

MAITRISE D'ŒUVRE POUR LA RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DES USSES

PLAINE DE BONLIEU COMMUNES DE CONTAMINE-SARZIN ET SALLENOVES



Rapport AVP



N° d'Affaire ARI 15-131

Version 1.0

11 Juillet 2019



SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Réf. affaire : ARI-15-131

Titre Maîtrise d'oeuvre pour la restauration morphologique du lit des Usse

Les documents rendus dans le cadre de l'étude

Indice	Date	Titre du document	Phase	Statut du document	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
01	10 Juillet 2019	Maîtrise d'oeuvre pour la restauration morphologique du lit des Usse	AVP	☒ Provisoire ☐ Définitif	Y. BUSCAYLET	J. DELEUZE	L. GUITARD

Chef de projet Lionel GUITARD Responsable Activités Rivières
Rédacteur Yann BUSCAYLET Chargé d'études hydrauliques
Contrôle interne Jean-Manuel DELEUZE Chargé d'affaires hydrauliques

Maître d'Ouvrage :

Syndicat Mixte d'Exécution du Contrat de Rivières des Usse

107 route de l'Eglise

74910 BASSY

Tél : 04 50 20 05 05

Diffusion : SMECRU

Document protégé, propriété exclusive d'HYDRETTDES. Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

SOMMAIRE

PARTIE 1 : PREAMBULE.....	8
PARTIE 2 : CONTEXTE.....	9
PARTIE 3 : DIAGNOSTIC DE L'ETUDE PRELIMINAIRE.....	10
1. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE.....	10
1.1. Données hydrologiques.....	10
1.1.1. Débits courants	10
1.1.2. Débits de pointe	10
1.2. Conditions d'écoulement	11
1.2.1. Construction du modèle.....	11
1.2.2. Capacité d'écoulement actuelle	11
1.2.3. Conditions d'écoulement en crue.....	13
2. EVOLUTION MORPHOLOGIQUE.....	17
2.1. Analyse diachronique.....	17
2.2. Incision du profil en long	18
2.3. Mobilité latérale	18
2.4. Dynamique et transport solide.....	20
3. BILAN DE L'ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC	21
PARTIE 4: RESTAURATION MORPHOLOGIQUE	22
1. OBJECTIFS.....	22
2. PRINCIPES DE L'OPERATION DE RESTAURATION.....	22
3. DESCRIPTION DES PRINCIPALES FONCTIONNALITES MISES EN PLACE ET ELEMENTS DE DIMENSIONNEMENT ASSOCIES.....	24
3.1. Reméandrage du lit mineur	24
3.1.1. Tracé des méandres.....	24
3.1.2. Profil en long du tronçon	24
3.1.3. Gabarit du lit mineur	24
3.2. Création d'un lit d'étiage	25
3.3. Mise en place de bras diachrones	25
3.4. Remobilisation des structures alluvionnaires	26
3.5. Aménagement de la zone humide	26
3.6. Diversification des habitats aquatiques	26
3.7. Gestion de la végétation	27

4. DETAILS DU PROJET ET RAPPEL DE SON EVOLUTION DURANT CETTE PHASE DE CONCEPTION AVP	28
4.1. Aménagements proposés en études préliminaires	28
4.2. Adaptations AVP de juillet 2018	30
4.3. Adaptations AVP de septembre 2018.....	33
4.4. Adaptations AVP de décembre 2018.....	33
4.5. Récapitulatif de l'aménagement retenu en AVP :	36
5. IMPACTS DU PROJET	39
5.1. Incidences sur les conditions d'écoulement.....	39
5.2. Influences sur l'état morphologique	47
5.3. Impacts sur les conditions écologiques.....	48
6. SUIVI DE L'OPERATION.....	49
6.1. PLAN DE GESTION DE LA VEGETATION	49
6.2. PLAN DE GESTION DU TRANSPORT SOLIDE.....	49
7. ESTIMATION FINANCIERE DES TRAVAUX	51
8. PLANNING PREVISIONNEL	54
8.1. Maîtrise foncière.....	54
8.2. Autorisation au titre du Code de l'Environnement (IOTA)	54
8.3. Planning Travaux	54
9. ANNEXES : PLANS DE PROJET	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du secteur d'étude (géoportail).....	9
Figure 2 : Courbe des débits classés des Ussets au pont des Douattes, diagnostic géomorphologique, 2011	10
Figure 3: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie amont	12
Figure 4: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie intermédiaire	12
Figure 5: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie aval ...	13
Figure 6 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe biennal Q2.....	14
Figure 7 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe décennal - Q10	15
Figure 8 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe centennal - Q100.....	16
Figure 9: Photos aériennes historiques du secteur d'étude (années 1935 à 2000), zone de projet localisée en rouge, données Géoportail.....	17
Figure 10: Evolutions de la bande active de 1934 à 2016	19
Figure 11: Photographies de la zone d'étude.....	20
Figure 12: Coupe-type du lit reméandré avec un bras diachrone en rive droite	25
Figure 13: Profil en long bras diachrone -Coupe-tye de la connexion lit vif-bras secondaire.	26
Figure 14: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade des études préliminaires	29
Figure 15: Photographie aérienne de la confluence avec les petites Ussets, mars 2015, Google Earth.....	30
Figure 16: Photo aérienne de la confluence avec les petites Ussets, juin-juillet 2015, IGN - RGD 73-74.....	30
Figure 17: Tracé projet PRE	30
Figure 18:Tracé projet AVP	30
Figure 19: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade AVP – variante juillet 2018.....	32
Figure 20: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade AVP – variante septembre 2018	34
Figure 21: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade AVP – variante finale retenue en décembre 2018.....	35
Figure 22:Vue en plan du projet sur le secteur amont.....	36
Figure 23:Coupe type du projet sur le secteur amont (profil AA')	36
Figure 24: Reméandrage du lit sur le secteur intermédiaire.....	37
Figure 25: Coupe type du rémandrage sur le secteur intermédiaire.....	37

Figure 26: Profil en long type d'un bras diachrone (coupe EE')	38
Figure 27: Aménagement de la zone humide au niveau de la carrière	38
Figure 28: Coupe type du reméandrage sur le secteur intermédiaire	39
Figure 29: Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le module ...	40
Figure 30 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le débit de pointe biennal Q2	41
Figure 31: Cartographie des vitesses d'écoulement maximales dans l'état projet pour le débit de pointe biennal Q2	42
Figure 32 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le débit de pointe décennal Q10	43
Figure 33 : Cartographie des vitesses d'écoulement maximales dans l'état projet pour le débit de pointe décennal Q10	44
Figure 34: Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le débit de pointe centennal Q100	45
Figure 35: Cartographie des vitesses d'écoulement dans l'état projet pour le débit de pointe centennal Q100	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques principales des débordements sur le secteur d'étude	13
Tableau 2 : Synthèse des principaux volumes mobilisés pour chaque opération projetée	52

PARTIE 1 : PREAMBULE

Cette étude intervient dans le cadre du contrat de rivière des Usses géré par le Syndicat Mixte d'Exécution du Contrat de Rivière des Usses (SMECRU). Le diagnostic du bassin versant, effectué lors de l'élaboration de ce document a conduit à la mise en place d'un programme d'actions dont l'un des objectifs est la gestion et la préservation de la ressource en eau et des milieux aquatiques (volet B). C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente opération de restauration : la zone d'étude fait l'objet d'une fiche action intitulée « favoriser la mobilité du lit, améliorer les habitats au droit de Contamine-Sarzin ».

Le diagnostic hydro-géomorphologique effectué en 2011 par le groupement DYNAMIQUE HYDRO - HYDRETUDES, a mis en évidence que le secteur d'étude, historiquement mobile, est en cours de chenalisation. Suite à ce diagnostic, le plan de gestion des matériaux solides des Usses, réalisé en 2013, a défini plusieurs orientations visant à maintenir et restaurer une dynamique fluviale équilibrée. A ce titre, il préconise plusieurs actions faisant l'objet de la présente mission : gestion des bandes actives, des embâcles et du transport solide.

C'est dans ce contexte que le SMECRU a lancé et confié à HYDRETUDES la mission de maîtrise d'œuvre pour la restauration écologique des Usses au niveau de Contamine-Sarzin.

Le présent rapport fait suite à l'étude préliminaire réalisée en décembre 2016. Celle-ci a permis de réaliser un diagnostic détaillé de la zone d'étude, qui s'étend de la confluence des Petites Usses au pont de Sarzin, sur la commune de Contamine-Sarzin.

Les principales observations confirment une incision du lit à l'origine d'une chenalisation des écoulements, phénomène entraînant une réduction de la mobilité latérale de la rivière, un rétrécissement de la bande active et une végétalisation des structures alluvionnaires associées.

La restauration de la dynamique morphologique de ce tronçon est donc pleinement justifiée par rapport au rôle de régulation des écoulements liquides et solides de ce secteur historiquement actif. De plus, il est l'un des seuls pouvant actuellement être restauré compte tenu des enjeux présents à l'aval, de l'espace disponible (cours d'eau peu limité par les aménagements et la topographie en comparaison d'autres secteurs) et d'une fourniture liquide et solide la plus intéressante (cf. confluence avec les Petites Usses et recharge sédimentaire possible dans les berges des Grandes Usses aux abords).

Le linéaire de ce secteur entre Petites Usses et pont de Contamine-Sarzin est suffisamment intéressant pour qu'une action de restauration écologique soit menée à l'échelle du tronçon, et constitue réellement une plus-value pour le milieu aquatique et ses annexes.

Le présent rapport s'articule de la manière suivante :

- Contexte de la zone d'étude ;
- Diagnostic de l'étude préliminaire ;
- Principes de la restauration morphologique ;
- Eléments de dimensionnement et évolutions du projet ;
- Mesures d'accompagnement des travaux ;
- Estimation financière des actions projetées.

PARTIE 2 : CONTEXTE

Le site d'étude se trouve sur les communes de Contamine-Sarzin et Sallenôves, dans la vallée des Usses, en Haute-Savoie (74). L'aire d'étude se situe sur le secteur de Bonlieu et concerne un linéaire d'environ 1,4 km réparti depuis la confluence des Grandes Usses avec les petites Usses jusqu'au pont de Contamine-Sarzin.

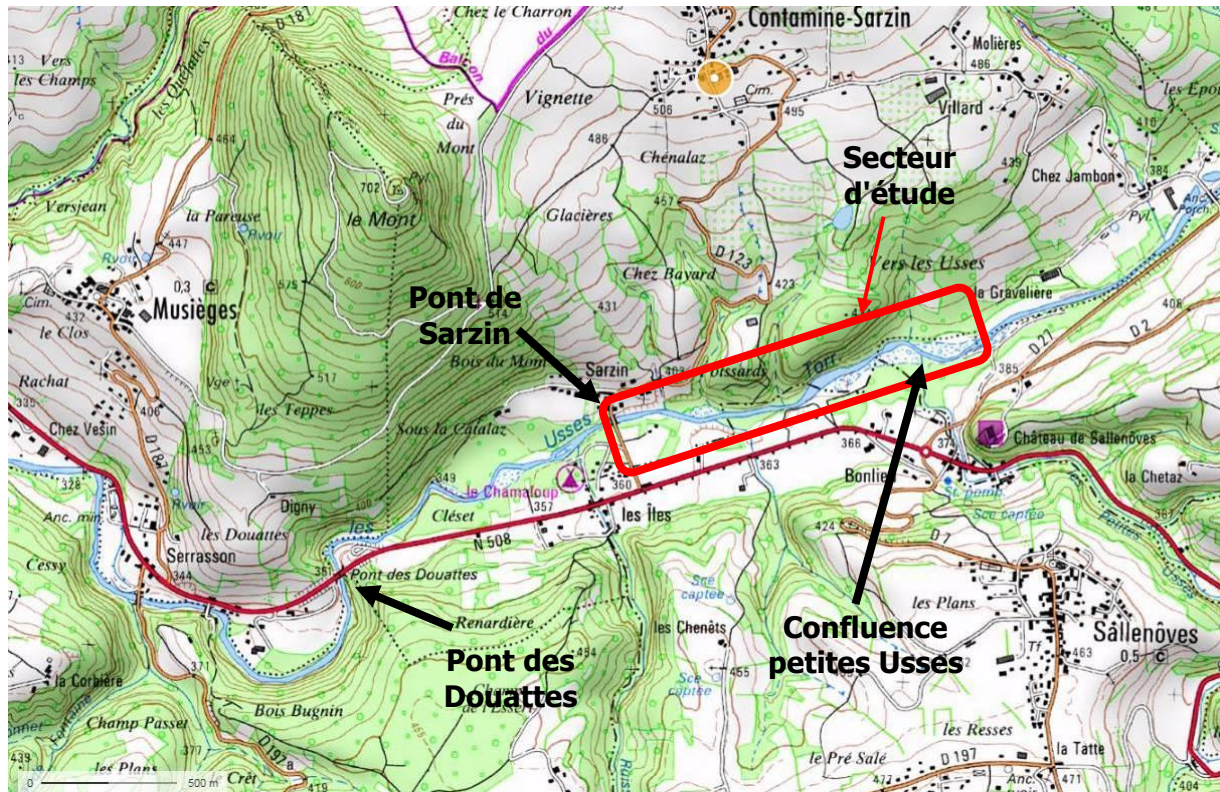


Figure 1: Localisation du secteur d'étude (géoportail)

La zone d'étude est essentiellement agricole et comporte peu d'enjeux a priori majeurs, hormis les habitations aux abords amont du pont sur les deux rives. On notera également, à proximité du cours d'eau, une zone de stockage de matériaux inertes gérée par l'entreprise Besson (volume maximal de stockage atteint ; remise en état paysagère engagée via végétalisation de surface).

Les Usses disposent sur ce secteur d'un espace de fonctionnement relativement important puisque le cours d'eau est peu contraint hormis localement par des protections de berges au niveau du Pont de Sarzin ou au droit de la RD1508.

La biodiversité recherchée associée à la restauration morphologique des Usse concerne aussi bien la faune aquatique (substrats plus diversifiés, zones de frayères, caches et habitats, couche hyporhéique plus fonctionnelle...) que la végétation intra-lit et rivulaire (colonisation et renouvellement d'essences végétales pionnières locales telle que saules, aulnes, frênes, divers hélophytes plutôt que de bois durs ou vieillissants).

Les habitats identifiés, relativement communs, ne présentent pas d'enjeux de conservation. De même, aucune espèce floristique à enjeu de conservation n'a été observée lors de la campagne d'inventaires. L'enjeu porte avant tout sur la présence de *Reynoutria japonica* et d'autres espèces envahissantes exotiques et le contrôle de leur dissémination. Toutefois, des espèces faunistiques à enjeux de conservation "assez fort" à "très fort" sont présentes sur site. Il s'agit de mammifères (Castor d'Europe), de batraciens (Grenouille rousse et commune), de coléoptères (Lucarne cert volant), ainsi que plusieurs espèces de chiroptères et d'oiseaux.

PARTIE 3 : DIAGNOSTIC DE L'ETUDE PRELIMINAIRE

1. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

1.1. DONNÉES HYDROLOGIQUES

1.1.1. Débits courants

Les débits journaliers classés, utilisés pour le diagnostic hydro-morphologique, sont extraits des données de la Banque Hydro et de l'analyse hydrologique réalisée lors du diagnostic hydromorphologique de 2011. Les débits journaliers classés des Usses au Pont des Douattes (commune de Musiège) retenus pour la suite de l'étude sont présentés sur la figure suivante.

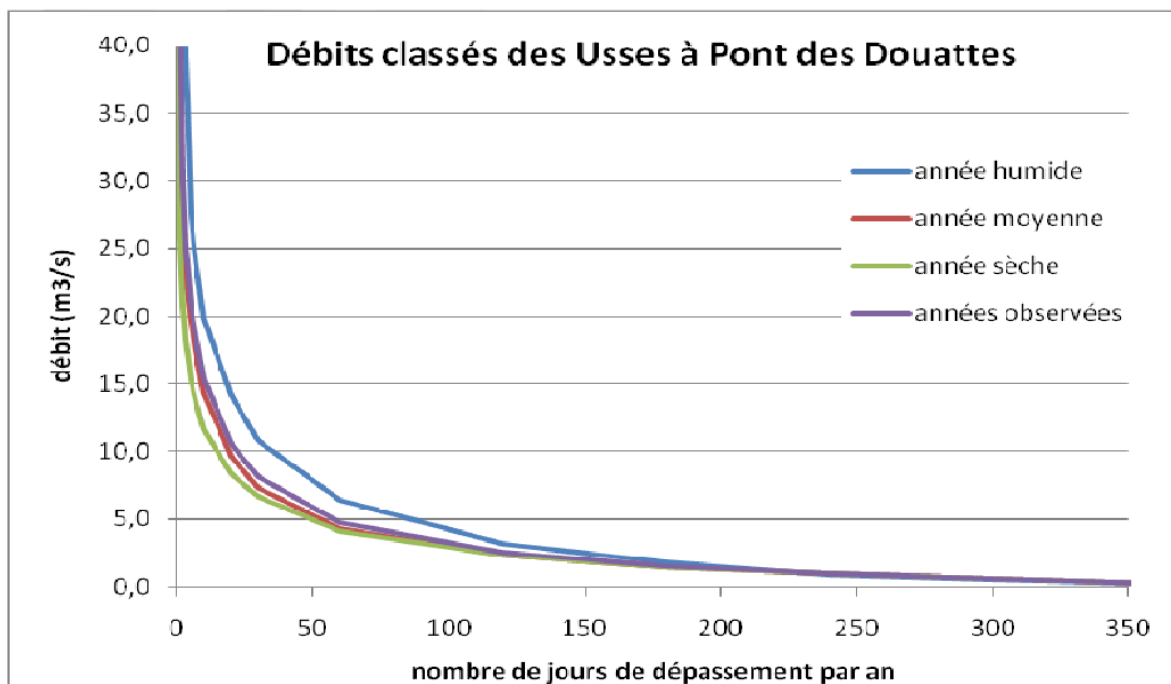


Figure 2 : Courbe des débits classés des Usses au pont des Douattes, diagnostic géomorphologique, 2011

Module: $M=3,33 \text{ m}^3/\text{s}$

Etiage: $Q_{MNA5} = 350 \text{ l/s}$.

1.1.2. Débits de pointe

Au droit de la zone d'étude, les débits de pointe des Usses sont issus du diagnostic hydro-géomorphologique des cours d'eau du bassin versant des Usses réalisé en 2011. Cette étude fournit les débits suivants au droit du pont des Douattes qui se situe à environ 1,4 kilomètre en aval du secteur d'étude :

- **Crue biennale :** $Q_2 = 78 \text{ m}^3/\text{s}$
- **Crue décennale :** $Q_{10} = 121 \text{ m}^3/\text{s}$
- **Crue centennale :** $Q_{100} = 247 \text{ m}^3/\text{s}$

1.2. CONDITIONS D'ÉCOULEMENT

1.2.1. Construction du modèle

Le modèle hydraulique a été réalisé à l'aide du logiciel *Infoworks-ICM* conçu et développé par *Innovyze*. Les écoulements sont entièrement modélisés grâce au module 2D du logiciel. La topographie disponible (levé LIDAR) a été utilisée pour construire un Modèle Numérique de Terrain (MNT) sur lequel le logiciel applique la méthode des éléments finis et les équations de Barré de Saint Venant pour calculer les hauteurs d'eau et les vitesses.

Le calcul est basé sur un écoulement liquide (charriage faible, corps flottants de petites dimensions...) sans évolution du lit. Les discontinuités d'écoulement sont intégrées dans la valeur du coefficient de Strickler. Les pertes de charge par élargissement, ressaut et chute sont prises en compte dans le calcul.

Les simulations sont menées en régime transitoire afin de bien identifier l'impact des débordements sur la pointe de débit de crue.

Rappels sur les limites d'un modèle :

Il convient de rappeler qu'un modèle est une représentation limitée de la réalité. Les résultats sont conditionnés par la quantité et la précision des données d'entrée (topographie du lit mineur, MNT, hydrologie, informations de calage etc.).

Par ailleurs, les variations locales de la ligne d'eau ne sont pas prises en compte dans le processus de transfert de l'onde de crue (obstacles, embâcles, charriage des matériaux important, ...).

1.2.2. Capacité d'écoulement actuelle

Les simulations des différents débits injectés en amont du modèle hydraulique permettent de déterminer la capacité d'écoulement avant débordement des Usses dans le secteur d'étude.

La capacité de la rivière sur le secteur d'étude étant différente suivant la géométrie du chenal d'écoulement, le secteur d'étude a été divisé en plusieurs tronçons homogènes afin de déterminer les différents débits de débordements, représentés par des traits rouges sur les figures ci-après. Les débordements soulignent la présence de plusieurs bras morts, témoins de la dynamique passée du cours d'eau sur ce secteur.

Cette analyse hydraulique a vocation à identifier les espaces inondables en fonction de l'ampleur de la crue afin de restaurer une pleine fonctionnalité de ces derniers en tant que délestage des eaux et contraintes lors des fortes crues, les valoriser en tant que milieux aquatiques annexes au cours d'eau principal et s'assurer que le projet ne générera pas une augmentation du risque de débordement au droit et en aval du linéaire aménagé.

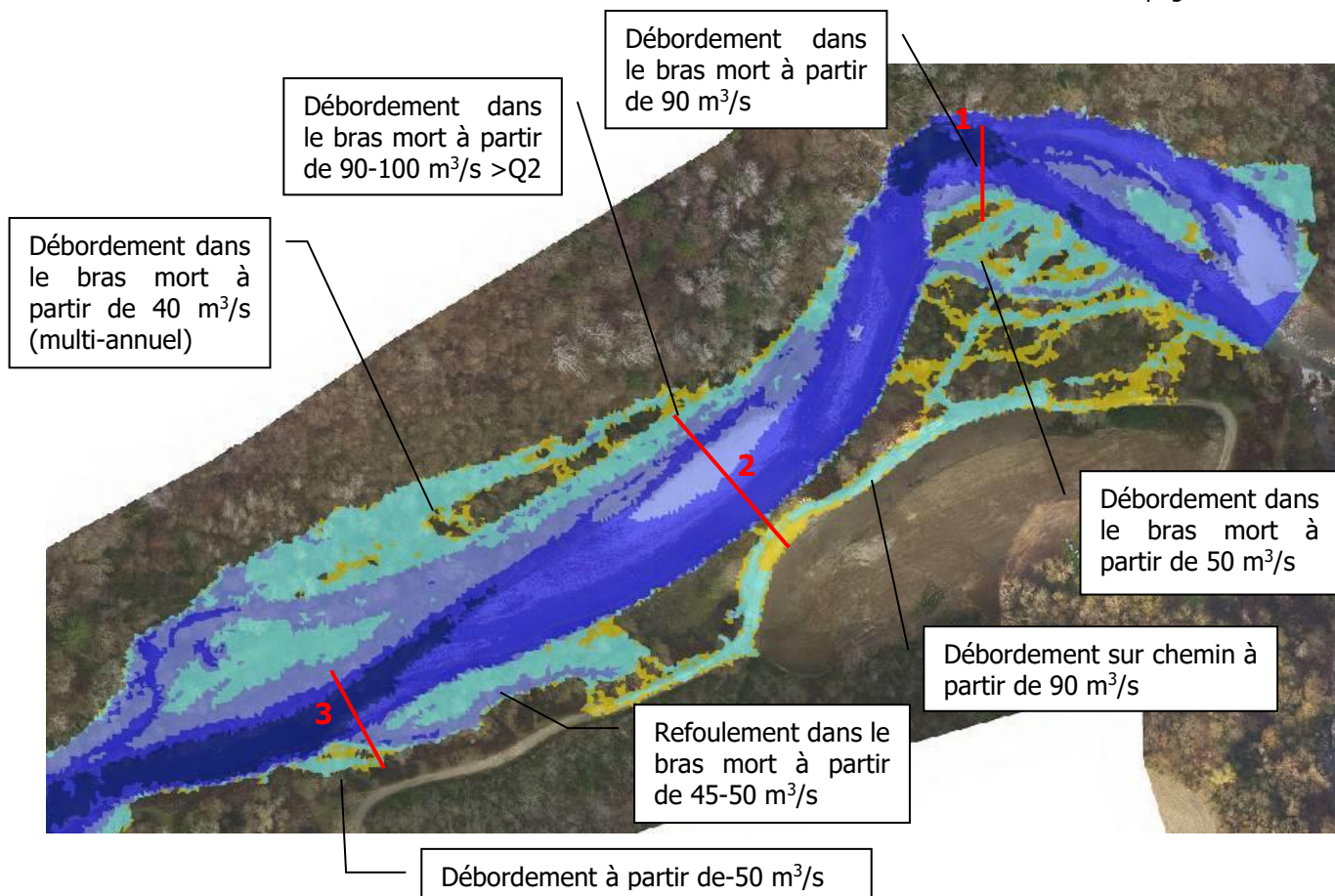


Figure 3: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie amont

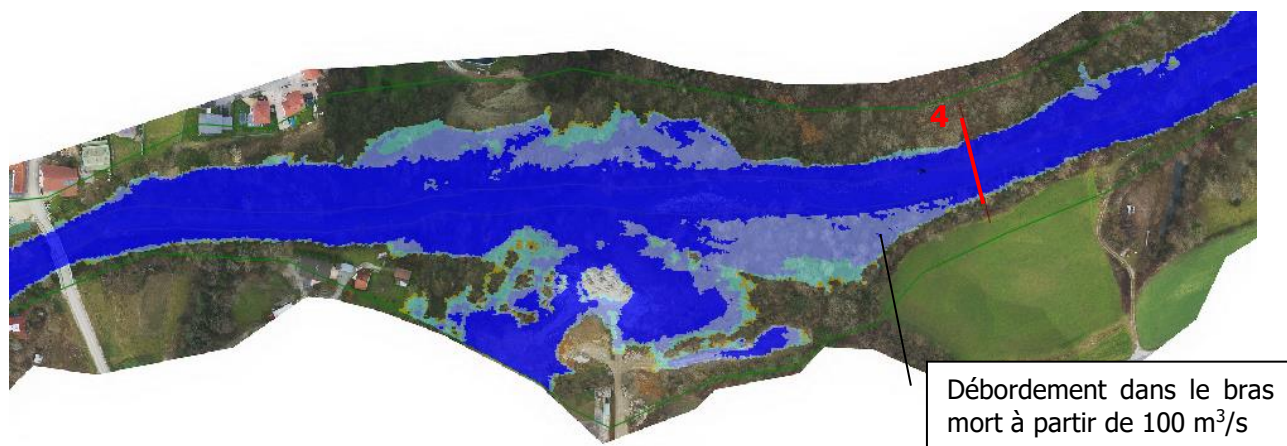


Figure 4: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie intermédiaire

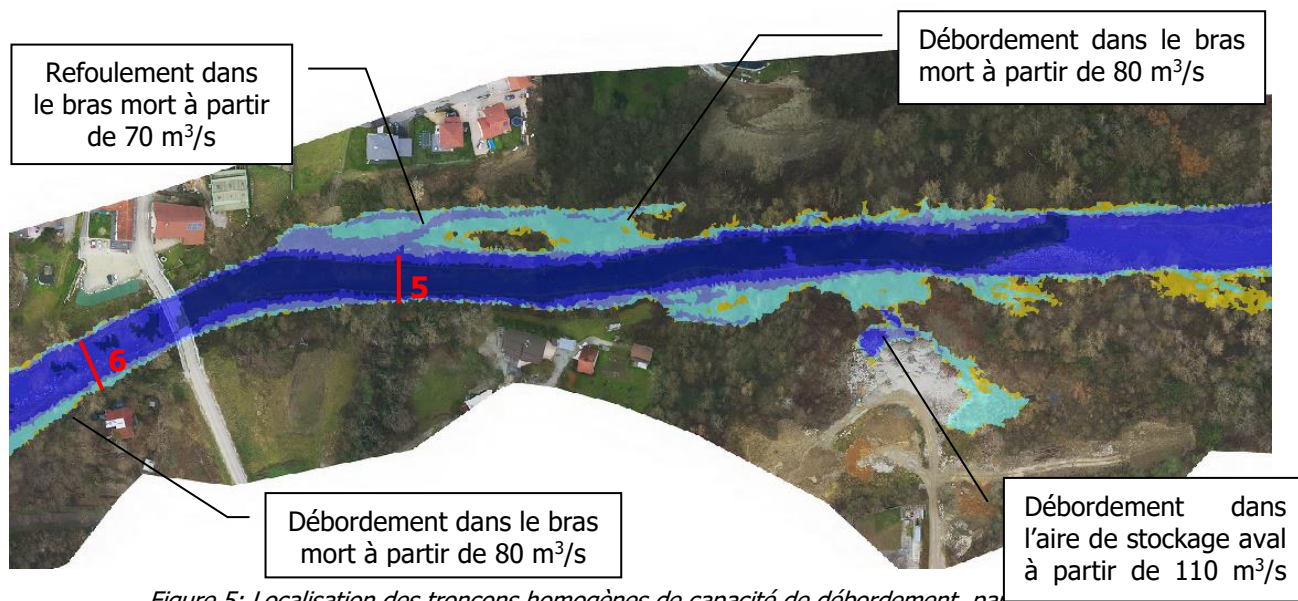


Figure 5: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie aval

Les différentes capacités de débordements des tronçons sont représentées ci-dessous :

Tronçon	Débit de débordement	Largeur de la section	Pente (m/m)
1	90 m³/s	30 m	0,011
2	90-100 m³/s	46 m	0,007
3	50 m³/s	21 m	0,006
4	100 m³/s	33 m	0,006
5	70 m³/s	18 m	0,005
6	80 m³/s	25 m	0,005

Tableau 1: Caractéristiques principales des débordements sur le secteur d'étude

1.2.3. Conditions d'écoulement en crue

Les enjeux humains, essentiellement présents en rive gauche, ne sont pas touchés par le risque inondation même en crue centennale.

L'aire de stockage alluvionnaire aval existante est sujette à submersion à compter de la crue décennale Q_{10} (dépression en lit majeur), au même titre que la rive gauche amont proche et la rive droite opposée mais pour des fréquences de crue plus extrêmes (entre Q_{10} et Q_{100}). Cette inondabilité par un point bas sur berge le long de cette aire de dépôt-reprise du propriétaire privé constitue la seule évolution notable du diagnostic d'inondabilité établi lors des précédentes études des Usses (1998-2011).

Les anciens bras valant annexes hydrauliques plus ou moins déconnectées sont aisément identifiés et leur mode d'alimentation peut varier en fonction de l'ampleur de la crue :

- le bras "rive droite" proche du pont de Sarzin est d'abord alimenté par refolement (Q_2) avant d'avoir un apport par l'amont (Q_{10}),
- l'intrados gauche du méandre en aval de la confluence des Petites Usses est rapidement inondable (Q_2) à la faveur de petites dépressions locales ; cette terrasse demeure néanmoins noyée par de faibles hauteurs d'eau,
- la rive droite face à la zone de dépôts constitue également un vestige de l'espace de mobilité passé des Usses ; la dynamique actuelle de durcissement de la courbure du lit, le long de l'ISDI ne favorise pas sa remobilisation (au même titre que sa végétalisation), mais les hauteurs d'eau importantes démontrent l'effet dissipateur que peut avoir cette zone de débordement (dépôt préférentiel) mais également son potentiel à pouvoir accueillir le lit en eau des Usses en cas de défluviation brutale.

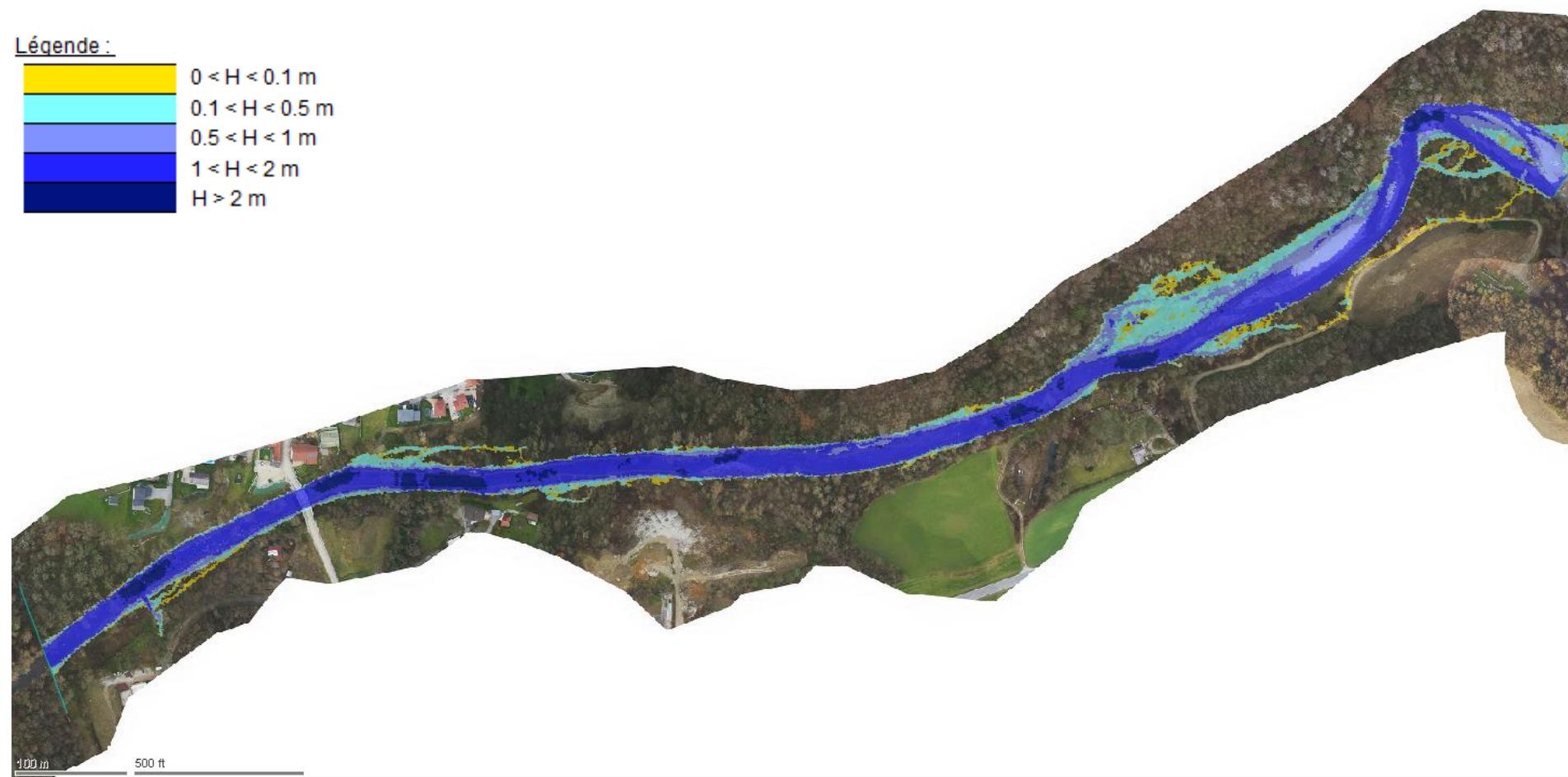


Figure 6 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe biennal Q2



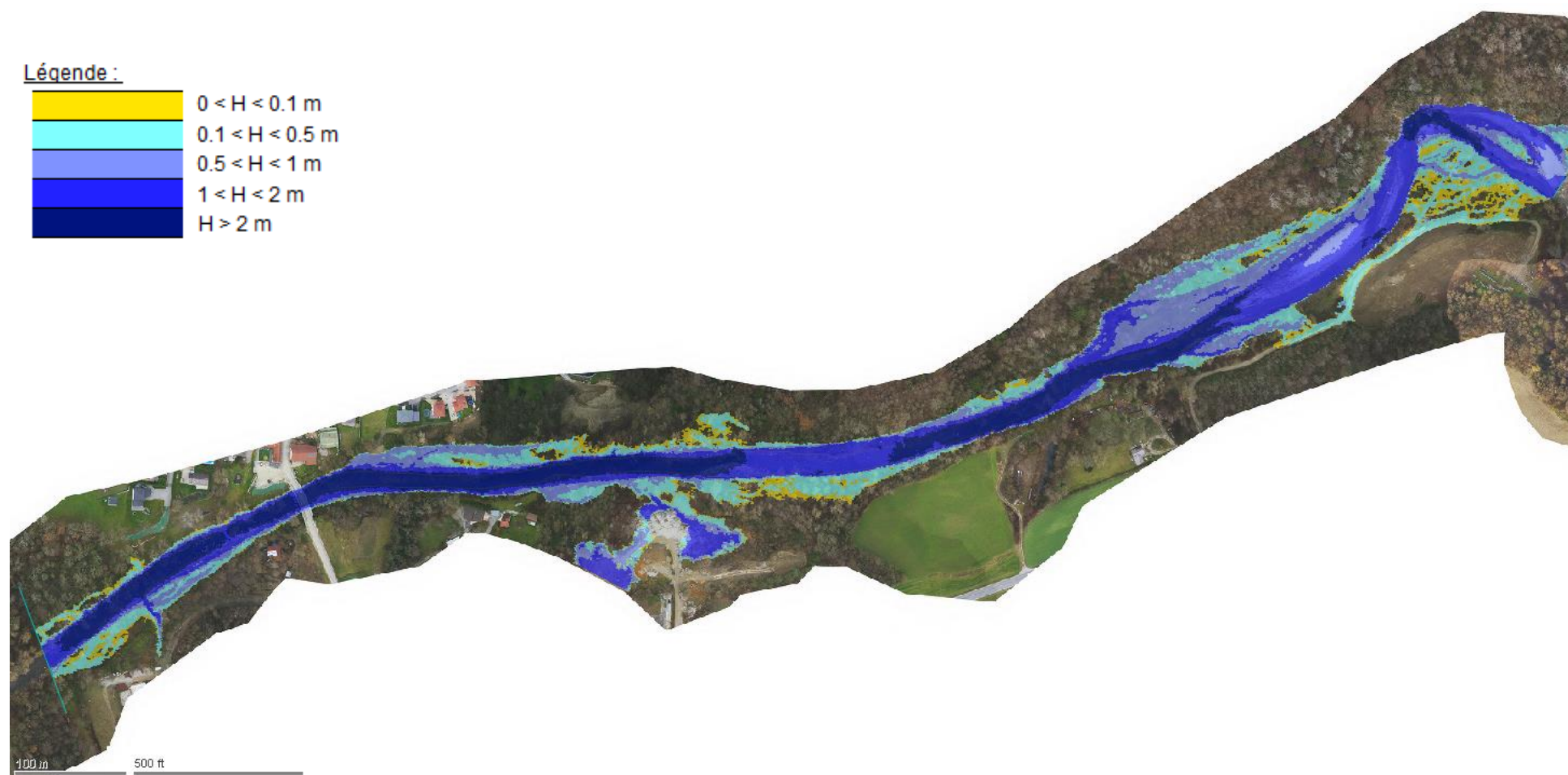


Figure 7 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe décennal - Q10



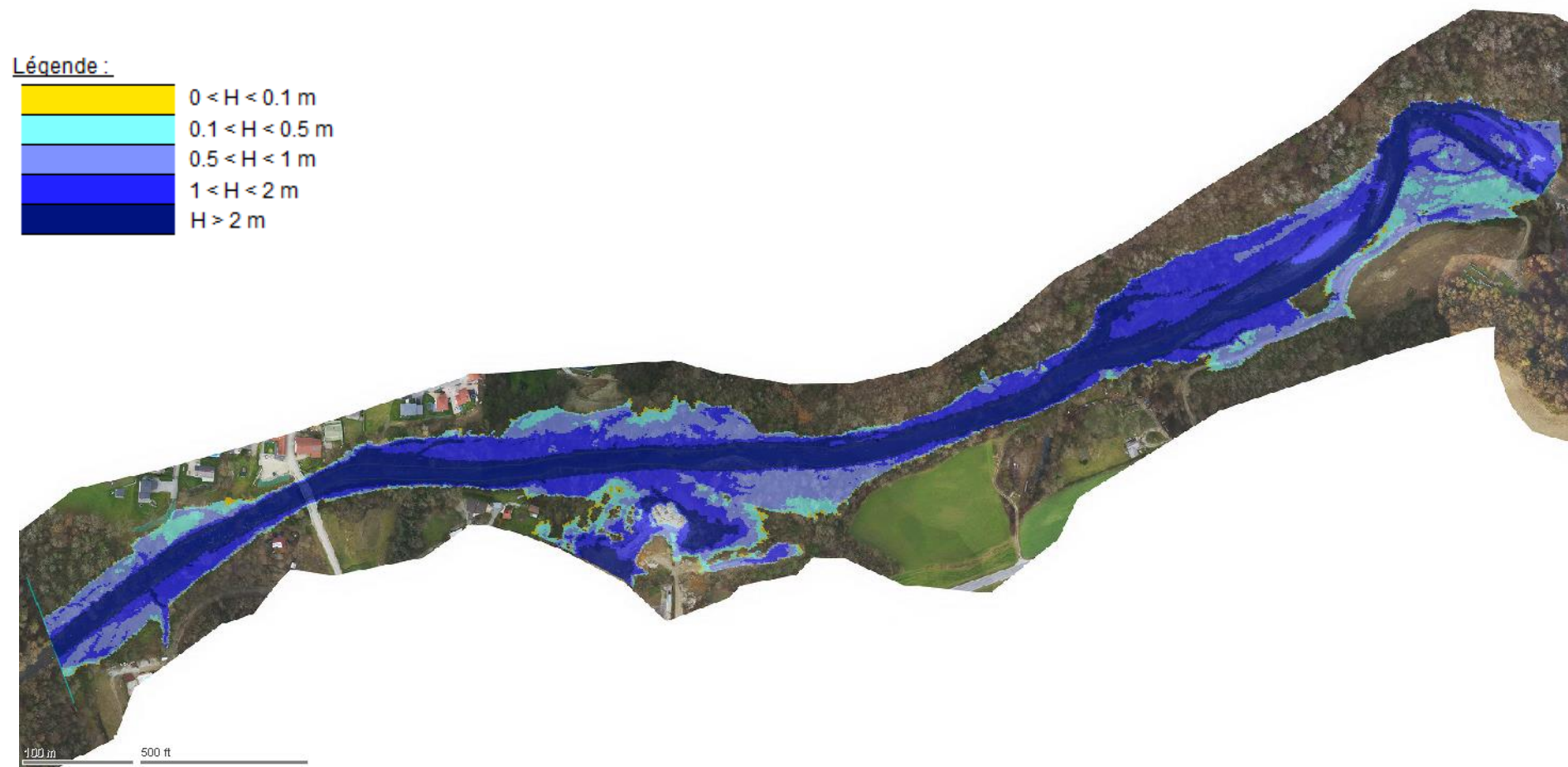


Figure 8 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe centennal - Q100

2. EVOLUTION MORPHOLOGIQUE

Les éléments présentés ci-après sont issus du diagnostic réalisé lors de l'étude préliminaire.

2.1. ANALYSE DIACHRONIQUE

L'analyse diachronique effectuée lors de l'étude préliminaire a mis en évidence une diminution de la dynamique du cours d'eau, notamment en raison de la réalisation de curages dans les années 1960-70.

La comparaison des données historiques montre une réduction de la largeur du lit et de la surface des bandes actives du cours d'eau, associée à une diminution de la sinuosité du tracé du lit. Cette évolution est à l'origine d'une végétalisation des structures des alluvionnaires, visible depuis 1691 et marquée entre 1980 et 2000.

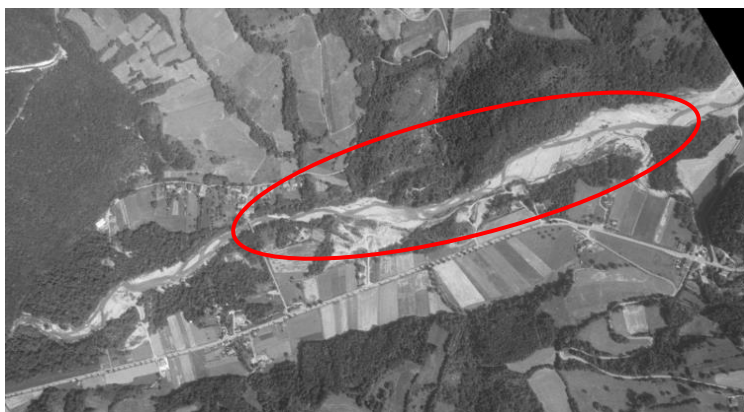
Ce tronçon historiquement mobile, permettant la régulation du cours d'eau du fait de l'absence de contraintes latérales, de la topographie de plaine et d'une fourniture sédimentaire significative (influence des apports des Petites Usses), est donc devenu progressivement peu actif, sa dynamique se réduisant à mesure que la chenalisation du cours d'eau s'accroissait.



1935



1952



1980



2000

Figure 9: Photos aériennes historiques du secteur d'étude (années 1935 à 2000), zone de projet localisée en rouge, données Géoportail

2.2. INCISION DU PROFIL EN LONG

La plaine de Bonlieu dispose historiquement d'un espace de fonctionnement conséquent : ce secteur peu contraint a toujours été une zone de régulation du cours d'eau. Cependant, les activités de curage réalisées dans les années 1960 à 1970 ont entraîné une incision du secteur d'étude qui a provoqué une chenalisation importante du cours d'eau entre 1984 et 2008.

Ces extractions de matériaux ont provoqué une érosion régressive dont les conséquences à l'amont sont visibles sur le niveau du lit des Grandes Ussets amont à la confluence Petites Ussets, sur Sallenoves et Marlioz avec la mise en place de 7 seuils de stabilisation). Les prélèvements ont également limité la fourniture sédimentaire aval, et entraîné une érosion progressive entraînant l'enfoncement du lit y compris à l'aval.

L'incision, marquée dans les années 2000, est actuellement en voie d'atténuation, notamment du fait de la recharge sédimentaire au niveau de la confluence avec les Petites Ussets. L'évolution du profil en long entre 2011 et 2016 est globalement stable et témoigne essentiellement des variations liées au phénomène naturel de "respiration" du lit.

2.3. MOBILITÉ LATÉRALE

L'évolution de la mobilité des Ussets est mise en évidence par la comparaison des bandes actives de 1934 à 2016 (zones représentant la partie du lit majeur comprenant les structures alluvionnaires en interaction avec les apports sédimentaires du cours d'eau). La situation morphologique de 1952, préalable aux activités de curages, avec une sinuosité et un espace de mobilité significatif, peut être considérée comme un état de référence.

Hormis la réduction de la largeur du cours d'eau, cette donnée indique une nette diminution de la sinuosité du tracé du cours d'eau. En effet, historiquement le tronçon était une zone avec davantage de méandres, progressivement, le cours d'eau a évolué d'un style divaguant vers un style méandriforme puis rectiligne. L'évolution du tracé est associée à l'influence de fortes crues (exemple de 1990 et 1999) et à la présence de phénomène d'embâcles.

On constate donc une forte réduction de la mobilité latérale des Ussets, directement liée à l'incision du lit, elle-même « alimentée » par cette chenalisation progressive du cours d'eau. Ce phénomène s'auto-alimente par la végétalisation des atterrissements, les structures alluvionnaires étant moins régulièrement en eau. Le rétrécissement des bandes actives et leur végétalisation s'est également accéléré par l'invasion par la Renouée du Japon, très fortement implantée sur le secteur d'étude.

Cette évolution a eu pour conséquence de déconnecter la rivière avec ses annexes latérales (bras morts, atterrissements). Elle a aussi eu pour conséquence une uniformisation des milieux au sein même du lit en eau : l'essentiel du tronçon présente ainsi des faciès d'écoulement homogènes avec quelques alternances de radiers et de plats mais à faible « renouvellement ». Ce processus limite également davantage la fourniture sédimentaire par l'absence de recharge latérale.

Le secteur d'étude, actuellement peu dynamique, n'a pas fait l'objet d'évolutions significatives, hormis le comblement d'un chenal d'écoulement en rive droite en aval immédiat de la confluence avec les Petites Ussets et l'élargissement de la bande active au niveau du 1^{er} méandre en amont du pont des Douattes, suite à l'arasement de la végétation des atterrissements effectué lors de la reprise d'une protection de berge. Ces rares évolutions témoignent d'une dynamique latérale encore présente mais limitée au droit de la zone d'étude uniquement à des phénomènes brutaux exceptionnels.



Figure 10: Evolutions de la bande active de 1934 à 2016

2.4. DYNAMIQUE ET TRANSPORT SOLIDE

Deux zones de dépôts sont présentes au droit de la zone d'étude : à l'aval de la confluence avec la petites Usses et à l'amont du pont des Douattes.

Les apports solides issus des Petites Usses, permettent une recharge sédimentaire des Grandes Usses, comme en témoigne la présence de matériaux au niveau des structures alluvionnaires situées à l'aval de la confluence avec les petites Usses. L'érodabilité des berges à la confluence et les apports des Petites Usses indiquent que la partie amont du secteur d'étude est une zone privilégiée de dépôt. Cependant, on notera la persistance de la végétation sur l'îlot entre les deux bras, ce qui tend à démontrer les difficultés des Usses à remobiliser son espace de mobilité.

La zone de projet est donc plus dynamique en amont, à proximité des Petites Usses, qu'en aval. Cette activité est également visible par rapport au degré d'érodabilité des berges, fort en amont et faible à moyen en aval. Tout comme, la puissance spécifique des Usses, de l'ordre de 200 W/m² sur la zone d'étude, est plus forte en amont qu'en aval.

Les estimations de transport solide indiquent que les matériaux commencent à être transportés à partir d'un débit de 20 à 25 m³/s en moyenne, ce qui correspond à 2 à 3 jours par an environ en temps instantané cumulé pour des régimes hydrologiques moyens. Le volume de matériaux charriés sur le secteur d'étude est relativement important et homogène, de l'ordre de 1 500 à 2000 m³/an. Le lit restauré entre le pont de Sarzin et le pont des Douattes dispose d'une capacité de transport maximale théorique de 3500-4000 m³/an. Cependant ces estimations restent fortement dépendantes des granulométries utilisées. En intégrant la fraction graveleuse fine, on obtient un volume charrié annuel de l'ordre de 3600 m³/an pour une durée de charriage de 6 jours.



Figure 11: Photographies de la zone d'étude

3. BILAN DE L'ÉTAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC

Les éléments issus de l'étude préliminaire font ressortir les principales problématiques suivantes au droit de la zone d'étude

- Incision et chenalisation du lit,
- Perte de sinuosité du tracé,
- Diminution progressive de la mobilité latérale (rétraction de la bande active),
- Uniformisation des faciès d'écoulement (et donc des habitats) dans la zone de transit à l'aval,
- Accélération des vitesses d'écoulement en crue par la chenalisation de la rivière,
- Présence importante et généralisée de la Renouée du Japon,
- Présence de bras secondaires, actuellement comblés et végétalisés, remis en eau par l'aval ou l'amont selon la fréquence de crue,
- Recharge sédimentaire importante sur la partie amont (aval confluence Petites Ussets).

Ces différentes évolutions et dégradations sont interdépendantes : l'incision provoque la chenalisation du lit, à l'origine du tracé actuel subrectiligne, et la diminution de la mobilité du cours d'eau (rétrécissement des bandes actives) entraîne la végétalisation des structures alluvionnaires, rarement mises en eau. Cette évolution conduit, à terme, à une banalisation des faciès d'écoulement à l'origine d'une altération des milieux aquatiques (habitats et réseaux trophiques). Seules les fortes crues et leur caractère brutal semblent à même de régénérer le cours d'eau à la faveur d'une défluviation ou d'un arrachement des structures alluvionnaires végétalisées.

L'extrémité amont de la zone d'étude, représentant un linéaire d'environ 300 m à l'aval de la confluence Petites Ussets est encore actif et mobile, notamment du fait de l'influence des Petites Ussets. Ce constat n'est pas valable pour les 2/3 de la zone d'étude à l'aval, dont la chenalisation du cours d'eau a canalisé les écoulements et déconnecté les structures alluvionnaires.

Les éléments disponibles indiquent que l'incision des Ussets sur ce secteur tend toutefois à se stabiliser.

Au vu de cette évolution, et de la capacité d'auto-ajustement encore significative de la rivière, actuellement limitée par la chenalisation du tracé et la végétalisation des structures alluvionnaires, la restauration d'une dynamique sur ce tronçon semble possible.

Cette capacité est d'ailleurs visible à l'aval immédiat du site où le traitement des bancs en amont du pont des Douattes a permis de réactiver la dynamique latérale.

PARTIE 4: RESTAURATION MORPHOLOGIQUE

1. OBJECTIFS

L'objectif du projet est de restaurer la dynamique des Usses, notamment en favorisant la mobilité latérale du cours d'eau en recréant de la sinuosité de façon à rétablir une activité d'érosion/dépôt au droit des méandres.

Les objectifs suivants ont été fixés tant par la Fiche-Action du Contrat de rivières que par le diagnostic établi de façon plus approfondi précédemment :

- **Maintien du profil en long**
- **Favoriser la recharge sédimentaire**
- **Diversification des habitats aquatiques**

2. PRINCIPES DE L'OPERATION DE RESTAURATION

La restauration écologique des Usses consiste à accompagner le cours d'eau dans un processus de restauration de la recharge sédimentaire au sein de ses berges, en modifiant le tracé actuel de son lit en vue d'accroître les contraintes sur berge plutôt que dans son fond.

Cette opération apportera une diversification de la rugosité du lit et de la nature des berges au sein du lit actuel, avec mise en place d'une gestion du risque « passive » par le biais de bras diachrones, à même de délester des trop-pleins de débit (en particulier accidentels ; cf. embâcles dans le lit principal).

Dans tous les cas, cette dynamique passe donc par une fourniture sédimentaire à restaurer et c'est elle qui, couplée à des régimes hydrologiques suffisants, pourra permettre le renouvellement des faciès et la diversification et régénération des milieux associés (cf. dynamique toujours active à l'aval de la confluence avec les petites Usses).

Au vu du diagnostic et des objectifs présentés précédemment, les aménagements prévus sur la zone d'étude sont les suivants :

- **Reméandrage du lit mineur**

Dans l'objectif de restaurer un tracé sinueux, cohérent avec les données historiques, un reméandrage du lit mineur favorisera la mobilité latérale du cours d'eau et la diversification des faciès d'écoulement. Cette opération permettra également de mobiliser davantage des matériaux au droit des berges.

- **Création d'un lit d'étiage :**

La réalisation d'un lit d'étiage assura un chenal pour les écoulements en périodes de basses eaux. Le gabarit de ce lit conservera une hauteur d'eau suffisante pour le maintien des habitats aquatiques.

- **Reconnexion des annexes hydrauliques et mise en place de bras diachrones**

Les modélisations hydrauliques mettent en évidence la présence de bras morts, la présence de ces axes secondaires d'écoulement indique l'emprise historique des écoulements. La réouverture de ces bras morts, mis en eau lors des hautes eaux, permettra de favoriser l'expansion des eaux et la connexion du cours d'eau avec ses annexes latérales.

Ces bras diachrones permettront de décharger le nouveau lit en cas de crue extrême, voire constituer un tracé du nouveau lit post-crue en cas de défluviation brutale.

- Remobilisation des structures alluviales

Les atterrissements présents au droit de la zone d'étude, sont actuellement relativement figés, notamment du fait de leur importante végétalisation. Ces bancs étaient pourtant historiquement mobiles par le passé et jouaient un rôle significatif sur le transport solide. La remobilisation des structures alluvionnaires sera assurée par 3 actions complémentaires :

- Un défrichement de la végétation existante,
- Le reméandrage du lit permettant de restaurer une dynamique d'érosion/dépôt,
- La remobilisation localisée de matériaux par un travail de déblai-remblai afin de réinjecter ces volumes en bord de chenal vif et faciliter leur reprise à court terme à la faveur de prochaines hautes eaux.

Ces actions contribueront également à diminuer les contraintes hydrauliques au sein du lit en eau préférentiel et d'éviter ainsi une incision supplémentaire et une ségrégation granulométrique des matériaux de fond de lit au profit d'une augmentation de l'espace de divagation du cours d'eau et de dépôt alternatifs de sédiments de granulométrie fines à moyennes plus adaptées au développement de zones de frayères.

Des actions complémentaires, visant à recréer de la rugosité dans le lit mineur permettront également de diversifier les faciès d'écoulement et les habitats aquatiques à des régimes hydrauliques plus faibles que ceux dits morphogènes, cible du remodelage principal du lit préconisé ci-après en vue d'une meilleure fonctionnalité morphologique à cette échelle de crue.

- Diversification des habitats aquatiques

Le diagnostic morphologique fait état d'une homogénéité des faciès d'écoulement, notamment sur la partie aval de la zone d'étude, au tracé rectiligne. La mise en place d'éléments de rugosité favorisera une diversification des écoulements à l'intérieur du lit mineur, et par conséquent des milieux aquatiques associés.

De même, les aménagements visant à apporter de la sinuosité au cours d'eau, entraîneront une diversification des rives (nature des pieds de berges et dissymétrie des profils), qui apporteront également une diversification des habitats aquatiques.

- Plan de gestion et suivi

A ces mesures correctives déclencheuses d'un processus de restauration, **il conviendra d'associer un plan de gestion spécifique pour accompagner le cours d'eau au cours de la prochaine décennie aussi bien en termes de réinjection des sédiments bloqués dans le chenal vif** (afin d'assurer une meilleure propagation vers l'aval) que de traitement de la végétation pour favoriser la régénération des boisements et limiter les risques d'embâcles plus en aval.

3. DESCRIPTION DES PRINCIPALES FONCTIONNALITES MISES EN PLACE ET ELEMENTS DE DIMENSIONNEMENT ASSOCIES

3.1. REMÉANDRAGE DU LIT MINEUR

3.1.1. Tracé des méandres

Le reméandrage des Usses proposé sur le secteur d'étude consiste à augmenter la sinuosité du cours d'eau en le reconnectant avec ses anciens bras secondaires. Outre la "mise à disposition" de matériaux disponibles latéralement (érosion des berges en extrados), cette sinuosité apportera une hétérogénéité des écoulements (vitesses, profondeurs) et par là-même une diversification des substrats. Cette opération va augmenter localement la sinuosité du lit, le tronçon étant actuellement pseudo-rectiligne.

Le tracé des méandres projetés est cohérent avec les bras morts observés en partie sur le terrain, identifiés lors de l'analyse diachronique et mis en évidence par le biais des modélisations hydrauliques. Ils sont cependant bien moins marqués qu'à cette époque en raison des contraintes financières et foncières. Toutefois, ces méandres ont vocation à évoluer dans le temps.

Les méandres ont une forme dissymétrique : la sinuosité du tracé est plus marquée en amont qu'en aval, de façon à instaurer une érosion des berges à l'extrados qui entraînera progressivement une migration des méandres vers l'aval.

3.1.2. Profil en long du tronçon

Afin de ne pas modifier la capacité de transport solide actuelle, la pente moyenne du linéaire restauré est conservée. Le maintien de cette pente limite également l'impact du projet vis-à-vis des conditions d'écoulement et de la continuité sédimentaire.

Le projet a donc été dimensionné avec une pente moyenne de 0.7 %, correspondant à la pente actuelle des Usses sur le secteur, en lissant les irrégularités de la pente depuis la confluence avec les petites Usses jusqu'en amont de l'espace projet « zones humides » (voir plan annexes). Lors des travaux, ces irrégularités seront mises en place en rechargeant localement le lit par les matériaux alluvionnaires curés sur les atterrissements. Aux abords du pont et des enjeux bâtis sur les deux rives (quelques 250 m en amont), choix a été retenu de ne pas influencer l'évolution du lit afin de ne pas générer des risques supplémentaires.

3.1.3. Gabarit du lit mineur

Dans la même logique, le dimensionnement du gabarit hydraulique du lit mineur se doit de maintenir la capacité actuelle (non aggravation du risque). Le gabarit sera toutefois légèrement sous-dimensionné pour les crues morphogènes non débordantes sur enjeux, de façon à permettre au cours d'eau de s'auto-ajuster en quelques années.

Le diagnostic géomorphologique réalisé en 2011 indique que les crues extrêmes Q_2 - Q_{10} ne représentent que 50 % du volume solide moyen annuel, l'autre moitié étant produite par les débits inférieurs à Q_1 (crue annuelle). Il précise également que les 10 jours de plus fort débit annuel produisent 90 % du volume annuel charrié. Ces éléments, indiquent qu'afin de ne pas réduire le transit sédimentaire des Usses au droit de la zone d'étude, le chenal principal doit être dimensionné pour une occurrence annuelle à biennale, gabarit correspondant globalement à la capacité actuelle d'écoulement avant débordement du lit mineur.

Le dimensionnement du chenal d'écoulement a été dimensionné à partir de calculs hydrauliques simples basés sur l'équation de Manning-Strickler puis complétés par des tests de modélisation (Hec-Ras). Le gabarit obtenu correspond à un lit de 22 m de large et 1,2 m de hauteur de berge, avec un dévers transversal à 3 % (bancs mobiles latéraux).

On notera que les aménagements prévus ne conduisent pas à réduire le gabarit du lit mineur jusqu'à la mise en eau des bras diachrones puisque ceux-ci seront mis en eau par l'amont. Ainsi, la largeur du lit sera conservée de façon à maintenir la capacité de transport solide. Sur les secteurs avec des bras diachrones, la largeur totale des deux axes d'écoulement lors des hautes eaux correspond à celle du lit actuel, en cohérence avec les dimensions des chenaux d'écoulement des bandes actives.

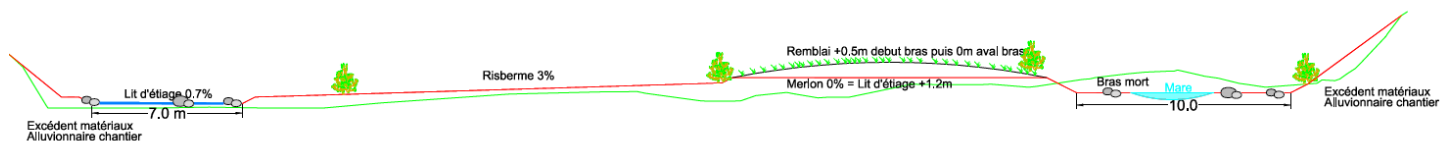


Figure 12: Coupe-type du lit reméandré avec un bras diachrone en rive droite

3.2. CRÉATION D'UN LIT D'ÉTIAGE

Le reméandrage du lit implique un redimensionnement du lit mineur. Cet aménagement comprendra la réalisation d'un lit d'étiage, de façon à conserver un tirant d'eau suffisant dans le lit mineur. Le lit d'étiage sera constitué d'une largeur en fond de 7 m, avec des banquettes de chaque côté de 0,3 m avec une pente de 2H/1V.

La forme dissymétrique du lit et la mise en place de banquettes permettront également un étagement des écoulements pour favoriser une diversification des faciès dès les premières eaux.

3.3. MISE EN PLACE DE BRAS DIACHRONES

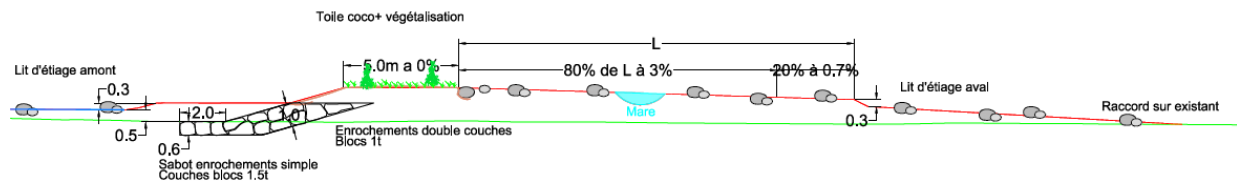
Le projet comprend la mise en place de bras diachrones. Ces axes d'écoulement secondaires favoriseront l'expansion des eaux et limiteront la capacité d'érosion en cas de crues en délestent une partie des écoulements lors des hautes eaux.

Les emprises des bras qu'on se propose de réactiver feront l'objet de terrassement et d'un défrichement préalable de la végétation. Les bras diachrones devront être fonctionnels et donc entretenus (pas de végétation), pavés et surtout contrôlés en post-crue (obstruction en entrée par embâcles et/ou matériaux). A cet effet on traitera la végétation en supprimant les arbres menaçant (potentiellement transformables en embâcles, arbres sénescents, essence inadaptée, arbres sous-cavés ou trop hauts).

Les bras diachrones seront mis en eau par l'amont pour une occurrence annuelle à biennale, c'est-à-dire pour les crues morphogènes. Ils seront également alimentés à l'aval par refoulement lors des hautes eaux. Le fond du lit des bras diachrones sera situé à + 0,5 m par rapport au fond du chenal vif. Le bras aura une largeur de 7 m de large avec des talus à 2H/1V, pour une hauteur de berge de 0,7 m par rapport au lit vif.

Pour assurer le fonctionnement du reméandrage, il sera toutefois nécessaire de protéger un minimum l'entrée des bras diachrone afin d'éviter le retour systématique du cours d'eau dans son chenal actuel. Au vu de l'objectif du projet, visant à favoriser la mobilité du lit, ces protections seront toutefois limitées au maximum. Ainsi, uniquement les pieds des surverses alimentant les bras diachrones seront protégés par des enrochements ; ce qui n'empêchera

pas un retour possible dans l'ancien lit moyennant une recharge sédimentaire notable à son amont (engraissement du profil en long), favorable à sa dynamique future.



3.4. REMOBILISATION DES STRUCTURES ALLUVIONNAIRES

Le diagnostic a mis en évidence l'accumulation de matériaux sur le tronçon amont de la zone d'étude. Dans l'objectif de remobiliser ces matériaux, il est préconisé de mener un travail de déblai-remblai afin de réinjecter ces volumes en bord de chenal vif et faciliter leur reprise à court terme à la faveur de prochaines hautes eaux.

Cette opération sera menée dans un premier temps, au cours des travaux, sur les structures amont, mais nécessitera sûrement des interventions futures inscrites au sein du plan de gestion, valant mesure d'accompagnement du projet et visant à ce type de réinjection au fur et à mesure que les matériaux transiteront vers l'aval, qu'ils proviennent des Usse amont, de l'érosion latérale ou des structures alluviales remises à disposition.

La réouverture de bras diachrones va également nécessiter un travail de déblai-remblai notable (décapage de la terre végétale et du substrat présents, terrassement et reconstitution du fond du lit).

Les matériaux excédentaires extraits des déblais des bras pourront être pour partie réinjectés par stockage longitudinal. En cas de matériaux de mauvaise qualité, soit on devra les évacuer, soit (si nécessité pour l'équilibre financier du marché) on cherchera à les substituer à des matériaux nobles par décaissement dans les biefs de l'ancien lit refermés avant remblaiement de ces derniers.

3.5. AMÉNAGEMENT DE LA ZONE HUMIDE

Au droit de l'aire de dépôt et prélèvements alluvionnaires en rive gauche aval, une zone humide sera réalisée par surcreusement du site actuel, qui possède déjà des potentialités de milieux humides sur les dépressions existantes. L'objectif sera de les préserver et développer.

L'aménagement consiste au modelage d'une multitude de dépressions situées à différents niveaux permettant un étagement de la mise en eau de cet espace et une diversification de fait des habitats. La zone humide sera alimentée par les Usse dès les plus basses eaux, le principe étant que des faibles niveaux d'eau soit conservé même à l'étiage des Usse (mares pour batraciens).

3.6. DIVERSIFICATION DES HABITATS AQUATIQUES

La restauration d'une sinuosité du tracé sur le tronçon amont de la zone d'étude favorisera naturellement une diversification des écoulements et donc par conséquent celles des milieux aquatiques, compte tenu du postulat avéré que le compartiment physique régit le

compartiment biologique. De même, la mise en place d'un étagement des écoulements par la réalisation de banquettes contribuera également à une diversification des faciès.

Au droit des parties qui resteront rectilignes, notamment sur le tiers aval de la zone d'étude, les écoulements sont actuellement homogènes, avec notamment un faible tirant d'eau lors de l'étiage. Il conviendra d'augmenter la rugosité du chenal d'écoulement pour diversifier les conditions d'écoulements. Cette modification sera apportée localement par des éléments d'une granulométrie plus grossière que celle du lit. Ces éléments seront disposés de façon à créer des obstacles aux écoulements. Ces singularités hydrauliques provoqueront localement une perturbation des conditions d'écoulement (zone de dépôts en amont, mise en vitesse au droit de l'obstacle et fosse à l'aval) et une diversification de la granulométrie du substrat.

L'objectif final est ainsi de créer une diversité d'habitats aquatiques, offrant différentes zones propices aux macro-invertébrés et aux populations piscicoles en fonction de leur stade de développement (postes de repos, alimentation, zone de caches et de frayère).

La variation de ces éléments de rugosité contribuera d'autant plus à la diversité des faciès créés, ainsi les aménagements suivants, dont la position et la granulométrie diffère, seront mis en place :

- La création de clusters (amas de matériaux relativement grossiers type 100-200 mm) voire des radiers en lit (100-250 mm) améliore l'infiltration d'eau dans l'épaisseur hyporhéique du lit,
- La réalisation des éléments de rugosité libres et ancrés en lit (500 – 1000 mm) qui favoriseront les substrats grossiers par accumulation d'appui (amont) et les substrats fins par accumulation de trainée (aval),
- La mise en place d'épis hydrauliques par l'ajout d'éléments de rugosité sous la forme d'alignements (taille unitaire 500-1000 mm) entraînera une diversification des conditions d'écoulement.

3.7. GESTION DE LA VÉGÉTATION

Ces aménagements impliqueront d'importants travaux de défrichement, l'objectif étant de remobiliser des structures alluvionnaires fixées par la végétation. Le projet concernera un arasement de la végétation d'une surface estimée à 8 720 m².

Les arbres situés en extrados seront également évacués afin de limiter les risques d'embâcles. La végétalisation des talus situés au droit de fortes contraintes, zone en extrados et secteur faisant l'objet de confortements, seront végétalisés avec des salicacées.

Une attention particulière concernera la problématique des espèces invasives, notamment la renouée du Japon, très présente sur la zone de projet.

Le projet n'a pas l'ambition d'éradiquer la Renouée, bien trop implantée sur les Usses (et ce jusqu'au Rhône). Pour autant, il se doit de ne pas aggraver la situation.

A cette fin, le projet prévoit d'enfouir les matériaux décaissés pollués par ces rhizomes sous le niveau de la nappe par excavation supplémentaire au droit du projet de la zone humide en rive gauche aval et de ne mettre en cordon re-mobilisable que des matériaux alluvionnaires sains.

4. DETAILS DU PROJET ET RAPPEL DE SON EVOLUTION DURANT CETTE PHASE DE CONCEPTION AVP

Le projet initial, proposé lors de l'étude préliminaire, a fait l'objet de multiples ajustements au fur et à mesure d'un affinement de la fonctionnalité des différents aménagements et par recoupement avec les contraintes financières et foncières.

La maîtrise foncière des emprises du projet final s'est révélé un facteur limitant de l'ambition du projet. In fine (cf. ci-après), elle se limite à des espaces qui sont désormais jugés comme « acceptables » par les propriétaires et/ou leurs usagers. Seule la démarche de maîtrise foncière en cours pourra confirmer ce point.

4.1. AMENAGEMENTS PROPOSES EN ETUDES PRELIMINAIRES

A l'origine, le projet proposé en étude préliminaire était plus ambitieux en termes de tracé. Le reméandrage proposé était plus proche de la situation de référence de 1952 que la variante retenue actuellement. Le projet présentait les caractéristiques suivantes :

- La remobilisation des structures alluviales par défrichement et terrassement.
- L'objectif de favoriser un étalement des écoulements et une diversification des habitats.
- La diversification du lit mineur sur le tronçon aval par la mise en place d'éléments de rugosité.
- **La restauration de deux méandres, faisant partie intégrante du lit mineur** situés entre la zone de stockage ISDI (100 m en aval) et la carrière (150 m en amont).
- La reconnexion des annexes latérales par la mise en place de **plusieurs bras diachrones** alimentés pour différentes occurrences (Q_1 à Q_{50}) :
 - o Au droit du méandre à l'aval immédiat des Petites Ussets (rive droite) alimenté pour lors des hautes eaux ($<Q_1$),
 - o En face de la zone de dépôt de matériaux (rive droite) alimenté en crue biennale,
 - o Deux en lieu et place du lit actuel (au niveau des deux méandres restaurés, alimentés pour une crue cinquantennale,
 - o Un bras au niveau de l'aire de dépôt alluvionnaire aval (rive gauche) alimenté pour une crue décennale, dans l'objectif de récupérer et reconnecter les eaux du point bas hydraulique formé par la dépression de la carrière, actuellement déconnectée du cours d'eau.
 - o En amont du pont de Sarzin (rive droite), alimenté pour une crue biennale. Sur ce secteur, le projet consiste uniquement à créer une amorce au niveau de l'amont du bras, déjà inondé par refoulement en Q_2 , afin de reconnecter le bras aux écoulements vifs.
- Le projet prévoyait également la réalisation de **protection en enrochement** des entrées des bras diachrones ainsi que de la berge rive gauche au droit de l'aire de dépôt inerte dit « Besson » sur l'intrados aval de la confluence Petites Ussets.

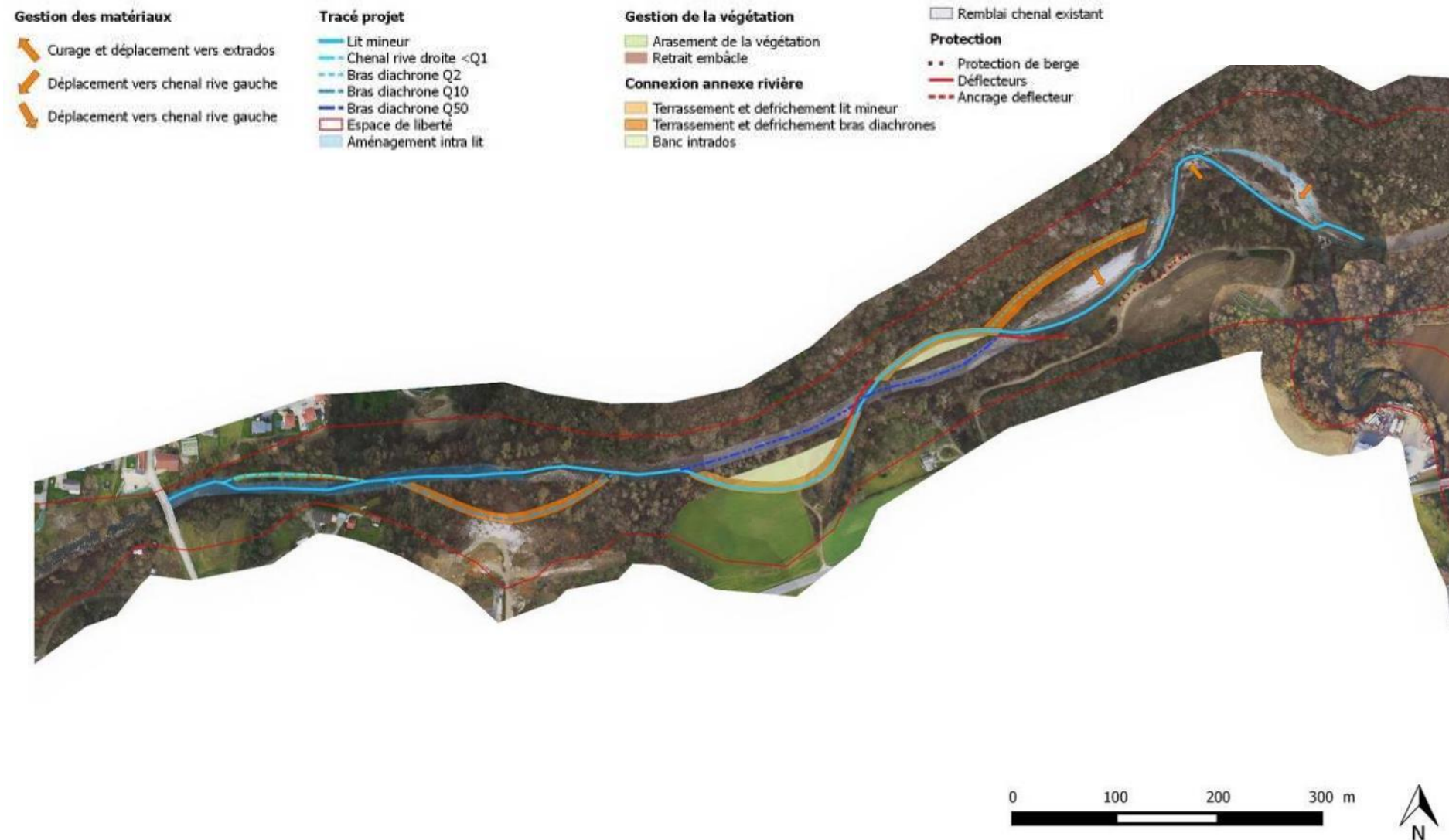


Figure 14: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade des études préliminaires

4.2. ADAPTATIONS AVP DE JUILLET 2018

Le projet présenté en 2017 a ensuite été amendé par les différents échanges techniques avec le maître d'ouvrage et les partenaires du projet (AERMC, DDT74, AFB, FDP74...). La première version de l'AVP a ainsi évolué sur les points suivants :

- La présence de deux axes d'écoulement en **aval immédiat de la confluence avec les Petites Usse**, dont le bras en rive droite est moins régulièrement en eau ($<Q1$) a été remplacé par un tracé comportant un unique chenal d'étiage avec une importante bande active.

En effet, ce secteur est encore relativement dynamique, comme l'en témoigne l'engravement du bras en rive droite entre mars et juillet 2015. Il a donc été retenu de laisser un espace de mobilité plus important sur ce méandre. Le tracé du chenal vif a été dessiné volontairement sinueux afin d'apporter une dynamique d'érosion/dépôt et une diversification des écoulements.



Figure 15: Photographie aérienne de la confluence avec les petites Usse, mars 2015, Google Earth



Figure 16: Photo aérienne de la confluence avec les petites Usse, juin-juillet 2015, IGN - RGD 73-74



Figure 17: Tracé projet PRE

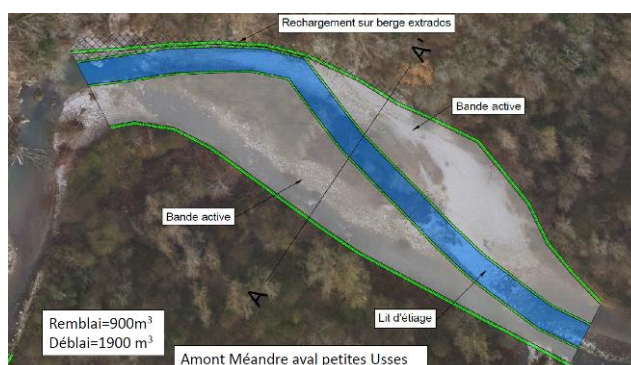


Figure 18: Tracé projet AVP

- De façon générale, il a été décidé d'**augmenter la fréquence de mise en eau des bras diachrones**, dans l'objectif de diversifier davantage les écoulements et de façon plus régulière. Bien que la mise en eau plus régulière de ces bras ne doit pas altérer la capacité de transport solide des Usses, elle est toutefois plus pertinente puisque qu'elle favorise une expansion des eaux régulière des axes d'écoulement nouvellement créés, davantage justifiée vis-à-vis de l'impact du projet.

- **Le bras diachrone sur l'aire de dépôt alluvionnaire aval en rive gauche, visant à sécuriser le lit mineur pour les crues extrêmes (cf. enjeux bâtis proches aval ; défluviation à maîtriser autant que possible), est présentée en option** : Son intérêt hydraulique ne repose que sur le phénomène d'embâclage et défluviation, difficilement quantifiable bien que réel. En outre, cette partie du projet n'apporte pas de réelle plus-value écologique, contrairement à la mise en eau des anciens bras. En effet, l'inondabilité de la carrière ne se veut qu'au-delà de Q10 et ne génère pas un potentiel réseau hydrographique annexe ou à forte remobilisation potentielle de sédiments.

Enfin, son niveau rare de mise en eau (Q10) ne peut être accru sous peine de perturber le fonctionnement hydraulique du ruisseau des Chenêts, affluent rive gauche située en amont immédiat et dans lequel a été recensée la présence d'une population d'écrevisses à pied blancs.

- **La réouverture du bras mort, situé en rive droite en amont du pont de Sarzin n'est pas maintenue.** Ce secteur est en effet relativement proche des enjeux, au risque d'initier une potentielle dynamique d'érosion à proximité des habitations en rive droite, il est finalement retenu de ne pas modifier les conditions d'écoulement aux abords du pont, par ailleurs déjà en eau pour une occurrence biennale par refoulement et pour une période de retour quinquennale par l'amont.

En outre, ce secteur est fortement colonisé par la Renouée du Japon, impliquant des frais importants d'évacuation des terrains contaminés et un risque majeur de propagation de l'espèce lors des travaux.

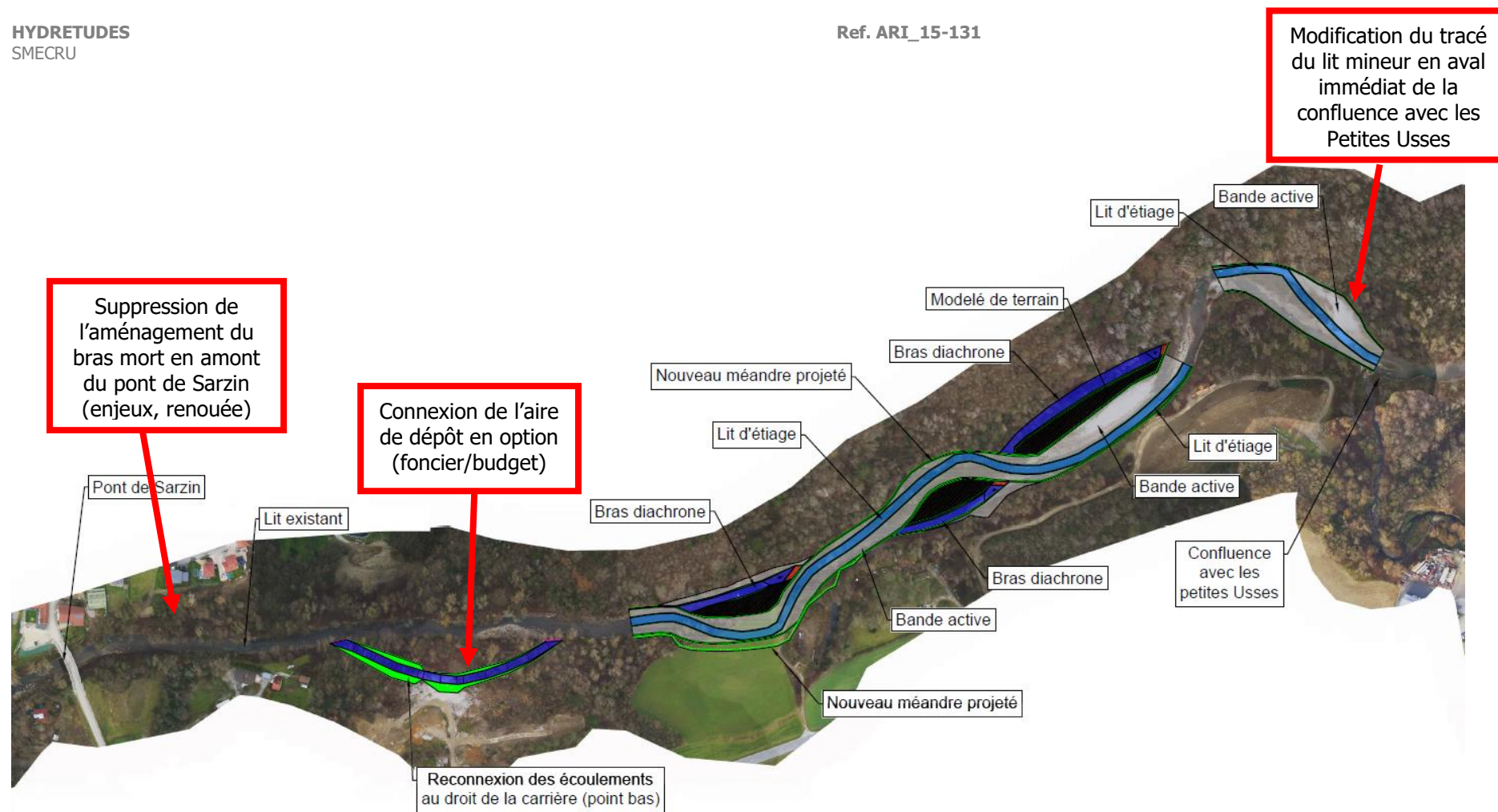


Figure 19: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade AVP – variante juillet 2018

4.3. ADAPTATIONS AVP DE SEPTEMBRE 2018

A la suite de cette première version, de nouveaux ajustements ont été effectués :

- **L'emprise de la bande active restaurée sur le secteur amont est augmentée du fait de l'abandon du méandre sur l'espace agricole.** L'ambition du projet en termes de restauration est reportée sur l'extrémité amont par réouverture d'espaces divagants historiques aux abords de la confluence des Petites Ussets : un bras **diachrone supplémentaire** sera aménagé en rive droite, au droit de la confluence.
- **Le méandre situé au niveau de la plaine agricole, à proximité de l'étang en aval du dépôt inerte dit « Besson », n'est pas conservé.** La restauration de ce méandre historique représente une réelle plus-value d'un point de vue morphologique, notamment vis-à-vis de la sinuosité et de la bande active naturelle du cours d'eau identifiée en 1952 (situation de référence).

Toutefois, ce tracé est supprimé puisqu'il a une emprise significative sur l'espace agricole, enjeu important sur le territoire. L'abandon de ce tracé est lié à des problématiques foncières, et la difficulté de justifier de l'intérêt public pour leur maîtrise. De plus, dans le cas d'une forte évolution du tracé du cours d'eau sur le secteur, il a été soulevé la question du risque hydraulique vis-à-vis de la protection de la RD1508 (rapprochement du risque possible).

A la place de ce méandre, un **bras diachrone est aménagé en rive droite en face du méandre prévu initialement**, au plus près du versant. Ce bras secondaire peut potentiellement apporter des matériaux favorables à la recharge sédimentaire du cours d'eau (sapement/instabilité acceptée du versant rive droite sans enjeu).

- **La réalisation d'un bras diachrone à faible fréquence de mise en eau, connectant le point bas l'aire de dépôt alluvionnaire aval rive gauche, est remplacé par l'aménagement d'une zone humide.** Ce choix est pertinent vis-à-vis des enjeux environnementaux : il renforce l'attractivité de cette zone par une diversification des habitats humides et permet également de ne pas impacter le ruisseau des Chenêts où est recensé l'écrevisse à pattes blanches puisque l'alimentation de la zone humide est localisée plus en aval que la connexion existante, supprimant l'interaction avec le ruisseau.

4.4. ADAPTATIONS AVP DE DECEMBRE 2018

L'étude détaillée de la réalisation de la zone humide a mis en évidence l'éventualité de débordements en aval de l'aire de dépôt alluvionnaire existante sur la rive gauche aval, et ce en fonction du devenir des stocks de matériaux que le propriétaire fait régulièrement évoluer. Ces éventuels débordements sont non identifiés sur les documents réglementaires (carte des aléas naturels des communes de Sallenoves et Contamines-Sarzin) et les données de références (atlas des zones inondables de 1998).

Ces éventuels débordements sont limités ($< 2 \text{ m}^3/\text{s}$), et s'écouleraient alors en aval vers la RD1508 et le secteur du champ des Iles. Il est toutefois impossible de se prononcer sur l'écoulement de ce débordement situé en limite de l'emprise topographique disponible (lidar 2015) et par conséquent du modèle hydraulique. Ce secteur étant remanié (zone de dépôts de matériaux), la précision du lidar sur cette zone est potentiellement altérée, le terrain étant plus sujet à évolution au gré des années par les mouvements de terre effectués par le propriétaire. Après échanges avec le COTECH, il a été retenu de gérer ce risque au sein des travaux de la zone humide via un remodelage adaptée de son emprise Ouest.

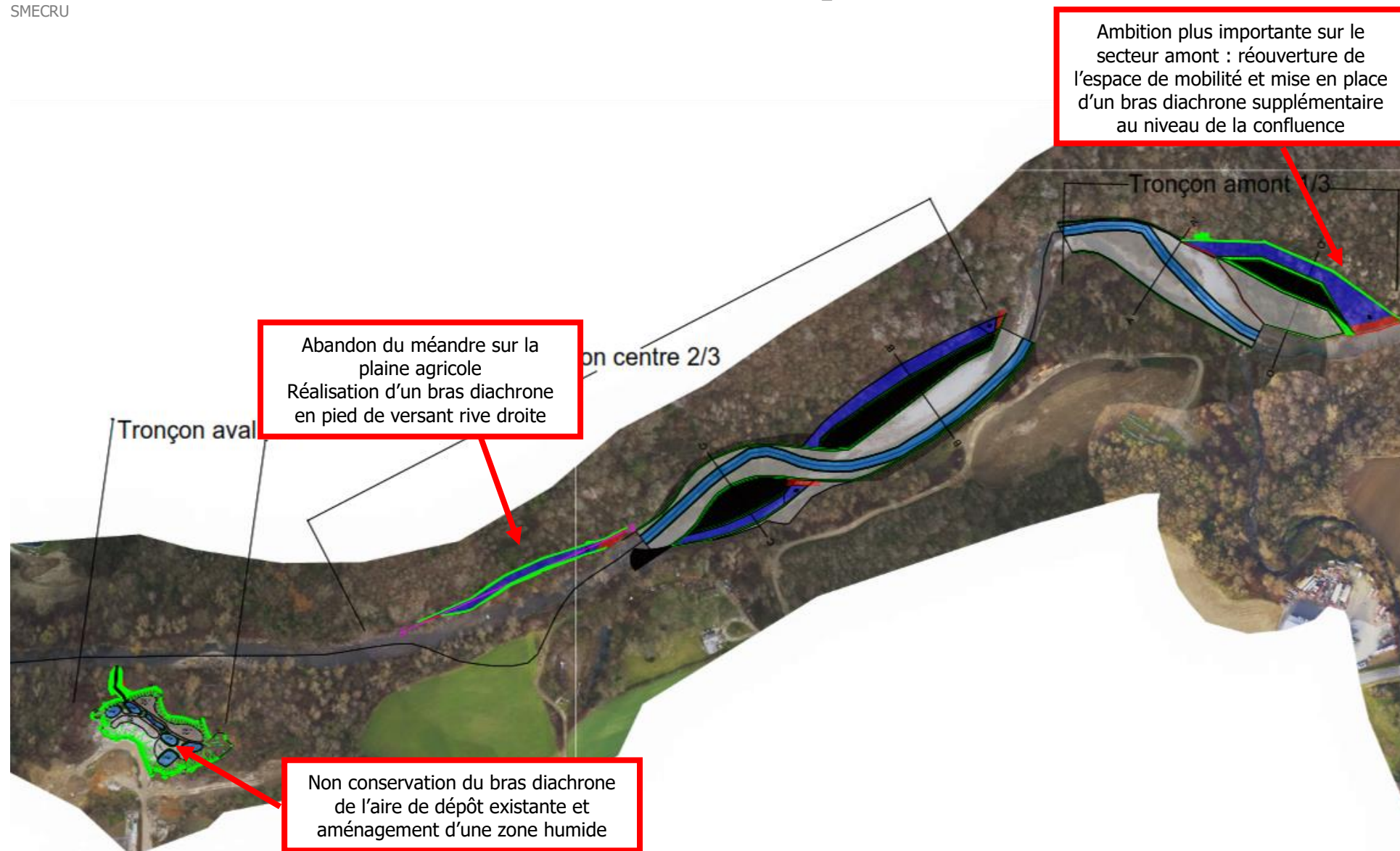


Figure 20: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade AVP – variante septembre 2018

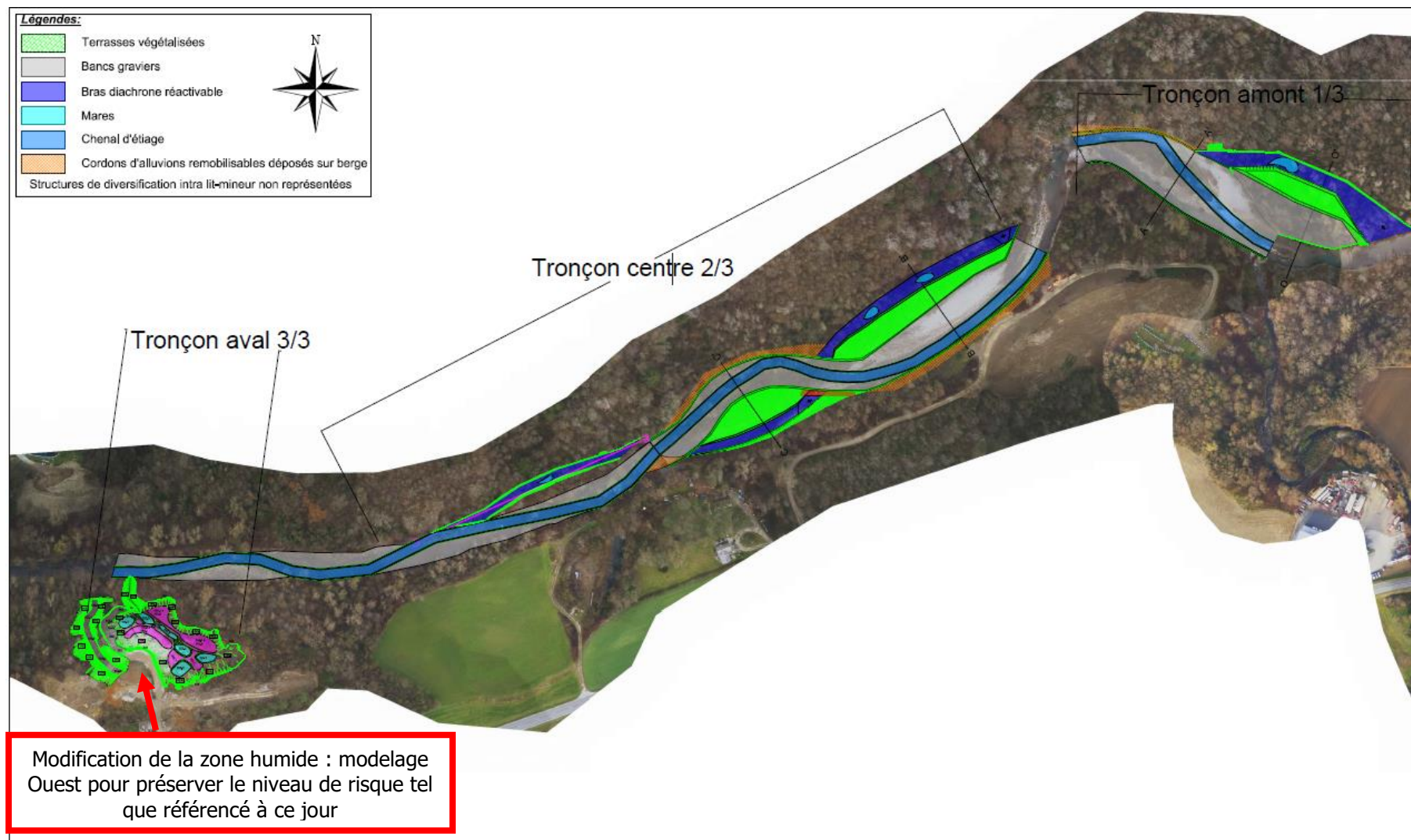


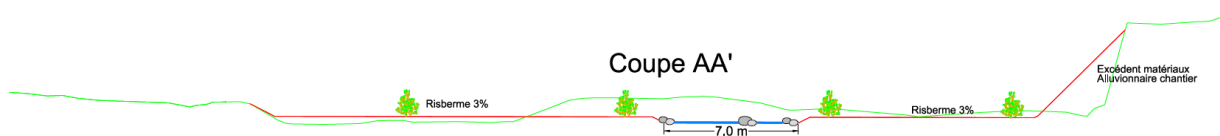
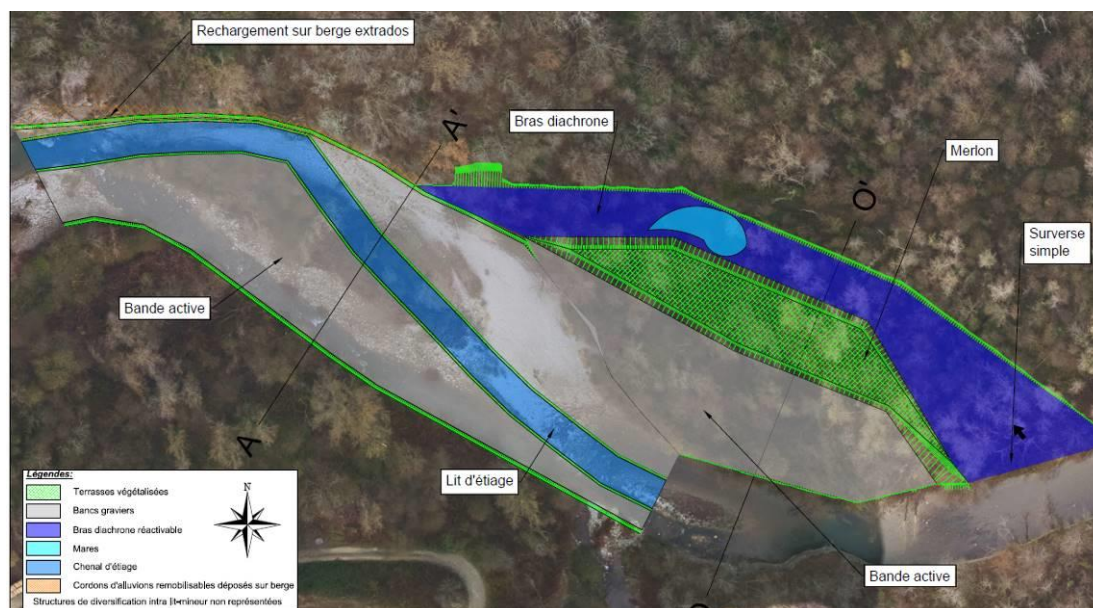
Figure 21: Représentations des aménagements projetés sur la zone d'étude au stade AVP – variante finale retenue en décembre 2018

4.5. RECAPITULATIF DE L'AMENAGEMENT RETENU EN AVP :

Le projet retenu, à l'issue de la phase AVP, comprend les éléments suivants :

- **La remobilisation des structures alluviales par défrichement et terrassement.** Un travail de déblai-remblai sera réalisé afin de réinjecter les matériaux en bord de chenal vif et faciliter leur reprise à court terme à la faveur de prochaines hautes eaux. Des sondages à la pelle, voire des panneaux électriques en compléments, permettront de préciser la nature de ces matériaux.
- **La création d'un lit mineur favorisant un étalement des écoulements et une diversification des habitats,** du fait d'une augmentation de la sinuosité du tracé, de la forme dissymétrique du lit et de la mise en place d'éléments de rugosité.
- **La création d'un lit d'étiage** sur l'ensemble du projet afin de conserver un tirant d'eau suffisant pour le milieu aquatique lors des périodes de basses eaux.
- **La réouverture du secteur de la confluence avec les petites Usses :**

La confluence des grandes Usses avec les petites Usses est une zone dont la dynamique d'érosion/dépôt est encore relativement préservée du fait des apports liquides et solides des petites Usses. Le projet vise à restaurer davantage ce secteur de divagation historique, avec l'aménagement d'une importante bande active et l'ouverture d'un bras secondaire en rive droite. Ces travaux offriront un espace de mobilité bien plus important qu'en l'état actuel, limité par la chenalisation du lit et la végétalisation des structures alluvionnaires.



- **Le reméandrage du lit du cours d'eau au droit du dépôt inerte dit « Besson » :**

Cette opération vise à restaurer une certaine sinuosité et à favoriser une diversification de l'écoulement des eaux. Le tracé du lit restauré est complété par la mise en place de 4 bras diachrones permettant de reconnecter le cours d'eau avec ses anciens axes secondaires (et lit actuel refermé pour reméandrage), actuellement difficilement mobilisables du fait de la chenalisation du cours d'eau. Ces bras sont situés sur la partie amont du projet : en amont de la confluence des petites Usses (paragraphe précédent), en face de la zone de dépôt « Besson », en lieu et place du lit actuel et en face de l'étang existant rive gauche aval.

Les bras diachrones favoriseront l'expansion des eaux et limiteront la capacité d'érosion en cas de crues en déléstent une partie des écoulements lors des hautes eaux. Les bras diachrones seront mis en eau par l'amont pour une occurrence annuelle à biennale, et également à l'aval par refoulement lors des hautes eaux.

L'objectif du projet vise à redonner de la mobilité latérale au cours d'eau, il a néanmoins été convenu d'éviter de limiter la possibilité des Usses à retourner dans son lit actuel rectiligne. Ainsi les surverses alimentant les bras diachrones par l'amont, constituées des matériaux extraits du lit lors des curages, seront protégées en pied afin d'éviter toute érosion conduisant à remettre le lit dans l'ancien tracé ou à défaut, moyennant une recharge sédimentaire conséquente amont (donc rehausse du profil en long et dynamique plus forte pour le futur).

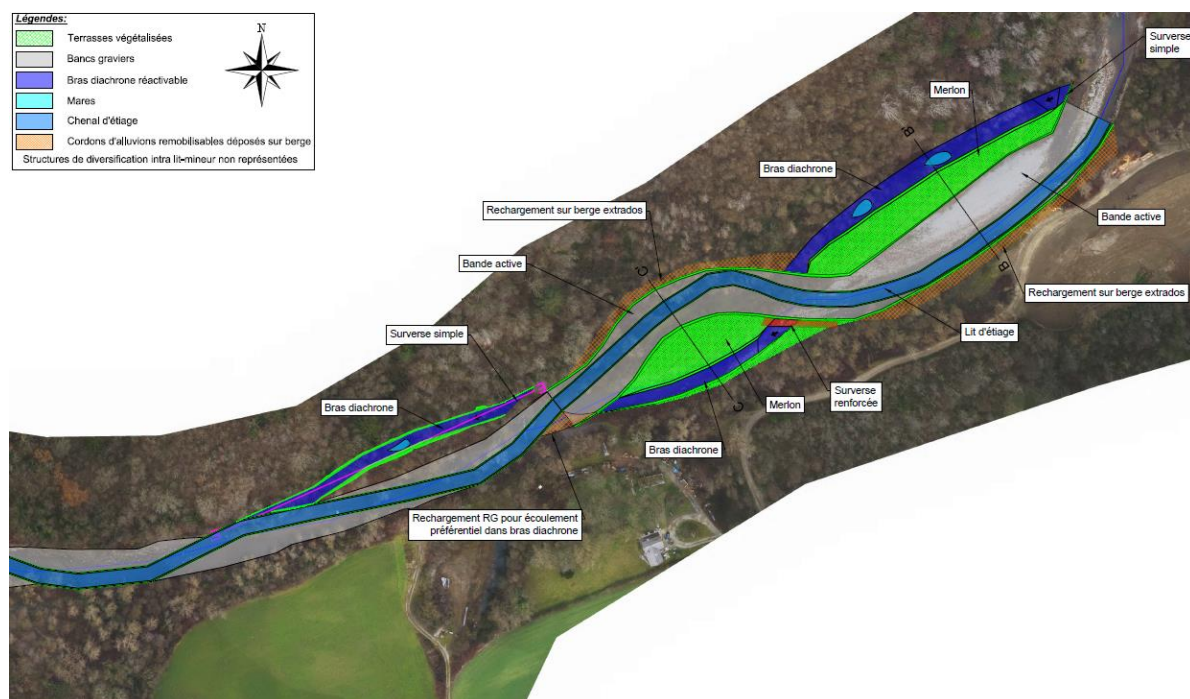


Figure 24: Reméandrage du lit sur le secteur intermédiaire

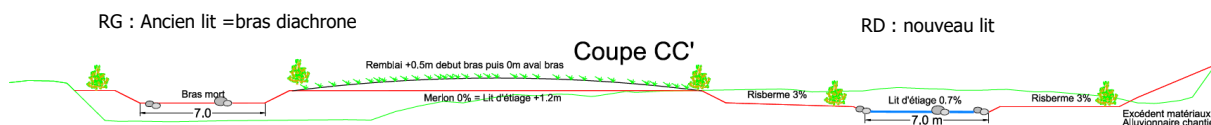


Figure 25: Coupe type du rémandrage sur le secteur intermédiaire

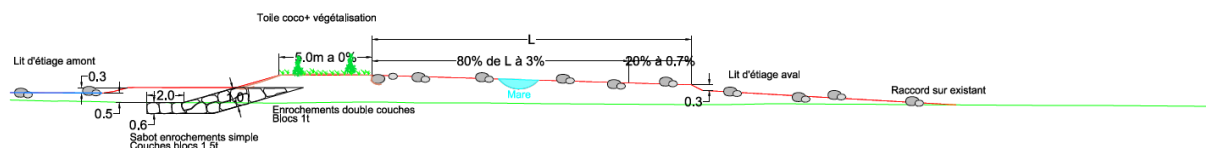


Figure 26: Profil en long type d'un bras diachrone (coupe EE')

- Réalisation d'une zone humide au droit de la carrière :

La zone humide aménagée sur le secteur de la carrière sera mise alimentée dès les basses eaux (mares en bleu clair sur la figure ci-dessous). La zone humide sera réalisée par surcreusement du site actuel, qui possède déjà un caractère humide. Elle comprendra une multitude de dépressions situées à différents niveaux permettant un étagement de la mise en eau de la dépression.

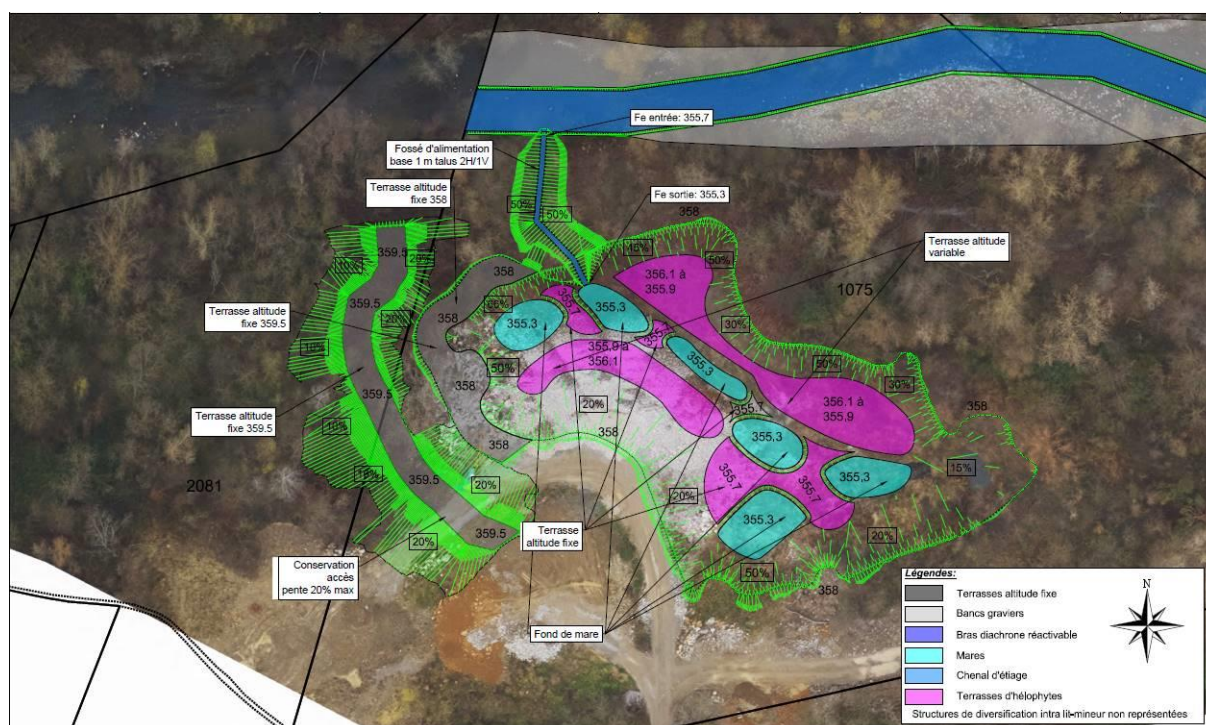


Figure 27: Aménagement de la zone humide au niveau de la carrière

5. IMPACTS DU PROJET

5.1. INCIDENCES SUR LES CONDITIONS D'ÉCOULEMENT

Le projet va engendrer une importante modification des conditions d'écoulement actuelles : la modification du tracé du lit et des sections hydrauliques, davantage hétérogènes, vont favoriser la diversification des écoulements (vitesses, hauteurs), actuellement relativement homogènes. La création d'un lit d'étiage et de profils dissymétriques vont également favoriser un étagement des écoulements, avec un tirant d'eau plus important lors des périodes de basses eaux.

Les aménagements prévus restaurent un espace de divagation plus important, permettant la régulation des crues en favorisant des zones d'expansion au droit du secteur restauré, ralentissant les pics de crues en aval du fait de l'augmentation de la fréquence de débordement de la plaine. Les enjeux humains situés à l'aval seront donc sécurisés, profitant de l'effet positif généré par l'élargissement de l'espace de mobilité sur le secteur de la Plaine de Bonlieu.

Les modélisations hydrauliques réalisées en 2D à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) du projet AVP montrent une emprise relativement similaire des zones inondables entre l'état actuel et projet, notamment pour une crue centennale. Toutefois, en état projet les bras diachrones sont davantage en eaux pour des crues biennales à décennales qu'en l'état actuel. Le projet permet donc de favoriser l'expansion des crues relativement fréquentes et a minima conserve la zone inondable identifiée en état initial pour des crues rares (hors secteur de la carrière décrit précédemment).

Les conditions d'écoulement des Usses sur la plaine de Bonlieu dans l'état projet sont représentées sur les figures ci-après. Les cartes affichées ne tiennent pas compte de la présence de matériaux entre le lit mineur et les bras diachrones, « merlons » (maximum 0.5m) permettant l'alimentation des bras prioritairement par l'amont ou par l'aval. Leur présence provoquerait des débordements plus faibles sur le secteur reméandré pour un épisode de crue biennale.

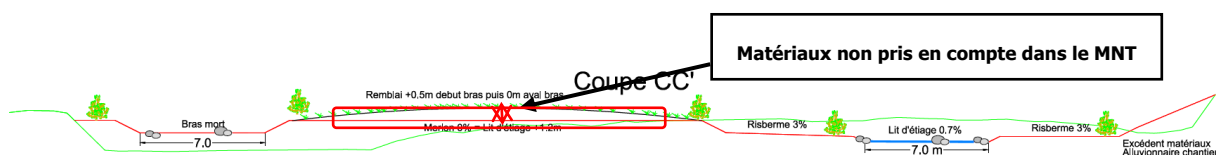


Figure 28: Coupe type du reméandrage sur le secteur intermédiaire

Légende :

	$0 < H < 0.1 \text{ m}$
	$0.1 < H < 0.5 \text{ m}$
	$0.5 < H < 1 \text{ m}$
	$1 < H < 2 \text{ m}$
	$H > 2 \text{ m}$



Figure 29: Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le module

Légende :

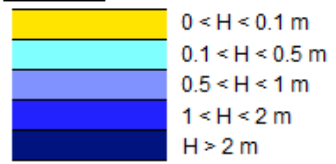


Figure 30 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le débit de pointe biennal Q2



Figure 31: Cartographie des vitesses d'écoulement maximales dans l'état projet pour le débit de pointe biennal Q2

Légende :

	$0 < H < 0.1 \text{ m}$
	$0.1 < H < 0.5 \text{ m}$
	$0.5 < H < 1 \text{ m}$
	$1 < H < 2 \text{ m}$
	$H > 2 \text{ m}$

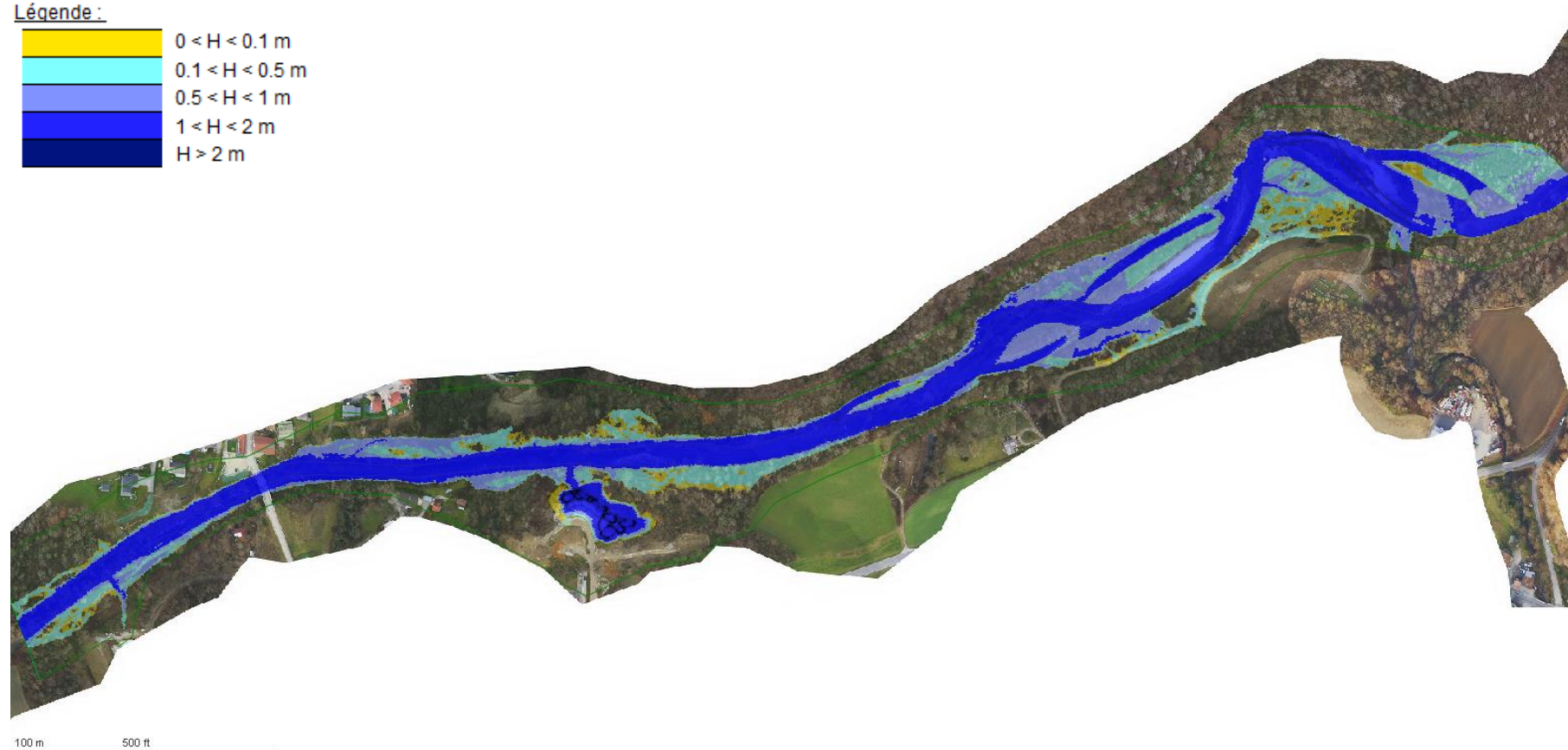


Figure 32 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le débit de pointe décennal Q10

Légende :

Vitesse d'écoulement (m/s)

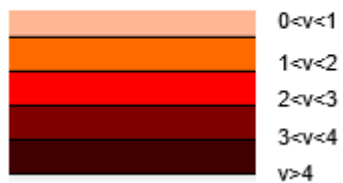


Figure 33 : Cartographie des vitesses d'écoulement maximales dans l'état projet pour le débit de pointe décennal Q10

Légende :

	$0 < H < 0.1 \text{ m}$
	$0.1 < H < 0.5 \text{ m}$
	$0.5 < H < 1 \text{ m}$
	$1 < H < 2 \text{ m}$
	$H > 2 \text{ m}$

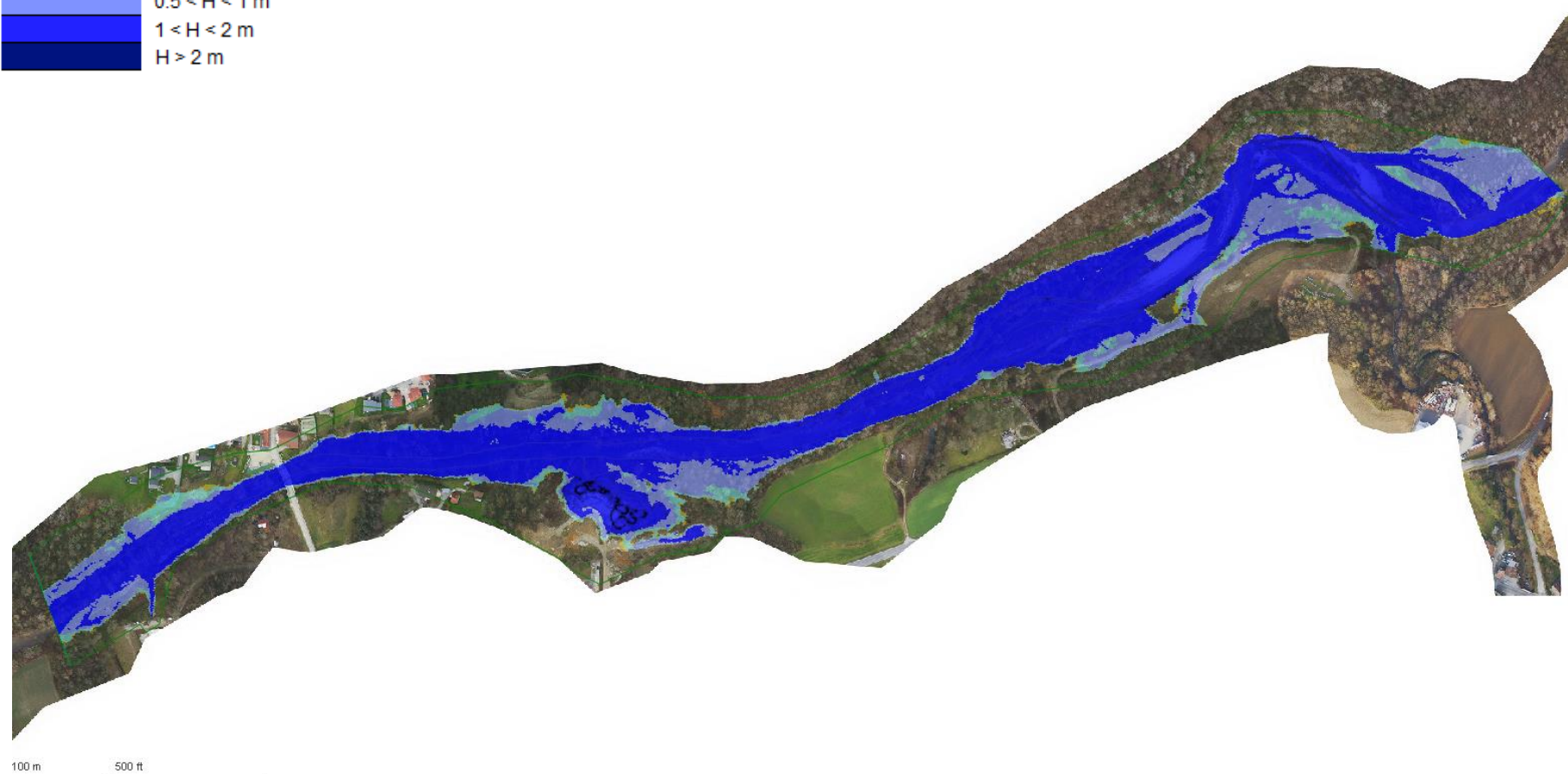


Figure 34: Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état projet pour le débit de pointe centennal Q100



Figure 35: Cartographie des vitesses d'écoulement dans l'état projet pour le débit de pointe centennal Q100

5.2. INFLUENCES SUR L'ÉTAT MORPHOLOGIQUE

Le projet n'a pas vocation à créer un nouvel état morphologique pérenne mais à réactiver la dynamique des Usses sur ce tronçon historiquement mobile. Les travaux projetés sont initiateurs d'un processus d'érosion/dépôt, restaurant des fonctionnalités actuellement limitées par la chenalisation de la rivière. Les principaux impacts du projet sur le tronçon sont les suivants :

- **Mobilité latérale** : le projet augmente significativement la sinuosité du tracé et l'emprise de la bande active du cours d'eau, permettant une divagation et un étagement des écoulements.
- **Evolution du lit** : les travaux vont limiter la capacité d'incision du lit, du fait de la présence de matériaux mobilisables latéralement. Le projet conduit donc à stabiliser le profil en long du tronçon.
- **Transit sédimentaire** : les aménagements favorisent la recharge sédimentaire par érosion latérale et par remobilisation des structures alluviales, modifiant fortement les matériaux mobilisables sur le secteur par rapport à la situation actuelle, où les berges et les bancs sont déconnectées du cours d'eau. Dans une moindre mesure, les aménagements de diversification du lit mineur vont également influencer à petite échelle sur le transit sédimentaire, à l'origine d'une diversification du substrat.
- **Connectivité du lit et des berges** : l'amélioration de la mobilité latérale du cours d'eau, la diversification des écoulements et l'expansion des eaux entraînent une amélioration de la connexion du cours d'eau avec ses annexes latérales.
- **Faciès d'écoulements** : Le reméandrage et la mise en place d'éléments de rugosité dans le lit vont favoriser la diversification des faciès d'écoulement, et par conséquent celles des habitats aquatiques.
- **Substrats** : la nature des substrats sera diversifiée du fait de la diversification des faciès d'écoulement. Les aménagements projetés pourraient toutefois conduire à un risque de colmatage partiel provisoire du lit en aval des zones d'érosion favorisées, dans le cas de mises à nu de matériaux trop limoneux, ce qui peut être impactant pour la faune aquatique. Ce risque demeure limité au regard des horizons apparents sur berge où ce type de matériaux n'apparaît que sur la frange supérieure et résulte de l'ensablement-enlèvement des bancs, aujourd'hui terrasses, progressivement déconnectées et végétalisées.

Les évolutions morphologiques demeurent de nature complexe car dépendantes du régime hydrologique "aléatoire" subi et de nombreux facteurs physiques (densité, âge, nature des boisements, granulométrie des matériaux dans le lit ou les berges...). **On ne peut donc pas écarter le scénario d'une crue majeure après la réception des travaux, ce qui pourrait impacter la qualité apparente des aménagements réalisés.** Un état des lieux post-travaux serait alors nécessaire pour interpréter l'évolution subie et définir les mesures de rectification ou d'ajustement nécessaire pour conserver l'objectif et l'orientation donnée par les travaux initiaux.

5.3. IMPACTS SUR LES CONDITIONS ECOLOGIQUES

Lors de la phase chantier, les travaux vont avoir un impact certain sur les écosystèmes (dérangement de la faune, dérivation des eaux, défrichement d'une partie de la ripisylve). Des mesures permettront toutefois de réduire ces impacts temporaires (période de défrichement, organisation du chantier, gestion des eaux).

Le projet ne modifie pas les tronçons où la présence de deux espèces à enjeux a été identifiée lors de la phase de diagnostic (castor en aval de la confluence avec les petites Usses et écrevisse à patte blanche sur le ruisseau des Chenêts).

Un enjeu majeur des travaux reste la présence généralisée sur le secteur de la Renouée du Japon. Les mesures de suivi et d'accompagnement du projet doivent permettre de ne pas entraîner la dissémination et la colonisation de cette espèce. L'objectif sera donc avant tout d'éviter une "exportation" de cette invasive vers des sites non touchés actuellement, et de concurrencer son implantation sur les surfaces dénudées suite aux terrassements. Cette espèce ayant un fort pouvoir colonisateur, les opérations de traitement de la Renouée du Japon, permettront d'améliorer la situation actuelle : des habitats naturels endémiques se seront réinstallés et offriront un espace supplémentaire aux espèces associées.

De façon générale, le projet renforce les interactions de la rivière avec ses milieux annexes, permettant le développement et la pérennisation des écosystèmes existants et améliorant la qualité des eaux (oxygénation, température) et les capacités d'autoépuration de la rivière. De même, la stabilisation du profil en long renforcera les interactions nappe/ rivière. La création de lits bien diversifiés entre l'étiage et les écoulements moyens va permettre la diminution de l'impact des étiages par diminution de l'échauffement et de la désoxygénation, et la création de conditions diversifiées dans les profils en travers lors des augmentations de débits.

La diversification des faciès d'écoulement (variation vitesse, profondeur, largeur, substrat) entraînera une diversification des habitats aquatiques, offrant différentes zones propices aux macro-invertébrés et aux populations piscicoles en fonction de leur stade de développement (postes de repos, alimentation, zone de caches et de frayère).

De même, concernant, les milieux terrestres, la pérennisation des milieux à caractère humide (ex secteur de la carrière) et les plantations prévues dans le cadre du projet (hélrophytes, ligneux arboricoles et arbustifs), vont renforcer les interactions entre le lit et le cordon rivulaire, dans le sens de trame verte et bleue.

Le projet doit donc conduire à une nette amélioration de la biodiversité, du fait de l'amélioration générale de la connectivité du cours d'eau et de ses milieux alluviaux, ainsi que par la diversité des habitats aquatiques. La diversification des milieux sera favorable à de nombreuses espèces et contribuer à augmenter la biodiversité du secteur, dans le respect des enjeux humains (biens et usages).

6. SUIVI DE L'OPÉRATION

Les travaux effectués doivent permettre d'initier la restauration d'une dynamique naturelle plus active sur ce tronçon. A l'issue de ces premiers travaux, "déclencheurs" d'une dynamique, il s'agira d'assurer un suivi dans le temps et d'engager des travaux d'accompagnements/ajustements ultérieurs afin de parvenir à un résultat significatif.

Ces travaux seront accompagnés d'un plan de gestion de la végétation et d'un plan de gestion sédimentaire pour accompagner le cours d'eau au cours de la prochaine décennie aussi bien en termes de réinjection des sédiments bloqués dans le chenal vif (afin d'assurer une meilleure propagation vers l'aval) que de traitement de la végétation pour favoriser la régénération des boisements et limiter les risques d'embâcles plus en aval.

6.1. PLAN DE GESTION DE LA VEGETATION

Ce plan de gestion vise à garantir la stabilité des berges (arbres en tête de linéaire soumis à l'érosion) et la fonctionnalité des bras diachrones (capacité hydraulique à maintenir pour le délestage du lit mineur en crue).

La végétalisation va finir par fixer les structures alluvionnaires, en conséquence il est important de les surveiller et de les conserver non végétalisées. On surveillera de la même manière les structures d'intrados de méandre qui contribuent à la migration des méandres (séquence dépôt d'intrados *versus* érosion d'extrados).

La ripisylve étant fortement colonisée par la Renouée du Japon, une attention particulière sera nécessaire pour assurer la non-prolifération de cette invasive. La lutte contre le développement de cette espèce est relativement lourde et complexe (arrachages manuels, fauches régulières, décapages, immersion ou évacuation des déchets en décharge adaptée et revégétalisation). Une forte vigilance sera apportée dans ce suivi et entretien. En effet, des terrains nus sont d'autant plus vulnérables à la propagation des invasives. Le lit remblayé devra être revégétalisé afin d'installer de la concurrence face à la renouée.

6.2. PLAN DE GESTION DU TRANSPORT SOLIDE

Le suivi de la dynamique du cours d'eau suite aux travaux de reméandrage et aux opérations de réinjections est primordial. Il permettra d'évaluer les éventuelles mesures à prendre et également de connaître le fonctionnement dynamique des Usses dans son nouveau tracé pour mieux appréhender son évolution future et donc in fine sa trajectoire géomorphologique.

Pour ce faire, après chaque crue morphogène, une visite de terrain sera effectuée, elle concernera essentiellement :

- Le suivi des zones de réinjection ;
- L'évolution des zones d'érosion ;
- Les caractéristiques des zones de dépôts ;
- Le déplacement des matériaux, notamment au niveau des nouveaux méandres ;

- L'état des berges ;
- La caractérisation des écoulements (description et diversité des faciès créés) ;
- L'évolution du profil en long ;
- L'évolution du tracé du chenal d'écoulement.

Il peut être également pertinent d'effectuer des mesures complémentaires :

- **Un suivi bathymétrique** sur l'ensemble de la plaine de Bonlieu (jusqu'au pont des Douattes) précisera le niveau d'incision des Ussets et l'évolution de ce phénomène. Cette démarche, effectuée après chaque crue morphogène, améliorera également la pertinence des opérations de réinjection les actions du plan de gestion.
- **Le suivi du transfert de la charge solide** permettra de caractériser le transit du tronçon (vitesse de propagation de la charge alluviale, tri granulométrique), d'évaluer l'état de la recharge sédimentaire, et d'étudier l'évolution des matériaux réinjectés. Ce suivi peut être effectué par traçages des grains de lit à l'aide de PIT-tag (radio-identification).
- **Un suivi de l'état du colmatage du substrat** afin d'évaluer l'impact des travaux sur l'état du fond lit, la recharge sédimentaire pouvant contribuer à colmater certaines zones. Le colmatage est en effet un élément réduisant les interactions nappe/rivière, la qualité des habitats aquatiques et la mobilisation des alluvions (pavage du fond du lit).

Différentes mesures peuvent être effectuées pour mesurer ce paramètre : test visuel (MES), degré de cohésion du substrat, mesure de l'épaisseur hyporhéique (épaisseur du lit dans laquelle s'infiltre et circule de l'eau et du dioxygène), mesure de la conductivité hydraulique.

Cet accompagnement permettra de définir et alimenter les plans de gestion des matériaux solides et de la végétation, afin de changer « la géométrie » des interventions en fonction des réponses effectives (réajustements) des Ussets (remobilisation des dépôts suite à une crue, renforcement des écoulements dans le chenal vif en cas de dépôts trop importants...). Cette stratégie relève donc bien d'un processus hydro-morphologique, c'est-à-dire d'un processus-réponse à des modifications des conditions des écoulements liquides et solides.

7. ESTIMATION FINANCIÈRE DES TRAVAUX

Les avants métrés du projet de restauration des Ussets sont établis à partir des données topographiques mis à la disposition d'HYDRETTUES dans le cadre de la présente étude (Lidar). Les aménagements proposés sont chiffrés sur la base des prix unitaires basés sur notre expérience de maître d'œuvre sur des travaux spécifiques de terrassement et d'aménagement de cours d'eau.

Le coût estimatif du projet de restauration écologique des Ussets sur la plaine de Bonlieu sur la commune de Contamine-Sarzin est de **450 000 € HT**. Ce budget est dépendant de la nature des matériaux terrassés (limons/graviers +risque de déchets) et des modalités de traitement in fine de la Renouée du Japon.

Les principaux volumes pour chaque opération projetée sont synthétisés dans le tableau suivant :

DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF DES TRAVAUX DE RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DES USSETS SUR LA PLAINE DE CONTAMINE-SARZIN					
Opération	Unité	Quantité	Prix unitaire	Coût estimé (€)	
Installations et préparation					
Installation de chantier	Forfait	1	15 000	15 000 €	Total
Etude d'exécution	Forfait	1	3000	3 000 €	
Dérivations provisoires	Forfait	1	10000	10 000 €	
Pêche électrique	Forfait	1	4000	4 000 €	
Création des accès	Forfait	1	2500	2 500 €	
Plan de recollement	Forfait	1	1500	1 500 €	
					36 000 €
Défrichage					
Débroussaillage	m ²	15100	1	15 100 €	Total
Abattage/dessouchage	Forfait	15000	1	15 000 €	
Incinération des parties aériennes des Renouées	Forfait	3000	1	3 000 €	
					33 100 €
Terrassement					
Décapage terre végétale ou alluvions	m ²	14800	3	44 400 €	Total
Déblais	m ³	9000	5	45 000 €	
Remblais	m ³	9000	6	54 000 €	
Réinjection des matériaux alluvionnaires de chantiers (recharge des berges)	m ³	2000	4	8 000 €	
Evacuation (non spécifique)	m ³	0	15	0 €	
					151 400 €

DETAIL QUANTITATIF ESTIMATIF DES TRAVAUX DE RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DES USSES SUR LA PLAINE DE CONTAMINE-SARZIN				
Opération	Unité	Quantité	Prix unitaire	Coût estimé (€)
Renforcement fermeture bras ancien lit				
Enrochements libres	m ³	200	70	14 000 €
Matériaux 50/150 pour couche de transition	m ³	88	15	1 320 €
Géotextile filtrant sous enrochements	m ²	400	2.5	1 000 €
Toile coco	m ²	320	6.5	2 080 €
Lits de plants et plançons	ml	40	50	2 000 €
				Total
Végétalisation bras diachrone et abords				
Ensemencement	m ²	6390	1	6 390 €
Boutures de saules	Unité	2400	3	7 200 €
Arbustes	Unité	2050	10	20 500 €
				Total
Diversification du lit mineur				
Matériaux 100-250 pour création de radiers/clusters	m ³	400	25	10 000 €
Elements de rugosité 500/1000 (blocs)	m ³	200	70	14 000 €
				Total
Zone humide "carrière"				
Débroussaillage	m ²	4000	1	4 000 €
Abattage/dessouchage	forf	5000	1	5 000 €
Decapage terre végétale	m ²	4000	3	12 000 €
Déblais	m ³	4200	5	21 000 €
Remblais	m ³	1000	6	6 000 €
Ensemencement	m ²	4700	1	4 700 €
Hélophytes	m ²	1500	3	4 500 €
Evacuation	m ³	1000	12	12 000 €
				Total
Plus-Value Gestion matériaux contaminés par la Renouée				
Enfouissement sur site des matériaux contaminés (terrassment)	m ³	3000	20	60 000 €
TOTAL				
TOTAL € HT "brut"				428 190 €
TOTAL € HT+ imprévus 5%				449 600 €

Tableau 2 : Synthèse des principaux volumes mobilisés pour chaque opération projetée

Un suivi environnemental en phase travaux sera nécessaire, avec une visite réalisée par un référent environnement 2 fois par mois, durant la phase travaux.

Sur une durée de travaux de 4 mois, le coût du suivi environnemental s'élève donc à ~5 200 €HT.

Par ailleurs, pour avoir une appréciation la plus juste possible de la recolonisation des espèces sur le milieu, un suivi environnemental à l'échelle de n+1, n+3 et n+5 ans sera à mettre en œuvre.

Le coût de ces suivis écologiques post-travaux sera précisé en fonction des prescriptions définitives des services de l'Etat mais celui-ci peut être estimé à environ 20 000 €HT.

8. PLANNING PREVISIONNEL

En date de la rédaction de la version finale de ce rapport AVP, les avancements du dossier en termes d'autorisation au titre du Code de l'Environnement et en termes de Maîtrise foncière conditionnent le planning prévisionnel des travaux de cette opération.

Ces avancements et phases à venir sont les suivants.

8.1. MAÎTRISE FONCIÈRE

- ▲ **Maîtrise foncière** des emprises du projet => Elles se limitent majoritairement à des espaces boisés, ou en friches ainsi que des activités de stockage de matériaux voire jardin ; potentiel point dur sur rive gauche aval (zone historique de dépôts et terrassements divers)
 - **Acquisition foncière** : négociations amiables pouvant démarrer prochainement auprès des riverains pour assurer une maîtrise foncière des rives et de l'espace de liberté des Usses au droit de la zone de projet
 - **Dossier de DUP : en cours de réalisation** – attente d'éléments concernant le PLUi Val des Usses en cours de révision (arrêté au 11 juin 2019), notamment vis-à-vis de la suppression d'un EBC sur la commune de Marlioz
- ▲ **Dossier d'Enquête Parcellaire** : Prêt à être déposé
- ▲ **Dossier de mise en compatibilité des PLU** : Le projet était concerné par une MECPLU du fait de la présence d'un EBC sur la Commune de Marlioz, concerné par les travaux. Cet EBC n'est plus existant dans le PLUi Val des Usses (com. Pers. CCUR le 01/07/2019)
- ▲ **En attente des données du PLUi pour réaliser ou non une MECPLU**
- ▲ **Enquête publique unique (avec Autorisation IOTA) prévue pour la fin d'année 2019 ou début d'année prochaine** selon les délais d'instruction par les services de l'Etat

8.2. AUTORISATION AU TITRE DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT (IOTA)

- ▲ **DLE, Dossier de Défrichement** : dépôt cet été 2019 ; enquête publique unique avec « foncier »

8.3. PLANNING TRAVAUX

Ces procédures en cours conduisent à un planning prévisionnel de démarrage des travaux à l'été 2020 ou 2021 selon délais d'instruction 'Etat' et accords amiables trouvés ou non avec TOUS les propriétaires, avec coupes préalables des boisements à l'hiver précédent.

La durée prévisionnelle des travaux est estimée à 4 mois, à réaliser entre juin et octobre.

9. ANNEXES : PLANS DE PROJET

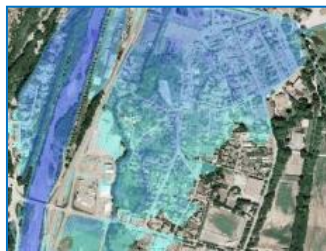
Eau et infrastructures hydrauliques de réseau

- Eau potable/Traitement
- Irrigation
- Eau usée/Epuration
- Eau pluviale



Eau et infrastructures hydrauliques de rivière

- Risques naturels
- Aménagements fluviaux et portuaires
- Dignes, ouvrages de protection



Environnement aquatique

- Gestion des ressources
- Préservation, restauration, valorisation
- Développement durable
- Règlementation



Siège social – Centre technique principal

815, route de Champ Farçon
74 370 ARGONAY
Tél : 04.50.27.17.26
Fax : 04.50.27.25.64

contact@hydretudes.com