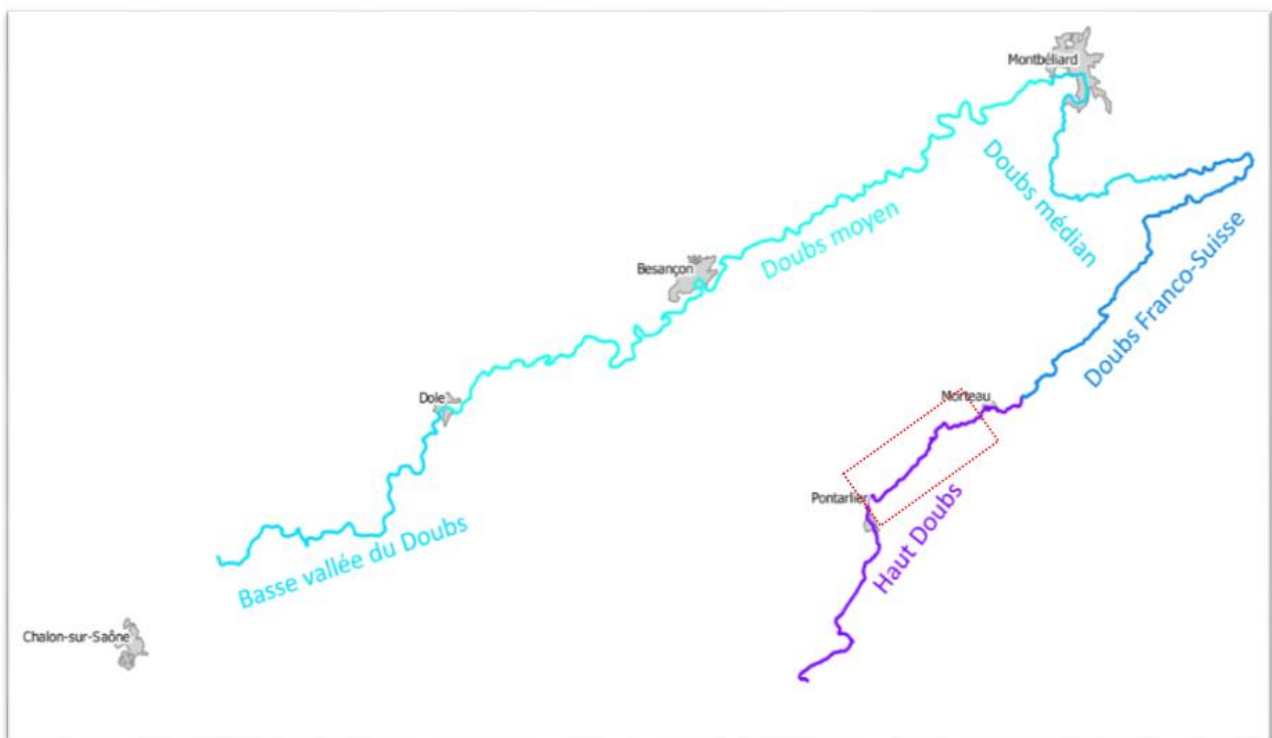


Figure 1 Localisation des sous-bassins versants du Doubs

Notre zone d'étude s'étend sur près de 25 km, de la confluence avec le Drugeon jusqu'à l'aval du défilé d'Entreroche et est donc située dans la partie du Haut-Doubs. Le Doubs sur notre secteur reçoit un de ses principaux affluents, le Drugeon, avant de s'écouler dans le val de Saugeais. Il s'insère ensuite dans le défilé d'Entreroche et le défilé du Coin de la Roche, une série de gorges escarpées débouchant sur le val de Morteau.

Le site est par ailleurs caractérisé par un contexte karstique important entraînant des pertes de débits. Les pertes du Doubs sont un phénomène naturel ancien lié à la nature karstique des terrains. Leur lien avec la source de la Loue a été

**Rapport de phase 2**

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREROCHE



mis en évidence lors de l'incendie de l'usine Pernod de Pontarlier en août 1901, et confirmé par plusieurs traçages artificiels dès 1910. Le phénomène se manifeste principalement sur un linéaire de près de 5 km entre Arçon et Maisons-du-Bois, sous forme de pertes diffuses ou localisées. L'été 2018 a dramatiquement illustré ce phénomène avec un important assec du cours d'eau sur la presque totalité du linéaire à l'étude depuis Arçon / Maisons du Bois jusqu'en aval de Morteau.

Le secteur est situé sur la masse d'eau FRDR638 – Le Doubs de l'amont de Pontarlier à l'amont du bassin de Chaillexon (sous bassin DO\_02\_12 Haut-Doubs). Cette masse d'eau fait l'objet d'une mesure « réaliser une opération de restauration de grande ampleur de l'ensemble des fonctionnalités d'un cours d'eau » dans le programme de mesure du SDAGE 2016-2021. Le sous bassin est intégré au SAGE du Haut Doubs Haute Loue et au contrat de territoire associé.



# A. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'OPERATION

# 1. CADRE LEGISLATIF

## 1.1. DIRECTIVE CADRE EUROPEENNE SUR L'EAU

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE – 2000/60/CE) a été transposée en droit français en 2004. Cette directive définit un certain nombre d'objectifs environnementaux, dont l'objectif global vise l'atteinte du bon état de toutes les masses d'eau à l'horizon 2027 (cours d'eau, lacs, eaux côtières, eaux souterraines).

Parmi ces objectifs environnementaux, on retrouve notamment :

- La prévention de la détérioration supplémentaire de l'état des masses d'eau, c'est-à-dire ne pas dégrader l'état actuel,
- L'amélioration de la qualité des eaux, passant par l'élimination des rejets de substances dangereuses prioritaires, le respect des normes de rejets fixées,...
- Assurer la continuité écologique latérale et longitudinale des cours d'eau (libre circulation piscicole et rétablissement du transit sédimentaire),
- La préservation ou restauration des conditions morphologiques (diversité des faciès d'écoulement, connectivité latérale avec les milieux annexes),
- Le maintien de berges naturelles et diversifiées, passant notamment par une gestion efficace de la végétation rivulaire,
- ...

Comme on peut le voir, la notion de « bon état » comprend plusieurs composantes que sont le bon état chimique et le bon état écologique des eaux :

- Le bon état écologique comprend à la fois la qualité biologique (composante vivante qu'est la faune et la flore) et la qualité physique des milieux de vie (composante mésologique comme la diversité des milieux, la morphologie, la qualité des eaux, ...). L'état écologique est appréhendé au travers d'éléments biologiques (IBGN, IBD et IPR classés en 5 classes), d'éléments physico-chimiques généraux (en 5 classes également) et d'éléments polluants spécifiques (en 3 classes).
- Le bon état chimique est relatif à la pollution des eaux, appréhendée au travers de 41 substances prioritaires et dangereuses (classées en 2 classes de qualité).

Afin de déterminer l'état des eaux, des valeurs-seuils provisoires sont mentionnées dans la circulaire DCE 2005/12 pour l'état écologique, et la circulaire DCE 2007/23 pour l'état chimique (composé de 41 substances).

Pour atteindre le bon état sur une masse d'eau « cours d'eau », il faut que l'état écologique ainsi que chimique soient au minimum classés comme bons. D'où l'importance d'intervenir en parallèle sur la gestion et l'amélioration de la qualité des eaux et de la qualité physique des hydrosystèmes.

**Le Doubs sur notre secteur a un objectif de « Bon État » pour l'année 2027**

## Haut Doubs - DO\_02\_12

**FRDR638**    **Le Doubs de l'amont de Pontarlier à l'amont du bassin de Chailllexon**    Cours d'eau    Masse d'eau naturelle

<b>Objectif d'état écologique :</b> bon état	<b>Echéance :</b> 2027	<b>Objectif d'état chimique sans ubiquiste -</b>	<b>Echéance :</b> 2015
<b>Motivations en cas de recours aux dérogations :</b>	Faisabilité technique, Coûts disproportionnés	<b>Objectif d'état chimique avec ubiquiste -</b>	<b>Echéance :</b> 2027
<b>Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :</b>	Continuité, morphologie, hydrologie, substances dangereuses, matières organiques et oxydables	<b>Motivations en cas de recours aux dérogations :</b>	Faisabilité technique
		<b>Paramètres faisant l'objet d'une adaptation :</b>	Benzo(g,h,i)perylène + Indeno(1,2,3-cd)pyrène

**Objectif plus strict au titre des zones protégées :**

### Mesures pour atteindre les objectifs de bon état

**Pression à traiter : Altération de la morphologie**

MIA0203 Réaliser une opération de restauration de grande ampleur de l'ensemble des fonctionnalités d'un cours d'eau et de ses annexes

**Pression à traiter : Altération de l'hydrologie**

RES0202 Mettre en place un dispositif d'économie d'eau auprès des particuliers ou des collectivités

RES0701 Mettre en place une ressource de substitution

**Pression à traiter : Pollution ponctuelle par les substances (hors pesticides)**

IND0101 Réaliser une étude globale ou un schéma directeur portant sur la réduction des pollutions associées à l'industrie et de l'artisanat

IND0201 Créer et/ou aménager un dispositif de traitement des rejets industriels visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée)

IND0301 Mettre en place une technologie propre visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée)

IND0901 Mettre en compatibilité une autorisation de rejet avec les objectifs environnementaux du milieu ou avec le bon fonctionnement du système d'assainissement récepteur

**Pression à traiter : Pollution ponctuelle urbaine et industrielle hors substances**

ASS0201 Réaliser des travaux d'amélioration de la gestion et du traitement des eaux pluviales strictement

### Mesures pour atteindre l'objectif de réduction des émissions de substances

IND0901 Mettre en compatibilité une autorisation de rejet avec les objectifs environnementaux du milieu ou avec le bon fonctionnement du système d'assainissement récepteur

IND12 Mesures de réduction des substances dangereuses

## 1.2. SDAGE RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

L'ambition du SDAGE est de (re)donner leur juste place aux milieux aquatiques sur le territoire. De ce point de vue, la préservation et la reconquête progressive des espaces de bon fonctionnement des milieux aquatiques est un enjeu essentiel.

Cette étude sur notre secteur du Doubs répond tout particulièrement à l'orientation fondamentale n°6A intitulée « Agir sur la morphologie et le décloisonnement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques » du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhône-Méditerranée (2016-2021).

En association avec les orientations fondamentales du SDAGE et leurs dispositions, le Programme De Mesures regroupe les moyens d'action que se donne le bassin pour réussir à atteindre les objectifs du SDAGE.

Le programme de mesures (PDM), arrêté par le Préfet coordonnateur de bassin, recense les actions clés dont la mise en œuvre est nécessaire pour l'atteinte des objectifs environnementaux du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE).

**Rapport de phase 2**

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVANT DU DEFILE D'ENTREROCHE

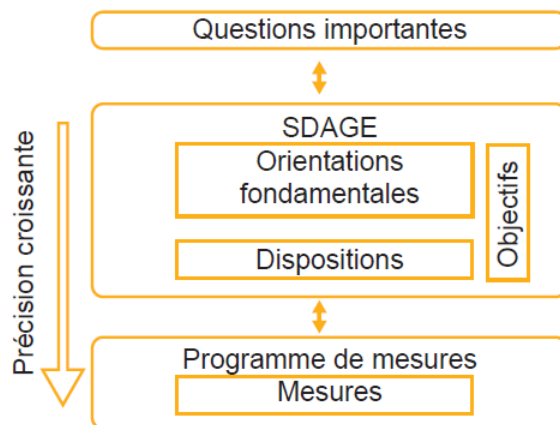


Figure 2 – Articulation entre le SDAGE et le programme de mesures

Le Programme De Mesures (PDM) 2016 - 2021 du SDAGE Rhône-Méditerranée prévoit, entre autres, sur le bassin du Haut-Doubs les mesures suivantes :

- Concernant l'altération de la morphologie :
  - MIA0101 Réaliser une étude globale ou un schéma directeur visant à préserver les milieux aquatiques ;
  - MIA0202 Réaliser une opération classique de restauration d'un cours d'eau ;
  - MIA0203 Réaliser une opération de restauration de grande ampleur de l'ensemble des fonctionnalités d'un cours d'eau et de ses annexes ;
  - MIA0602 Réaliser une opération de restauration d'une zone humide ;
- Concernant l'altération de l'hydrologie :
  - MIA0303 Coordonner la gestion des ouvrages ;
  - RES0202 Mettre en place un dispositif d'économie d'eau auprès des particuliers ou des collectivités ;
  - RES0701 Mettre en place une ressource de substitution
- Concernant les pollutions ponctuelles par les substances :
  - IND0101 Réaliser une étude globale ou un schéma directeur portant sur la réduction des pollutions associées à l'industrie et de l'artisanat ;
  - IND0201 Créer et/ou aménager un dispositif de traitement des rejets industriels visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée) ;
  - IND0301 Mettre en place une technologie propre visant principalement à réduire les substances dangereuses (réduction quantifiée) ;
  - IND0901 Mettre en compatibilité une autorisation de rejet avec les objectifs environnementaux du milieu ou avec le bon fonctionnement du système d'assainissement récepteur ;
- Concernant les pollutions ponctuelles urbaines et industrielles hors substances :
  - ASS0101 Réaliser une étude globale ou un schéma directeur portant sur la réduction des pollutions associées à l'assainissement ;

- ASS0201 Réaliser des travaux d'amélioration de la gestion et du traitement des eaux pluviales strictement ;
  - ASS0302 Réhabiliter et ou créer un réseau d'assainissement des eaux usées hors Directive ERU (agglomérations de toutes tailles) ;
  - ASS0502 Equiper une STEP d'un traitement suffisant hors Directive ERU (agglomérations >=2000 EH) ;
- Concernant les prélèvements :
- RES0202 Mettre en place un dispositif d'économie d'eau auprès des particuliers ou des collectivités ;
  - RES0701 Mettre en place une ressource de substitution.

### 1.3. SAGE HAUT-DOUBS HAUTE LOUE

Les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont des procédures définies dans la Loi sur l'Eau du 03 janvier 1992, rénovées et confortées par la LEMA du 30 décembre 2006 (portée juridique, contenu, conception, élaboration, mise en œuvre). Il s'agit d'un document de planification à l'échelle d'une Unité Hydrographique Cohérente (UHC), c'est-à-dire d'un bassin versant. Il recherche un équilibre durable entre la protection des milieux aquatiques (ressource en eau) et la satisfaction des usagers, en répondant à l'objectif de bon état des masses d'eau introduit par la DCE.

Le SAGE formalise les règles de gestion et les objectifs négociés et définis par les acteurs locaux réunis au sein de la Commission Locale de l'Eau (CLE). Les enjeux centraux du SAGE identifiés sont le rétablissement du bon fonctionnement des milieux aquatiques et la gestion durable de la ressource tant en quantité qu'en qualité, tenant compte du contexte karstique du bassin. Parallèlement à ces deux enjeux majeurs, quatre enjeux transversaux ont été identifiés :

- Le développement de la connaissance, du suivi et de la communication ;
- L'amélioration de la gouvernance et des services publics locaux ;
- La conciliation des usages de loisirs ;
- La maîtrise du foncier.

	Enjeu majeur 1 : milieux	Enjeu majeur 2 : ressource	Enjeu transversal 1 : connaissance	Enjeu transversal 2 : gouvernance	Enjeu transversal 3 : usages loisirs	Enjeu transversal 4 : foncier
Objectif général A : fonctionnalité milieux						
Objectif général B : équilibre quantitatif						
Objectif général C : qualité de l'eau						
Objectif général D : qualité de l'eau potable						
Objectif général E : mise en œuvre SAGE						
Objectif général F : sports de loisirs						

## 2. PERIMETRE DE LA MISSION

Le projet est localisé sur les 8 communes de Doubs, Arçon, Maisons du bois Lièvreumont, Hauterive-le-Fresse, Montbenoit, Ville du Pont, les Combes, Grand Combes-Châteleu.

Il concerne un linéaire de 24.6 km sur le Doubs, de la confluence du Drugeon à la sortie du défilé d'Entreroche (lieudit le Mauvais Pas).



Figure 3 Communes du secteur d'étude

## 3. OBJECTIFS

La présente étude a pour finalité de constituer un programme de restauration hydromorphologique du Doubs entre Pontarlier et Morteau. Plus concrètement, des avant-projets de restauration seront à proposer, ceux-ci viseront à :

- Améliorer l'hydromorphologie du Doubs ;
- Améliorer les paramètres biologiques du cours d'eau.

L'atteinte de ces objectifs nécessite néanmoins la prise en compte de certains enjeux :

- L'existence de pertes karstiques sur la moitié amont du secteur ;
- La présence de plusieurs bourgs situés sur les berges de la rivière ;
- Un usage agricole du sol dominé principalement par des pâtures.

Ce document correspond à la deuxième phase de la mission. Il fait suite au premier rapport d'état des lieux / diagnostic qui s'est efforcé de décrire et d'analyser le fonctionnement hydraulique et éco-morphologique du tronçon du Doubs étudié, afin d'en comprendre les particularités dans l'objectif de proposer un programme d'action opérationnel et durable.

L'objet du présent mémoire est de présenter au Comité de Pilotage, un programme de gestion de Doubs et de son lit majeur à l'intérieur de l'espace de bon fonctionnement défini selon le guide technique du SDAGE RMC.





## B. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

*Les informations présentées dans les paragraphes ci-après se basent sur les éléments du diagnostic réalisé lors de la première phase d'étude.*

## **1. SYNTHÈSE**

Le tableau ci-après s'attache à résumer les différents points mentionnés dans le diagnostic. Les éléments sont ensuite plus amplement détaillés si nécessaire au sein des paragraphes suivants.

Thématique	Contexte sur le secteur
Hydrologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bassin versant de 576 km<sup>2</sup> ;</li> <li>• Débits caractéristiques disponibles sur la station de Ville-du-Pont ;</li> <li>• Pertes sur la partie amont du linéaire à l'étude impactant fortement l'hydrologie en étiage (assecs fréquents)</li> </ul>
Hydraulique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombreux ouvrages sur le secteur avec, sur la partie à l'aval du défilé, près de 42% du linéaire sous influence ;</li> <li>• Débordements compris entre 3*Module et la Q2 avec une augmentation des débits de plein-bords au droit des traversées urbaines</li> </ul>
Morphologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse diachronique ne montrant pas de modification majeure du tracé en plan postérieure au XVIIIème ;</li> <li>• Suppression de plusieurs ouvrages hydrauliques ayant pu avoir un impact localisé sur le profil en long (érosion régressive limitée par la roche affleurante) ;</li> <li>• Bande active du cours d'eau qui a diminué au cours du temps traduisant les phénomènes d'incision existant ;</li> <li>• Sur-largeurs observés au droit des traversées urbaines et des ouvrages (pont ou barrages) ;</li> <li>• Usages historiques ayant eu un impact sur cette morphologie : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eclusée de barrages en amont du secteur (Saint-Point) ;</li> <li>○ Flottage du bois ;</li> <li>○ Nombreuses scieries anciennement présentes au fil du Doubs avec curage fréquents des biefs ;</li> <li>○ Aménagement divers (gestion des inondations, aménagement de la rivière pour la mise en place d'ouvrages, enlèvement de blocs,...)</li> </ul> </li> </ul>
Morpho-sédimentaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apports sédimentaires au droit des gorges et sur les versants calcaires ;</li> <li>• Le Doubs sur notre secteur présente les caractéristiques d'un cours d'eau peu dynamique (faible mobilité, bancs végétalisés, peu de stock alluvionnaire) ;</li> </ul>
Qualité physique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tronçons classés en catégorie B ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hétérogénéité apparaissant comme le score le plus limitant ;</li> <li>• Connectivité ne reflétant pas l'incision observée dans le contexte morphologique ;</li> </ul>
Qualité physico-chimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualité physico-chimique dégradée par la présence de la STEP en mont, la traversée de plusieurs centres bourgs, l'activité agricole et le débordement fréquent de postes de refoulement ;</li> </ul>
Qualité hydrobiologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disparition des espèces piscicoles ou macro-invertébrés sensibles dû à la qualité et la thermie de l'eau ;</li> </ul>
Milieu rivulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ripisylve peu présente en berge ;</li> <li>• Présence d'espèces invasives ;</li> <li>• Prolifération algale en étiage</li> </ul>
Espaces naturels et patrimoniaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 ZNIEFF de type I aux abords du projet ;</li> <li>• 1 secteur situé en arrêté de protection du biotope au sein de la zone à l'étude ;</li> <li>• Nombreuses zones humides situées sur les berges du Doubs</li> </ul>
Perte / Géologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes situées sur les zones d'affleurement des calcaires du Jurassique supérieur, sur le secteur les pertes affectent principalement le secteur compris entre l'amont d'Arçon et Maisons-du-Bois ;</li> <li>• Pas d'évolution significative du débit des pertes sur les 30 dernières années ;</li> <li>• L'assec de 2018 se caractérise par un contexte climatologique exceptionnel (été le plus chaud et le plus sec observé depuis le début des mesures météorologiques)</li> </ul>
Contexte socio-économique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Occupation des sols dominée par un contexte prairial ;</li> <li>• Deux monuments historiques au droit du secteur ;</li> <li>• Plusieurs sites inscrits ou classés ;</li> </ul>
EBF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espace de Bon Fonctionnement principalement délimité par le périmètre hydraulique.</li> </ul>

## 2. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU DOUBS

### 2.1. OUVRAGES HYDRAULIQUES DU SECTEUR

Sur les 25 km de la zone d'étude, on dénombre 21 ouvrages identifiés au ROE induits par des radiers de ponts ou des seuils en rivières. Ces ouvrages sont autant de blocages pour les continuités écologiques. Une grande partie du linéaire à l'étude est concernée par la zone de remous d'un ouvrage avec des faciès d'écoulement lenticulaires, un réchauffement des eaux et un colmatage des fonds dommageable pour la vie aquatique (notamment pour ce cours d'eau de première catégorie piscicole).

Les différents ouvrages ROE sont listés ci-dessous :

Tableau 1 Liste des ouvrages ROE

ID ROE	Nom	Type	Sous-type
ROE27974	Prise d'eau du barrage de Remonot	Seuil en rivière	Déversoir
ROE27975	Passage à Gué sur le canal	Seuil en rivière	Radier
ROE27976	Pont de Ville du Pont	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27977	Scierie de Loye Longe	Seuil en rivière	Déversoir
ROE27978	Barrage de Taillanderie de Maisons du Bois	Seuil en rivière	Déversoir
ROE8935	pont de la roche	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27979	Sortie du canal d'Arçon	Seuil en rivière	Déversoir
ROE27980	Barrage d'Arçon	Seuil en rivière	Déversoir
ROE8937	pont de Morteau	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27981	Prise d'eau du canal d'Arçon	Seuil en rivière	Déversoir
ROE27989	Pont de Remonot	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27991	Passerelle de Montbenoît	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE6710	barrage de Morteau	Seuil en rivière	Déversoir
ROE27992	Pont du Camping de Montbenoît	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27993	Passerelle d'Hauterive	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27994	Pont d'Hauterive la Fresse	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27995	Pont de Maisons du Bois	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE29536	Passerelle de la Scierie Mougin à Loye Longe	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
ROE27997	Pont d'Arçon	Obstacle induit par un pont	Radier de pont

Rapport de phase 2

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVANT DU DEFILE D'ENTREROCHES

<b>ROE27998</b>	Pont des Oyes SNCF Gilley	Obstacle induit par un pont	Radier de pont
<b>ROE7490</b>	barrage du pont du diable	Seuil en rivière	Enrochements
<b>ROE27973</b>	barrage de Remonot (détruit)	Seuil en rivière	Déversoir

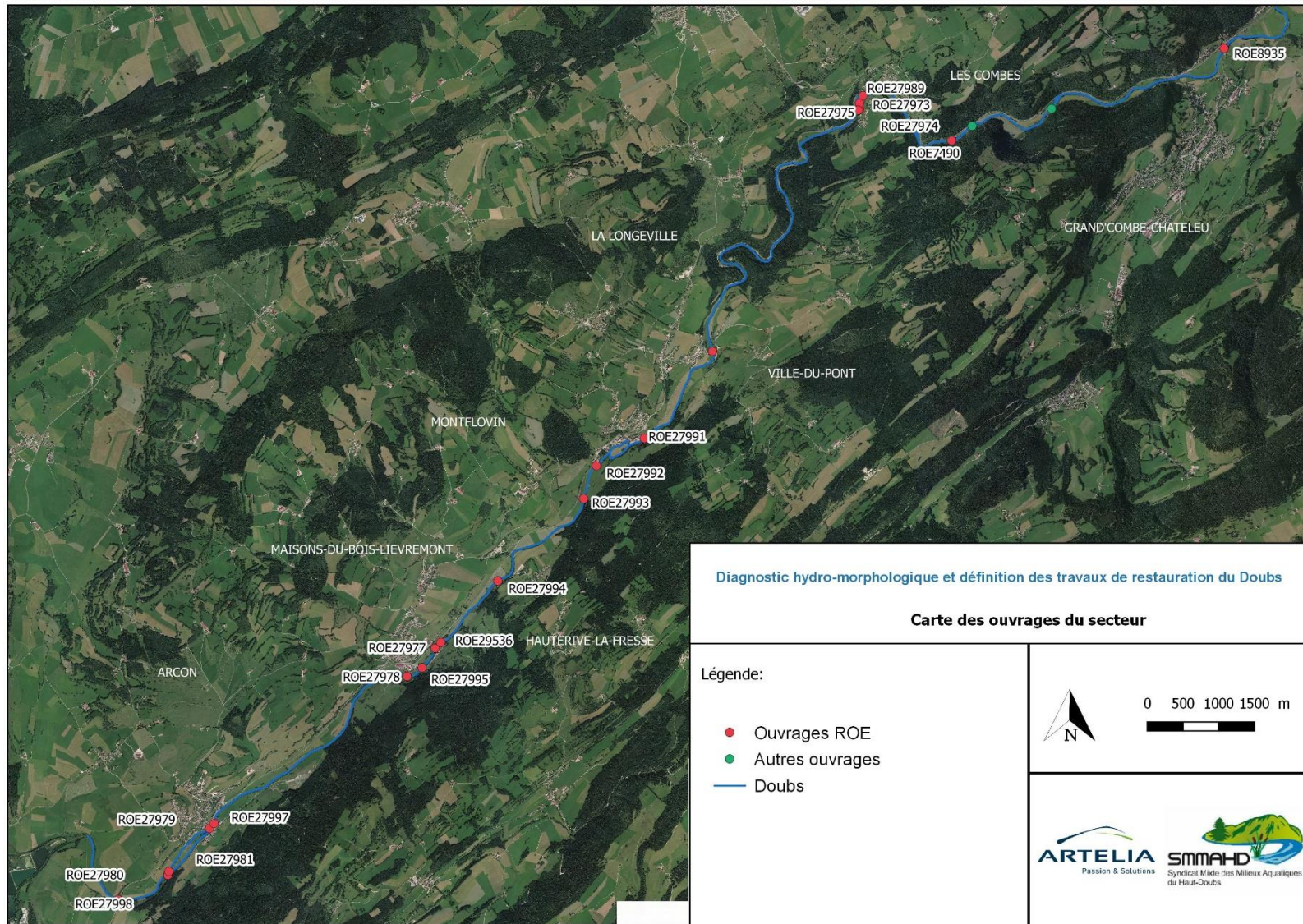
Au total cette liste contient :

- 10 ouvrages hydrauliques de type seuil, dont le barrage de Morteau. En effet, bien que celui-ci soit hors secteur d'étude sa zone d'influence s'étend jusqu'à l'aval du défilé ;
- 12 ouvrages de franchissement de type pont ou passerelle.

En complément, deux seuils en enrochement ont été localisés au sein du défilé lors du parcours de terrain.

### 2.1.1. Localisation

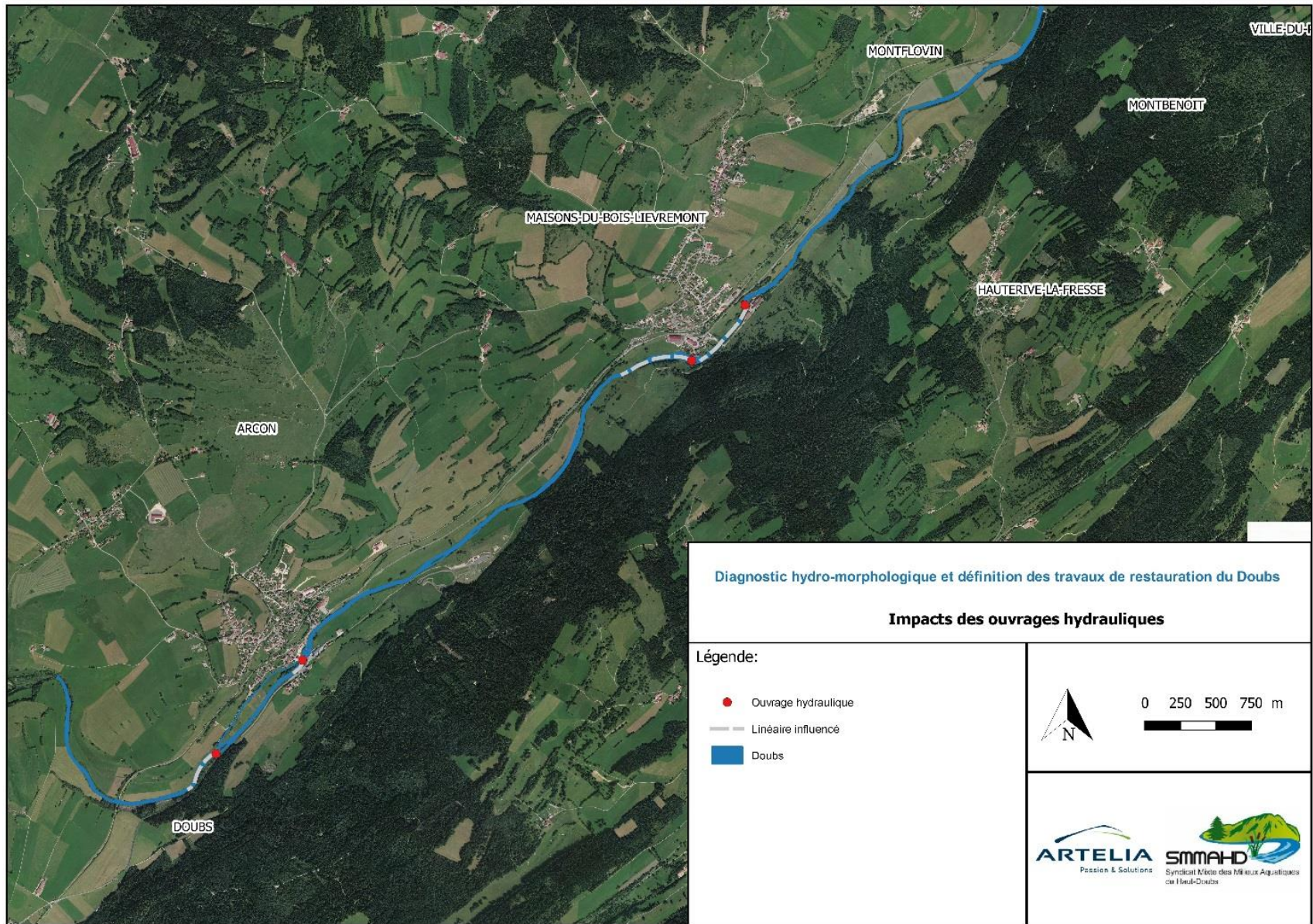
La carte ci-après localise les différents ouvrages évoqués.

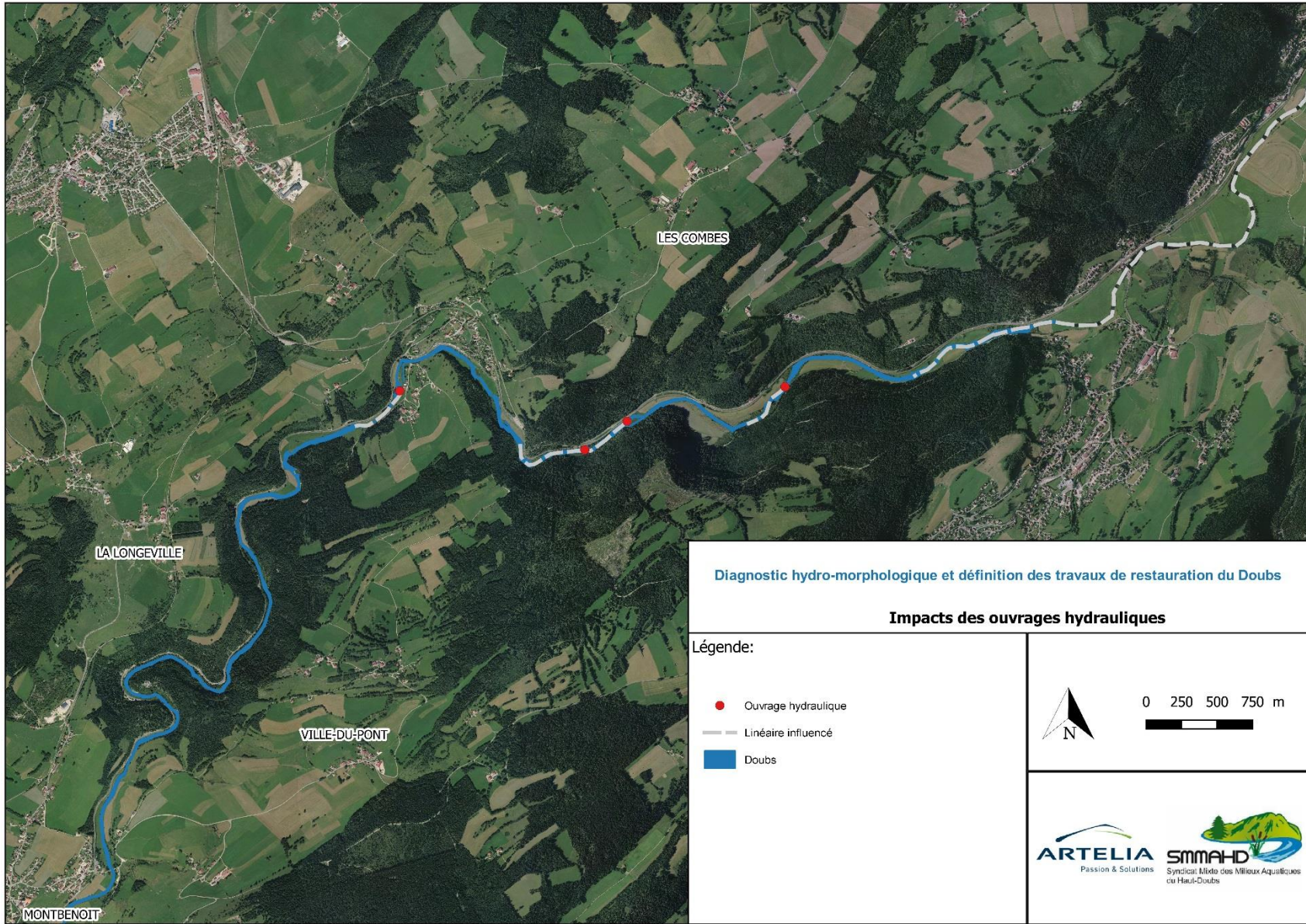


### 2.1.2. Linéaire influencé

L'ensemble des zones de retenues engendrées par les ouvrages a été cartographié. Au total on comptabilise un linéaire influencé égal à 3.46 km. Notons par ailleurs que sur la partie aval des gorges, à l'aval de Remonot, sur un linéaire total de 5.6 km on observe 2.38 km influencé par des ouvrages soit 42 % de la rivière sur ce secteur.







## 2.2. CONTEXTE HYDRAULIQUE

Lors de la première phase d'étude un modèle hydraulique détaillant le fonctionnement du site à moyen et haut-débit a été réalisé. Les principaux éléments tirés de celui-ci sont détaillés ci-dessous.

### 2.2.1. Détermination des débits 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 lits, 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 ci-dessous :

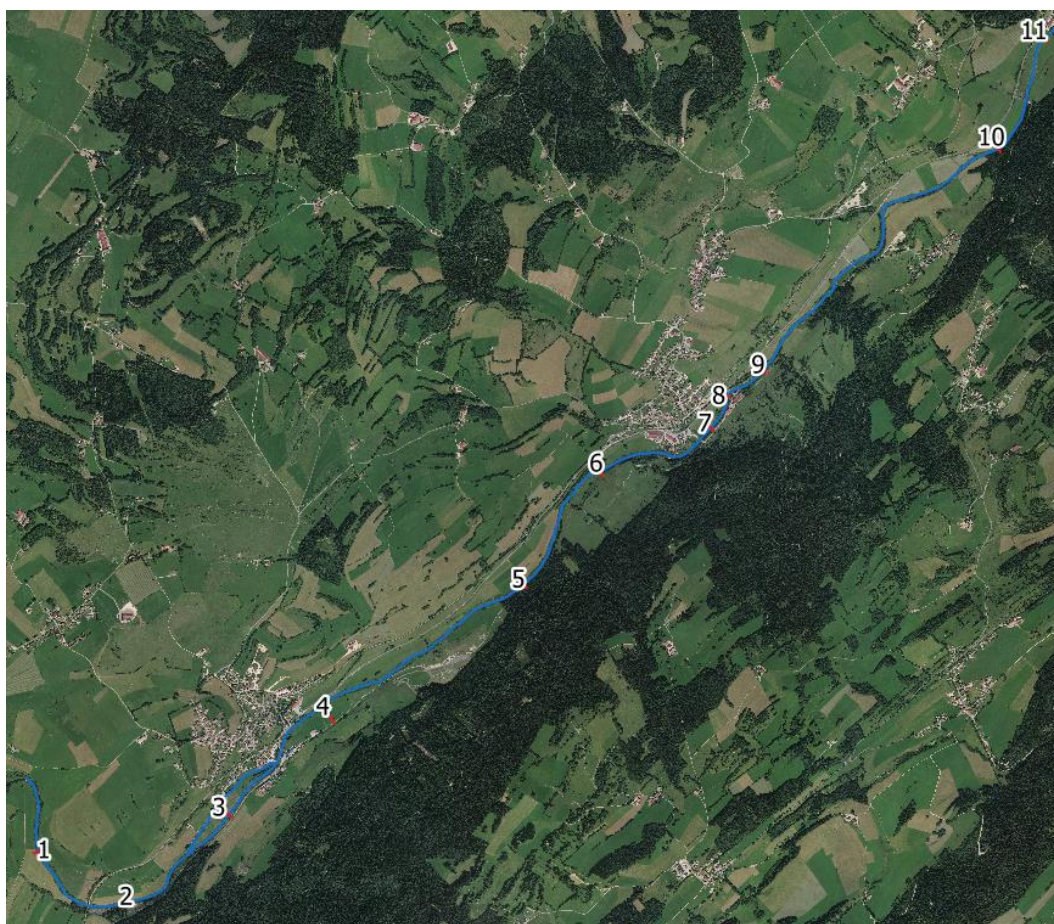


Figure 4 Localisation des profils analysés (1/2)



Figure 5 Localisation des profils analysés (2/2)

A noter qu'au vu du fort encaissement au droit des gorges, aucune station de mesure n'y a été placée.

Les différents débits de plein-bord sont présentés ci-dessous :

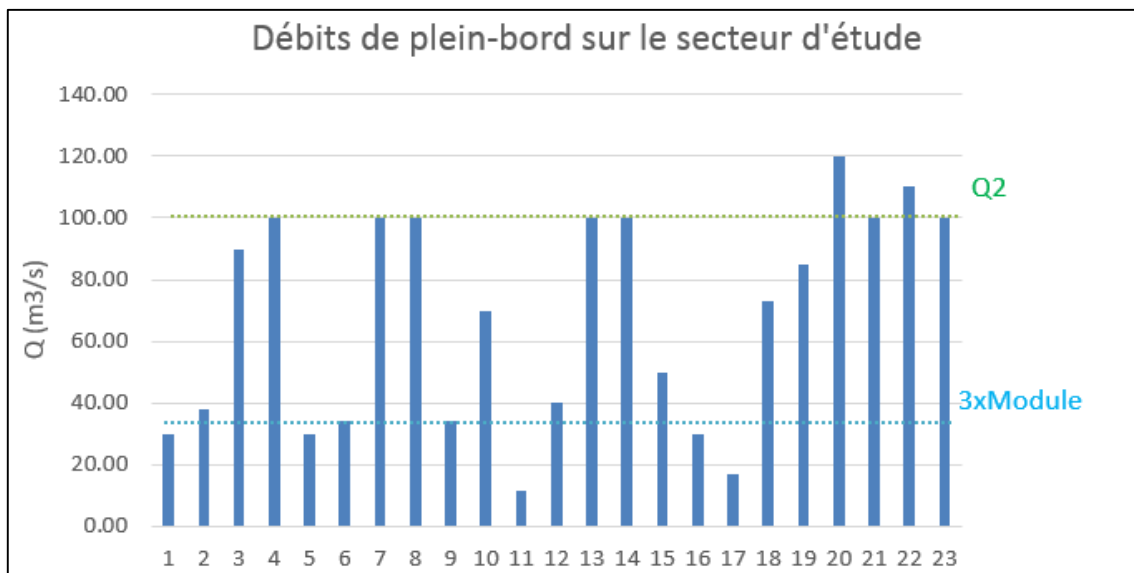


Figure 6 Graphique des débits de plein-bord du secteur

Globalement, on remarque que la majorité des débits sont compris entre le triple du module et la crue biennale. Il est classiquement admis qu'une rivière en bon état possède une fréquence de débordement d'environ 2 ans (Malavoi et Bravard, 2010). Sur les rivières de plateaux telles que le Doubs sur notre secteur, cette fréquence est inférieure et les débordements interviennent pour des crues de période de retour voisine de 1 ans.

L'aval du secteur, à partir de P18, au droit du défilé présente des débits de débordement supérieurs à la partie amont. Ceci s'explique par les fortes hauteurs de berges que présente la rivière sur ce secteur.

Sur la partie amont, les débits de débordements les plus importants sont systématiquement situés au droit de secteurs anthropisés :

- P3 est localisé au droit du tronçon court-circuité dans la traversée d'Arçon ;
- P4 est accolé à une route perchée à 5 mètres au-dessus de la rivière ;
- P7 et P8 se situent dans la traversée de Maisons-du-Bois ;
- P13 et P14 sont aussi en traversée urbaine au sein de la commune de Montbenoît, secteur au droit d'une zone remblayée (scierie Barrand).

### 2.2.2. Impacts des ouvrages

Le modèle a permis d'estimer les lignes d'eau pour différents débits, et d'illustrer ainsi les impacts des ouvrages du secteur.

Ci-dessous est représenté le profil en long du secteur pour différentes conditions hydrologiques (Module, 3xModule, Q2) :

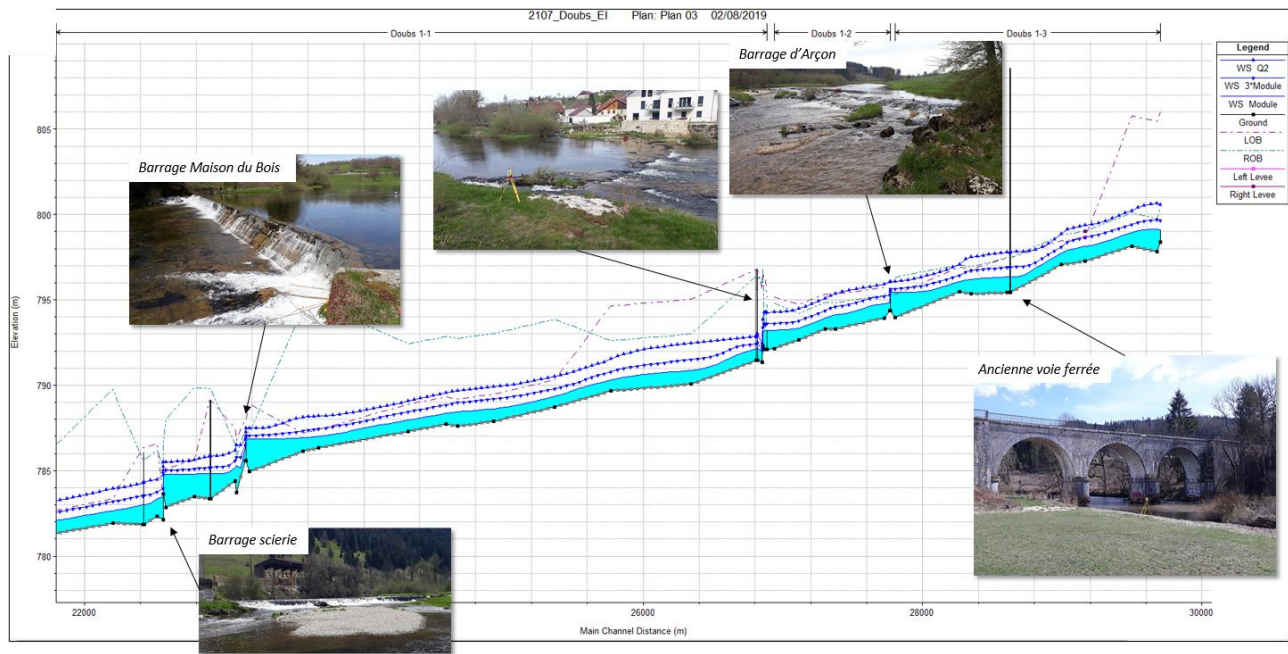


Figure 7 Lignes d'eau modélisées sur la partie amont du secteur

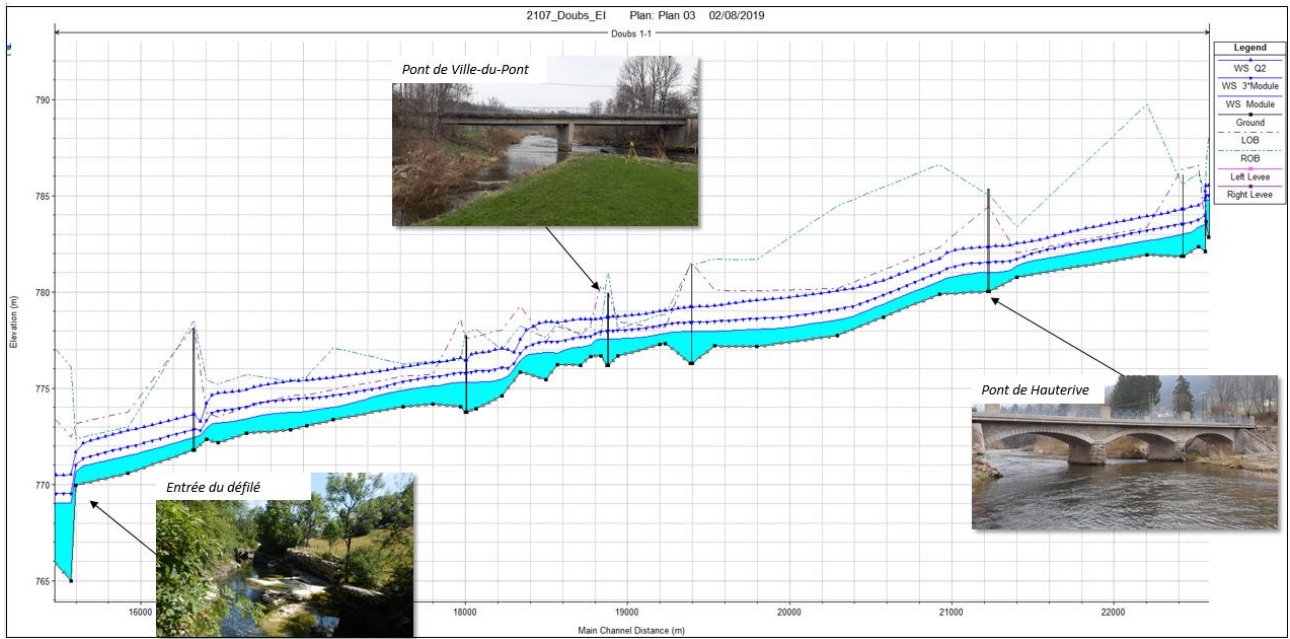


Figure 8 Lignes d'eau modélisées sur la partie médiane du secteur

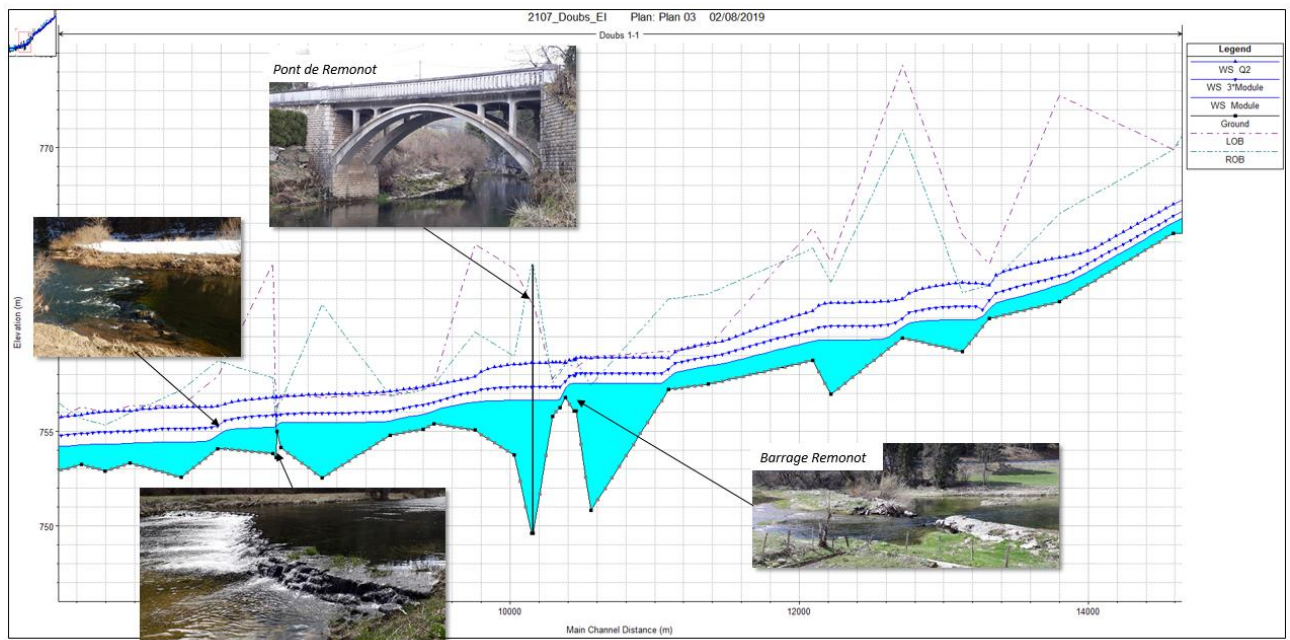


Figure 9 Lignes d'eau modélisées sur la partie du défilé

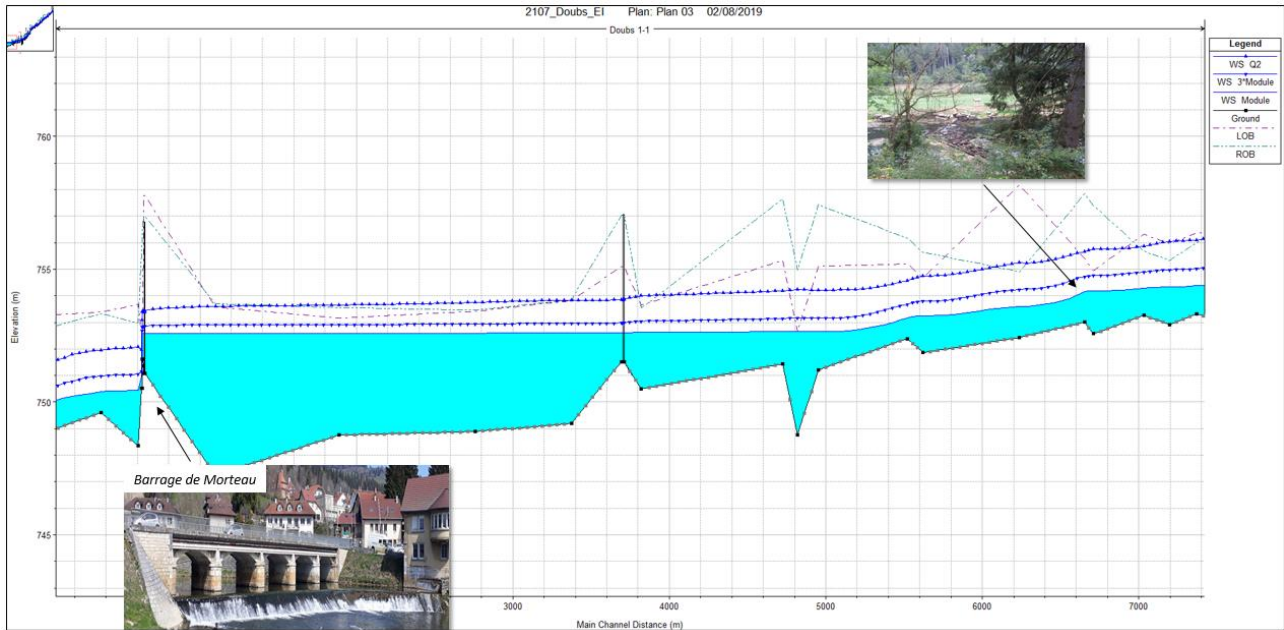


Figure 10 Lignes d'eau modélisées sur la partie aval du secteur d'étude

Bien que les problématiques liées aux continuités écologiques ne soient pas au cœur de l'étude, il est malgré tout intéressant de noter l'impact des ouvrages sur le secteur et particulièrement à l'aval de la zone d'étude comme expliqué précédemment dans le rapport. En effet au droit de ce secteur, la quasi intégralité du secteur est sous l'influence d'ouvrages induisant des faciès d'eau calme très homogènes.

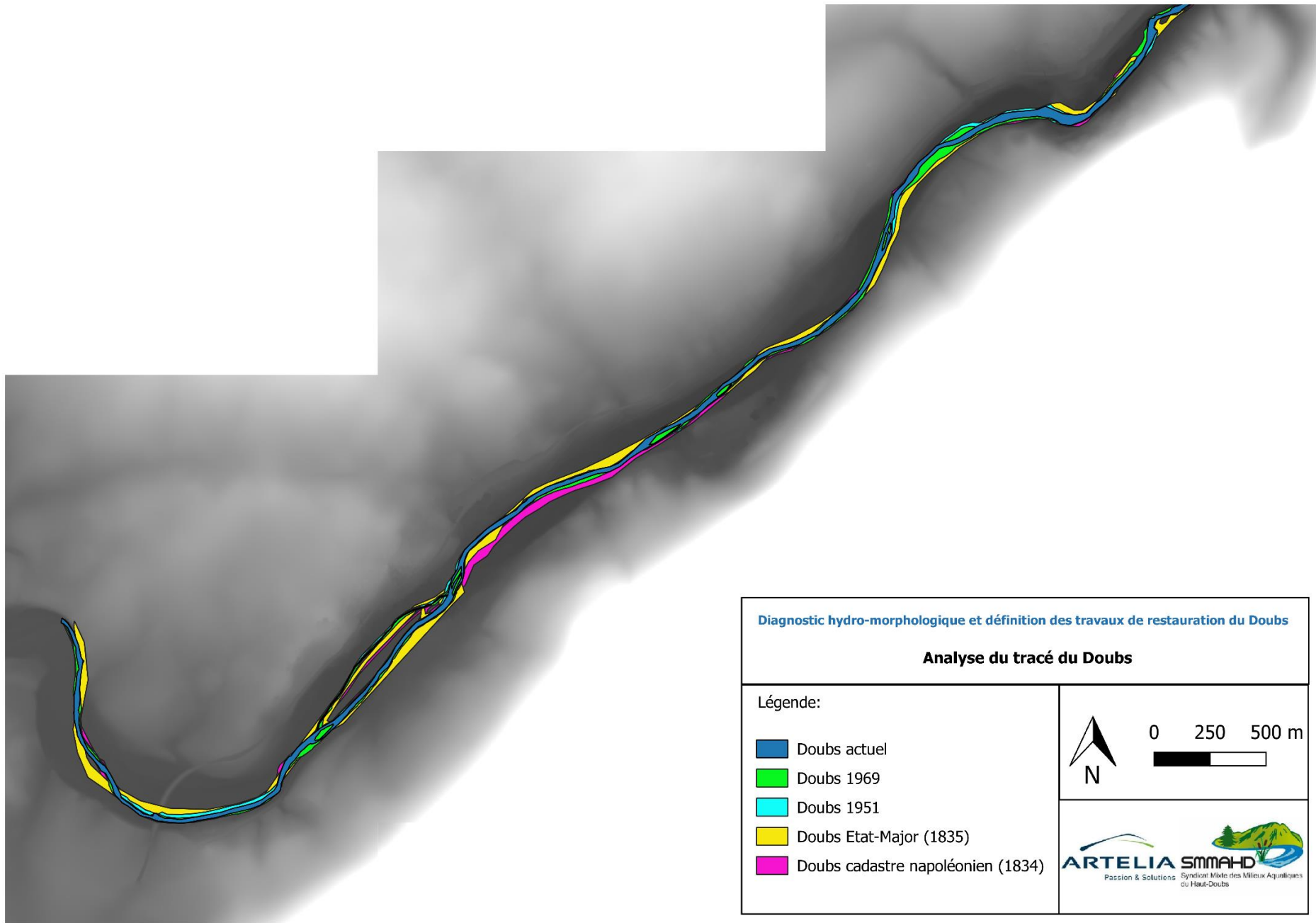
Concernant les ouvrages situés à l'amont du secteur, leurs impacts sur la morphologie restent limités de par la présence de nombreux seuils naturels créés par des affleurements rocheux. Aussi la présence des barrages n'influence que très ponctuellement le profil de la rivière, cette zone est limitée à la zone de remous des ouvrages.

### 3. FONCTIONNEMENT GEOMORPHOLOGIQUE

L'analyse du fonctionnement morphologique de la rivière a permis d'identifier différents dysfonctionnements qu'il semble judicieux de rappeler afin de définir par la suite des objectifs de restauration.

#### 3.1. EVOLUTION DU TRACE

Les cartes ci-dessous présentent l'évolution du tracé de la rivière au cours du temps.




**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs**


**Analyse du tracé du Doubs**


Légende:

- Doubs actuel
- Doubs 1969
- Doubs 1951
- Doubs Etat-Major (1835)
- Doubs cadastre napoléonien (1834)

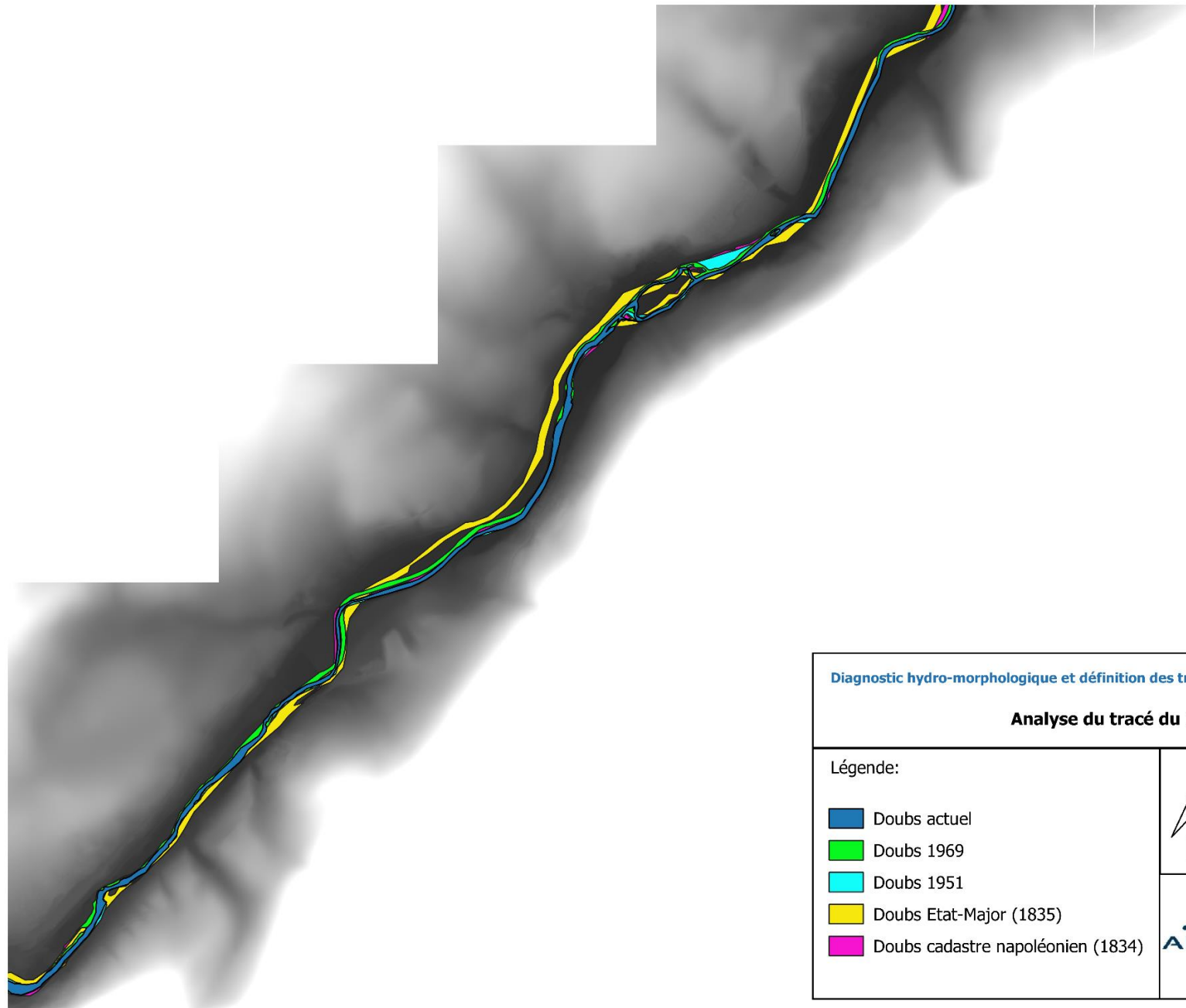


0 250 500 m










**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs**


**Analyse du tracé du Doubs**



Légende:

- Doubs actuel
- Doubs 1969
- Doubs 1951
- Doubs Etat-Major (1835)
- Doubs cadastre napoléonien (1834)

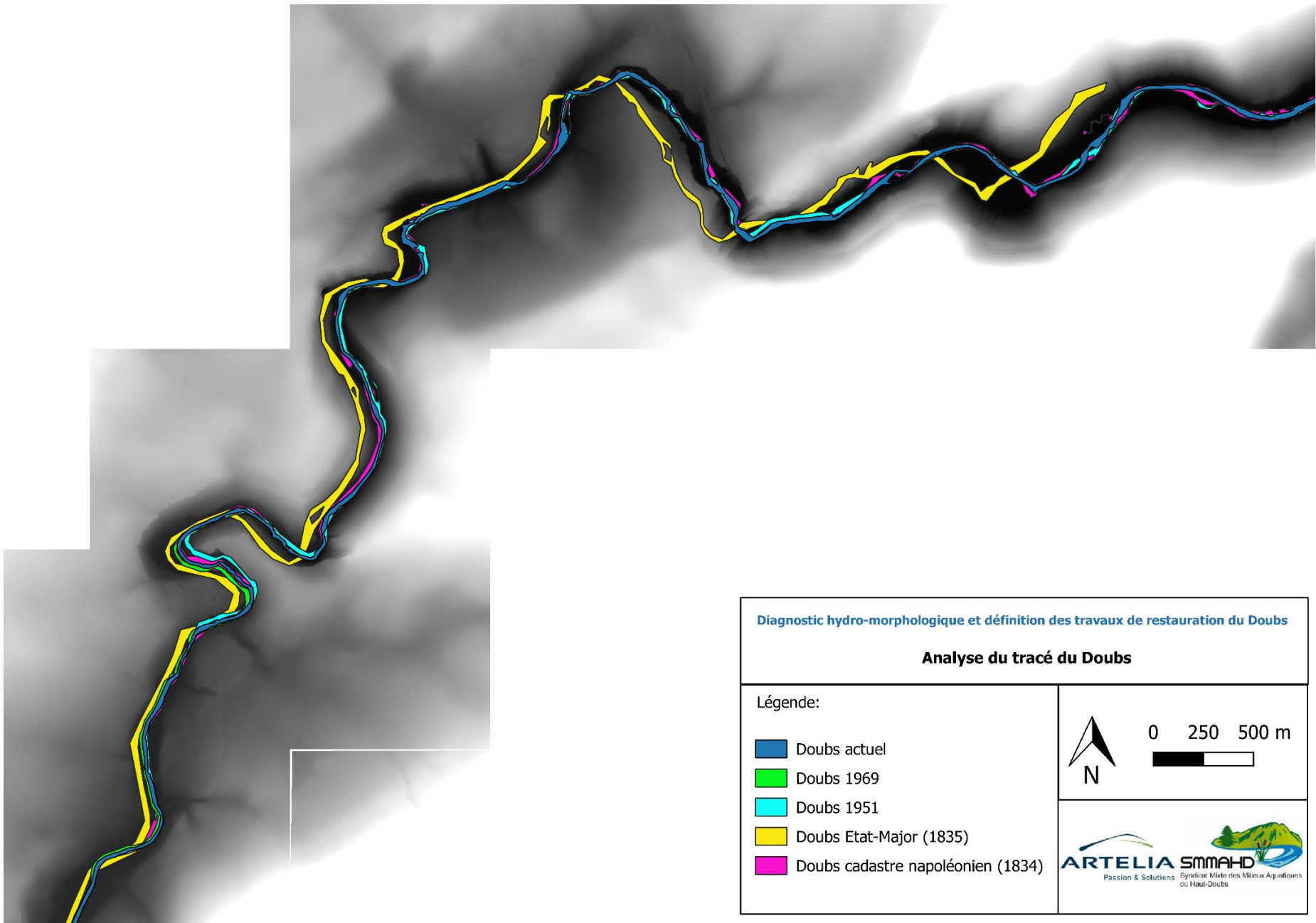


0 250 500 m



Passion & Solutions Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques du Haut-Doubs



**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs**

**Analyse du tracé du Doubs**

Légende:

- Doubs actuel
- Doubs 1969
- Doubs 1951
- Doubs Etat-Major (1835)
- Doubs cadastre napoléonien (1834)

0 250 500 m

ARTELIA Passion & Solutions    SMMAPHD Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques du Haut-Doubs

Au regard de ces différentes cartes, on remarque que le Doubs sur notre secteur a subi peu de modification de son tracé. La majorité des différences de tracés constatées étant causée par l'impossibilité de superposer correctement les différents fonds cartographiques (carte anciennes peu précises, imprécision de géoréférencement, etc).

Aussi, si d'importantes modifications ont été effectuées, celles-ci sont antérieures au XVIIIème siècle. Par ailleurs, du fait de la faible étendue de la couche des alluvions récents, il semble peu probable que sur le secteur la rivière ait eu une importante mobilité.

## 3.2. EVOLUTION DE LA SECTION EN TRAVERS

### 3.2.1. Evolution de largeur du lit plein bords au cours du temps

L'évolution de la morphologie du Doubs est visible au travers de l'évolution de la largeur de cours d'eau. Cette évolution a été analysée à partir de la surface de la bande active du cours d'eau. L'évolution des surfaces au cours du temps est visible dans le tableau ci-dessous.

Année	Surface (km <sup>2</sup> )	Différence par rapport à l'état actuel
<b>Cadastre Napoléonien (1834)</b>	0.805409	+ 50 %
<b>1951</b>	0.620775	+ 18 %
<b>1969</b>	0.607982	+ 15 %
<b>2019</b>	0.525854	-

Au regard du tableau précédent, on peut conclure que la surface de la rivière a diminué avec le temps. Pour l'analyse de ces résultats nous ne considérerons que ceux tirés des orthophotographies. Le cadastre napoléonien confirme la tendance observée mais son tracé reste trop imprécis. Par ailleurs, précisons que les vues aériennes étudiées datent du 16 juin 1951 et du 14 juillet 1969 et correspondent ainsi à des vues en étiage. En effet, sur la station de la Cluse et Mijoux, en amont de Pontarlier le débit mesuré le 14 juillet 1969 est égal à 2.83 m<sup>3</sup>/s sachant que le débit moyen enregistré en juillet est égal à 4.13 m<sup>3</sup>/s. Malheureusement, aucune station sur le Doubs ou le Drugeon n'a permis de vérifier le débit observé en juin 1951.

Les largeurs moyennes de la rivière ont donc tendance à diminuer au cours du temps avec 25 mètres en 1951 contre 21 mètres actuellement.

Cette diminution de largeur est la conséquence de phénomène d'incision du cours d'eau. En effet, lors de la visite du site de nombreuses traces d'incision ont été retrouvées.



Figure 11 Traces d'incision sur le secteur d'étude

### 3.2.2. Analyse de la largeur et de la profondeur de plein bord

#### 3.2.2.1. Largeur de plein bord

La largeur à plein bord est l'une des variables géomorphologiques les plus intéressantes. Elle exprime souvent l'ampleur des actions d'aménagements entreprises par l'Homme (recalibrage, curage...) Elle peut en outre avoir une importante signification biologique puisqu'elle exprime de manière simplifiée la « capacité d'accueil » du milieu aquatique.

La largeur plein-bord varie de 17 à 54 m sur le linéaire du Doubs à l'étude, avec une moyenne de 29.7 m. Sur le graphique ci-dessous, les profils sont présentés d'amont en aval, il apparaît clairement que la largeur augmente en allant vers l'aval. On note aussi des augmentations de largeurs au droit des traversées urbaines ou ouvrages. En effet, les profils 7, 8 et 11 au niveau desquels on constate une augmentation de la largeur sont situés au droit de Maisons-du-Bois et à Montbenoît. Cette augmentation traduit donc l'impact des ouvrages et des secteurs urbanisés sur le cours d'eau.

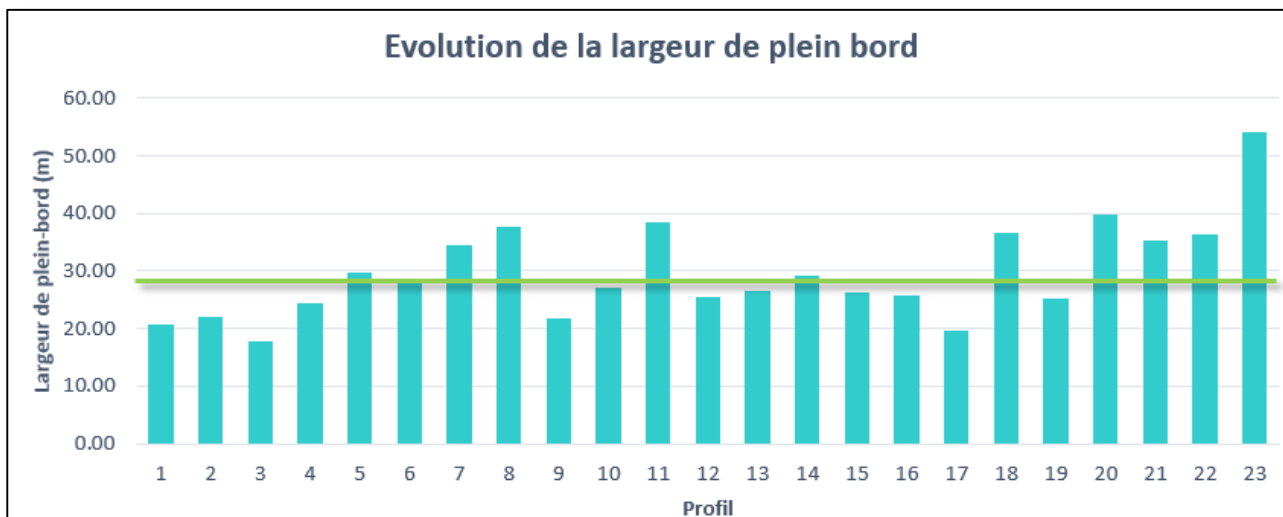


Figure 12 Evolution de la largeur de plein-bord

La localisation des profils étudiés est présentée ci-après :

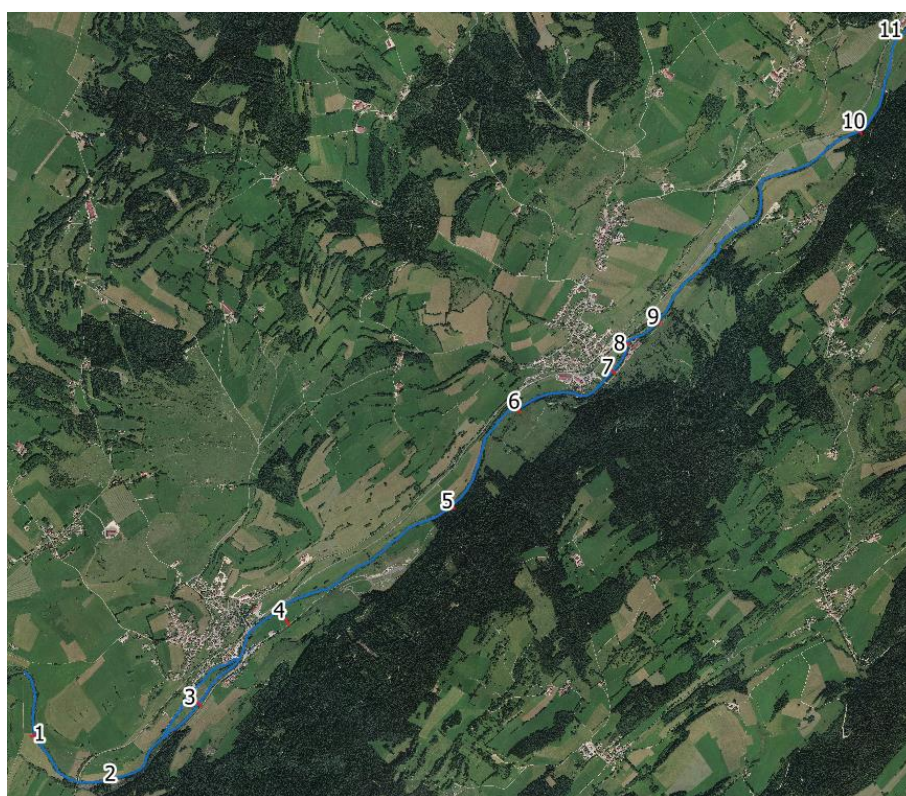


Figure 13 Localisation des profils analysés (1/2)



Figure 14 Localisation des profils analysés (2/2)

### 3.2.2.2. Profondeur de plein bord

La profondeur ou hauteur à plein bord correspond à la différence verticale entre le niveau du point d’inflexion de la berge la plus basse, permettant de passer du lit mineur au lit majeur, et le niveau du fond.

Sur chaque profil présenté précédemment, la hauteur à plein bord a été mesurée, soit 23 mesures sur le périmètre élargi.

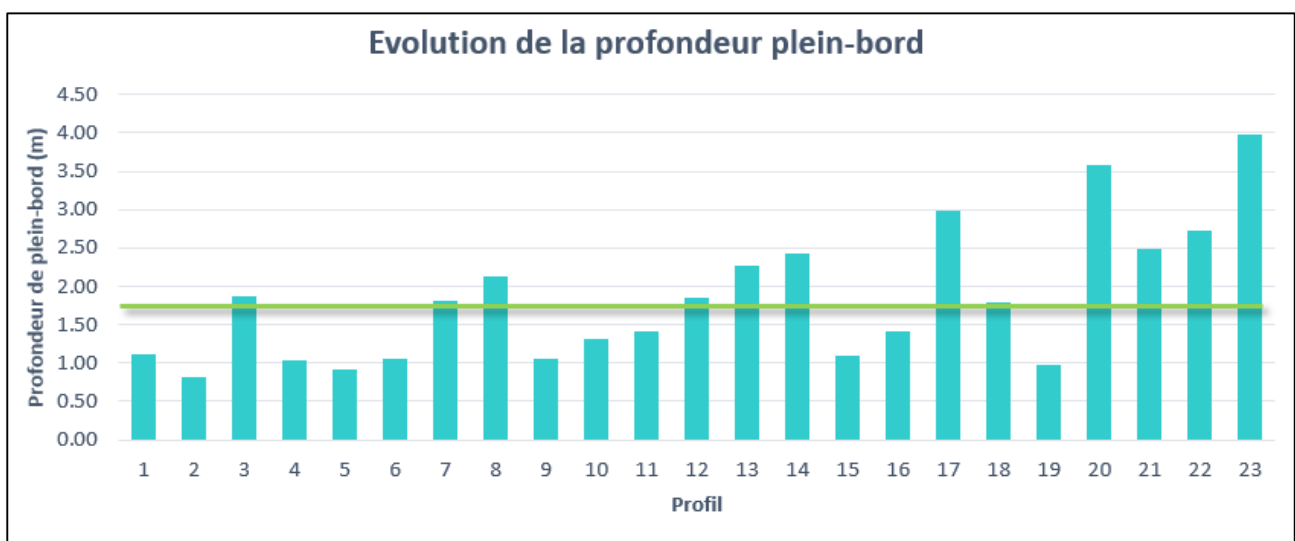


Figure 15 Evolution de la hauteur de plein bord

On obtient une profondeur moyenne de 1.83 m avec des profondeurs minimales observées en amont sur des zones non influencées par des ouvrages. Les hauteurs les plus importantes sont rencontrées sur la partie aval du secteur à la sortie du défilé dans l'importante zone de remous.

### 3.3. FACTEUR D'EVOLUTION ET CONSEQUENCES

#### 3.3.1. Eclusées du barrage du lac Saint Point

Même si ce n'est actuellement plus le cas, le barrage de Saint Point fonctionnait anciennement en éclusées. Ce type de fonctionnement entraîne l'augmentation de la fréquence des forts débits en aval des barrages et induit de nombreuses conséquences sur la morphologie des cours d'eau :

- Raréfaction et redistribution des classes granulométriques graviers et petits galets, qui sont entraînées vers l'aval ;
- Sur-calibrage des cours d'eau.

#### 3.3.2. Flottage du bois sur le Doubs

Comme un grand nombre de rivières françaises, le Doubs a connu longtemps une assez vive animation autour du flottage du bois. La rivière traverse en effet une région où la densité forestière est considérable et les communications terrestres difficiles. Bien que le cœur de cette activité soit situé en aval du saut du Doubs, elle fut aussi développée au droit du secteur à l'étude. Ceci induit d'importante modification du cours d'eau en vue de le rendre praticable.

Sur des courtes distance comme cela devait être le cas sur notre secteur d'étude, le flottage était du type à « bûches perdues ». Ce type de flottage de bois implique de récurer, calibrer et mettre les rivières au gabarit des troncs qu'elles devaient véhiculer. Le caractère ancien et progressif de ces modifications du paysage fluvial fait qu'il est aujourd'hui difficile de prendre la mesure des impacts engendrés par ce trafic. De plus, les travaux réalisés tout au long de ces années ont souvent été trop menus pour avoir été consignés dans les procès-verbaux des ingénieurs, surtout lorsque l'initiative venait des mariniers ou des populations rurales. Néanmoins, un document d'archive datant de 1852 mentionne la pratique du flottage du bois « à bûches perdues » sur le secteur.

#### 3.3.3. Scierie du cours d'eau

En complément du flottage du bois évoqué précédemment, les nombreuses scieries du secteur ont de même eu un impact important. En effet, au-delà des conséquences engendrées par la mise en place du barrage d'alimentation, les exploitants, afin d'optimiser la productivité de leur installation avaient l'habitude de curer la rivière afin d'y laisser transiter un important volume d'eau lié aux éclusées (remplissage la nuit, vidange le jour).

#### 3.3.4. Aménagement du cours d'eau

Les recherches menées aux archives se sont centrées sur l'historique des ouvrages du secteur. Cependant suite à des échanges avec les services de l'état, des informations sur l'aménagement du Doubs sur le secteur à l'étude ont été transmises. Il en ressort les points suivants :

- Avis d'autorisation de 1828-1830 pour la mise en place d'un pont sur le Doubs à Maison-du-Bois comprenant l'aménagement du Doubs pour recevoir un pont à deux piles ;

- Etude pour la gestion des inondations en 1858 projetant la réalisation de divers aménagements hydrauliques, le document ne précise pas si des travaux ont été effectués suite à l'étude ;
- Enlèvement de 300 m<sup>3</sup> de gravas dans la rivière suite à la grande crue de 1882 qui a provoqué un apport important de blocs dans le lit du Doubs ;
- Aménagement de la rivière en 1883 au niveau du pont de Hauterive suite à l'endommagement de celui-ci par la crue de 1882.

L'ensemble de ces points illustrent donc les actions humaines ayant été mises en œuvre sur le cours d'eau et explique en partie les dysfonctionnements observés sur le terrain (sur largeur au niveau des ouvrages de franchissement et hydraulique, déficit sédimentaire,...).

### 3.4. CONSEQUENCES

L'analyse morphologique met donc en évidence sur le linéaire des phénomènes d'incision et de pavage.

Ces phénomènes sont le résultat d'une perturbation des apports sédimentaires (installation de barrages amont, prélèvement, colonisation végétale des versants, ...). Bien que sur le secteur les entrées sédimentaires ne soient pas naturellement importantes, l'équilibre qui en résulte demeure fragile, aussi une diminution même minime peut engendrer des conséquences. Ainsi cet amenuisement s'est manifesté sur le Doubs par une nette tendance à l'incision, à l'enfoncement de la bande active et à la mise en place d'un pavage stable dans le fond du lit. Cette rétractation a d'ailleurs été mise en évidence par les analyses diachroniques menées sur le cours d'eau.

Des relations entre ces trois phénomènes ont déjà été mis en évidence par certains auteurs (Richard et Clifford, 1991 ; Tsujimoto et Kitamura, 1996). La diminution de la bande active a entraîné une canalisation des écoulements induisant le façonnement d'un nouveau chenal, incisé dans l'ancienne surface active. Cette incision a principalement progressé par évacuation des particules les plus fines (graviers, galets fins) faiblement réalimentées par l'amont, générant ainsi une concentration progressive des particules grossières dans le fond du lit et entraînant ainsi le pavage actuellement visible. L'ensemble de ces phénomènes a ainsi conduit à une chenalisation du cours d'eau.

### 3.5. ANALYSE MORPHO-SEDIMENTAIRE

L'analyse morpho-sédimentaire a permis de mettre en évidence certains points.

Premièrement, concernant l'activité sédimentaire, le Doubs présente les caractéristiques d'un cours d'eau peu dynamique, ceci transparait sur plusieurs aspects :

- Un lit stable ayant une mobilité très faible ;
- La faible présence de bancs de sédimentation témoins du stock de matériaux alluvionnaires ;
- La végétalisation des bancs en présence.

Néanmoins, ces constats sont moins importants sur la partie aval du secteur, au droit du défilé du aux nombreux apports du secteur. Notons par ailleurs que le Doubs sur le secteur à l'étude présente les caractéristiques d'un cours d'eau de plaine et charrie donc peu d'éléments.



Par ailleurs, plusieurs mesures granulométriques de surface ont été réalisées selon la méthode de Wolman (échantillon global de près de 840 mesures) et ont permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- Un diamètre moyen D50 compris entre environ 44.5 mm et 82 mm sur le secteur d'étude ;
- Sur l'ensemble du secteur on observe une granulométrie assez uniforme (résultats rapport D60/D10 et forme de la courbe).

*Tableau 2 Synthèse des résultats de l'analyse granulométrique par la méthode Wolman*

Dm (mm)	Radier 1	Radier 2	Radier 3	Radier 4	Radier 5	Radier 6	Radier 7	Radier 8
10	38	42	55.2	44	22.7	23	30.7	24.9
30	62	59.3	75	60.1	47.1	40.8	42	35
50	73	70	82	71	62.5	49.5	51.5	44.5
90	96.4	99	116.4	93	98	75.1	93.3	63
D90/D30	1.55	1.67	1.55	1.55	2.08	1.84	2.22	1.80
Dmax	130	135	137	114	143	122	143	92

## Courbes granulométriques cumulatives du Doubs

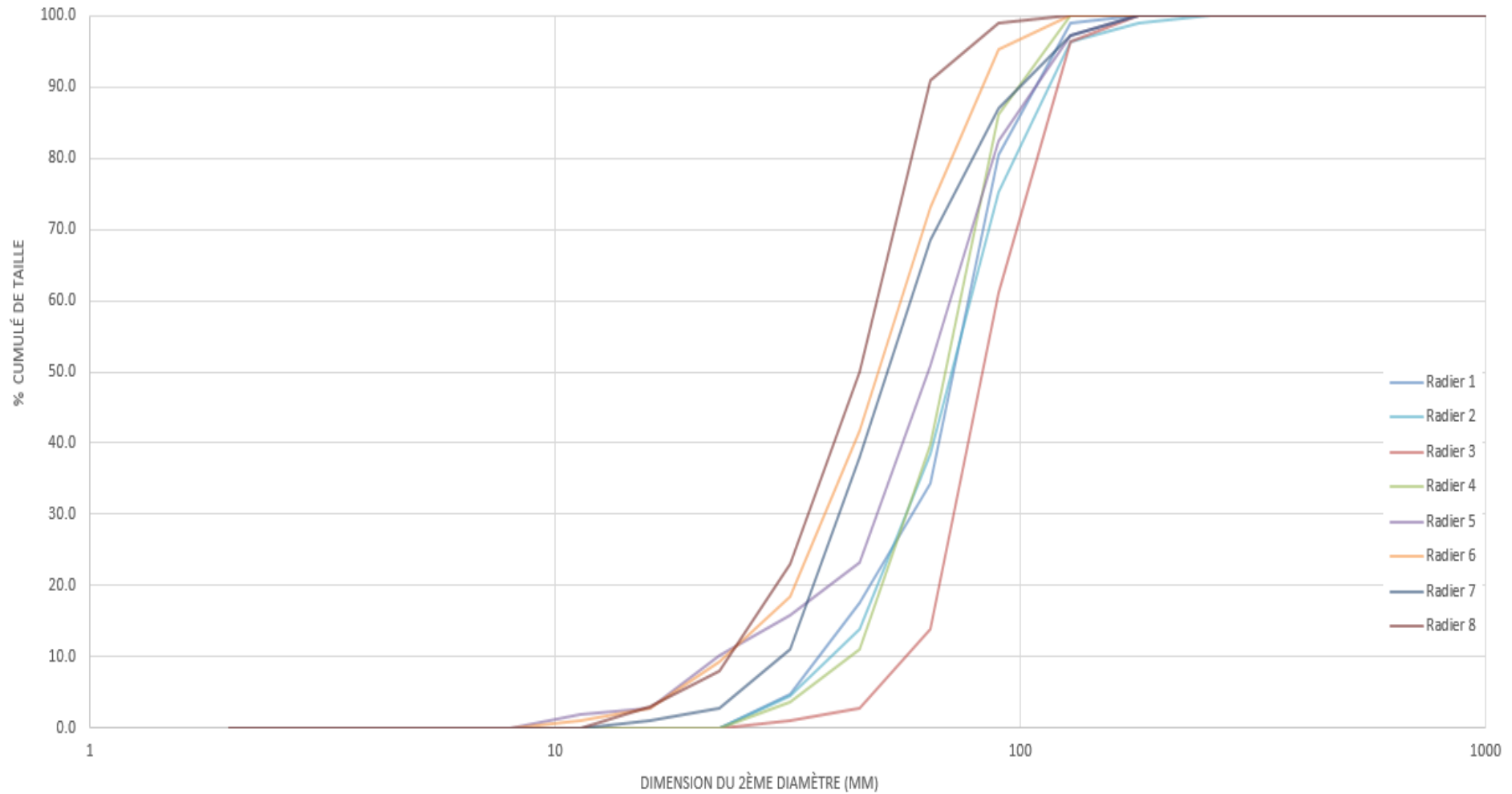


Figure 16 Synthèse des courbes granulométriques cumulatives sur les radiers

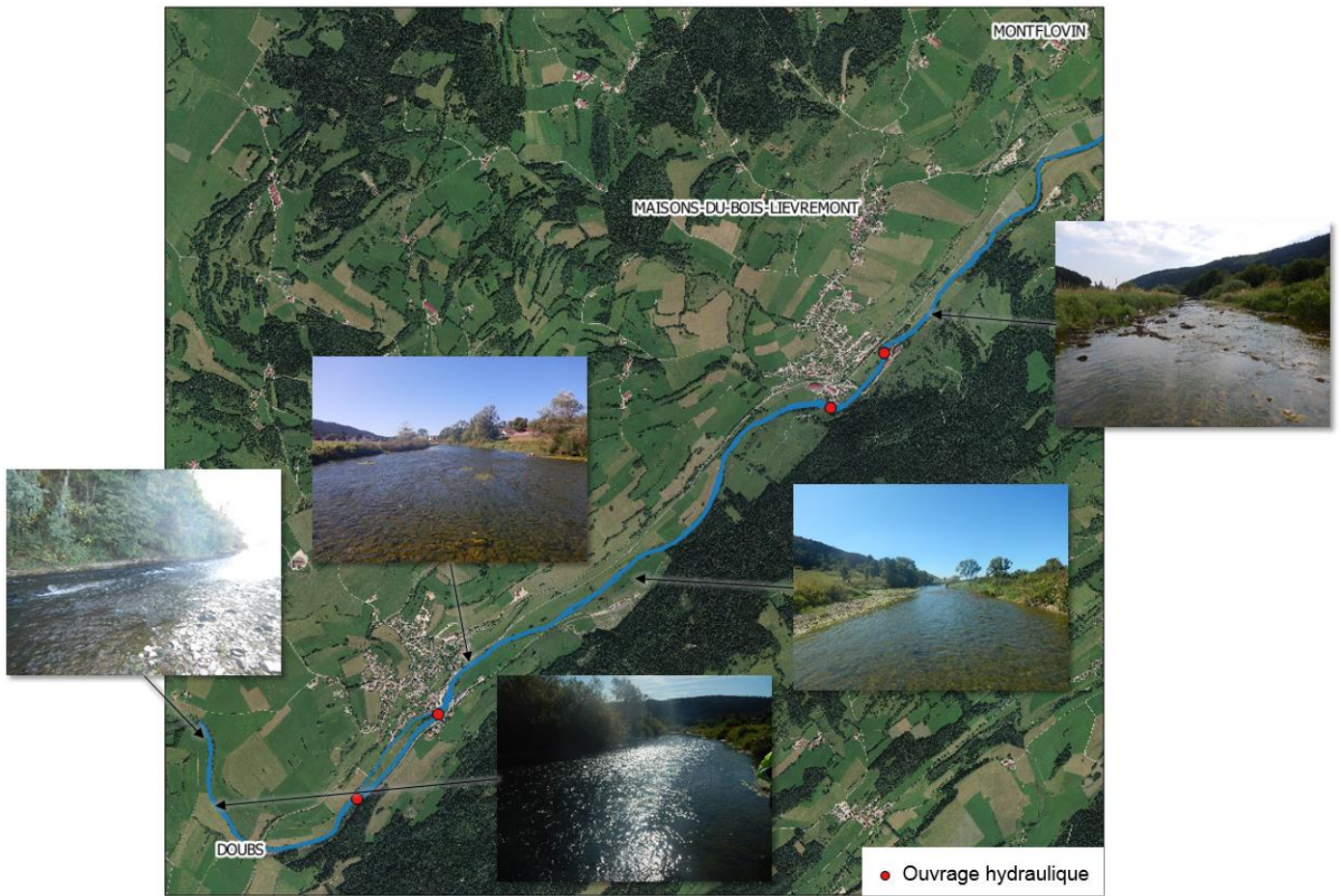


Figure 17 Localisation des granulométries (1/2)

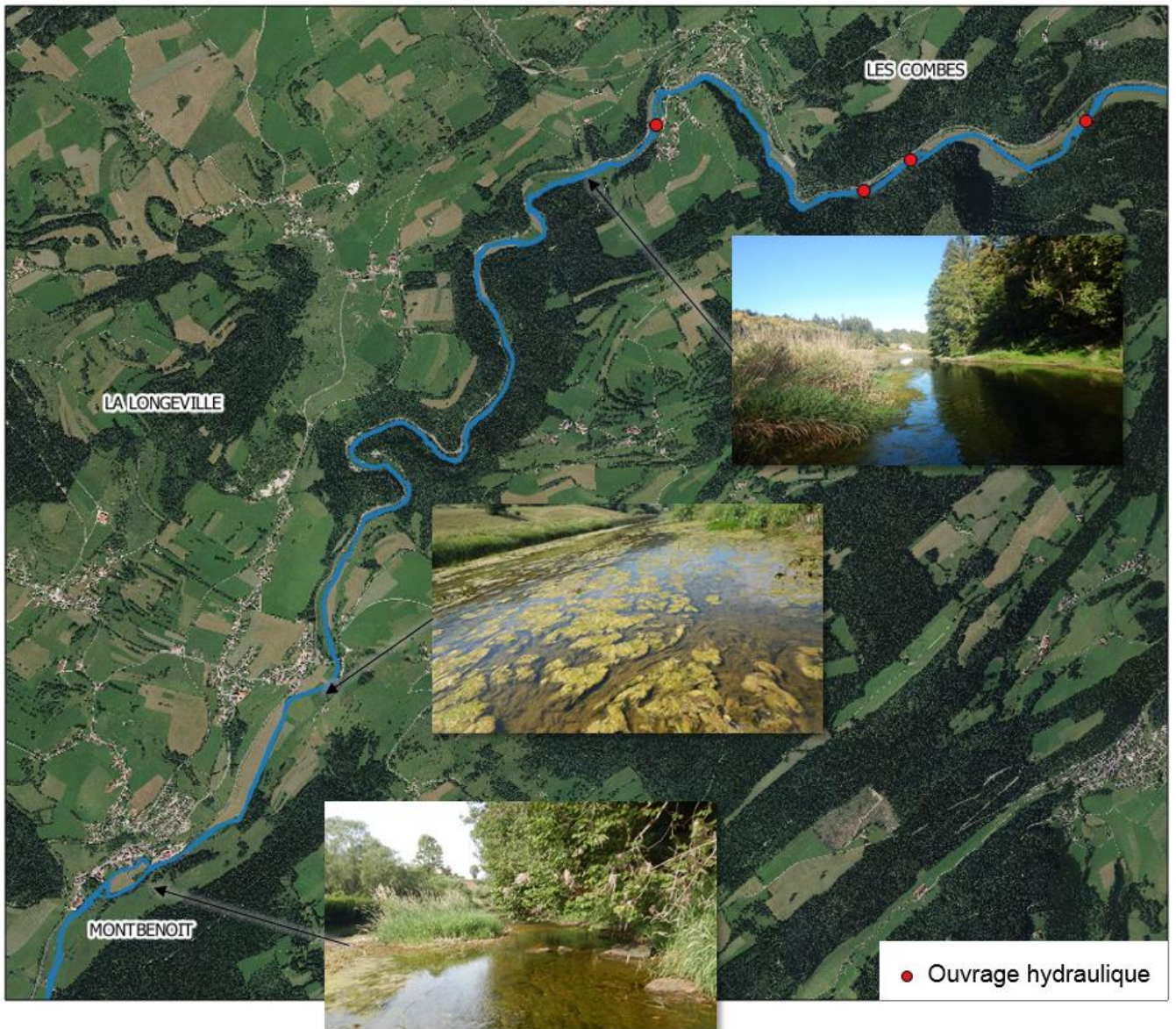


Figure 18 Localisation des granulométries (2/2)

Globalement on observe un diamètre de matériaux décroissant d'amont en aval. L'augmentation du  $d_{50}$  au droit du radier 3 situé en aval d'Arçon peut traduire un effet des ouvrages sur le transit sédimentaire. En effet l'augmentation du diamètre des matériaux en aval des ouvrages peut traduire le piégeage des sédiments dans les retenues.

Sur la base de ces résultats granulométriques, les capacités de transport de la rivière ont été estimées. En particulier, la mise en mouvement des matériaux lors de la crue de janvier 2018 a été analysée. Pour cela, le critère de Shields, paramètre permettant d'évaluer la capacité de mise en mouvement des sédiments a été calculé sur différent secteur du linéaire à l'étude. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 calcul du critère de Shields pour la crue de janvier 2018

Débit	Valeur Débit (m3/s)	Diamètre médian matériaux (d50 en m)	Pente moyenne de la ligne d'énergie (m/m)	Hauteur d'eau (m)	Critère de Shields	Mise en mouvement théorique des matériaux du fond	Profil en long
Crue janvier 2018	170	0.073	0.0029	3.39	0.082	Mobilisation possible	aval confluence Drugeon
Crue janvier 2018	170	0.070	0.0029	2.57	0.065	Mobilisation possible	amont Arçon
Crue janvier 2018	170	0.082	0.00149	2.53	0.028	NON - Pas de mobilisation	aval Arçon
Crue janvier 2018	170	0.071	0.00148	2.31	0.029	NON - Pas de mobilisation	amont Maisons du Bois
Crue janvier 2018	170	0.063	0.00209	2.56	0.052	Mobilisation possible	aval Maisons du Bois
Crue janvier 2018	170	0.050	0.00043	3.50	0.018	NON - Pas de mobilisation	Montbenoît
Crue janvier 2018	170	0.052	0.00137	2.81	0.045	Pas ou peu de mobilisation	Ville du Pont
Crue janvier 2018	170	0.045	0.00138	3.44	0.065	Mobilisation possible	amont Remonot

Si l'on compare les critères de Shields obtenue à 0.045 (Shields critique pour des matériaux uniformes) on s'aperçoit que des matériaux ont pu être mobilisés sur certains secteurs.

## 3.6. TENDANCE EVOLUTIVE

### 3.6.1. Profil en long

De façon générale, ne disposant que de peu d'élément de comparaison, seule la tendance d'incision du fond du lit du Doubs est constatée, par les observations de terrain. Cependant, dans le respect du fonctionnement hydraulique et morphodynamique actuel, et au vu du pavage actuel, cette tendance ne devrait logiquement pas s'aggraver.

Notons par ailleurs que ce phénomène d'incision est responsable du décapage des fonds et pourrait donc avoir un impact sur l'aggravation des pertes du secteur puisque ce décapage engendre la mise à nu de siphons.

### 3.6.2. Mobilité latérale

Nous avons pu constater que la mobilité latérale du lit du Doubs reste très limitée, voire même figée. En effet, le cours d'eau s'écoule dans un contexte de vallées encaissées ou de gorges, ce qui limite la mobilité latérale. Même après restauration de sa morphologie, il n'est pas attendu que la mobilité du Doubs sur ce secteur soit active.

### **3.7. SYNTHÈSE DES RESULTATS**

L'analyse des paramètres morphologiques de la rivière et les différentes observations de terrain ont permis de démontrer un enfoncement de la rivière ainsi qu'une légère sur-largeur au droit des traversées urbaine. La combinaison de ces deux dysfonctionnements tend donc à indiquer la disparition des milieux annexes et connectifs suite à l'enfoncement de la rivière et donc la simplification du fonctionnement morphologique de la rivière et l'homogénéisation des habitats.

## **4. COMPOSANTE PHYSIQUE ET HABITATIONNELLE**

La qualité physique et habitationnelle du Doubs a été déterminée sur la base de la méthode dite « des tronçons », telle que définie par le cabinet Téléos.

### **4.1. SECTORISATION**

Le découpage en tronçons morphologiquement homogènes est basé sur l'étude des cartes IGN et géologiques ainsi que sur l'analyse du profil en long pour repérer les ruptures de pentes, les dimensions et forme du lit, la sinuosité, les changements de substratum. Cette sectorisation a ensuite été affinée par une visite de site en période d'étiage.

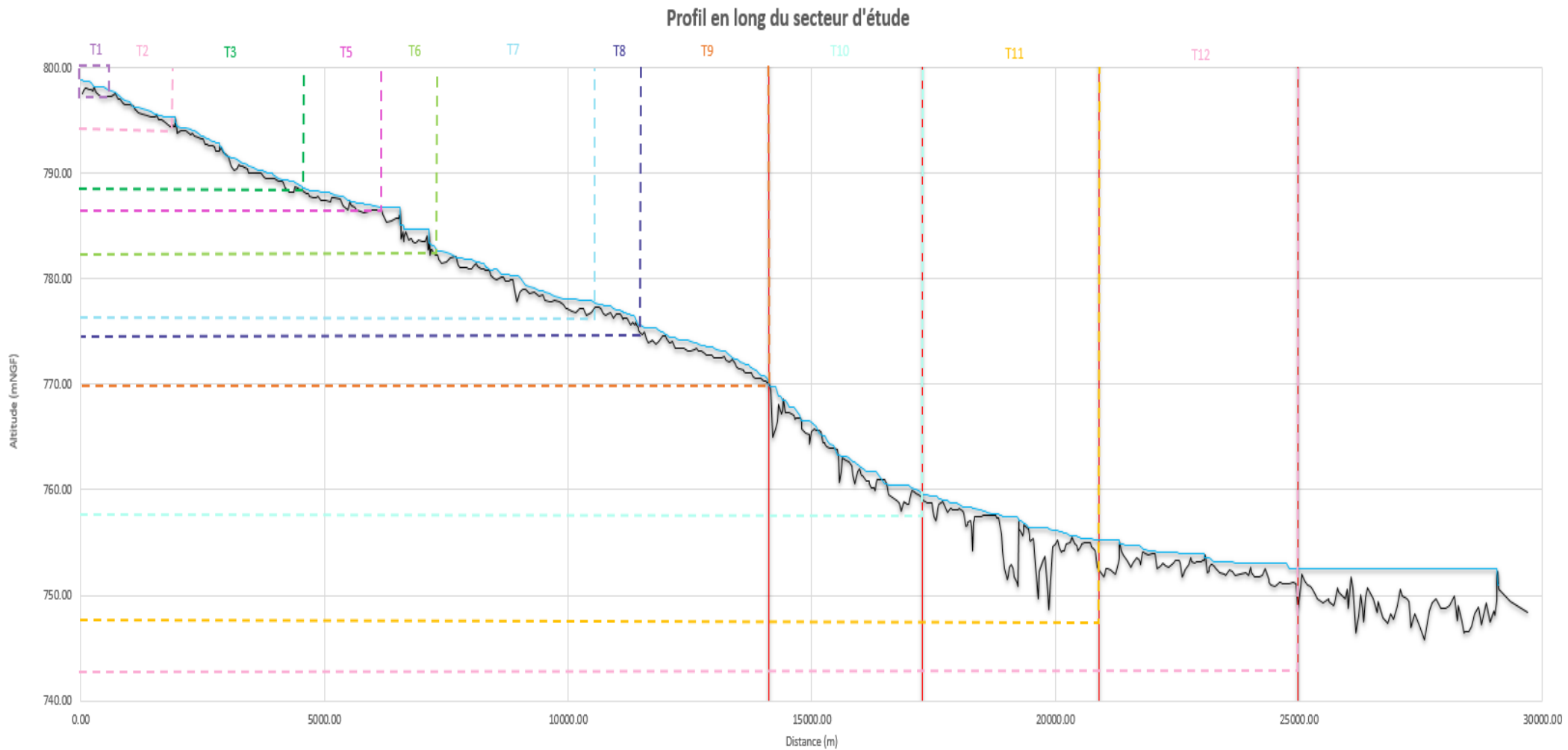


Figure 19 Sectorisation du linéaire à l'étude sur le profil en long

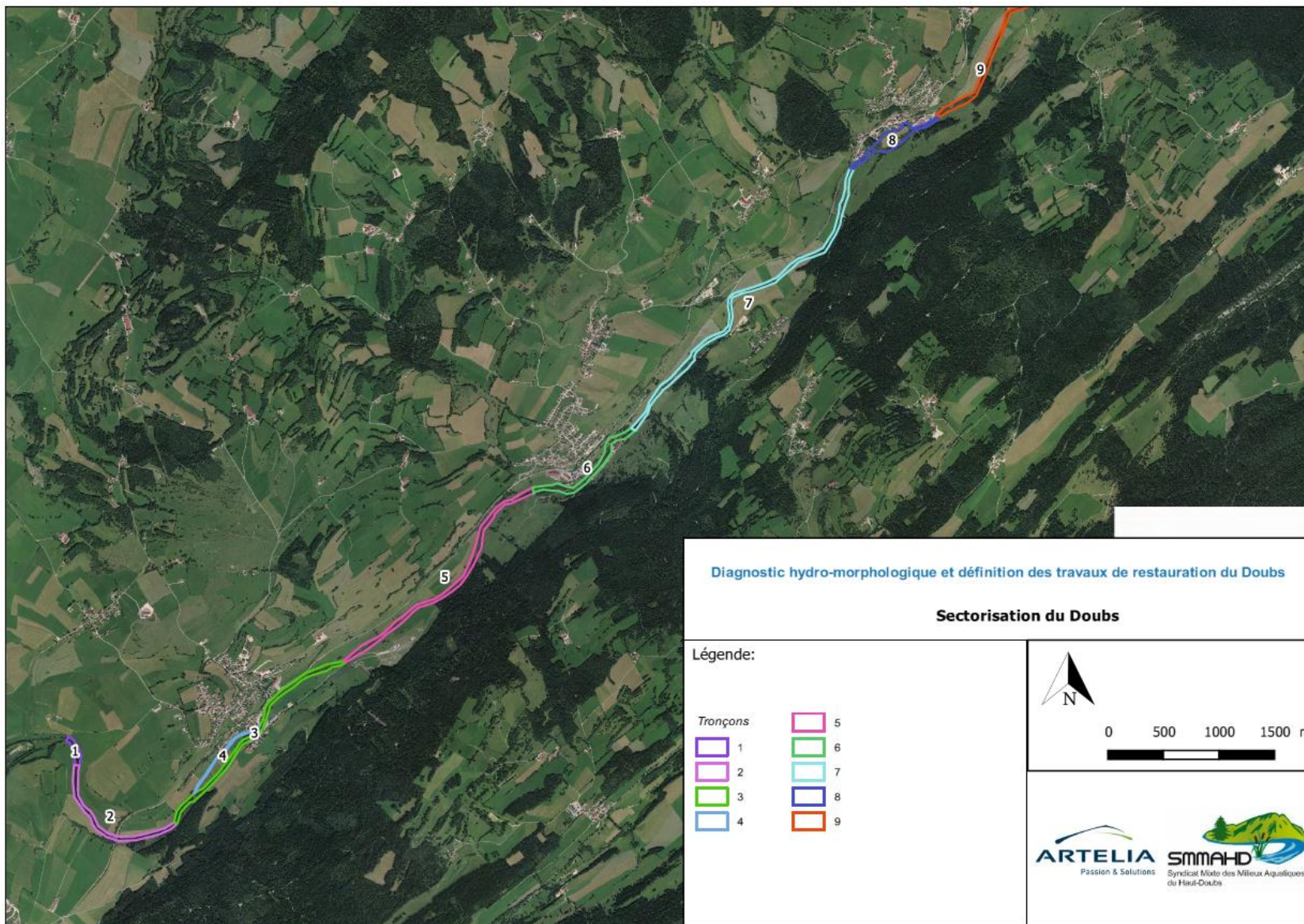


Figure 20 Localisation des différents tronçons (1/2)



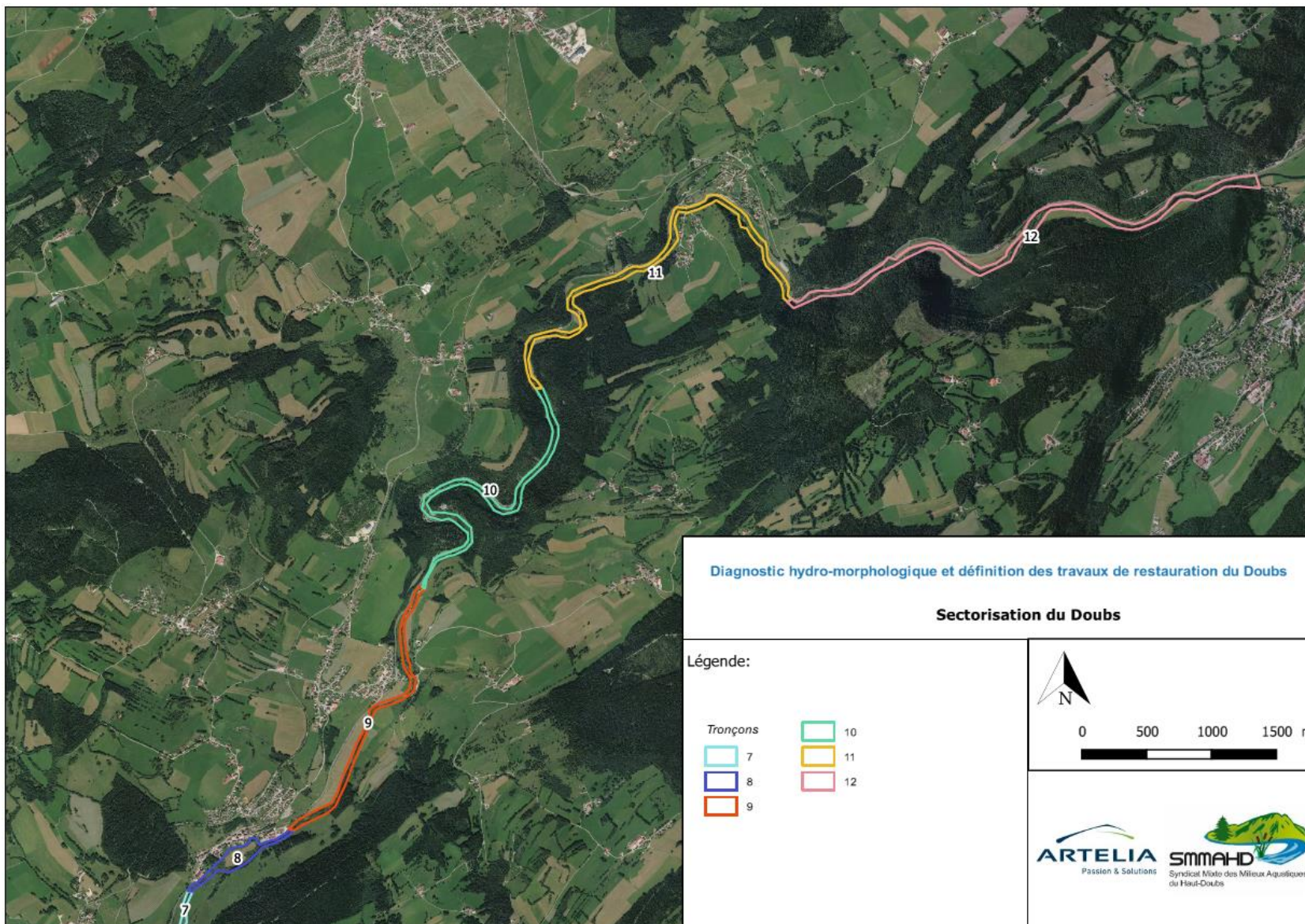


Figure 21 Localisation des différents tronçons (2/2)

## 4.2. RESULTATS

Le tableau et la carte ci-après récapitulent les scores et classes de la qualité physique et habitationnelle sur les tronçons du Doubs :

	Linéaire (m)	Hétérogénéité	Classe	Attractivité	Classe	Connectivité	Classe	Stabilité	Classe	Qualité physique	Classes
Tronçon 1	263	15	D	53	A	65	A	-19	érosion	4420	B
Tronçon 2	1387	23	D	53	A	69	A	-13	érosion	5244	B
Tronçon 3	2187	16	D	52	A	61	B	7	équilibre	3525,8	B
Tronçon 4	872	14	D	48	A	65	A	-11	érosion	4030	B
Tronçon 5	2518	38	C	50	A	82	A	-5	équilibre	6133,6	B
Tronçon 6											
Tronçon 7	3330	31	C	45	A	64	B	3	équilibre	4134,4	B
Tronçon 8	1055	40	B	26	C	74	A	-1	équilibre	4151,4	B
Tronçon 9	2391	48	B	28	C	61	B	-10	équilibre	3940,6	B
Tronçon 10											
Tronçon 11	3642	52	A	35	B	64	B	6	équilibre	6960	A
Tronçon 12	4180	45	B	42	B	61	B	-17	érosion	5307	B

Pour rappel, le tronçon 6 n'a pas été analysé puisqu'il est constitué de la succession de deux remous et ne présente aucune diversité de faciès. Le tronçon 10, situé à l'entrée du défilé, n'a lui aussi pas été analysé car difficilement accessible et présentant des zones dangereuses et profondes

.Globalement les tronçons étudiés sont classés en **bon** avec un secteur classé comme très bon.

Pour finir, bien que le bilan de la méthode paraisse positif, il reste cependant une certaine **marge d'action/ de manœuvre**. Par ailleurs, la méthode et plus particulièrement le score de connectivité ne met malheureusement pas en évidence les dysfonctionnements observés lors du diagnostic morphologique notamment l'incision que présente certains secteurs

Enfin, le paramètre le plus discriminant de la méthode est l'hétérogénéité. Cela est donc en cohérence avec l'analyse morphologique effectuée sur la rivière qui met en avant un déficit de systèmes latéraux en lien avec l'enfoncement de la rivière.

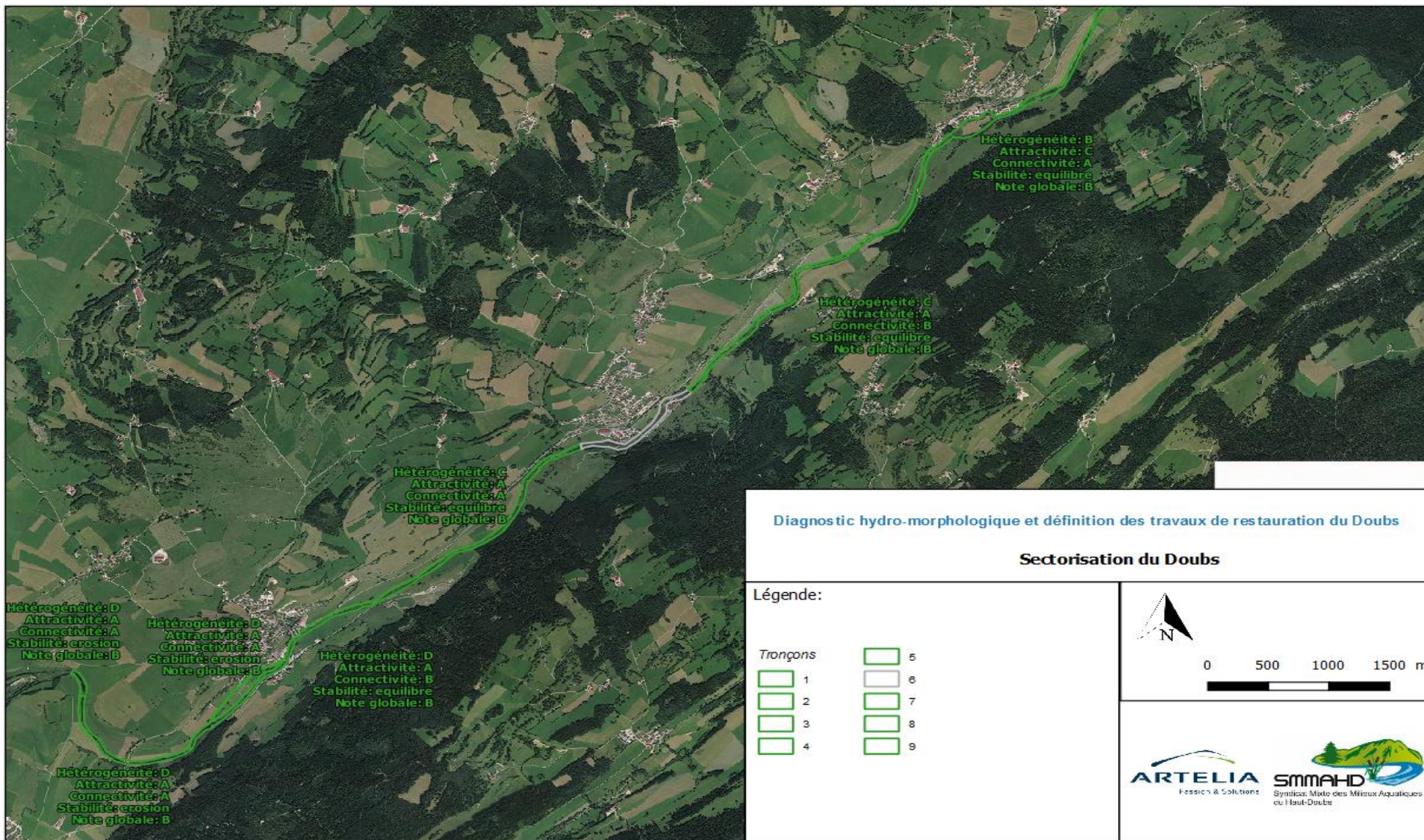


Figure 22 Notes des différents tronçons (1/2)

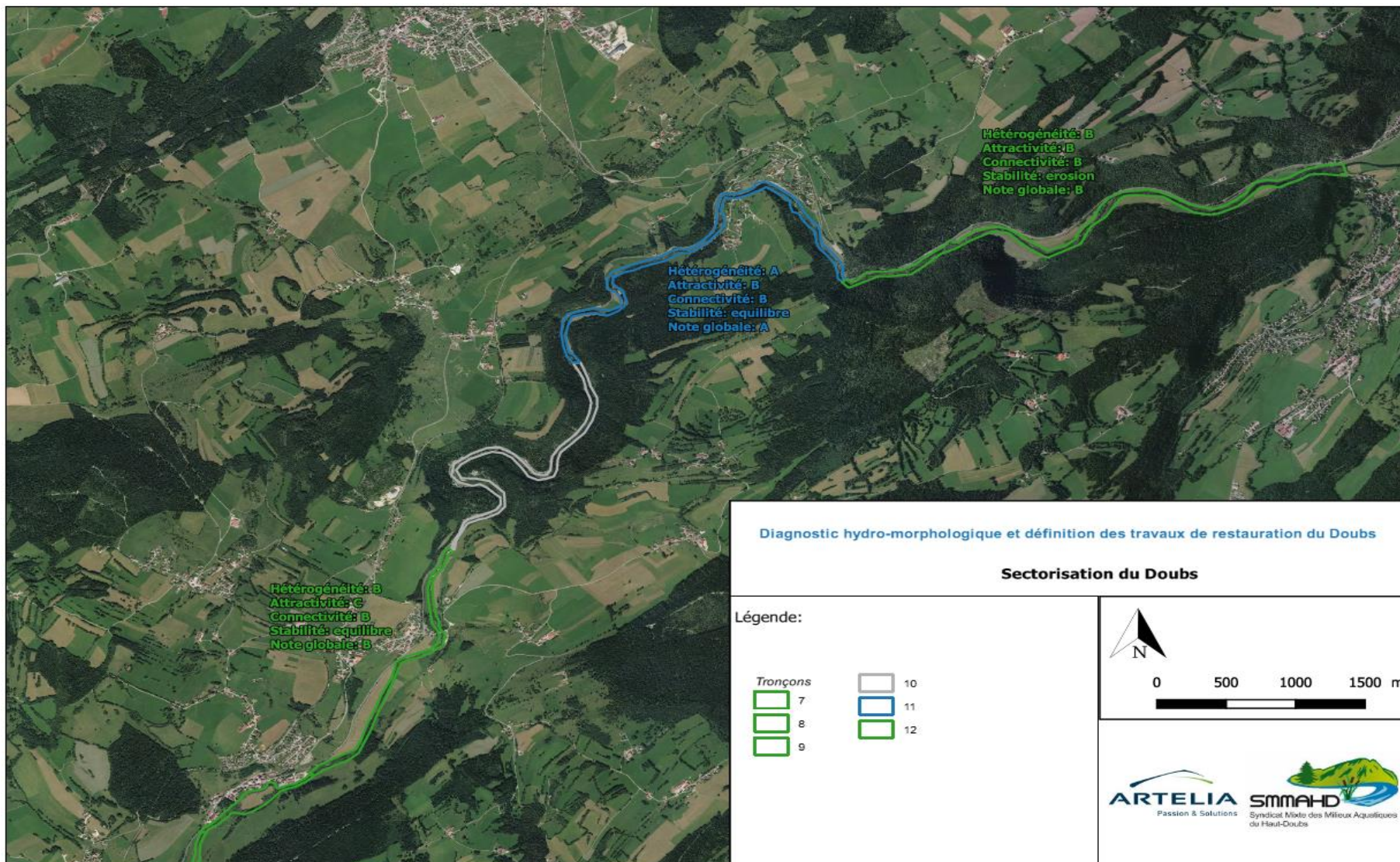


Figure 23 Notes des différents tronçons (2/2)

## 5. COMPOSANTE HYDRO-ÉCOLOGIQUE

Les perturbations morphologiques du Doubs énoncées plus haut vont avoir de **nombreuses incidences sur la faune et la flore inféodées au cours d'eau**. Couplées à d'autres facteurs de pression (notamment : polluants chimiques et organiques, agriculture, ...), ces perturbations vont avoir des incidences sur :

- Les habitats : disparition d'habitats, perte de diversité et de qualité ;
- La flore aquatique et riveraine : disparition des peuplements : défrichement, ...
- La faune aquatique et riveraine : glissement typologique des peuplements, perte de diversité, déclin des populations, ...

Cette partie s'attache à décrire les caractéristiques écologiques du Doubs sur la base d'éléments de bibliographie et du diagnostic de terrain.

### 5.1. QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

La qualité physico-chimique de la rivière est impactée par plusieurs éléments :

- Un excès d'ammonium, de chlorures et de matière organique dans le biotope. Ces apports causés par :
  - La traversée de l'agglomération de Pontarlier ;
  - L'importante activité agricole visant à la production laitière ;
- La présence d'un nombre significatif d'éléments métalliques ;
- La présence de la STEP de Pontarlier qui participe à l'excès d'ammonium de par la faible dilution de ses effluents ;
- Le débordement fréquent des postes de refoulement du secteur.

### 5.2. QUALITE HYDROBIOLOGIQUE

Les perturbations des milieux évoquées au sein de ce diagnostic ont des conséquences directes sur la vie aquatique, qui reste le principal indicateur de l'état écologique du cours d'eau.

L'analyse récente des populations de macro-invertébrés tend à démontrer une diminution des espèces polluo-sensibles et une dominance d'espèce saprobiontes. En comparaison aux analyses datant d'une quarantaine d'année, de nombreux taxons sensibles ont aujourd'hui disparus. Cela se traduit par des notes IBGN et Cb2 loin de la valeur de référence de 20/20, qui était habituellement retrouvée sur ce type de biotope.

Concernant la faune piscicole, sur l'ensemble des pêches, le peuplement de la rivière apparaît bien loin du peuplement théorique observé généralement sur ce type de cours d'eau. Le groupe des cyprinidés rhéophiles est majoritairement représenté par le chevesne, espèce très peu sensible.

Globalement, on observe une amélioration des populations rencontrées en allant vers l'aval. Ceci s'explique par une amélioration de la thermie. En effet, le secteur amont est impacté par l'absence de ripisylve et les nombreuses zones

soumises à l'influence des barrages. A l'aval, le secteur est plus ombragé dès l'enfoncement dans les gorges et quelques petits affluents froids viennent alimenter le cours d'eau.

Concernant la truite, l'espèce est rencontrée en très faible proportion sur le linéaire. Ce faible taux s'explique par la thermie excessive du tronçon. De même, malgré la localisation du tronçon en zone à Ombre, aucun ombre n'a été recensé sur les différentes stations du secteur. En effet, l'ombre est un poisson appréciant les eaux fraîches et riches en oxygène.

Les pêches électriques réalisées témoignent donc d'un peuplement ichthyologique mauvais voir précaire à mettre en lien avec la qualité des eaux, la thermie et la sévérité des étiages du secteur entraînant une mortalité piscicole importante due au réchauffement des eaux

### 5.3. MILIEU RIVULAIRE ET VEGETATION DU LIT

La végétation des berges et du lit 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, ...)
- 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 prégnant 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, ...)

Sur ce paramètre, trois points principaux se dégagent :

- La ripisylve arborescente est en déficit, principalement sur la moitié amont du secteur, induisant peu de zones ombragées ;
- 4 espèces invasives ont été inventoriées sur le secteur :
  - La Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) ;
  - La Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*) ;
  - La Berce du Caucase (*Heracleum mantegazzanum*) ;
  - Le Cotonéaster horizontal (*Cotoneaster horizontalis*) ;

Les secteurs les plus impactés sont principalement situés au niveau des traversées urbaines. La partie aval de Montbenoit est particulièrement touchée en lien avec un dépôt de matériaux contaminés à proximité du lit de la rivière ;

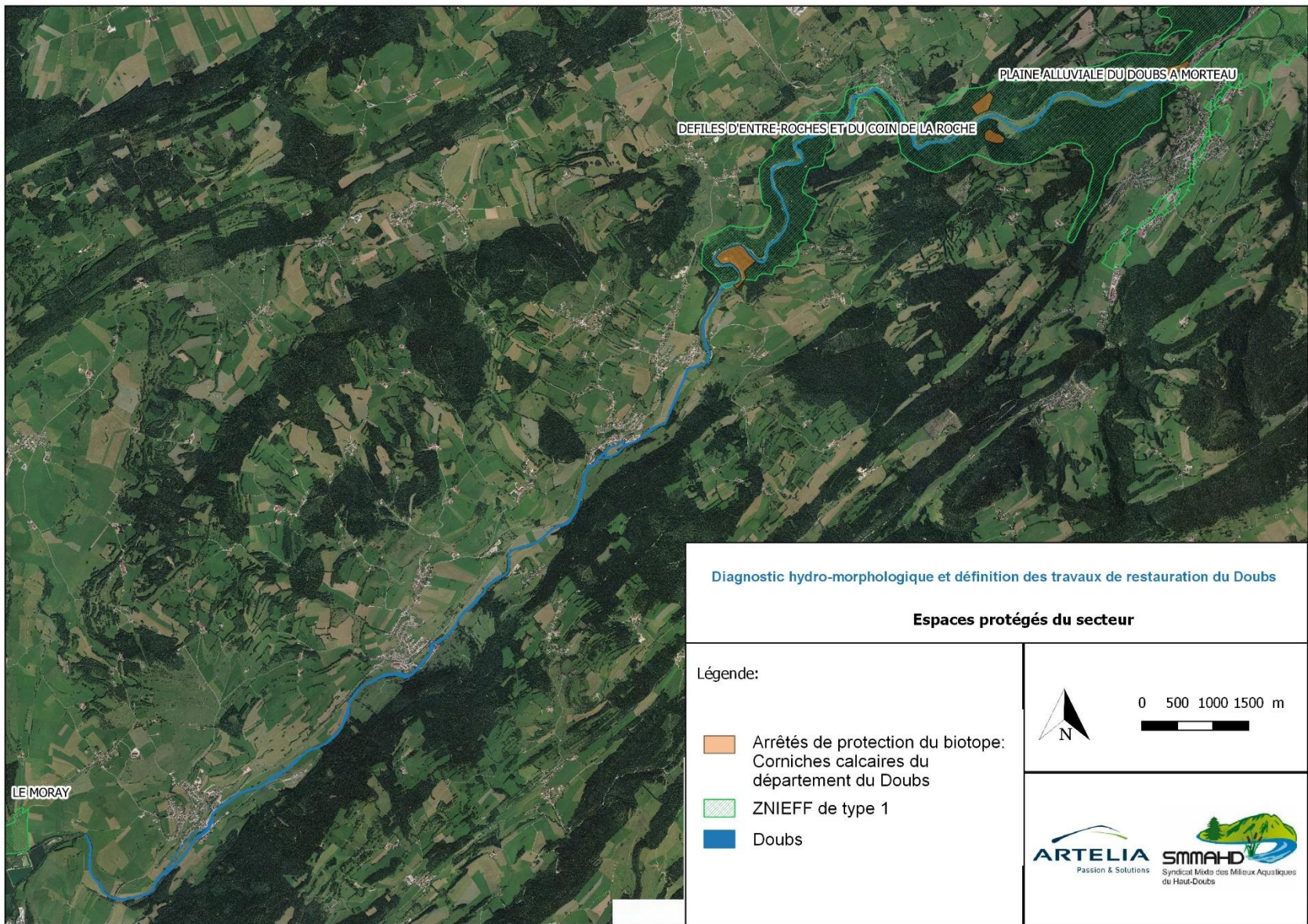
- Une importante prolifération algale sur le secteur en période d'étiage provoqué par différents facteurs :
  - Des vitesses de courant et lames d'eau faibles ;
  - L'absence d'ombrage ;
  - Le contexte agricole.

## 5.4. ESPACES NATURELS PATRIMONIAUX

### 5.4.1. Secteur protégé ou écologiquement intéressant

Les seules zones protégées ou écologiquement intéressantes présentes aux alentours du secteur d'étude sont les suivantes :

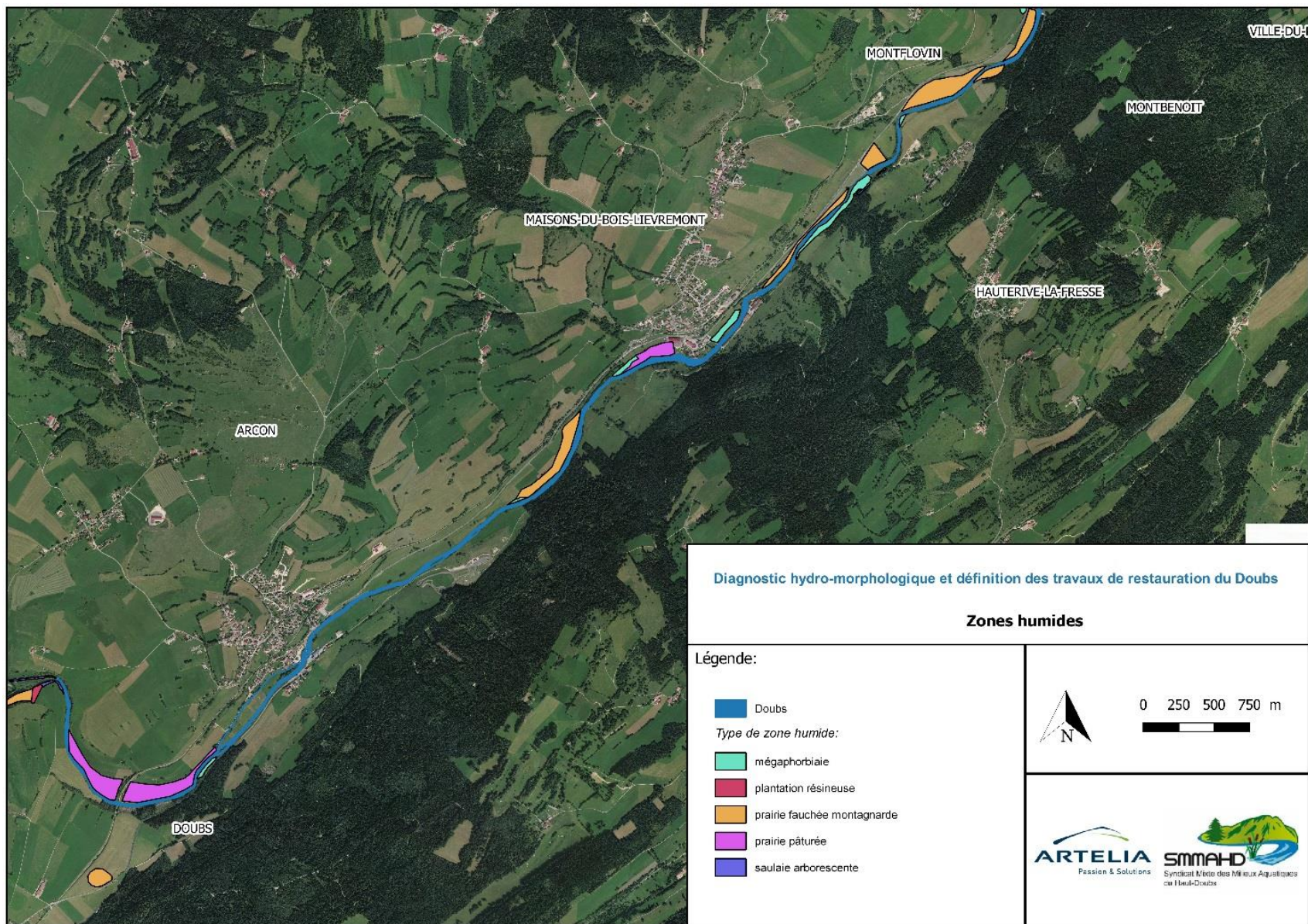
- Le Moray (430020470), ZNIEFF de type I située en amont de la confluence avec le Drugeon ;
- Les défilés d'Entre-Roches et du coin de la Roche (430007824), ZNIEFF de type I débutant à l'amont du défilé ;
- La plaine alluviale du Doubs à Morteau (430007823), ZNIEFF de type I à l'aval du secteur d'étude ;
- Les corniches calcaires du département du Doubs (FR3800749), arrêté de protection du biotope avec quelques zones protégées au sein des gorges.

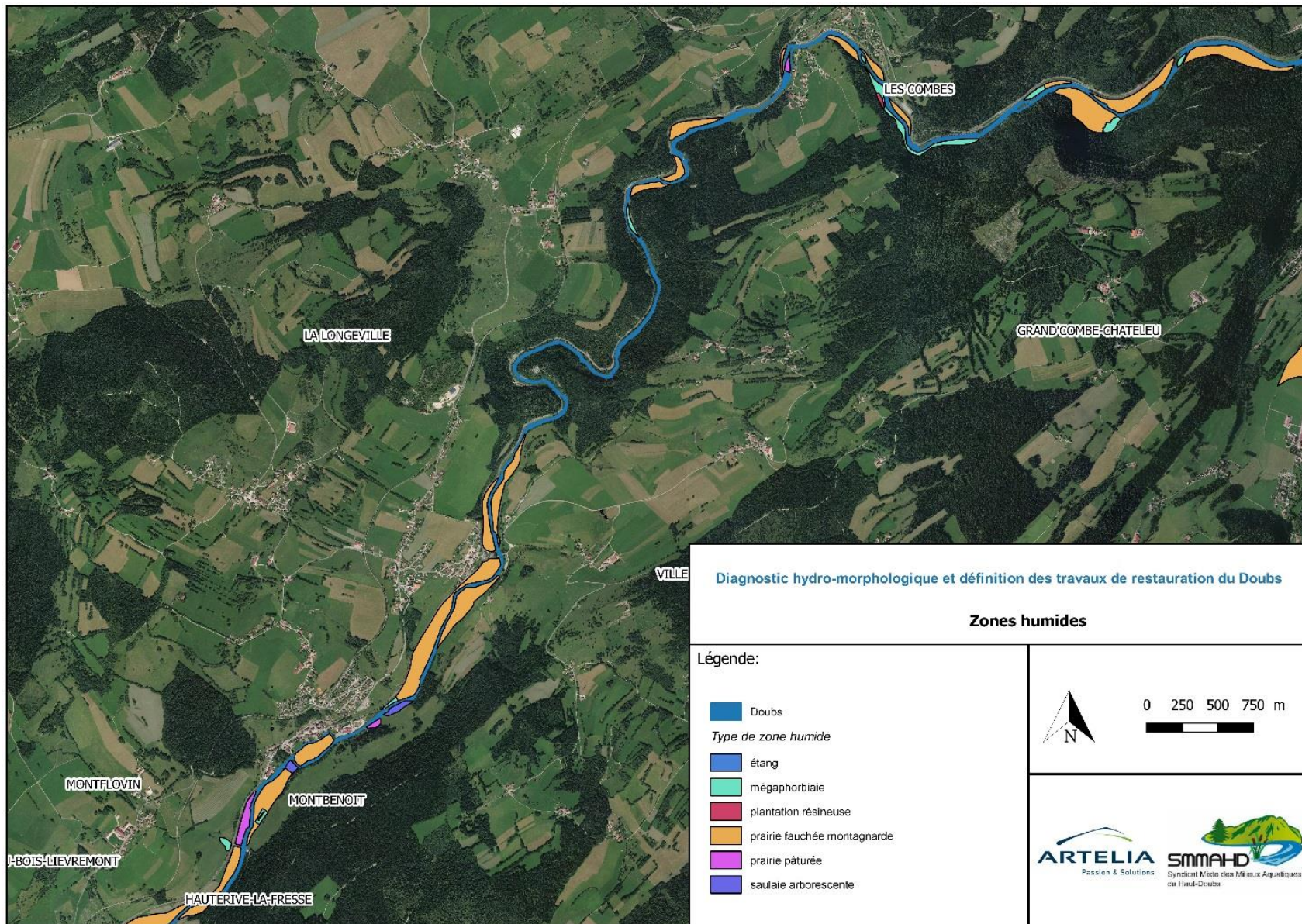


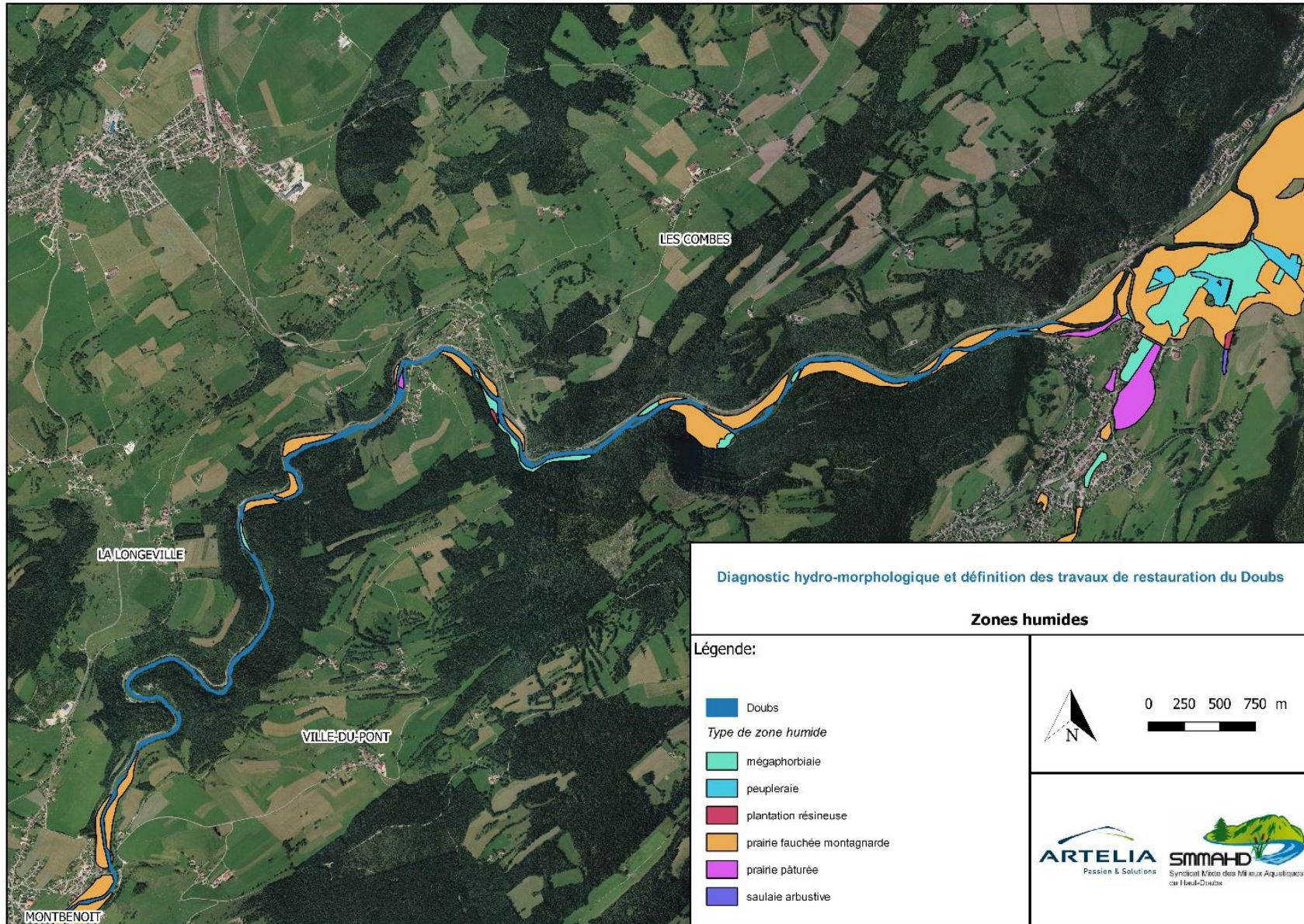


#### 5.4.2. Zones humides

Le linéaire à l'étude est bordé par différents milieux humides inféodés au cours d'eau. Ceux-ci sont cartographiés ci-dessous.







Notons par ailleurs que différents drains ont été identifiés sur le secteur d'étude. Le secteur en amont de Ville-du-Pont présente en effet une densité importante de fossés. Ce secteur est considéré comme une prairie fauchée montagnarde et constitue donc une zone humide.



Figure 24: Drains localisés en amont de Ville-du-Pont

Ces drains induisent donc une altération des zones humides en place. En effet, ils provoquent un abaissement du plafond de la nappe superficielle et une exportation hors du site de l'eau excédentaire. Si les zones humides limitent les effets des inondations, elles ont aussi un rôle primordial en période de sécheresse. Sur le secteur à l'étude, tenant compte de la sévérité des étiages leur bon état est donc déterminant. Ces zones jouent en effet un rôle d'éponge : en cas de pluies elles stockent les eaux et les libèrent en période de sécheresse.

Egalement, en secteur agricole, ce qui est ici pleinement le cas, le réseau de drainage évacue directement dans la rivière des quantités importantes de nitrates et de phosphates altérant ainsi la qualité des eaux.

Enfin, une étude portée par le SMHDHL devrait être lancée en 2020 portant sur les zones humides du secteur.

## 6. ANALYSE DES PERTES DU SECTEUR

Le secteur du Doubs à l'étude situé entre Pontarlier et la sortie du défilé d'Entreroche est marqué par des zones de pertes importantes, conduisant à des assèchs fréquents de la rivière pendant des périodes et sur des linéaires plus ou moins importants. Depuis plus d'un siècle, ce secteur a fait l'objet de nombreuses études, et la somme des données acquises est considérable, même si certains points restent à préciser.

L'objet de cette partie est de faire un résumé des principaux éléments disponibles, en mettant en évidence ceux qui ont le plus d'importance dans la problématique de la restauration hydro-morphologique de la rivière et qui peuvent influencer sur les travaux à réaliser ou la manière de les réaliser.

## 6.1. LOCALISATION DES PERTES

Les pertes peuvent être soit ponctuelles (infiltration d'eau dans une fissure ou un trou, avec éventuellement formation d'un vortex), soit diffuses (infiltration à travers des dépôts de sable et gravier reposant sur des calcaires fissurés).

La plupart des pertes se situe entre le pont des Oyes à l'amont d'Arçon et l'entrée du défilé d'Entre Roches, et même plus précisément entre Arçon et Maison-du-Bois, sur un tronçon de 5 km. Mais des pertes sont déjà identifiées dès l'aval du lac de St Point et également dans le lit du Drugeon. Le tronçon affecté par les pertes correspond aux zones d'affleurement des calcaires du Jurassique supérieur.

### 6.1.1. Pertes ponctuelles

Les pertes ponctuelles peuvent être repérées visuellement lors de prospections à pied, à des périodes judicieusement choisies. Il faut en effet que le Doubs soit suffisamment bas pour que les pertes soient accessibles et visibles, mais suffisamment haut pour que la perte soit encore active. Il est en effet assez difficile de localiser une perte qui est asséchée. De ce fait, selon la longueur et l'intensité de l'assec, les pertes identifiées peuvent être différentes, sans que cela signifie forcément qu'il y ait eu apparition ou colmatage de certaines d'entre elles.

Du fait de l'utilisation intense de l'énergie hydraulique au XIXe et début du XXe siècle, ces pertes ponctuelles ont fait l'objet de campagnes de rebouchage intenses, provoquant parfois des conflits entre usiniers du Doubs et usiniers de la Loue. Ainsi, un texte de 1906 évoque « une faille à 200 m en amont d'Arçon, longue de 3 m, profonde de 1 m, large de 20 à 50 cm, rebouchée rapidement après sa découverte ».

Une prospection à pied a été réalisée par le Syndicat Mixte Haut-Doubs Haute Loue et la société de pêche locale en 2018. Elle a permis de localiser plus de 30 pertes, dont deux n'étaient pas connues antérieurement. La totalité de ces pertes est localisée entre le pont des Oyes à l'amont d'Arçon et Maison-du-Bois (mais cela est peut être dû à la longueur prospectée).

La carte géologique au 1/50 000 du BRGM, éditée en 1969, identifie 8 pertes, toutes localisées dans le même tronçon que ci-dessus, mais ce document ne peut être considéré comme exhaustif vis à vis de l'inventaire des pertes. Une des pertes de la carte géologique semble ne pas avoir été observée en 2018, mais il peut s'agir de problème d'implantation.

Différentes méthodes ont été mises en œuvre pour essayer de localiser les zones de perte de manière plus précise.

Une auscultation du lit du Doubs par la méthode du géoradar a été réalisée en 1993 entre Arçon et Ville-du-Pont. De très nombreuses anomalies sont relevées (près de 170, dont environ 45 jugées importantes), mais en l'absence de contrôle ultérieur, il n'est pas possible d'affirmer que ces anomalies correspondent forcément à des pertes.

Une autre campagne de prospection géophysique a été réalisée en 1994 par des méthodes électriques (électromagnétisme, polarisation spontanée) et gravimétriques. Un inventaire des pertes réalisé à cette époque montre l'existence de pertes non observées en 2018, notamment à l'amont immédiat d'Arçon. Cet inventaire s'étend à l'aval de Maison-du-Bois, jusqu'à l'entrée du défilé d'Entre Roches. Sur ce tronçon, 7 secteurs de pertes sont indiqués.

Les différentes pertes mentionnées sont localisées dans la carte ci-après :



Il semble y avoir une certaine corrélation entre les zones de perte et les zones où les profils électromagnétiques indiquent des résistivités plus fortes (absence de recouvrement sur les calcaires), ce qui est logique. Les profils de polarisation spontanée montrent quelques anomalies interprétées comme correspondant à des courants d'électrofiltration. La corrélation de ces mesures avec les pertes identifiées ne paraît pas évidente. Les mesures de microgravimétrie n'ont concerné que 3 secteurs test. Dans 2 cas, il semble y avoir une corrélation entre zone de perte et anomalie. Dans le troisième cas, cela est moins net. Suite à ces campagnes de reconnaissance géophysiques, 12 forages mécanique ont été réalisés (3 de 25 m de profondeur, dont 2 équipés de piézomètres, et 9 de 10 m de profondeur). Sur ces 12 forages réalisés sur des anomalies géophysiques, seul 1 a rencontré une cavité.

### 6.1.2. Pertes diffuses

Les pertes diffuses ne peuvent être identifiées que par comparaison du débit de la rivière à une date donnée sur plusieurs sections successives, en régime stabilisé (« jaugeages différentiels »). La localisation des pertes est donc comprise entre deux sections de mesures mettant en évidence une baisse de débit.

Une campagne de jaugeages différentiels a été réalisée par la DREAL le 07/08/2018 sur 16 points répartis entre Oye et Pallet et Maison-du-Bois. Le débit total des pertes était de 1,5 m<sup>3</sup>/s. La majeure partie des pertes est observée au niveau d'Arçon. Des campagnes réalisées en 1979, 1989 et 1994 avaient donné des résultats similaires, avec des pertes localisées essentiellement entre Arçon et Maison-du-Bois. Seule 1 des 5 campagnes avait mis en évidence des pertes significatives entre Maison-du-Bois et Ville-du-Pont.

## 6.2. DEBITS

La mesure directe du débit des pertes n'est pas possible. Sur les pertes ponctuelles, les conditions d'écoulement ne permettent pas de réaliser de mesures de manière simple. Par ailleurs, il est difficile d'évaluer la part du débit correspondant à des pertes ponctuelles connues et celle correspondant à des pertes ponctuelles non connues ou à des pertes diffuses.

L'évaluation du débit des pertes ne peut se faire que de manière indirecte en comparant le débit du Doubs en 2 points, soit sur les enregistrements des stations de mesure en continu existantes, soit en réalisant des jaugeages différentiels. Compte tenu des incertitudes de mesure, il n'est possible d'avoir une évaluation précise du débit des pertes qu'en basses eaux, lorsque le débit de la rivière est du même ordre de grandeur que celui des pertes.

Si l'on observe les lames d'eau écoulées aux différentes stations hydrométriques du secteur, on note les valeurs suivantes :

- Le Doubs à la Cluse-et-Mijoux : 750 mm ;
- Le Doubs à Doubs : 650 mm ;
- Le Doubs à Ville-du-Pont : 630 mm ;
- Le Drugeon à Vuillecin : 520 mm.

La diminution de la lame d'eau écoulée sur le Doubs dès Doubs et la faible valeur sur le Drugeon à Vuillecin confirment bien l'existence de pertes à l'amont de ces deux stations. A Ville-du-Pont, la superficie du bassin versant est de 576 km<sup>2</sup>. Le déficit d'écoulement de 120 mm correspond à un débit de perte de 2,2 m<sup>3</sup>/s en moyenne annuelle.

Si l'on s'intéresse aux débits mensuels d'étiage (QMNA, QMNA2, QMNA5) entre la confluence du Doubs et du Drugeon d'une part et Ville-du-Pont d'autre part, on note des pertes de 1,1 à 1,3 m<sup>3</sup>/s. Le débit des pertes mesuré par la DREAL



en août 2018 était de 1,5 m<sup>3</sup>/s. Les campagnes de jaugeages différentiels de 1979, 1989 et 1994 indiquent des débits de perte compris entre 0,5 et 2 m<sup>3</sup>/s, augmentant quand le débit du Doubs augmente.

Une modélisation des débits a été réalisée par le BRGM en comparant les hydrogrammes amont et aval et en utilisant l'équation de la diffusivité. D'après ces calculs, le débit des pertes pourrait atteindre 10 m<sup>3</sup>/s au maximum. Les pertes du Doubs représenteraient 40 % du débit de la Loue à Mouthier-Haute-Pierre, et les 2/3 du débit de la vasque de la source de la Loue. En étiage, la totalité du débit de ce point serait contrôlé par les pertes du Doubs.

Dans l'étude des volumes prélevables, le débit des pertes est estimé entre 3 et 5 m<sup>3</sup>/s en moyenne. Ce débit est maximum en période de moyennes eaux. En basses eaux, le débit disponible et l'assèchement de certaines pertes réduit le débit de fuite.

En hautes eaux, il semble que le karst se mette en charge et que les pertes n'absorbent plus, voire deviennent émissives (inversac). En effet, dans certaines situations, les mesures de débit mettent en évidence de gros apports entre Arçon et Ville-du-Pont, alors qu'il n'y a aucun affluent et que le bassin versant intermédiaire est peu développé. Par ailleurs, un piézomètre mis en place à côté de la perte du Gros Foyard en 1993 par la DIREN et suivi de décembre 1993 à avril 1996 a montré un niveau du karst habituellement plus bas d'au moins une dizaine de mètres par rapport au Doubs, mais remontant jusqu'au niveau de la rivière en période de crue. Des mesures de température de l'eau à l'entrée de 2 pertes ponctuelles sont en cours pour vérifier ce point.

Une tentative de corrélation entre débit à l'amont (somme des débits du Doubs à Doubs et du Dugeon à Vuillecin) et débit des pertes a été réalisée en retenant une valeur annuelle. Pour chaque année, la valeur retenue est le VCN 10 à l'amont et le débit de perte calculée à la date correspondant au VCN10. Les données utilisées sont celles de la période 1989 – 2019. Des manques de données ne permettent pas de faire les calculs pour les années 2013 et 2014. Cinq valeurs aberrantes ont été éliminées (pertes négatives alors que l'on est en situation d'étiage : années 2001, 2002, 2005, 2012 et 2015). Le graphique correspondant est reproduit ci-après. La ligne pointillée noire matérialise la diagonale du graphique, correspondant à un débit de perte égal au débit amont. Aucun point ne peut se situer au-dessus de cette ligne. Les points situés sur la ligne (1990, 1991, 1992) correspondent à un assèchement total du Doubs à Ville-du-Pont. La forte dispersion des points et l'existence de valeurs aberrantes illustre la difficulté d'établir une telle relation, qui provient des incertitudes instrumentales inhérentes à toute mesure de débit en rivière. On note cependant pour la gamme de débit observée une relation croissante entre débit amont et débit des pertes, et ce jusqu'à un débit d'au moins 1,5 m<sup>3</sup>/s. On ne note pas de répartition chronologique organisée entre les points situés au-dessus de la droite de régression (semblant indiquer un débit de perte plus fort) et ceux qui sont situés en dessous. Les points sont situés au-dessus de la moyenne de 1989 à 1992, puis passent en dessous en 1994, 1996, 1997, 1998, 2003 et 2004. 2006 et 2007 repassent au-dessus de la courbe. 2016 est en dessous, et 2017 au-dessus. 2018 se distingue surtout par la faiblesse du débit amont, qui est exceptionnelle. 2019 reste dans la fourchette haute.

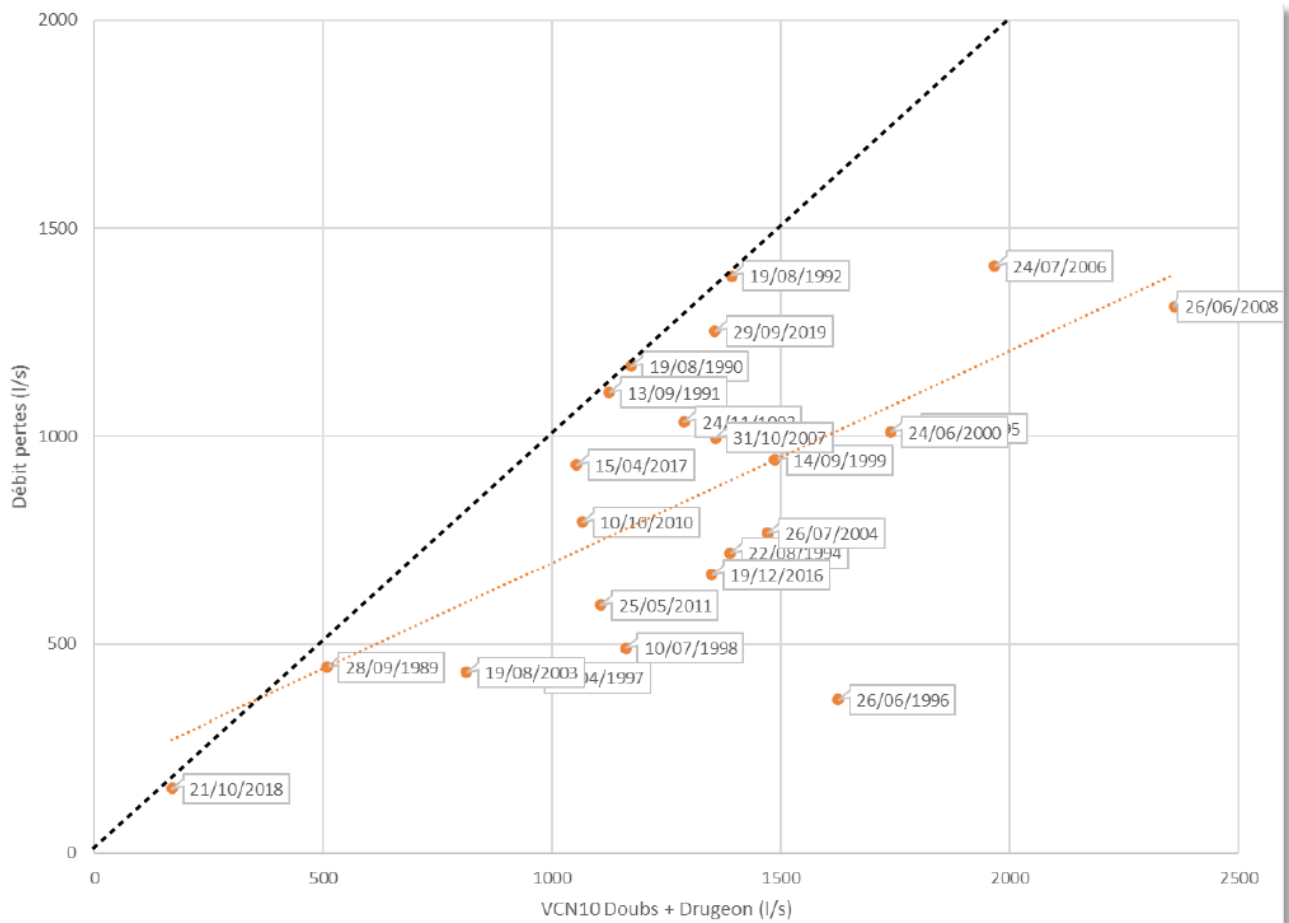


Figure 25 Corrélation entre débit amont et débit des pertes

Le principal enseignement de ce graphique est qu'il n'y a pas, à l'échelle des 30 dernières années, d'évolution sur le long terme du débit des pertes. Par exemple, on note des années 1992 et 2019 tout à fait comparables. C'est également le cas entre 1994 et 2016.

### 6.3. EVOLUTION DANS LE TEMPS

#### 6.3.1. Evolutions passées

Le phénomène des assècs du Doubs est ancien : Un assèc total a par exemple été observé en 1906.

Dans le passé, le colmatage des pertes par les usiniers du Doubs contribuait à maintenir un équilibre artificiel entre les deux cours d'eau. L'abandon de ces pratiques peut avoir un rôle dans une éventuelle augmentation du débit des pertes, sans que celui-ci ne puisse réellement être évalué, faute de mesures de débit de référence datant de cette époque.

#### 6.3.2. Evolutions prévisibles

Les phénomènes de dissolution sont actifs en permanence, et conduisent à un développement ininterrompu du karst. Pour donner un ordre de grandeur, on peut estimer que chaque m<sup>3</sup> d'eau infiltré dissout 50 g de calcaire. A l'échelle

d'une année, et sur la base d'un débit de perte moyen de 4 m<sup>3</sup>/s, c'est plus de 6000 t de calcaire qui sont dissous chaque année.

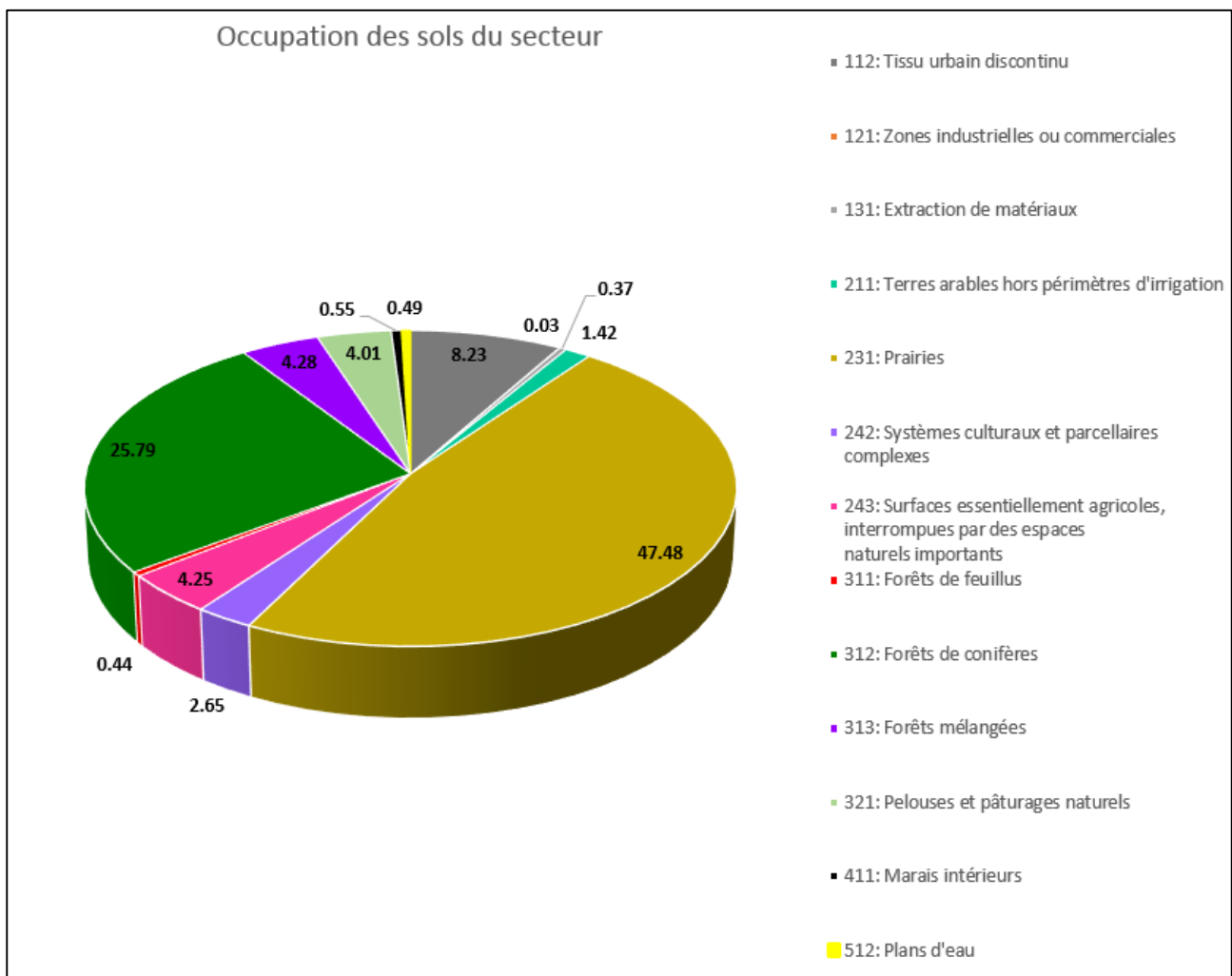
Par ailleurs, les évolutions liées au réchauffement climatique vont se traduire par une réduction des débits disponibles, en particulier en basses eaux. Cette réduction des débits va forcément exacerber l'influence des pertes, même si leur potentiel n'augmente pas.

## 7. CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

### 7.1. OCCUPATION DES SOLS

Sur la base des données disponibles sur Corine Land Cover, l'occupation des sols du secteur a été analysée, il en ressort que près de la moitié (47%) de l'aire d'étude est occupée par des prairies agricoles. 31% de la surface est constituée de zones boisées.

Enfin, les zones urbanisées constituent environ 8% de la zone à l'étude.



L'importance des parcelles agricoles du secteur soulève deux problématiques :

- La présence de zones de piétinement en berge et de pollution de la rivière ;
- L'existence de drains agricoles impactant la nappe d'accompagnement.

## 8. CONCLUSIONS DU DIAGNOSTIC

Le Doubs, sur notre secteur est un cours d'eau qui présente des altérations induites par des facteurs multiples. L'hydrologie de la rivière est complexe et interdépendante des pertes du secteur. Celles-ci induisent des étiages très sévères, menant souvent à des assècs et ayant un impact important sur la faune et la flore du secteur.

Les différents ouvrages hydrauliques présents sur le secteur d'étude, ont un impact certain sur le franchissement piscicole. Par ailleurs, la zone aval des gorges est fortement impactée par les ouvrages avec une importante partie de son linéaire située en zone de remous.

Concernant la morphologie du cours d'eau, il apparaît que son tracé a été peu modifié au cours du temps. Les principaux dysfonctionnements sont visibles au travers de l'enfoncement de la rivière, le pavage du fond et la disparition de système latéraux induisant une chenalisation de la rivière et un étalement de la lame d'eau en étiage. Egalement, il n'est pas rare d'observer des sur-largeurs sur la rivière en particulier au droit des traversées urbaines ou des ouvrages hydrauliques. Ces dysfonctionnements sont la conséquence des usages passés et présents du cours d'eau (scieries, éclusés, flottage du bois, piétinement, mise en place de barrage,...).

La détermination de la qualité physique du cours d'eau s'est appuyée sur la méthode des tronçons. Globalement, les tronçons analysés sont en classe B avec l'hétérogénéité du secteur comme facteur le plus discriminant. La méthode, et plus particulièrement le score de connectivité, ne met malheureusement pas en évidence les dysfonctionnements observés lors du diagnostic morphologique notamment l'incision que présente certains secteurs. Ce constat peut s'expliquer par une notation issue de la méthode artificiellement soutenue par une incision limitée en raison de la présence de la dalle rocheuse.

Par ailleurs, le contexte économique environnant est la cause de plusieurs désordres impactant la rivière :

- La STEP de Pontarlier située en amont du site à l'étude, et les débordements fréquents des postes de refoulement, provoquent une dégradation de la qualité des eaux et des pollutions dans les sédiments ;
- Le contexte agricole du secteur et les nombreuses zones de pâturages bordant la rivière induisent le piétinement des berges et la pollution des eaux. La présence de drains agricoles au droit des zones humides bordant le cours d'eau a aussi un impact fort notamment lors des étiages.

Enfin, la ripisylve en berge est très appauvrie limitant les caches et zones ombragées pour le poisson. Par ailleurs une problématique liée aux espèces invasives existe sur le cours d'eau.

Toutes ces pressions ont une incidence sur les organismes liés au milieu aquatique. Il a en effet été montré que le peuplement piscicole est manifestement déstructuré avec l'absence ou la faible abondance de nombreuses espèces repères. En complément, un fort développement algal est visible en étiage, conséquence de la qualité de l'eau et des faibles débits transitant. Cette eutrophisation du milieu provoque l'appauvrissement de l'écosystème en place.

Egalement, l'intensification des étiages sévères est un paramètre à prendre en compte. L'assèchement du cours d'eau en 2018 a tristement illustré ce phénomène. En effet, les conditions météorologiques rencontrées étaient extrêmes et ont conduit à un débit transitant sur le secteur d'étude inférieur au débit prélevé par les pertes. Cela a donc inévitablement entraîné l'assèchement du cours d'eau. Les réflexions à mener concernant la gestion des débits d'étiage

devront donc s'attacher à tenir compte des pertes en amont du secteur d'étude qui diminuent grandement les débits arrivant sur Arçon.

En concomitance avec ces phénomènes d'assec, l'étalement de la ligne d'eau induite par les diverses actions anthropiques tend à aggraver la situation.

Toutes ces altérations entraînent donc des perturbations impactant les peuplements biologiques du Doubs. Il convient ainsi de déterminer des solutions d'aménagement permettant de rétablir une situation plus conforme à ce vers quoi le Doubs pourrait tendre naturellement.



# C. PROPOSITION DE STRATEGIE SUR LE DOUBS

# 1. LES ELEMENTS D'UNE STRATEGIE OPERATIONNELLE

## 1.1. OBJECTIFS

L'objet de cette seconde phase d'étude est la définition d'objectifs de restauration. Cette définition s'appuie principalement sur deux points différents :

- La formalisation des différents enjeux inhérents au secteur d'étude ;
- Le recensement exhaustif des diverses problématiques liées au cours d'eau ;

## 1.2. PROBLEMATIQUES LOCALES

Suite à l'état des lieux / diagnostic réalisé en phase 1, un certain nombre de problématiques majeures a été recensé sur la zone d'étude :

- Une morphologie altérée avec l'incision généralisée de la rivière et l'impact des aménagements anthropiques (sur-largeur ponctuelle) ;
- Des ouvrages hydrauliques sans usage induisant une homogénéisation des faciès et un réchauffement des eaux ;
- Des activités en lit majeur provoquant une dégradation du milieu (pollution des eaux, drainage de la nappe, mauvaise gestion de la ripisylve,...).

Ces problématiques seront donc les thématiques structurant la définition des objectifs sur le secteur.

## 1.3. NOTION D'ENJEUX

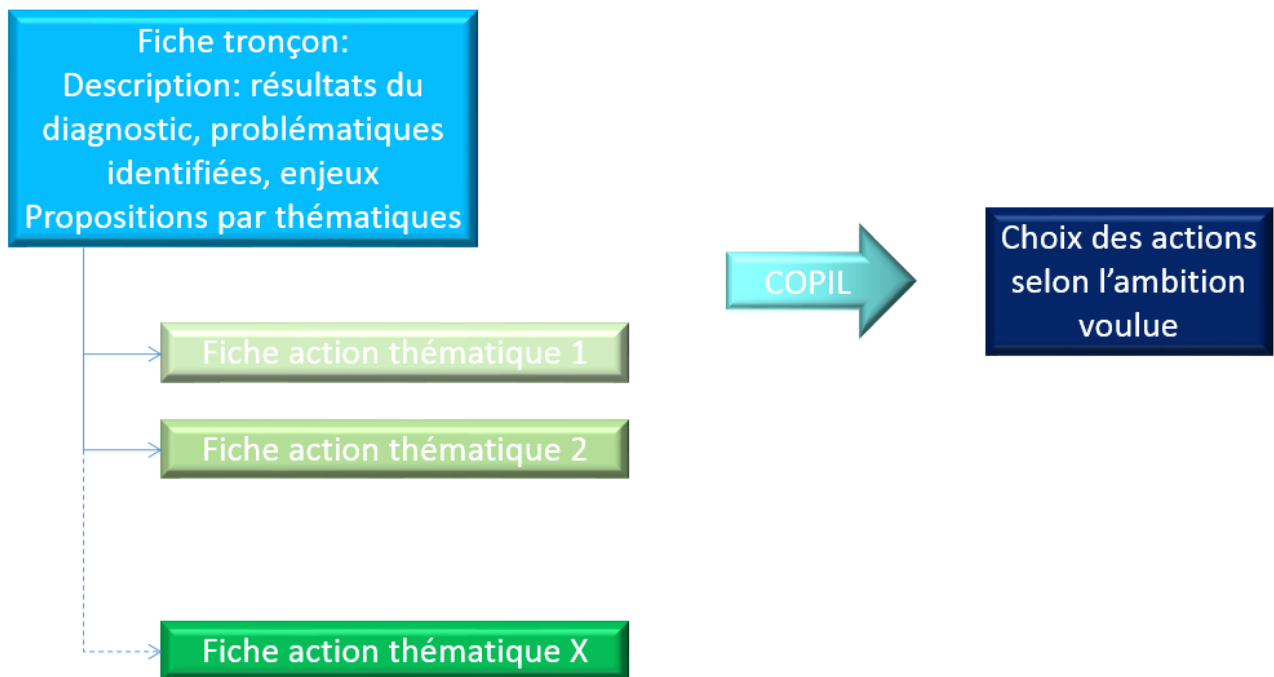
Face à ces problématiques, un certain nombre d'enjeux socio-économiques se dressent. Ces enjeux peuvent représenter un obstacle à la restauration de la morphologie du Doubs. Ces contraintes sont les suivantes :

- La présence des pertes ayant un impact considérable en étiage ;
- La proximité des centres-bourgs avec une problématique inondation ;
- Les différents ouvrages : ponts et barrages ;
- L'occupation des sols et leurs usages économiques.

## 1.4. LA DEMARCHE PROPOSEE

La démarche proposée a l'ambition de répondre de la façon la plus adaptée aux problématiques identifiées. Aussi, l'organisation suivante a été respectée :

- Pour chaque tronçon identifié dans le diagnostic une fiche synthétique a été réalisée, celle-ci s’attache à détailler entre autre :
  - Les enjeux en présence ;
  - Les dysfonctionnements observés ;
  - Les solutions envisagées ;
- Suite à cela, pour chaque thématique de solutions envisagées sur le tronçon, une fiche action sera réalisée permettant de décrire les aménagements projetés. Aussi, cette structuration permet l’ajustement de la solution projetée (choix de la réalisation de la fiche action ou non) par tronçon et par thématique.



## 2. HIERARCHISATION DES INTERVENTIONS

Conscient de l'important linéaire à l'étude, il a été nécessaire de réaliser une priorisation des interventions. Ce classement s'est appuyé sur les conclusions du diagnostic et notamment de la méthode tronçons, auxquelles a été ajoutée la prise en compte de la problématique des pertes.

Egalement, tenant compte des échanges avec les acteurs de l'étude, les enjeux liés aux continuités écologiques n'ont pas été considérés comme prioritaires. De même, les contraintes inhérentes aux travaux ou au contexte d'occupation des sols ont été considérées dans la hiérarchisation.





Globalement, les tronçons prioritaires sont situés sur le secteur en amont des gorges hors traversée urbaine.

### 3. LOGIQUE D'INTERVENTION

Les principaux aménagements proposés dans le cadre de cette phase sont décrits dans les paragraphes suivants. Néanmoins, d'autres propositions plus localisées peuvent être détaillées au sein des fiches action de chaque tronçon.

Ces propositions concernent les thématiques suivantes :

- La réinjection sédimentaire ;
- Le remodelage du cours d'eau ;
- L'aménagement des ouvrages hydrauliques ;
- La gestion de la ripisylve.

Tenant compte des résultats de la phase 1 qui n'ont pas montré de modifications majeures du tracé en plan de la rivière, aucune modification du tracé du lit n'a été envisagée.

#### 3.1. REINJECTION SEDIMENTAIRE

##### 3.1.1. Principe

Le diagnostic réalisé en phase 1 a mis en évidence un déficit sédimentaire. Ce déficit est la conséquence des différents aménagements ayant eu lieu sur le Doubs au cours du temps ainsi que d'un déficit d'apport en amont. Bien que sur le secteur, le Doubs ne présente pas les caractéristiques d'un cours d'eau charriant une quantité importante de matériaux, le système demeure très sensible et la moindre modification de cet équilibre peut avoir de lourdes conséquences

Ainsi, ce déficit a des conséquences sur la morphologie du cours d'eau (chenalisation, pavage,...) mais provoque aussi la réduction de l'épaisseur de l'aquifère alluviale. Cette incision combinée aux phénomènes de pertes induit donc des étiages rudes.

Ne pouvant compter sur les apports naturels de l'amont, ni sur l'érosion locale des berges il a été décidé d'apporter artificiellement des matériaux.

Ces matériaux seront déposés sous forme de bancs ou de simple amas dans le lit en attente de reprise par le cours d'eau. Les apports seront de différents types :

- Les bancs alternés ou de convexité seront plutôt amenés à être peu mobilisés. Ils participeront légèrement aux phénomènes d'érosions latérales mais seront principalement destinés à diversifier les écoulements et resserrer le lit d'étiage. Ceux-ci seront autant que possible placés sur des zones de pertes afin de limiter leur alimentation en étiage ;
- Les amas seront mis en place de sorte à être facilement mobilisés par la rivière et disposeront d'une granulométrie adaptée et étendue. Ils permettront de reconstituer le matelas alluvial du secteur. Ces amas seront principalement

**Rapport de phase 2**

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVANT DU DEFILE D'ENTREROCHE

installés sur la partie amont du linéaire, ces matériaux seront à moyen terme déplacés vers l'aval et contribueront de ce fait au bon équilibre des sites en aval.

### 3.1.2. Dimensionnement

Les apports sédimentaires sous forme d'amas ont été dimensionnés afin de correspondre au mieux aux capacités de la rivière. Normalement, ce dimensionnement devrait s'appuyer sur la granulométrie présente dans le lit de la rivière. Cependant le pavage que présentent les fonds induit une mauvaise représentativité de la gamme granulométrique naturelle inféodée au cours d'eau (absence de matériaux fins).

Aussi, le raisonnement suivant a été appliqué au linéaire. Le diamètre des matériaux déplacés a été déterminé sur le secteur à partir du critère de Shields. Il en ressort que pour les débits de plein-bord de l'état aménagé, les matériaux ayant des diamètres inférieurs à 50 mm seront charriés.

Plusieurs formules empiriques (Meyer Peter, Lefort...) réalisées à partir d'essais en laboratoire permettent d'estimer la capacité de transport par charriage en fonction du débit liquide, de la granulométrie, de la pente et de la largeur du lit. Dans notre cas, la formule de Lefort a été utilisée puisque celle-ci donnait les volumes les plus importants. En effet, pour un diamètre moyen de 0.03mm injecté il apparaît que la rivière est capable de charrier environ 700 m<sup>3</sup>/an. Aussi les volumes injectés au sein des amas s'appuient sur cette valeur.

Au total, l'injection de 2 100 m<sup>3</sup> est proposée sur le linéaire, cet excès permet de diminuer la fréquence de ré-intervention. Egalement, les matériaux injectés auront une granulométrie étendue afin qu'ils aient une vitesse de déplacement vers l'aval différente et que les matériaux mis en place restent en partie sur le tronçon à restaurer à moyen terme.

Concernant les matériaux constituant les bancs, ceux-ci étant amenés à être peu mobilisés, leur granulométrie s'est basée sur la détermination du critère de Shields.

## 3.2. REMODELAGE

Lorsque la berge est trop haute, il a été décidé de la remodeler afin de la rendre connective. Ce type d'aménagement sera également utilisé au droit des traversées urbaines afin de ne pas augmenter le risque inondation.

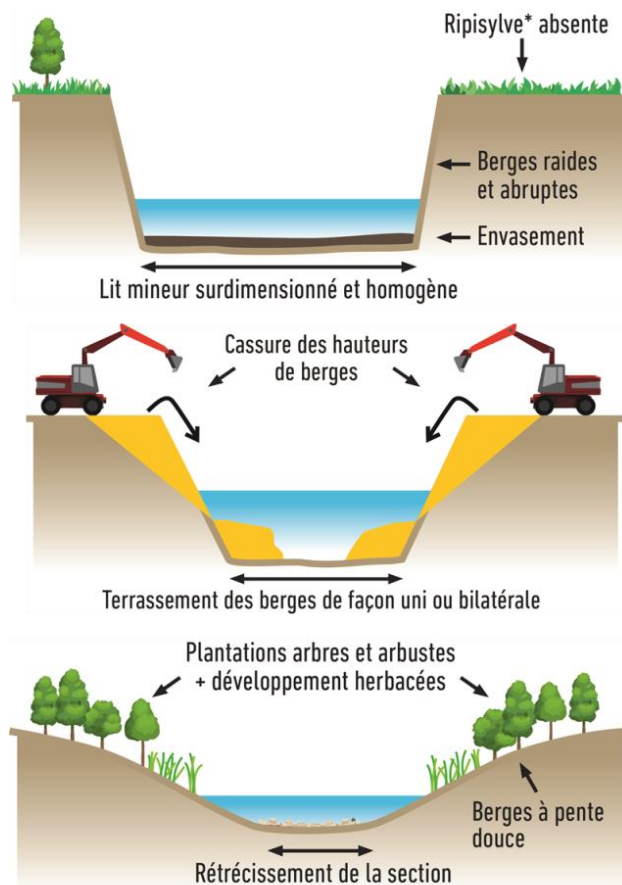


Figure 26 Schéma de principe d'un remodelage bilatéral

Cette intervention permet donc :

- De retravailler la morphologie de la rivière afin de :
  - Rechercher une bonne connectivité entre lit d'étiage, berges et boisements rivulaires ;
  - Maintenir un chenal marqué (lit moyen et lit d'étiage), permettant une diversification des faciès d'écoulement et une hauteur d'eau favorable à la vie aquatique en période d'étiage ;
- D'accueillir de nouvelles plantations afin d'accroître le gain écologique de l'aménagement (trame verte, ombrage, zone d'abris piscicole,...) ;
- De ne pas aggraver le risque inondation.

Les berges sont profilées avec une configuration du type « lit emboîté ». Les berges présentent une pente douce avec un fruit de talus adapté en fonction du secteur. Cette morphologie permet d'assurer la stabilité des berges et la connectivité avec le lit d'étiage, tout en limitant leur impact sur la ligne d'eau en cas de crue.

Ce type d'aménagement est proposé sur les linéaires suivants :

- Le secteur du Doubs dans la traversée d'Arçon ;
- Le canal d'Arçon ;

- Le tronçon au droit de la traversée de Montbenoît ;
- L'amont de Ville-du-Pont qui présente des berges très hautes ;
- Les deux derniers kilomètres du linéaire à l'étude en amont de la plaine de Morteau (sous réserve de suppression de l'ouvrage aval).

### 3.3. RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

Les ouvrages n'ayant actuellement aucun usage leur effacement a été envisagé. En effet, le principe d'effacement d'un ouvrage hydraulique représente la solution la plus efficace en termes de restauration de la continuité écologique (c'est-à-dire piscicole et sédimentaire).

Il peut être décliné en plusieurs variantes, qui sont fonction des attentes, des objectifs et du contexte local. Ainsi, le terme « d'effacement » regroupe plusieurs degrés d'intervention sur l'ouvrage et ne peut se résumer à la suppression drastique de l'ouvrage. Théoriquement, les solutions d'effacement sont les suivantes :

Tableau 4 Différents scénarii d'effacement d'ouvrage

Scénarii	Objectif	Dans quel cas ?
Non-intervention	Laisser évoluer l'ouvrage	- Impacts négligeables et/ou gain limité - Etat de dégradation avancé
Dérasement	Effacement complet	Aucun risque ni impact négatif
Arasement	Maintien d'un point dur de fond	Risque d'évolution morphologique non souhaité
Arasement partiel	Abaissement de l'ouvrage ou de parties d'ouvrage	- Contraintes / risques forts - Amélioration franchissabilité piscicole

Rappelons également que, suivant le degré d'effacement et les résultats de l'étude des incidences envisageables, plusieurs mesures d'accompagnement peuvent être mises en œuvre afin d'assurer certains usages, de préserver certains enjeux et de limiter l'apparition de dysfonctionnements.

Concernant les ouvrages sur la partie amont du secteur (Maisons-du-Bois) l'arasement a été préféré au dérasement. En effet, un effacement total peut représenter un risque vis-à-vis du contexte géologique, le comportement de la retenue après aménagement étant difficilement appréhendable. Un arasement, en maintenant un point dur de fond, permet d'améliorer la qualité physique du secteur tout en limitant les modifications du profil en long à l'amont.

Sur le dernier tronçon délimité tenant compte d'un contexte moins contraignant, l'effacement total est envisagé.

Ces aménagements devront s'accompagner d'une restauration des retenues, celles-ci étant actuellement très larges.

L'effacement du barrage d'Arçon n'a pas été étudié, celui-ci étant franchissable durant les périodes sensibles et permettant l'alimentation du canal.

### **3.4. GESTION DE LA RIPISYLVE ET DES BERGES**

Le diagnostic a également mis en évidence des problématiques liées à la végétation du lit. D'une part certains tronçons présentent un déficit de végétation ce qui contribue à la rigueur des étiages. D'autre part de nombreuses espèces envahissantes sont présentes sur le linéaire.

Enfin, des piétinements en berge ont été localisés, provoquant des érosions, sur-largeurs et apports de MES.

Concernant la gestion de la ripisylve, les scénarios sont dépendants du niveau d'ambition choisi. En effet, selon nous, la solution la plus efficiente à long terme serait de travailler sur une bande tampon au sein de laquelle le développement des conditions de croissance serait favorisé. Cela passerait par une sensibilisation des exploitants riverains à la rivière et une végétalisation « passive » plutôt que par une simple plantation. En effet, sans cette phase de concertation la pérennité des plantations n'est pas garantie.

Concernant les piétinements, ceux-ci sont principalement localisés en amont de Montbenoît, une fiche action spécifique a été réalisée pour ce tronçon.

Ailleurs, sur les secteurs où un déficit important a été localisé, les plantations ont été intégrées aux travaux de restauration.

## **4. PRESENTATION DES FICHES**

### **4.1. TRONÇON 1**

#### **4.1.1. Fiche tronçon**

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche

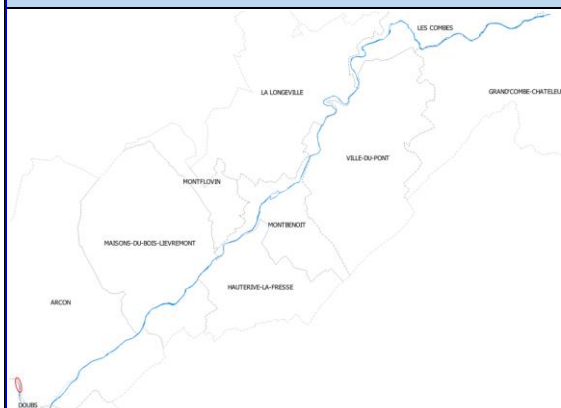


Fiche tronçon



Rivière(s)	Doubs	Tronçon n°1
Commune(s)	Doubs et Arçon	Priorité: Moyenne

### Localisation



### Lit mineur

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
263 m	Non	Non	Pâturage	Oui

### Description du tronçon

Hétérogénéité	D	Granulométrie (d50)	73 mm
Attractivité	A	Substrat	Galets
Connectivité	A	Largeur lit mineur	15-20m
Stabilité	érosion	Faciès	radiers /plats

### Contexte de l'opération

#### Fonctionnement du site

Le secteur est situé au droit de la confluence Doubs / Drugeon. Le linéaire est longé en rive gauche par une terrasse calcaire. En rive droite les berges présentent des hauteurs plutôt faibles permettant des débordements fréquents. Les fonds présentent une certaine rugosité au travers de galets et blocs. Par ailleurs, sur ce secteur la ripisylve est très connective permettant la création de cache piscicole parfois profonde. La présence de blocs est aussi un avantage pour le poisson.

#### Dysfonctionnements observés

Le point le plus problématique ici réside dans la qualité de l'eau (secteur en aval direct de la STEP de Pontarlier). Néanmoins ce tronçon gagnerait à être diversifié. En effet, il présente une faible diversité d'écoulement et un enfoncement compris entre 30 et 60 cm. Cet enfoncement conduit à une chenalisation. Bien que le phénomène soit moins important qu'à l'aval ce secteur est soumis à une problématique de perte.

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Présence de la commune de Pontarlier en amont;
- Gravières en amont;
- Présence de la STEP;

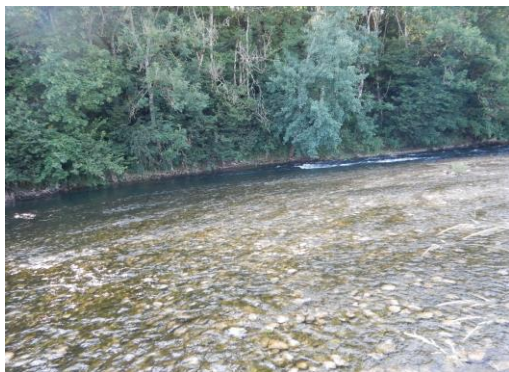
### Objectifs visés

Diversification du milieu

### Nature de l'intervention

Cette opération consisterait à diversifier le milieu à partir d'une injection de recharge sous forme de bancs ou d'îlots permettant de resserrer les écoulements en étiage ainsi que de diversifier les faciès. Ces apports pourront être parfois mixte type îlots végétalisés. Egalement, des blocs de diversification pourraient être mis en place

### Photographies



### 4.1.2. Fiche action



**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



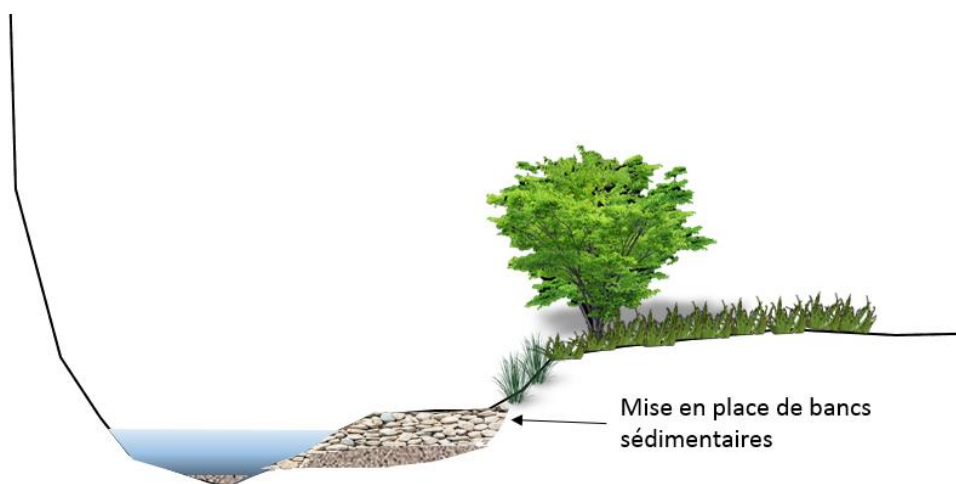
<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Doubs et Arçon	<b>Tronçon</b>	1
<b>Action</b>	Injection sédimentaire et remodelage		<b>Priorité de l'action</b>	1	

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Section en travers:



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche



Fiche action



### Enjeux

Déficit sédimentaire / Gestion des étiages / Homogénéité des faciès / Pertes

### Nature de l'intervention

L'opération projetée consisterait à :

- Réinjecter des sédiments sous forme de bancs ou îlots dans le lit du Doubs. Ces bancs seront constitués de différentes classes granulométriques plus ou moins mobilisables par la rivière:
  - Caractéristiques des bancs:
    - Hauteur: 70 cm en amont, 30 cm en aval;
    - Linéaire: 600m;
    - Taille des matériaux:30-100 mm;
- Mettre en place des blocs de pierre en pied du versant existant (300-400mm).

### Analyse et objectifs visés

La mise en place des bancs sédimentaires et de blocs permettra d'améliorer trois dysfonctionnements observés sur ce tronçon. En effet, l'injection de sédiment permettra en partie de solutionner le déficit sédimentaire, une partie de la gamme sédimentaire injectée sera remobilisable. Egalement, ces apports permettront de diversifier les écoulements dans le tronçon et de resserrer la lame d'eau en étiage améliorant ainsi l'hétérogénéité et la gestion des eaux en étiage. Enfin, une attention particulière devra être mise en œuvre afin de positionner les bancs au droit des secteurs de pertes. Au droit de celles-ci des blocs tabulaires calcaires seront implantés en contact direct puis recouvert de matériaux plus fins.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau (14 cm au module)
- Incidences morphologiques: Réactivation des processus sédimentaire, accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, gestion des écoulements à l'étiage;
- Incidences sur les pertes: Meilleure gestion de l'alimentation des pertes en étiage;
- Incidences sur les usages: Parcelle en rive droite plus fréquemment inondée (augmentation de la fréquence de 4% environ soit 14 jours de débordements annuels en plus).

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Besoins études complémentaires**



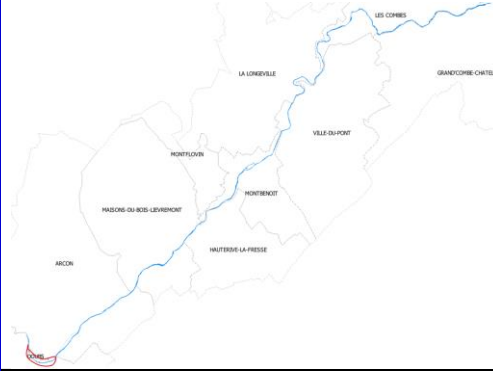

Levés topographique sur l'amont de la zone (non inclus au secteur de la présente étude)

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	15 000
Réalisation des travaux	60 000
Total (HT) €	75 000

## 4.2. TRONÇON 2

### 4.2.1. Fiche tronçon

Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche				
		Fiche tronçon		
Rivière(s)	Doubs			Tronçon n°2
Commune(s)	Doubs et Arçon			Priorité: Forte
Localisation				
				
Lit mineur				
Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
1387 m	Non	Non	Pâturage	Oui
Description du tronçon				
Hétérogénéité	D	Granulométrie (d50)	70 mm	
Attractivité	A	Substrat	Galets-Graviers	
Connectivité	A	Largeur lit mineur	15-20m	
Stabilité	érosion	Faciès	radiers /plats	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
<p>Le tronçon débute lorsque la rivière n'est plus accolée au pied de versant en rive droite. La limite aval du secteur correspond au début de la zone de remous du barrage d'Arçon qui engendre un élargissement du lit. Sur ce secteur, le lit majeur est barré par le talus SNCF.</p> <p>De même que pour le tronçon précédent, les principaux faciès rencontrés sont du type radiers et plats. La ripisylve est encore bien connective, mais un peu moins présente que sur le tronçon précédent. Par ailleurs, des herbiers intéressants apparaissent sur ce tronçon. Notons cependant l'apparition d'un léger colmatage sur les zones plus calmes.</p> <p>Par ailleurs une annexe alluviale est présente en amont du pont SNCF</p>				
Dysfonctionnements observés				
<p>Des traces d'incisions sont observées sur ce tronçon. De même on observe une certaine sur-largeur notamment au droit du pont de la SNCF. La ripisylve en rive gauche à l'aval du pont est très peu présente. Des îlots de Balsamine ont été localisés sur l'aval du tronçon.</p>				

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Secteur de pertes importantes;
- Pont de la SNCF
- Présence d'espèces invasives;
- Zone humide type "prairie pâturée" en rive gauche

### Objectifs visés

Diversification du milieu/ Gestion des étiages / Amélioration de la ripisylve (gestion invasive et plantations)

### Nature de l'intervention

Cette opération consisterait à diversifier le milieu à partir d'une injection de recharge sous forme de bancs ou d'îlots permettant de resserrer les écoulements en étiage ainsi que de diversifier les faciès. Ces apports pourront être parfois mixte type îlots végétalisés. Egalement, des blocs de diversification pourraient être mis en place. Des plantations (saules blancs) pourraient être mis en place, par ailleurs les îlots de Balsamine seront traités.

### Photographies



## 4.2.2. Fiche action

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



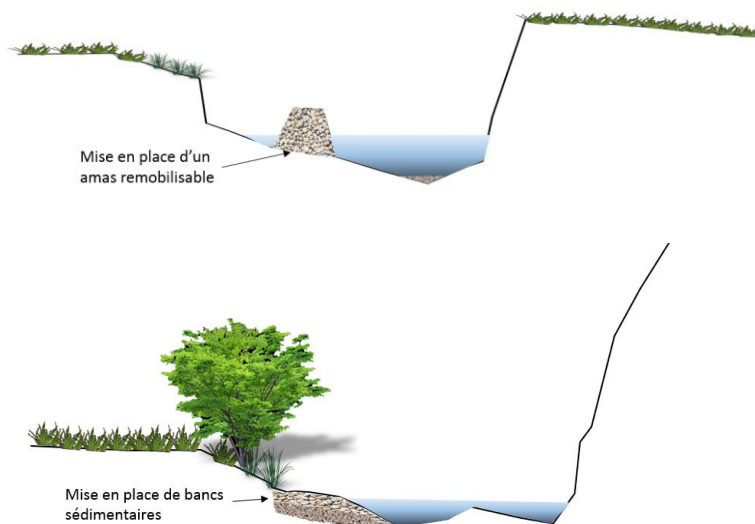
<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Doubs et Arçon	<b>Tronçon</b>	2
<b>Action</b>	Injection sédimentaire et remodelage			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Sections en travers:



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche



Fiche action



### Enjeux

Déficit sédimentaire / Gestion des étiages / Homogénéité des faciès / Pertes

### Nature de l'intervention

L'opération projetée consisterait à :

- Réinjecter des sédiments sous forme de bancs ou îlots dans le lit du Doubs. Ces bancs seront constitués de différentes classes granulométriques plus ou moins mobilisables par la rivière.

- Caractéristiques des bancs:

- Hauteur: 40 cm en amont, 20 cm en aval;
- Linéaire: 410m;
- Taille des matériaux: 50-100mm avec blocs tabulaires au droit des pertes.

- Caractéristiques des amas:

- Hauteur: 70 cm;
- Linéaire 180 m au total;
- Taille des matériaux: 30-100mm;

- Mettre en place des blocs de pierre en pied du versant existant.

### Analyse et objectifs visés

La mise en place des bancs sédimentaires, d'amas et de blocs permettra d'améliorer plusieurs dysfonctionnements observés sur ce tronçon. En effet, l'injection de sédiment sous forme d'amas permettra en partie de solutionner le déficit sédimentaire. Egalement, les bancs permettront de diversifier les écoulements dans le tronçon et de resserrer la lame d'eau en étiage améliorant ainsi l'hétérogénéité et la gestion des eaux. Enfin, une attention particulière devra être mise en œuvre afin de positionner les bancs au droit des secteurs de pertes.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau;
- Incidences morphologiques: Réactivation des processus sédimentaire, accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, gestion des écoulements à l'étiage;
- Incidences sur les pertes: Meilleure gestion de l'alimentation des pertes en étiage;
- Incidences sur les usages: Parcelles en berges plus fréquemment inondées (3 jours dans l'année en plus).

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Besoins études complémentaires**

Topographie complémentaire

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	20 000
Réalisation des travaux	100 000
Total (HT) €	120 000

## 4.3. TRONÇON 3

### 4.3.1. Fiche tronçon



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreeroche

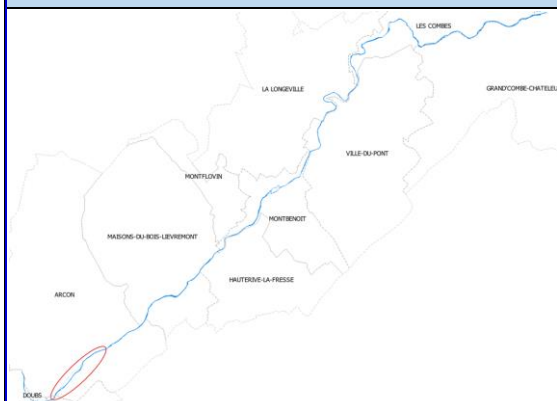


**Fiche tronçon**



Rivière(s)	Doubs	<b>Tronçon n°3</b>
Commune(s)	Doubs et Arçon	<b>Priorité: Forte</b>

### Localisation



### Lit mineur

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
2187 m	Oui (x2)	Oui	Pâturage / Ville / Route	Oui

### Description du tronçon

Hétérogénéité	D	Granulométrie (d50)	82 mm
Attractivité	A	Substrat	Galets-Graviers colmatés
Connectivité	B	Largeur lit mineur	20-30m
Stabilité	équilibre	Faciès	radiers /plats /mouilles

### Contexte de l'opération

#### Fonctionnement du site

Ce tronçon d'environ 2 km débute en amont du barrage d'Arçon et termine à l'aval de la commune lorsque la rivière s'écarte du remblai routier.

Le tronçon est constitué de radiers alternant avec des plats lotiques et lentiques. Ce tronçon se caractérise par le fort impact de la traversée urbaine sur la rivière, avec l'existence de deux ouvrages ainsi que des protections de berges et remblais contraignant la rivière.

Au droit des retenues, un important colmatage par les algues est présent, par ailleurs le fond apparaît comme pavé. La ripisylve, sur ce secteur, est beaucoup moins présente et connective (dû à l'augmentation des hauteurs de berges). On constate l'apparition de zones colonisées par des héliophytes. Là encore, des indices d'incision ont été retrouvés.

#### Dysfonctionnements observés

- Incisions;
- Ripisylve déconnectée;
- Berges contraintes;
- Ouvrage amont impactant la continuité sédimentaire d'après les mesures de terrain;
- Fonds pavés et colmatés;
- Présence plantes invasives (Renouée et Balsamine)

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Secteur de pertes importantes;
- Traversée urbaine;
- Présence de zones humides sur la partie amont du tronçon (prairie pâturée, mégaphorbiaie);
- Réchauffement des eaux des retenues;
- Présence d'espèces invasives;
- Alimentation du canal d'Arçon.

### Objectifs visés

Diversification du milieu/ Gestion des étiages / Amélioration de la ripisylve (gestion invasive et plantations)

### Nature de l'intervention

Cette opération consisterait à diversifier le milieu à partir d'une injection de recharge sous forme de bancs ou d'îlots permettant de resserrer les écoulements en étiage ainsi que de diversifier les faciès. Ces apports pourront être parfois mixte type îlots végétalisés. Placés judicieusement, ils pourront également permettre de faciliter la franchissabilité des ouvrages. Aucun aménagement dans le lit ne sera mis en place au droit des retenues des ouvrages. Egalement, des blocs de diversification pourraient être mis en place. Des plantations (saules blancs) pourraient être mises en place, par ailleurs les îlots d'invasives seront traités.

### Photographies



## 4.3.2. Fiches actions

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche**



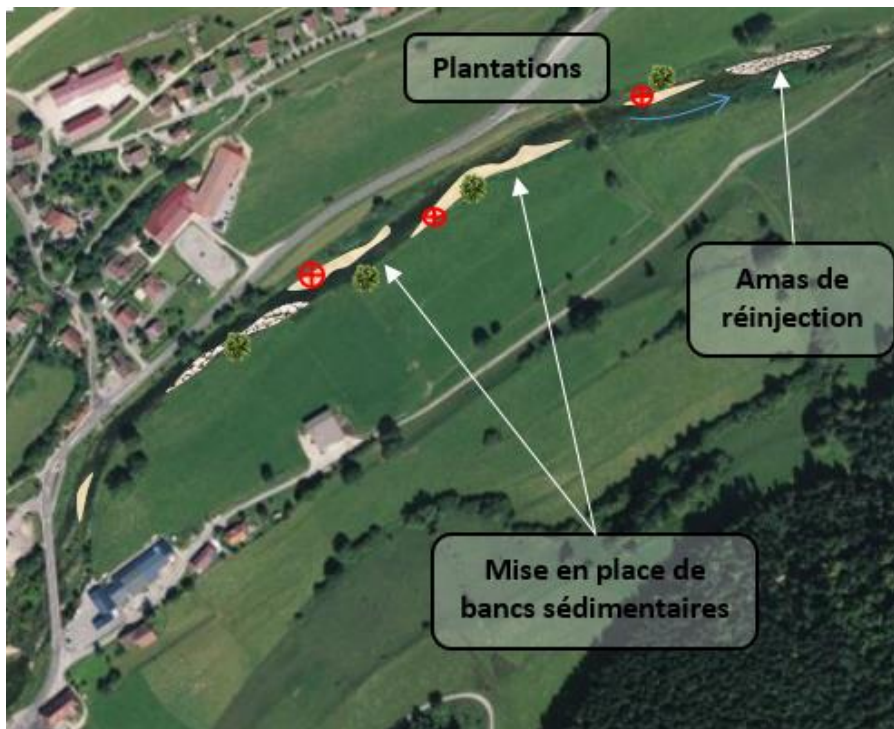
Fiche action



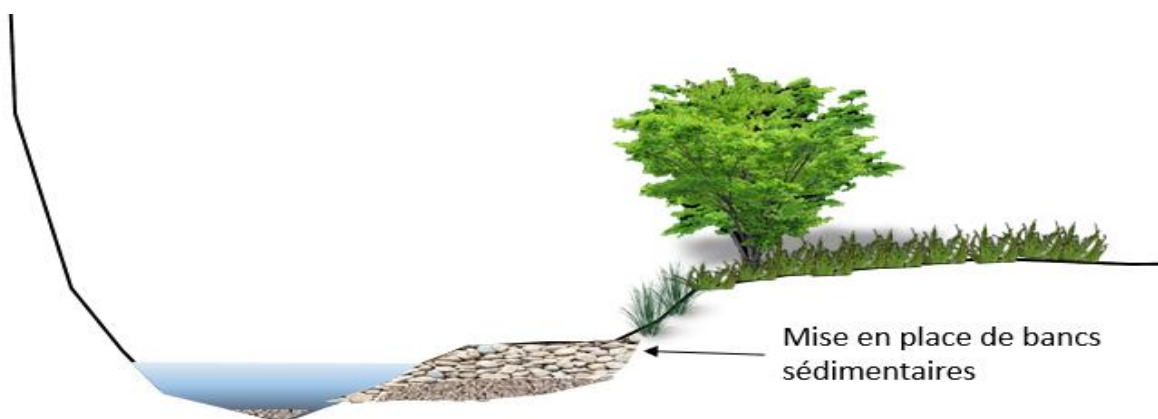
<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Doubs et Arçon	<b>Tronçon</b>	3
<b>Action</b>	Injection sédimentaire et remodelage		<b>Priorité de l'action</b>	1	

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Section en travers:



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche action



### Enjeux

Déficit sédimentaire / Gestion des étiages / Homogénéité des faciès / Pertes

### Nature de l'intervention

L'opération projetée consisterait à:

- Réinjecter des sédiments sous forme de bancs ou îlots dans le lit du Doubs. Ces bancs seront constitués de différentes classes granulométriques plus ou moins mobilisables par la rivière.

- Caractéristiques des bancs:

- Hauteur: 40 cm en amont, 20 cm en aval;
- Linéaire: 300m;
- Taille des matériaux: 50-100mm et blocs tabulaires au droit des pertes.

- Caractéristiques des amas:

- Hauteur: 70 cm;
- Linéaire 220 m au total;
- Taille des matériaux: 30-100mm;

- Plantations de saules blancs arbustifs sur la berges et boutures sur bancs.

### Analyse et objectifs visés

La mise en place des bancs sédimentaires, d'amas et de blocs permettra d'améliorer plusieurs dysfonctionnements observés sur ce tronçon. En effet, l'injection de sédiment sous forme d'amas permettra en partie de solutionner le déficit sédimentaire. Egalement, les bancs permettront de diversifier les écoulements dans le tronçon et de resserrer la lame d'eau en étiage améliorant ainsi l'hétérogénéité et la gestion des eaux. Enfin, une attention particulière devra être mise en œuvre afin de positionner les bancs au droit des secteurs de pertes.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau
- Incidences morphologiques: Réactivation des processus sédimentaire, accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, gestion des écoulements à l'étiage, amélioration des habitats par mise en place de ripisylve;
- Incidences sur les pertes: Meilleure gestion de l'alimentation des pertes en étiage;
- Incidences sur les usages: Augmentation des débordements sur les parcelles en rive droite (augmentation de la fréquence de débordement de 5% environ soit 18 jours).

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Avant travaux		Après travaux	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche**



Fiche action



**Besoins études complémentaires**

Levés topographique complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	12 000
Réalisation des travaux	55 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>67 000</b>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche**



Fiche action



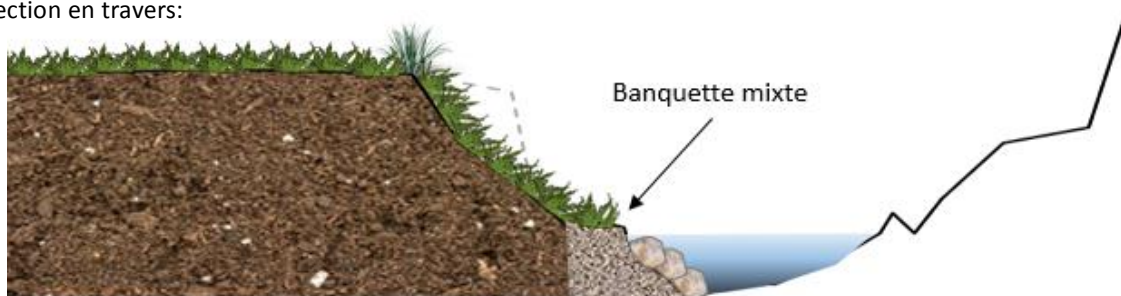
<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Doubs et Arçon	<b>Tronçon</b>	3
<b>Action</b>	Remodelage		<b>Priorité de l'action</b>	2	

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Section en travers:



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche action



### Enjeux

Gestion des étiages / Homogénéité des faciès / Traversée urbaine

### Nature de l'intervention

L'opération projetée consisterait à remodeler la section du cours d'eau en évasant en tête (sur 6m) et en resserrant en pied par la mise en place de banquettes délimitant un lit d'étiage. Ces banquettes seront constituées de matériaux mixtes (terra et cailloux) et auront les caractéristiques suivantes:

- hauteur: 30 cm en pied;
- largeur: 6m.

Ces aménagements n'induiront pas d'augmentation sur les niveaux d'eau.

### Analyse et objectifs visés

Le remodelage du lit au droit de la traversée d'Arçon permettra de diversifier les faciès et de créer un lit d'étiage pour limiter l'étalement de la lame d'eau. La technique de déblais/remblais utilisée permet de ne pas augmenter le risque d'inondation. Notons que ces aménagements ne se feront pas au droit des zones de retenues engendrées par les ouvrages du secteur.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau à l'étiage
- Incidences morphologiques: Accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, gestion des écoulements à l'étiage;
- Incidences sur les pertes: Sans objet;
- Incidences sur les usages: Décalage de la rive gauche de 6m par rapport à l'emprise actuelle.

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> </ul>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche**



Fiche action



**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques plus détaillés du secteur.

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	10 000
Réalisation des travaux	65 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>75 000</b>

## 4.4. TRONÇON 4

### 4.4.1. Fiche tronçon



**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**

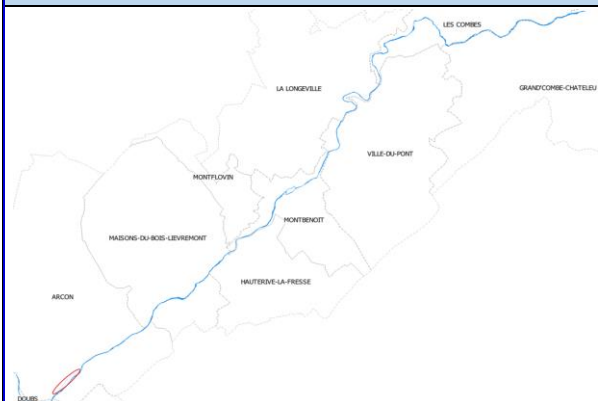


Fiche tronçon



Rivière(s)	Doubs, canal d'Arçon	<b>Tronçon n°4</b>
Commune(s)	Arçon	<b>Priorité: Faible</b>

**Localisation**



**Lit mineur**

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
872 m	Oui	Oui	Ville	Non

**Description du tronçon**

Hétérogénéité	D	Granulométrie (d50)	40 mm
Attractivité	A	Substrat	Graviers colmatés / Blocs
Connectivité	A	Largeur lit mineur	3-6m
Stabilité	érosion	Faciès	radiers /plats

**Contexte de l'opération**

Fonctionnement du site

Ce tronçon constitue le canal usinier de la prise d'eau d'Arçon. Au vu de son ancienneté, il a été choisi de le considérer comme un tronçon à part entière.

Le canal présente une importante hauteur de berge et est constitué d'une succession de courts radiers et plats. D'importants blocs ont été disposés sur son cours, constituant ainsi des abris pour le poisson. Des herbiers et hélophytes sont aussi présents. Notons cependant que l'alimentation du canal est parfois coupée.

**Dysfonctionnements observés**

- Berges déconnectées;
- Secteur très linéaire sans sinuosité

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche**



Fiche tronçon



**Enjeux**

- Secteur de pertes importantes;
- Traversée urbaine;
- Présence d'espèces invasives;

**Objectifs visés**

Diversification du milieu/ Reconnexion lit mineur-majeur

**Nature de l'intervention**

Cette opération consisterait à restaurer le milieu grâce à un reprofilage de la section permettant d'améliorer la connectivité entre le lit mineur et le lit majeur. Ce remodelage permettrait également de créer des micro-sinuosités au sein du lit d'étiage afin de diversifier les milieux.

**Photographies**



**4.4.2. Fiche action**

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche**



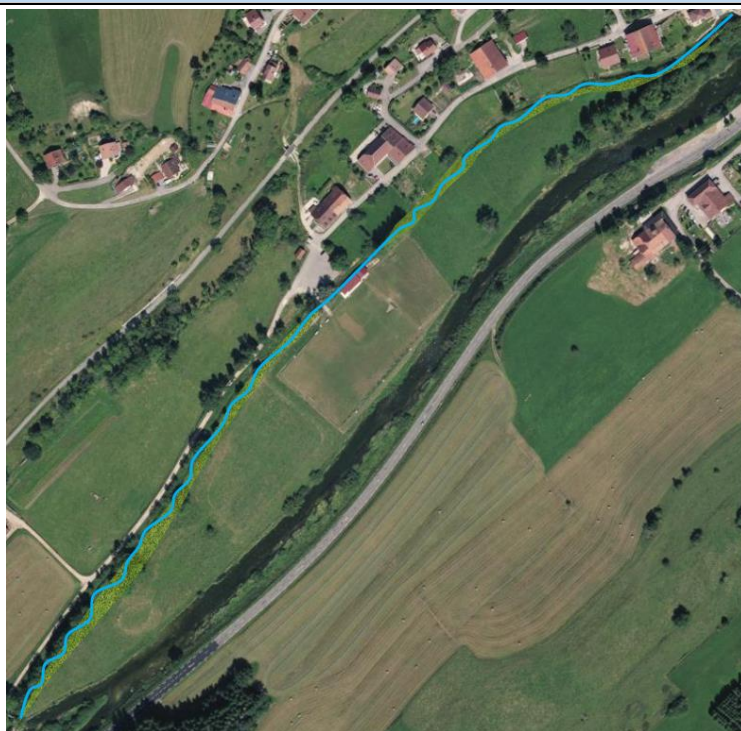
Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Arçon	<b>Tronçon</b>	4
<b>Action</b>	Remodelage			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Section en travers:



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche



Fiche action



### Enjeux

Diversification des faciès / Traversée urbaine

### Nature de l'intervention

L'opération projetée consisterait à remodeler le lit du canal afin d'adoucir le profil des berges et d'obtenir ainsi un milieu plus connectif. Le lit sera resserré en pied afin de diversifier les faciès. Egalement, des blocs de diversification et abris piscicoles seront mis en place.

Globalement les berges seront reprises en déblais/remblais sur 10 mètres maximum en rive droite et le lit d'étiage aura une largeur moyenne de 1m.

### Analyse et objectifs visés

Le remodelage du lit du canal d'Arçon permettra de diversifier les faciès et de créer un lit d'étiage pour limiter l'étalement de la lame d'eau. La technique de déblais/remblais utilisée n'augmentera pas le risque d'inondation. Des aménagements de diversifications permettront d'améliorer les conditions d'habitats du canal pour les espèces piscicoles se développant dans celui-ci.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau à l'étiage;
- Incidences morphologiques: Aucunes;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès;
- Incidences sur les pertes: Sans objet;
- Incidences sur les usages: Augmentation de l'emprise des berges.

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> </ul>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche**



Fiche action



**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	10 000
Réalisation des travaux	62 000
Total (HT) €	72 000

## 4.5. TRONÇON 5

### 4.5.1. Fiche tronçon

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche

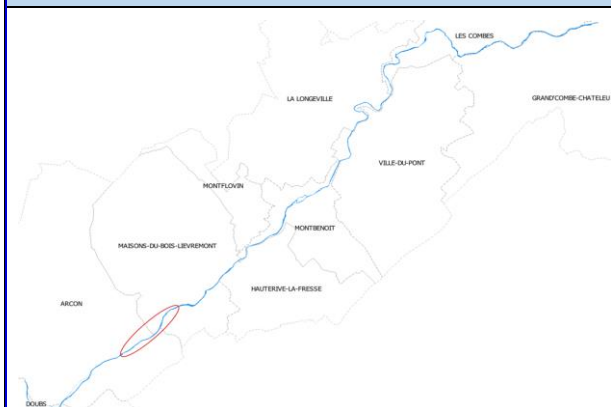


Fiche tronçon



Rivière(s)	Doubs	Tronçon n°5
Commune(s)	Arçon, Maisons-du-Bois	Priorité: Forte

### Localisation



### Lit mineur

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
2518 m	Non	Non	Prairies	Oui

### Description du tronçon

Hétérogénéité	C	Granulométrie (d50)	71 mm
Attractivité	A	Substrat	galets / graviers
Connectivité	A	Largeur lit mineur	20-30m
Stabilité	équilibre	Faciès	radiers /plats / mouilles

### Contexte de l'opération

#### Fonctionnement du site

Ce tronçon mesure 2.5 km environ et termine au droit du remous du barrage amont de Maisons-du-Bois. Sur ce secteur, le Doubs vient se plaquer contre le versant gauche. Au droit de ce site, la rivière présente une zone très profonde qui n'avait jusque-là pas été rencontrée sur le linéaire. Lors de la visite, le courant sur cette zone était quasiment nul.

Par ailleurs, sur ce tronçon sont disposés plusieurs regards autour des pertes.

A l'aval du linéaire, dû à la présence du barrage de Maisons-du-Bois, d'importantes figures sédimentaires sont présentes.

Des anciens chenaux secondaires ont par ailleurs été observés à l'aval du tronçon.

### Dysfonctionnements observés

- Incision de 70 cm environ;
- Etalement de la lame d'eau en étiage;
- Ripisylve déficitaire sur certain secteur;
- Faciès homogènes.

Rapport de phase 2

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREROCHE

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Secteur de pertes importantes;
- Présence de 2 zones humides type: prairie fauchée montagnarde, mégapharbiaie, prairie pâturée.

### Objectifs visés

Diversification du milieu/ Reconnexion lit mineur-majeur / Gestion des eaux en étiage

### Nature de l'intervention

Cette opération consisterait à:

- Restaurer le lit mineur par diversification de faciès et injection de sédiments (sous forme de bancs ou îlots);
- Restaurer les anciens chenaux secondaires;
- Améliorer la ripisylve en place.

### Photographies



### 4.5.2. Fiche action

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche**



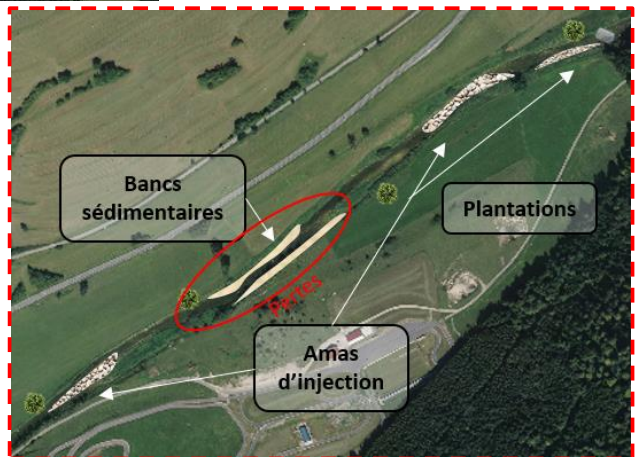
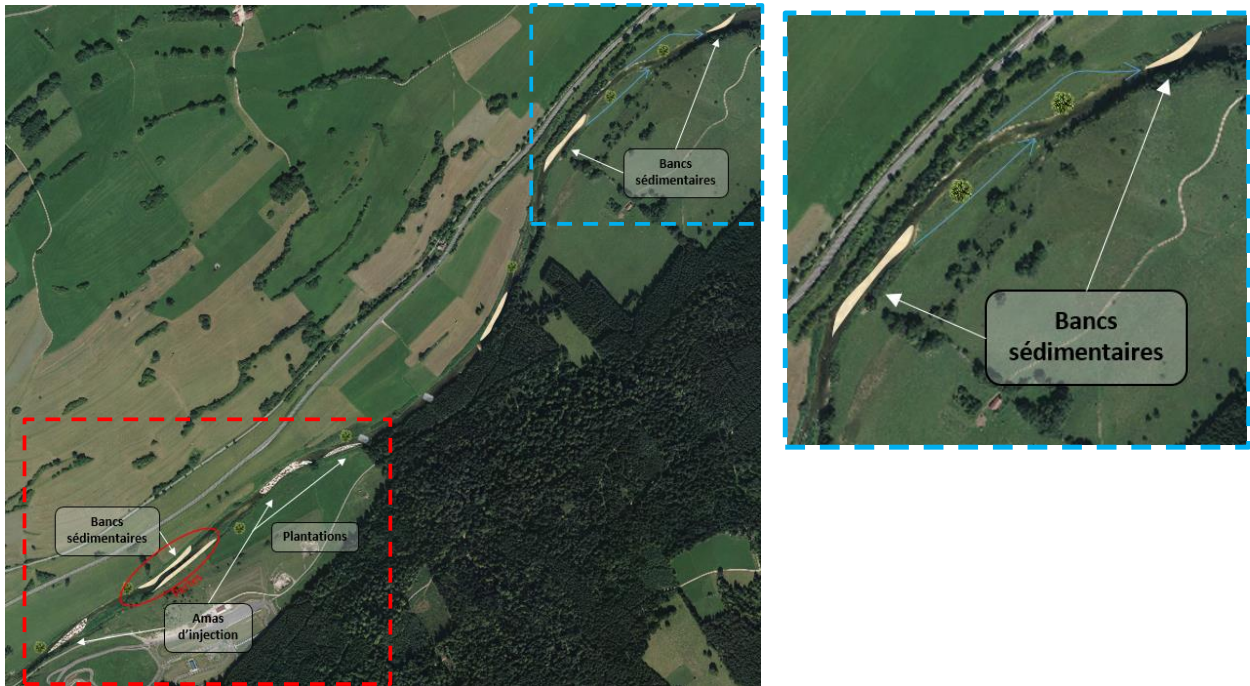
Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Arçon, Maisons-du-Bois	<b>Tronçon</b>	2
<b>Action</b>	Injection sédimentaire et remodelage			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Section en travers:



**Rapport de phase 2**

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTEROCHE



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche



Fiche action



### Enjeux

Déficit sédimentaire / Gestion des étiages / Homogénéité des faciès / Pertes

### Nature de l'intervention

L'opération projetée consisterait à :

- Réinjecter des sédiments sous forme de bancs ou îlots dans le lit du Doubs. Ces bancs seront constitués de différentes classes granulométriques plus ou moins mobilisables par la rivière.

- Caractéristiques des bancs:

- Hauteur: 40 cm en amont, 20 cm en aval;
- Linéaire: 370m;
- Taille des matériaux: 50-100mm;

- Caractéristiques des amas:

- Hauteur: 70 cm;
- Linéaire 340 m au total;
- Taille des matériaux: 30-100mm;

- Plantations de saules blancs arbustifs sur la berges et boutures sur bancs sur la partie amont du tronçon;
- Mise en place de blocs de diversification en pied de versant.

### Analyse et objectifs visés

La mise en place des bancs sédimentaires et de blocs permettra d'améliorer l'état tronçon. En effet, la mise en place d'amas permettra en partie de solutionner le déficit sédimentaire. Egalement, les bancs permettront de diversifier les écoulements dans le tronçon et de resserrer la lame d'eau en étiage améliorant ainsi l'hétérogénéité et la gestion des eaux en étiage. Enfin, les bancs proposés sur le secteur ont été positionnés autant que possible sur les pertes identifiées. Notons que l'amont de ce tronçon comptabilise un nombre important de pertes dont certaines sont aménagées (regards). Au niveau des pertes, des blocs tabulaires grossiers seront positionnés, des matériaux plus adaptés à la morphologie du cours d'eau constitueront les bancs.

Plusieurs chenaux annexes sont localisés à l'aval du tronçon, suite à l'augmentation des niveaux d'eau ceux-ci se verront plus fréquemment connectés.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau (10cm au module)
- Incidences morphologiques: Réactivation des processus sédimentaire, accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, gestion des écoulements à l'étiage;
- Incidences sur les pertes: Meilleure gestion de l'alimentation des pertes en étiage;
- Incidences sur les usages: Augmentation des fréquences de débordement (20 jours supplémentaires d'inondation des parcelles en théorie)

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Indicateur de suivi	
Avant travaux	Après travaux
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>

Rapport de phase 2

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREROCHE

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	17 000
Réalisation des travaux	111 000
Total (HT) €	128 000

## 4.6. TRONÇON 6

### 4.6.1. Fiche tronçon

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche

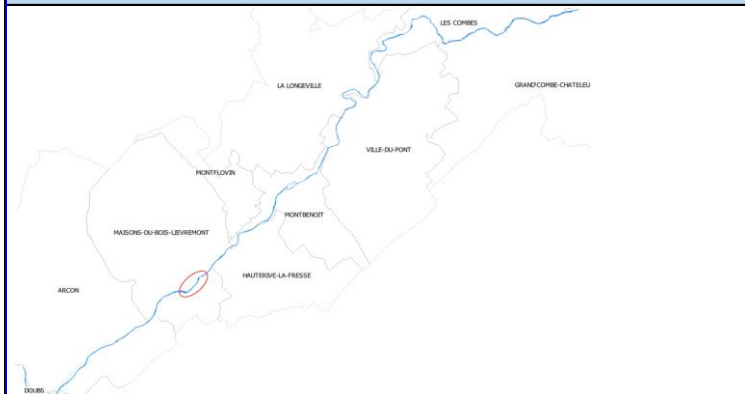


Fiche tronçon



Rivière(s)	Doubs	Tronçon n°6
Commune(s)	Maisons-du-Bois	Priorité: Faible

### Localisation



### Lit mineur

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
700 m	Oui (x2)	Oui	Prairies / Villes	Non

### Description du tronçon

Hétérogénéité	-	Granulométrie (d50)	-
Attractivité	-	Substrat	galets colmatés
Connectivité	-	Largeur lit mineur	20-40m
Stabilité	-	Faciès	zones de remous

### Contexte de l'opération

#### Fonctionnement du site

Ce tronçon situé dans la traversée de Maisons-du-Bois est constitué des deux zones de remous successifs engendrées par les barrages du secteur. Les faciès y sont donc lents et très homogènes (mise à part au droit des chutes). La rivière présente sur ce secteur d'importantes hauteurs de berges ce qui provoque une déconnexion entre les lits mineur et majeur. Egalement, les deux ouvrages installés sur le linéaire bloque la continuité piscicole à la montaison et provoque le réchauffement des eaux retenues. Notons par ailleurs que ces deux ouvrages sont détériorés et ne supporte actuellement aucun usage.

#### Dysfonctionnements observés

- Continuité écologique rompue
- Faciès homogènes
- Déconnexion lit mineur / majeur;
- Ouvrages détériorés;
- Présence de Balsamine.

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Secteur en traversée urbaine;
- Ouvrage sans usage;
- Problématique espèces invasives.

### Objectifs visés

Restauration de la continuité écologique

### Nature de l'intervention

Cette opération consisterait à :

- Restaurer le lit mineur par diversification de faciès et injection de sédiments (sous forme de bancs ou îlots);
- Restaurer les anciens chenaux secondaires;
- Améliorer la rypisylve en place (gestion des invasives).

### Photographies



## 4.6.2. Fiches actions

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Maisons-du-Bois	<b>Tronçon</b>	6
<b>Action</b>	Restauration de la qualité physique			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**



**Enjeux**

Qualité physique / Homogénéisation des faciès

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consisterait à:

- Ouvrir les vannes de l'ouvrage du moulin afin de diminuer la zone de retenue en amont de l'ouvrage;
- Restaurer la retenue avec la mise en place de bancs sédimentaires d'une largeur de 7m et ayant une hauteur de 40 cm en amont et 20 cm en aval.

**Analyse et objectifs visés**

Le contexte géologique et la présence de pertes au droit de la retenue de l'ouvrage nous poussent à proposer une solution de restauration autre que l'effacement. En effet, un effacement ou un abaissement important de l'ouvrage serait susceptible de remobiliser la retenue amont et mettre ainsi des pertes à nue. Tenant compte de ce fait, l'ouverture des vannes du barrage est simplement proposée. Cette nouvelle gestion ne permettra cependant pas de restaurer la continuité piscicole, la chute résiduelle étant trop importante. Les gains apportés cibleront principalement la qualité physique du tronçon. En effet, la retenue sera diminuée d'environ 80m soit 20% du linéaire de la retenue actuelle. Egalement, des bancs seront mis en place pour resserrer le cours d'eau au droit de la retenue très large. Ces bancs seront de plus positionnés au droit des pertes localisées sur ce secteur.

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Incidences attendues**

- Incidences hydrauliques: Diminution des niveaux d'eau en amont de l'ouvrage (-30 cm au module)
- Incidences morphologiques: Restauration de la retenue;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès.

**Condition d'exécution**

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

**Indicateur de suivi**

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles).</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Suivi visuel des aménagements.</li> </ul>
---------------	--	---------------	---

**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	6 000
Réalisation des travaux	25 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>31 000</b>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Maisons-du-Bois	<b>Tronçon</b>	6
<b>Action</b>	Restauration de la qualité physique			<b>Priorité de l'action</b>	2

**Schéma de l'aménagement**



**Enjeux**

Qualité physique / Homogénéisation des faciès

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consisterait à:

- Réaliser une échancrure sur la crête de l'ouvrage de 1m de profondeur avec une largeur de 4m en pied et 8m en tête;
- Restaurer la queue de la retenue qui sera hors influence avec la mise en place de bancs sédimentaires alternés d'une largeur de 5m et ayant une hauteur de 30 cm en amont et 20 cm en aval sur un linéaire de 180m.

**Analyse et objectifs visés**

Le contexte géologique et la présence de pertes au droit de la retenue de l'ouvrage nous poussent à proposer une solution de restauration autre que l'effacement. En effet, un effacement ou un abaissement important de l'ouvrage serait susceptible de remobiliser la retenue amont et mettre ainsi des pertes à nue. Tenant compte de ce fait, la réalisation d'une échancrure sur l'ouvrage est proposée. Celle-ci ne permettra cependant pas de restaurer la continuité piscicole, la chute résiduelle étant trop importante. Les gains apportés cibleront principalement la qualité physique du tronçon. En effet, la retenue sera diminuée d'environ 100m au module soit 15% du linéaire de la retenue actuelle. Egalement, des bancs seront mis en place pour resserrer le cours d'eau au droit de l'amont la retenue.

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Incidences attendues**

- Incidences hydrauliques: Diminution des niveaux d'eau en amont de l'ouvrage (-60 cm au module)
- Incidences morphologiques: Restauration de l'amont retenue;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès sur 80m.

**Condition d'exécution**

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

**Indicateur de suivi**

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Suivi visuel des aménagements</li> </ul>
---------------	--	---------------	--

**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	6 000
Réalisation des travaux (sous réserve du bon état structurel de l'ouvrage)	25 000
Total (HT) €	31 000

## 4.7. TRONÇON 7

### 4.7.1. Fiche tronçon



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche

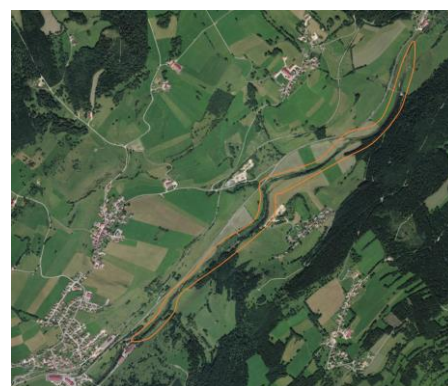
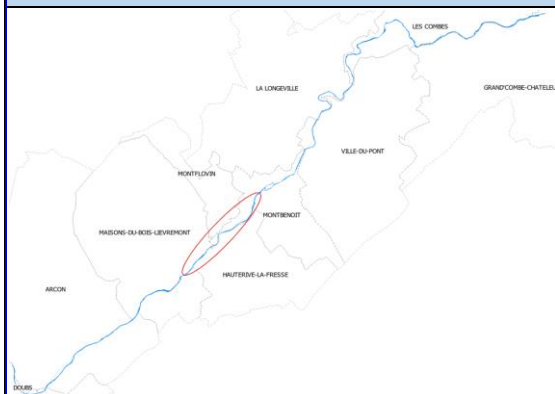


Fiche tronçon



Rivière(s)	Doubs	Tronçon n°7
Commune(s)	Maisons-du-Bois, Hauterive-la-Fresse, Montbenoit	Priorité: Forte

### Localisation



### Lit mineur

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
3300 m	Non	Non	Prairies / Forêts	Non

### Description du tronçon

Hétérogénéité	C	Granulométrie (d50)	62,5
Attractivité	A	Substrat	galets colmatés
Connectivité	B	Largeur lit mineur	20-25m
Stabilité	équilibre	Faciès	radiers/ plats/ mouilles

### Contexte de l'opération

#### Fonctionnement du site

Ce tronçon s'étend sur 3.3 km entre Maisons-du-Bois et Montbenoit, on y retrouve une alternance de radier plat combiné à des mouilles lorsque la rivière s'accolle au pied de versant, on remarque par ailleurs une augmentation significative des hauteurs de berges. Notons qu'un remblai en lit majeur est présent sur ce tronçon, celui-ci a un impact certain sur le caractère humide du secteur puisqu'il est entouré de prairie fauchée montagnarde. Ce secteur a par ailleurs subi un important enfoncement. Lors du terrain en période d'étiage le tronçon était très colmaté par endroit. Plusieurs petites sources confluent avec le Doubs sur ce tronçon.

Enfin, plusieurs anciens bras secondaire / chenaux de crue ont été identifiés sur le secteur

#### Dysfonctionnements observés

- Enfoncement généralisé du tronçon;
- Etalement de la lame d'eau en étiage;
- Colmatage très important en étiage;
- Remblais au droit d'une parcelle limitant l'inondabilité du secteur;
- îlots de balsamine sur le secteur;
- Ripisylve en déficit sur certain secteur.

Rapport de phase 2

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREROCHE

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Présence de zones humides;
- Présence d'invasive;
- Deconnexion lits mineur - majeur;
- Occupation des sols.

### Objectifs visés

Diversification des faciès / Gestion de la lame d'eau en étiage / Suppression des piétinements

### Nature de l'intervention

Cette opération consisterait à:

- Restaurer le lit mineur par diversification de faciès et injection de sédiments (sous forme d'amas ou de bancs);
- Améliorer la connectivité grâce à des remodelages de la section;
- Protéger les berges grâce à la pose de clôtures.

### Photographies



## 4.7.2. Fiches actions

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



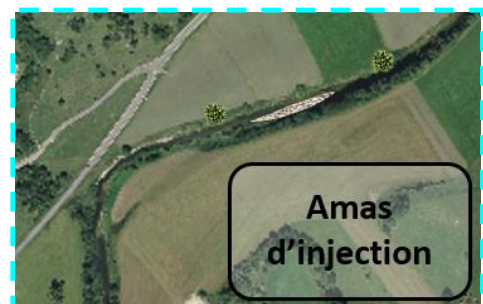
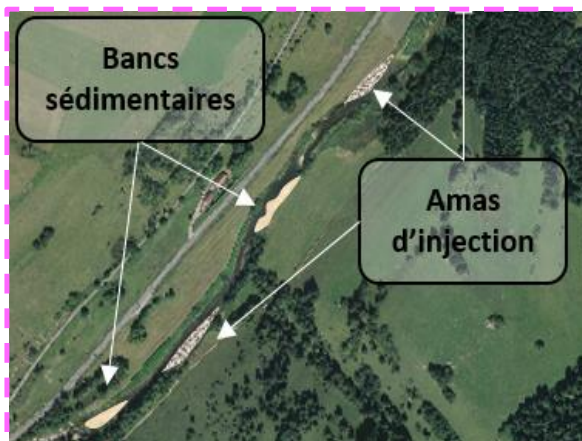
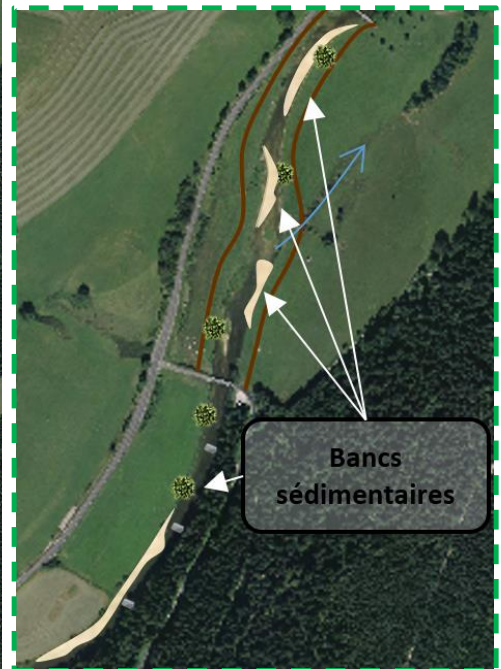
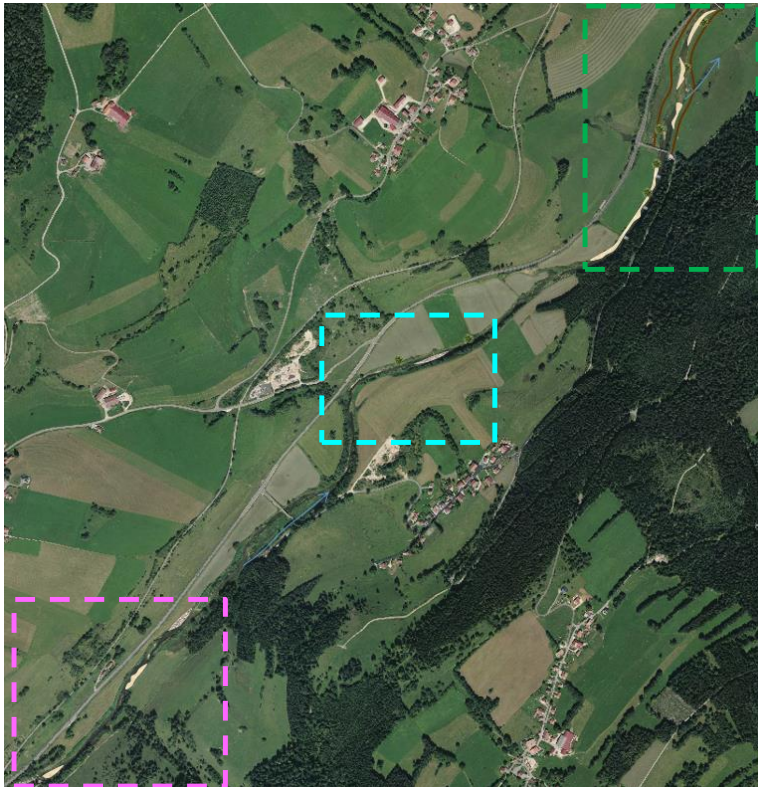
Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Maisons-du-Bois, Hauterive-la-Fresse, Montbenoit	<b>Tronçon</b>	2
<b>Action</b>	Injection sédimentaire et remodelage			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**

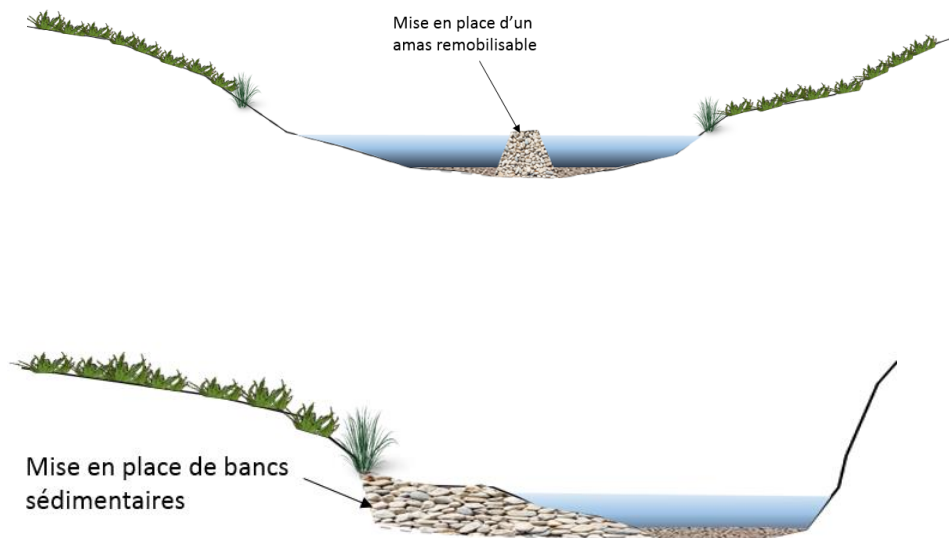


Fiche action



**Schéma de l'aménagement**

Section en travers:



**Enjeux**

Déficit sédimentaire / Gestion des étiages / Homogénéité des faciès

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consisterait à:

- Réinjecter des sédiments sous forme de bancs ou îlots dans le lit du Doubs. Ces bancs seront constitués de différentes classes granulométriques plus ou moins mobilisables par la rivière.
  - Caractéristiques des bancs:
    - Hauteur: 50 cm en en amont, 20 cm en aval;
    - Linéaire: 570m;
    - Taille des matériaux:
  - Caractéristiques des amas:
    - Hauteur: 70 cm;
    - Linéaire 320 m au total;
    - Taille des matériaux: 30-100mm;
- Mise en place de blocs (300-400mm) en pied de versant.

**Analyse et objectifs visés**

La mise en place des bancs sédimentaires et de blocs permettra d'améliorer l'état du tronçon. En effet, la mise en place d'amas solutionnera le déficit sédimentaire. Egalement, les bancs permettront de diversifier les écoulements dans le tronçon et de resserrer la lame d'eau en étiage améliorant ainsi l'hétérogénéité et la gestion des eaux en étiage. Ces aménagements seront par ailleurs noyés au module.

**Incidences attendues**

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau (15cm au module);
- Incidences morphologiques: Réactivation des processus sédimentaire, accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, gestion des écoulements à l'étiage;
- Incidences sur les usages: Parcelles en berge inondées plus fréquemment (14 jours supplémentaires de parcelles inondées).

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Condition d'exécution**

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>
---------------	--	---------------	--

**Besoins études complémentaires**

Levés topographique sur l'amont de la zone (non inclus au secteur de la présente étude)

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	17 500
Réalisation des travaux	126 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>143 500</b>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**

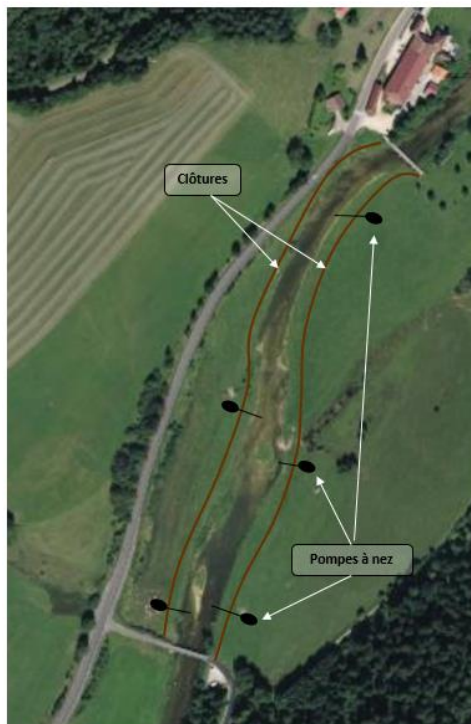


Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Montbenoît	<b>Tronçon</b>	7
<b>Action</b>	Mise en défense			<b>Priorité de l'action</b>	2

**Schéma de l'aménagement**



**Enjeux**

Piétinement / Occupation des sols

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consisterait à mettre en place des clôtures sur les champs en amont de Montbenoît dans lesquelles des zones de piétinement ont été observées. Ces clôtures seront implantées sur 500m sur les deux berges du Doubs. Pour permettre l'abreuvement du bétail, des pompes à nez sont proposées.

**Analyse et objectifs visés**

La mise en place des clôtures permettra de supprimer les piétinements en berge et la traversée de la rivière par le bétail. Les pompes à nez apparaissent comme la solution d'abreuvement la moins impactante pour la rivière. Bien entendu, la mise en place de ces aménagements nécessite une concertation avec l'exploitant des parcelles concernées.

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Incidences attendues**

- Incidences écologiques: Suppression des zones de piétinement et des traversées de bétail;
- Incidences sur les usages: Nécessité d'adaptation du bétail aux pompes.

**Condition d'exécution**

Concertation avec les propriétaires

**Besoins études complémentaires**

Sans objet

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	2 500
Réalisation des travaux	10 000
Total (HT) €	12 500

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**

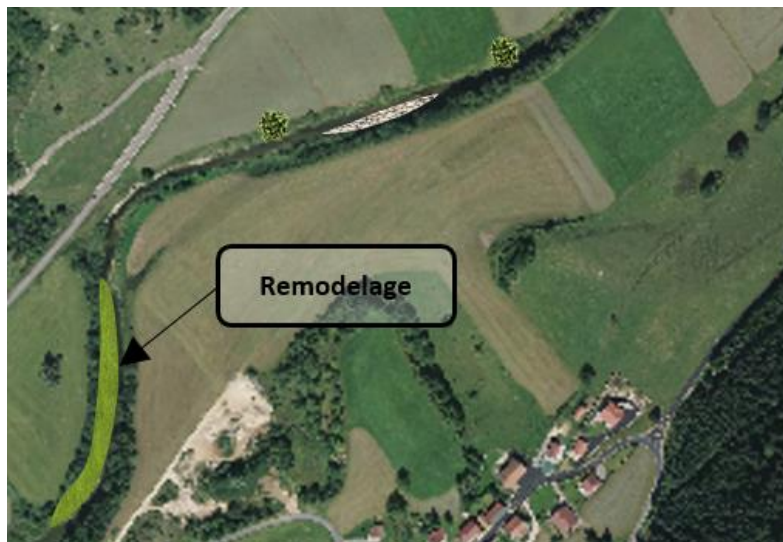


Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Montbenoît	<b>Tronçon</b>	7
<b>Action</b>	Remodelage			<b>Priorité de l'action</b>	3

**Schéma de l'aménagement**



**Enjeux**

Deconnection rivulaire / incision

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consiste à adoucir le profil que présente la berge en rive gauche afin d'améliorer la connectivité entre lit mineur et lit majeur. Pour se faire la berge sera déblayée sur une largeur de 6m minimum et présentera un fruit de talus au maximum égale à 3H/1V. Ce remodelage s'appliquera sur un linéaire de 250m.

**Analyse et objectifs visés**

Cette proposition est localisée au droit d'un remblais en lit mineur. Ce remblais, en augmentant le débit de plein bord, a provoqué une très forte incision localisée sur ce secteur. Conscient qu'il paraît impossible de déblayer la l'intégralité de la parcelle, le remodelage est proposé afin de diminuer les contraintes qui s'appliquent à la rivière sur ce linéaire de 250m.

**Incidences attendues**

- Incidences hydrauliques: Augmentation de la section hydraulique sur le secteur;
- Incidences écologiques: Meilleure connectivité entre les lits;
- Incidences sur les usages: Augmentation de l'emprise des berges

**Condition d'exécution**

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)



**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Indicateur de suivi**

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>
---------------	--	---------------	--

**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	7 000
Réalisation des travaux	50 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>57 000</b>

## 4.8. TRONÇON 8

### 4.8.1. Fiche tronçon

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche

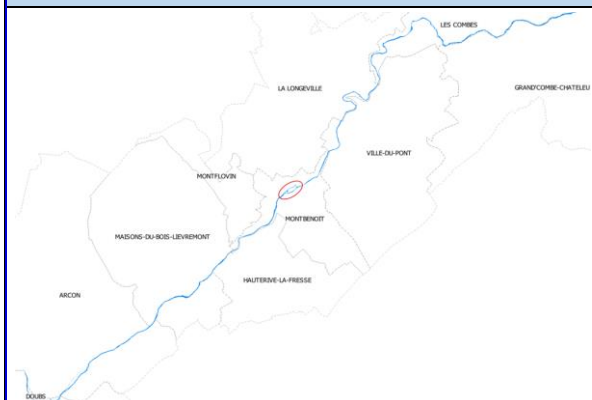


Fiche tronçon



Rivière(s)	Doubs	Tronçon n°8
Commune(s)	Montbenoît	Priorité: Moyenne

### Localisation



### Lit mineur

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
1055 m	Non	Oui	Prairies / Villes	Non

### Description du tronçon

Hétérogénéité	B	Granulométrie (d50)	49.5 mm
Attractivité	C	Substrat	galets / graviers colmatés
Connectivité	A	Largeur lit mineur	15-20
Stabilité	équilibre	Faciès	radiers / plats

### Contexte de l'opération

#### Fonctionnement du site

Le tronçon débute au pont 782 de Montflovin pour terminer à l'aval de la scierie de Montbenoît. Sur ce secteur la rivière est divisée en deux bras, l'un appuyé sur les remblais bâtis de Montbenoît, le second sur le pied de versant droit. Les deux bras ont une largeur d'une dizaine de mètre, cette diffluence provient originellement de la présence d'une scierie fonctionnant grâce à l'énergie hydraulique, aujourd'hui le barrage est détruit mais les deux bras subsistent.

En période d'étiage, ce tronçon est très colmaté, une épaisseur importante d'algue verte est présente dans le fond de la rivière. Cet important colmatage s'étend jusqu'à l'entrée des gorges.

Néanmoins sur ce tronçon des blocs permettent de créer des caches piscicoles et des figures sédimentaires diversifient le milieu. Egalement, un dépôt de remblai en rive gauche a engendré une prolifération importante d'espèces invasives.

#### Dysfonctionnements observés

- Hauteur de berges importantes;
- Fonds colmatés;
- Prolifération d'espèces invasives.

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Secteur en traversée urbaine;
- Proximité monument historique;
- Présence de zones humides (prairie fauchée montagnarde, saulaie arborescente);
- Présence d'espèces invasives (Balsamine de l'Himalaya, Cotoneaster horizontalis, Heracleum mantegazzianum, Renouée du Japon).

### Objectifs visés

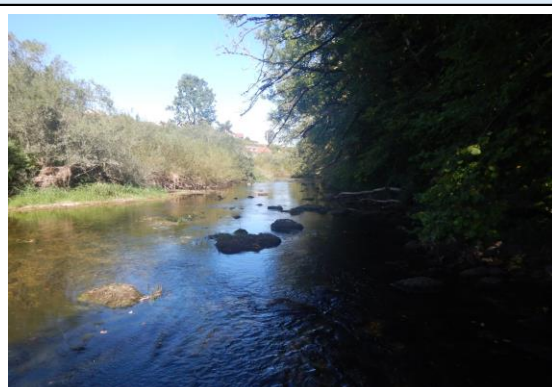
Reconnexion lits mineur et majeur / Meilleure gestion des étiages / Suppression des invasives

### Nature de l'intervention

Cette opération consisterait à:

- Remodeler la section du lit pour améliorer la connectivité;
- Orienter les écoulements dans le bras naturel du Doubs en période d'étiage;
- Eradiquer les espèces invasives présentes sur site.

### Photographies



## 4.8.2. Fiches actions

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



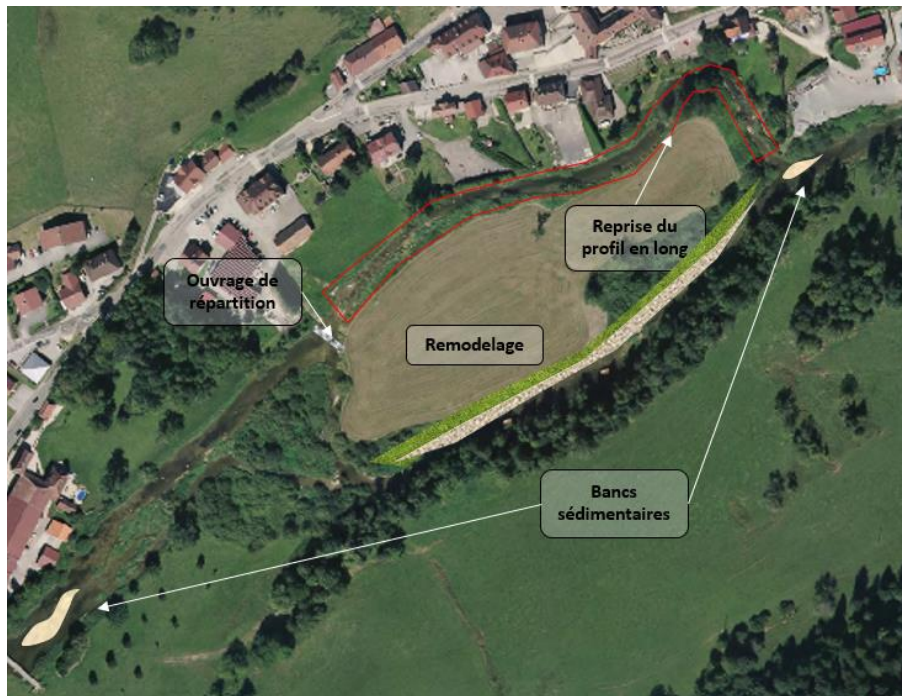
Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Montbenoît	<b>Tronçon</b>	8
<b>Action</b>	Restauration morphologique			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Section en travers:



**Enjeux**

Gestion des étiages / Homogénéité des faciès

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consisterait à:

- Remodeler le bras naturel du Doubs sur 250m afin d'améliorer la connectivité. Le remodelage se fera par le déblais du haut de berge sur 6m et le resserrement du lit en pied par des banquettes. Ces banquettes auront une largeur maximale de 6m et une hauteur en pied de 30cm. Celles-ci seront noyées au module environ et seront constituées de matériaux mixtes (mélange blocs et terre);
- L'ancien canal d'aménagé du moulin sera aménagé de sorte à orienter les écoulements vers le bras naturel du Doubs. Pour ce faire, un point haut en enrochements calé sur la côte du dixième du module sera mis en place à l'amont du bras du moulin. Egalement pour empêcher toutes zones de stagnation des eaux, le profil en long du bras du canal sera profilé afin de présenter une pente homogène;
- En amont et en aval de la zone de diffluence, des bancs seront mis en place afin de diversifier les écoulements.

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche



Fiche action



### Analyse et objectifs visés

Le remodelage permettra d'améliorer la connectivité entre les lits mineur et majeur tout en n'augmentant pas le risque d'inondation. Il permettra de plus de resserer le lit d'étiage grâce à la mise en place de banquettes. Par ailleurs, le dévoiement de l'intégralité des débits vers le tronçon naturel du Doubs améliorera les conditions rencontrées à l'étiage. Cette proposition s'appuie sur les fonctionnements observés au droit des moulins qui sont réglementairement tenus de faire passer l'intégralité des eaux dans le bras naturel de la rivière lorsque les débits sont inférieurs au débit minimum biologique. Cependant, cette proposition doit s'accompagner d'une phase de concertation avec les riverains puisqu'il ils verront le bras du moulin en assec lors des étiages sévères.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau dans le bras naturels du Doubs, assecs du bras du moulin pour des débits inférieurs à 0.1m<sup>3</sup>/s.
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, gestion des écoulements à l'étiage;
- Incidences sur les usages: Assèchement du bras du moulin en période d'étiage.

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>

### Besoins études complémentaires

Levés topographiques complémentaires

### Estimation financière

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	6 500
Réalisation des travaux	42 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>48 500</b>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**

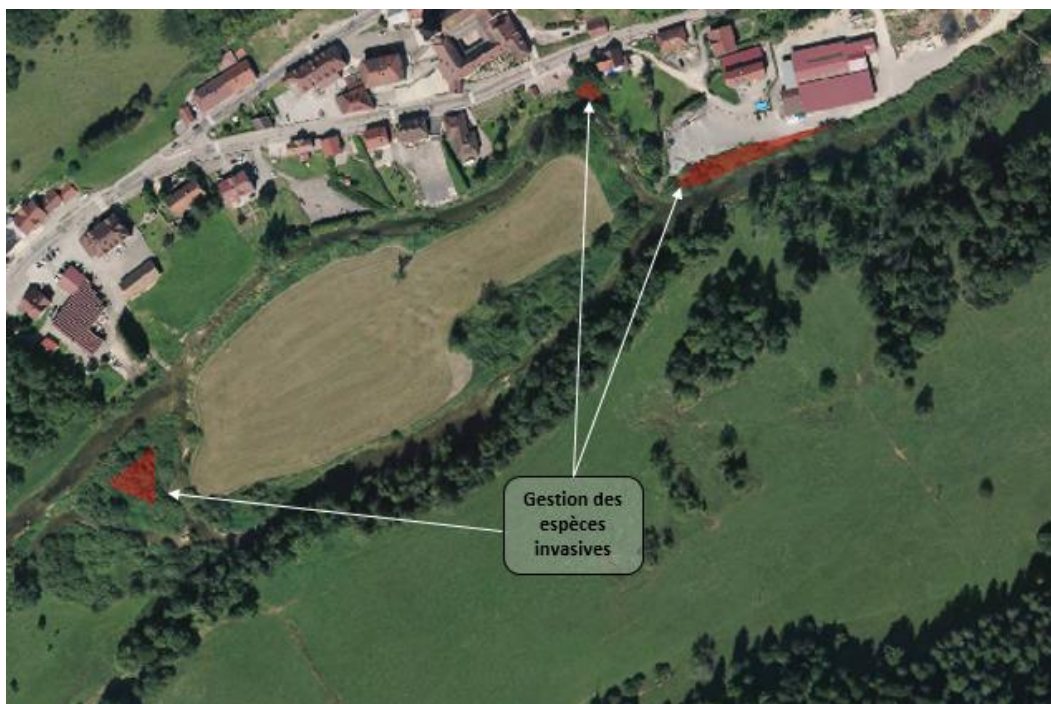


Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Montbenoît	<b>Tronçon</b>	8
<b>Action</b>	Gestion des invasives			<b>Priorité de l'action</b>	2

**Schéma de l'aménagement**



**Enjeux**

Prolifération d'invasive

**Nature de l'intervention**

Le traitement de ces espèces consisterait à :

- Fauche manuelle régulière de la Renouée et du Cotonester en évitant soigneusement les contaminations par le Doubs ou sur les surfaces actuellement saines;
- Arrachage régulier des Berces du Caucase avec l'équipement de sécurité nécessaire;
- Mis en décharge agréée des déchets des coupes.

**Analyse et objectifs visés**

Le secteur au droit de la traversée de Montbenoit est le lieux d'une importante importante concentration de plantes invasives.Ce secteur présente notamment des plantes ne s'étant actuellement pas dispersées sur le reste du linéaire, aussi leur traitement présente un réel enjeu.

**Estimation financière**



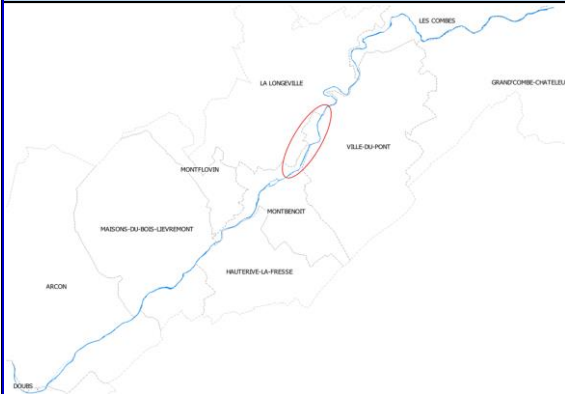

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	-
Réalisation des travaux	3 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>3 000</b>

**Rapport de phase 2**

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREROCHE

## 4.9. TRONÇON 9

### 4.9.1. Fiche tronçon

Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreeroche				
		Fiche tronçon		
Rivière(s)	Doubs			Tronçon n°9
Commune(s)	Montbenoît, Ville-du-Pont			Priorité: Forte
Localisation				
				
Lit mineur				
Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
2391 m	Non	Oui	Prairies / Villes	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	B	Granulométrie (d50)	51.5 mm	
Attractivité	C	Substrat	galets colmatés	
Connectivité	B	Largeur lit mineur	20-25	
Stabilité	équilibre	Faciès	radiers / plats / mouille	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
<p>Ce tronçon de 2.4 km s'étend jusqu'à l'entrée des gorges. La partie amont présente une importante hauteur de berge en lien avec des phénomènes d'incision. A l'aval, de par la présence d'affleurements rocheux ces phénomènes sont limités et la rivière présente une meilleure connectivité. Les fonds du tronçon sont en partie composés d'affleurements rocheux notamment en amont des gorges. Sur ce tronçon la ripisylve est très peu présente. Par ailleurs, de nombreux drains sont localisés sur le tronçon sur la partie située entre Montbenoît et Ville-du-Pont. Deux sources confluent avec le Doubs sur ce secteur. Historiquement, un seuil était installé à Ville-du-Pont, celui-ci ayant été supprimé il est possible que des phénomènes d'érosion régressive se soient appliqués sur le tronçon.</p>				
Dysfonctionnements observés				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rivière incisée;</li> <li>- Drains en zone humide;</li> <li>- Fonds colmatés;</li> <li>- Protection de berge au niveau de Ville-du-Pont;</li> <li>- Présence d'espèces invasives.</li> </ul>				

Rapport de phase 2

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREEROCHE

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Secteur en traversée urbaine;
- Présence de zones humides (prairie fauchée montagnarde);
- Présence d'espèces invasives (Balsamine de l'Himalaya).

### Objectifs visés

Diversification / Amélioration de la connectivité / Gestion des drains

### Nature de l'intervention

L'opération consisterait à:

- Remodeler la section au droit des secteurs présentant d'importantes hauteurs de berges;
- Diversifier les faciès;
- Comblers les drains en rive gauche;
- Améliorer l'état de la ripisylve.

### Photographies



### 4.9.2. Fiche action



**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreeroche**



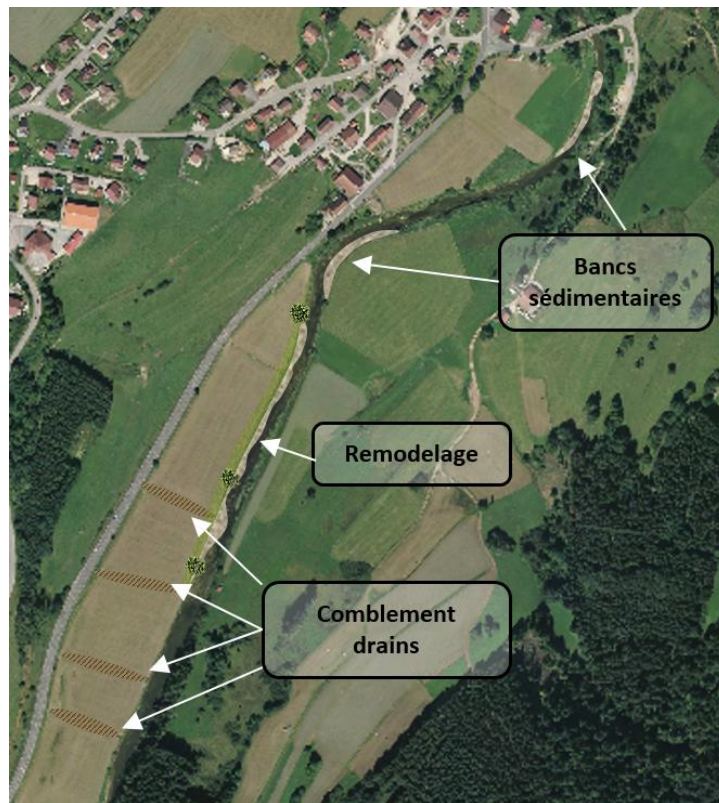
Fiche action



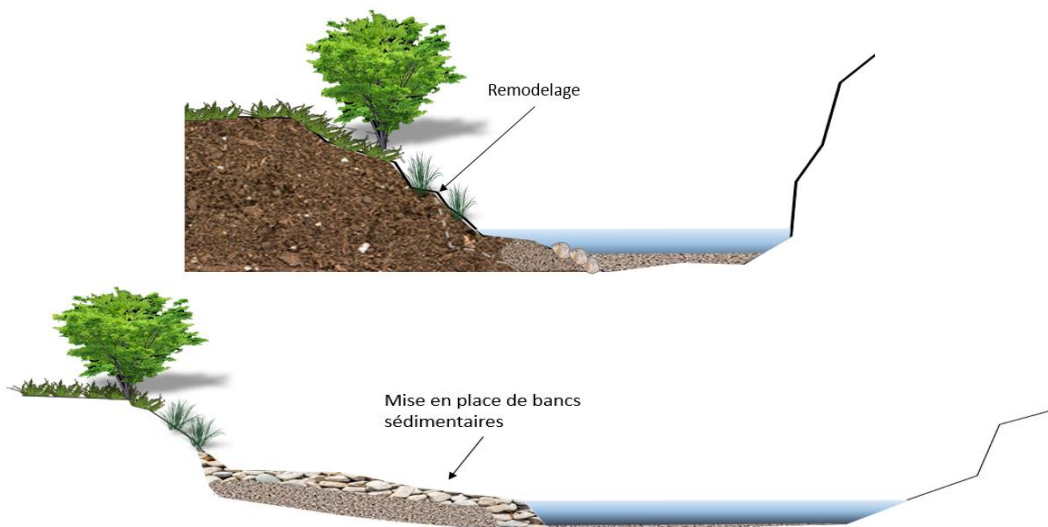
<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Montbenoît, Ville-du-Pont	<b>Tronçon</b>	9
<b>Action</b>	Injection et remodelage			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Sections en travers:



## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche



Fiche action



### Enjeux

Deconnexion rivulaire / Gestion des étiages / Homogénéité des faciès

### Nature de l'intervention

L'opération projetée consisterait à :

- Remodeler le lit à l'amont du tronçon avec une technique déblai/remblai permettant d'adoucir en tête et de resserrer en pied. La berge en rive gauche sera déblayée en tête sur 8m et resserrée en pied sur 6m. Ce resserrment se fera par l'intermédiaire de banquettes mixtes combinant des apports de terre végétale et de sédiments qui seront noyées au module;
- Mise en place de bancs sédimentaires ayant une hauteur de 30 cm en amont et 20 cm en aval, une largeur de 6m sur un linéaire total de 195 m composé de matériaux 40-100mm;
- Comblements des 4 drains présents en rive gauche à l'amont du secteur soit un linéaire de 370m;
- Plantations de saules blancs.

### Analyse et objectifs visés

Les aménagements sur ce tronçon ciblent principalement sa moitié amont, l'aval du secteur présentant moins de dégradation. L'importante hauteur de berge que présente actuellement la rivière sera retravaillée par remodelage afin d'obtenir une section plus connective. Egalement sur le tronçon remodelé, des drains actuellement présents en rive gauche seront comblés et des plantations seront faite sur ce secteur qui comporte très peu de zones ombragées. Plus en aval, des bancs de convexités seront mis en place pour resserrer les écoulements en étiage et diversifier les faciès.

### Incidences attendues

- Incidences hydrauliques: Augmentation des niveaux d'eau (+7cm au module);
- Incidences morphologiques: Réactivation des processus sédimentaire, accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Amélioration de la connectivité;
- Incidences sur les usages: Augmentation de la fréquence de débordements (3 jours supplémentaires d'inondation)

### Condition d'exécution

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

### Indicateur de suivi

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (données disponibles);</li> <li>• Réalisation CARHYCE</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation de levés topographiques (après crue morphogène);</li> <li>• Réalisation CARHYCE (après crue morphogène, N+5, N+10).</li> </ul>

### Besoins études complémentaires

Levés topographiques complémentaires

### Estimation financière



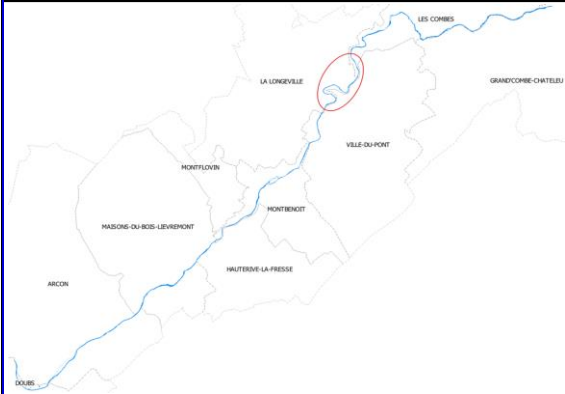

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	10 000
Réalisation des travaux	69 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>79 000</b>

**Rapport de phase 2**

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREROCHE

## 4.10. TRONÇON 10

### 4.10.1. Fiche tronçon

Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreeroche				
		<b>Fiche tronçon</b>		
Rivière(s)	Doubs			Tronçon n°10
Commune(s)	Ville-du-Pont, Longeville			Priorité: Faible
Localisation				
				
Lit mineur				
Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
3006 m	Non	Non	Gorges	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	-	Granulométrie (d50)	-	
Attractivité	-	Substrat	-	
Connectivité	-	Largeur lit mineur	15-20	
Stabilité	-	Faciès	radiers / plats / mouille / chutes	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
<p>Ce tronçon d'environ 3 km n'a pu être prospecté à pied car il présente des hauteurs d'eau très importantes au droit des marmites. Ce tronçon est très bien conservé en comparaison aux autres secteurs, ceci s'explique par de nombreux affleurements rocheux empêchant tous phénomènes d'incision et le fait que sur ce secteur, l'accessibilité est réduite limitant la possibilité d'action anthropiques. Par ailleurs, les eaux sur ce secteur ont une thermie plus intéressante qu'à l'amont. Notons qu'en période d'étiage cette zone est fréquemment soumise à des assecs.</p>				
Dysfonctionnements observés				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assecs fréquents</li> <li>- Présence d'espèces invasives.</li> </ul>				

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Accessibilité;
- Site classé;
- Zone située en Arrêté de protection du biotope;
- ZNIEFF de type 1.

### Photographies



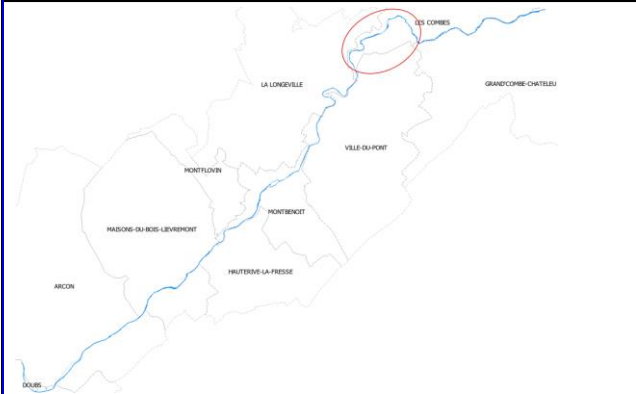



#### 4.10.2. Fiche action

L'état du tronçon étant jugé satisfaisant, aucune action n'est proposée sur cette portion du cours d'eau.

## 4.11. TRONÇON 11

### 4.11.1. Fiche tronçon

Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Enteroche				
		<b>Fiche tronçon</b>		
Rivière(s)	Doubs			Tronçon n°11
Commune(s)	Longeville, Les Combes			Priorité: Faible
Localisation				
				
Lit mineur				
Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
3642 m	Oui	Oui	Gorges, terrasses alluviales	Non
Description du tronçon				
Hétérogénéité	A	Granulométrie (d50)	44,5	
Attractivité	B	Substrat	Galets, graviers	
Connectivité	B	Largeur lit mineur	15-20	
Stabilité	équilibre	Faciès	radiers / plats / mouille	
Contexte de l'opération				
Fonctionnement du site				
<p>Tronçon de 3.6km au sein des gorges présentant des zones très profondes alternant avec des plats et radiers. Les fonds sont constitués de matériaux plus fins qu'à l'amont, et de nombreux bancs sont présents témoignant du stock alluvionnaire du secteur. La rivière circule entre des terrasses érodables et le pied de versant droit. Les eaux y sont fraîches de par la présence de résurgences mais aussi grâce à l'ombre apportée par les versants.</p> <p>Au milieu du tronçon, le barrage de Remonot crée une légère zone de remous.</p> <p>En allant vers l'aval, de nombreux îlots d'hélophytes apparaissent.</p>				
Dysfonctionnements observés				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remous engendré par l'ouvrage de Remonot;</li> <li>- Présence d'espèces invasives.</li> </ul>				

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Enteroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Accessibilité;
- Périmètre monument historique;
- Présence de zones humides;
- Znieff de type 1;
- Sites classés et inscrit.

### Photographies



#### 4.11.2. Fiche action

L'état du tronçon étant jugé satisfaisant, aucune action n'est proposée sur cette portion du cours d'eau.

### 4.12. TRONÇON 12

#### 4.12.1. Fiche tronçon

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche

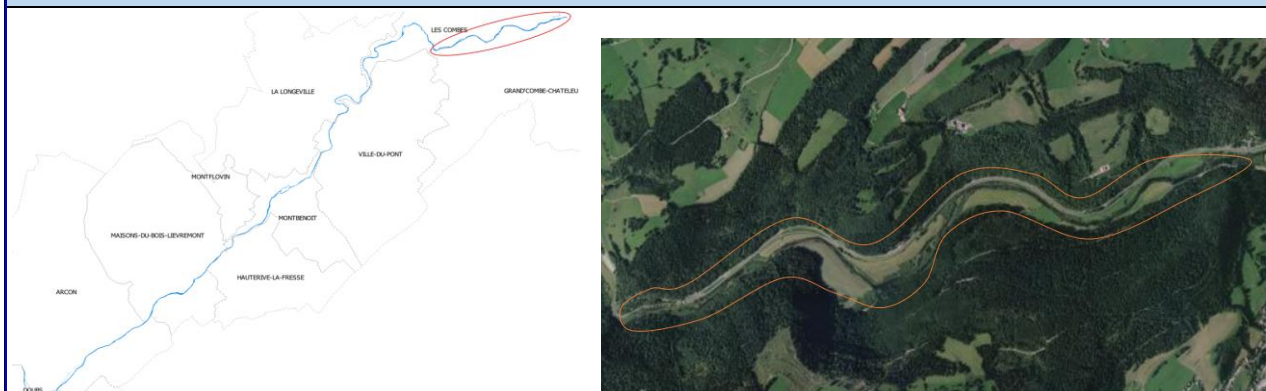


Fiche tronçon



Rivière(s)	Doubs	Tronçon n°12
Commune(s)	Les Combes, Grand'Combe-Châteleu	Priorité: Moyenne

### Localisation



### Lit mineur

Linéaire	Présence de seuils	Traversée urbaine	Occupation sols	Zone de pertes
4180 m	Oui	Oui	Gorges, terrasses alluviales	Non

### Description du tronçon

Hétérogénéité	B	Granulométrie (d50)	-
Attractivité	B	Substrat	-
Connectivité	B	Largeur lit mineur	25-35
Stabilité	érosion	Faciès	mouille / radier / plat

### Contexte de l'opération

#### Fonctionnement du site

Ce tronçon constitue la partie aval du secteur et débute au droit du coude en aval de Remonot. Plusieurs ouvrages parsèment le cours du tronçon provoquant des zones lentes, en effet environ 40% du linéaire est situé en zone de remous. Ces retenues sont d'ailleurs très colmatées et la largeur du cours d'eau y est trop importante. Hors secteur d'influence, quelques radiers et plats courants sont présents avec des îlots sédimentaires et d'importante zone d'hélophyte. La partie à l'extrême aval du tronçon, trop profonde pour être parcourue à pied, présente des berges hautes, raides et instables. Enfin au droit de ce tronçon différentes sources d'eau fraîche confluent avec le Doubs.

#### Dysfonctionnements observés

- Remous engendrés par les ouvrages;
- Sur-largeur au niveau des retenues;
- Fonds colmatés;
- Berges déconnectées;
- Présence de Balsamine.

Rapport de phase 2

DIAGNOSTIC HYDRO-MORPHOLOGIQUE ET DEFINITION DES TRAVAUX DE RESTAURATION DU DOUBS – DE PONTARLIER A L'AVAL DU DEFILE D'ENTREROCHE

## Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche



Fiche tronçon



### Enjeux

- Accessibilité;
- Périmètre monument historique;
- Présence de zones humides;
- Zone en APB;
- ZNIEFF 1;

### Objectifs visés

Restauration de la continuité écologique et de la qualité physique

### Nature de l'intervention

L'opération consisterait à :

- Effacer le seuil le plus à l'aval et remodeler les sections incisées au droit de l'ancienne retenue;
- Effacer les ouvrages en amont du tronçon et retirer certaines protections de berge.

### Photographies



#### 4.12.2. Fiches actions



**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche**



Fiche action



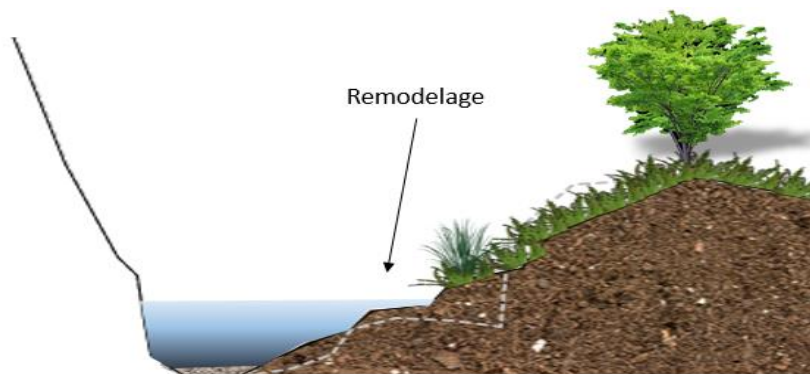
<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Les Combes, Grand'Combe-Châteleu	<b>Tronçon</b>	12
<b>Action</b>	Continuité écologique et remodelage			<b>Priorité de l'action</b>	1

**Schéma de l'aménagement**

Vue en plan:



Section en travers:



**Enjeux**

Continuité écologique / Homogénéité des faciès / Connectivité lits mineur et majeur

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consisterait à:

- Effacer l'ouvrage à l'aval du tronçon aujourd'hui sans usage;
- Remodeler la rivière au droit de la retenue de l'ouvrage, secteur présentant une importante hauteur de berge. Cette intervention sera mise en œuvre sur un linéaire de 1 300m en rive gauche ou droite dépendamment de la sinuosité du cours d'eau. Ce remodelage se fera par un evasement en tête sur une emprise de 8m et un resserrement en pied sur 6m.

Notons que le remodelage présente peu d'intérêt si l'ouvrage est conservé.

**Analyse et objectifs visés**

L'effacement de l'ouvrage permettrait non seulement de restaurer la continuité écologique mais aussi et principalement, d'améliorer la qualité physique du cours d'eau en supprimant la zone de remous engendrée par l'ouvrage sur ce secteur très homogène. Egalement, les berges très abruptes en amont du barrage seront reprise afin d'obtenir un milieu plus connectif.

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l'aval du défilé d'Entreroche**



Fiche action



**Incidences attendues**

- Incidences hydrauliques: l'effacement combiné au remodelage induira un léger abaissement de la ligne d'eau (-3cm au module)
- Incidences morphologiques: Accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, amélioration de la connectivité;
- Incidences sur les usages: Diminution de la fréquence de débordement.

**Condition d'exécution**

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

**Indicateur de suivi**

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> </ul>
---------------	---	---------------	---

**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	15 000
Réalisation des travaux	112 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>127 000</b>

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



<b>Rivière(s)</b>	Doubs	<b>Commune(s)</b>	Les Combes, Grand'Combe-Châteleu	<b>Tronçon</b>	12
<b>Action</b>	Continuité écologique			<b>Priorité de l'action</b>	2

**Schéma de l'aménagement**



**Enjeux**

Continuité écologique / Homogénéité des faciès / Connectivité lits mineur et majeur

**Nature de l'intervention**

L'opération projetée consisterait à :

- Effacer les trois ouvrages à l'amont du tronçon aujourd'hui sans usage;
- Retirer les enrochements en berge contraignant la mobilité de la rivière.

**Analyse et objectifs visés**

L'effacement des ouvrages implantés à l'amont du tronçon permettront de restaurer la qualité physique du secteur, ces ouvrages étant d'ores et déjà franchissables. La faible hauteur des barrages permet de ne pas à avoir à reprendre les sections des retenues ou le profil en long. Egalement, plusieurs berges enrochées ont été localisées sur le secteur, si ces protections ne protègent pas une zone à enjeu (voie ferrée en rive gauche ou chemin en rive droite) celles-ci seront retirées pour permettre la mobilité éventuelle de la rivière.

**Diagnostic hydro-morphologique et définition des travaux de restauration du Doubs – De Pontarlier à l’aval du défilé d’Entreroche**



Fiche action



**Incidences attendues**

- Incidences hydrauliques: Diminution des niveaux d'eau (-8cm au module)
- Incidences morphologiques: Accélération des écoulements;
- Incidences écologiques: Diversification des faciès, amélioration de la connectivité;
- Incidences sur les usages: Diminution de la fréquence de débordement.

**Condition d'exécution**

Autorisations administratives (Loi sur l'Eau et les milieux Aquatiques et DIG)

**Indicateur de suivi**

Avant travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM;</li> <li>• Réalisation d'un IBG;</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique;</li> </ul>	Après travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un IAM (après crue morphogène, N+5, N+10) ;</li> <li>• Réalisation d'un IBG (après crue morphogène, N+5, N+10);</li> <li>• Réalisation d'une pêche électrique (N+1, N+5, N+10);</li> </ul>
---------------	---	---------------	---

**Besoins études complémentaires**

Levés topographiques complémentaires

**Estimation financière**

Nature de l'intervention	Coût (HT) €
Etude de conception et dossiers réglementaires	7 000
Réalisation des travaux	27 000
<b>Total (HT) €</b>	<b>34 000</b>

#### 4.13. SYNTHÈSE

Le tableau suivant synthétise les données précédentes :

Tronçon	Priorité	Fiche	Objectifs	Priorité de l'action	Cout (€ HT)
1	Moyenne	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Injection et remodelage	1	75 000
2	Forte	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Injection et remodelage	1	120 000
3	Forte	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Injection et remodelage	1	67 000
		Action 2	Remodelage	2	75 000
4	Faible	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Remodelage	1	72 000
5	Forte	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Injection et remodelage	1	128 000
6	Faible	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Restauration de la qualité physique	1	31 000
		Action 2	Restauration de la qualité physique	2	31 000
7	Forte	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Injection et remodelage	1	143 500
		Action 2	Mise en défense	2	12 500
		Action 3	Remodelage	3	57 000
8	Moyenne	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Restauration morphologique	1	48 500
		Action 2	Gestion des invasives	2	3 000
9	Forte	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Injection et remodelage	1	79 000
10	Faible	Tronçon	-	-	-
11	Faible	Tronçon	-	-	-
12	Moyenne	Tronçon	-	-	-
		Action 1	Continuité écologique et remodelage	1	127 000
		Action 2	Continuité écologique	2	34 000
<b>Total</b>					<b>1 103 500 €</b>

## 5. INCIDENCES HYDRAULIQUES EN CRUE

Les incidences hydrauliques qui s'appliquent à chaque tronçon sont dépendantes des aménagements effectués à l'aval. Aussi, les impacts ont été estimés en considérant un aménagement de la totalité du linéaire à l'étude.

Le tableau ci-dessous résume les différences de niveaux d'eau attendues dans le cadre des propositions réalisées.

Tableau 5 Différences de niveaux d'eau en crue par rapport à l'état initial

Secteur	Différences de niveaux à Q=3*Module	de à	Différences de niveaux à Q=Q10	de	Différences de niveaux à Q=Q50	de	Différences de niveaux, crue du PPRI
<b>Amont Arçon</b>	+ 15 cm		+ 9 cm		+7 cm		+2 cm
<b>Traversée d'Arçon</b>	+ 12 cm		0 cm		0 cm		0 cm
<b>Arçon -&gt; Maisons-du-Bois</b>	+15 cm		0 cm		0 cm		0 cm
<b>Traversée de Maisons-du-Bois</b>	0 cm		-1 cm		- 3 cm		- 4 cm
<b>Maisons-du-Bois -&gt; Montbenoît</b>	+ 10 cm		+ 2 cm		0 cm		+ 1 cm
<b>Traversée de Montbenoît</b>	+ 20 cm		+ 7 cm		0 cm		0 cm
<b>Montbenoit -&gt; Ville du Pont</b>	+ 10 cm		- 1cm		- 4 cm		- 10 cm
<b>Aval secteur d'étude (les Combes)</b>	- 1 cm		- 15 cm		- 19 cm		- 19 cm

Les lignes d'eau modélisées avant / après aménagement sont illustrées ci-dessous :

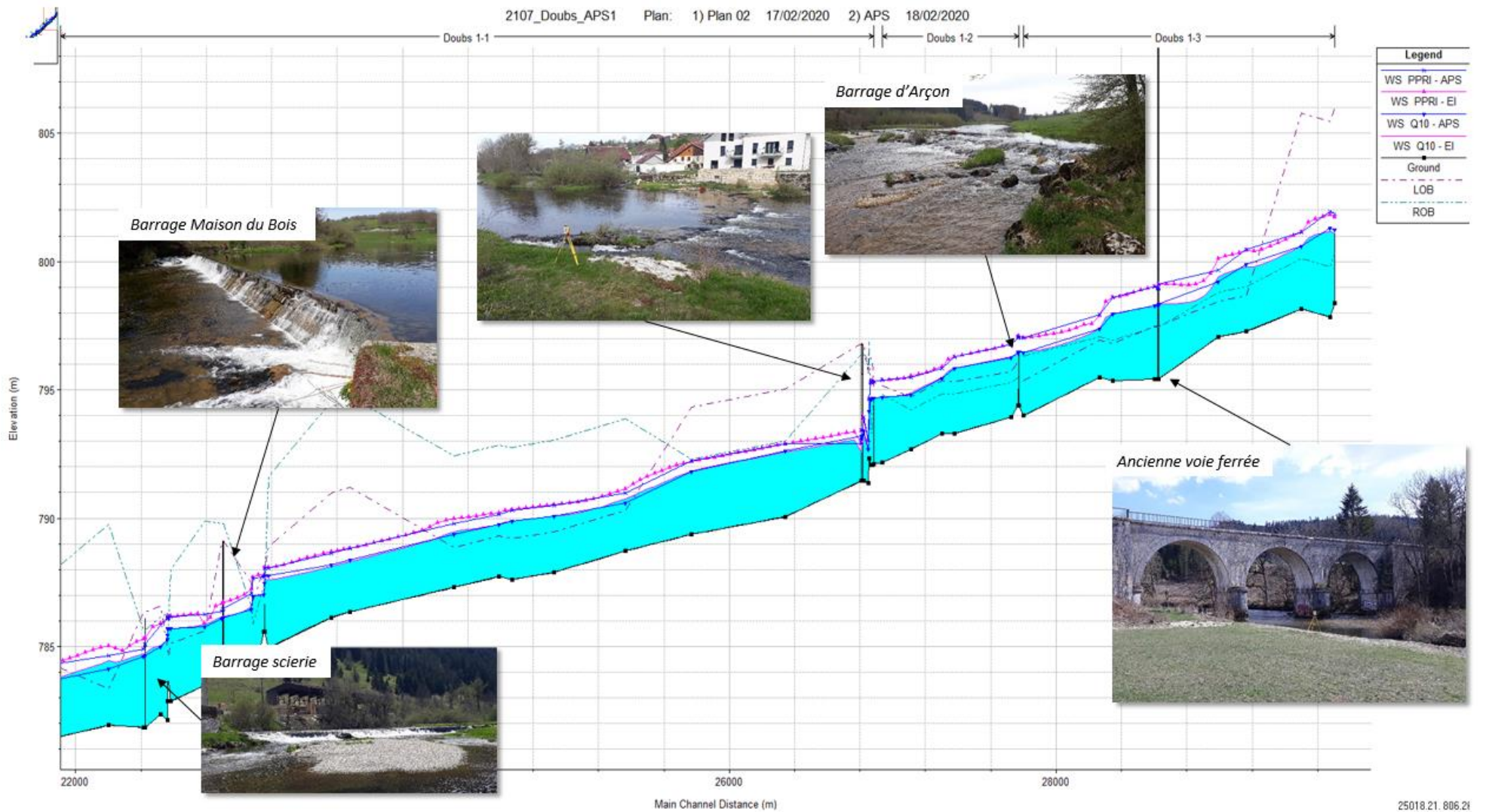


Figure 27 Lignes d'eau à la Q10 et à la crue du PPRI modélisées avant/après aménagement

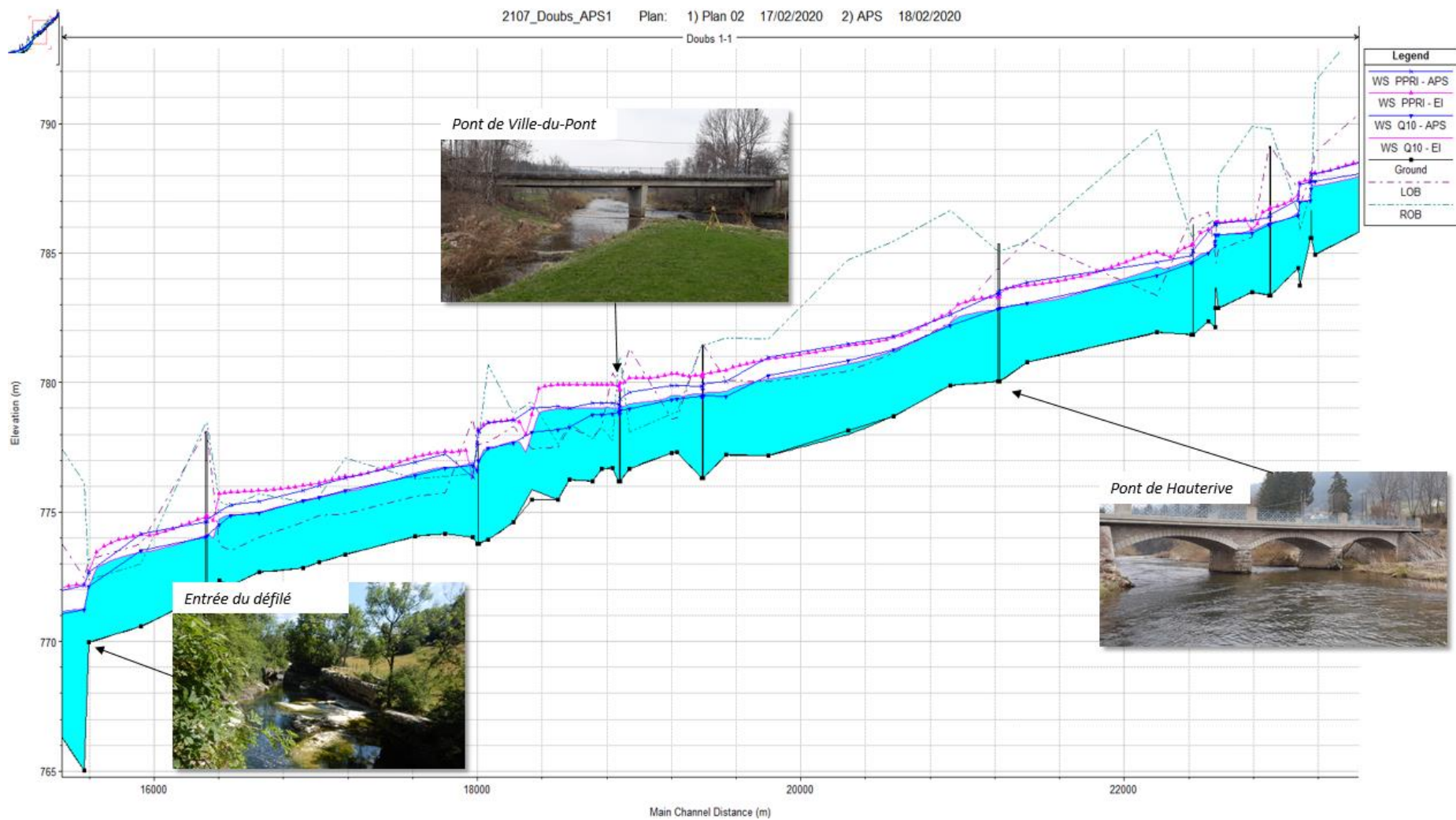


Figure 28 Lignes d'eau à la Q10 et à la crue du PPRI modélisées avant/après aménagement



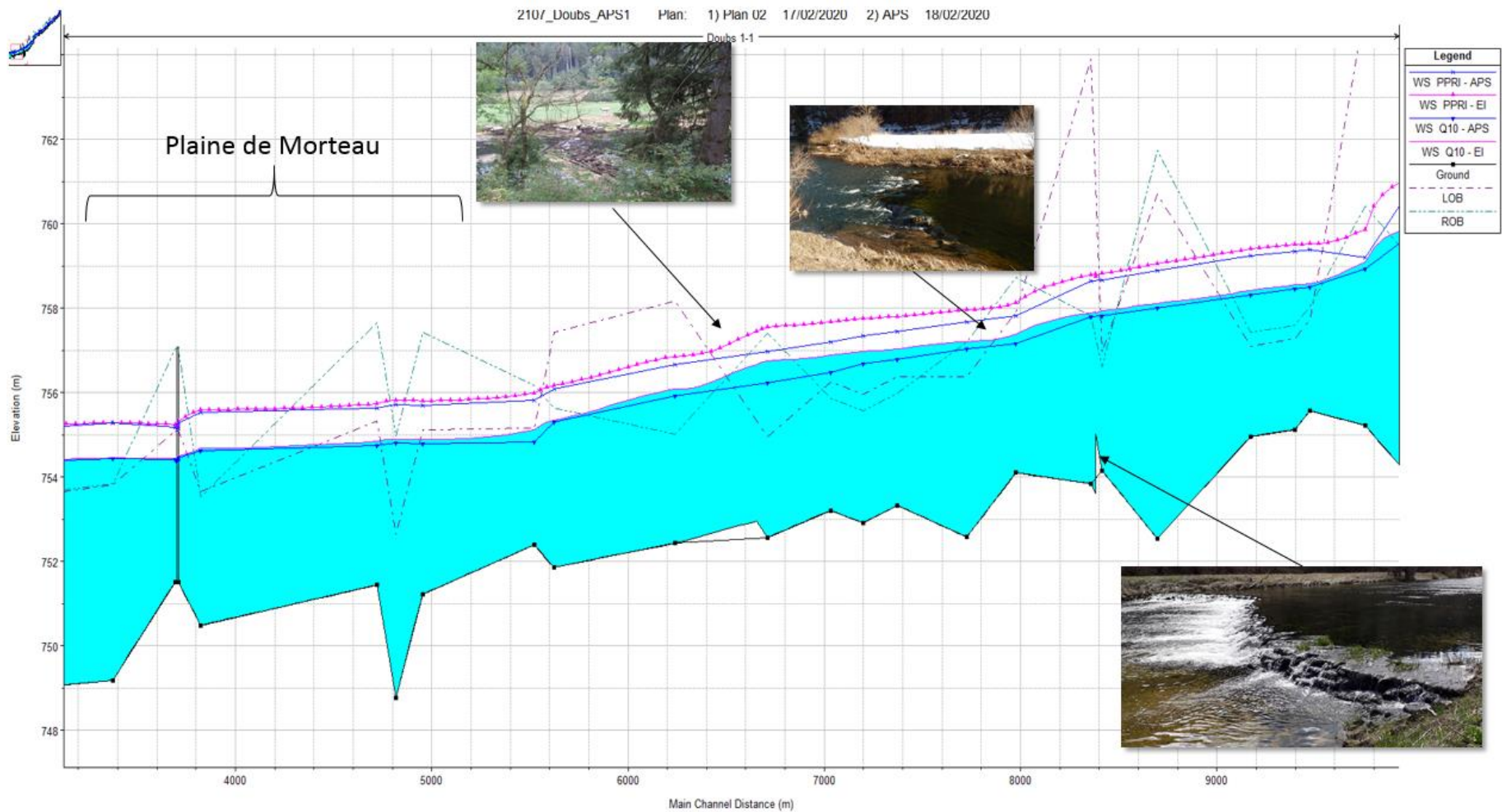


Figure 29 Lignes d'eau à la Q10 et à la crue du PPRI modélisées avant/après aménagement

Globalement, il apparaît que les aménagements ne modifient que très peu les niveaux du PPRI modélisés pour l'état initial. Les principales incidences hydrauliques sont les augmentations des débits de plein-bord sur les secteurs hors traversée urbaine. L'ampleur de ces impacts est explicitée au sein des fiches action réalisées qui s'attachent à détailler l'augmentation des fréquences de débordement sur les secteurs aménagés.

## 6. ELABORATION D'UN TRONÇON TEST

Tenant compte de l'ampleur du secteur d'aménagement et du programme d'intervention, la réalisation de la restauration d'un tronçon test pourrait s'avérer intéressante. En outre, étant donné le caractère empirique des formules de transit sédimentaire utilisées dans le cadre du dimensionnement des aménagements, ce test permettrait d'ajuster les apports pour une opération plus globale.

Tenant compte des enjeux en présence et des aménagements proposés, nous estimons que ce secteur « test » devrait être situé au droit des tronçons 2 ou 3 (partie aval, hors traversée d'Arçon) du linéaire à l'étude. Cela permettrait d'évaluer l'impact des aménagements sur les pertes et de mettre en œuvre la plupart des techniques proposées (amas et bancs). Le linéaire restaurer se devra d'avoir une longueur pertinente par rapport à la taille du cours d'eau et l'ambition visée. En effet, la restauration d'un linéaire supérieur à 20 fois la largeur du cours d'eau permet d'observer l'effet des aménagements à l'échelle du tronçon. Le choix de la localisation sera l'un des objets de la réunion de restitution de phase 2.