

Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement

*Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative*

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :
12/02/2018

Dossier complet le :

N° d'enregistrement :
2018-ARA-DP-01031

1. Intitulé du projet

Maîtrise d'oeuvre pour la restauration morphologique des Usse
Plaine de Bonlieu - Commune de Contamine-Sarzin

2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)

2.1 Personne physique

Nom

Prénom

2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

Syndicat Mixte d'Exécution du Contrat de Rivière des Usse - SMECRU

Nom, prénom et qualité de la personne
habilitée à représenter la personne morale

Le Président - Christian BUNZ

RCS / SIRET

2 0 0 0 1 2 1 0 2 0 0 0 2 2

Forme juridique

Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1

3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet

N° de catégorie et sous-catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))
10. Canalisation et régularisation des cours d'eau	Aménagement/restauration des Usse sur un linéaire de 1 300 m (reméandrage, remobilisation alluvionnaire, diversification des habitats, protection de berges) soumis à autorisation IOTA
47. Premiers boisements et déboisements en vue de la reconversion des sols	Défrichement soumis à autorisation au titre de l'article L.341-3 du code forestier sur presque 1,5 ha

4. Caractéristiques générales du projet

Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire

4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition

La présente étude concerne le sous-volet "Réhabiliter et préserver la qualité physique et écologique des milieux aquatiques et de la trame bleue" du contrat de rivières des Usse, porté par le SMECRU.

Elle consiste en la restauration du lit des Usse au niveau de la plaine de Bonlieu, sur le secteur de Contamine-Sarzin (74). Le principe dominant reste l'amélioration de la recharge sédimentaire sur ce secteur. A l'heure actuelle, le lit des Usse témoigne d'une incision du lit prononcée, ainsi que d'une perte de diversité en termes d'habitats aquatiques.

Les travaux sont les suivants :

- reméandrage : création de 2 méandres faisant partie intégrante du lit mineur futur et l'aménagement de 4 bras diachrones ;
 - remobilisation des structures alluviales avec des travaux de déblai-remblai ;
 - diversification des habitats aquatiques en variant les faciès d'écoulement ;
 - la gestion de la végétation et plus particulièrement de la Renouée du Japon, fortement présente sur le site ;
- Des travaux pour la maîtrise de l'érosion seront également mis en place sur différents secteurs par des enrochements libres.

4.2 Objectifs du projet

Le présent projet fait suite à l'étude morphologique sur les Usse de 2011, soulignant les déséquilibres du cours d'eau au niveau de la plaine de Bonlieu.

Sur ce secteur, elle fixe les objectifs suivants :

- Maintien du profil en long ;
- Favoriser la recharge sédimentaire ;
- Diversifier les habitats aquatiques.

L'objectif général est de restaurer la dynamique des Usse en favorisant la mobilité latérale du cours d'eau et en recréant une sinuosité pour restaurer une activité d'érosion et de dépôt. Historiquement, la plaine de Bonlieu était une zone de divagation du cours d'eau, d'où la solution de reméandrer le site.

Des bras secondaires ont également été relevés lors des modélisations hydrauliques. Dans l'objectif de restaurer un tracé sinueux, ces bras seront réouverts, pour leur mise en eau lors des hautes eaux.

Le diagnostic morphologique fait également état d'une homogénéité des faciès d'écoulement. Le projet propose également une diversification des écoulements à l'intérieur du lit mineur, pour ainsi varier les milieux aquatiques associés.

La problématique liée à la Renouée du Japon sera également abordée via une gestion de la végétation.

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

- Reméandrage : création de 2 méandres. Leur mise en place va nécessiter le défrichement et le terrassement de 3530m², ainsi qu'un apport de matériaux de 2205m² pour la création de banquettes alluviales dans leur intrados.

- Création de 4 bras diachrones :

1 pour un débit équivalent à 2 fois le module en rive droite. Ce dernier se situe en sortie du tout premier méandre, en aval de la confluence avec les Petites Usse, et va nécessiter le terrassement et le défrichement de 2248m² ;

2 pour une crue d'occurrence 2 ans, sur la partie médiane, au niveau des futurs méandres. Il s'agit du lit actuel qu'il faudra remblayer en partie sur 3530m² ;

1 pour une crue d'occurrence 10 ans, au niveau de l'ISDI en rive gauche. Ce dernier va nécessiter le défrichement et le terrassement de 2006m².

- La partie aval, en amont du pont de Sarzin ne sera pas modifiée. Elle ne sera concernée que par des aménagements intra-lit, sur 4103 m², qui consisteront à la mise en place d'épis, de radiers et de plats pour diversifier les habitats aquatiques à cet endroit.

- Au niveau des 2 premiers méandres naturels, le canal sera réouvert en retirant l'embâcle en rive droite. Des curages seront également effectués en amont de la confluence avec les Petites Usse et dans le 1er méandre pour déplacer le lit vers l'extrados.

- Des protections de berges seront également mises en place sur environ 250m de linéaire, au niveau des futures méandres, pour protéger les biens et les personnes en rives gauche et droite.

Les travaux seront réalisés en période d'étiage, à sec (dérivation des eaux, batardeaux), et en dehors des périodes de reproduction et de nidification des espèces d'intérêt présentes sur le site.

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

La restauration morphologique des Usse sur le secteur de Bonlieu, selon le tracé sinueux prévu dans cette étude, permettra de rétablir la recharge sédimentaire sur ce secteur.

Les bras diachrones et les zones d'aménagements intra-lit vont diversifier les habitats aquatiques et terrestres, ce qui sera un bénéfice pour la faune et la flore locale.

La problématique relative à la Renouée du Japon sera traitée par le biais d'un plan de gestion de la végétation.

L'élargissement de l'espace de mobilité des Usse sur ce secteur permettra également de sécuriser les enjeux situés à l'aval.

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

L'opération est soumise à Autorisation environnementale au titre des IOTA :

- Dossier d'autorisation environnementale au titre des IOTA
 - # Autorisation "Loi sur l'Eau"
 - # Autorisation de Défrichement
- Dossier de Déclaration d'Intérêt Général
- Déclaration d'Utilité Publique

4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
- Durée du projet	- 3 à 4 mois, hors période de végétalisation
- Coût	- 300 000€
- Surface boisée à défricher	- environ 15 000 mètres carrés

4.6 Localisation du projet**Adresse et commune(s) d'implantation**

Communes de Contamine-Sarzin, Marlioz et Sallenôves

Plaine de Bonlieu - pont menant au Lieu-dit Sarzin

Coordonnées géographiques¹

Long. __° __' __" _ Lat. __° __' __" _

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), b) 9° a), b), c), d), 10°, 11° a) b), 12°, 13°, 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a), b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. 5° 59' 33" E Lat. 46° 0' 49" N

Point d'arrivée :

Long. 5° 58' 39" E Lat. 46° 0' 42" N

Communes traversées :

Contamine-Sarzin (74)
Marlioz (74)
Sallenôves (74)

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6**4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?**Oui Non **4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?**Oui Non

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère en charge de l'environnement vous propose, dans la rubrique concernant la demande de cas par cas, la liste des sites internet où trouver les données environnementales par région utiles pour remplir le formulaire.

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Une partie du projet (300m ²) se situe au sein d'une ZNIEFF de type I : "Friche à molinie et pins des Poissard" - n°820031709.
En zone de montagne ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Communes de Contamine-Sarzin, Marlioz et Sallenôves (74)
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	L'APPB le plus proche se situe à plus de 500m. Il s'agit de l'APPB083 - "Zones humides de la Clef des Faux et de Vers Nantafond et Ravins".
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet se situe au sein de la zone humide départementale 74ASTERS2629 "Usses alluviales amont Sarzin" et à proximité (moins de 50 mètres) de la zone humide départementale 74ASTERS2628 "Usses alluviales aval Sarzin".

Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? Si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le bassin versant des Usse est classé en zone de répartition des eaux.
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le périmètre de protection rapproché le plus proche se situe à plus de 450m du site d'étude. Il s'agit du captage "Bonlieu-Marlioz" sur la commune de Sallenôves.
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A proximité des ZSC (FR8201711) et ZPS (FR8212022) "Massif du Mont Vuache", situées à environ 200m du secteur, en aval du projet.
D'un site classé ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il susceptible d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? <i>Appréciez sommairement l'impact potentiel</i>
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Les matériaux seront tous réinjectés au sein des Usses, aucune évacuation ne sera nécessaire. Dans le cas où des matériaux excédentaires étaient générés, ces derniers seraient stockés au niveau de l'ISDI, en rive gauche.
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet en lui même nécessite l'apport de matériaux pour remblayer certains sites et créer des banquettes. Ces matériaux seront issus des extractions pour la création des méandres et/ou pour les opérations de curage.
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Défrichage pour la création des méandres et la réouverture des bras morts. Modification ou destruction de la totalité du lit mineur actuelle induisant la destruction de frayères potentielles sur près de 1 ha.
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet de restauration écologique des Usses, sur la plaine de Bonlieu, est trop éloigné pour avoir des impacts significatifs sur les deux sites Natura 2000, qui se situent à plus de 200m en aval.

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet se situe dans une zone humide départementale. Cette dernière sera impactée lors de la phase travaux. L'objectif de l'étude est de rétablir la recharge sédimentaire du site, ainsi que d'augmenter l'espace de liberté du cours d'eau. Sur le long terme, le projet ne fera qu'améliorer le fonctionnement et l'intérêt de cette zone humide. Le projet se situe aussi au sein de la ZNIEFF de type I "Friche à molinie et pins des Poissards" (300m ² impactés). D'une superficie totale de 9.27ha, à peine 0.3% de la ZNIEFF sera donc impacté.
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Destruction d'environ 13 000 m ² de boisements et d'environ 1 500 m ² de terrain agricole pour le présent projet.
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet se situe au niveau de zones à aléa fort pour les manifestations torrentielles et les glissements de terrain.
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Un trafic de camions pourra être opéré, pour l'approvisionnement du chantier. Ce trafic restera minime du fait du linéaire de travaux peu important et des accès proches.
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Bruits liés à la réalisation des travaux (trafic routier des engins de chantier). Le trafic sera peu important ; le bruit généré restera donc faible.

	<p>Engendre-t-il des odeurs ?</p> <p>Est-il concerné par des nuisances olfactives ?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il des vibrations ?</p> <p>Est-il concerné par des vibrations ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Vibrations engendrées par les engins de chantier.
	<p>Engendre-t-il des émissions lumineuses ?</p> <p>Est-il concerné par des émissions lumineuses ?</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	
Emissions	<p>Engendre-t-il des rejets dans l'air ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rejets dans l'air liés aux engins de chantier.
	<p>Engendre-t-il des rejets liquides ?</p> <p>Si oui, dans quel milieu ?</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le projet se situe, en grande majorité, au sein du lit mineur des Usse. Les eaux seront donc détournées pour permettre la réalisation des travaux à sec. Des dispositifs filtrants seront mis en place pour limiter des concentrations en MES trop importantes.
	<p>Engendre-t-il des effluents ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	<p>Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?</p>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La création des méandres impactera d'une part une parcelle agricole en rive gauche (parcelle occupée par de la prairie améliorée) et d'autre part, l'Installation de Stockage des Déchets Inertes, en rive gauche, sera également touchée pour la création d'un méandre.

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquelles :

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

Le projet de restauration morphologique des Ussets a fait l'objet d'inventaires naturalistes (2016-2017) qui ont abouti à la rédaction d'un diagnostic écologique comprenant une approche "ERC".

Dès la conception du projet, des mesures d'évitement et de réduction sont mises en place pour limiter les éventuels impacts incombés au projet, plus particulièrement lors de la phase travaux.

Ces mesures sont en partie précisées dans le diagnostic écologique joint et seront complétées dans le cadre de l'étude d'incidences environnementales du dossier d'autorisation.

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

A la vue du projet en lui-même, de l'état actuel du site, de ses problématiques environnementales (incision du lit, colonisation de la Renouée), des enjeux du projet (principalement axés sur la ressource en eau et sur les milieux naturels en particulier aquatiques) et des objectifs futurs à atteindre, une évaluation environnementale ne semble pas nécessaire.

D'une part, le projet ne constitue pas une canalisation ou régularisation de cours d'eau et le défrichement a pour vocation de réouvrir des bras morts et de remettre en état fonctionnel la plaine de Bonlieu par renaturation, et non de reconverter les sols. De plus, les impacts du projet et les mesures associées seront déjà appréhendés et analysés au sein de l'étude d'incidences environnementales, pièce majeure du Dossier d'autorisation environnementale. Cette dernière traitera des impacts liés aux travaux, ceux liés à la phase d'exploitation du projet et éventuellement, des impacts résiduels.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (Il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6°a), b) et c), 7°a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6°a), b) et c), 7° a), b), 9°a), b), c), d), 10°, 11°a), b), 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input checked="" type="checkbox"/>

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet
Annexe 7 : "Diagnostic écologique pour la Maîtrise d'oeuvre pour la restauration morphologique du lit des Usse", HYDRETTUES (2018) + Remarques de l'Autorité environnementale Ce rapport permet d'illustrer les mesures ERC, abordées au point 6.4 du présent formulaire. Les remarques de l'Autorité environnementale seront analysées et traitées dans le cadre du dossier d'autorisation environnementale en cours d'élaboration.
Annexe 8 : "Etudes préliminaires pour la Maîtrise d'oeuvre pour la restauration morphologique du lit des Usse", HYDRETTUES (2016). Ce rapport permet une description plus précise du présent projet, se rapportant au point 4.3 du présent formulaire.

9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus



Fait à

BASSY

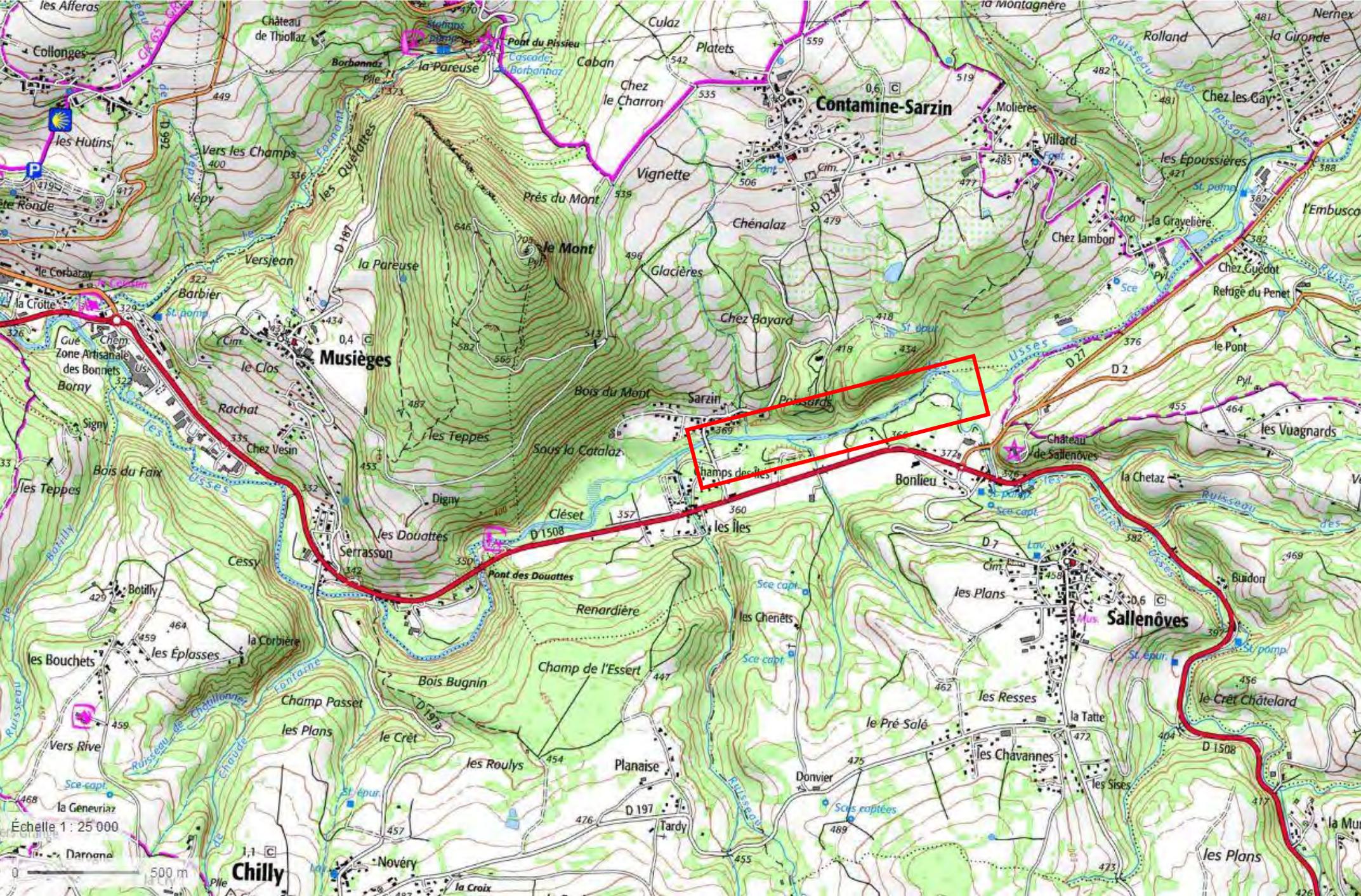
le,

08/02/18

Signature



Plan de situation du projet



**Maitrise d'œuvre pour la
restauration
morphologique du lit des
Usses en plaine de
Contamines-Sarzin (74)**



**Diagnostic
écologique**

N° d'Affaire ARI15-131

Version 5.2

Juillet 2018

Maitrise d'oeuvre pour la restauration morphologique du lit des Usse en plaine de Contamines-Sarzin (74)

Réf. ARI15-131/Diagnostic écologique/Version 5.2

Juillet 2018



SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Réf. ARI15-131

Etude : Maitrise d'oeuvre pour la restauration morphologique du lit des Usse en plaine de Contamines-Sarzin (74)

Phase : Diagnostic écologique

Date de remise : Juillet 2018

Version : 5.2

Statut du document : Définitif

Propriétaire du document : SMECRU

Chef de projet : Lionel GUITARD

Rédacteur : Macha DEMASEURE / Sophie DECONFIN Vérificateur : Laurent LHOSTE



Juillet 2018

ARI15-131/Diagnostic écologique/Version 5.2



HYDRETUDES

SOMMAIRE

1. PRESENTATION DU PROJET - CONTEXTE.....	7
1.1. Localisation du projet.....	7
1.2. Contexte	7
1.3. Description sommaire des travaux.....	7
2. ENVIRONNEMENT REGLEMENTAIRE	10
2.1. Les zonages réglementaires.....	10
2.1.1. Les sites Natura 2000.....	10
2.1.2. Les APPB.....	12
2.2. Les portes à connaissance et zonages non réglementaires.....	13
2.2.1. Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique.....	13
2.2.2. Les inventaires départementaux des zones humides.....	15
2.2.3. Corridors écologiques du SRCE de Rhône-Alpes.....	16
3. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	17
3.1. Recueil d'informations.....	17
3.1.1. Protections réglementaires	17
3.1.2. Bases de données communales	17
3.1.3. Sollicitation des acteurs locaux / Consultation des études existantes	18
3.2. SYNTHÈSE DES DONNÉES.....	18
3.2.1. La flore	18
3.2.2. La faune	18
4. INVENTAIRES NATURALISTES FAUNE/FLORE/HABITATS	21
4.1. Méthodes d'inventaires	21
4.1.1. Effort de prospection.....	21
4.1.2. Inventaires floristiques et habitats.....	21
4.1.3. Inventaires faunistiques	22
Carte de localisation des stations d'inventaire.....	24
4.1.4. Evaluation patrimoniale.....	26
4.2. Synthèse des données naturalistes et évaluation patrimoniale	29
4.2.1. Les habitats de la zone d'étude	29
4.2.2. Les espèces floristiques présentes	32
4.2.3. La faune terrestre	34
4.2.4. Carte de localisation des espèces à enjeux	40



5.	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	42
5.1.	Identification des enjeux	42
5.1.1.	Les habitats naturels.....	42
5.1.2.	La flore	42
5.1.3.	La faune	42
5.2.	Effets du projet sur l'environnement et mesures associées	45
5.2.1.	Emprise du projet.....	45
5.2.2.	Incidences du projet en phase travaux.....	46
5.2.3.	Incidences permanentes du projet	48
5.2.4.	Mesures d'évitement et de réduction des impacts.....	49
5.2.5.	Impacts résiduels.....	51
5.2.6.	Mesures d'accompagnement et de suivis	51
5.2.7.	Tableau récapitulatif des impacts du projet sur les espèces et des mesures d'atténuation	53
6.	ANNEXE.....	55



LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du secteur d'étude (géoportail).....	7
Figure 2 : Scénario proposé pour la restauration des Usses au niveau de la plaine de Contamine-Sarzin.....	9
Figure 3 : Localisation des zones humides départementales.....	15
Figure 4 : Localisation des corridors écologiques (SRCE).....	16
Figure 5 : Localisation des stations d'inventaires.....	25
Figure 6 : Ripisylve des Usses en amont du pont.....	29
Figure 7 : Fourrés médio-européens sur sols riches.....	30
Figure 8 : Affluent rive gauche et Forêt galerie méditerranéenne à grand Salix.....	30
Figure 9 : Le site d'extraction (à gauche) et l'ancienne décharge (à droite).....	31
Figure 10: Zones humides présentes à l'Est de la décharge; site toujours en eau (à gauche) et périodiquement immergée (à droite).....	31
Figure 11: Sol argileux.....	32
Figure 12 : Carte des habitats recensés (Typologie EUNIS).....	33
Figure 13 : Localisation des espèces faunistiques à enjeux de conservation.....	41
Figure 14 : Emprise approximative des aménagements.....	45

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Correspondance des habitats Natura 2000.....	12
Tableau 2 : Zones umides recensées par l'inventaire départemental 74 de la zone d'étude.....	16
Tableau 3 : Liste des espèces végétales patrimoniales potentiellement présentes.....	18
Tableau 4 : Liste des espèces patrimoniales faunistiques potentiellement présentes.....	19
Tableau 5 : Effort de prospection.....	21
Tableau 6 : Liste des espèces avifaunistiques recensées sur la zone d'étude.....	34
Tableau 7 : Liste des espèces de mammifères recensées sur la zone d'étude.....	38
Tableau 8 : Liste des espèces d'amphibiens recensées sur la zone d'étude.....	39
Tableau 9 : Liste des espèces d'insectes recensées sur la zone d'étude.....	39
Tableau 10 : Liste et écologie des espèces faunistiques à enjeux de conservation présente sur la zone d'étude.....	42
Tableau 11 : Surfaces impactées par habitat.....	45
Tableau 12 : Calendrier des sensibilités environnementales.....	49
Tableau 13 : Tableau récapitulatif des impacts du projet et des mesures d'atténuation ..	53



1. PRESENTATION DU PROJET - CONTEXTE

1.1. LOCALISATION DU PROJET

Le site d'étude se trouve sur la commune de Contamine-Sarzin, dans la vallée des Ussets, en Haute-Savoie (74). La commune est située au Sud-Ouest du massif du Vuache, au Sud-Est du bassin genevois et au Nord-Ouest de l'agglomération annecienne.

La rivière des Ussets s'écoule d'Est en Ouest jusqu'à sa confluence avec le Rhône à Seyssel. 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 Ussets avec les petites Ussets à l'amont, jusqu'au pont de Contamine-Sarzin à l'aval.



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

1.2. CONTEXTE

Le SMECRU anime le contrat de rivière des Ussets depuis 2014.

La fiche Action VB1.1.DF4 a pour objectif de favoriser/restaurer la mobilité du lit, stabiliser le profil en long et améliorer les habitats des Grandes Ussets entre la confluence des Petites Ussets et le pont de Contamine-Sarzin situé en milieu de la plaine alluviale.

Ce secteur, historiquement mobile, est en voie de chenalisation. Il est l'un des seuls pouvant actuellement être restauré compte tenu des enjeux présents à l'aval et de l'espace disponible (limite latérale contrainte par les aménagements et la topographie).

1.3. DESCRIPTION SOMMAIRE DES TRAVAUX

La restauration écologique des Ussets au niveau de Contamine-Sarzin comprend plusieurs volets qui permettent ensemble de répondre aux objectifs cités dans le rapport d'étude



préliminaire (Décembre 2016). La solution proposée étant cohérente avec les enjeux, les objectifs et les stratégies d'actions définies par la fiche action concernant la restauration écologique des Usse au droit de Contamine-Sarzin. Des ajustements et mesures complémentaires restent possibles.

Les aménagements sont présentés sur la carte ci-après. Les surfaces et habitats touchés sont détaillés dans la partie 5.2.1.

Le principe prédominant reste l'amélioration de la recharge sédimentaire latérale ou au sein des structures alluviales, de son transfert vers l'aval, qui apparaît défaillant actuellement, et de la diversification des faciès par le biais de travaux déclencheurs de modifications des caractéristiques hydrauliques tout le long du secteur, couplés à des mesures de gestion et accompagnement durant la prochaine décennie.

Les 5 grandes thématiques d'aménagements sont :

- **Le reméandrage** : il consiste à reconnecter le cours d'eau avec ses anciens bras secondaires de façon directe (à l'issue des travaux) ou indirecte (par érosion naturelle future), sachant que ces bras sont actuellement difficilement mobilisables. Les emprises des bras qu'on se propose de réactiver feront l'objet de terrassements et d'un défrichement préalable de la végétation.
- **La maîtrise des érosions** : le projet vise à redonner de la mobilité latérale au cours d'eau, il conviendra toutefois d'éviter de mettre en péril des espaces sensibles ainsi que de limiter la possibilité des Usse à retourner dans son lit actuel rectiligne. Pour ce faire, il est préconisé la mise en œuvre d'un perré en enrochements libres avec sabot anti-affouillement.
- **La remobilisation des structures alluviales** : 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.
- **La diversification des habitats aquatiques** : l'augmentation de la sinuosité du cours d'eau va "naturellement" modifier les conditions d'écoulement au sein du lit mineur et générer des faciès plus diversifiés ainsi que des milieux humides associés. Cette hétérogénéité des faciès d'écoulement demeure absente sur la zone de transit uniforme et rectiligne en partie basse de la zone de projet pour laquelle il apparaît difficile de terrasser un nouveau lit. La diversification des faciès sur les parties rectilignes sera menée, au sein du chenal préférentiel, par augmentation de la rugosité du lit. Ces éléments de rugosité seront mis en œuvre à partir de matériaux du lit (blocs, galets) ou importés et seront disposés de façon isolée ou groupée de façon à créer des obstacles ponctuels aux écoulements de moyennes eaux sous la forme d'épis, micro-seuils, rampes ou banquettes.
- **La gestion de la végétation** : Le projet implique une gestion de la végétation aussi bien en phase travaux, qu'en accompagnement futur. La présence généralisée de la Renouée du Japon devra faire l'objet d'une attention particulière lors du défrichement des atterrissements et terrassements pleine masse. Au vu des coûts élevés d'évacuation et de traitement des terres contaminées, ainsi que du développement de la Renouée sur la zone de projet, les terres contaminées seront confinées, traitées par déblai et enfouissement sous le niveau du futur lit mineur avant le remblaiement de l'ancien lit.



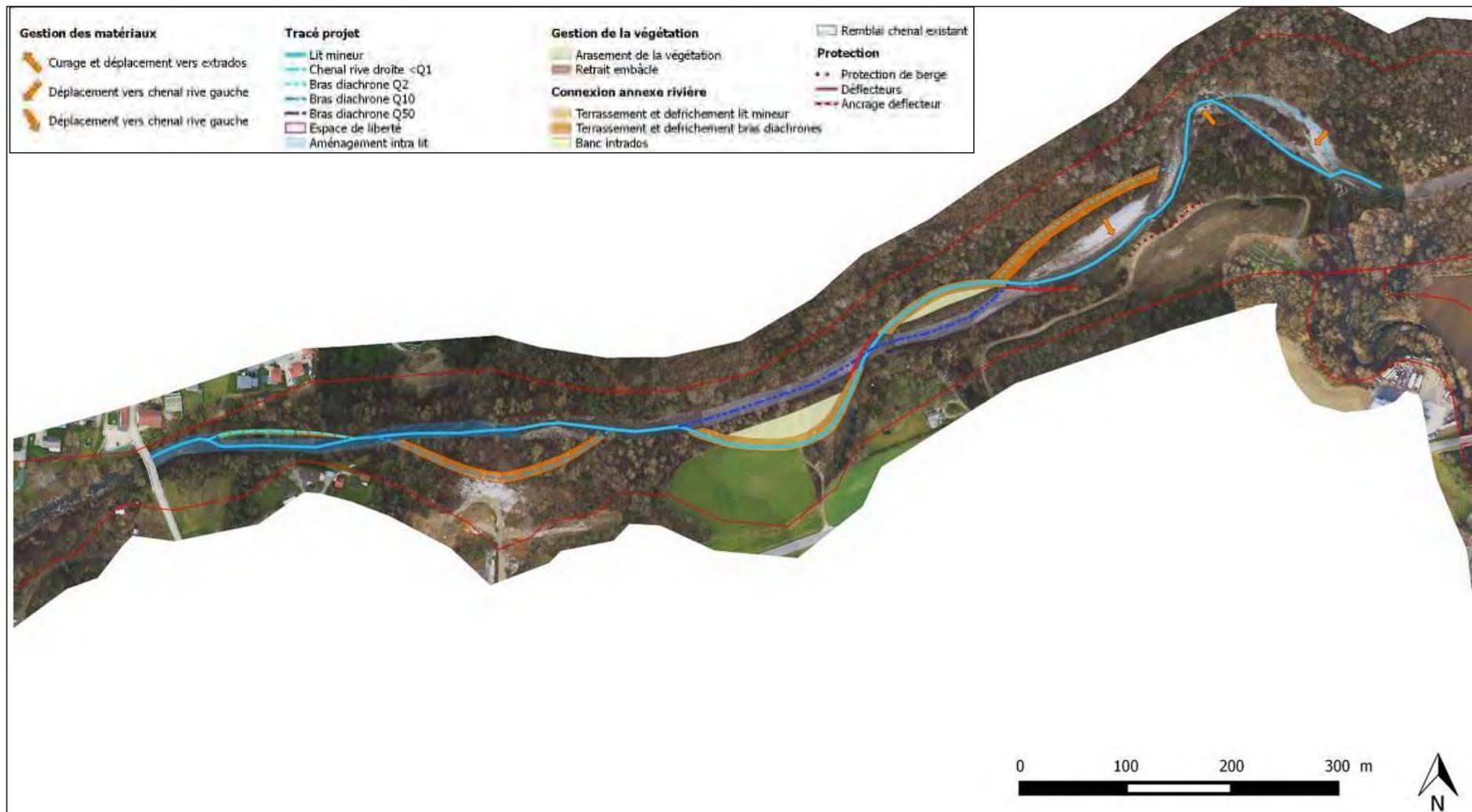


Figure 2 : Scénario proposé pour la restauration des Usses au niveau de la plaine de Contamine-Sarzin



2. ENVIRONNEMENT REGLEMENTAIRE

2.1. LES ZONAGES REGLEMENTAIRES

2.1.1. Les sites Natura 2000

2.1.1.1. [ZSC du Massif du Mont Vuache \(FR8201711\) - A environ 1km de la zone d'étude](#)

La montagne du Vuache est située à l'ouest de la Haute-Savoie ; elle appartient à l'extrémité méridionale de la haute chaîne du Jura, dont elle est séparée par la cluse du Rhône. Le Vuache présente une géologie remarquable, notamment du fait de l'existence d'une faille majeure dont le " miroir " (plan de coulissement) est localement bien observable. L'épaulement nord du Vuache, en surplomb du défilé de l'Ecluse, est en site classé. Du fait de la conjonction de facteurs géologiques, climatiques et topographiques originaux avec une influence méridionale très marquée, le Vuache recèle des milieux naturels variés.

La montagne est principalement occupée par des forêts de feuillus à tendances montagnardes ou thermophiles en fonction de l'altitude et de l'exposition. Ces formations forestières sont entrecoupées sur le flanc oriental par quelques pâturages, prairies ou pelouses sèches plus au sud. De petites pelouses sèches se développent également en marge des boisements et au sein des falaises en versant ouest.

Le Vuache compte 7 habitats naturels d'intérêt communautaire, dont 1 habitat prioritaire : 9180 (Forêts de pente, éboulis ou ravins du Tillio-Acerion). Il s'agit de milieux forestiers (hêtraies neutrophiles ou calcicoles, forêts de ravins), de milieux rocheux et de falaises, de broussailles à Buis, voire ponctuellement en piémont de zones humides (bas-marais alcalins).*

*Le Mont Musiége en avant poste au Sud du Mont Vuache est identique à celui-ci en matière de géologie, de faune et de flore et de végétation. Il recèle des types d'habitats remarquables, **hêtraies neutrophiles, falaises continentales...***

La vallée du Fornant qui sépare Mont Vuache et Mont Musiége abrite de belles formations forestières de pentes et de ravins.

La partie inférieure au pied du Vuache est occupée par des zones humides, des pelouses sèches et de la forêt feuillue.

Ces zones humides de piémont abritent une espèce d'intérêt communautaire : le Liparis de Loesel.

Parmi les mammifères, le Lynx d'Europe a été observé à plusieurs reprises sur le territoire.

Une trentaine de plantes de grand intérêt ont été recensées sur l'ensemble du site ; il s'agit principalement d'espèces à affinité méridionale. Le Dictamne blanc et le Buplèvre très élevé trouvent au Vuache leur unique station départementale.

Au printemps, les forêts de la crête sont le siège d'une floraison de plantes vernales particulièrement spectaculaire, avec notamment l'Erythrone dent de chien dont c'est vraisemblablement la plus belle station du département.



La montagne héberge également une faune diversifiée de mammifères (forte population de chamois et fréquentation passagère par le Lynx d'Europe) ou les reptiles (le Lézard vert, espèce d'affinité méridionale, est bien présent). Les invertébrés sont moins bien connus, mais il faut signaler une population bien installée du papillon Apollon au niveau des zones ouvertes et rocheuses du flanc ouest.

2.1.1.2. [ZPS du Massif du Mont Vuache \(FR8212022\) - A environ 1km de la zone d'étude](#)

Le Vuache s'inscrit dans la continuité du vaste ensemble formé par la haute chaîne du Jura, l'Etournel et le défilé de l'Ecluse, qui présente globalement un intérêt ornithologique majeur. Il fait partie de la ZICO RA 14 " Haute chaîne du Jura : défilé de l'Ecluse, Etournel et mont Vuache ".

Parmi les Galliformes, la Gelinotte des bois niche sur la montagne du Vuache, où elle fréquente de préférence les boisements mélangés de crête.

En ce qui concerne les rapaces, le Faucon pèlerin niche en plusieurs points des falaises du versant ouest ; le Grand-duc d'Europe est également présent, nichant dans la partie nord de ces mêmes falaises. L'Aigle royal, le Circaète Jean-le-Blanc et le Faucon hobereau utilisent le secteur comme terrain de chasse. La nidification du Circaète Jean-le-Blanc sur le site reste à confirmer. Le Milan noir et la Bondrée apivore nicheraient pour leur part sur le mont Vuache ou sa base périphérique.

La Pie-grièche écorcheur niche sur les prairies sèches de la base du massif. La nidification du Pic noir et du Pic mar est possible, mais doit être confirmée.

De plus, les crêtes nord du Vuache jusqu'à la dépression du Golet du Pey (800m) constituent, au même titre que le défilé de l'Ecluse, une importante voie de migration pour les oiseaux, à l'automne et au printemps. C'est un goulet migratoire essentiel pour les rapaces (l'un des treize sites principaux identifiés à ce titre en France), puisque plus de 20 000 oiseaux de proie y sont régulièrement comptabilisés au passage, principalement : Buse variable (< 14 000 individus), Bondrée apivore (< 5000), Milan noir (< 4000), Milan royal (< 2000), Epervier d'Europe (< 800).

Mais d'autres migrateurs peuvent être observés tels que Cigogne blanche, Cigogne noire, Grue cendrée, Héron cendré, Grande Aigrette ou des passereaux : Alouette lulu, Alouette des champs, Pigeon colombin, Grive litorne, Merle à plastron...



Les milieux présents dans ces zones Natura 2000 sont les suivants :

Tableau 1 : Correspondance des habitats Natura 2000

Cahier d'habitats	Corine Biotopes	EUNIS	Intitulé EUNIS
3270	24.52	C3.53	Communautés eurosibériennes annuelles des vases fluviatiles
6110	34.11	E1.11	Gazons eurosibériens sur débris rocheux
6210	34.3(1 à 4)	E1.2(2 à 8)	Pelouses calcaires vivaces et steppes riches en bases
6410	37.311	E3.51	Prairies à <i>Molinia caerulea</i> et communautés apparentées
6510	38.2	E2.2	Prairies de fauche de basse et moyenne altitudes
7230	54.2	D4.1	Bas-marais riches en bases, y compris les bas-marais eutrophes à hautes herbes, suintements et ruissellements calcaires
8130	61.3	H2.6(5)	Éboulis calcaires et ultrabasiques des expositions chaudes
8210	62.1	H3.2	Falaises continentales basiques et ultrabasiques
8310	65	H1.2	Intérieurs des grottes
9110	41.11	G1.61	Hêtraies acidophiles médio-européennes
9130	41.13	G1.63	Hêtraies neutrophiles médio-européennes
9150	41.16	G1.66	Hêtraies calcicoles médio-européennes
9160	41.24	G1.A14	Chênaies-charmaies subatlantiques à <i>Stellaria</i>
9180	41.4	G1.A4	Forêts de ravin et de pente

2.1.2. Les APPB

2.1.2.1. [Zones humides de la Clef des Faux et de Vers Nantafond et Ravins \(APPB083\) - A environ 3km de la zone d'étude.](#)

Les zones humides de la Clef des Faux et de Vers Nantafond, ainsi que les ravins du Crêt Petelet et des Contamines constituent un biotope très riche comportant plusieurs espèces animales et végétales protégées aux niveaux national et régional :

- animaux : Pic épeichette, Rousserolle Verderolle, Pie-Grièche écorcheur, Lézard vert et Triton helvétique;

- végétaux : *Carex paradoxa*, *Gymnadenia odoratissima*, *Dactylorhiza traunsteineri*, *Cypripedium calceolus*, *Aster amellus* et *Ophiglossum vulgatum*.

Considérant l'intérêt qui s'attache à la conservation du site en général, tant sur le plan paysager que sur celui de la régulation hydrologique, de l'épuration naturelle des eaux et de l'alimentation des nappes, l'APPB a fait l'objet d'un arrêté le 17/08/1988.



2.2. LES PORTES A CONNAISSANCE ET ZONAGES NON REGLEMENTAIRES

2.2.1. Zones Naturelles d'Intérêt Faunistique et Floristique

2.2.1.1. [ZNIEFF de type II : Ensemble formé par la Haute-Chaine du Jura, le défilé de Fort-la Cluse, Latournel et le Vuache - A environ 1km de la zone d'étude](#)

Ce vaste ensemble naturel concerne la partie la plus accidentée du massif jurassien, autour de ses deux chaînons orientaux situés de part et d'autre de la vallée de la Valserine. Au sud, il se prolonge par l'arête du Vuache et le rebord du bassin genevois.

Le Rhône s'y insinue à la faveur du défilé du Fort l'Ecluse, site migratoire majeur à l'amont duquel s'étend la zone humide remarquable formée par les marais de l'Etournel.

Jusqu'à 650 m d'altitude, on rencontre surtout des forêts de feuillus ainsi qu'à exposition favorable des formations végétales hébergeant d'insolites « colonies méridionales » (Pistachier térébinthe, Erable de Montpellier...) où chante parfois la Grande Cigale. Un étage submontagnard dominé par le Hêtre conduit aux magnifiques futaies de l'étage montagnard où règnent Epicéa, Hêtre, Sapin pectiné et grands érables ; la flore en est également remarquable (Epipogon sans feuille, Fraxinelle blanche...). Les forêts plus clairsemées de l'étage subalpin, domaine de l'Epicéa, restent l'un des principaux bastions jurassiens du Grand Tétrás, de la Chouette de Tengmalm et de la Chevêchette.

Enfin, la calotte sommitale des Monts Jura constitue l'ultime prolongement du milieu alpin. Un certain nombre d'espèces trouvent donc ici la limite septentrionale de leur aire de répartition, d'où des stations botaniques ou ornithologiques exceptionnelles. Parmi les insectes, plusieurs espèces (par exemple parmi les coléoptères) contribuent par ailleurs à distinguer la faune de la haute-chaîne de celles des massifs préalpins, pourtant très proches.

Plus à l'ouest, la vallée de la Valserine et le massif de Champfromier et du Crêt de Chalam conservent des paysages sauvages, largement dominés par la forêt ; les secteurs rocheux y restent néanmoins bien représentés. Le cortège d'espèces montagnardes, qu'il s'agisse de flore ou de faune, y est très complet.

Au sein de ce vaste ensemble, des secteurs étendus sont identifiés en ZNIEFF de type I compte tenu de leur riche cortège spécifique ou de l'intérêt des habitats représentés (qu'il s'agisse d'alpages, de forêts, de pelouses sèches, de cavités, de prairies de fauche de montagne ou de zones humides, au fonctionnement généralement fortement interdépendant).

La Haute-chaîne du Jura, le Vuache et le complexe Etournel/Fort l'Ecluse sont par ailleurs inventoriés en tant que Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO).

Parmi les fonctionnalités assurées par un tel espace naturel, on remarque ici la coexistence de deux « corridors écologiques » perpendiculaires, tous deux d'intérêt majeur :

- celui tracé par le défilé du fleuve, qui matérialise l'axe emprunté par l'avifaune migratrice (et notamment les rapaces) au débouché méridional du plateau suisse,



- celui dessiné par l'échine montagneuse, l'une des liaisons les plus nettes entre les massifs alpin et jurassien. Ainsi, c'est ici que la reconquête spontanée du massif jurassien par l'Aigle royal s'amorce actuellement à partir des Alpes.

2.2.1.2. [ZNIEFF de type I : Friche à molinie et pins des Poissards - en bordure de la zone d'étude](#)

Le site présente dans sa partie haute un plateau argileux délimité à l'est et à l'ouest par des ruisseaux et au sud par une pente accentuée dirigée vers les Ussets. Sur ces pentes, le terrain instable glisse fréquemment en période humide. Le plateau est occupé par une formation de pinède sur Molinie bleue et possède une micro-topographie fortement contrastée qui permet l'installation d'une végétation particulière; les espèces hygrophiles (recherchant l'humidité) y colonisent les petites dépressions, les espèces thermophiles et xérophiles (recherchant la chaleur et la sécheresse) colonisant quant à elles les buttes.

Parmi les espèces végétales, la présence de l'Aster amelle (ou Marguerite de la Saint Michel) protégée en France est à signaler. Des essais de plantations de Pin noir d'Autriche ont été entrepris sans succès sur le site, mais il semble que celui-ci ait subi un certain nombre de dégradations ces dernières années (pratique du tout-terrain, nivellement au bulldozer...).

2.2.1.3. [ZNIEFF de type I : Montagne du Vuache et montagne de Musiège - A environ 1km de la zone d'étude](#)

La montagne du Vuache et le Mont de Musiège, dans le prolongement sud de cette dernière, prennent place à l'ouest du département. Le Vuache forme l'extrémité méridionale de la Haute chaîne du Jura dont il est séparé par la cluse du Rhône. Le mont de Musiège, est beaucoup plus petit que le Vuache dont il est séparé par les Gorges du Fornant, mais sa géologie, sa faune, sa flore et sa végétation sont similaires. Grâce à la conjonction de facteurs géologiques, climatiques et topographiques, le Vuache abrite des milieux naturels variés dont certains présentent un fort intérêt, en raison des espèces animales et végétales et des habitats naturels qu'ils hébergent. En ce qui concerne les milieux, la montagne est principalement occupée par les forêts de feuillus plus ou moins montagnardes ou thermophiles selon leur situation (chênaie buissonnante thermophile, chênaie-charmaie mésophile, chênaie-hêtraie acidophile, de hêtraie montagnarde chaude, hêtraie montagnarde mésophile, tillaie-hêtraie chaude de pente et érablière à scolopendre).

Ces formations forestières sont entrecoupées sur le flanc est par quelques pâturages et par des prairies et pelouses sèches au sud. De petites pelouses sèches plus ou moins étendues se développent également en marge des boisements et au sein des falaises sur le versant ouest. Une trentaine d'espèces végétales de grand intérêt ont été recensées, principalement des espèces à affinité méridionale.

Parmi les espèces végétales, le Dictamne blanc et le Buplèvre très élevé trouvent au Vuache leur unique station départementale. A signaler également qu'au printemps, les forêts de la crête sont le siège d'une floraison de vernaies particulièrement spectaculaire, en particulier l'Erythrone dent de chien dont c'est vraisemblablement la plus belle station du département. La montagne héberge également une faune diversifiée que ce soit parmi



les oiseaux (avec présence de la gélinotte, mais en régression), des mammifères (forte population de chamois et fréquentation passagère par le lynx), ou des reptiles (le Lézard vert, espèce d'affinité méridionale, est bien présent). Les invertébrés sont moins bien connus, mais il est à signaler une population bien installée du paillon Apollon au niveau des zones ouvertes et rocheuses du flanc ouest du Vuache.

2.2.1.4. [ZNIEFF de type I : Crêt Petetet - A environ 3km de la zone d'étude](#)

Cette zone, étagée entre 440 et 500 m d'altitude, comprend trois ravins séparés par des terres au relief adouci. Plateau, crêt et pentes sont largement occupés par des formations végétales de grand intérêt. Il s'agit de prairies maigres (ou pelouses sèches) à orchidées, et de friches à Molinie bleue sur argile, entrecoupées par des boisements. Elles comportent un cortège floristique typique de ces milieux, avec notamment dix-sept espèces d'orchidées réparties sur l'ensemble du site. Ces formations abritent un certain nombre d'espèces végétales remarquables au niveau régional ou local, parmi lesquelles l'Orchis de Traunsteiner.

2.2.2. **Les inventaires départementaux des zones humides**

D'après l'inventaire départemental des zones humides, 1 zone humide se situe dans l'emprise de la zone d'étude et une seconde en aval immédiat.

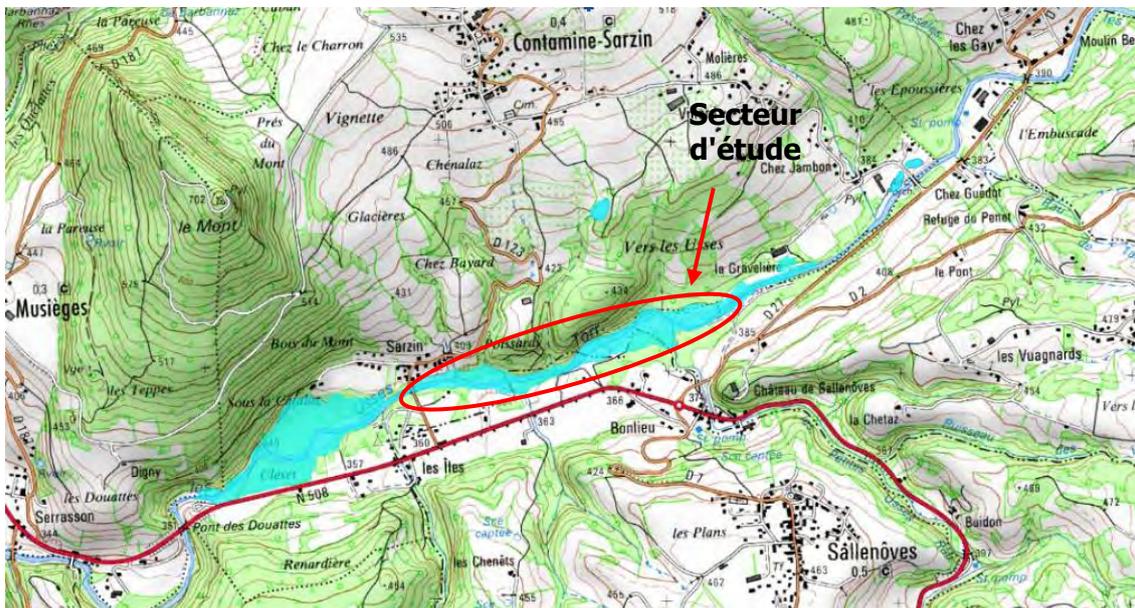


Figure 3 : Localisation des zones humides départementales



Elles sont présentées ci-après :

Tableau 2 : Zones umides recensées par l'inventaire départemental 74 de la zone d'étude

Nom (Code)	Surface	Intérêt écologique	Dist. à vol d'oiseau
Usses alluviales amont Sarzin	13,25 ha	Flore : Aucune espèce de valeur connue Faune : Aucune espèce de valeur connue	inclus
Usses alluviales aval Sarzin	14,95 ha	Flore : Aucune espèce de valeur connue Faune : Espèces animales d'intérêt par ordre décroissant : <i>Castor fiber</i> (UI(NT), DH2), <i>Bombina variegata</i> (DH2, LRN(VU), LRR(EN)), <i>Hierophis viridiflavus</i> (LRD(VU))	Quelques mètres

2.2.3. Corridors écologiques du SRCE de Rhône-Alpes

D'après les informations figurant sur le site de la DREAL, le SRCE Rhône-Alpes a défini des corridors écologiques à l'échelle du département et de la région.

La zone d'étude est concernée par l'un des corridors comme le montre la figure ci-dessous :

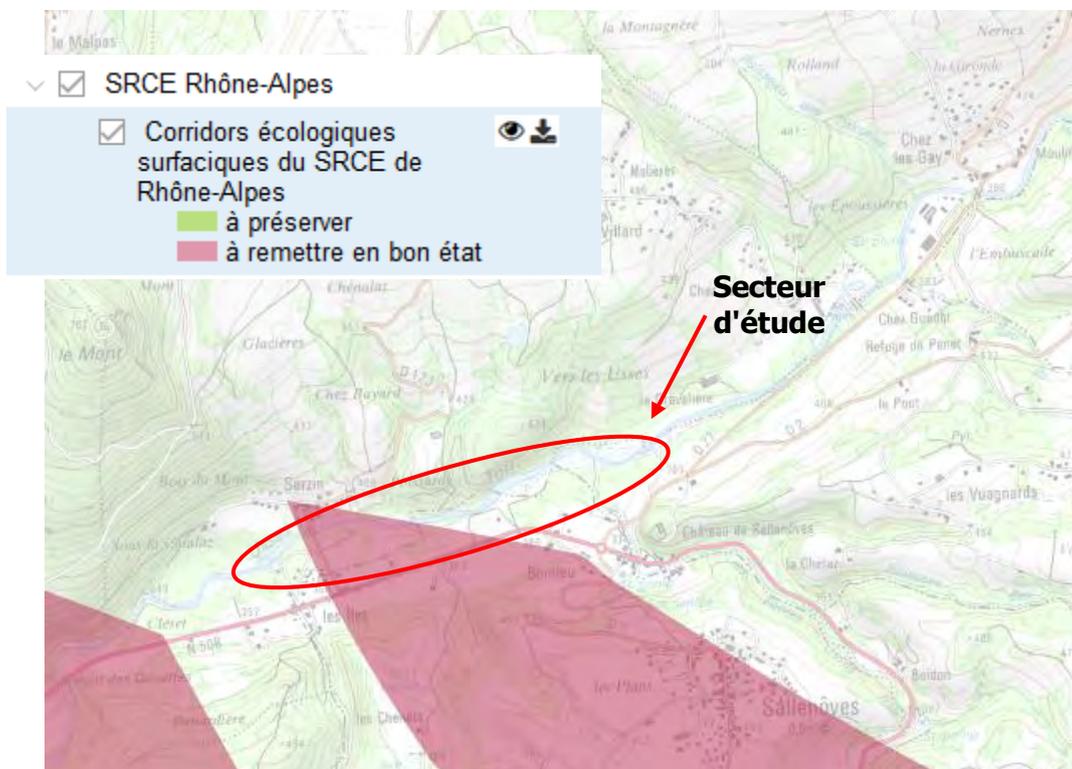


Figure 4 : Localisation des corridors écologiques (SRCE)



3. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

3.1. RECUEIL D'INFORMATIONS

3.1.1. Protections réglementaires

Pour chaque périmètre réglementaire, des fiches et des listes d'espèces dites déterminantes, qui ont justifié le classement de la zone, ont été réalisées. Ces listes d'espèces constituent une première approche sur la sensibilité patrimoniale du site au niveau floristique et faunistique.

3.1.2. Bases de données communales

3.1.2.1. [Base de données communales de la LPO](#)

Des données faunistiques sont disponibles sur le site de la LPO, à l'échelle communale. Ces données concernent les taxons suivants :

- avifaune
- chiroptères
- mammifères
- reptiles
- amphibiens
- odonates
- lépidoptères.

Les dates d'observations des espèces sont récentes et s'étalent de 2010 à 2016.

Ces données permettent d'avoir une connaissance plus ou moins exhaustive de la faune **présente sur la commune. Cela constitue une bonne base de démarrage pour l'étude naturaliste.**

3.1.2.2. [Base de données communales du CBNA/PIFH](#)

Dans la même optique, des données floristiques à l'échelle communale sont disponibles sur les sites du Conservatoire Botanique National Alpin et du Pôle d'Inventaire Flore Habitats. L'ensemble des espèces floristiques des communes de Contamine-Sarzin et de Sallenôves sont recensées.

Les observations sont mises à jour régulièrement mais peuvent être très anciennes. Ainsi, un premier tri est effectué pour conserver uniquement les données à partir des années 2000.

De plus, la protection active des espèces concernées est précisée. Ces bases de données permettent de confirmer les relevés floristiques d'une zone d'étude et de mieux se **familiariser avec la flore locale susceptible d'être rencontrée.**



3.1.3. Sollicitation des acteurs locaux / Consultation des études existantes

Aucune étude n'est disponible et n'a pu être consultée.

3.2. SYNTHÈSE DES DONNÉES

3.2.1. La flore

En croisant les relevés floristiques de l'ensemble des données collectées dans le cadre de la recherche bibliographique, environ 350 espèces floristiques ont été identifiées comme potentiellement présentes sur la zone d'étude.

Parmi ces dernières, les espèces présentant un enjeu de protection sont au nombre de 5. Il s'agit de :

Tableau 3 : Liste des espèces végétales patrimoniales potentiellement présentes

Nom latin du taxon	Nom Français du taxon	Protections Actives
<i>Anacamptis morio</i>	Orchis bouffon	Convention Washington (Ann. B), Classé VU à la LR de la Flore vasculaire de France Métropolitaine, classé VU à la LR des orchidées de France Métropolitaine
<i>Aster amellus</i>	Marguerite de la Saint Michel	Protection nationale (art. 1), Classé EN à la LR de la flore vasculaire de Rhône-Alpes
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	Orchis de Traunsteiner	Convention Washington (Ann. B), Classé NT à la LR des orchidées de France Métropolitaine, Protection régionale Rhône-Alpes (art. 1), Classé NT à la LR de la flore vasculaire de Rhône-Alpes
<i>Dianthus superbus</i>	Œillet magnifique	Protection nationale (art. 2 et 3), Classé EN à la LR de la flore vasculaire de Rhône-Alpes
<i>Scorzonera humilis</i>	Scorsonère des prés	Protection régionale Rhône-Alpes (art. 2)

3.2.2. La faune

34 espèces faunistiques potentiellement présentes et à enjeu de conservation ont été recensées dont 28 espèces d'oiseaux, 2 d'amphibiens, 3 d'insectes et 1 mammifère.

Ces espèces faunistiques potentielles sont issues du croisement des données liées à la zone d'étude. Elles proviennent des fiches et listes associées aux périmètres des ZPS, SIC, ZNIEFF de type I, ZNIEFF de type II, APPB, Zones humides et des listes issues des atlas communaux de la LPO des communes de Contamine-Sarzin et Sallenôves.

Pour chacune d'entre elles, son statut de protection est précisé ainsi que son statut sur les listes rouges nationales et régionales. La méthode d'attribution de l'enjeu de conservation est détaillée dans la suite du rapport.

Cette liste présente les espèces à enjeu de conservation ASSEZ FORT à TRES FORT étant recensées à proximité plus ou moins rapprochée de la zone d'étude.



Tableau 4 : Liste des espèces patrimoniales faunistiques potentiellement présentes

Taxon	Nom scientifique	Nom français	Statuts de protection					
			Convention de Berne	Convention de Washington	Directive Habitats / Oiseaux	Protection nationale	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale (RA)
AVI	<i>Acrocephalus palustris</i>	Rousserolle verderolle	An II			Art 3	LC	VU
AVI	<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe	An II		An I	Art 3	VU	VU
AVI	<i>Aquila chrysaetos</i>	Aigle royal	An II-III	An A+B		Art 3	VU	VU
AVI	<i>Bonasa bonasia</i>	Gélinotte des bois	An III		An I - II/2	Art 4 (Protection et commercialisation)	NT	NT
AVI	<i>Bubo bubo</i>	Grand-duc d'Europe	An II-III	An A+B	An I	Art 3	LC	VU
AVI	<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	An II	An A		Art 3	LC	NT
AVI	<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	An II			Art 3	VU	LC
AVI	<i>Circaetus gallicus</i>	Circaète Jean-le-Blanc	An II	An A	An I	Art 3	LC	NT
AVI	<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	An II			Art 3	NT	VU
AVI	<i>Dendrocopos minor</i>	Pic épeichette	An II-III			Art 3	VU	LC
AVI	<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune	An II			Art 3	VU	VU
AVI	<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pèlerin	An II-III	An A	An I	Art 3	LC	VU
AVI	<i>Falco subbuteo</i>	Faucon hobereau	An II-III	An A+B		Art 3	LC	VU
AVI	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	An II	An A		Art 3	NT	LC
AVI	<i>Grus grus</i>	Grue cendrée	An II	An A	An I	Art 3	CR	NA
AVI	<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	An II			Art 3	NT	EN
AVI	<i>Lanius collurio</i>	Pie grièche écorcheur	An II		An I	Art 3	NT	LC
AVI	<i>Mergus merganser</i>	Harle bièvre	An III		An II/2	Art 3	NT	LC
AVI	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	An II	An A	An I	Art 3	LC	LC
AVI	<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	An II	An A	An I	Art 3	VU	CR



Taxon	Nom scientifique	Nom français	Statuts de protection					
			Convention de Berne	Convention de Washington	Directive Habitats / Oiseaux	Protection nationale	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale (RA)
AVI	<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique				Art 3	LC	NT
AVI	<i>Passer montanus</i>	Moineau friquet	An III			Art 3	EN	VU
AVI	<i>Pernis apivorus</i>	Bondrée apivore	An II-III	An A+B	An I	Art 3	LC	NT
AVI	<i>Saxicola rubetra</i>	Tarier des prés	An II-III			Art 3	VU	VU
AVI	<i>Saxicola rubicola</i>	Tarier pâtre	An II-III			Art 3	NT	LC
AVI	<i>Scolopax rusticola</i>	Bécasse des bois	An III		An II/1 - III/2		LC	NT
AVI	<i>Serinus serinus</i>	Serin cini	An II			Art 3	VU	LC
AVI	<i>Tichodroma muraria</i>	Tichodrome échelette	An III			Art 3	NT	LC
MAM	<i>Castor fiber</i>	Castor d'Europe	An III		An II - IV	Art 2	LC	LC
AMP	<i>Bombina variegata</i>	Sonneur à ventre jaune	An II		An II - IV	Art 2	VU	VU
AMP	<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	An III		An V	Art 5 - 6	LC	NT
INS	<i>Euphydryas aurinia</i>	Damier de la Succise	An II		An II	Art 3	LC	LC
INS	<i>Lycaena dispar</i>	Cuivré des Marais	An II		An II - IV	Art 2	LC	LC
INS	<i>Parnassius apollo</i>	Apollon	An II	An A	An IV	Art 2	LC	LC

-> Ces listes des espèces dites à enjeux de conservation permettent de cibler les prospections à venir.



4. INVENTAIRES NATURALISTES FAUNE/FLORE/HABITATS

4.1. METHODES D'INVENTAIRES

4.1.1. Effort de prospection

En 2016, les campagnes de terrain se sont déroulées de mars à septembre. Les dates de prospections sont détaillées ci-après. Pour chacune d'entre elles, la tranche horaire, les conditions météo et le taxon ciblé sont précisés.

Tableau 5 : Effort de prospection

Date	Tranche horaire	Conditions météo	Taxon ciblé
30/03/2016	Journée	Bonnes	Repérage
31/03/2016	Nocturne	0% nuages, absence de précipitations, absence de vent, t°: 10°C	Amphibiens
13/04/2016	Matinale	100% nuages, pluie , absence de vent, t° : 8°C	Avifaune
15/04/2016	Matinale	100% nuages, absence de précipitations, absence de vent, t°: 9°C	Avifaune
09/05/2016	Nocturne	100% nuages, pluie, absence de vent, t° : 15°C	Amphibiens
19/05/2016	Journée	Bonnes	Botanique
06/06/2016	Matinale	5% nuages, absence de précipitations, absence de vent, t°: 18°C	Avifaune
21/06/2016	Journée	Ciel voilé, absence de précipitations, absence de vent, t°: 25°C	Insectes
19/07/2016	1/2 journée	Bonnes	Botanique
21/07/2016	Matinée	0% nuages, absence de précipitations, absence de vent, t°: 27°C	Insectes
24/07/2016	Nocturne	100% nuages, absence de précipitations, vent léger, t°: 25°C	Chiroptères
23/08/2016	Nocturne	0% nuages, absence de précipitations, absence de vent, t°: 23°C	Chiroptères
08/09/2016	Nocturne	0% nuages, absence de précipitations, absence de vent, t°: 21°C	Chiroptères - compléments

Les autres taxons tels que mammifères et reptiles n'ont pas fait l'objet de journée spécifique de terrain mais ont été observés lors de chaque campagne.

4.1.2. Inventaires floristiques et habitats

Pour chaque ensemble naturel homogène, des relevés phytosociologiques ont été réalisés. Cela consiste à relever l'ensemble des espèces végétales dans un carré de 20x20 mètres en y associant un coefficient d'abondance (méthode Braun Blanquet). Cela permet d'avoir une liste exhaustive des espèces végétales composant cet ensemble et de caractériser le milieu à l'aide de la typologie EUNIS (et une correspondance Corine Biotopes).



Deux passages ont été effectués afin d'inventorier les espèces précoces et tardives. La liste des relevés floristiques est disponible en annexe.

Le choix du nombre de relevés et de leur localisation s'est fait à partir des photographies aériennes et des observations sur site. Les stations sont localisées sur la carte des prospections naturalistes.

Cette étape nous permet d'établir la carte des habitats et de connaître les espèces végétales présentes sur la zone d'étude. Cela est complété par une recherche des espèces floristiques protégées et/ou à enjeu de conservation sur l'ensemble de la zone d'étude.

4.1.3. Inventaires faunistiques

4.1.3.1. [L'avifaune](#)

L'identification des espèces s'est faite à la vue et au chant sur plusieurs points d'écoute situés sur la zone d'étude, sur la base de la méthode IPA.

La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance a été élaborée et décrite par Blondel, Ferry et Frochot en 1970.

Cette méthode consiste, aux cours de deux sessions distinctes de comptage, à noter l'ensemble des oiseaux observés et/ou entendus durant 20 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance. Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact (chant, cris, mâle, femelle, couple...).

Les 2 sessions d'écoute sont réalisées strictement au même emplacement. Les emplacements sont localisés sur la carte des prospections naturalistes.

La première session, réalisée en début de printemps, permet de prendre en compte les espèces sédentaires et les migratrices précoces. La seconde, réalisée plus tard en saison, permet de dénombrer les migrateurs plus tardifs.

Les comptages sont effectués par temps calme (les intempéries, le vent et le froid vif doivent être évités), durant la période comprise entre 30 minutes et 4 à 5 heures après le lever du jour.

4.1.3.2. [Les chiroptères](#)

Les inventaires ont été réalisés à l'aide d'un détecteur d'ultrasons (Pettersson D240X) sur 2 points d'écoutes. Les sessions d'écoute se sont déroulées hors période de pleine lune, en l'absence de pluie, de vent fort ou de température inférieure à 10°C. Elles ont débuté au crépuscule, car l'activité des chiroptères est maximale après le coucher du soleil et diminue progressivement par la suite, et se sont terminées une fois les différents points d'écoute parcourus.

L'écoute en hétérodyne est privilégiée sur le terrain mais en cas de doute et pour une analyse plus fine, les sessions d'écoute sont enregistrées à l'aide d'un enregistreur numérique. Ces dernières sont analysées ultérieurement informatiquement au bureau à l'aide du logiciel Batsound 4.1.

Les points d'écoute sont localisés sur la carte des prospections naturalistes.



4.1.3.3. [Autres mammifères](#)

Outre l'observation directe des mammifères sur le site lors des passages, la recherche de traces a été effectuée.

Les pelotes de déjections, les traces de pattes en bordure du cours d'eau et d'autres indices liés à la nourriture permettent ainsi d'identifier la présence d'une espèce.

L'analyse bibliographique n'a pas mis en évidence la présence d'espèces à enjeux appartenant au groupe des micro-mammifères. Il a donc été volontairement choisi de ne pas traiter spécifiquement ce volet car cela demande un matériel spécifique et des compétences dont nous ne disposons pas en interne.

4.1.3.4. [Amphibiens](#)

L'inventaire des amphibiens se fait de nuit au cours de la période de reproduction, lorsque des sites de reproduction favorables sont présents. C'est en effet à ce moment qu'ils sont le plus faciles à repérer, soit grâce au chant des mâles, soit en raison des concentrations d'adultes autour des points d'eau où se déroule la ponte.

Les prospections de nuit sont généralement complétées par des prospections diurnes au troubleau qui sont efficaces notamment pour les tritons et l'observation des têtards.

Sur la zone d'étude, 1 point d'écoute spécifique a été réalisé (cf carte) car un seul milieu de reproduction favorable avait été observé. Lors d'autres prospections nocturnes, un autre site a fait l'objet d'écoute nocturne.

Une attention particulière a été portée sur la recherche des espèces de jour (présence de têtards ou adultes) lors de chaque campagne de terrain sur l'ensemble de la zone d'étude. La présence potentielle du Sonneur à ventre jaune a été prise en compte, des dates de prospections supplémentaires ont été réalisées pour cibler l'espèce (écoute nocturne et observation diurne).

4.1.3.5. [Reptiles](#)

Pour les reptiles, **aucun inventaire spécifique n'a été réalisé pour ce taxon**. La synthèse bibliographique n'ayant pas mis en évidence la présence d'espèces à enjeux, nous avons fait le choix de porter une attention particulière aux signes de présence ou leur présence au cours de chaque prospection.

4.1.3.6. [Odonates et lépidoptères](#)

Les prospections entomologiques ont prioritairement visé les peuplements de lépidoptères rhopalocères et d'odonates, ainsi que les espèces à statut réglementaire parmi les autres groupes.

Le linéaire à prospecter a été parcouru à pied, sur les deux rives, de la manière la plus **exhaustive possible, afin d'inventorier et cartographier précisément la distribution des espèces**. Les espèces à enjeu de conservation sont localisées avec un GPS.

Les recherches à vue, éventuellement à l'aide d'un filet entomologique, constituent la méthode de base permettant de détecter la plupart des espèces (aux stades larvaires ou adulte). Les différents **habitats sont examinés, ainsi qu'une grande variété de micro-habitats** (arbres morts, retournement de pierres, crottes, etc.).



Carte de localisation des stations d'inventaire

Cf. page suivante



**LOCALISATION STATIONS
D'INVENTAIRE NATURALISTE**



LEGENDE

▼	Stations d' inventaire floristique
▲	Point d'écoute avifaune
◆	Point d'écoute chiroptères
●	Point d'écoute amphibiens

Echelle 1 / 5 000 ème - Format A4
0 200 mètres

Figure 5 : Localisation des stations d'inventaires

4.1.4. **Evaluation patrimoniale**

4.1.4.1. [Outils de bio-évaluation](#)

❖ *Pré-requis*

Les textes législatifs de références

Au livre IV « faune et flore » du **Code de l'Environnement**, la protection stricte des espèces de faune et de flore sauvage est assurée par les articles L. 411-1 et L. 411-2 du **code de l'environnement**.

Ces dispositions sont complétées par les textes suivants :

- les sanctions pénales en cas de non-respect des dispositions (article L. 415-3) ;
- **les modalités d'élaboration des arrêtés ministériels fixant les listes d'espèces protégées** (articles R. 411-1 à R. 411-3) ; la liste de ces arrêtés ministériels figure **en annexe des articles et définissent pour chaque espèce ou groupe d'espèces, les interdictions applicables** ainsi que les parties du territoire national concerné ;
- **les modalités d'octroi des dérogations** (point 4 de l'article L. 411-2) ;
- **les conditions de demande et d'instructions des dérogations définies au 4° de l'article L. 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées** (arrêté du 19 février 2007) ;
- la liste des **espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département, pour lesquelles est prévu que les dérogations à certaines interdictions d'activités soient octroyées** par le ministre chargé de la protection de la nature et non par les préfets (arrêté du 9 juillet 1999) ;
- des précisions quant à la constitution des demandes de dérogation et à leur instruction (circulaire du 21 janvier 2008 relative aux décisions administratives individuelles relevant du ministère chargé de la protection de la nature dans le domaine de la faune et de la flore sauvage). Cette circulaire complète les circulaires DNP N°98-1 du 3 février 1998 et DNP N°00-02 du 15 février 2000. Ces circulaires font en particulier état des modèles CERFA, nécessaires à la constitution **d'une demande de dérogation en fonction** des espèces et des activités.

Les listes rouges

Il s'agit de documents généralement validés en comité d'experts, indiquant les statuts de conservation sur une aire géographique considérée : départementale, régionale, nationale, européenne ou mondiale. Tous les groupes ne disposant pas de telles listes au **niveau régional ou même national, l'identification des espèces dites « patrimoniales » peut s'appuyer sur les listes d'espèces déterminantes ou remarquables** pour la désignation des ZNIEFF, ou uniquement sur dires d'experts.



Les différentes cotations des listes rouges sont les suivantes :

LC	Faible risque
NT	Quasi menacé
VU	Vulnérable
EN	En danger
CR	En grave danger
RE	Disparition de la région
EX	Eteinte
NA/DD/NE	Non applicable/Insuffisamment documenté (au moins VU)/Non évalué

❖ Classement

L'enjeu global de conservation d'une espèce est analysé en trois étapes :

1. Vérification de la protection réglementaire nationale et régionale (cf. chapitre précédant sur les textes législatifs de référence) et de l'inscription de l'espèce à l'annexe IV de la Directive Habitat-Faune-Flore ou à l'annexe I de la Directive Oiseaux

Hierarchisation de la protection selon classification suivante :

ESPECE S	Enjeu	Protection réglementaire
	TRES FORT	X
	FORT	Directive Oiseaux - Annexe I
	ASSEZ FORT	Directive Habitat - Annexe IV
	MOYEN	Protection réglementaire nationale et/ou régionale
	FAIBLE	X

2. Vérification du statut de l'espèce aux Listes Rouges régionales et nationales

Hierarchisation des enjeux de conservation selon la classification suivante :

ESPECES	Enjeu	Statut de conservation au niveau national	Statut de conservation au niveau régional
	TRES FORT	< EN	< VU
	FORT	< VU	< NT
	ASSEZ FORT	NT	X
	MOYEN	Espèce assez rare (déterminante ZNIEFF, ...)	
	FAIBLE	LC	LC



3. La dernière étape consiste à définir un enjeu global de conservation : l'enjeu retenu correspond au plus fort enjeu résultant des deux analyses précédentes, à l'exception :

- des espèces ayant un statut "LC" à la liste rouge nationale
- ou n'étant pas protégées réglementairement

l'enjeu sera alors automatiquement abaissé d'un niveau.

Exemple pour 2 espèces protégées (floristique et faunistique) :

Astragalus tragacantha (Astragale de Montpellier) :

- a. Protégée par l'article 1 des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français. Non inscrite à la Directive Habitat : Enjeu **MOYEN**
- b. Classée VU à Liste Rouge de la flore vasculaire de France Métropolitaine. Non classée à la Liste Rouge de la flore vasculaire de Rhône-Alpes : Enjeu **FORT**
- c. Enjeu de conservation global :

FORT

Bufo bufo (Crapaud commun) :

- a. Protégé par l'article 3 des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire français. Non inscrit à l'Annexe IV de la Directive Habitat : Enjeu **MOYEN**
- b. Classé **LC** à Liste Rouge des amphibiens de France Métropolitaine. Classé NT à la Liste Rouge de la flore vasculaire de Rhône-Alpes : Enjeu **FORT**
- c. Enjeu de conservation global :

ASSEZ FORT



4.2. SYNTHÈSE DES DONNÉES NATURALISTES ET ÉVALUATION PATRIMONIALE

4.2.1. Les habitats de la zone d'étude

La ripisylve désigne communément les forêts riveraines des cours d'eau. Sa composition floristique et la morphologie des unités forestières qui la composent sont liées aux inondations plus ou moins fréquentes et/ou à la présence d'une nappe peu profonde.

Pour les écologues, la ripisylve désigne la forêt à bois tendres, c'est-à-dire les communautés pionnières et post-pionnières de la forêt riveraine, dont les caractères physiologiques et spécifiques sont étroitement inféodés à la proximité de la nappe phréatique et à la fréquence et la durée des inondations (Les forêts riveraines des cours d'eau, Piégay et al, 2003).

La ripisylve des Usse sur le tronçon étudié est caractérisée par des arbres de haut jet et par une présence forte de la Renouée du Japon et du Robinier pseudo-acacia, espèces exogènes envahissantes.

La strate arborescente est en effet composée par *Salix alba*, *Populus nigra* et *Robinia pseudoacacia*. Les deux premières espèces sont mésohygrophiles, c'est-à-dire qu'elles affectionnent les sols humides à très humides.

Comme le montre la photo ci-dessous, la strate arbustive est fortement dominée par *Reynoutria japonica*. D'autres espèces ont également été observées telles que *Salix viminalis*, *Lonicera xylosteum* et *Viburnum lantana*. La strate herbacée comprend des espèces neutro-nitrophiles hygroclines telles que *Aegopodium podagraria*, *Allium ursinum* et *Veronica beccabunga*.

De par l'importance des espèces invasives, la ripisylve des Usse pourrait être qualifiée de Formation riveraine d'arbustes invasifs (Code EUNIS F9.35). Cependant, les autres espèces présentes permettent de qualifier l'habitat originel de Forêt galerie méditerranéenne à grand *Salix* (Code EUNIS G1.112 et Code Corine biotopes 44.14).



Figure 6 : Ripisylve des Usse en amont du pont

Cet habitat qualifie uniquement la ripisylve présente en ceinture proche des Usses. En effet, malgré une continuité géographique dans le boisement, la présence d'une marche topographique importante induit la présence de deux habitats boisés accolés.

Ce second habitat est plus sec et présente une plus grande diversité d'espèces. Les espèces invasives y sont par ailleurs nettement moins présentes.

Il s'agit donc de Fourrés médio-européens sur sols riches (Code EUNIS F3.11 et Code Corine biotopes 31.81). Cet habitat correspond communément aux lisières forestières, haies et recolonisations forestières au sein desquelles les sols sont relativement riches en nutriments, neutres ou calcaires. Parmi les espèces caractéristiques de ces fourrés, nombreuses sont recensées sur site. On observe ainsi *Acer campestre*, *Clematis vitalba*, *Crataegus monogyna*, *Lonicera xylosteum* et *Viburnum lantana*. Ces espèces sont en effet neutrocalcicoles à calciclinales.



Figure 7 : Fourrés médio-européens sur sols riches

Un petit affluent en rive gauche des Usses en amont de la Carrière est notable. Ce dernier se divise en plusieurs bras une fois la "marche topographique" dépassée et se répand à travers la ripisylve avant d'affluer dans les Usses. La présence de cette eau accentue l'humidité au sein de la forêt galerie méditerranéenne à grands Salix.



Figure 8 : Affluent rive gauche et Forêt galerie méditerranéenne à grand Salix

Bien que peu urbanisé, ce site est toutefois très impacté par l'Homme. On observe ainsi un site d'extraction de matériaux (en rive gauche, sur la partie aval) et une ancienne décharge (en rive gauche, sur la partie amont).

Au droit de l'ancienne décharge, les espèces invasives sont fortement présentes.



Figure 9 : Le site d'extraction (à gauche) et l'ancienne décharge (à droite)

A noter également, sur le côté Est du site d'extraction, la présence de zones plus humides (figure 6). Cette partie du site est caractérisée par une légère dépression, avant la "marche topographique", qui confère au sol un aspect plus argileux et plus propice à la rétention d'eau, en limitant les écoulements verticaux.



Figure 10: Zones humides présentes à l'Est de la décharge: site toujours en eau (à gauche) et périodiquement immergée (à droite)



Les habitats naturels correspondant à ces dépressions humides sont les "Végétations immergées enracinées des plans d'eau mésotrophes" (Code EUNIS C1.23 et code Corine Biotopes 22.422) et les "Bas marais acides subatlantiques à *Carex* et *Juncus*" (Code EUNIS D2.2222 et code Corine Biotopes 54.4222) en bordure du précédent milieu.

Le premier se caractérise par une végétation totalement, ou en partie, immergée, telle que *Potamogeton berchtoldii* et *Typha latifolia*, indiquant une présence en eau permanente. Le second habitat est caractérisé par la présence d'espèces hygrophiles, telles que *Juncus articulatus* et *Carex nigra*. La présence d'argiles (figure 7) ainsi qu'une probable immersion périodique du site (eau de pluie ou affleurement de la nappe) justifient l'existence de ces espèces végétales. Cet habitat ne recouvre qu'une surface réduite; les différentes typologies (EUNIS et Corine Biotope) indiquent également la présence d'une strate muscinale plutôt importante, ce qui n'est pas le cas dans le contexte de cette étude.



Figure 11: Sol argileux

Enfin, des parcelles agricoles (prairie de fauche et production céréalières) occupent une partie du périmètre d'étude. Ces dernières ne sont pas accolées directement aux Usse, un linéaire boisé plus ou moins épais les séparant du cours d'eau.

La Prairie de fauche planitiaire subatlantique (Code EUNIS E2.22 / Code Corine Biotopes 38.22 / 6510 du Cahier des Habitats Natura 2000) est composée par des espèces neutrocalcicoles, héliophiles et à tendance mésoxérophiles. Il s'agit notamment de *Ajuga reptans*, *Euphorbia cyparissias* et *Salvia pratensis*. Cet habitat est un habitat d'intérêt communautaire présent dans les zones Natura 2000 qui se site à proximité.

La carte en page suivante localise ces différents habitats selon la typologie Eunis.

4.2.2. Les espèces floristiques présentes

Les relevés floristiques sont disponibles en annexe. Au total, une centaine d'espèces végétales ont été recensées dont aucune n'est protégée ou présente un enjeu de conservation. Seules 2 espèces recensées dans les inventaires sont dites déterminantes ZNIEFF en région Rhône-Alpes, il s'agit : de *Allium ursinum* (Ail des Ours) et de *Potamogeton berchtoldii* (Potamot de Berchtold).

Par ailleurs, plusieurs espèces envahissantes sont observables en densité importante au sein de la ripisylve des Usse. Il s'agit de *Reynoutria japonica*, *Robinia pseudoacacia*, *Buddleia davidii*, *Solidago gigantea* et *Conyza canadensis*.

CARTE DES HABITATS

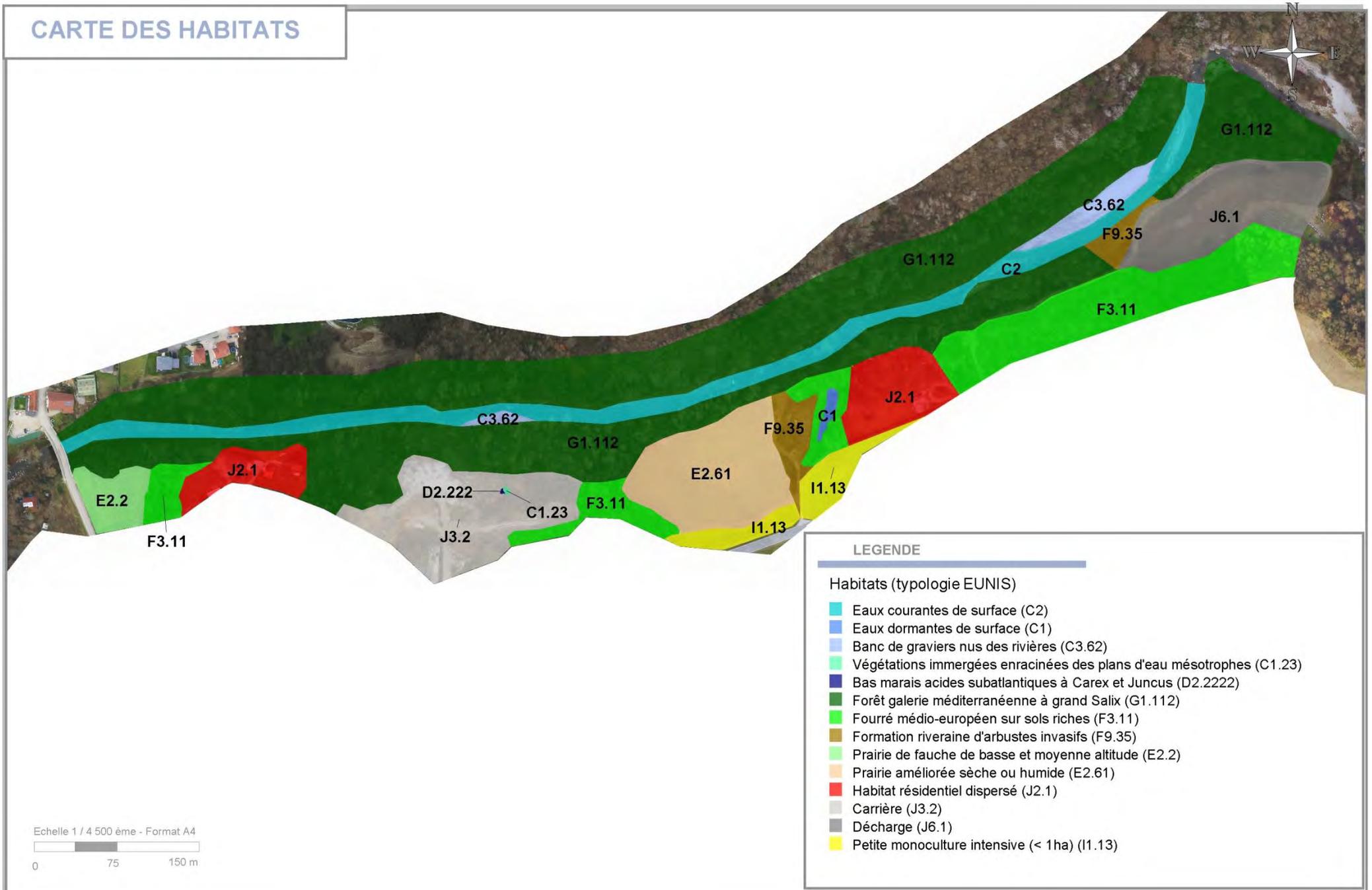


Figure 12 : Carte des habitats recensés (Typologie EUNIS)

4.2.3. La faune terrestre

74 espèces faunistiques ont été recensées sur la zone d'étude en 2016 par HYDRETUDES et complétées par les listes d'espèces faunistiques localisées de la LPO74. Cela représente 45 espèces d'oiseaux, 8 espèces de mammifères dont 4 de chauves-souris, 3 espèces d'amphibiens et 18 espèces d'insectes.

Pour chaque espèce recensée, son statut de protection est précisé ainsi que son statut de conservation. Ce dernier est déterminé d'après la méthode d'évaluation patrimoniale décrite précédemment.

4.2.3.1. Avifaune

Tableau 6 : Liste des espèces avifaunistiques recensées sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom français	Nidification	Statuts de protection							Enjeux de conservation			
			Conv. de Berne	Conv. de Washington	Dir. Oiseaux	Protection nationale	Espèce désignante ZNIEFF (RA)	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale (RA)	Réglementaire	Conservation	Global	
<i>Prunella modularis</i>	Accenteur mouchet	Non renseigné	An II			Art 3			LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Motacilla cinerea</i>	Bergeronnette des ruisseaux	Certaine	An II			Art 3			LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	Certaine	An II			Art 3			LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune	Probable	An II			Art 3			VU	VU	MOYEN	TRES FORT	TRES FORT
<i>Emberiza cirius</i>	Bruant zizi	Probable	An II + III			Art 3			LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Probable	An II	An A		Art 3			LC	NT	MOYEN	FORT	ASSEZ FORT



<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	Probable	An III		An II/1 - III/1		LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	Probable	An II			Art 3	VU	LC	MOYEN	FORT	FORT
<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guignette	Probable	An II + III			Art 3	NT	EN	MOYEN	TRES FORT	TRES FORT
<i>Cinclus cinclus</i>	Cincla plongeur	Certaine	An II			Art 3	LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	Probable	An III		An II/2		LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Cuculus canorus</i>	Coucou gris	Probable	An III			Art 3	LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Phasianus colchicus</i>	Faisan de Colchide	Non renseigné	An III		An II/1 - III/1		LC	NA	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	Certaine	An II			Art 3	LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes	Probable			An II/2		LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	Probable	An II			Art 3	NT	NT	MOYEN	FORT	FORT
<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins	Probable	An III			Art 3	LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine	Probable	An III		An II/2		LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne	Probable	An III		An II/2		LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Mergus merganser</i>	Harle bièvre	Probable	An III		An II/2	Art 3	NT	LC	MOYEN	ASSEZ FORT	ASSEZ FORT
<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré	Non renseigné	An III			Art 3	LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	Certaine	An II			Art 3	NT	VU	MOYEN	TRES FORT	TRES FORT
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	Certaine	An II			Art 3	NT	EN	MOYEN	TRES FORT	TRES FORT
<i>Hippolais polyglotta</i>	Hypolaïs polyglotte	Probable	An II			Art 3	LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Oriolus oriolus</i>	Loriot d'Europe	Probable	An II			Art 3	LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN



<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe	Probable	An II		An I	Art 3		VU	VU	FORT	TRES FORT	TRES FORT
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	Probable	An III		An II/2			LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Aegithalos caudatus</i>	Mésange à longue queue	Non renseigné	An III			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	Certaine	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	Certaine	An II + III			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Periparus ater</i>	Mésange noire	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	Probable				Art 3		LC	NT	MOYEN	FORT	ASSEZ FORT
<i>Dendrocopos major</i>	Pic épeiche	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Lanius collurio</i>	Pie grièche écorcheur	Non renseigné	An II		An I	Art 3		NT	LC	FORT	ASSEZ FORT	FORT
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	Probable			An II/1 - III/1			LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	Certaine	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	Certaine	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet à triple bandeau	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rosignol philomèle	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Rougequeue à front blanc	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	Certaine	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN



<i>Serinus serinus</i>	Serin cini	Probable	An II			Art 3		VU	LC	MOYEN	FORT	FORT
<i>Sitta europaea</i>	Sittelle torchepot	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon	Probable	An II			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN

Nous pouvons observer une diversité d'espèces faunistiques sur la zone d'étude. Du côté de l'avifaune, les espèces présentes sont aussi bien des espèces des milieux forestiers, de rivières, de milieux ouverts et de milieux anthropisés. Cette mosaïque d'habitats offre une richesse spécifique très intéressante.

Parmi les espèces observées, une grande partie sont nicheuses sur la zone d'étude ou dans un environnement très proche. Certaines d'entre elles dispose d'un statut de conservation "Assez fort" à "Très fort". C'est le cas du Bruant jaune, de la Buse variable, du Chardonneret élégant, du Chevalier guignette, du Gobemouche gris, du Harle bièvre, de l'Hirondelle des fenêtres, de l'Hirondelle rustique, du Martin-pêcheur d'Europe, du Moineau domestique, de la Pie-grièche écorcheur et du Serin cini. Certaines d'entre elles sont inféodées au cours d'eau et constitue un enjeu encore plus fort par rapport à la nature des aménagements. Cela concerne le **Chevalier guignette** et le **Martin-pêcheur d'Europe**.

Le Chevalier guignette est présent sur les bancs de galets dépourvus de végétation. Ce type de milieu est présent à plusieurs endroit dans cette plaine des Usses. Quant au Martin-pêcheur, il a été observé quelques fois en vol au dessus des Usses. Bien que les berges des Usses sur certains secteurs sont très favorable à l'installation de nids, aucun nid en activité n'a été localisé précisément.



4.2.3.2. [Mammifères](#)

Tableau 7 : Liste des espèces de mammifères recensées sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom français	Statuts de protection							Enjeux de conservation		
		Conv. de Berne	Conv. de Washington	Dir. Habitats / Oiseaux	Protection nationale	Espèce désignante ZNIEFF (RA)	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale (RA)	Réglementaire	Conservation	Global
<i>Castor fiber</i>	Castor d'Europe	An III		An II - IV	Art 2		LC	LC	FORT	FAIBLE	ASSEZ FORT
<i>Capreolus capreolus</i>	Chevreuril européen	An III					LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Lepus europaeus</i>	Lièvre d'Europe						LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	An II		An IV	Art 2		LC	LC	ASSEZ FORT	FAIBLE	ASSEZ FORT
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	An III		An IV	Art 2		LC	LC	ASSEZ FORT	FAIBLE	ASSEZ FORT
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de nathusius	An II		An IV	Art 2		NT	NT	ASSEZ FORT	FORT	FORT
<i>Vulpes vulpes</i>	Renard roux						LC	LC	FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	An II		An IV	Art 2		LC	LC	ASSEZ FORT	FAIBLE	ASSEZ FORT

Pour ce qui est des mammifères, peu d'individus ont été observés à l'exception du Castor qui lui est bien implanté sur la partie amont de la zone d'étude. Des traces de nourrissage sont présentes sur les rives des Usse et un "barrage" ou plutôt un amas d'embâcles sur la partie amont de la zone d'étude. De plus, des individus ont été observés par HYDRETUDES à la tombée de la nuit. Le Castor est de plus en plus présent dans la région. Une étude plus approfondie sur la présence de l'espèce sur les Usse sera menée prochainement.

Au niveau des chiroptères, ce sont surtout les pipistrelles qui sont présentes dans les espaces ouverts alors que le Murin de Daubenton utilise exclusivement le tracé des Usse comme zone de chasse.

4.2.3.3. [Amphibiens](#)

Tableau 8 : Liste des espèces d'amphibiens recensées sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom français	Statuts de protection							Enjeux de conservation		
		Conv. de Berne	Conv. de Washington	Dir. Habitats	Protection nationale	Espèce désignante ZNIEFF (RA)	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale (RA)	Réglementaire	Conservation	Global
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	An III			Art 3		LC	LC	MOYEN	FAIBLE	MOYEN
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	An III		An V	Art 5 - 6		LC	NT	MOYEN	FORT	ASSEZ FORT
<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	Grenouille commune	An III		An V	Art 5		NT	DD	MOYEN	ASSEZ FORT	ASSEZ FORT

Chez les amphibiens, aucun triton ni salamandre ni sonneur à ventre jaune n'a été observé alors que le sonneur à ventre jaune reste fortement potentiellement présent. En revanche, de nombreuses grenouilles communes sont présentes dans chaque "flaque" d'eau. Le crapaud commun et la grenouille commune ont, quant à eux été observés en bordure d'un petit étang.

4.2.3.4. [Insectes](#)

Tableau 9 : Liste des espèces d'insectes recensées sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom français	Statuts de protection							Enjeux de conservation		
		Conv. de Berne	Conv. de Washington	Dir. Habitats	Protection nationale	Espèce désignante ZNIEFF (RA)	Liste Rouge Nationale	Liste Rouge Régionale (RA)	Réglementaire	Conservation	Global
<i>Ischnura elegans</i>	Agrion élégant						LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Calopteryx virgo</i>	Caloptéryx vierge						LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Araschnia levana</i>	Carte géographique						LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Citron						LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE

<i>Iphiclides podalirius</i>	Flambé					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Lucanus cervus</i>	Lucane cerf volant	An III		An II		NT		FORT	ASSEZ FORT	ASSEZ FORT
<i>Mellicta athalia</i>	Mélitée du Mélampyre					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Hyponephele lycaon</i>	Misis					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Macroglossum stellatarum</i>	Moro sphinx					NE		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Plebejus idas</i>	Azuré du Genêt					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Aglais io</i>	Paon du jour					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Apatura ilia</i>	Petit Mars changeant					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Pieris brassicae</i>	Piéride du chou					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Polygonia c-album</i>	Robert-le-diable					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Argynnis paphia</i>	Tabac d'Espagne					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain					LC		FAIBLE	FAIBLE	FAIBLE

Enfin, chez les insectes, de nombreuses espèces et individus ont été observés, essentiellement des papillons de jours. Leur présence est due aux nombreuses lisières ainsi qu'à la présence marquée du *Buddleia davidii* (Espèce invasive). Aucun d'entre eux ne constitue d'enjeu de conservation. A l'exception du Lucane-cerf-volant, qui lui est un coléoptère, et qui constitue un enjeu de conservation de par son inscription à la Directive Habitat. Le Lucane cerf-volant est inféodé aux vieux arbres et bois mort, c'est un indicateur de biodiversité.

4.2.4. Carte de localisation des espèces à enjeux

Une carte de localisation des espèces faunistiques disposant d'un enjeu de conservation "Assez fort" à "Très fort" est présente en page suivante. Elle permet de visualiser les secteurs dans lesquels chaque espèce dite à enjeux a été observée.

Juillet 2018

AR15-131/Diagnostic écologique/Version 5.22



HYDRETUDES

LOCALISATION ESPÈCES FAUNISTIQUES À ENJEUX DE CONSERVATION

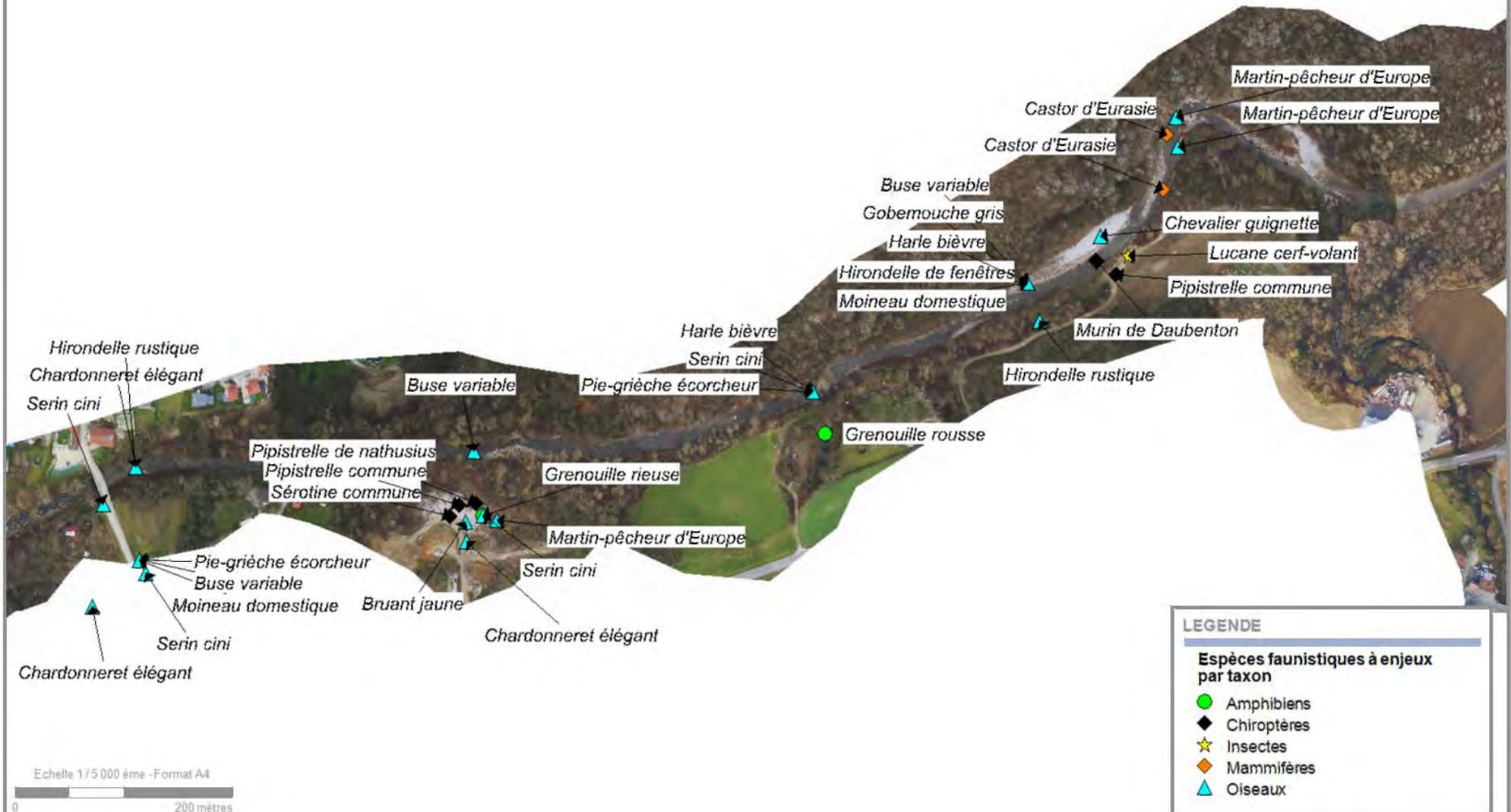


Figure 13 : Localisation des espèces faunistiques à enjeux de conservation

5. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

5.1. IDENTIFICATION DES ENJEUX

5.1.1. Les habitats naturels

La présence des habitats décrits précédemment ne présente pas d'enjeux de conservation. En effet, il s'agit d'habitats relativement communs, dont un est recensé dans les cahiers d'habitats d'intérêt communautaire (Directive habitat n°92/43/CEE) : 6510 : Prairies de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*). Cet habitat est également présent dans les zones Natura 2000 qui se situent à proximité de notre zone d'étude (cf § 2.1). Il ne faut pas oublier qu'une bonne partie de ces habitats sont perturbés par la présence importante d'espèces envahissantes exotiques.

L'objectif des aménagements présentés dans ce projet est une restauration écologique des Usses. Cela permettra de retrouver un fonctionnement plus naturel du cours d'eau, les habitats devraient donc évoluer de façon positive en fonction de la nouvelle dynamique de la rivière.

5.1.2. La flore

Comme évoqué précédemment, aucune espèce floristique protégée ou à enjeu de conservation n'a été observée lors de la campagne d'inventaires effectuée au printemps/été 2016.

Seules 2 espèces recensées dans les inventaires sont dites déterminantes ZNIEFF en région Rhône-Alpes, il s'agit : de *Allium ursinum* (Ail des Ours) et du *Potamogeton berchtoldii* (Potamot de Berchtold).

La présence de *Reynoutria japonica* et d'autres espèces envahissantes exotiques, constitue également un enjeu important de par l'importance que représente le contrôle de leur dissémination.

5.1.3. La faune

Les espèces à enjeux de conservation "Assez fort" à Très fort" présentes sur la zone d'étude sont présentées ci-après. Pour chacune d'entre elles, l'habitat et la période de reproduction/nidification est précisée dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Liste et écologie des espèces faunistiques à enjeux de conservation présente sur la zone d'étude

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Habitat préférentiel	Période de reproduction/nidification
<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune	Bocages ou campagnes cultivées ouvertes avec des haies, des buissons, des bouquets.	Mai à août
<i>Buteo buteo</i>	Buse variable	Régions boisées, campagnes cultivées avec de grands espaces découverts (champs et prairies).	Avril à juillet



Nom scientifique	Nom vernaculaire	Habitat préférentiel	Période de reproduction/nidification
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	Milieux comportant des prairies, des bosquets, des haies des vergers ainsi qu'en milieu anthropisé.	Mai à août
<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guignette	Le long des rives caillouteuses et sableuses des rivières et des lacs avec une végétation peu abondante.	Mai à juillet
<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	Forêts de feuillus claires, des lisières des bois, des bocages, des parcs et des jardins.	Mai à août
<i>Mergus merganser</i>	Harle bièvre	Sur les lacs et les mares d'eau douce, et sur le cours supérieur des fleuves aux rives plantées d'arbres. Cette espèce hiverne sur des étendues d'eau et des fleuves plus importants où l'eau ne gèle pas.	Mars à juillet
<i>Delichon urbicum</i>	Hirondelle de fenêtre	Zones découvertes et falaises côtières, champs cultivés, zones urbaines telles que villes et grandes cités.	Avril à juillet
<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	Campagne cultivée.	Avril à juillet
<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe	Mare très poissonneuse ou proche d'un lac, d'une rivière ou d'un fleuve.	Mars à septembre
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	A proximité des habitations, dans les campagnes comme dans les villes.	Mars à septembre
<i>Lanius collurio</i>	Pie grièche écorcheur	Campagne cultivée avec bosquets, haies, lisières, vergers.	x
<i>Serinus serinus</i>	Serin cini	Parcs et jardins, surtout dans les zones rurales.	Mai à août
<i>Castor fiber</i>	Castor d'Europe	Site avec de l'eau permanente (60 cm de haut au minimum), des branches qu'il se procure sur les arbres et buissons	Avril à août



Nom scientifique	Nom vernaculaire	Habitat préférentiel	Période de reproduction/nidification
		rivulaires des cours d'eau, lacs étangs ou zones humides boisées.	
<i>Myotis daubentonii</i>	Murin de Daubenton	En plaine, espèce forestière dont le besoin en eau est fort. Les gîtes sont dans les arbres creux, mais aussi dans les greniers ou sous les ponts. Il hiberne dans des grottes.	Juin à août
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	Espèce anthropophile, vivant principalement dans les villages et les grandes villes, mais est aussi présente dans les parcs, les jardins, les bois, les forêts. Les colonies occupent toutes sortes de gîtes, qu'ils soient arboricoles ou anthropiques.	Juin à août
<i>Pipistrellus nathusii</i>	Pipistrelle de Nathusius	Espèce typiquement sylvestre, ses colonies préfèrent les arbres creux ou fissurés aux bâtiments.	Juin à août
<i>Eptesicus serotinus</i>	Sérotine commune	Espèce anthropophile de plaine, on la trouve dans les agglomérations avec des parcs, des jardins, des prairies, et au bord des grandes villes.	Juin à août
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	Elle vit dans n'importe quel type d'habitat humide : bois (ornières des chemins forestiers, mares), landes, dépressions prairiales, terres cultivées, parcs et jardins.	Février à avril/mai
<i>Pelophylax kl. esculentus</i>	Grenouille commune	Dans une multitude de milieux aquatiques.	Février à mai/juin
<i>Lucanus cervus</i>	Lucane cerf volant	Forêts, vieux arbres, bois mort.	Développement de la larve pendant 1 an.



5.2. EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES ASSOCIEES

5.2.1. Emprise du projet

Les aménagements hydrauliques projetés sur la zone d'étude de Contamine-Sarzin dans le cadre de la restauration écologique des Usse, s'étendent sur environ 2,3 ha. Ils sont localisés ci-après.

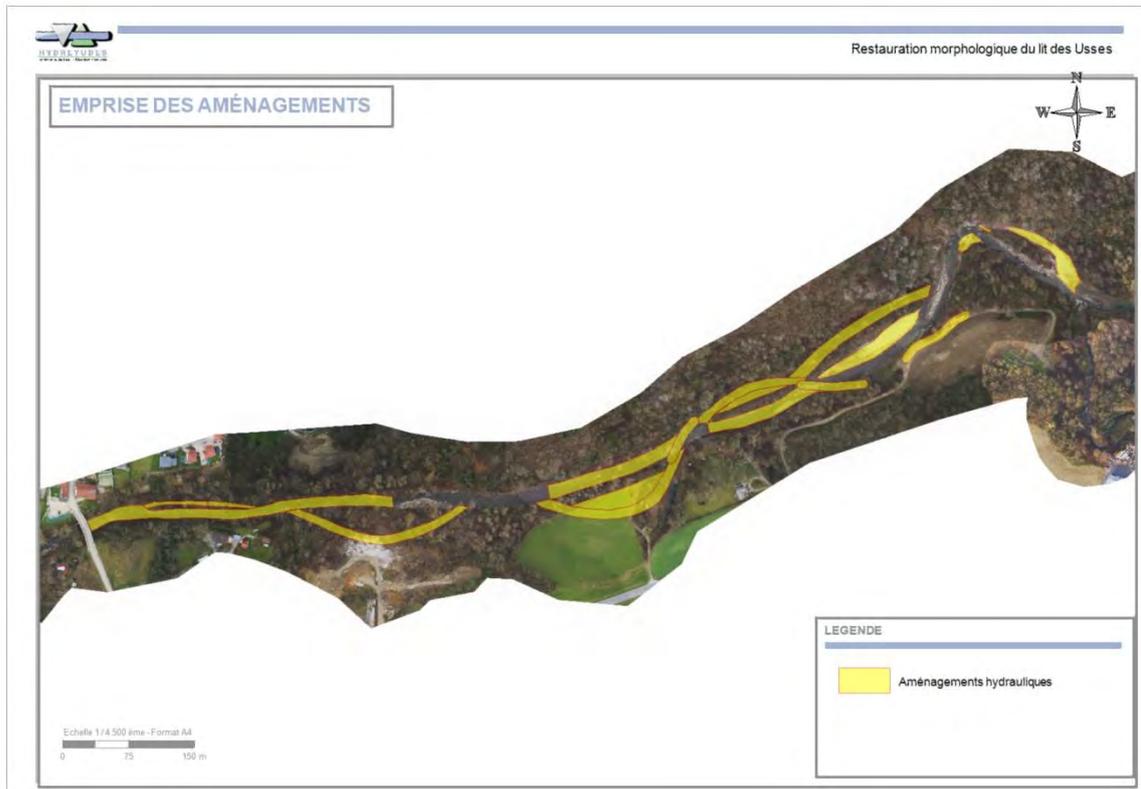


Figure 14 : Emprise approximative des aménagements

Les habitats naturels impactés sont présentés et chiffrés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Surfaces impactées par habitat

Code EUNIS	Désignation EUNIS	Surface ha	%
C2	Eaux courantes de surface	0,79	34,6
C3.62	Banc de graviers nus des rivières	0,18	7,9
E2.61	Prairie améliorée sèche ou humide	0,15	6,6
F3.11	Fourré médio-européen sur sols riches	0,06	2,6
F9.35	Formation riveraine d'arbustes invasifs	0,11	4,8
G1.112	Forêt galerie méditerranéenne à grand <i>Salix</i>	0,89	39,0
J3.2	Carrière	0,04	1,8
J6.1	Décharge	0,06	2,6
SOMME		2,28	100,0

Le projet concerne en plus grande partie le lit du cours d'eau (35% de la surface des aménagements) et la ripisylve "Forêt galerie méditerranéenne à Grands *Salix*" (39% de la surface des aménagements).

5.2.2. Incidences du projet en phase travaux

5.2.2.1. [Destruction ou détérioration d'habitat naturel ou habitat d'espèce](#)

La **destruction des habitats et de la végétation** au niveau des emprises des aménagements et du chantier, dont les accès et zones de stockage (pas encore définies), sera totale et relativement conséquente, environ 2,5 ha.

Au droit de ces emprises, les espèces floristiques et les habitats d'espèces seront détruits. Cela concerne le lit de la rivière, les bancs de graviers, de la prairie, des fourrés, de la ripisylve et enfin des milieux déjà anthropisés comme une décharge et une carrière.

Bien qu'aucun habitat soit remarquable ou d'intérêt patrimonial, qu'aucune espèce floristique ne soit protégée ou remarquable, une partie de cette emprise est concernée par une zone humide inscrite à l'inventaire départemental ("Usses alluviales amont Sarzin"). Cette zone humide et la mosaïque d'habitats qui lui est associée accueillent de nombreuses espèces floristiques et faunistiques et fait office d'espace fonctionnel pour chacune d'entre elles.

5.2.2.2. [Destruction ou perturbation d'espèces](#)

Au niveau floristique, aucune destruction ni perturbation d'espèces protégées et/ou à enjeu de conservation n'est envisagée.

Au niveau faunistique, les espèces fréquentant les différents habitats en place seront contraintes de se décaler vers des milieux similaires environnants. Certaines d'entre elles seront plus ou moins impactées par les aménagements. Un zoom sur ces dernières est proposé ci-après. (cf § *Cas spécifique des espèces faunistiques à enjeux*)

De plus, pour les espèces qui utilisent les arbres à cavités comme gîte, ceux-ci seront **susceptibles d'être perturbés et détruits lors des opérations de coupes d'arbres**, potentiellement en **présence d'œufs ou petits au nid**.

5.2.2.3. [Perturbations possibles des espèces dans leurs fonctions vitales \(reproduction, repos, alimentation, ...\)](#)

Pendant la période de travaux, la fréquentation du site sera fortement augmentée avec la présence de pelles et de camions. Ces engins généreront une **nuisance sonore et vibratoire** importante.

Ces nuisances ont un impact négatif sur la faune en période de reproduction et de nidification car elles provoquent un stress néfaste au succès de la reproduction ou de la ponte (abandon de couvée, difficulté de nourrissage). Hors période de reproduction, ce stress a des effets moins importants car les individus se déplacent et évitent les zones bruyantes. A cet effet du bruit s'ajoute généralement un dérangement lié à la présence de l'homme.



Cas spécifique des espèces faunistiques à enjeux :

Le Chevalier guignette est présent lors de la période de reproduction sur les bancs de graviers des Usses. Toute intervention pendant sa période de nidification va provoquer un dérangement et probablement des échecs sur la reproduction. Il est donc important d'éviter d'intervenir sur les bancs lors de cette période. En dehors de cette période, les individus adultes seront contraints de se déplacer vers d'autres zones similaires se trouvant à proximité. Ils pourront recoloniser les bancs pour leur reproduction à l'issue des travaux.

Le Martin-pêcheur niche dans les berges verticales et sablonneuses. Quelques individus ont été observés sur la partie amont dans les berges érodées. Toute intervention sur ces milieux est donc à proscrire pendant sa période de nidification. En dehors de cette période, l'impact est moindre, l'espèce sera juste dérangée pendant l'intervention.

Concernant les autres espèces avifaunistiques à enjeux de conservation, la destruction d'habitats d'espèces lors des travaux sera moins importante et moins conséquente. Des habitats similaires sont présents en grand nombre à proximité. Certaines espèces fréquentent les emprises travaux juste en transit et pour se nourrir.

Le Castor d'Europe est présent sur la partie amont de la zone d'étude. Des jeunes ont été observés à la tombée du jour, une colonie est donc installée sur ce secteur, une hutte potentielle a été repérée. L'intervention dans le lit du cours d'eau mais également sur les berges concerne donc directement l'espèce. Des interventions hors périodes de reproduction sont donc à mettre en place. La hutte potentielle identifiée sera donc évitée.

Côté chiroptères, plusieurs espèces fréquentent le site en tant que zone de chasse. Les gîtes de certaines d'entre elles sont arboricoles. En cas d'abattage d'arbres, une vérification de la présence de cavités pouvant accueillir des chauves-souris devra systématiquement être faite. Avec la mise en place de cette mesure, l'impact des aménagements sur la fréquentation des chiroptères est minime.

Les quelques amphibiens observés étaient localisés à proximité de l'étang et non dans le lit mineur des Usses. Compte tenu des aménagements proposés, leur aire de présence se situe à proximité des aménagements. Les travaux seront planifiés et organisés de façon à ne pas les impacter pendant leur période de reproduction. Cette zone sera ainsi évitée.

Le Lucane cerf-volant est une espèce Natura 2000 indicatrice de la présence de bois mort. Cette espèce indicatrice de biodiversité constitue un enjeu de conservation. La présence de boisements sur la zone d'étude et aux alentours montre que l'espèce n'est pas en danger. Les arbres morts de diamètre important seront toutefois maintenus en place lors des opérations d'abattage.



5.2.3. Incidences permanentes du projet

Dans le cadre de la restauration morphologique des Usse, le volet écologique et donc de **restauration de la continuité écologique du cours d'eau constitue l'objectif principal de l'aménagement. La prise en compte des enjeux environnementaux présents et du potentiel écologique de la zone s'affichent en priorité.** A plus long terme, ces aménagements amélioreront le milieu et l'environnement des espèces faunistiques et floristiques.

5.2.3.1. [Incidences sur les zones de protection du milieu naturel](#)

La présence de zones Natura 2000, d'APPB, de ZNIEFF, de zones humides et de corridors écologiques à proximité et inclus sur une partie de la zone d'étude **n'engendre pas de portée réglementaire directe** mais indique la richesse et la qualité des milieux naturels **composant l'aire d'étude.**

Les opérations de restauration écologique du cours d'eau sur ce secteur vont aller dans le bon sens et tendre vers les mêmes objectifs que ces zonages de protection du milieu naturel.

5.2.3.2. [Destruction ou détérioration d'habitat naturel ou habitat d'espèce](#)

Une fois les travaux d'aménagement de restauration morphologique du cours d'eau terminés, les habitats naturels et habitats d'espèces seront améliorés. La diversification des milieux sera favorable à de nombreuses espèces et va contribuer à augmenter la biodiversité du secteur.

De plus, des opérations de traitement des invasives et notamment de la Renouée du Japon, vont nettement améliorer les habitats naturels et habitats d'espèces. La Renouée du Japon ayant un fort pouvoir colonisateur met en évidence que des habitats mono spécifiques comme ceux qu'elle crée, constitue des déserts écologiques. De par les opérations de traitement de la Renouée du Japon, des habitats naturels endémiques se seront réinstallés et offriront un espace supplémentaire aux espèces associées.

5.2.3.3. [Destruction ou perturbation d'espèces](#)

Aucune destruction ni perturbation d'espèces n'est à signaler une fois le milieu créé et fonctionnel.

5.2.3.4. [Perturbations possibles des espèces dans leurs fonctions vitales \(reproduction, repos, alimentation, ...\)](#)

A l'issue des aménagements, aucune perturbation des espèces dans leurs fonctions vitales n'est à signaler.



5.2.4. Mesures d'évitement et de réduction des impacts

5.2.4.1. ME 1 : Réalisation des travaux en dehors des périodes sensibles

Dans l'optique de limiter autant que possible l'impact des travaux sur le milieu naturel et les espèces associées, nous préconisons de réaliser les différentes opérations en fonction du calendrier des sensibilités écologiques des espèces à enjeux de conservation présenté ci-après.

Tableau 12 : Calendrier des sensibilités environnementales

		2018											
Espèce à enjeux ou contrainte concernés par l'atelier		janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre
Abattage	Avifaune												
	Chiroptères												
Résultats				1					1	1	1	1	
Travaux en lit mineur	Chevalier guignette												
	Martin-pêcheur												
	Castor d'Europe												
	Réglementaire												
	Basses eaux / temps clément												
Résultats									1*	1	1		
Travaux en lit majeur	Avifaune												
	Amphibiens												
	Sonneur à ventre jaune (potentiel)												
	Temps clément												
Résultats					1**	1**	1**	1**	1**	1	1		
* : travaux possibles si absence d'intervention au niveau des berges où le Martin-pêcheur et les Castors sont présents.													
** : travaux possibles si l'abattage a été réalisé avant. Pour l'avifaune, il s'agit uniquement d'un dérangement jugé acceptable au regard des enjeux. Et pour les amphibiens, travaux possibles en dehors des zones d'eau stagnante de type "mares" de n'importe quelle taille.													
SYNTHESE													
Abattage		0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
Travaux en lit mineur		0	0	0	0	0	0	0	1*	1	1	0	0
Travaux en lit majeur		0	0	0	1**	1**	1**	1**	1**	1	1	0	0



Légende :

1 travaux possibles

0 travaux impossibles

en rouge = période de reproduction / interdiction / défavorable

en orange = période d'intervention tolérée

5.2.4.2. [ME2 : Evitement des huttes potentielles du Castor d'Europe](#)

Le Castor étant déjà présent sur la zone d'étude et ayant tendance à coloniser et à fréquenter de manière plus en plus régulière les Ussets et ses berges, un repérage des berges au droit des emprises des aménagements sera effectué quelques semaines avant le démarrage des travaux.

Ce repérage pourra se faire à n'importe quelle période de l'année, il est toutefois plus facile à faire lorsque la végétation n'est pas trop dense et en étiage. Ce repérage se fera depuis le lit du cours d'eau en waders lorsque cela est possible sinon à l'aide d'une embarcation, et depuis les berges.

S'il est présent sur les emprises travaux, en nourrissage (indices) ou habitat (présence de hutte, terrier-hutte occupés). Si des barrages sont observés, leur nature sera donc vérifiée **avec l'appui de l'ONCFS.**

Sur cette base, le chantier pourra être adapté pour éviter, réduire et/ou compenser les potentiels impacts sur son habitat. Les mesures seront prises en concertation et avec **l'aval de l'ONCFS, en amont des travaux.**

5.2.4.3. [ME3 : Maintien des arbres favorables au Lucane cerf-volant](#)

Dans les opérations d'abattage, lorsque cela est possible, il est préconisé de préserver les arbres à cavités mais surtout les arbres morts de diamètres importants. Ces arbres constituent, entres autres, l'habitat du Lucane cerf volant et sont de véritables réservoirs de richesse biologique.

Ces arbres pourront être localisés et marqués par un Ecologue avant toute intervention d'abattage.

5.2.4.4. [MR1 : Mise en place de nichoirs pour le Martin-pêcheur](#)

Pour consolider les populations de Martin-pêcheur et les aider à reconquérir le plus rapidement possible les sites récemment aménagés, des nichoirs pourront être disposés sur la zone d'étude.

Pour les Martins-pêcheurs, il est préconisé de mettre en place des nichoirs dans les berges. Ces derniers seront mis en place lors des travaux de reprise de berge. Il s'agit de nichoirs que l'on trouve dans le commerce, conçus pour le Martin-pêcheur et l'Hirondelle des rivages :

http://www.nichoirs-schwegler.fr/martins-pecheurs_22_979.html

Le nombre et les emplacements seront à définir au démarrage des travaux. Ils seront posés lors des opérations sur les berges.



5.2.4.5. [MR2 : Mise en place de nichoirs pour l'avifaune](#)

Pour consolider les populations d'oiseaux en général et les aider à reconquérir le plus rapidement possible les sites récemment aménagés, des nichoirs pourront être disposés sur la zone d'étude.

Les espèces ciblées, le nombre et leur disposition seront définies avant le démarrage des travaux.

Ils seront installés dans le cadre des installations de chantier et seront mis en place avant le démarrage des travaux.

5.2.4.6. [MR3 : Mise en place de nichoirs à chiroptères](#)

Les chiroptères fréquentant les emprises travaux étant nombreux et la diversité des espèces intéressante, des mesures en faveur du maintien des populations et visant à **favoriser leur présence sont proposés par le biais d'installation de gîtes artificiels.**

Des gîtes artificiels peuvent être placés sous les ouvrages d'art existants (Pont de Sarzin). Les différents modèles sont également disponibles sur le site suivant : http://www.nichoirs-schwegler.fr/chauves-souris_gites-de-facade_e2.html

Ils seront installés dans le cadre des installations de chantier et seront mis en place avant le démarrage des travaux.

5.2.5. **Impacts résiduels**

La prise en compte du calendrier des sensibilités écologiques dans la réalisation des coupes d'arbres et des opérations de restauration morphologique permet d'éviter la destruction et la perturbation des espèces faunistiques.

La mise en place des mesures d'évitement (ME) et des mesures de réduction (MR) proposées précédemment permettra de réduire considérablement les impacts sur le milieu, surtout en phase travaux.

La perte d'habitat naturel et d'habitats d'espèces en phase travaux est temporaire - Sur le long terme, il s'agit d'un projet de restauration écologique dont les effets sont principalement positifs pour le milieu et les espèces à terme.

L'impact résiduel des aménagements peut donc être considéré comme nul à terme, voire positif.

5.2.6. **Mesures d'accompagnement et de suivis**

Durant les phases travaux, la présence d'un référent environnement est recommandée, il permettra de veiller au respect du calendrier basé sur la biologie des espèces ainsi qu'au respect du déroulement des travaux lors des exécutions par les entreprises. La présence d'un référent est souhaitable sur la base de l'ordre d'une visite toutes les 2 semaines pendant la durée du chantier.

Après travaux, un suivi de présence des espèces à enjeux sera effectué. Il permettra de vérifier la présence des espèces patrimoniales inventoriées avant travaux sur les zones qui



ont été remaniées et de vérifier l'efficacité des mesures proposées. Cela concerne essentiellement un inventaire de l'avifaune et des mammifères y compris les chiroptères et des amphibiens. Ce suivi après travaux devra reprendre la même méthodologie d'inventaire que celle utilisée pour ce présent diagnostic.

Pour avoir une appréciation la plus juste possible de la recolonisation des espèces sur le milieu, un inventaire à l'échelle de n+1, n+3 et n+5 est recommandé. Il prendrait en compte le suivi de l'ensemble des compartiments (flore, mammifères, avifaune, reptiles, piscicole, amphibiens et insectes).



5.2.7. Tableau récapitulatif des impacts du projet sur les espèces et des mesures d'atténuation

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des impacts du projet et des mesures d'atténuation

Catégories espèces faunistiques	Espèces concernées	Habitats concernés	Surface impactée (ha)	Corridor écologique	Type de travaux	Nature (Temporaire/permanente)	Impact (Nul à fort)	Mesures d'évitement		Mesures de suivi	Mesures de réduction	Impact résiduel
Avifaune milieux humides	Chevalier guignette, Harle bièvre, Martin-pêcheur	C2/C3.62	0,97	Oui	Curage	Temporaire	Fort	ME1 : Réalisation des travaux en dehors des périodes sensibles	x	MS1/2 : Suivi environnemental pendant et après travaux	MR1 : Mise en place de nichoirs pour le Martin-pêcheur	Nul
Avifaune milieux ouverts	Bruant jaune, Buse variable, Pie grièche écorcheur, Serin cini, Chardonneret élégant	E2.61	0,15	Oui	Défrichage et terrassement	Permanent	Faible à négligeable		x		MR2 : Mise en place de nichoirs pour l'avifaune	Nul
Avifaune milieux arborés	Gobemouche gris	F3.11/F9.35/G1.112	1,06	Non	Défrichage et terrassement	Permanent	Faible à négligeable		x		MR2 : Mise en place de nichoirs pour l'avifaune	Nul
Avifaune milieux anthropiques	Hirondelle des fenêtres, Hirondelle rustique, Moineau domestique	J3.2/J6.1	0,1	Non	Terrassement	Permanent	Nul		x		x	Nul



Mammifères	Castor d'Europe	C2	0,79	Oui	Curage	Temporaire	Moyen	ME2 : Evitement des huttes potentielles du Castor d'Europe	x	Nul
Chiroptères	Murin de Daubenton, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Sérotine commune	C2/J3.2/J6.1	0,89	Partiellement	Curage et terrassement	Temporaire et permanent	Nul	x	MR3 : Mise en place de nichoirs à chiroptères	Nul
Amphibiens	Grenouille rousse, Grenouille commune	C1/J3.2	0,04	Non	Terrassement	Permanent	Faible à négligeable	x	x	Nul
Reptiles	x	x	x	x	x	x	Nul	x	x	Nul
Insectes	Lucane cerf-volant	G1.112	0,89	Non	Défrichage et terrassement	Permanent	Faible à négligeable	ME3 : Maintien des arbres favorables au Lucane cerf-volant	x	Nul
Flore	x	x	x	x	x	x	Nul	x	x	Nul



6. ANNEXE

Relevés floristiques (HYDRETTUES, 2016)







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

Agence Alpes du Nord

Alpesspaces

50, Voie Albert Einstein

73 118 FRANCIN

Tél : 04.79.96.14.57

Fax : 04.70.33.01.63

contact-savoie@hydretudes.com

Agence Alpes du Sud

Bât 2 – Résidence du Forest d'entraîs

25, rue du Forest d'entraîs

05 000 GAP

Tél : 04.92.21.97.26

Fax : 04.92.21.87.83

contact-gap@hydretudes.com

Agence Dauphiné-Provence

9, rue Praneuf

26 100 ROMANS SUR ISERE

Tél : 04.75.45.30.57.

Fax : 04.75.45.30.57

contact-romans@hydretudes.com

Agence Grand Sud-Pyrénées

Immeuble Sud América

20, bd. de Thibaud

31 100 TOULOUSE

Tél : 05.62.14.07.43

Fax : 05.62.14.08.95

contact-toulouse@hydretudes.com

Agence Océan Indien

« Les Kréolis »

8-10, rue Axel Dorseuil

97 410 SAINT PIERRE

Tél : 02.62.96.82.45

Fax : 02.62.32.69.05

contact-reunion@hydretudes.com

Date Obs	Station	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Coeff A/D	Protection				LR flora vasculaire Rhône-Alpes	Enjeux de conservation		
					Convention de Washington	Convention de Berne	Directive Habitats	Protection nationale			Protection Rhône-Alpes	
19/05/2016 SD	1 Friche, décharge côté mare	<i>Buddleia davidii</i>	Arbres aux papillons	2	X	X	X	X	NA	FAIBLE		
		<i>Salix alba</i>	Saule blanc	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Populus alba</i>	Peuplier blanc	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux acacia	2	X	X	X	X	NA	FAIBLE		
		<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or	3	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Dipsacus fullonum</i>	Cabaret des oiseaux	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	1	X	X	X	X	NA	FAIBLE		
		<i>Rubus sp.</i>	Rubus sp.	2	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Trifolium sp.</i>	Trèfle sp.	+	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Saponaria ocymoides</i>	Saponaire faux-basilic	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Clematis vitalba</i>	Clématite vigne blanche	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Galium sp.</i>	Gailllet sp.	3	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Geranium dissectum</i>	Geranium découpé	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Sanchus asper</i>	Laiteron rude	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE				
19/05/2016 SD	1 mare	<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	2	X	X	X	X	NA	FAIBLE		
		<i>Salix alba</i>	Saule blanc	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Phragmites australis</i>	Phragmite	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Carex pendula</i>	Laiche pendante	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Rubus sp.</i>	Rubus sp.	3	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Galium sp.</i>	Gailllet sp.	1	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Ajuga reptans</i>	Bugle rampant	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Carex sp.</i>	Carex sp.	1	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Sanguisorba minor</i>	Petite pimprenelle	1	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Galium aparine</i>	Gailllet grateron	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		19/05/2016 SD	1 ripisylve côté prairie de fauche	<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	2	X	X	X	X	NA	FAIBLE
				<i>Polygonatum verticillatum</i>	Sceau de Salomon verticillé	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE
				<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE
				<i>Humulus lupulus</i>	Houblon	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE
<i>Galium aparine</i>	Gailllet grateron			1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne			1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun			1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir			2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Acer campestre</i>	Érable champêtre			1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Hedera helix</i>	Lierre grimpant			2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Rubus sp.</i>	Rubus sp.			X	X	X	X	X	X	FAIBLE		
<i>Equisetum sp.</i>	Prêle sp.			X	X	X	X	X	X	FAIBLE		
<i>Vicia sp.</i>	Vicia sp.			X	X	X	X	X	X	FAIBLE		
<i>Geranium rotundifolium</i>	Geranium à feuilles rondes			X	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin			X	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage			X	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Clematis vitalba</i>	Clématite vigne blanche			X	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Corylus avellana</i>	Noisetier			1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Allium ursinum</i>	Ail des ours			2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Lamium galeobdolon</i>	Lamier jaune			X	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Lonicera xylosteum</i>	Camérisier			3	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
20/05/2016 SD	2 une partie anciennement labourée, une partie délimitée (enclos ?)			<i>Knautia arvensis</i>	Knautie des champs	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE
				<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux acacia	+	X	X	X	X	NA	FAIBLE		
		<i>Sanchus asper</i>	Laiteron rude	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Briza media</i>	Brize intermédiaire	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Sanguisorba minor</i>	Petite pimprenelle	1	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Ranunculus sp.</i>	Renoncule sp.	1	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Vicia sp.</i>	Vicia sp.	1	X	X	X	X	X	FAIBLE		
		<i>Geranium dissectum</i>	Geranium découpé	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Plantago major</i>	Plantain majeur	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Galium verum</i>	Gailllet jaune	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Ajuga reptans</i>	Bugle rampant	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Orchis simia</i>	Orchis singe	1	Annexe B	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Neotinea ustulata</i>	Orchis brûlé	1	Annexe B	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Silene vulgaris</i>	Silène enfé	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Euphorbia cyparissias</i>	Euphorbe petit-cyrès	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Bellis perennis</i>	Pâquerette	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Salvia pratensis</i>	Sauge des prés	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
<i>Onobrychis vicifolia</i>	Sainfoin	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE				
20/05/2016 SD	3	<i>Juglans regia</i>	Noyer commun	+	X	X	X	X	NA	FAIBLE		
		<i>Quercus robur</i>	Chêne pédonculé	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Hedera helix</i>	Lierre grimpant	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Euonymus europaeus</i>	Fusain d'Europe	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Galium aparine</i>	Gailllet grateron	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Lonicera xylosteum</i>	Camérisier	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Acer campestre</i>	Érable champêtre	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Corylus avellana</i>	Noisetier	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Picea abies</i>	Épicéa	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Vinca minor</i>	Petite pervenche	3	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Viburnum lantana</i>	Viorne lantane	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Pinus sylvestris</i>	Pin sylvestre	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Coronilla emerus</i>	Coronille arbrisseau	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux acacia	2	X	X	X	X	NA	FAIBLE		
20/05/2016 SD	4 boisement avec petit affluent	<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or	+	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Lamium galeobdolon</i>	Lamier jaune	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Lonicera xylosteum</i>	Camérisier	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Acer campestre</i>	Érable champêtre	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Corylus avellana</i>	Noisetier	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Quercus robur</i>	Chêne pédonculé	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Glechoma hederacea</i>	Lierre terrestre	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Arum maculatum</i>	Gouet tacheté	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Paris quadrifolia</i>	Parisette à 4 feuilles	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Vinca minor</i>	Petite pervenche	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Viburnum lantana</i>	Viorne lantane	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Hedera helix</i>	Lierre grimpant	2	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Picea abies</i>	Épicéa	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Pinus sylvestris</i>	Pin sylvestre	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Euphorbia dulcis</i>	Euphorbe douce	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Clematis vitalba</i>	Clématite vigne blanche	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Ligustrum vulgare</i>	Troène	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Alnus incana</i>	Aulne blanchâtre	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		<i>Polygonatum verticillatum</i>	Sceau de Salomon verticillé	1	X	X	X	X	LC	FAIBLE		
		20/05/2016 SD	boisement côté carrière	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux acacia	X	X	X	X	NA	FAIBLE	
				<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	X	X	X	X	NA	FAIBLE	
				<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	X	X	X	X	NA	FAIBLE	
		après talus côté Usse		<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	X	X	X	X	LC	FAIBLE	
				<i>Salix alba</i>	Saule blanc	X	X	X	X	LC	FAIBLE	
				<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin	X	X	X	X	LC	FAIBLE	

		<i>Viburnum lantana</i>	Viorne lantane		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Acer campestre</i>	Érable champêtre		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Equisetum sp.</i>	Prêle sp.		X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Geum urbanum</i>	Benoîte commune		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Veronica beccabunga</i>	Véronique des ruisseaux		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Allium ursinum</i>	Ail des ours		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Aegopodium podagraria</i>	Herbe aux goutteux		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
20/05/2016	5	<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD		<i>Humulus lupulus</i>	Houblon	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
	Côté les usses	<i>Euphorbia cyparissias</i>	Euphorbe petit-cyprès	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Geranium rotundifolium</i>	Géranium à feuilles rondes	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	3	X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
		<i>Salix alba</i>	Saule blanc	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Corylus avellana</i>	Noisetier	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Rubus fruticosus</i>	Ronce commune	2	X	X	X	X	X	DD	FAIBLE
		<i>Dipsacus fullonum</i>	Cabaret des oiseaux	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Trifolium sp.</i>	Trèfle sp.	+	X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Geranium dissectum</i>	Géranium découpé	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Acer campestre</i>	Érable champêtre	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Vicia sp.</i>	Vicia sp.	1	X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Galium sp.</i>	Gaillet sp.	1	X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Vinca major</i>	Grande pervenche	1	X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
		<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
20/05/2016	6	<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon	4	X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
SD		<i>Veronica hederifolia</i>	Véronique à feuilles de lierre	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Salix alba</i>	Saule blanc	3	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Galium aparine</i>	Gaillet grateron	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Lamium galeobdolon</i>	Lamier jaune	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Aegopodium podagraria</i>	Herbe aux goutteux	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
20/05/2016	7	<i>Solidago virgaurea</i>	Solidage verge d'or	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD		<i>Rubus fruticosus</i>	Ronce commune	2	X	X	X	X	X	DD	FAIBLE
	côté route	<i>Acer campestre</i>	Érable champêtre	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Lonicera xylosteum</i>	Camérisier	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne commun	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Euphorbia cyparissias</i>	Euphorbe petit-cyprès	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Aegopodium podagraria</i>	Herbe aux goutteux	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine monogyne	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux acacia	1	X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
		<i>Corylus avellana</i>	Noisetier	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Ligustrum vulgare</i>	Troène	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Urtica dioica</i>	Ortie dioïque	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Acer platanoides</i>	Érable plane	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Vicia sp.</i>	Vicia sp.	1	X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Galium sp.</i>	Gaillet sp.	1	X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Geranium robertianum</i>	Herbe à Robert	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Lamium galeobdolon</i>	Lamier jaune	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Glechoma hederacea</i>	Lierre terrestre	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Quercus robur</i>	Chêne pédonculé	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Viburnum lantana</i>	Viorne lantane	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Vinca minor</i>	Petite pervenche	3	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Alliaria petiolata</i>	Alliaire	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Phyteuma nigrum</i>	Raiponce noire	+	X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Myosotis decumbens</i>	Myosotis retombant	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Asplenium trichomanes</i>	Capillaire des murailles	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Alnus incana</i>	Aulne blanchâtre	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Clematis vitalba</i>	Clématite vigne blanche	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Polygonatum verticillatum</i>	Sceau de Salomon verticillé	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Arum maculatum</i>	Gouet tacheté	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Viola reichenbachiana</i>	Violettes des bois	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Dryopteris filix-mas</i>	Fougère mâle	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
19/07/2016	3-compléments	<i>Origanum vulgare</i>	Origan	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD/MB		<i>Campanula patula</i>	Campanule étoilée		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
19/07/2016	1-compléments	<i>Heracleum sphondylium</i>	Berce commune	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD/MB		<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle commune	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Vicia cracca</i>	Vesce cracca	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis perforé	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Convolvulus arvensis</i>	Liseron des champs	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Acer pseudoplatanus</i>	Erable sycomore	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Prunus avium</i>	Merisier	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Saponaria officinalis</i>	Saponaire officinale	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Phleum sp.</i>	Phleum sp.	1	X	X	X	X	X	X	FAIBLE
		<i>Conyza canadensis</i>	Vergère du Canada	2	X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
		<i>Verbascum thapsus</i>	Molène bouillon-blanc	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Epilobium tetragonum</i>	Epilobe à tige carrée	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier corniculé	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Salix viminalis</i>	Osier blanc	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
19/07/2016	7-compléments côté	<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis perforé		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD/MB	route	<i>Conyza canadensis</i>	Vergère du Canada		X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
		<i>Origanum vulgare</i>	Origan		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Prunella vulgaris</i>	Brunelle commune		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Saponaria officinalis</i>	Saponaire officinale		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Heracleum sphondylium</i>	Berce commune		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Dipsacus fullonum</i>	Cabaret des oiseaux		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Reynoutria japonica</i>	Renouée du Japon		X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
19/07/2016	7-compléments côté	<i>Coronilla varia</i>	Coronille changeante		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD/MB	boisement										
18/07/2017	08-ZH1	<i>Alnus glutinosa</i>	Aulne glutineux	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD/MB		<i>Salix alba</i>	Saule blanc	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Salix purpurea</i>	Saule pourpre	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
	Zone humide en	<i>Hypericum perforatum</i>	Millepertuis perforé		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
	bordure de la décharge	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinier faux acacia		X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
	- en eau	<i>Lythrum salicaria</i>	Salicaire commune		X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Typha latifolia</i>	Massette à larges feuilles	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Scirpus sylvaticus</i>	Scirpe des bois	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Juncus inflexus</i>	Jonc courbé	2	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Potamot de Berchtold	4	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Lemna minor</i>	Petite lentille d'eau	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Equisetum palustre</i>	Prêle des marais	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Solidago gigantea</i>	Tête d'or	+	X	X	X	X	X	NA	FAIBLE
18/07/2017	08-ZH2	<i>Juncus inflexus</i>	Jonc courbé	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
SD/MB		<i>Salix purpurea</i>	Saule pourpre	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
		<i>Carex nigra</i>	Laiche vulgaire	1	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
	Zone humide en	<i>Juncus articulatus</i>	Jonc à fruits luisants	4	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
	bordure de ZH1 -	<i>Scirpus sylvaticus</i>	Scirpe des bois	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
	temporairement	<i>Verbascum thapsus</i>	Molène bouillon-blanc	+	X	X	X	X	X	LC	FAIBLE
	inondée	<i>Solidago gigantea</i>	Tête d'or	1	X	X	X	X	X	NA	FAIBLE

Commanditaire :

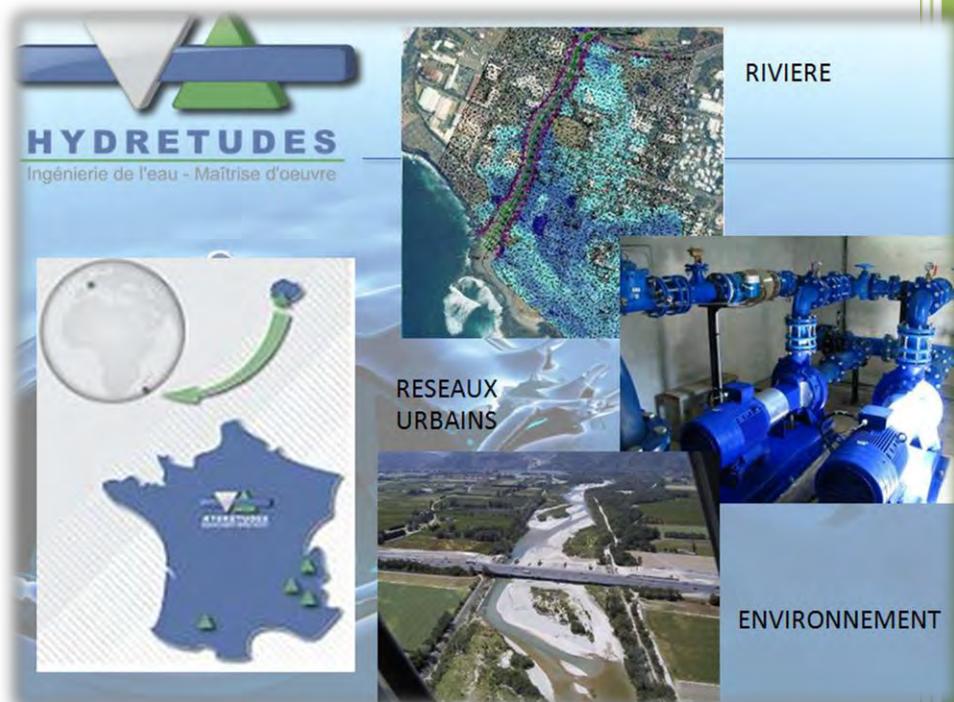
**Syndicat Mixte d'Exécution
du Contrat de Rivière des Usse**

107, route de l'Eglise

74 910 Bassy

Etudes Préliminaires

MOE restauration morphologique du lit des Usse Plaine de Bonlieu Commune de Contamine-Sarzin



ARI 15-131

HYDRETTUDES - Siège d'ARGONAY

25/12/2016

Emetteur **HYDRETTUDES Siège**
815 route de champ Farçon
74 370 ARGONAY
Tél. : 04.50.27.17.26
Fax : 04.50.27.25.64



24 novembre 2012 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Texte 25 sur 138

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

Arrêté du 15 novembre 2012 portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques

IV. – Dignes et petits barrages - études et diagnostics

NUMÉRO D'AGREMENT	DESIGNATION DE L'ENTREPRISE OU DE L'ORGANISME AGREÉ : dignes et barrages - études et diagnostics	AGRÉE JUSQU'AU
1-d	HYDRETTUDES	10 juin 2017

V. – Dignes et petits barrages - études, diagnostics et suivi des travaux

NUMÉRO D'AGREMENT	DESIGNATION DE L'ENTREPRISE OU DE L'ORGANISME AGREÉ : dignes et petits barrages - études, diagnostics et suivi des travaux	AGRÉE JUSQU'AU
1-d	HYDRETTUDES	10 juin 2017

AGREMENT DIGUES ET BARRAGES

Réf affaire ARI_15-31
Titre Maitrise d'œuvre pour la restauration morphologique des Usse – Plaine de Bonlieu
Commune de Contamine-Sarzin - Etude Préliminaire

Auteurs principaux Jean-Manuel DELEUZE
Lionel GUITARD
Yann BUSCAYLET

Indice	Date	Phase	Statut du document	Etabli par	Vérfié par	Approuvé par
01	25/12/2016	Première diffusion	<input type="checkbox"/> Provisoire <input checked="" type="checkbox"/> Définitif	L.GUITARD	J.M.Deleuze	Ph. MARTIN

Chef de projet Lionel Guitard

Intervenant SMECRU : Matthieu Chabanon

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

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	8
2. PRESENTATION DU SITE	9
2.1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE	9
2.2. LES ENJEUX HUMAINS	9
2.1. LES ENJEUX ECOLOGIQUES	10
2.2. LES CONTRAINTES	11
2.2.1. Contrainte naturelle.....	11
2.2.2. Contrainte physique	11
3. ANALYSE HYDROLOGIQUE	12
3.1. OBJET	12
3.2. DEBITS DE POINTE.....	12
3.3. DEBITS JOURNALIERS CLASSES ET MODULE-ETIAGE	12
4. ETAT DES LIEUX ET HYDROMORPHOLOGIE	13
4.1. OBJET.....	13
4.2. UN CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE HÉRITÉ	13
4.2.1. Les évolutions hydro-climatiques	13
4.2.2. Les impacts anthropiques	13
4.2.3. L'incision une tendance « durable »	14
4.3. ANALYSE DIACHRONIQUE	15
4.3.1. Evolution historique.....	15
4.3.2. Evolution historique du secteur d'étude jusqu'en 2011	18
4.3.2.1. Profil en long	18
4.3.2.2. Bandes actives	19
4.3.2.3. Mobilité latérale.....	20
4.3.2.4. Transport sédimentaire et stock alluvial.....	20
4.3.3. Etat des lieux et évolution du secteur entre 2011 et 2016.....	22
4.3.3.1. Profil en long	22
4.3.3.2. Bandes actives	28
4.3.3.3. Stock alluvial en 2016	29
4.4. LES FACIES D'ECOULEMENT	31
4.5. ANALYSE GRANULOMETRIQUE	35
4.5.1. Protocole de prélèvement granulométrique de surface	35
4.5.2. Protocole de traitement des éléments collectés en surface.....	37

4.5.1.	Protocole de prélèvement granulométrique en profondeur	38
4.5.2.	Protocole de traitement des éléments collectés en profondeur	38
4.5.3.	Résultats	39
4.5.3.1.	Granulométrie des échantillons de surface	39
4.5.3.2.	Granulométrie de l'échantillons en profondeur	42
4.6.	ACTIVITE GEODYNAMIQUE DES USSES	44
4.6.1.	Puissance spécifique.....	45
4.6.2.	Érodabilité des berges	47
4.6.3.	Apports solides	51
4.7.	ENJEUX ECOLOGIQUES TERRESTRES	54
4.8.	ELEMENTS DE DIAGNOSTIC	54
5.	DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE	56
5.1.	OBJET.....	56
5.2.	CONSTRUCTION DU MODELE	56
5.2.1.	Topographie	56
5.2.2.	modèle.....	56
5.2.3.	Conditions aux limites.....	57
5.4.	CALAGE DU MODELE	57
5.5.	SIMULATION DE L'ÉTAT ACTUEL	58
5.5.1.	Capacité d'écoulement actuelle	58
5.5.1.	Crue biennale	60
5.5.2.	Crue décennale.....	63
5.5.3.	Crue centennale.....	66
5.5.1.	Bilan des modélisations hydrauliques et de l'approche risque inondation	66
6.	RESTAURATION ECOLOGIQUE DES USSES : PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS.....	69
6.1.	OBJET.....	69
6.1.1.	Bilan de l'état des lieux et diagnostic	69
6.1.2.	Objectif.....	69
6.1.1.	Contraintes et enjeux identifiés	70
6.2.	DESCRIPTION DE L'OPERATION	70
6.2.1.	Reméandrage	71
6.2.2.	Maîtrise des érosions si besoin	72
6.2.3.	Remobilisation des structures alluviales.....	73
6.2.4.	Diversification des habitats aquatiques.....	74
6.2.5.	Gestion de la végétation	76
7.	RESTAURATION ECOLOGIQUE DES USSES : MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	78

7.1. ACCOMPAGNEMENT ET SUIVI DE LA SITUATION HYDROMORPHOLOGIQUE ET HYDRAULIQUE.....	78
7.2. PLAN DE GESTION DE LA VEGETATION.....	78
7.3. GESTION DU TRANSPORT SOLIDE.....	79
7.3.1. Suivi bathymétrique.....	79
7.3.2. Suivi du transfert de la charge solide.....	79
7.3.3. Suivi de l'impact sur le compartiment physique	80
8. NOTE TECHNIQUE.....	86
9. ESTIMATIONS FINANCIERES.....	89
10. ANNEXE – LES TECHNIQUES DE RECHARGE SEDIMENTAIRE.....	90
11. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	94
12. GLOSSAIRE.....	98

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification de WENTWORTH sandrisée.....	38
Tableau 2 : Diamètres caractéristiques selon le lieu de prélèvement.....	42
Tableau 3: Granulométrie des sédiments fins.....	42
Tableau 4 : Typologie géodynamique simplifiée (BIOTEC & MALAVOI, 2007).....	45
Tableau 5: Puissances spécifiques des différents tronçons.....	47
Tableau 6 : Transport solide par charriage sur le secteur d'étude selon l'échantillonnage granulométrique et le tronçon homogène associé	53
Tableau 7: Hydrogrammes de projet.....	57
Tableau 8: Caractéristiques principales des débordements sur le secteur d'étude.....	59
Tableau 9 : Impact des particules de colmatage selon leur taille.....	81
Tableau 10 : Degré de colmatage (ARCHAMBAUD et al., 2005).....	82
Tableau 11 : Degré de cohésion du substrat du lit.....	83
Tableau 12 : Matériel nécessaire pour réaliser des sticks hypoxiques.....	84
Tableau 13: Synthèse multicritère du projet de restauration proposé.....	88
Tableau 14 : Synthèse des principaux volumes pour chaque opération projetée.....	89

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Localisation du secteur d'étude (géoportail).....	9
Figure 2 : Localisation du secteur d'étude. La flèche bleue indique le sens d'écoulement des Usses.....	10
Figure 3 : Extrait la carte des aléas naturels de la commune de Contamine-Sarzin au 1/10 000 ^e niveau du secteur d'étude (source : Services de l'État).....	11

Figure 4 : Courbe des débits classés des Usse au pont des Douatte, diagnostic géomorphologique, 2011	12
Figure 5: Carte d'État -Major du secteur d'étude (levée entre 1820 et 1866, géoportail)	15
Figure 6: Photographie prise en 1909 en amont du pont de Contamine Sarzin	16
Figure 7: Photos aérienne historique du secteur d'étude (années 1935 à 2000), zone de projet localisée en rouge, donnée Géoportail	16
Figure 8: Photographie aérienne de la confluence avec les petite Usse, mars 2015, Google Earth	17
Figure 9: Photo aérienne de la confluence avec les petite Usse, juin-juillet 2015, source: IGN - RGD 73-74	17
Figure 8: Evolution du profil en long entre 1998 et 2010 - étude hydromorphologique DH / HYDRETTUDES 2011	18
Figure 10: Evolutions des bande active de 1964 à 2008	19
Figure 11: Répartition et caractéristique des accumulations, Dynamique Hydro-HYDRETTUDES, 2011	21
Figure 12: Hydrologie des Grande Usse au cours des 5 dernière année 2011-2016	23
Figure 13: Hydrologie des Grande Usse au cours des année 2000-2008	24
Figure 14: Photographie de signe d'incision du cours d'eau	26
Figure 15: Photographie du lit au pont de Sarzin et de l'incision du cours d'eau	26
Figure 16: Evolution du profil en long des Usse entre 2011 et 2016	27
Figure 17: Evolutions de la bande active de 2008 à 2016	28
Figure 18: Espace de mobilité des Usse en amont du pont des Douatte, étude hydromorphologique, 2011	28
Figure 19: Stades d'évolution fluvio-sylvigénétique selon HYDRETTUDES	29
Figure 20: Localisation et volume des structure alluvionnaire en 2016	30
<i>Figure 21: Résultats IBGN - étude piscicole ASCONIT 2012</i>	<i>32</i>
Figure 22: Typologie des faciès d'écoulement selon Malavoi & Souchon, 2002	33
Figure 23: Faciès d'écoulement sur le secteur d'étude	34
Figure 24 : Localisation des prélèvement granulométrique (géoportail)	35
Figure 25 : Photographie subaquatique pour chacun des échantillon granulométrique avec mire photographique de 50 cm	37
Figure 26: Les 3 dimension d'un grain	37
Figure 27 : Courbe granulométrique selon le lieu de prélèvement et projetée sur la classification de Wentworth sandrisée	39
Figure 28 : Analyse statistique sous forme de boxplot selon le lieu de prélèvement projeté sur la classification de Wentworth sandrisée	41
Figure 29: Caractéristique principale des granulométrie	43
Figure 30 : Représentation du principe d'équilibre d'après LANE (1955) et BORLAND (1960)	44
Figure 31 : Postulat de l'activité géodynamique (BIOTEC & MALAVOI, 2007)	45

Figure 32: Seuils de puissance spécifiques, Malavoi, 2007.....	46
Figure 33 : Photographies de référence pour l'évaluation du degré d'érodabilité des berges (MALAVOI & BRAVARD, 2010)	48
Figure 34 : Planche photographique des berges des Usse s sur l'ensemble du secteur d'étude , présentées de l'amont vers l'aval. La flèche rouge indique le sens de l'écoulement.	50
Figure 35: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie amont	58
Figure 36: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie intermédiaire	59
Figure 37: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie aval .	59
Figure 38 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe biennal Q2	61
Figure 39 : Cartographie des vitesses maximales d'écoulement dans l'état actuel pour le débit de pointe biennal Q2	62
Figure 40 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe décennal Q10	64
Figure 41 : Cartographie des vitesses maximales d'écoulement dans l'état actuel pour le débit de pointe décennal Q10.....	65
Figure 42 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe centennal Q100	67
Figure 43 : Cartographie des vitesses maximales d'écoulement dans l'état actuel pour le débit de pointe centennal Q100	68
Figure 44: lits de plants et plançons sur berge de l'Oignin à Brion.....	73
Figure 45: Tronçon sub-rectiligne et homogène sur la partie aval des Usse s	74
Figure 46: Méandre au niveau à l'aval de la confluence avec les petites Usse s	74
Figure 47: Diversification du lit mineur (épis, blocs et souches en pied de berge) sur le Lange à Martignat (01)	75
Figure 48: Diversification du lit mineur (demi-seuil) sur le Guiers Vif aux Echelles (73)	75
Figure 49: Colonisation des berges par la Renouée du Japon, rive gauche en amont pont de Sarzin.....	76
Figure 50: Immersion des pieds de Renouées lors d'un chantier de restauration écologique sur le Lange (01).....	76
Figure 51 : Scénario proposé pour la restauration des Usse s au niveau de la plaine de Contamine-Sarzin	77
Figure 52 : Pit-tag de 23 et 19 mm (a), petite (b) et grande (c) antennes de recherche	80
Figure 53 : Stick hypoxique après incubation. La partie inférieure grisée est en hypoxie.	83
Figure 54 : Matériel nécessaire pour la mesure de la conductivité hydraulique (a), schéma d'un mini-piézomètre (b) et exemple de positionnement des points de mesure (c) (DATRY, 2010)	84

1. PREAMBULE

Le Syndicat Mixte d'Exécution du Contrat de Rivière des Usses (SMECRU) a pour compétence la gestion des milieux aquatiques sur le bassin versant des Usses, en Haute-Savoie. Le SMECRU anime le contrat de rivière des Usses depuis 2014. Ce document, axé sur la gestion des ressources en eau et la qualité des milieux aquatiques, porte sur un bassin versant de 310 km² comprenant 41 communes et 33 000 habitants. Dans le cadre de l'élaboration de ce contrat de rivière, plusieurs diagnostics ont été réalisés afin d'établir un état des lieux du bassin versant.

Le volet B du programme d'actions du **contrat de rivière met en avant l'enjeu de la gestion et de la préservation de la ressource en eau et des milieux aquatiques** (sous-volet B1 : « *réhabiliter et préserver la qualité physique et écologique des milieux aquatiques et de la trame bleue* »). En effet, la restauration et la préservation du bon état des milieux aquatiques étant **l'une des orientations principales du contrat de rivière des Usses, il s'agit de redonner au cours d'eau une dynamique fluviale la plus naturelle possible et de restaurer écologiquement les tronçons de cours d'eau impactés.**

Dans le cadre du diagnostic de qualité des milieux aquatiques, le SMECRU a réalisé un diagnostic hydro-géomorphologique (Dynamique Hydro-HYDRETTUDES, 2011). Ces données ont **permis de comprendre le fonctionnement global des processus physiques et d'établir un bilan morphologique** sur l'ensemble du bassin versant. Celui-ci a défini et caractérisé différents tronçons et leurs dysfonctionnements (rétrécissement de la bande active, chenalisation des écoulements, incision, végétalisation de la bande active...).

Pour répondre à ces derniers tout en tenant compte des usages et des enjeux présents, il en a découlé un plan de gestion des matériaux solides (2013) qui propose plusieurs actions pour maintenir et restaurer une dynamique fluviale équilibrée: la gestion des bandes actives, **la gestion des embâcles, la réalisation du plan de gestion des sédiments, et l'objet de la présente étude** : la restauration écologique des Usses au niveau de Contamine-Sarzin.

Ce secteur, historiquement mobile, est en voie de chenalisation. Il est l'un des seuls pouvant actuellement être restauré compte tenu des enjeux présents à l'aval et de l'espace disponible (limite latérale fréquente par les aménagements et la topographie). Son linéaire reste toutefois 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.

C'est donc dans ce contexte que le SMECRU a lancé et confié à HYDRETTUDES la mission de maîtrise d'œuvre pour la restauration écologique des Usses au niveau de Contamine-Sarzin. Le présent rapport constitue la phase d'études préliminaires **de cette mission et s'articule de la manière suivante** :

- **Présentation du site d'étude ;**
- Analyse hydrologique ;
- Diagnostic hydro-morphologique ;
- Diagnostic hydraulique ;
- Description du projet de restauration des Usses et son impact ;
- Adéquation de l'estimation des travaux avec l'enveloppe financière prévisionnelle.

Remarque: Afin de faciliter la compréhension du texte et de permettre au lecteur de bien **appréhender les notions spécifiques de l'hydromorphologie, un glossaire** en fin de rapport explique les termes techniques. **Enfin, le texte de restitution de l'étude est conforté par des références bibliographiques permettant d'étayer notre propos.**

2. PRESENTATION DU SITE

2.1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE

Le site d'étude se trouve dans la commune de Contamine-Sarzin, dans la vallée des Ussets, en Haute-Savoie (74). La commune est située au Sud-Ouest du massif du Vuache, au Sud-Est du bassin genevois et au Nord-Ouest de l'agglomération annecienne. La rivière des Ussets s'écoule d'Est en Ouest jusqu'à sa confluence avec le Rhône à Seyssel. 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 Ussets avec les petites Ussets à l'amont, jusqu'au pont de Contamine-Sarzin à l'aval.

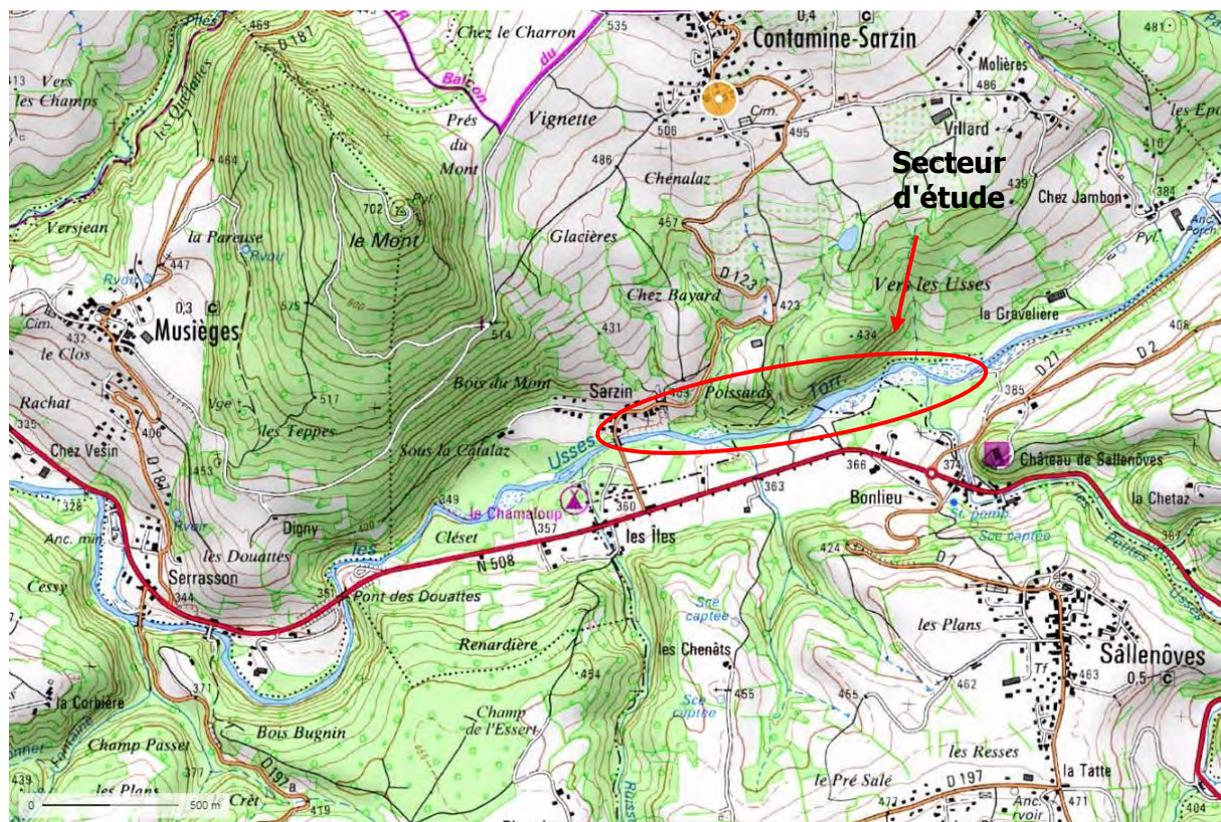


Figure 1: Localisation du secteur d'étude (géoportail)

2.2. LES ENJEUX HUMAINS

La zone d'étude ne présente pas, en première approche, d'enjeux majeurs, si ce n'est les habitations en rive droite à l'aval (hameau de Sarzin). Ce secteur résidentiel au niveau du pont de Contamine-Sarzin est perché topographiquement par rapport au lit des Ussets et ne présente donc pas *a priori* de risque particulier d'inondation. Il peut par contre éventuellement être sujet à des sapements de pied de versant et d'instabilité résultant.

Les enjeux complémentaires suivants sont toutefois identifiés :

- En rive gauche :
 - une Zone ISDI: Installations de Stockage de Déchets Inertes (entreprise BESSON)
 - le Bâti à l'aval de l'ISDI
 - un petit étang

- o des parcelles agricoles
 - o une "carrière" très artisanale" et de dimension réduite
 - o 3 habitations de 120m à 200ml en amont du pont
- En rive droite :
- o Une zone de terrassement située en face de la carrière

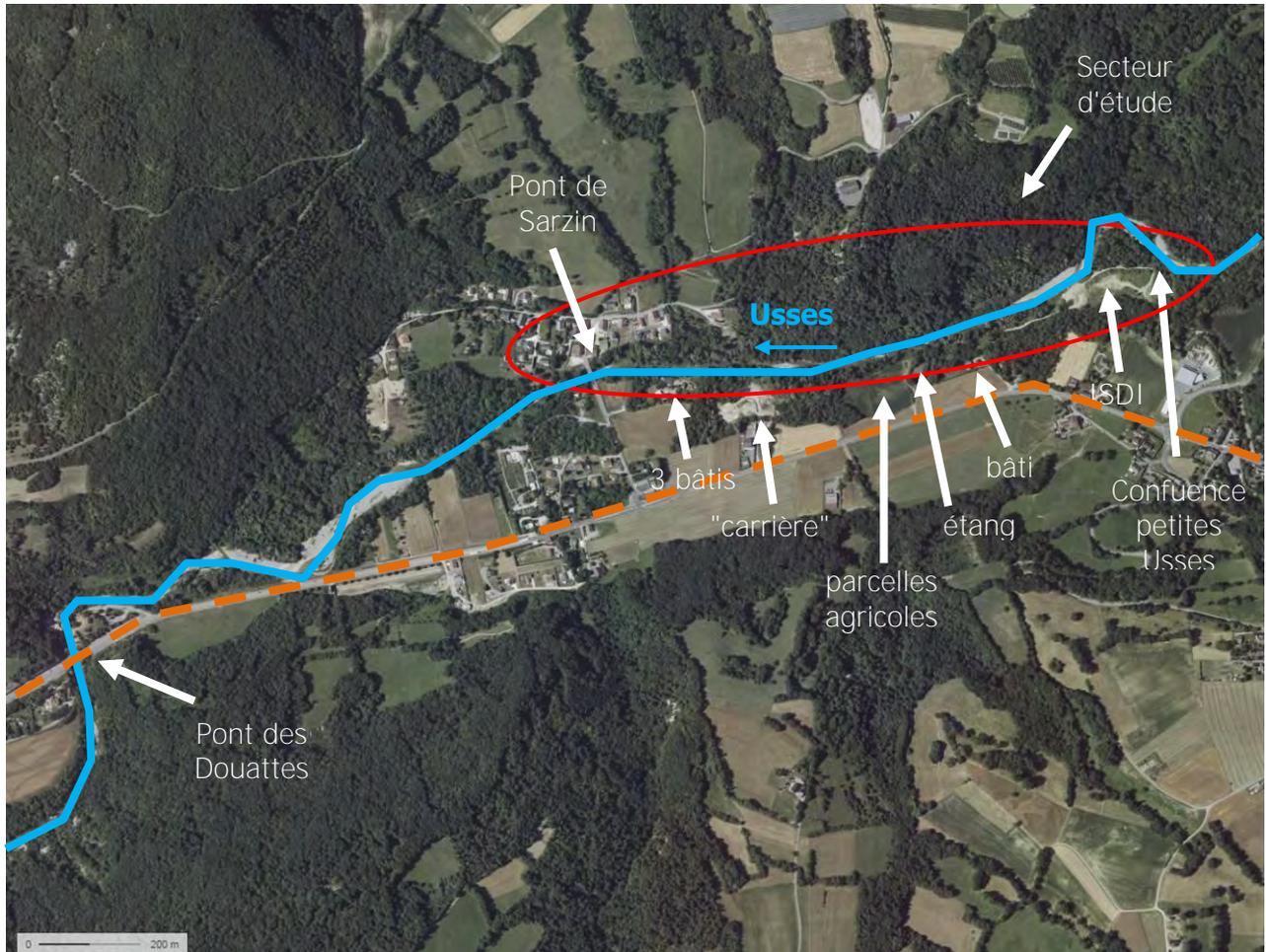


Figure 2 : Localisation du secteur d'étude. La flèche bleue indique le sens d'écoulement des Usses.

2.1. LES ENJEUX ECOLOGIQUES

Les enjeux écologiques associés au cours d'eau des Usses reposent sur la restauration morphologique de ce dernier, compte tenu du postulat avéré que le compartiment physique régit le compartiment biologique.

La biodiversité associée à la restauration morphologique des Usses concerne aussi bien la faune aquatique (cf. substrats plus diversifié, zone 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 héliophytes plutôt que de bois durs ou vieillissant).

Pour apprécier de cet enjeu écologique, des inventaires faune (terrestre) et flore ont été réalisés au cours d'un cycle biologique complet. Le détail de ces investigations est joint en Annexe au présent rapport.

3. ANALYSE HYDROLOGIQUE

3.1. OBJET

L'analyse hydrologique vise à définir les débits de pointe pour des périodes de retour de 2 (Q_2), 10 (Q_{10}) et 100 ans (Q_{100}), ainsi que les débits journaliers classés qui seront nécessaires lors des diagnostics hydro-morphologiques et hydrauliques présentés aux chapitres suivants.

3.2. DEBITS DE POINTE

Les données hydrologiques concernant les débits de pointe des Ussets de période de retour $T=2$, 10 et 100 ans sont issues du diagnostic hydro-géomorphologique des cours d'eau du bassin versant des Ussets réalisé par Dynamique Hydro et HYDRETTUDES en 2011. Ces valeurs sont issues des données des stations hydrométriques du Pont des Douattes (commune de Musiège, gestionnaire DREAL, BV: 182 km²) et de Pont Rouge (à l'aval de la commune de Mons, gestionnaire CNR, 271 km²). Cette étude fournit les débits de pointe des Ussets au droit du pont des Douattes qui se situe à 1,4 kilomètres environ **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 : $Q_{100} = 247 \text{ m}^3/\text{s}$**

Cette station intègre l'apport latéral du ruisseau de Chamaloup, en rive gauche, 150 m à l'aval de la zone de projet. Toutefois, compte tenu des faibles apports de ce ruisseau et du bassin versant intermédiaire entre cette station hydrométrique et le secteur d'étude, ces débits de pointe estimés au pont des Douattes sont retenus **pour le secteur d'étude**.

3.3. DEBITS JOURNALIERS CLASSES ET MODULE-ETIAGE

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 diagnostic hydro-morphologique de 2011. Les débits journaliers classés des Ussets au Pont des Douattes (commune de Musiège) **retenu pour la suite de l'étude** sont présentés sur la figure suivante.

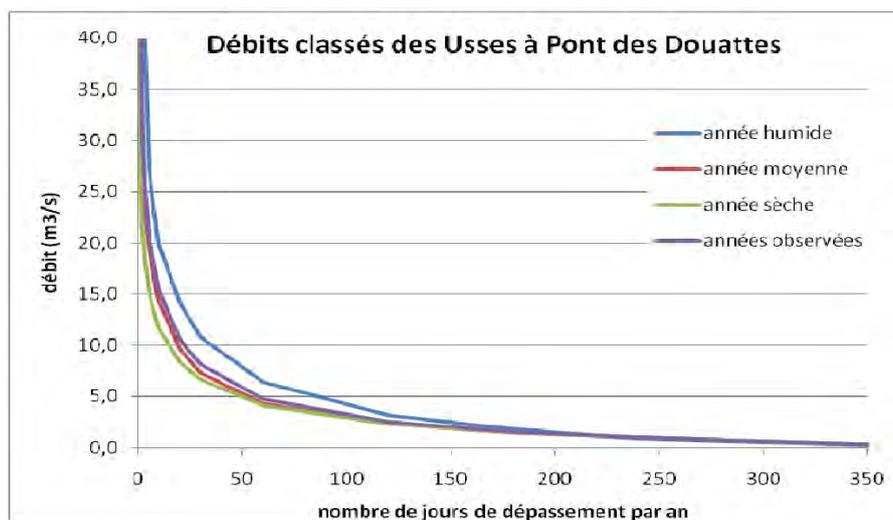


Figure 4 : Courbe des débits classés des Ussets au pont des Douattes, diagnostic géomorphologique, 2011

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

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

4. ETAT DES LIEUX ET HYDROMORPHOLOGIE

4.1. OBJET

Ce chapitre vise à présenter une synthèse de **l'ensemble des éléments d'hydro-morphologie afin d'acquérir une meilleure connaissance** de la morphologie des Ussets sur ce secteur **d'étude** et de son fonctionnement dynamique.

Les données présentées sont issues des investigations réalisées dans le cadre de la présente étude et des éléments issus du diagnostic hydromorphologique, réalisé en 2011 par Dynamique Hydro et HYDRETTUES dans le cadre de l'élaboration du contrat de rivière des Ussets. D'après la sectorisation morphologique effectuée lors de cette étude, **le secteur d'étude se situe** dans le tronçon n°5 comprenant le linéaire de 3 750 m réparti entre les hameaux de Serrasson (commune de Musiège) et Gravelière (commune de Contamine-Sarzin).

Il convient de noter que l'ensemble des cours d'eau français présentent un contexte hydro-morphologique hérité particulier, lié à des modifications hydro-climatiques et anthropiques. C'est bien sûr le cas des Ussets. C'est pourquoi les grands principes de cet héritage géomorphologique valables pratiquement pour tous les cours d'eau français seront tout d'abord rappelés.

4.2. UN CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE HÉRITÉ

Pour comprendre et éventuellement essayer d'accompagner le fonctionnement et l'évolution dynamiques d'un cours d'eau, il est nécessaire de connaître son passé. Ce passé explique et conditionne en grande partie le fonctionnement actuel et l'évolution dynamique future.

Le fonctionnement dynamique actuel d'un cours d'eau est un fonctionnement hérité, intimement lié à son passé lointain et récent. Il est donc impératif de placer la présente étude dans l'héritage de ce passé (contexte hydro-géomorphologique).

4.2.1. LES EVOLUTIONS HYDRO-CLIMATIQUES

L'évolution dynamique des cours d'eau s'est façonnée depuis la fin de la dernière glaciation (-12 000 ans). Les aléas hydro-climatiques depuis cette époque ont contrôlé l'évolution dynamique des bassins versants. Les cours d'eau ont alors ré-entailé et remanié les matériaux fluvio-glaciaires issus des quatre périodes glaciaires du Quaternaire (entre -600 000 ans et -12 000 ans), lors desquelles les cours d'eau étaient plus puissants (MALAVOI, GARNIER, LANDON, RECKING & BARAN, 2011).

Plus récemment, entre 1350 et 1850, le Petit Âge Glaciaire (PAG) **s'est caractérisé par des épisodes hydro-climatiques violents et récurrents (LE ROY LADURIE, 1967). A cette époque, les cours d'eau disposaient d'une charge de fond abondante. La fin du Petit Âge Glaciaire a conduit à un tarissement de la charge de fond et souvent à une incision des lits fluviaux (MALAVOI, GARNIER, LANDON, RECKING & BARAN, 2011).**

4.2.2. LES IMPACTS ANTHROPIQUES

Les modifications liées à l'évolution hydro-climatique post-PAG ne sont pas les seuls éléments responsables de l'incision des cours d'eau. L'impact de certaines activités anthropiques contribuent également à limiter la charge sédimentaire et sont donc également importantes comme facteurs favorisant l'incision des lits fluviaux. Elles ont ainsi contribué à amplifier le tarissement sédimentaire post-PAG. Les principales modifications anthropiques susceptibles de générer une incision des lits fluviaux sont indiquées succinctement ci-après.

Les *reboisements des parties hautes des bassins versants*, initiés généralement par les services de Restauration des Terrains en Montagne (RTM) à partir des années 1860, ont contribué à limiter les apports de charge grossière par stabilisation des versants (BRAVARD, 1994 ; BRAVARD, 2001 ; MALAVOI, GARNIER, LANDON, RECKING & BARAN, 2011).

La *déprise rurale* (ou agro-pastorale) en zone de montagne a permis la recolonisation des **estives par la forêt, limitant l'érosion et la recharge sédimentaire des têtes de bassin** versant (MALAVOI, GARNIER, LANDON, RECKING & BARAN, 2011). Cette situation a commencé à partir du milieu du XIX^{ème} siècle, à cause de la limitation, voire la disparition, du pâturage liée à la conjoncture économique.

Les *ouvrages transversaux* (seuils obstruant le lit mineur et barrages obstruant un fond de vallée) limitent également la fourniture sédimentaire, voire la bloquent totalement. Le **piégeage de la charge de fond continue jusqu'au remplissage de l'ouvrage transversal et une certaine transparence au transport solide. Mais le profil en long s'en trouve durablement** modifié (pente) et le transit sédimentaire reste donc altéré. Le déficit aval en matériaux conduit à une incision du lit.

L'endiguement généralisé, dont l'objectif était de contrôler la divagation des cours d'eau, a fortement diminué les possibilités de recharge sédimentaire par érosion latérale au profit de **l'érosion verticale** (PEIRY, SALVADOR & NOUGUIER, 1994). Certains cours d'eau ont vu une partie de leur lit endigué sur plusieurs dizaines de kilomètres.

Les *extractions de matériaux alluvionnaires en lit mineur* ont commencé à partir du milieu du XX^{ème} siècle (BRAVARD & MALAVOI, 2000). Ces matériaux étaient notamment extraits pour **la construction et ont généré une incision de certains cours d'eau** pouvant dépasser les dix mètres : **12 mètres sur l'Arve et 14 mètres sur le Fier**, avec des tronçons affectés considérables : **80 km sur l'Isère, 50 km sur l'Arve** (PEIRY, SALVADOR & NOUGUIER, 1994).

Les *curages* sont effectués pour améliorer l'écoulement des eaux ou limiter l'érosion que certains bancs peuvent engendrer sur les berges, en retirant du lit les dépôts sédimentaires. Ces méthodes mal employées peuvent altérer durablement le transport solide et favoriser également l'incision du lit. *A contrario*, leur emploi dans le cadre d'une gestion sédimentaire basée sur une connaissance des phénomènes de transport solide peut être pertinent sur certains cours d'eau, notamment après des crues morphogènes.

4.2.3. L'INCISION UNE TENDANCE « DURABLE »

Cette dégradation du fonctionnement dynamique est, la plupart du temps, irréversible naturellement à court, voire à moyen, terme (BRAVARD, 1994). **C'est donc une évolution dynamique durable.** En effet, la balance de Lane est bloquée durablement en position déséquilibrée, le blocage se renforçant au fil du temps par auto-déstabilisation, et la réponse morphologique à l'incision n'est plus adaptée.

Seules des modifications substantielles dans les apports **et les conditions d'écoulement** pourraient rééquilibrer ce processus dégradé. **C'est pourquoi il est nécessaire de mettre en place une stratégie d'accompagnement** pour essayer d'apporter une réversibilité « anthropique » à ces phénomènes de dégradation. Cette réversibilité ne pourra donc se faire que par un **forçage assisté du système** basé sur un transfert des matériaux rétablissant une certaine continuité sédimentaire. **C'est le principe de la recharge sédimentaire.**

4.3. ANALYSE DIACHRONIQUE

4.3.1. EVOLUTION HISTORIQUE

L'analyse diachronique consiste à comparer le tracé du lit au niveau du secteur d'étude à plusieurs époques, afin de mettre en lumière l'évolution dynamique du cours d'eau. Malgré les différences de précision et d'échelle des cartes et photos aériennes ci-dessous, on peut constater, entre 1820 et 2016 (plage temporelle des données disponibles), une diminution de la dynamique du cours d'eau, remarquable notamment au niveau de la réduction de la largeur du lit et de la végétalisation des structures alluvionnaires des Usse (cf. 4.3.2.3).

On remarque sur la carte d'état major, l'importante largeur de la rivière au niveau du secteur d'étude (largeur moyenne de 40 m et des maxima à 150 m au niveau de l'emplacement actuel du pont de Sarzin).

Les photos aériennes ci-après retracent l'évolution du secteur d'étude, elles mettent en évidence une diminution de la mobilité du cours d'eau. On remarque notamment les nombreux méandres témoignant de la sinuosité importante du tracé historique, cette dernière s'étant progressivement atténuée avec l'incision du cours d'eau. Ce constat est confirmé par la photo du pont de Sarzin en 1909 et les photos aériennes ci-après, qui mettent en avant **l'absence passée de végétation sur les atterrissements du cours d'eau**, ces espaces étant alors régulièrement en eau. On distinguera notamment l'absence de couvert végétal au niveau des méandres à la confluence des petites Usse et à l'amont du pont des Douattes, secteurs à forte mobilité. Les secteurs à nus à l'amont et à l'aval de la confluence avec les petites Usse témoignent des activités de curage ayant eu lieu dans les années 1960-70, à l'origine de l'incision du lit en lien avec la végétalisation des bancs.

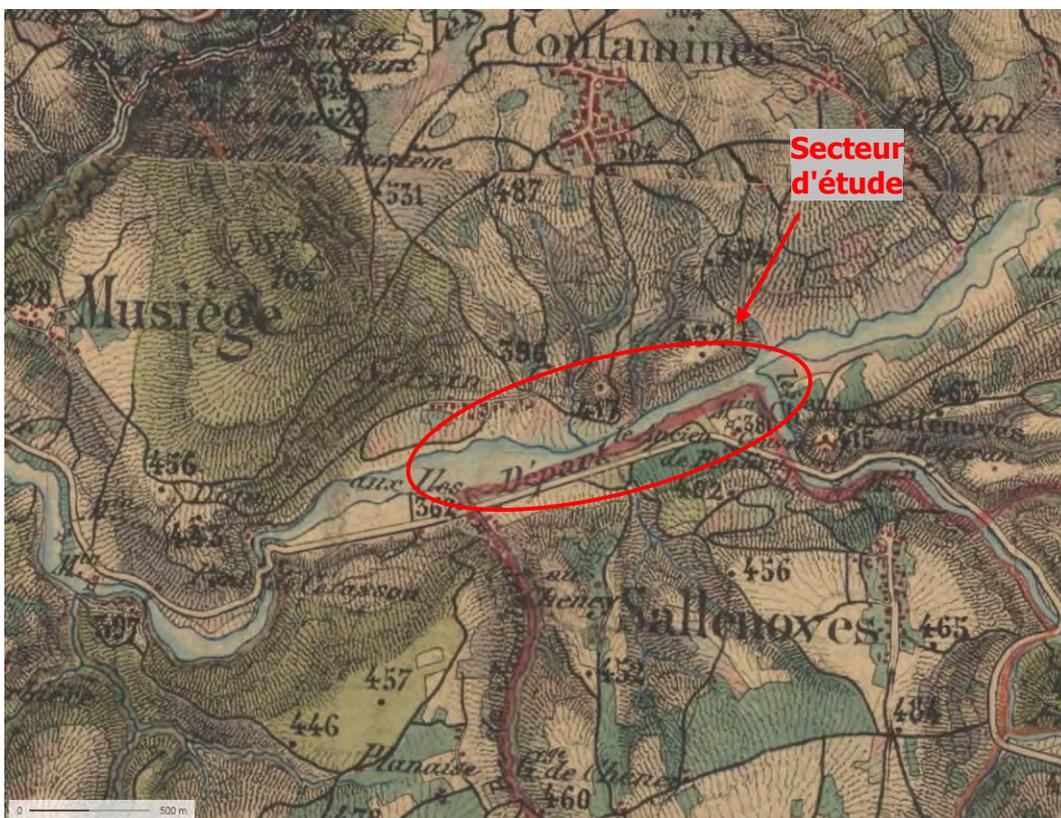


Figure 5: Carte d'État-Major du secteur d'étude (levée entre 1820 et 1866, géoportail)



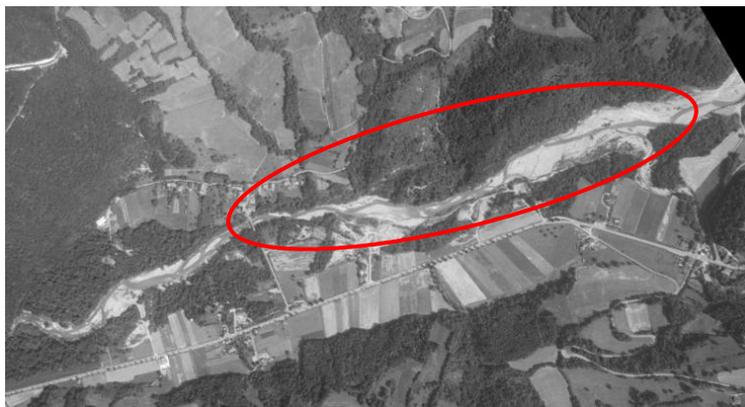
Figure 6: Photographie prise en 1909 en amont du pont de Contamine Sarzin



1935



1952



1980



2000

Figure 7: Photos aériennes historiques du secteur d'étude (années 1935 à 2000), zone de projet localisée en rouge, données Géoportail

L'analyse des photos aériennes montre donc que la largeur du lit, la sinuosité du cours d'eau, et la surface des bandes actives ont progressivement diminué. On distingue les principales évolutions à partir de 1961 : cette période marque en effet la végétalisation des atterrissements à l'aval du pont de Sarzin et à l'amont du pont des Douattes. L'évolution entre 1980 et 2000 marque une amplification de ce phénomène jusqu'au niveau de la confluence avec les petites Usses.

Cette analyse diachronique permet de constater que **ce secteur d'étude**, actuellement en apparente stabilisation et peu dynamique (cf. 4.3.2), **était anciennement une zone active, ce tronçon étant naturellement une zone de respiration du cours d'eau en raison du contexte topographique de plaine, de l'abondance de la fourniture sédimentaire (cf. zone dite de La Gravelière à l'amont !) et de la puissance du torrent des Usses du fait des apports liquides et solides des Petites Usses.**

L'analyse des deux photos aériennes ci-dessous, prises respectivement en mars 2015 et juin-juillet 2015, met en évidence le comblement du chenal en rive droite à l'aval de la confluence avec les petites Usses.



Figure 8: Photographie aérienne de la confluence avec les petites Usses, mars 2015, Google Earth



Figure 9: Photo aérienne de la confluence avec les petites Usses, juin-juillet 2015, source: IGN - RGD 73-74

L'intervalle de temps réduit entre ces deux prises de vue laisse présager que cette évolution morphologique s'est produite lors des crues du printemps 2015 (week-end du 1er mai). Il apparaît que ce basculement a été provoqué par un embâclage du bras droit au droit du méandre. Cet obstacle a favorisé l'engravement du chenal d'écoulement de droite auparavant situé à une altimétrie du même ordre que celle du lit en rive gauche (cf. mise en eau des deux bras pour un débit modéré vu le maintien hors eau du banc plus en aval).

Ce comblement brutal du bras droit initialement actif ne peut que favoriser la végétalisation et sa fermeture progressive. Ce phénomène est caractéristique des Grandes Ussets en plaine de Contamine-Sarzin où les principales évolutions historiques sont vraisemblablement issus d'événements ponctuels de ce type.

4.3.2. EVOLUTION HISTORIQUE DU SECTEUR D'ETUDE JUSQU'EN 2011

4.3.2.1. Profil en long

Le diagnostic hydro-géomorphologique réalisé en 2011 indique que la zone projet est un secteur où les Ussets ont historiquement eu une dynamique relativement préservée du fait d'un espace de fonctionnement conséquent. **La plaine de Sarzin est en effet un secteur où Les grandes Ussets dispose d'un certain espace naturel de mobilité** : contrairement à sa partie aval, la rivière est peu contrainte par des aménagements (confortement de berges au droit de la RD 1508 et du pont de Contamine-Sarzin) ou par la topographie (jusqu'au verrou rocheux au niveau du pont des Douattes).

D'après cette même étude, des activités de curages ont eu lieu dans le lit mineur des Ussets en amont et en aval de la confluence entre les Grandes et Petites Ussets pendant **les années 1960 et 1970. Ces extractions passées de granulats ont entraîné une incision du secteur d'étude** qui a provoqué une chenalisation importante du cours d'eau **entre 1984 et 2008**. Cette évolution est particulièrement visible par la **rétraction de la bande active** (détails partie suivante).

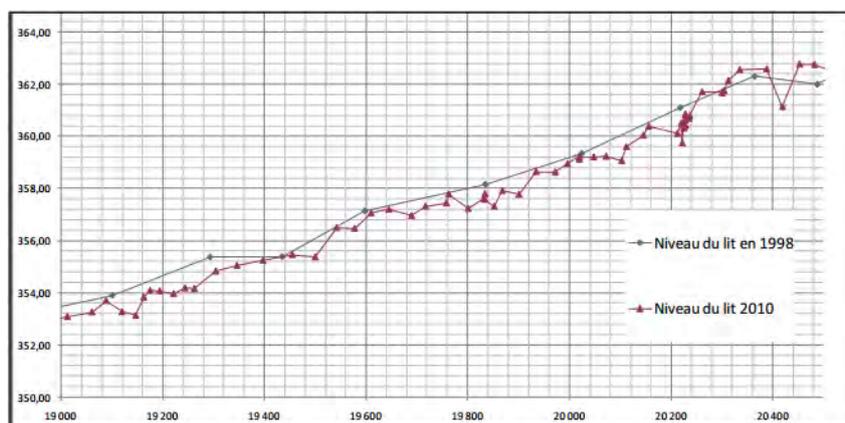


Figure 10: Evolution du profil en long entre 1998 et 2010 - étude hydromorphologique DH / HYDRETUDES 2011

L'étude indique également une tendance plus récente sur le secteur compris entre le pont de Serrasson (Musièges) et le pont de Chez Guédot (Sallenoves) qui a subi une incision de l'ordre de 35 cm entre 1998 et 2010. L'incision a été maximale pendant la période 1990-1998, avec une incision moyenne de 50 cm, soit 6 cm/an. La période 1998/2010 montre une tendance au ralentissement de ce processus avec une érosion moyenne de 3 cm/an. Cette incision semble être toujours active (non atteinte de la pente d'équilibre, notion précaire qui plus est) ; elle est cependant atténuée par le fait que le secteur dispose d'une forte recharge sédimentaire (cf. érosions de berges actives et de grandes surfaces au niveau de la con-

fluence avec les petites Usses au sein de matériaux alluvionnaires compacts). Cette incision augmente la vitesse des écoulements et la puissance des crues à l'aval.

L'étude des zones inondables menée en 1998 par HYDRETTUDES entre le pont de Frangy et le pont Drillot (commune de Marlioz) mentionnait déjà que l'incision du secteur de Sallenoves et Marlioz (amont confluence Petites Usses) avait été provoquée par l'enlèvement trop intensif de matériaux à hauteur de Bonlieu ainsi que par la coupure du méandre au niveau du pont de Chez Guédot (commune de Sallenoves, 1,5 km en amont de la zone d'étude). Ce prélèvement massif dans le lit et cette évolution morphologique brutale ont entraîné une déstabilisation du fond du lit par érosion régressive mais également progressive (cf. appauvrissement de la fourniture amont transitant jusqu'en plaine de Bonlieu-Contamine-Sarzin) à l'origine de l'enfoncement du chenal d'écoulement. Cette situation dégradée du lit entre Chez Les Gays et Les Petites Usses, a nécessité la mise en place de 7 seuils de seuils de stabilisation, confortés durant les années 2000.

4.3.2.2. Bandes actives

La cartographie ci-après présente l'évolution des bandes actives des Usses de 1934 à 2016 sur le secteur de Contamine-Sarzin. Cette figure a été réalisée à partir des données collectées pour le diagnostic hydromorphologique de 2011 et complétée avec les données 2016.

Les bandes actives permettent de représenter l'espace de mobilité du cours d'eau, assurant les processus morphologiques (dépôts, érosion, diversité des faciès d'écoulement) et l'interaction avec les milieux aquatiques (ripisylves, zones humides, et terrasses alluviales). La mobilité latérale de la rivière est mise en avant l'évolution des bandes actives, zones représentant la partie du lit majeur comprenant les structures alluvionnaires en interaction avec les apports sédimentaires du cours d'eau. La comparaison des données collectées par le SMECRU (1934, 1952, 1968, 1978, 1984 et 2008) met en avant le rétrécissement de la largeur de la rivière sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette réduction progressive s'amplifie entre 1984 et 2008, corrélée avec la chenalisation du cours d'eau ayant eu lieu à cette période. Sur ce même intervalle, on peut observer le basculement relatif brutal du 1^e méandre en amont du pont des Douattes. On peut également remarquer la diminution de la sinuosité du tracé du cours d'eau. Les données de 1952 montrent un tracé du chenal avec davantage de méandres, et notamment la présence d'un méandre marqué en rive gauche en amont de la carrière, inexistant à l'heure actuelle.

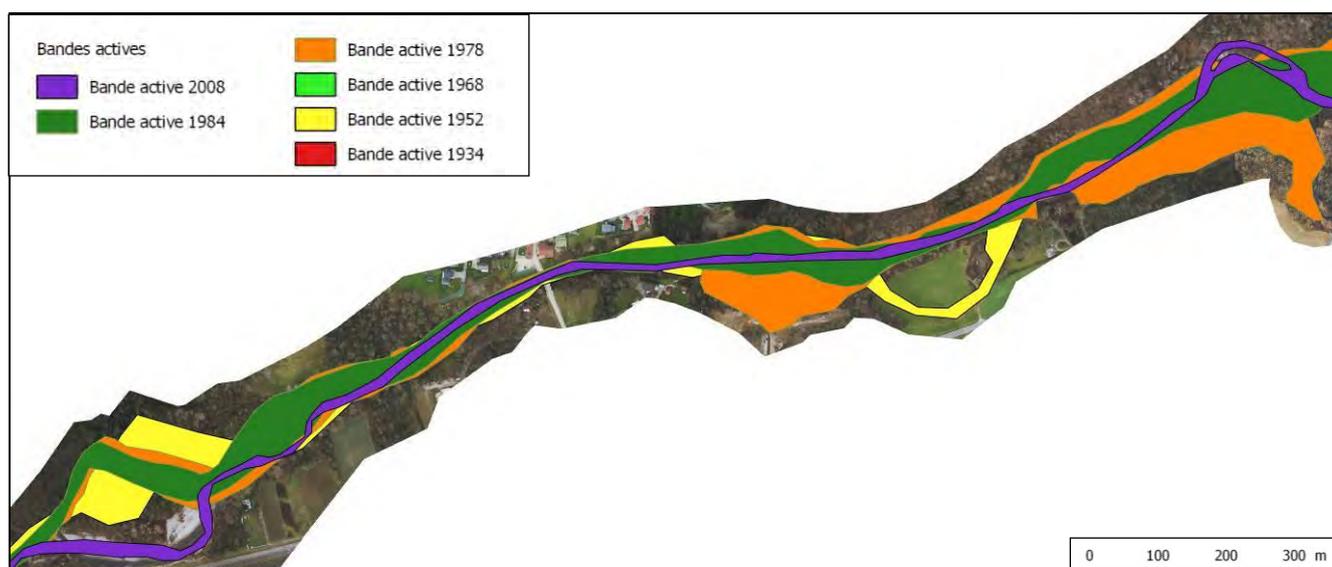


Figure 11: Evolutions des bandes actives de 1964 à 2008

4.3.2.3. Mobilité latérale

L'incision du profil en long a donc entraîné une **chenalisation de la rivière à l'origine d'une uniformisation des milieux et d'une déconnexion du cours d'eau avec ses annexes latérales** (atterrissements, terrasses alluviales, bras morts). L'altération de la dynamique du cours d'eau a entraîné la **végétalisation progressive des atterrissements**, désormais perchés par rapport au lit mineur lors des basses eaux et peu perceptibles du fait de leur boisement. Ces structures alluvionnaires étant moins régulièrement en eau, elles sont devenues peu à peu des terrasses alluviales. Le rétrécissement des bandes actives et leur végétalisation s'est également accéléré par l'invasion par la Renouée du Japon, fortement implantée sur le secteur d'étude et plus globalement sur toutes Les Grandes Usses aval.

L'appauvrissement de la fourniture sédimentaire issue de l'amont a donc entraîné l'incision du lit qui s'est progressivement traduite, à la faveur de régimes hydrologiques inadaptés et du développement de la végétation et de son manque d'entretien, par une réduction de la mobilité latérale du cours d'eau.

L'évolution des bandes actives depuis 1934, illustrées en pages précédentes, rappelle que ce secteur est historiquement une zone de divagation préférentielle de la rivière. Depuis plus d'un siècle, cette dynamique latérale est uniquement contrainte par les "pincements" que constituent le pont de Contamine-Sarzin et le verrou rocheux du pont des Douattes.

On notera qu'historiquement, **le lit présentait un style divagant** potentiellement à double bras mais guère plus (cf. photo de 1909 pages précédentes où un seul bras est en eau) qui bénéficiait de rives à faible enjeu favorisant l'absence de protections latérales qui auraient été autant de frein à sa mobilité latérale. **L'évolution historique s'est parfois faite par le biais de défluviations brutales à la faveur de fortes crues** et vraisemblablement de phénomènes d'embâchage accidentels avec changements de direction assez singuliers ou bien développement d'importants méandres (cf. tracé amont pont de Contamine-Sarzin en 1952 ou encore en aval suite à la crue de février 1990).

A compter de la **fin des années 80**, le style divagant s'est progressivement atténué pour **tendre vers un style méandriforme** dont l'amplitude s'est également progressivement réduite (hors défluviations brutales) pour in fine disparaître à la **fin de années 90 et tendre vers un style rectiligne sur plus de la moitié du linéaire de la traversée de la plaine**, de part et d'autre du pont de Contamine-Sarzin.

Les implantations humaines en rive gauche (quelques bâtis ainsi que la "carrière", et plus récemment la zone ISDI) à proximité de la confluence entre les Grandes et Petites Usses **ont également participé à la réduction de la largeur de la bande active**.

Notons enfin qu'entre 1984 et 2008, le 1^{er} méandre à l'amont du pont des Douattes, dont le tracé était relativement similaire entre 1932 et 1984, s'est déplacé en direction de la rive gauche. Ce changement s'est produit lors d'une période avec une hydrologie forte (crues de 1990 et 1999), il prouve que la dynamique latérale du cours d'eau, bien que limitée, est encore présente sur secteur.

4.3.2.4. Transport sédimentaire et stock alluvial

Les analyses granulométriques réalisées en 2011 sur l'ensemble du bassin versant ont mis en évidence la présence de matériaux fins, essentiellement en amont du bassin versant, et de matériaux grossiers, sur la zone intermédiaire et aval des Usses. Ces matériaux sont essentiellement apportés par les écroulements, les glissements de terrains et les érosions de berges.

Cependant, la chenalisation de la rivière provoque une limitation de la recharge sédimentaire : la rivière agresse latéralement peu les berges, les structures alluviales ont disparu du lit faute d'espace suffisant pour se déposer (cf. disparition des singularités de type élargissement, sinuosités...) de sorte que **la seule zone de recharge sédimentaire est le substrat, progressivement lessivé et armuré limitant semble-t-il désormais (faute de mieux !) le potentiel de volume re-mobilisable hormis en cas de forte crue.**

La présence de terrasses latérales quoique boisées mais probablement encore submersibles pour les plus fortes crues limitent le risque de poursuite de l'incision, l'équilibre s'opérant entre l'armurage du lit et la perte d'énergie suite à débordements en lit majeur des crues.

L'étude de 2011 indique par ailleurs que la confluence avec les petites Usse, produit d'importants volumes de matériaux grossiers par l'érosion de berges sur un linéaire de 1 km.

Deux zones de dépôt significatifs avaient été identifiées en 2011 à l'amont et à l'aval de la zone de projet (échelle d'étude de plus grande ampleur, donc potentiellement moins précise que les estimations mesurées en 2016) :

- **A la confluence avec les Petites Usse : 1 400 m³ estimés**, alimentés par les érosions de berges sub-verticales sur ~600m en amont de la confluence,
- **A l'amont du Pont des Douattes : atterrissement d'environ 4 000 m³** (données diagnostic hydro-morphologique 2011).

Sur le secteur amont-aval proche de la confluence des Petites Usse, où les berges sont relativement instables, **les recharges par érosion (cf. berges Grandes Usse très instables) compensent ainsi localement le phénomène d'incision.**

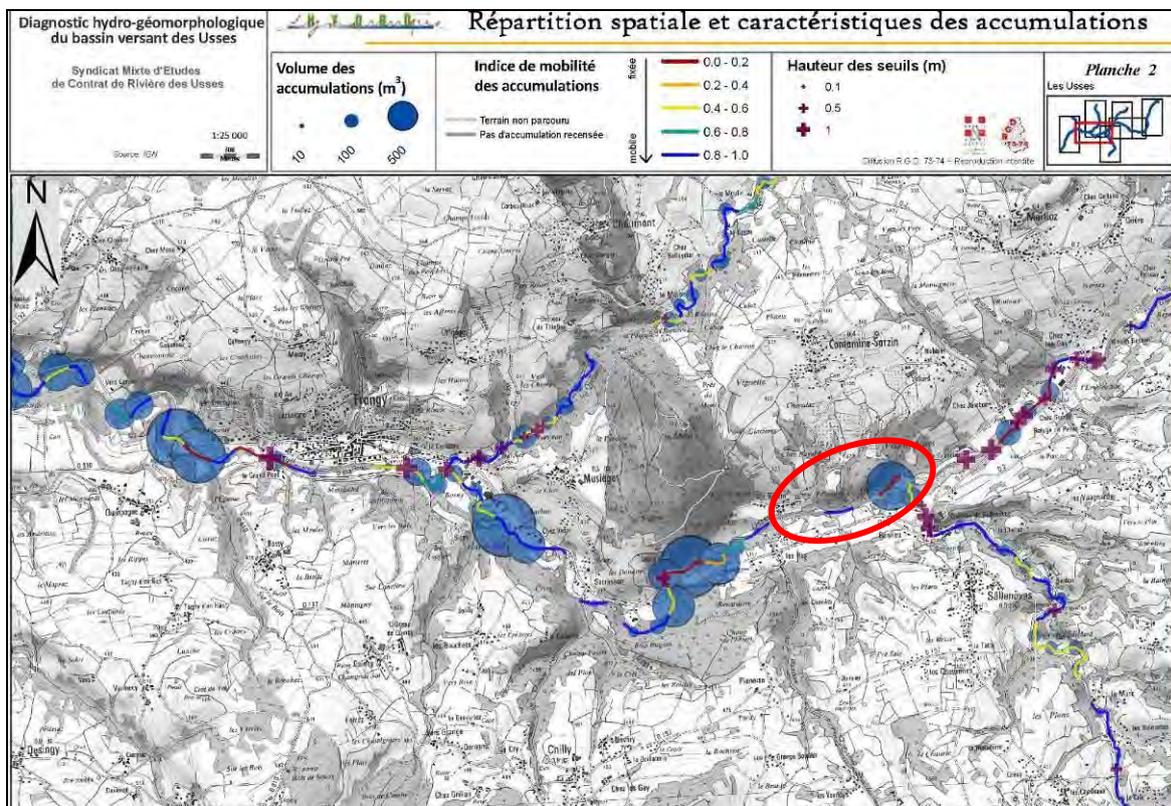


Figure 12: Répartitions et caractéristiques des accumulations, Dynamique Hydro-HYDRETTUES, 2011

4.3.3. ETAT DES LIEUX ET EVOLUTION DU SECTEUR ENTRE 2011 ET 2016

4.3.3.1. Profil en long

L'analyse du profil en long est basée sur la comparaison des données topographiques du fil d'eau de 2011 et 2016, en perspective avec celles du fond du lit de 2000 et 2011. Globalement on observe une incision relativement faible du profil en long des Usses sur le secteur d'étude, avec une variation de l'ordre de ± 30 cm. Ces variations demeurent à l'échelle du phénomène naturel de "respiration" du lit de sorte qu'elles ne doivent pas être considérées comme un indice d'évolution morphologique du cours d'eau. Le profil en long est donc globalement stable entre 2011 et 2016.

L'incision était relativement marquée sur les données du fond du lit entre 2000 et 2011 ; elle est assurément atténuée sur les données fil d'eau de 2016 et 2011 et tend à recouper le diagnostic de diminution du processus d'incision souligné par l'étude hydro-morphologique de 2011. Il convient toutefois de noter que :

- cette variation est légèrement réduite par le régime hydrologique un peu différent entre les 2 jours de levés. Le levé topographique de l'étude de 2011 a été réalisé le 15/10/2010, avec un débit de $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ mesuré à la station hydrométrique du pont des Douattes et les dernières données topographiques ont été prises le 8/12/2015 avec un débit de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ au pont des Douattes. Cette variation conduit à une élévation des hauteurs d'eau de l'ordre de 5 à 10 cm suivant les sections d'écoulement sur le secteur d'étude ;
- le régime hydrologique de ces 5 dernières années n'a pas été le siège de crues de forte ampleur mais seulement de débit de fréquence biennale, contrairement au début des années 2000 où 2 crues décennales sont relevées ; les régimes moyens ont par contre été un peu plus soutenus entre 2012 et 2015 (pic Q2 atteint très ponctuellement 7 à 8 fois), ce qui peut avoir favorisé une recharge plus forte au sein des berges instables des Grandes Usses en amont de la confluence avec les Petites Usses mais se révéler insuffisant pour le transfert de cette charge tout au long de la plaine de Sarzin (cf. pages suivantes).

On relève deux secteurs présentant une dynamique un peu plus marquée :

- au niveau de la confluence avec les petites Usses, où la charge alluviale est forte et qui se dépose sur les premiers centaines de mètres (cf. hydrologie de moyennes eaux plus soutenue),
- à l'aval du pont de Sarzin où les travaux de confortement de berges de la RD 1508 et les mesures de dévégétalisation et scarification des bancs associées ont permis de redonner de la latéralité au cours d'eau, et où la comparaison FE 2011-2016 s'avère positive.

Les données récentes montrent donc une faible évolution du profil en long, les variations étant comprises entre + 20 cm et - 20 cm. La cartographie ci-après montre une alternance de légers abaissements (notamment à l'amont de la confluence avec les petites Usses et à proximité du pont de Sarzin) et de légers exhaussements (dépôts au droit des méandres en aval de la confluence ou en amont du pont des Douattes), caractéristiques du phénomène de respiration du lit.

On notera cependant que les secteurs disposant "naturellement", ou suite à restauration récente, d'une fourniture sédimentaire abondante ou tout du moins notable, sont aussi ceux dont l'évolution altimétrique s'avère positive (rehausse).

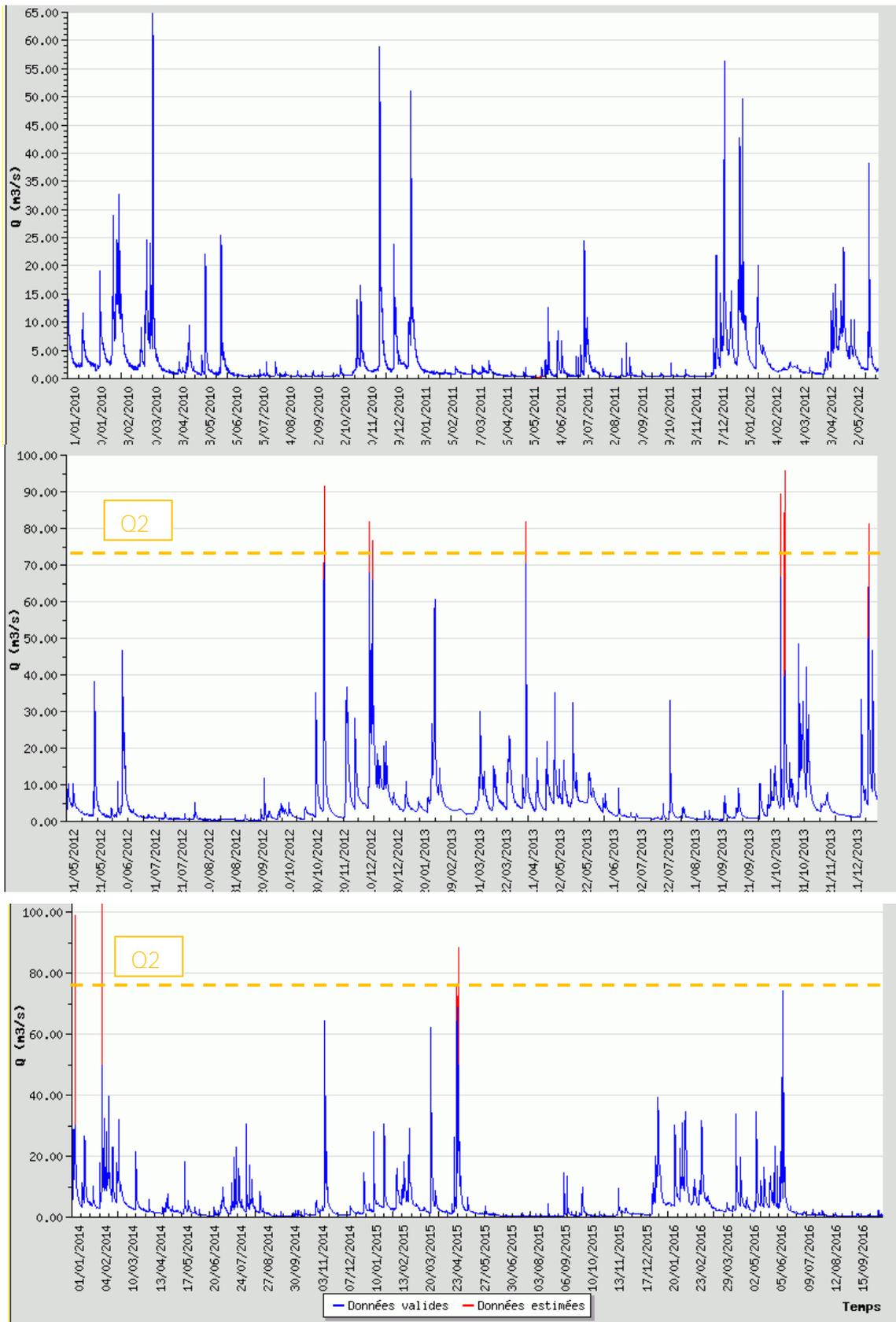


Figure 13: Hydrologie des Grandes Usse au cours des 5 dernières années 2011-2016

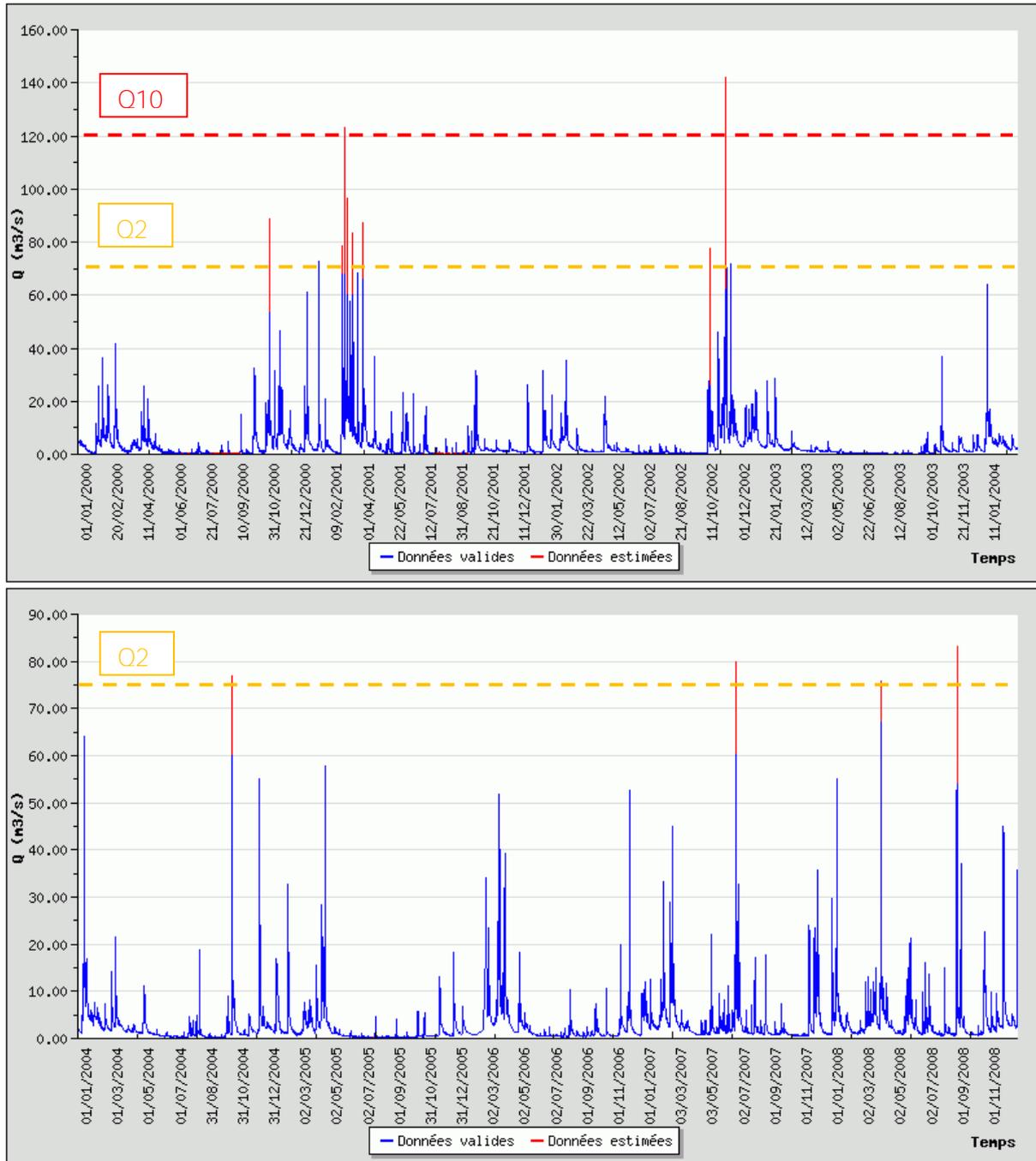
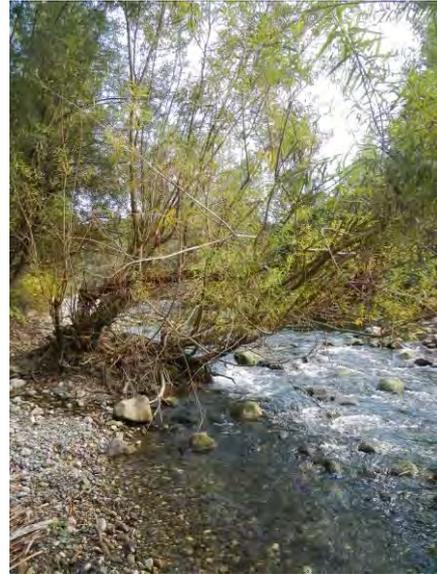


Figure 14: Hydrologie des Grandes Ussets au cours des années 2000-2008

La cartographie ci-dessous et les photos aériennes présentées précédemment mettent également en évidence le comblement du chenal en rive droite du méandre à l'aval de la confluence avec les petites Ussets, en lien avec la fourniture sédimentaire abondante disponible à la confluence avec les Petites Ussets (cf. 4.3.1).



Déconnexion des basses eaux en rive droite par le comblement du chenal par un embâcle



Canalisation des eaux en rive gauche

On notera la présence d'un petit affluent en rive gauche, le ruisseau des Chenêts, qui conflue aux Ussees avec une "marche topographique" d'environ 0,7 m, confirmant l'abaissement historique du profil en long du cours d'eau. Cette déconnexion s'avère in fine profitable à la biodiversité dans la mesure où elle protège la population d'écrevisses à pattes blanches présente dans ce ruisseau contre la colonisation par l'écrevisse "signal" (*Pacifastacus leniusculus*), espèce jugée invasive, abondamment présente dans les Grandes Ussees dans la plaine (observée plusieurs fois lors de la visite de terrain).



Carcasses d'écrevisses "signal"



Affouillement de berges



Incision et déconnexion affluent rive gauche (ruisseau des Chenêts)

Figure 15: Photographies de signes d'incision du cours d'eau

L'unique ouvrage hydraulique présent sur le secteur d'étude, le pont de Sarzin, ne présente pas de signe d'érosion (affouillement de pied en deçà de la fondation, culées/piles de pont **affouillées ou équipées de semelles ou d'encagement en palplanches**). La position en retrait des culées explique ce manque de signes d'érosion en pied d'ouvrages, mais elle constitue aussi, qui plus est couplée à la présence de perrés en enrochements libres sous le pont, un indice fort de l'incision historique, qui a déconnecté le pied des culées du chenal en eau.



Pied de culée gauche du pont de Sarzin



Pont de Sarzin (tablier récent mais culée anciennes désormais en retrait)

Figure 16: Photographies du lit au pont de Sarzin et de l'incision du cours d'eau

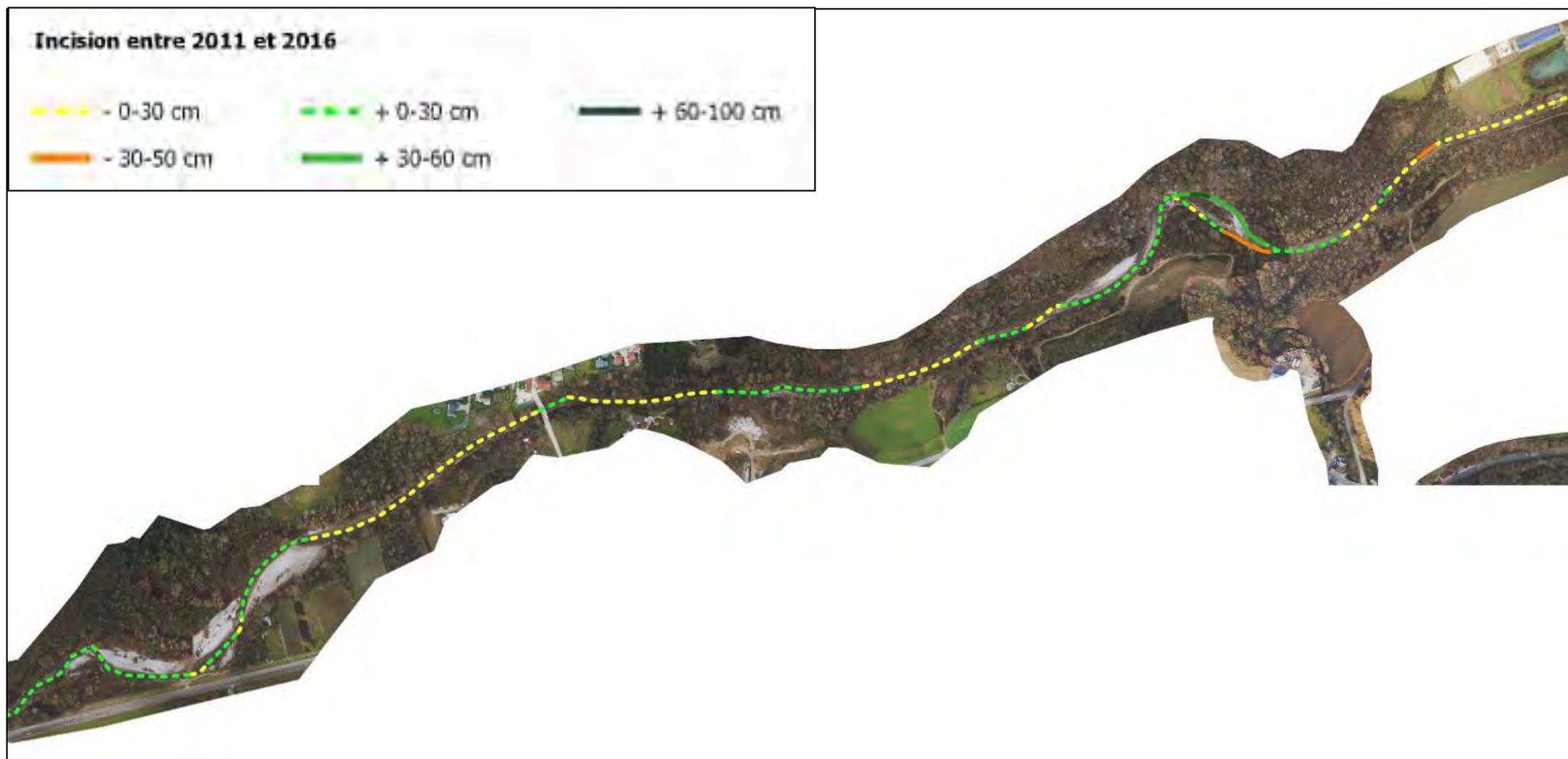


Figure 17: Evolution du profil en long des Usses entre 2011 et 2016

4.3.3.2. Bandes actives

La cartographie ci-après présente l'évolution des bandes actives des Usse de 1934 à 2011 sur le secteur de Contamine-Sarzin **avec la trace de la bande active de 2016**.

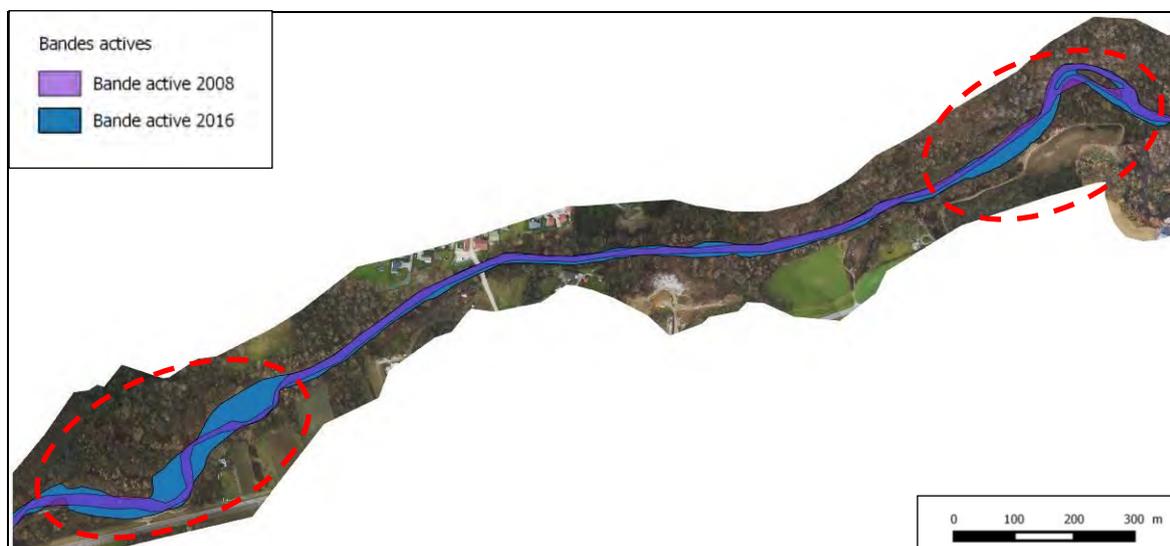


Figure 18: Evolutions de la bande active de 2008 à 2016

Depuis 2008, la bande active des Usse sur ce secteur entre pont des Douattes et Petites Usse a majoritairement peu évolué dans le centre de la plaine.

Par contre, les deux secteurs, à l'extrémité amont et à l'extrémité aval (cf. en lien avec les zones où la fourniture sédimentaire est plus abondante), ont subi d'importantes évolutions :

- **si la bande active du 1^e méandre en aval de la confluence avec les petites Usse, est désormais moins large, avec une chenalisation des écoulements en direction de la rive gauche** suite au comblement du bras de droite, a contrario, on relève **l'amplitude croissante du méandre succédant celui en aval de la confluence des Petites Usse** ;
- ~700 m à l'aval du pont de Sarzin, on constate **l'élargissement important de la bande active au niveau du 1^e méandre en amont du pont des Douattes**. Cette évolution fait suite aux travaux de confortement de berges de la RD 1508 réalisés en 2011 par le conseil général de Haute-Savoie en rive gauche des Usse. En effet, dans l'objectif de limiter les contraintes hydrauliques sur cette protection de berges, un arasement de la végétation des atterrissements et une scarification du lit ont été effectués. Le profil en long 2016 fait d'ailleurs état d'un exhaussement local de l'ordre de 30cm en moyenne.

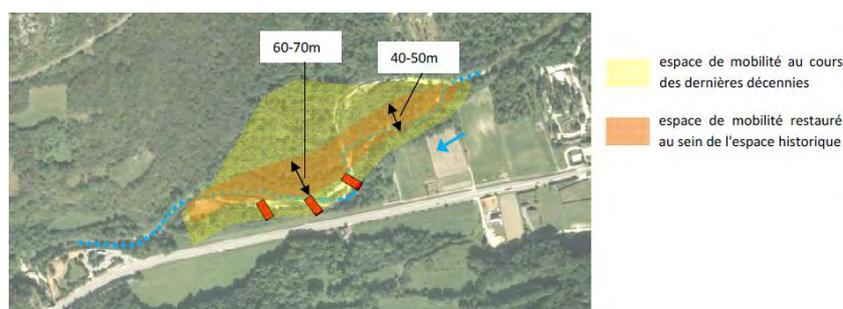


Figure 19: Espace de mobilité des Usse en amont du pont des Douattes, étude hydro-morphologique, 2011

4.3.3.3. Stock alluvial en 2016

Les estimations menées pour la présente étude l'ont été à partir des données topographiques du levé LIDAR de 2015 et corrélées/vérfiées avec les mesures effectuées sur le terrain.

La cartographie ci-après caractérise le volume des 10 structures alluvionnaires réparties le long des méandres de la zone de projet, entre le pont de Sarzin et la confluence avec les Petites Usse.

L'essentiel du volume des matériaux est stocké sur les 4 atterrissements situés à l'aval proche de la confluence avec les Petites Usse, avec respectivement 2 515 m³, 250 m³, 135 m³, et 850 m³.

Ces données confortent l'analyse d'une charge sédimentaire abondante à la confluence des Petites Usse et 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 d'entre deux bras qui tend à démontrer les difficultés des Grandes Usse à remobiliser son espace de mobilité.

Afin de préciser cette analyse, il a été déterminé le **stade d'évolution fluvio-sylvigénétique** des structures alluvionnaires présentes sur le secteur d'étude selon la codification mise en place par HYDRETTUDES et illustrée ci-après. Cette donnée permet de caractériser la possibilité de remobilisation des structures alluvionnaires ou de leur fixation.

D'après les investigations de terrain, on peut considérer que les 1^e et 2^e méandre en aval de la confluence sont au stade **d'évolution fluvio-sylvigénétique SC3** correspondant à une fixation de la structure alluvionnaire. A l'aval, les bancs situés sur le reste de la zone de projet sont encore relativement mobiles et correspondent à un stade **d'évolution fluvio-sylvigénétique SL2**. On notera cependant, la présence d'un méandre déconnecté de la rivière en rive droite (stade **d'évolution fluvio-sylvigénétique SL5**), environ 500 m à l'aval de la confluence.

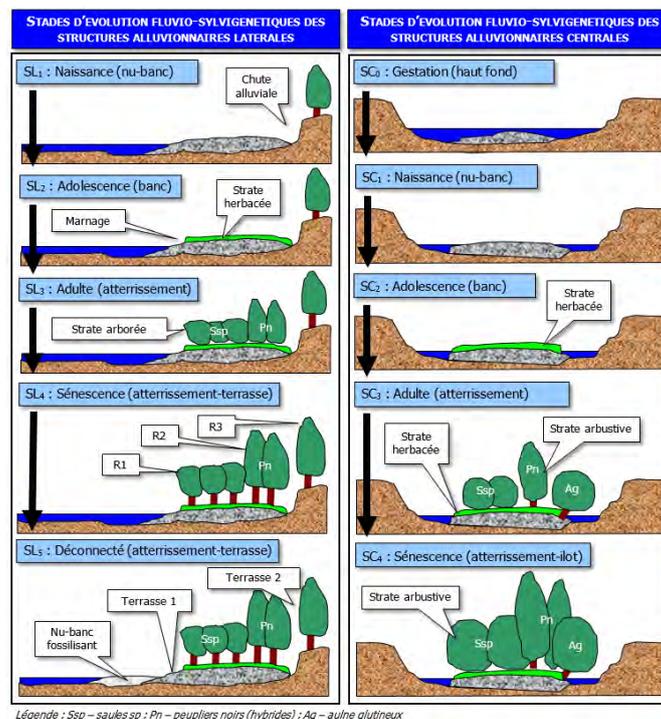


Figure 20: Stades d'évolutions fluvio-sylvigénétiques selon HYDRETTUDES



Figure 21: Localisation et volumes des structures alluvionnaires en 2016

4.4. LES FACIES D'ÉCOULEMENT

Les visites de terrain réalisées le 27 juillet et 10 octobre 2016 ont permis de décomposer le tronçon en différents faciès morpho-dynamiques. Ce découpage a été effectué selon la classification des faciès d'écoulement proposée par Malavoi et Souchon (2002) et présentée ci-après. La détermination de ces faciès est fonction de la hauteur d'eau, de la vitesse d'écoulement et de la géométrie de la section d'écoulement (pente, profil en long, substrat).

La cartographie ci-dessous montre globalement une succession de plats suivis de radiers. Le tronçon comprend 8 type de faciès d'écoulement, répartis selon les méandres et structures alluvionnaires. Globalement, on peut distinguer trois types de faciès général :

- les **radiers** et **rapides**, sont présents sur l'essentiel du linéaire étudié (environ 30 % du linéaire parcouru), ce sont des zones d'accélération localisées au niveau des atterrissement puisque la section d'écoulement y est réduite. Du fait d'une vitesse d'écoulement significative, ce type de faciès est caractérisé par forte pente et une granulométrie grossière.
- Les zones de **plats** sont situées à l'amont et à l'aval des radiers, donc également réparties sur l'ensemble du secteur d'étude. Ces faciès sont caractérisés par profondeur importante et une vitesse d'écoulement relativement faible et homogène. Ces zones sont préférentiellement des zones de transition de matériaux fins (zones à lit élargi avec une plus faible pente). Les zones de plats représentent l'essentiel du linéaire d'étude (environ 65%), on distinguera ici les plats courants et les plats lenticques.
- Les **mouilles** et **fosses** sont des zones profondes avec un faible courant et à granulométrie variable. Ce type de faciès est formé par les crues au niveau de méandres ou en amont d'obstacles. Elles sont essentiellement situées au niveau du 1^e et 2^e méandres à l'aval de la confluence avec les Petites Usse. Elles représentent un faible linéaire du secteur d'étude (5%), puisqu'elles sont situées au droit des singularités du cours d'eau. La présence de ces différents faciès (fosse de dissipation, mouille de concavité, chenal lenticque, et fosse d'affouillement) est cependant fondamentale pour la qualité et la diversité des milieux aquatiques.

Les faciès d'écoulement présents sur la zone d'étude sont donc relativement nombreux, mais diversifiés uniquement sur la partie amont du secteur d'étude. Leur répartition met en avant le fait que l'essentiel du tronçon est relativement homogène, environ 95 % du linéaire étant seulement constitué d'une alternance de radiers et de plats. De plus, la chenalisation du lit et son tracé sub-rectiligne entraînent une uniformisation des faciès d'écoulement et génèrent une faible connectivité latérale (pas ou peu de systèmes racinaires noyés).

L'état morphologique d'un **cours d'eau conditionne** la dynamique des écosystèmes aquatiques, puisqu'il en constitue le support. L'association de l'état physique du cours d'eau représenté par les faciès d'écoulement et les préférences hydrauliques des différentes espèces permet donc théoriquement d'estimer les habitats potentiels du tronçon (Souchon et al., 2003).

Il ressort des investigations de terrain menées en 2016 que ce secteur des Usse présente des habitats piscicoles en densité insuffisante sur ses linéaires rectilignes, à savoir les 2/3 de la zone aval d'étude. Les tirants d'eau sont faibles et homogènes à l'étiage et sont peu connectés aux berges. Quelques blocs grossiers isolés en partie centrale du linéaire créent de petites zones refuge d'étiage au même titre que le petit barrage artisanal mis en oeuvre manuellement par amas de galets au 1/3 amont du parcours.

L'étude piscicole classe ainsi le secteur d'étude avec un enjeu de conservation moyen à fort indiquant que le site, qualifié de réservoir biologique, est menacé par l'incision du cours d'eau et le développement de la renouée du Japon.

Le projet de restauration d'une dynamique latérale des Grandes Ussets dans la plaine de Contamine-Sarzin apparaît pleinement adapté en vue de préserver/optimiser la qualité de ces habitats.

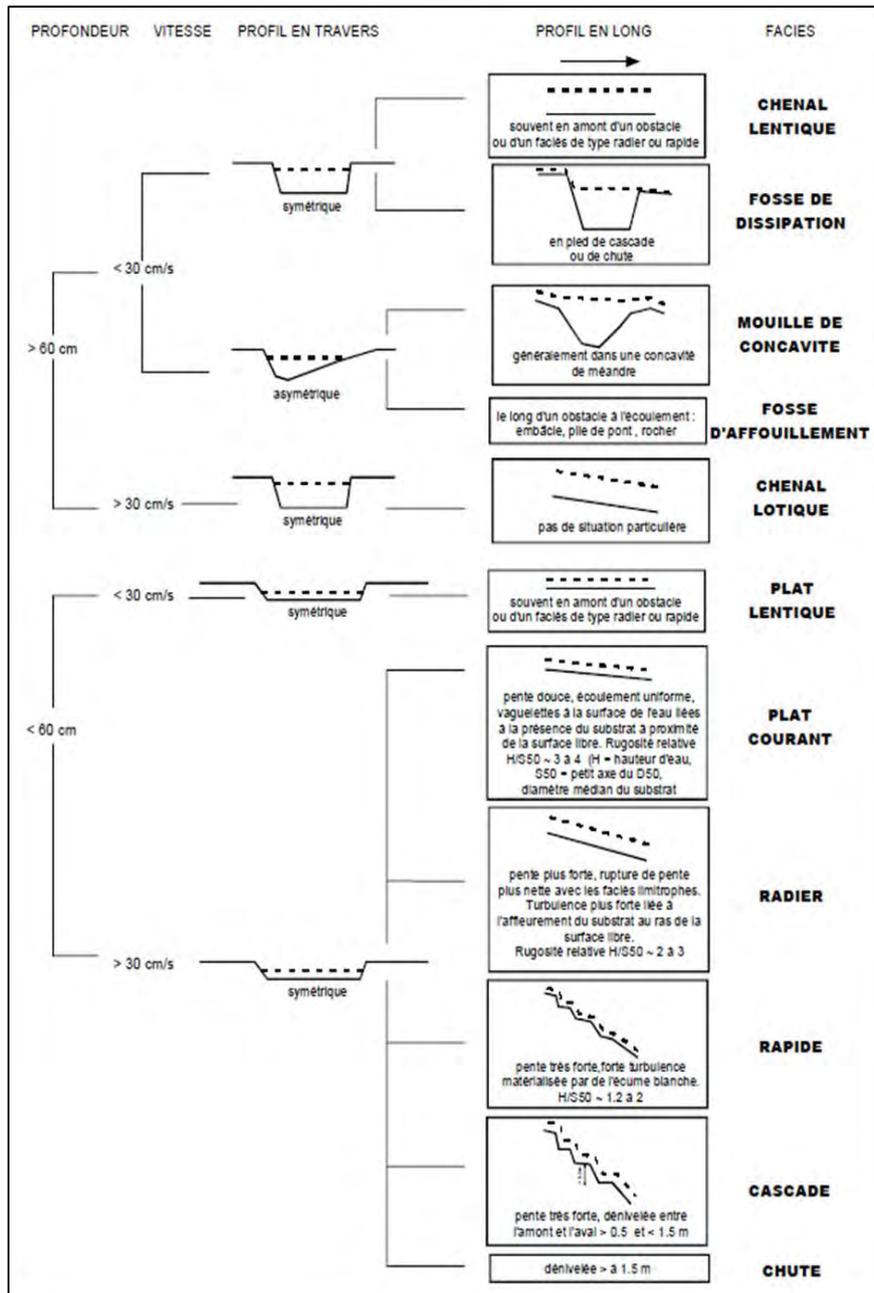


Figure 23: Typologie des faciès d'écoulement selon Malavoi & Souchon, 2002



Figure 24: Faciès d'écoulement sur le secteur d'étude

4.5. ANALYSE GRANULOMETRIQUE

HYDRETTUDES a réalisé 7 prélèvements granulométriques le 10 octobre 2016, cinq d'entre eux étant répartis sur le secteur d'étude (S1, S2-S2bis, S3 et S4) et les deux derniers (S5-S5b) étant situés 700 m en aval afin de servir de référence. Au niveau du point 3, un 8^e prélèvement complémentaire a été effectué dans le lit du cours d'eau en profondeur, de façon à connaître la granulométrie en sub-surface (après arrachage de l'armure) et la proportion des sédiments fins. La localisation des points de prélèvements granulométriques est représentée ci-dessous. La cartographie présente en fin de chapitre situe également les granulométries et présente les principales caractéristiques obtenues.



Figure 25 : Localisation des prélèvements granulométriques (géoportail)

4.5.1. PROTOCOLE DE PRELEVEMENT GRANULOMETRIQUE DE SURFACE

Le protocole de prélèvement suivi pour les sept échantillons de surface est le suivant :

- Repérage dans le cours d'eau de zones caractéristiques où le substrat du lit apparaît nettement (pas de colmatage partiel par un patch de matériaux fins, peu ou pas d'éléments de rugosité) ;
- Photographies du substrat (figures ci-après) ;
- Prélèvement des cent premiers échantillons « au contact de la main » et de manière aléatoire dans le sac de prélèvement, afin d'obtenir un échantillon représentatif. Cette méthode a été développée par BRU et DOSSOU-G'BETE (Université de Pau & des Pays de l'Adour – Laboratoire de Mathématiques et de leurs applications – Equipe probabilité-statistique) en 2010-2011.

Il convient de noter que la même méthode de prélèvement a été suivie pour les sept échantillons granulométriques. Ces derniers ont été collectés dans la couche superficielle du substrat du lit et sur les parties latérales des atterrissements. Par ailleurs, les prélèvements ont été réalisés en procédant à une double discrimination :

- *Discrimination des particules de colmatage* : **il s'agit de matériaux** dont le diamètre est inférieur à 8 mm, qui se déposent après les matériaux grossiers et qui ne participent pas directement au transit de la charge grossière et donc à la mise en place du substrat *stricto-sensu* (KELLERHALS & BRAY, 1971 ; ADAMS, 1979). Ce sont plutôt des matériaux de colmatage remplissant les espaces entre les grains plus grossiers.
- *Discrimination des éléments de rugosité* : les gros matériaux du lit, tels que les matériaux grossiers-isolés, les éléments de rugosité isolés et les matériaux grossiers-arrangés, souvent tuilés et/ou arrangés avec d'**autres matériaux** (BRAYSHAW, FROSTICK & REID, 1983 ; BRAYSHAW, 1985), ne sont pas non plus intégrés car ils sont souvent ancrés en lit et très peu mobilisés lors des crues. Ils constituent en quelque **sorte l'ossature du cours d'eau** et en assurent la stabilité (MARTINI, 1977 ; ZIMMERMAN & CHURCH, 2001). Il est à noter que le lit des Usse comprend peu d'**éléments de rugosité**.



S1 banc rive droite



S2 banc rive droite



S3 lit



S4 banc rive gauche

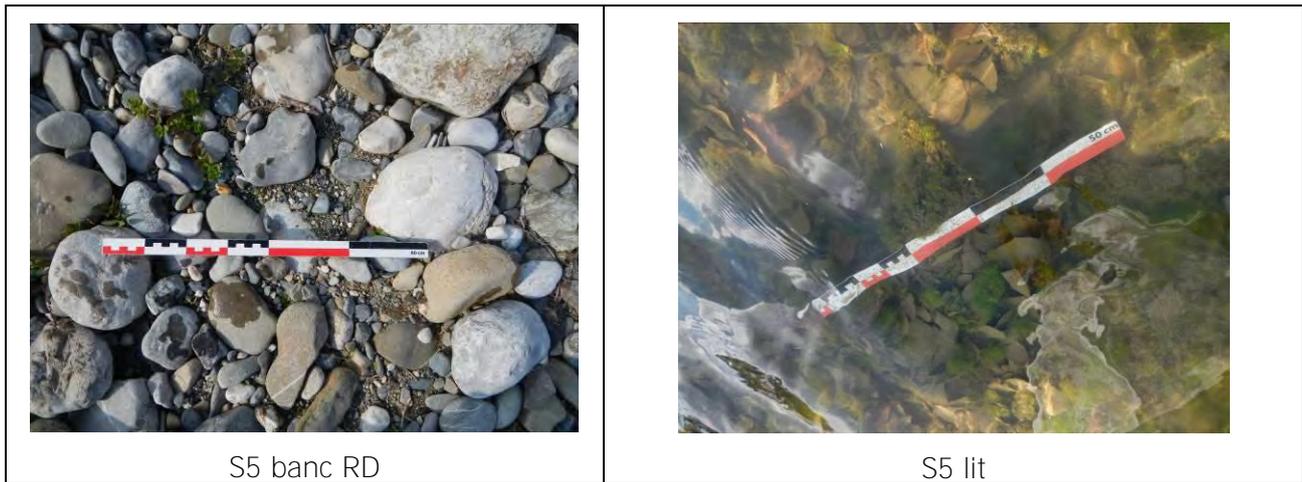


Figure 26 : Photographies subaquatiques pour chacun des échantillons granulométriques avec mire photographique de 50 cm

4.5.2. PROTOCOLE DE TRAITEMENT DES ELEMENTS COLLECTES EN SURFACE

Les sept échantillons ainsi prélevés sur le terrain sont ensuite traités par la méthode suivante :

- Mesure du diamètre médian des matériaux au pied à coulisse numérique ;
- Pesée des matériaux à la balance ;
- Conversion des diamètres en unité ϕ ;
- Réalisation de la courbe granulométrique : pourcentage en poids cumulé *versus* taille des grains en unité ϕ ;
- Ajustement de la courbe granulométrique par une équation **polynomiale d'ordre 6** ;
- Détermination des diamètres caractéristiques ϕ_{30} , ϕ_{50} et ϕ_{90} à l'aide de l'équation polynomiale et conversion en millimètres (D_{30} , D_{50} et D_{90}) ;
- Analyse statistique des diamètres sous forme de box-plot.

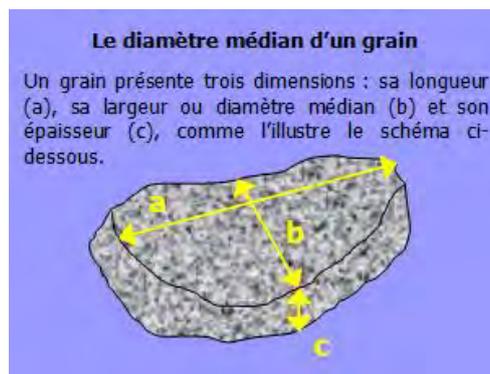


Figure 27: Les 3 dimensions d'un grain

Ce travail de traitement des données repose sur l'utilisation de la classification dite de « WENTWORTH sandrisée » (WENTWORTH, 1922 ; MALAVOI & SOUCHON, 2002) détaillée dans le Tableau 1. La taille des grains est exprimée soit en millimètres, soit en unité internationale ϕ (KRUMBEIN, 1934). La correspondance entre les deux unités est donnée par la formule suivante : $\phi = -\log_2 D \Leftrightarrow D = 2^{-\phi}$ où D est le diamètre du grain en millimètre.

CLASSIFICATION DE WENTWORTH SANDRISEE					
Diamètres		Classification			
mm	φ	Code	Classes	Code	Fractions
> 1024	< -10	R^W	<i>Rochers</i>	GRO^W	Grossière Fraction charriée lors du transit
256 à 1024	-8 à -10	B^W	<i>Blocs</i>		
128 à 256	-7 à -8	PG^W	<i>Pierres Grossières</i>		
64 à 128	-6 à -7	PF^W	<i>Pierres Fines</i>		
32 à 64	-5 à -6	CG^W	<i>Cailloux Grossiers</i>		
16 à 32	-4 à -5	CF^W	<i>Cailloux Fins</i>		
8 à 16	-3 à -4	GG^W	<i>Graviers Grossiers</i>		
2 à 8	-1 à -3	GF^W	<i>Graviers Fins</i>		
0,5 à 2	1 à -1	SG^W	<i>Sables Grossiers</i>	SAB^W	Sablonneuse Fraction intermédiaire
0,0625 à 0,5	4 à 1	SF^W	<i>Sables Fins</i>		
0,0039 à 0,0625	8 à 4	L^W	<i>Limons</i>	FIN^W	Fine Fraction en suspension et colmatante
<0,0039	> 8	A^W	<i>Argiles</i>		

Tableau 1 : Classification de WENTWORTH sandrisée

4.5.1. PROTOCOLE DE PRELEVEMENT GRANULOMETRIQUE EN PROFONDEUR

Un prélèvement en profondeur a été réalisé dans le chenal d'écoulement des Ussets, en amont de la carrière, et à proximité du point de prélèvement n°3. La localisation de cette granulométrie de pleine masse a été choisie de façon à être représentative de la part de sédiments fins transitant dans le cours d'eau, les particules de colmatages (< 8 mm) étant discriminées dans le protocole de prélèvement de surface. Le prélèvement s'est donc déroulé dans un secteur homogène, au centre du chenal d'écoulement et sans point de singularité à proximité.

Ce prélèvement a été réalisé de façon non discriminatoire, à l'aide d'une petite pelle manuelle ; un échantillon des matériaux (fins et grossiers) du lit a été récolté sur une surface approximative de 1 m² et sur une profondeur d'environ 30 cm pour un poids total d'environ 23 kg.

4.5.2. PROTOCOLE DE TRAITEMENT DES ELEMENTS COLLECTES EN PROFONDEUR

Les éléments collectés ont été différenciés en plusieurs classes granulométriques à l'aide de 4 tamis de mailles respectives: 6,14 mm, 3,93 mm, 1,91 mm et 1 mm. Les 5 composantes granulométriques obtenues ont été ensuite pesées afin d'obtenir la répartition des particules fines en fonction de leurs masses.

4.5.3. RESULTATS

4.5.3.1. Granulométrie des échantillons de surface

Les courbes granulométriques montrent qu'il n'existe pas de gradient granulométrique amont → aval sur le secteur d'étude. Le linéaire d'étude est toutefois peu développé pour obtenir des résultats significatifs sur une distance aussi courte. Les courbes granulométriques présentées sur la figure ci-dessous sont relativement homogènes et avec une étendue relativement importante. Pour rappel, la méthodologie employée discrimine les particules de colmatage et les éléments de rugosité, il n'y a donc pas d'éléments fins (sables, limons et argiles) et grossiers (rochers, blocs) dans les résultats présentés.

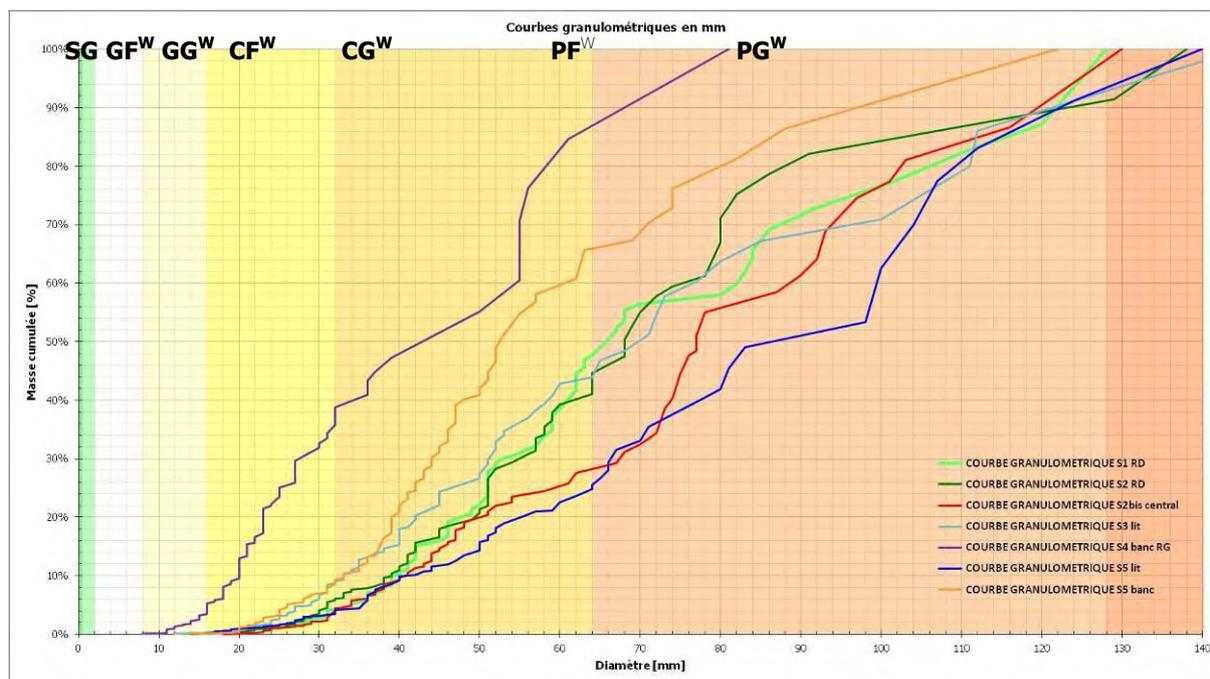


Figure 28 : Courbes granulométriques selon le lieu de prélèvement et projetées sur la classification de Wentworth sandrisée

L'analyse statistique sous forme de box-plot présentée ci-dessous permet de mieux visualiser l'étendue des diamètres pour chaque échantillon prélevé.

On constate que les granulométries réalisées entre la confluence avec les petites Usse (S1) et le 1^{er} méandre à l'amont du pont des Douattes (S5) sont globalement uniformes, l'essentiel de la granulométrie des prélèvements (quartiles 25 à 75) étant compris majoritairement sur deux classes de la classification de Wentworth sandrisée : Cailloux Fins (CF^W) et Cailloux Grossiers (CG^W).

Le prélèvement situé sur le banc en rive gauche au niveau du pont de Sarzin est cependant nettement distinct des autres échantillons, avec des diamètres moyens compris entre 8 et 81 mm. L'étendue de la granulométrie de cet échantillon est relativement faible puisqu'il a été prélevé sur la partie intermédiaire d'un banc au niveau d'une zone de plat lentique, les matériaux les plus grossiers étant situés sur la partie amont. Ce prélèvement permet toutefois de connaître la granulométrie de ce type de matériaux alluvionnaires relativement mobiles.

Les autres prélèvements, plus homogènes, diffèrent au niveau de l'étendue des fuseaux granulométriques couverts. Les deux prélèvements réalisés dans le chenal d'écoulement (S3 et S5) comprennent des éléments relativement plus grossiers puisque les matériaux fins sont régulièrement emportés par le courant, l'étendue des granulométries étant comprise entre

les cailloux fins (CF) et les pierres grossières (PG). Les prélèvements restants ont également une granulométrie relativement large, comprise entre les galets grossiers et les pierres fines (PF), voir pierres grossières (PG) pour les prélèvements S2.

Ainsi, les analyses granulométriques montrent que le lit des Usse **dans le secteur d'étude** est caractérisé par un substrat non grossier du type armure plutôt que pavage au sens de BRAY & CHURCH (1980).

Armure, pavage et sous-couche

Un lit fluvial (rivières à graviers à lit mobile) se caractérise par la stratification des alluvions. La partie supérieure grossière est appelée armure (Bray & Church, 1980). Son épaisseur est celle des plus grosses particules la constituant (Simon, 1986). Elle masque la sous-couche constituée de matériaux plus fins. Cette armure est liée à une ségrégation granulométrique des alluvions qui ont généralement une granulométrie étendue en rivière. Lors des crues, les éléments les plus fins sont mis en mouvement laissant alors les plus grossiers former une armure sur la surface du lit (Bray & Church, 1980). **L'armure a environ un diamètre moyen (D_{50}) 2,5 fois plus grossier que celui de la sous-couche (Klingeman & Emmet, 1982).** En revanche, les fractions grossières de **ces deux strates sont très proches ($\geq D_{90}$)** (Klingeman & Emmet, 1982 ; Hey & Thorne, 1983 ; Church, Mc Lean & Wolcott, 1987). Cette armure est remaniée régulièrement.



La sous couche présente une granulométrie proche de celle de la charge de fond transitant à la différence de l'armure (Malavoi, Garnier, Landon, Recking & Baran, 2011).



Le pavage présente une granulométrie très nettement supérieure à celle de la sous-couche avec une imbrication des matériaux sans tuilage (Bray & Church, 1980). Un pavage se forme lorsque la charge de fond est inexistante (Kellerhals, 1967), *e.g.* bloquée en amont par un barrage, supprimée par un **reboisement intensif, ou lorsque le cours d'eau s'est incisé pendant une longue période** (Bray & Church, 1980). **L'absence de fourniture sédimentaire conduit alors à un tri granulométrique des particules grossières, ce tri s'exerçant de manière permanente (à la différence des armures qui sont remaniées régulièrement).** Le pavage est ainsi souvent très stable.



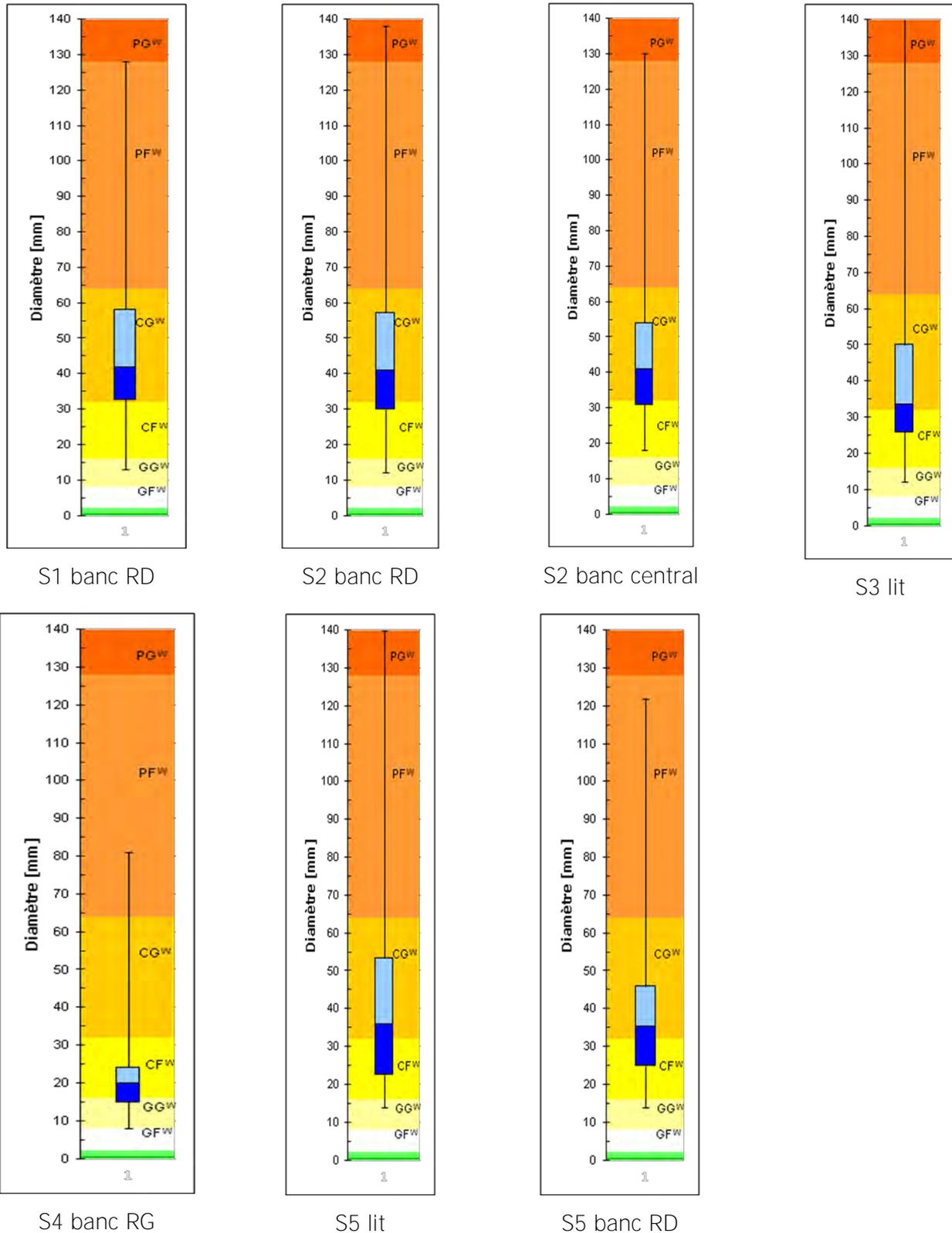


Figure 29 : Analyse statistique sous forme de boxplot selon le lieu de prélèvement projeté sur la classification de Wentworth sandrisée

Les limites inférieure et supérieure correspondent respectivement aux diamètres minimum et maximum. Les extrémités de la boîte représentent les percentiles 25 et 75 tandis que le percentile 50 correspond au trait central.

Les mesures effectuées sur les cinq lieux de prélèvement conduisent aux diamètres caractéristiques synthétisés dans le Tableau 2 ci-dessous. Ces diamètres seront notamment utilisés pour le calcul du transport solide par charriage.

DIAMETRES CARACTERISTIQUES							
Diamètre caractéristique [mm]	Échantillon granulométrique						
	S1-banc RD	S2-banc RD	S2-banc central	S3-lit	S4 banc RG	S5-lit	S5-banc RD
D₃₀	52	53	62	49	27	64	43
D₅₀	69	70	83	71	45	95	54
D₉₀	137	123	134	140	70	131	101

Tableau 2 : Diamètres caractéristiques selon le lieu de prélèvement

4.5.3.2. Granulométrie de l'échantillons en profondeur

La granulométrie de pleine masse effectuée au niveau du point S3 permet de connaître la répartition granulométrique et la proportion des particules fines discriminées lors des prélèvements de surface. Cette donnée permet de constater que ces sédiments fins représentent environ 25 % du poids total de l'échantillon.

Prélèvement de pleine masse - point S3			
Granulométrie	Poids (Kg)	Pourcentage (%)	Poids cumulé (%)
total	23.011	100	100
> 6.14 mm	17.288	75	100
> 3.93 mm	1.424	6	25
> 1.91 mm	2.106	9	19
> 1 mm	1.068	5	10
< 1 mm	1.125	5	5

Tableau 3: Granulométrie des sédiments fins

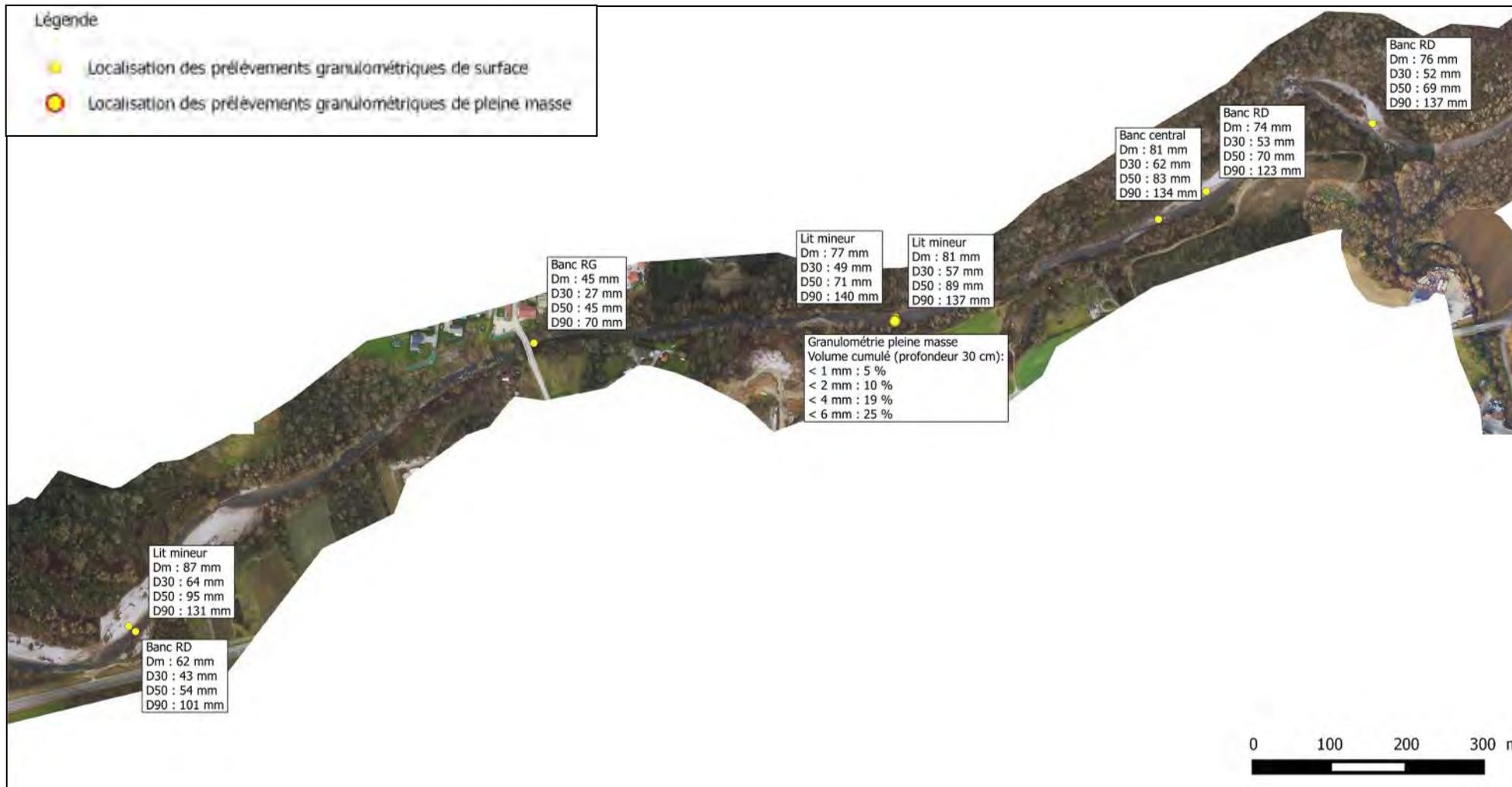


Figure 30: Caractéristiques principales des granulométries

4.6. ACTIVITE GEODYNAMIQUE DES USSES

Les cours d'eau correspondent à une zone de transfert des débits et des matériaux érodés depuis l'amont vers l'aval. Ce transfert, aussi bien de l'eau que des matériaux, n'est pas constant dans le temps mais varie suivant les apports qui proviennent des pluies pour le débit liquide et des apports de matériaux (glissements, éboulements, érosions et reprises d'anciens dépôts) pour le débit solide. Le débit liquide et le débit solide constituent ainsi les variables de contrôle.

Les lits fluviaux ajustent donc en permanence leur morphologie (largeur, sinuosité, pente) en réponse aux fluctuations spatio-temporelles du débit liquide et de la charge solide (GILVEAR & BRAVARD, 1993).

La rivière est par conséquent un milieu vivant en évolution permanente autour d'une position d'équilibre (LANE, 1955 ; BORLAND 1960).

Cette position d'équilibre est symbolisée par la balance de Lane : lorsque les débits liquides dominent, la traduction morphologique est l'érosion dominante. *A contrario* lorsque ce sont les débits solides qui prennent le dessus, c'est l'accrétion (ou sédimentation) qui contrôle la morphologie du cours d'eau.

L'équilibre dynamique est acquis lorsque sur une longue période, les phases d'érosion et de sédimentation s'équilibrent. Dès que ce système dysfonctionne, c'est-à-dire lorsque la balance se bloque dans un sens ou dans l'autre, c'est toute la morphologie du cours d'eau qui en est affectée. Par exemple, si la fourniture sédimentaire diminue, le cours d'eau s'incisera.

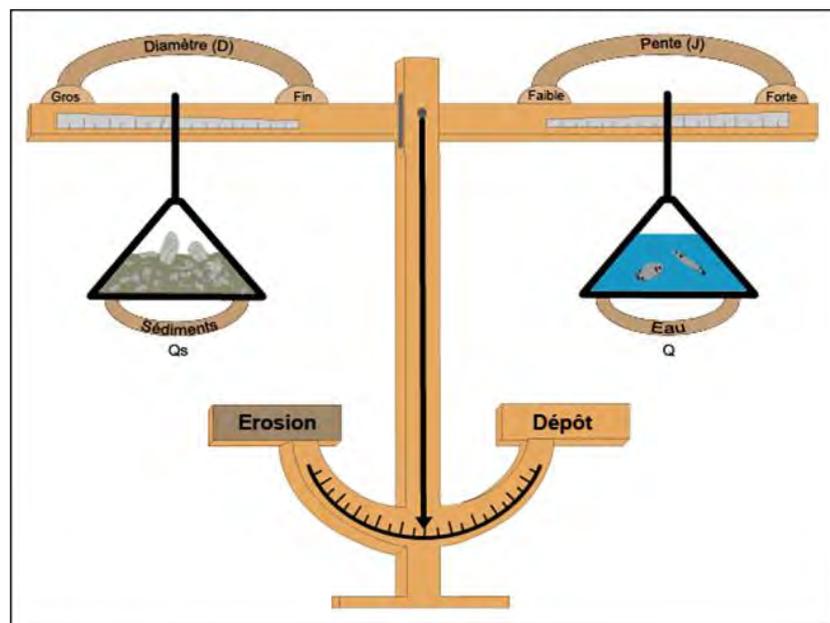


Figure 31 : Représentation du principe d'équilibre d'après LANE (1955) et BORLAND (1960)

L'activité géodynamique d'un cours d'eau peut être déterminée à l'aide de la *typologie géodynamique simplifiée* proposée par BIOTEC & MALAVOI (2007) qui partent du postulat suivant :

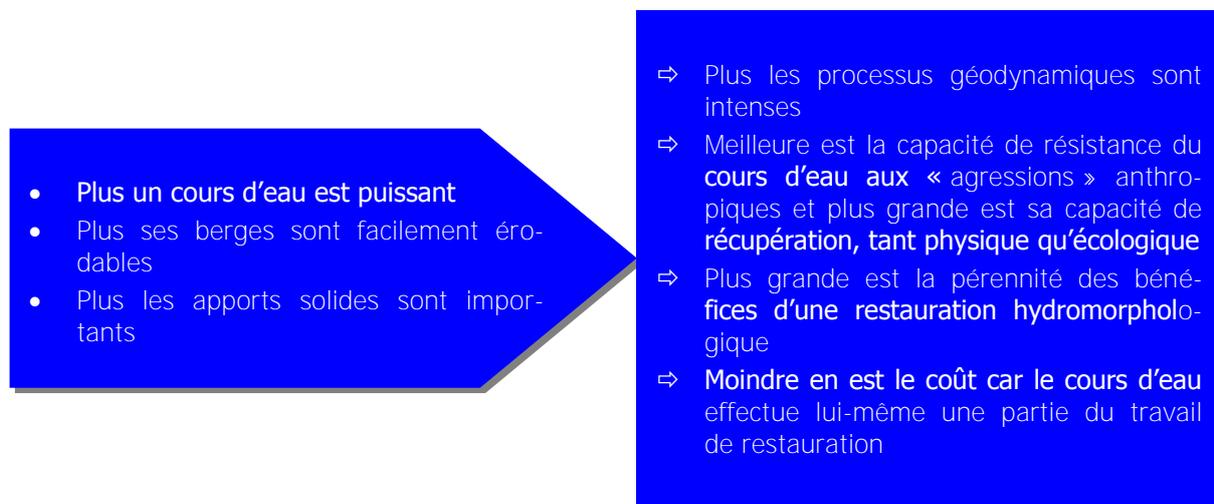


Figure 32 : Postulat de l'activité géodynamique (BIOTEC & MALAVOI, 2007)

La typologie géodynamique simplifiée proposée par ces deux auteurs est donc construite par l'évaluation, voire la mesure, de trois variables, qui font l'objet des paragraphes suivants dans le cas des Ussets:

- La puissance spécifique du cours d'eau (ω);
- L'érodabilité de ses berges (B) ;
- L'importance et la nature des apports solides directement ou indirectement injectés (A).

TYPOLOGIE GEODYNAMIQUE SIMPLIFIEE				
Variables	1	2	3	4
Puissance spécifique – ω	Nulle < 10 W/m ²	Faible 10 – 30 W/m ²	Moyenne 30 – 100 W/m ²	Forte > 100 W/m ²
Érodabilité des berges – B	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Apports solides – A	Nuls	Faibles	Moyens	Forts

Tableau 4 : Typologie géodynamique simplifiée (BIOTEC & MALAVOI, 2007)

4.6.1. PUISSANCE SPECIFIQUE

Le débit liquide couplé à la pente fournit au cours d'eau l'énergie nécessaire pour évacuer la charge solide qui lui est imposée. On définit ainsi la puissance spécifique d'un cours d'eau exprimée en W/m² par la relation suivante :

$$\omega = \frac{\gamma_{\text{eau}} \cdot Q_L \cdot J}{L}$$

Avec :

γ_{eau} – le poids volumique de l'eau égal à 9 810 N/m³

Q_L – Débit liquide [m³/s]

J – Pente de la ligne d'énergie [m/m]

L – Largeur du lit pour le débit Q_L [m]

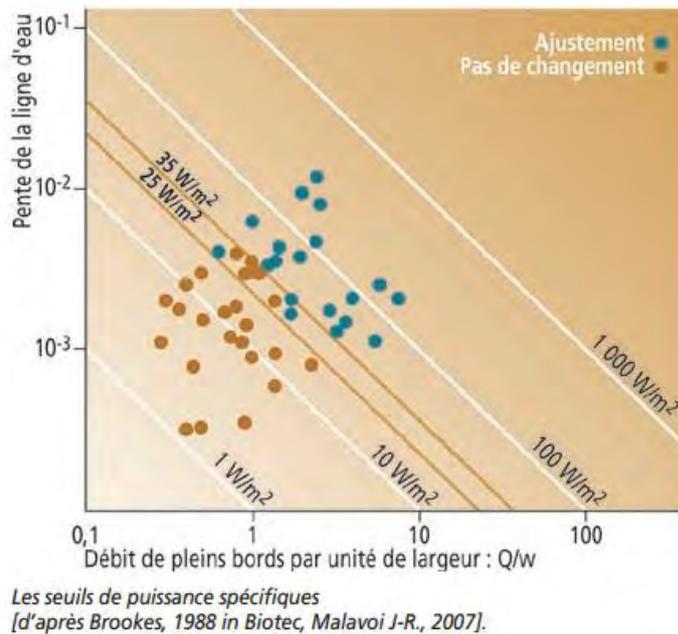


Figure 33: Seuils de puissance spécifiques, Malavoi, 2007

Dans le cas des Usses, cette formule est appliquée en utilisant les résultats de modélisation obtenus pour la simulation du débit de début de débordement (résultats détaillés au chapitre 5). Le comportement hydraulique du cours d'eau étant spécifique suivant la géométrie de la section d'écoulement, ces débits sont définis pour chaque tronçon homogène de la rivière.

En effet, ce sont les débits relativement fréquents qui sont capables de modeler la section la plus efficace pour transporter régulièrement vers l'aval la quantité de sédiments fournie par le bassin versant (MALAVOI & BRAVARD, 2010). En ce sens, sur des lits naturels non pavés, ils sont théoriquement morphologiquement plus actifs que des crues de fréquence rare (qualifiées de Basse Fréquence Haute Magnitude (ARNAUD-FASSETTA & FORT, 2004), c'est-à-dire qu'elles se produisent rarement mais sont particulièrement morphogènes).

Les résultats de simulation pour le débit de début de débordement permettent donc d'obtenir la largeur du lit associée à ce débit pour chaque section hydraulique d'écoulement constituant le lit mineur des Usses et la pente de la ligne d'énergie sensiblement égale à la pente du lit sur le secteur d'étude. Les principaux résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

D'une manière générale, au delà d'une puissance de 30 W/m², des réajustements morphologiques sont possibles. La puissance spécifique des Usses étant majoritairement comprise entre 100 W/m² et 200 W/m² (pic à plus de 320 W/m² pour le bief amont le plus actif), elle traduit l'importante capacité d'auto-ajustement de la rivière sur le secteur d'étude.

Tronçon	Puissance spécifique
---------	----------------------

1	324 W/m ²
2	149 W/m ²
3	140 W/m ²
4	178 W/m ²
5	157 W/m ²
6	191 W/m ²

Tableau 5: Puissances spécifiques des différents tronçons

4.6.2. ÉRODABILITE DES BERGES

L'érodabilité des berges est évaluée à partir des investigations de terrain réalisées par HYDRETTUES en juillet et octobre 2016 et des photographies prises à l'occasion. Il s'agit donc d'une analyse davantage qualitative que quantitative, qui repose sur la méthode ci-dessous adaptée à partir de celle préconisée par MALAVOI & BRAVARD (2010, pp. 197-199) :

- Recherche, dans la mesure du possible, de portions de berges non végétalisées et non protégées, et des secteurs où le pied de berge atteint sensiblement le fond moyen du lit, voire le thalweg ;
- Comparaison avec les photographies de référence dont la planche est présentée ci-dessous ;
- Qualification du degré d'érodabilité des berges selon les quatre classes de la typologie géodynamique simplifiée (cf. Tableau 4) :
 - o *Nulle* : berges rocheuses ou dont la granulométrie grossière fait que les particules ne peuvent plus être entraînées par le cours d'eau actuel ;
 - o *Faible* : berges argileuses (extrêmement cohésives) ou argilo-limoneuses (très cohésives) sur toute la hauteur de la berge ;
 - o *Moyenne* : berges où le limon est dominant soit dans la texture des alluvions (limon-sableux, voire sable-limoneux), soit dans la stratigraphie (il occupe plus des 4/5^e de la hauteur de berge) ;
 - o *Forte* : les sédiments sableux à caillouteux (jusqu'aux blocs dans les torrents de montagne) dominant sur au moins le quart inférieur de la berge (érodabilité forte), voire sur toute la hauteur (érodabilité très forte).

Cette approche a déjà pour partie été menée dans l'état des lieux développé via la diachronie, l'évolution de la bande active et des structures alluviales. Il s'agit ici de détailler les observations de terrain en terme d'érodabilité des berges, principale source de recharge sédimentaire pour les Grandes Usses.



Figure 34 : Photographies de référence pour l'évaluation du degré d'érodabilité des berges (MALAVOI & BRAVARD, 2010)

Les photographies ci-dessous montrent l'état d'érosion des berges sur l'ensemble du secteur d'étude. L'analyse de ces photographies montre que les berges des Usses sont soit de type limono-graveleux avec une présence variable de blocs et cailloux, auquel cas elles sont similaires à celles des photographies de référence notées g et h, mais également recouverte d'une couche sablo-limoneuse en partie haute. Ainsi, on peut évaluer le degré d'érodabilité des berges de la plaine de Bonlieu comme étant faible à moyen sur la partie aval et fort sur la partie amont (aval confluence avec les petites Usses). On notera également l'importante présence de la Renouée du Japon, facteur d'instabilité des berges.



Berges en amont de la confluence avec les Petites Usses





Figure 35 : Planche photographique des berges des Usses sur l'ensemble du secteur *d'étude*, présentées de l'amont vers l'aval. La flèche rouge indique le sens de l'écoulement.

4.6.3. APPORTS SOLIDES

Le diagnostic hydro-morphologique de 2011 comprend une estimation du transport solide des Grandes Ussets, réalisée à partir des prélèvements granulométriques effectués sur l'ensemble du bassin versant dans le cadre de cette étude. Les volumes charriés moyens annuels ont été calculés à partir des formules de LEFORT et Meyer-Peter-Müller (1948). Les résultats obtenus avec la formule de Meyer-Peter-Müller correspondent au double de ceux obtenus par la formule de LEFORT. Cet écart témoigne des incertitudes des estimations quantitatives de transport solide, les paramètres intervenant dans les calculs étant variés et difficilement quantifiables.

L'étude de 2011 a estimé que l'utilisation de la formule de LEFORT est préférable pour **exprimer l'ordre de grandeur des apports solides** sur les Ussets. Cette utilisation est notamment justifiée en raison de la plage de validité de la formule de LEFORT, étendue aux faibles pentes, **permettant l'utilisation d'une seule et même formule sur l'ensemble du linéaire d'étude**. Compte tenu de cette conclusion, les calculs de la présente étude sont également basés sur la formule de LEFORT¹ (2007).

Le calcul des volumes d'apports solides annuels sur le secteur d'étude est basé sur les granulométries réalisées en octobre 2016, en considérant que les matériaux du fond et des bancs sont caractéristiques de ce que la rivière peut déposer ou mettre en mouvement sur la zone d'étude. Les particules fines, évacuées par les crues et n'ayant pas de rôle morphogène, ne sont pas prises en compte dans ces calculs. Les résultats calculés correspondent à la capacité maximale de charriage, ce qui suppose un approvisionnement suffisant en matériaux sur les têtes de bassin et dans les berges.

Débit de début d'entraînement (débit correspondant au début de l'entraînement des matériaux du fond du lit) :

$$\frac{Q_0}{\sqrt{g \cdot d_m^5}} = C(d_m^*) \cdot (s - 1)^{5/3} \cdot \left(\frac{B}{d_m}\right)^{2/3} \cdot \left(\frac{k_s}{k_r}\right)^{-0,42} \cdot J^{-n}$$

avec :

$$d_m = \sum_i \frac{d_i \cdot P_i}{P}$$

$$d_m^* = d_m \cdot \left[\frac{g(s-1)}{v^2}\right]^{1/3}$$

$$k_r = \frac{21,1}{d_m^{1/6}}$$

$$C(d_m^*) = 0,0269 + \frac{0,532}{1,1 + d_m^*} - 0,0589 \exp\left(-\frac{d_m^*}{60}\right) \quad \text{avec} \quad C(d_m^*) = 0,0269 \text{ si } d_m < 8 \text{ mm}$$

$$n = 1,725 + 0,09 \log J$$

Concentration de matériaux transportés (caractérisation du débit solide charrié) :

¹ Philippe LEFORT, « formule semi-empirique pour le calcul du transport solide des rivières et torrents » in : SHF : « Transports solides et gestion des sédiments en milieux naturels et urbains », Lyon, 28-29 novembre 2007

avec :

$$C_{pm} = 3,176 \cdot 10^6 \cdot \text{cor} \left(\frac{d_{90}}{d_{30}} \right)^{0,21} \frac{s}{(s-1)^{1,38}} J^m [G(Q^*)]^z$$

$$Q^* = \frac{Q}{Q_0}$$

$$m = 1,887 + 0,09 \log J$$

$$z = 0,78 + \frac{1,53 \text{Re}^{0,14}}{d_m^{*0,78}}$$

$$\text{Si } \frac{k_s}{k_r} < 0,6 \text{ alors cor} = 1 - 0,9 \exp \left[-0,08 \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{0,24} \cdot Q^* \right] \text{ sinon cor} = 1$$

$$\text{Si } Q^* > 2,5 \text{ alors } G(Q^*) = 3,88 \left[1 - \left(\frac{0,75}{Q^*} \right)^{0,25} \right]^{5/3} \text{ sinon } G(Q^*) = 0,4 \left(\frac{Q^*}{2,5} \right)^{6,25(1-0,37 Q^*)}$$

Notations et domaine de validité des principaux paramètres

Q – Débit liquide (m³/s)

Q₀ – Débit de début d'entraînement (m³/s)

J – Pente de la rivière (m/m)

B – Largeur du lit (m)

d_i – Diamètre de grain (l'indice i indique « en % plus fin que »)

P_i – Poids de grain

d_m – Diamètre moyen arithmétique > 0,1 mm

d_m^{*} – Diamètre adimensionnel

d₉₀/d₃₀ – Étendue granulométrique < 20

s – Densité du matériau égale à 2,7 > 1,1

k_r – Coefficient de Strickler du matériau

k_s – Coefficient de Strickler du lit égal à 25

v – Viscosité cinématique du fluide égale à 1,3.10⁻⁶ m²/s

g – Accélération de la gravité égale à 9,81 m/s²

C_{pm} – Concentration de matériaux (ppm ou g/m³ ou mg/l)

La formule de LEFORT (2007) est appliquée à partir des données hydrologiques et granulométriques présentées respectivement aux chapitres 3.3 et 4.5. Les Ussets présentent une morphologie relativement hétérogène sur le secteur d'étude. Le transport solide est calculé pour chaque granulométrie des différents tronçons hydrauliques du secteur d'étude. Les résultats sont synthétisés dans le Tableau 6.

Les matériaux commencent à être transportés à partir de 20 à 25 m³/s en moyenne, ce qui se produit ~2-3 jours par an environ en temps instantané cumulé pour des régimes hydrologiques moyens tandis que cette valeur descend à ~1-2j en cas de régime "sec" et ~6-9j par régime "humide". Le volume de matériaux charriés **sur le secteur d'étude** est relativement important et homogène, **de l'ordre de** 1 500-2000 m³/an (cf. cohérence avec comblement du bras droite amont) tandis que le lit restauré entre pont de Sarzin et pont des Douattes dispose d'une capacité de transport maximale théorique de 3500-4000 m³/an.

Ces volumes moyens annuels doublent ou sont divisés par deux selon le régime hydrologique subi, soit de 700-1000 m³/an en année sèche et 3000-4000 m³/an en année humide.

TRANSPORT SOLIDE PAR CHARRIAGE SUR LE SECTEUR D'ETUDE					
Paramètre calculé	Échantillon granulométrique				
	P1	P2	P3	P4	P5
Débit de début d'entraînement [m³/s]	22	25	25	16	21
Nombre de jour de charriage en régime hydrologique moyen [jour/an]	~3j	~3j	~3j	~7j	~4j
Volume de matériaux charriés [m³/an]	1 750	1 790	1 300	2240	3530

Tableau 6 : Transport solide par charriage sur le secteur d'étude selon l'échantillonnage granulométrique et le tronçon homogène associé

Notons que ces volumes sont en cohérence avec le volume des structures alluviales amont. Ils demeurent bien en deçà des estimations menées lors de l'étude de 2011 à la faveur d'une granulométrie bien plus fine mesurée à l'époque.

Le choix de l'opérateur quant à la zone de prélèvement retenue ainsi que la ségrégation des éléments grossiers en 2011 et a contrario des éléments fins en 2016 expliquent vraisemblablement ces différences, ainsi peut-être qu'un renforcement de l'armure du lit au cours de ces dernières années, s'équilibrant avec les apports réels disponibles.

Rappelons que la fraction fine graveleuse, transportée davantage en suspension qu'en charriage de fond et estimée en S3 à près de 25% du poids total de l'échantillon pourrait être ajoutée aux volumes estimés en 2016 qui ne représenteraient que 75% de la charge solide (hors limons et sables). Dans ce cas, le coefficient multiplicateur serait au minima de 1,33 et les volumes moyens sont alors estimés à 2000-2700 m³/an. La ségrégation sur les éléments grossiers en 2011 agit sur des proportions similaires et même plus élevées.

Le nombre de jours de charriage moyen apparaît en deçà des observations constatées sur le terrain mais aussi estimées lors de l'étude de 2011.

Sachant que le débit de début d'entraînement est dépendant du diamètre moyen D_m , de la largeur de la bande active et de la pente du lit, les écarts sur le D_m (ségrégation des éléments fins en 2016 considérés comme transportés en suspension et à faible impact morphologique, d'où un D_m plus grossier) expliquent en partie les écarts entre 2011 et 2016. En intégrant la fraction granulométrique graveleuse fine, le D_m sur site S3 évolue de 77mm à 59mm et se traduit par une durée cumulée de charriage annuel accrue : ~6j par régime hydrologique moyen (4j à 16j dans le cas des régimes annuels secs ou humides) et porterait le volume annuel charrié non pas à 2000-2700 m³/an mais à 3600 m³/an (approche purement calculatoire de la capacité de transport solide maximale) se rapprochant des estimations de 2011.

A contrario, entre la prise de vue aérienne de décembre 2015 et les reconnaissances de terrain de juillet et octobre 2016, peu d'évolution notables sont constatées et les recoupements de volume des structures alluviales et des données LIDAR se sont révélées cohérentes. L'activité semble donc très discontinue en terme de transit sédimentaire sur la zone d'étude et le régime hydrologique de montée et descente rapide des Ussets réduit assurément les temps cumulés annuels de charriage dès lors que l'armure se renforce.

Ces résultats de calcul de transport solide se révèlent donc in fine en adéquation avec les observations de terrain.

4.7. ENJEUX ECOLOGIQUES TERRESTRES

Compte tenu de l'ampleur potentielle des emprises du projet et du caractère apparent modérément anthropisé des rives, il est apparu nécessaire d'engager des inventaires faune-flore le long et sur les rives des Usses entre la confluence des Petites Usses et le pont de Sarzin.

Le résultat exhaustif de ces investigations est joint en Annexe.

Les habitats identifiés ne présentent pas d'enjeux de conservation. En effet, il s'agit d'habitats relativement communs, non recensés dans les cahier d'habitats d'intérêt communautaire (Directive habitat n°92/43/CEE).

Aucune espèce floristique à enjeu de conservation n'a été observée lors de la campagne d'inventaire effectuée au printemps/été 2016.

L'enjeu porte avant tout sur la présence de *Reynoutria japonica* et d'autres espèces envahissantes exotiques et le contrôle de leur dissémination.

Des espèces faunistiques à enjeux de conservation "Assez fort" à Très fort" sont présentes sur site. Il s'agit de :

- mammifères : Castor d'Europe ;
- avifaune (cf. boisements) : Bruant jaune, Buse variable, Chardonneret élégant, Chevalier guignette, Gobemouche gris, Harle bièvre, Hirondelle de fenêtre et rustique, Martin-pêcheur d'Europe, Moineau domestique, Pie grièche écorcheur, Serin cini ;
- chiroptères : Murin de Daubenton, Pipistrelle commune et de nathusius, Sérotine commune ;
- batraciens : Grenouille rousse et commune ;
- Coléoptère : Lucane cerf volant.

4.8. ELEMENTS DE DIAGNOSTIC

Les éléments présentés dans ce chapitre montrent que les Usses présentaient historiquement une activité marquée sur le secteur d'étude. La dynamique de ce secteur a cependant progressivement diminué et le cours d'eau se révèle désormais chenalisé et quasi figé sur les 2/3 du linéaire entre les Petites Usses et le pont de Sarzin via un tracé sub-rectiligne peu favorable à la recharge sédimentaire latérale et à la diversification des faciès.

L'analyse diachronique de la zone de projet indique que cette dégradation s'est produite depuis les années 1980, impact "à retardement" des activités de curage réalisées dans les années 1960-70 à proximité de la confluence avec les petites Usses.

L'analyse du profil en long, des photos aériennes, et des bandes actives du cours d'eau font ressortir les problématiques suivantes:

- Incision et chenalisation du lit,
- Perte de sinuosité du tracé,
- Rétraction des bandes actives,
- Végétalisation des bras secondaires.

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'état des lieux réalisé pour la présente étude tend à démontrer que cette évolution défavorable du lit tend à se stabiliser : l'incision du lit est en diminution depuis les années 2000. De plus, la restauration d'une certaine mobilité du cours d'eau reste encore possible dès lors que des mesures d'accompagnement et de gestion sont mises en place, comme le démontre le site à l'amont du pont des Douattes, où le traitement des bancs a permis de réactiver la dynamique latérale.

Dans tous les cas, cette dynamique passe par une fourniture sédimentaire restaurée 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).

L'évaluation de la puissance spécifique, du degré d'érodabilité des berges et des apports solides conduit à un score géodynamique de type $\omega 4/B3/A3$ (forte puissance spécifique, érodabilité et apports solides moyens) à l'échelle du tronçon (score plus élevé à proximité de la confluence Petites Usses), c'est-à-dire **un cours d'eau réactif et dynamique, l'analyse diachronique venant corroborer ce résultat.**

Par conséquent, il apparaît que les Usses présentent une capacité **d'auto**-ajustement significative, actuellement limitée par la chenalisation de son tracé et la végétalisation des structures alluvionnaires les plus anciennes, aujourd'hui pour partie perchées.

La situation morphologique de 1952 préalable à ces prélèvements excessifs, avec une sinuosité et un espace de mobilité significatif, peut être considérée comme un état de référence.

La restauration écologique des Usses consistera donc à accompagner le cours d'eau dans un processus de restauration du transit sédimentaire et dans la recharge sédimentaire au sein de ses berges et ce en modifiant le tracé actuel de son lit en vue d'accroître les contraintes sur berge, en diversifiant la rugosité du lit et le profil et nature des pieds de berges au sein du lit actuel, tout en intégrant la gestion du risque par le biais de bras diachrones (cf. maîtrise des phénomènes de défluviation).

A ces mesures correctives déclencheuse 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 terme 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.

5. DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE

5.1. OBJET

Le diagnostic hydraulique a pour objectif de caractériser les écoulements sur le secteur d'étude à partir de simulations basées sur un modèle mathématique d'écoulement et sur la géométrie du site étudié. Le modèle a été réalisé à l'aide du logiciel *Infoworks-ICM* conçu et développé par *Innovyze*.

5.2. CONSTRUCTION DU MODELE

5.2.1. TOPOGRAPHIE

Les données topographiques utilisées pour la modélisation hydraulique sont issues d'un levé LIDAR (*Light Detection And Ranging – télédétection par laser, grille de 1 mètre*) du lit majeur du bassin versant des Usses. Ce support topographique permet de générer un maillage de surface du terrain naturel appelé Modèle Numérique de Terrain (MNT).

5.2.2. MODELE

L'emprise du modèle hydraulique couvre l'ensemble du territoire d'étude décrit au paragraphe 2.1, soit de l'aval de la confluence avec les Petites Usses jusqu'à l'amont immédiat du pont de Sarzin (*cf. partie 2: localisation du secteur d'étude*).

Le calcul repose sur les données suivantes :

- Une représentation géométrique du lit mineur par des profils en travers et les caractéristiques des différents ouvrages hydrauliques,
- Une représentation des paramètres hydrauliques du lit mineur : coefficient de Strickler de manière à représenter les frottements, coefficient de perte de charge de manière à représenter les perturbations induites par les obstacles aux écoulements.

Dans notre cas, les écoulements sont entièrement modélisés grâce au module 2D du logiciel. La topographie disponible 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 conséquences de la présence des ponts sur l'écoulement sont également intégrées 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, ...).

5.2.3. CONDITIONS AUX LIMITES

Conditions à la limite amont

Les conditions aux limites à l'amont du modèle hydraulique consistent en l'injection des débits de pointe de période de retour 2, 10 et 100 ans définis au paragraphe 3.2. En amont du modèle, nous prendrons l'hypothèse d'une hauteur normale, ce qui paraît adapté au vu de l'homogénéité de la pente et de section du cours d'eau.

Les débits et formes d'hydrogrammes de crues suivants sont injectés. Ils ont été reconstitués à partir de la forme de l'hydrogramme de la crue de 2002, avec les débits de pointe calculés lors de la dernière étude hydraulique.

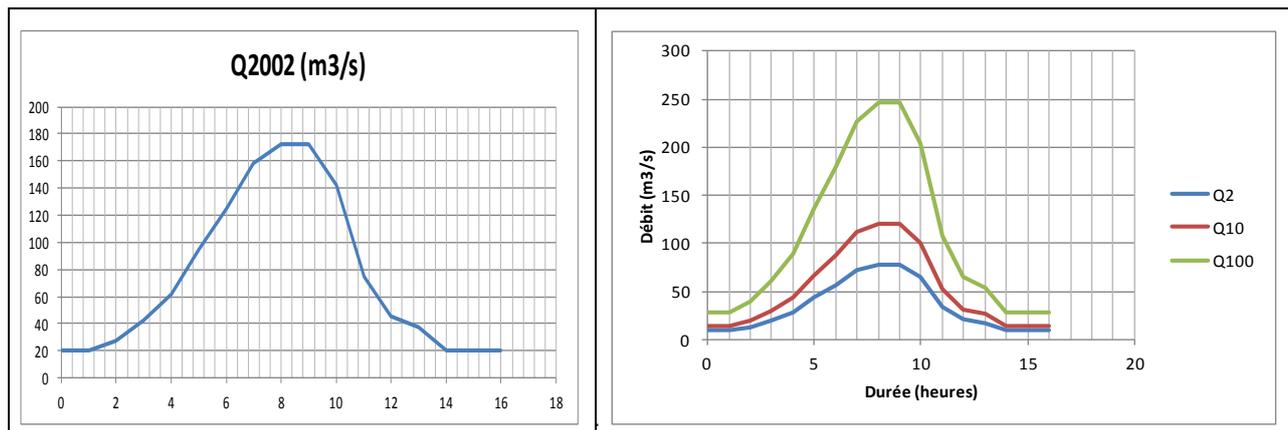


Tableau 7: Hydrogrammes de projet

Condition à la limite aval :

A l'aval du modèle, nous prendrons l'hypothèse d'une hauteur normale, ce qui paraît adapté au vu de l'homogénéité de la pente et de section du cours d'eau.

5.4. CALAGE DU MODELE

Le calage du modèle vise à s'assurer de sa représentativité avant de simuler les débits de pointe biennal, décennal et centennal (Q_2 , Q_{10} et Q_{100}), c'est-à-dire vérifier que le modèle reproduise le plus fidèlement possible la propagation des crues historiques connues, tant en débit qu'en cote.

En l'absence de données relatives à des crues historiques connues dans le secteur d'étude (repères de crue, limnigrammes et hydrogrammes mesurés), le calage du modèle est effectué par un test de sensibilité sur les coefficients de Strickler représentant la rugosité des lits majeur et mineur. Pour le calage du modèle, nous avons adopté les valeurs utilisées traditionnellement dans la littérature :

- Fond du lit : $K_s=22$ à 25 en moyenne
- Berges végétalisées : $K_s=10$ à 15 ,
- Lit majeur naturel (forêt, champs) : $K_s=10$ à 30 ,
- Lit majeur aménagé (route, goudronnage ...) : $K_s=25$ à 50 .

5.5. SIMULATION DE L'ETAT ACTUEL

Les débits de pointe biennal, décennal et centennal ont été simulés à partir du modèle hydraulique ainsi calé afin d'étudier et caractériser les conditions actuelles d'écoulement.

5.5.1. CAPACITE D'ÉCOULEMENT ACTUELLE

Les simulations de différents débits injectés en amont du modèle hydraulique permettent de déterminer la capacité d'écoulement avant débordement des Ussets 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.

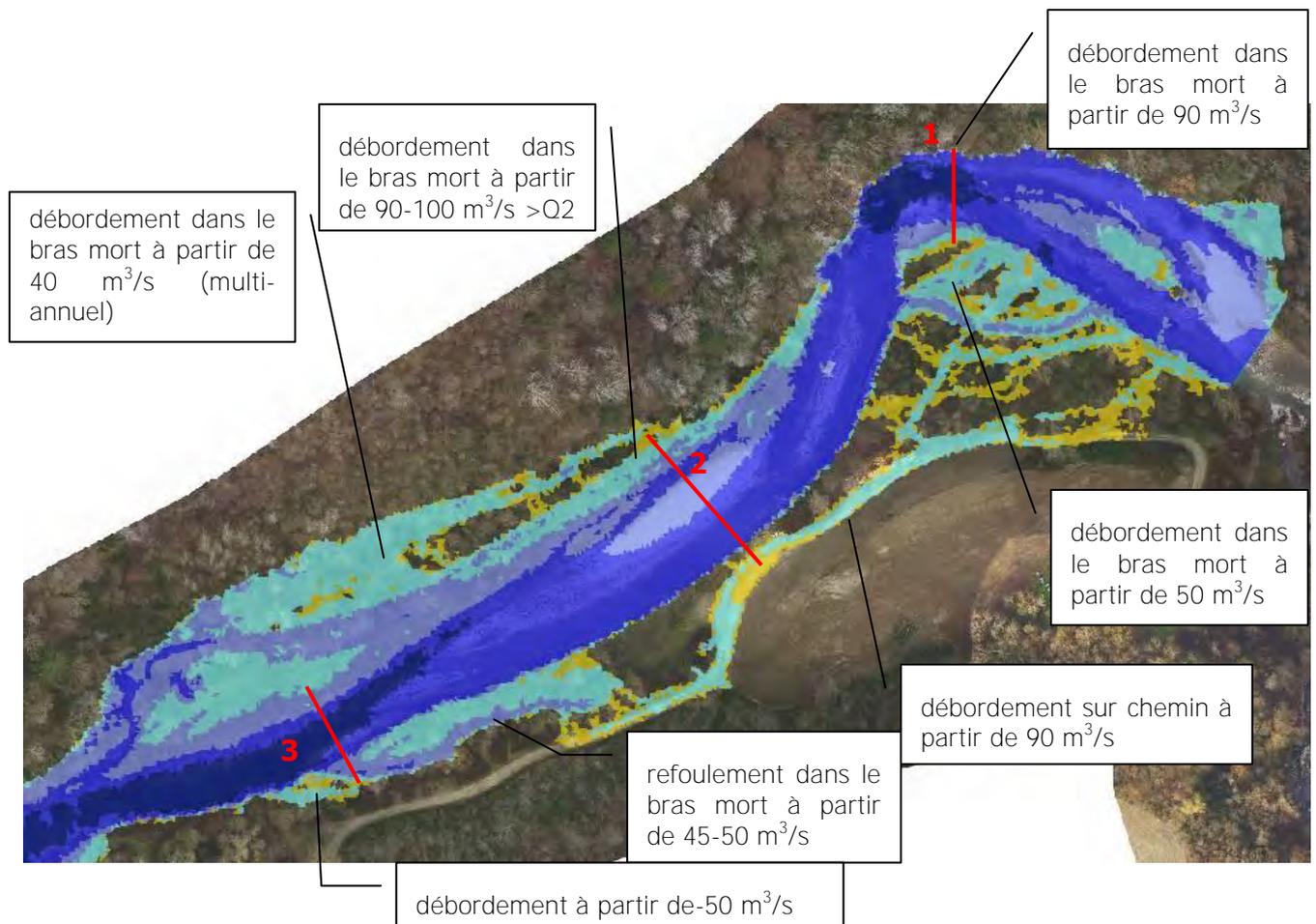


Figure 36: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie amont

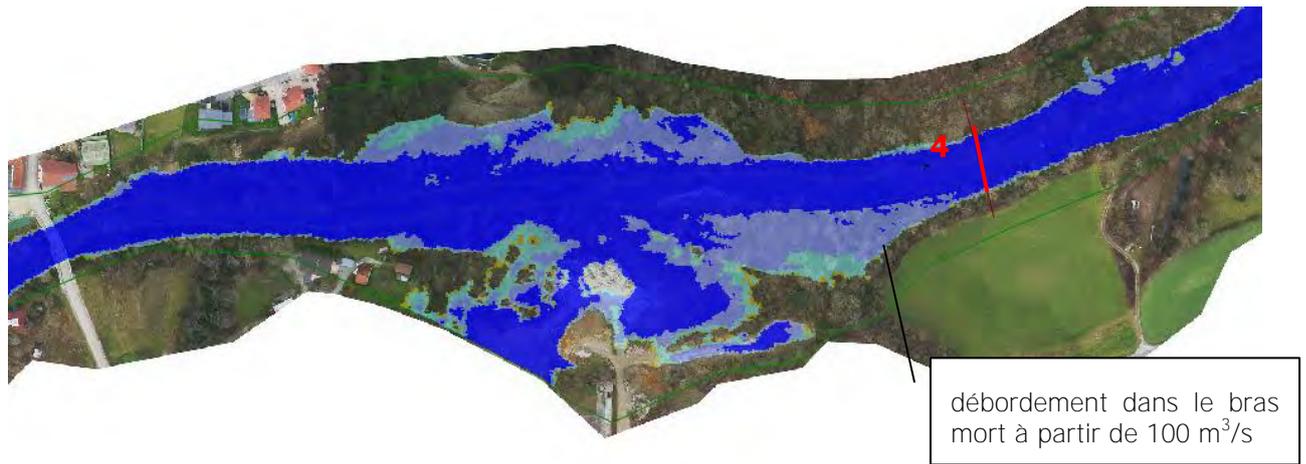


Figure 37: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie intermédiaire

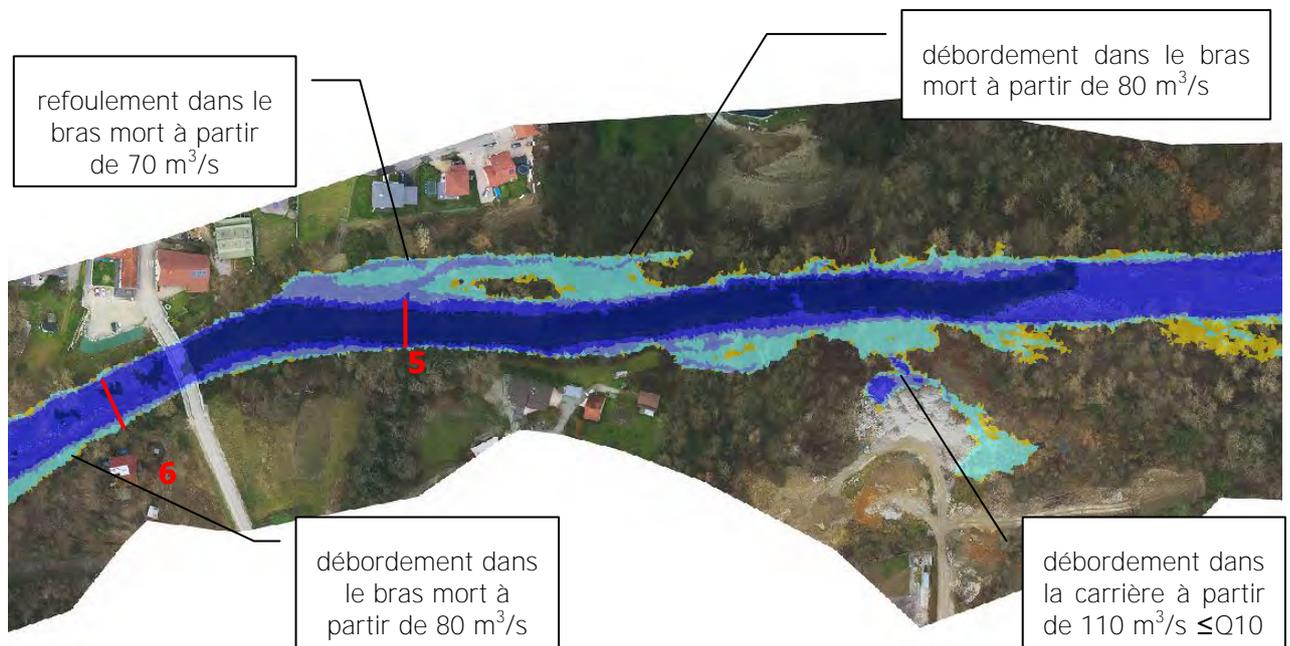


Figure 38: Localisation des tronçons homogènes de capacité de débordement, partie aval

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

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

Tableau 8: Caractéristiques principales des débordements sur le secteur d'étude

5.5.1. CRUE BIENNALE

Globalement, les Usses ont **une capacité d'écoulement** de l'ordre d'un débit de pointe d'une période de retour 2 ans ($Q_2 = 78 \text{ m}^3/\text{s}$). Pour un tel débit, quelques débordements surviennent déjà, essentiellement sur la partie amont du tronçon.

Pour un épisode biennal, on retrouve des hauteurs d'eau de l'ordre de 1 à 2 m dans le lit mineur, les hauteurs d'eau maximales se situent au niveau des zones de dépression (fosse en aval de la confluence) et des zones où la section d'écoulement est réduite (zone d'accélération situées au niveau des rapides et radiers).

Les **vitesse maximale d'écoulement** sont **de l'ordre de** 2 à 3 m/s, avec des maxima de 3 à 4 m/s à l'extrados des méandres sur la partie amont. Les vitesses d'écoulement sur les débordements sont relativement faibles, entre 0 et 1 m/s. Elles sont maximales au niveau des zones de berges érodées (confluence avec les petites Usses) et au droit des zones de réduction de la section d'écoulement (radiers, obstacles).

Sur la partie aval, la répartition des vitesses d'écoulement est relativement homogène en lien avec le tracé rectiligne du lit.

A cette fréquence, on identifie ainsi bien, par la cartographie des zones inondables, les anciens bras du lit et leur degré de connectivité, à savoir :

- un intrados du méandre aval Petites Usses, vestige d'une zone de divagation du cours d'eau (cf. ramification de débits débordant sur cette rive gauche),
- un ancien bras en rive droite du lit environ 300 mètres en aval de la confluence des Petites Usses à savoir en sortie de méandre amont ; situé en retrait de la structure alluviale actuelle, elle résulte de l'accroissement de l'amplitude du méandre associé ; son alimentation se fait de l'amont vers l'aval, hormis l'extrémité aval qui est alimentée dans un premier temps par refoulement (cf. hauteurs d'eau plus importantes),
- à proximité amont du pont de Sarzin, un bras mort alimenté par l'aval à cette fréquence de crue.



Figure 39 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe biennal Q2

Légende :

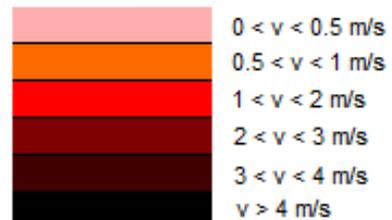


Figure 40 : Cartographie des vitesses maximales d'écoulement dans l'état actuel pour le débit de pointe biennal Q2

5.5.2. CRUE DECENNALE

Les cartographies ci-après mettent en avant que les Usses ont **une capacité d'écoulement** inférieure au débit de période de retour 10 ans. Avec un épisode décennal, les débordements sur la rivière sont généralisés; pour rappel, le débit décennal $Q_{10} = 121 \text{ m}^3/\text{s}$ est supérieur aux débits de débordement calculés précédemment, plus proche de Q_2 . Ainsi, avec un tel débit, tous les bras morts du secteur d'étude sont en eaux.

Hormis la mise en eau des bras secondaires, la localisation des hauteurs d'eau ci-dessous indique la présence de débordements au niveau de la "carrière" située environ 300 m en amont du pont de Sarzin, avec des hauteurs d'eau comprises entre 0,5 et 2 m.

On constate également un point de débordement plus faible en rive gauche, avec des hauteurs d'eau comprises entre 0,1 et 0,5 m sur le chemin situé rive gauche de la confluence le long de la zone de stockage ISDI à l'amont. On remarquera que la largeur des écoulements est plus importante sur la partie amont du secteur d'étude, où l'on retrouve des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulements plus faibles qu'à l'aval où le cours d'eau est d'avantage canalisé et rectiligne.

On peut également remarquer des tronçons soumis à plus forte contrainte hydraulique, où les **hauteurs d'eau maximales sont plus importantes, de l'ordre de 2 m**, et ce au niveau des rétrécissements du chenal d'écoulement, notamment à l'aval des zones de débordements des 1^e 2^e méandres après la confluence avec les petites Usses et au niveau du pont de Sarzin. **Pour ces zones, les vitesses maximales sont de l'ordre de 2 à 3 m/s**. Au niveau de **l'extrados des sinuosités, les vitesses peuvent localement dépasser 3 voire 4 m/s**.

Globalement, les vitesses d'écoulement sur la zone d'étude sont de l'ordre de 1 à 3 m/s sur le lit mineur, avec de faibles vitesses au niveau des zones de débordements, de l'ordre de 0 à 0,5 m/s, voir 1 m/s au niveau du 2^e méandre à l'aval de la confluence.

A cette fréquence, on apportera les commentaires complémentaires suivants sur les bras secondaires et zones de débordement :

- les débordements se généralisent sur l'intrados du méandre aval Petites Usses,
- l'espace "carrière" en rive gauche constitue une dépression en lit majeur qui est inondée et qui réduit donc potentiellement la capacité de transit des Usses sans pour autant générer un réseau hydrographique annexe ou remobilisation potentielle de sédiments (aucune plus-value écologique contrairement à la mise en eau des anciens bras),
- l'alimentation du bras en rive droite à proximité amont du pont de Sarzin, se fait désormais également par l'amont.

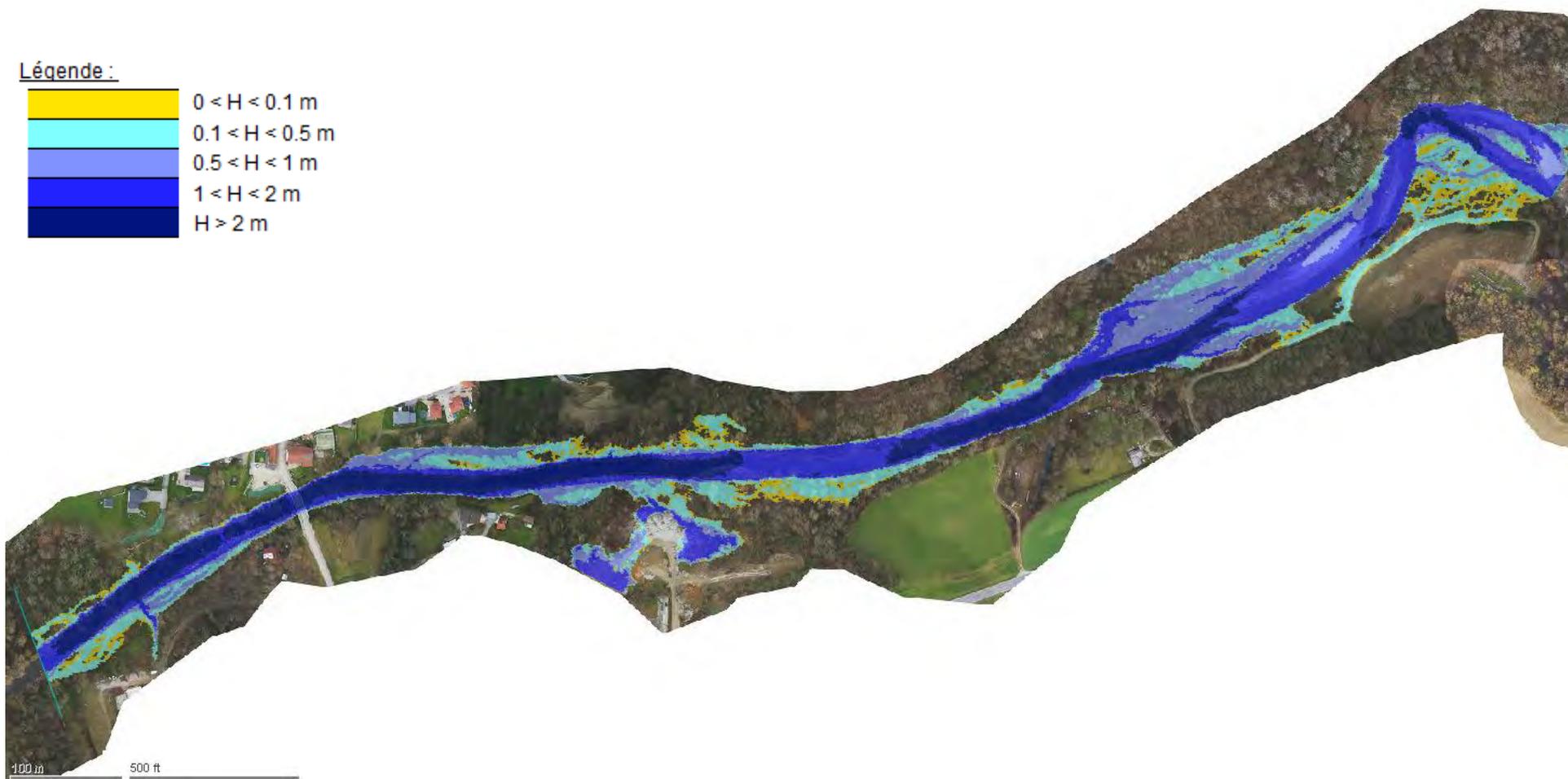


Figure 41 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe décennal Q10

Légende :

	$0 < v < 0.5 \text{ m/s}$
	$0.5 < v < 1 \text{ m/s}$
	$1 < v < 2 \text{ m/s}$
	$2 < v < 3 \text{ m/s}$
	$3 < v < 4 \text{ m/s}$
	$v > 4 \text{ m/s}$



Figure 42 : Cartographie des vitesses maximales d'écoulement dans l'état actuel pour le débit de pointe décennal Q10

5.5.3. CRUE CENTENNALE

Les débordements sont nécessairement plus importants que pour le débit de pointe décennal ($Q_{100} = 247 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{10} = 121 \text{ m}^3/\text{s}$). **L'inondation de la rive gauche** est généralisée le long de l'ISDI et son amont, ainsi que le long et amont de la carrière.

Les hauteurs **d'eau** maximales atteintes dans le chenal d'écoulement sont comprises entre 1m et 2m voire supérieures à 2 m sur les parties les plus chenalisées.

Les niveaux d'eau sur les zones de débordement sont nettement amplifiés en crue centennale, avec plusieurs secteurs comme la carrière ou le 2^e méandre en aval de la confluence avec des maxima supérieurs à 2 m.

Les vitesses maximales **d'écoulement de l'ordre de** 3 à 4 m/s en rive droite, et 0 à 1 m/s dans les zones de débordements.

A cette fréquence, on apportera les commentaires complémentaires suivants sur les bras secondaires et zones de débordement :

- les débordements sont généralisés sur l'ensemble des secteurs identifiés comme point de débordement dès Q2 voire Q10,
- l'espace "carrière" en rive gauche est totalement submergé,
- les débordements s'étendent sur les terrasses boisées présentes en amont de cet ancien bras (ancienne zone de divagation aujourd'hui totalement déconnectée du lit).

5.5.1. BILAN DES MODELISATIONS HYDRAULIQUES ET DE L'APPROCHE RISQUE INONDATION

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

L'emprise carrière est sujette à submersion au delà à compter de la crue décennale Q10 (dépression en lit majeur), au même titre que la rive gauche amont proche et que la rive droite opposée mais pour des fréquences de crue plus extrêmes (entre Q10 et Q100). Cette inondabilité par un point bas sur berge le long de la carrière constitue la seule évolution notable du diagnostic d'inondabilité établi lors des précédentes études des Ussets (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 refoulement (Q2) avant d'avoir un apport par l'amont (Q10),
- l'intrados gauche du méandre en aval de la confluence des Petites Ussets est rapidement inondable (cf. ancienne zone de divagation) à la faveur de petites dépressions locales ; cette terrasse demeure néanmoins noyée par de faibles hauteurs d'eau,
- la rive droite face à l'ISDI constitue également un vestige de l'espace de mobilité passé des Ussets ; 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 Ussets en cas de défluviation brutale.

Légende :

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

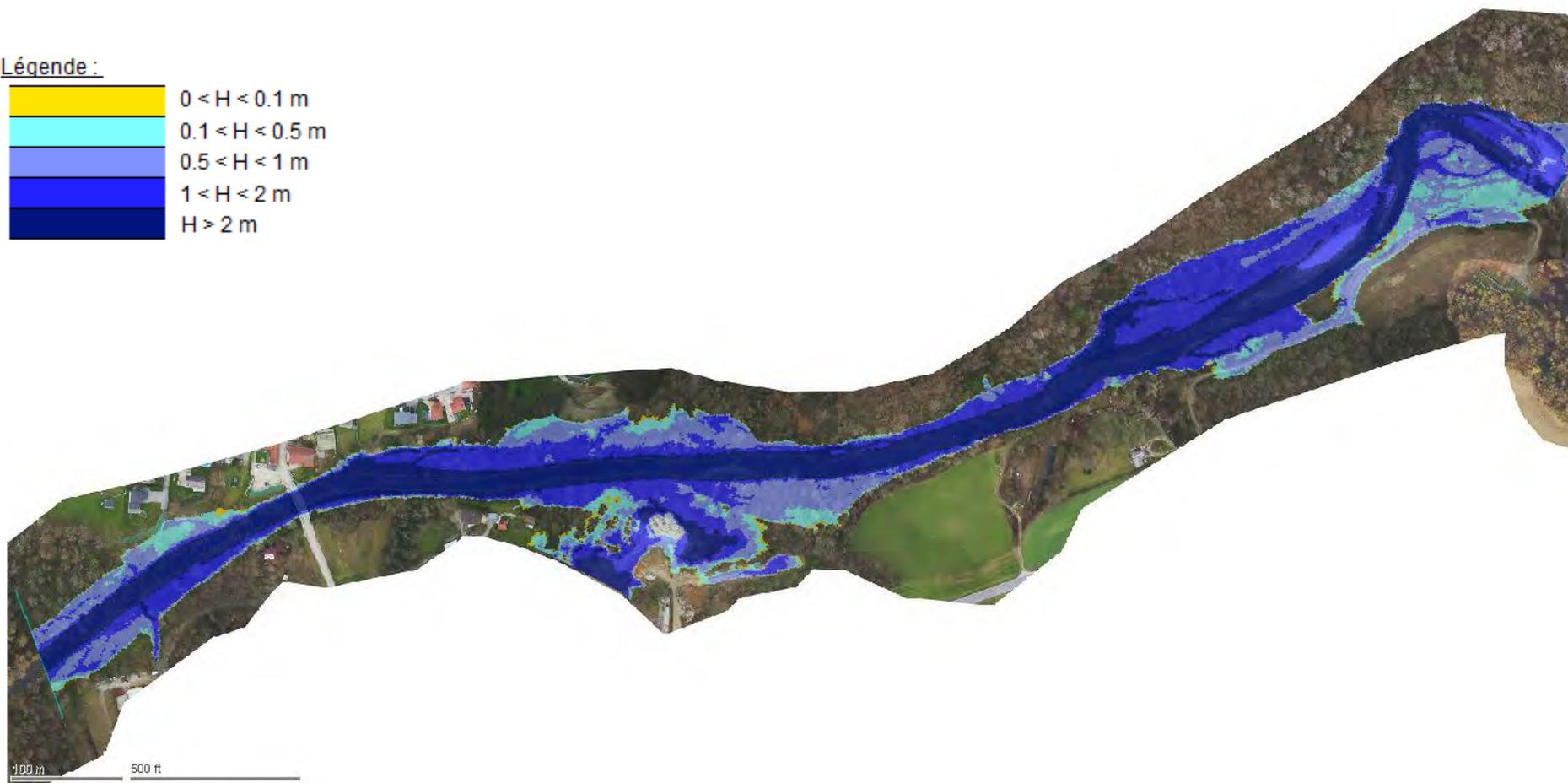


Figure 43 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales dans l'état actuel pour le débit de pointe centennal Q100



Figure 44 : Cartographie des vitesses maximales d'écoulement dans l'état actuel pour le débit de pointe centennal Q100

6. RESTAURATION ECOLOGIQUE DES USSSES : PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

6.1. OBJET

6.1.1. BILAN DE L'ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC

Le diagnostic présenté précédemment a permis d'approfondir les données existantes et la compréhension de l'évolution hydro-morphologique du secteur d'étude. Il en ressort les éléments suivants :

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

6.1.2. OBJECTIF

D'après l'état des lieux réalisé sur l'ensemble du bassin versant des Ussets en 2011, ce tronçon a un rôle clé dans la dynamique de la rivière. Bien qu'il soit actuellement en déséquilibre morphologique (érosion dues aux extractions passées, rétraction de la bande active, diminution de la sinuosité du tracé), ce secteur est toutefois historiquement et naturellement mobile.

Le SMECRU, par le biais de cette Action phare du contrat de rivière, souhaite donc restaurer **la dynamique de ce tronçon en mettant en œuvre** cette action, prédéfinie dans le cadre du diagnostic hydro-géomorphologique des cours d'eau du bassin versant des Ussets (intitulée "*favoriser la mobilité du lit, améliorer les habitats au droit de Contamine-Sarzin*").

Elle fixe les objectifs suivants :

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

L'orientation définie pour les travaux y est ainsi décrite : *les travaux consisteront à retrouver une dynamique latérale active et ainsi recréer des méandres ou a minima une dynamique d'érosions/dépôts. Les travaux comprendront également la création de perturbation hydrauliques dans le lit mineur afin d'initier des mouvements latéraux lors des crues. L'élargissement de l'espace de mobilité des Ussets sur ce secteur permettra également de sécuriser les écoulements en crue vis à vis des enjeux à l'aval. Ces travaux seront accompagnés d'un plan de gestion de la végétation et d'un plan de gestion sédimentaire concernant les structures alluvionnaires.*

L'objectif est donc ici de pérenniser la dynamique des Usse sur la partie amont de la zone de projet et d'initier un processus sur la partie aval. Pour ce faire, il est proposé de restaurer **un tracé sinueux favorisant l'érosion latérale et donc** la recharge latérale de matériaux couplée à une recharge assistée par réinjection "forcée" des structures alluviales, et par la gestion des boisements aussi bien situés sur les bras secondaires en crue que sur les têtes de berge favorisées à l'érosion.

6.1.1. CONTRAINTES ET ENJEUX IDENTIFIES

Le tracé du nouveau lit projeté soit tenir compte des contraintes et enjeux situés au droit de la zone de projet. De l'amont vers l'aval, on retrouve :

- En rive gauche :
 - une Zone ISDI: Installations de Stockage de Déchets Inertes (entreprise BESSON)
 - le Bâti à l'aval de l'ISDI
 - un plan d'eau
 - des parcelles agricoles
 - la présence d'écrevisses à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*) sur le ruisseau des Chenêts (p71-78 du plan de conservation des populations **d'écrevisses à pieds blancs du bassin versant des Usse, Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique « Le Villaret »**, P.Huchet, 2007)
 - une carrière
 - et plusieurs habitations à l'aval de la carrière

- En rive droite :
 - Une zone de terrassement située sur le versant en retrait, en face de la carrière
 - Des habitations sur la partie aval (hameau de Sarzin)

6.2. DESCRIPTION DE L'OPERATION

La restauration écologique des Usse au niveau de Contamine-Sarzin comprend plusieurs volets qui permettent ensemble de répondre aux objectifs cités précédemment. La solution proposée étant cohérente avec les enjeux, les objectifs et les stratégies d'actions définies par la fiche action concernant la restauration écologique des Usse au droit de Contamine-Sarzin, une seule variante est proposée dans ce chapitre. Des ajustements et mesures complémentaires restent possibles.

Les aménagements sont présentés sur la carte ci-après.

Le principe prédominant reste l'amélioration de la recharge sédimentaire latérale ou au sein des structures alluviales, de son transfert vers l'aval, qui apparaît défaillant actuellement, et de la diversification des faciès par le biais de travaux déclencheurs de modifications des caractéristiques hydrauliques tout le long du secteur, couplés à des mesures de gestion et accompagnement durant la prochaine décennie.

6.2.1. REMEANDRAGE

Le re-méandrage des Usses proposé sur le secteur d'étude consiste à reconnecter le cours d'eau avec ses anciens bras secondaires de façon directe (à l'issue des travaux) ou indirecte (par érosion naturelle future), sachant que ces bras sont actuellement difficilement mobilisables.

Rappelons que les bras morts ont été identifiés en partie sur le terrain mais également par le biais des modélisations hydrauliques. **A l'approche du pont de Sarzin, le tracé du nouveau lit est à conserver pseudo-rectiligne afin d'éviter des érosions** au droit de cet ouvrage de franchissement.

Les emprises des bras qu'on se propose de réactiver feront l'objet de terrassement et d'un défrichage préalable de la végétation.

Le tracé comprend :

- la restauration de 2 méandres qui feront partie intégrante du tracé du lit mineur, ils apporteront de la sinuosité au cours d'eau et donc une érosion latérale des berges et une dissymétrie de la section d'écoulement favorable à une diversification des faciès et des milieux terrestres associés au cours d'eau ;
- l'aménagement de 3 à 4 bras diachrones, c'est-à-dire mis en eau à compter de différents niveaux de crue :
 - 2 en lieu et place du lit actuel (cf. nouveaux méandres) : ces deux méandres sont localisés entre la zone de stockage ISDI (100 m en aval) et la carrière (150 m en amont).
 - 1 en rive gauche en lieu et place de l'emprise "carrière",
 - 1 en rive droite amont en sortie du méandre prononcé existant : sur ce dernier, seule une amorce est proposée visant à laisser aux Usses le choix de s'engouffrer ou non dans cette faiblesse à la faveur de singularités au cours d'une prochaine forte crue.

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 (hors lit actuel) ; leur fréquence de mise en eau restera faible, à minima de l'ordre de la décennale pour l'espace carrière et plutôt d'occurrence cinquantennale à centennale pour l'ancien lit. Seule l'inondabilité déjà effective de la rive droite aval au méandre prononcé existant conduit à une mise en eau plus précoce de ce bras en rive droite, face à l'érosion de berge le long de l'ISDI (nota : ce délestage participe également à la réduction des contraintes sur la berge gauche).

- La mise en eau plus précoce, par l'amont, du bras mort situé environ 80 m à l'amont du pont de Sarzin et qui est actuellement inondé par refoulement (visible dès une occurrence biennale). Cette zone fera l'objet d'une amorce par l'amont du méandre (défrichage et terrassement) afin de reconnecter le bras aux écoulements vifs amont et favoriser un écoulement dès les premières montées d'eau plutôt qu'une annexe hydraulique par refoulement en cours de totale fermeture.

Le dimensionnement des méandres reposera sur le maintien de la capacité de transit théorique, de la puissance spécifique du cours d'eau, ainsi que du débit de plein bord en compensant la réduction de pente du lit (cf. accroissement du linéaire de cours d'eau par méandrage) par une réduction de la largeur du lit avec étagement de ce dernier pour favoriser l'activité même aux premières hautes eaux. **Les retours d'expérience concernant ce type de restauration** (BIOTEC & MALAVOI, 2007) permettront également d'ajuster ces dimensions.

Le tracé sera dimensionné à partir de calculs hydrauliques **simples basés sur l'équation de Manning-Strickler** puis complétés par des tests de modélisation plus aboutis sur l'ensemble du tronçon.

La création de méandres va permettre à la rivière d'éroder les berges à l'extrados avec un terrassement à fruit sub-vertical dès la phase travaux. Cette fourniture sédimentaire sur berge limitera la sollicitation du fond et donc le processus d'incision de la rivière.

Outre la "mise à disposition" de matériaux disponibles latéralement (érosion des berges), cette sinuosité apportera une hétérogénéité des écoulements (vitesses, profondeurs) et par là-même une diversification des substrats.

La mise en place de bras diachrones répond à la fois à la contrainte de gestion du risque inondation (non aggravation vis à vis des enjeux) tant sous la forme de zone de délestage des plus forts débits (cf. dégâts sur le pont de Contamine-Sarzin lors de la crue de 1981) que de zone préférentielle de défluviation (dans le cas des bras rive droite amont et rive gauche sur emprise de la carrière) qui auquel cas assurerait qui plus est une régénération des milieux bien que brutale (mode de fonctionnement apparent des Usses sur ce secteur).

Remarque :

Le projet de bras diachrone en rive gauche récupérant le point bas hydraulique de l'emprise de la "carrière" intercepte la partie aval du ruisseau des Chenêts, affluent rive gauche au sein duquel la présence d'écrevisses à pieds blancs a été relevée.

Le ruisseau et les boisements **du talweg dans lequel il s'écoule, ne** devront donc par défaut faire l'objet d'aucune modification lors des terrassements afin de ne pas perturber les conditions actuelles de ce milieu de qualité rare. L'exutoire du Chenêts pourrait donc éventuellement constituer un "drain" à ciel ouvert interceptant l'axe du bras diachrone proposé sur cet espace, sans pour autant remettre en question la fonctionnalité de ce dernier ni la qualité physique de ce ruisseau (cf. déjà en zone inondable à compter de Q10 actuellement).

On notera toutefois que la présence de cette population d'écrevisses à pieds blancs, découverte en 2003, est localisée sur un linéaire de 920 m qui ne comprend pas l'extrémité aval du ruisseau. L'échelle de la cartographie disponible de ce recensement de 2003-2007 ne permet pas de juger précisément de cette interaction.

6.2.2. MAITRISE DES EROSIONS SI BESOIN

Bien que l'objectif du projet vise à redonner de la mobilité latérale au cours d'eau, il conviendra toutefois d'éviter de mettre en péril des espaces sensibles ainsi que limiter la possibilité des Usses à retourner dans son lit actuel rectiligne.

Les points d'inflexion des méandres ne présentent pas de risque pour les enjeux identifiés à l'exception du stock de matériaux de la zone ISDI située à l'amont en rive gauche. Il convient de maîtriser la poursuite du déplacement de la bande active vers celle-ci, du moins dès lors que des matériaux de stockage seraient susceptibles d'être sapés.

Pour ce faire, il est préconisé la mise en œuvre d'un perré en enrochements libres avec sabot anti-affouillement. L'ancrage amont de cette protection sera masquée pour bonne partie (déblais pour fouilles, mise en œuvre en prévention de l'évolution à venir et remise en place des terrains).

Rappelons que cette protection latérale le long de l'ISDI serait accompagnée par l'ouverture d'une amorce de bras secondaire débutant en sortie du 1^e méandre existant après la confluence. En favorisant la sollicitation de ce bras secondaire déjà en eau à l'occurrence bien-nale, on limite les contraintes s'appliquant sur la berge gauche et donc l'ouvrage de protection qui demeure un ouvrage potentiellement fusible (cf. principe d'adaptabilité/ajustement d'un perré en enrochements libres aux évolutions du lit en pied et contraintes subies).

Afin d'éviter la capture du lit actuel, qui deviendra ancien lit au droit des nouveaux méandres, un renforcement de la berge (gauche sur le premier basculement du lit, puis droite sur le second en direction de la parcelle agricole) sera mené. La protection sera constituée d'une solution mixte composée d'enrochements libres sur la partie basse (niveau crue annuelle) et de génie végétal en partie supérieure (lits de plants et plançons en première approche). La contrainte sédimentaire limite les possibilité du "tout végétal" en particulier en pied de berge.



Figure 45: lits de plants et plançons sur berge de l'Oignin à Brion

6.2.3. REMOBILISATION DES STRUCTURES ALLUVIALES

Le diagnostic a mis en évidence l'accumulation de matériaux sur le tronçon amont de la zone d'étude, au droit des intrados des méandres les plus actifs et au sein du bras droit remblayé entre Petites Usses et 1^{er} méandre existant.

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 mené 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 Usses amont, de l'érosion latérale ou des structurales alluviales remises à disposition sur les méandres précédant celui traité.

La réouverture de bras diachrones va également nécessiter un travail de déblai-remblai notable. On différenciera les opérations d'ouverture de nouveaux bras (décapage de la terre végétale et du substrat présents, terrassement et reconstitution du fond du lit), des simples amorces ou réouverture de l'alimentation par l'amont, ainsi que du remblaiement d'une partie du lit actuel.

Des sondages à la pelle, voire des panneaux électriques en compléments, permettront de préciser la nature de ces matériaux.

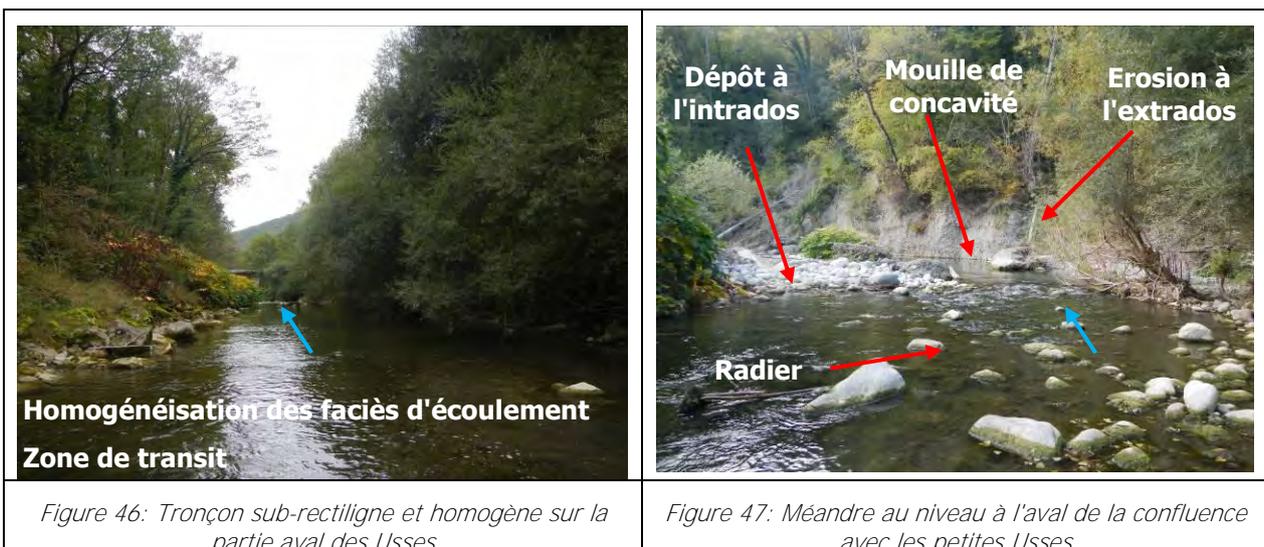
Les matériaux excédentaires extraits des déblais des bras pourront être pour partie réinjectés par stockage longitudinal sur la moitié aval du tronçon aménagé pour lequel le tracé actuel du lit est conservé.

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.

6.2.4. DIVERSIFICATION DES HABITATS AQUATIQUES

L'augmentation de la sinuosité du cours d'eau va "naturellement" modifier les conditions d'écoulement au sein du lit mineur et générer des faciès plus diversifiés ainsi que des milieux humides associés. Cette hétérogénéité des faciès d'écoulement demeure absente sur la zone de transit uniforme et rectiligne en partie basse de la zone de projet pour laquelle il apparaît difficile de terrasser un nouveau lit.

La très forte présence de Renouée sur la rive droite du lit actuel à l'approche du pont et donc au sein du bras mort existant participe à ce choix de maintien du tracé existant en misant sur une réouverture progressive "naturelle" à la faveur de l'orientation donnée par le bras diachrone en cas de forte crue et de la réouverture pour mise en eau par l'amont préconisée (terrassements de petite échelle, de type tranchée).



La diversification des faciès sur les parties rectilignes sera menée, au sein du chenal préférentiel, par augmentation de la rugosité du lit. Ces éléments de rugosité seront mis en œuvre à partir de matériaux du lit (blocs, galets) ou importés et seront disposés de façon isolée ou groupée de façon à créer des obstacles ponctuels aux écoulements de moyennes

eaux sous la forme d'épis, micro-seuils, rampes ou banquettes. L'objectif étant de perturber les conditions hydrauliques locales et donc de générer différentes courantologies locales et tirants d'eau, correspondant à différents types de faciès à proximité de ces singularités (dépôt, accélération locale des écoulements, fosse à l'aval des obstacles...).

Cette diversification des faciès entrainera nécessairement une diversification de la granulométrie du substrat. Bien qu'essentiellement plus grossière, la granulométrie de ces différents éléments de rugosité devra être variée afin d'augmenter la diversité des faciès créés. Il conviendra cependant d'adapter la taille des éléments vis à vis de la capacité de transport du cours d'eau pour que ceux-ci soit relativement pérennes.

Les conditions offertes par les différents faciès d'écoulement créés vont donc diversifier les supports et habitats disponibles pour les différentes espèces en influençant très localement et à petite échelle le transit sédimentaire. L'objectif final est ainsi de créer une diversité d'habitats aquatiques, offrant différents 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).



Figure 48: Diversification du lit mineur (épis, blocs et souches en pied de berge) sur le Lange à Martignat (01)

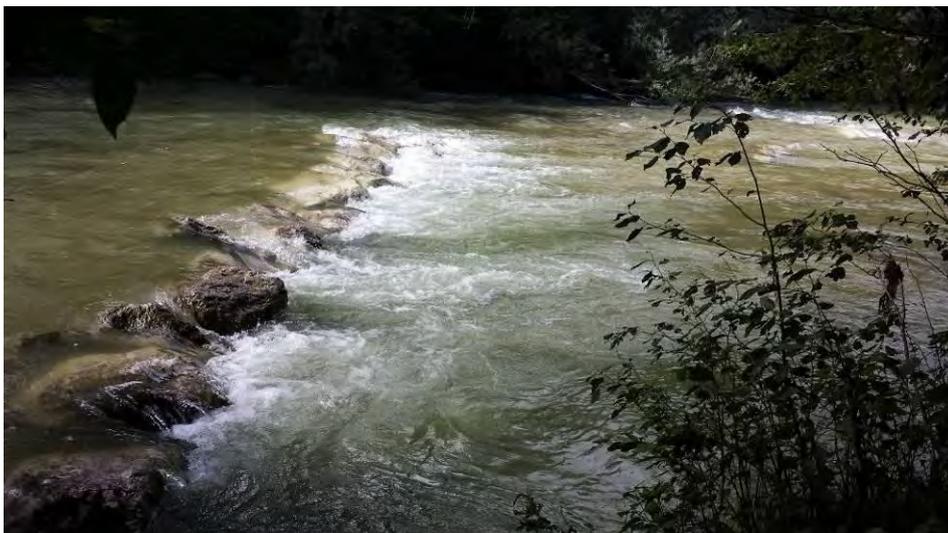


Figure 49: Diversification du lit mineur (demi-seuil) sur le Guiers Vif aux Echelles (73)

6.2.5. GESTION DE LA VEGETATION

Le projet implique une gestion de la végétation aussi bien en phase travaux (défrichage des emprises de terrassement pour les bras et coupes à blancs des sujets vieillissants menacés à court terme par les érosions de berge favorisées par le projet), qu'en accompagnement futur (cf. recul progressif des berges et maintien de la végétation sur les structures alluviales au stade **d'évolution fluvio**-sylvigénétique SC1 voire SC2).

Certains éléments issus du défrichage (souches essentiellement) pourront être réutilisés pour la densification des habitats piscicoles en pied de berge.

L'aménagement intégrera également la suppression de l'embâcle au droit du 1^e méandre aval à la confluence des Petites Usse à l'extrémité du bras droit aujourd'hui comblé et dont il en est la cause. Les matériaux seront pour partie (50%) repris à la pelle pour être réinjectés directement en cordon le long du bras gauche, tandis que l'autre moitié sera laissée à la reprise naturelle via une amorce de mise en eau plus fréquente à son amont.

Notons que le fond du chenal en rive gauche aura donc une altimétrie toujours inférieure à celui rive droite afin de maintenir un chenal préférentiel d'étiage et module.

La présence généralisée de la Renouée du Japon devra faire l'objet d'une attention particulière lors du défrichage des atterrissements et terrassements pleine masse. Cette espèce à forte capacité d'adaptation se propage par la multiplication de ses rhizomes ; l'importante colonisation des berges sur les Usse a certainement été favorisée par les activités passées d'extraction de granulats. La présence de cette espèce entraîne un appauvrissement des milieux (uniformisation des paysages et perte de diversité spécifique), et une déstabilisation des berges (enracinement peu structurel bien que profond). Au regard de l'implantation de la renouée sur le secteur, il sera impératif d'effectuer un nettoyage rigoureux du matériel de chantier lors des travaux pour limiter la propagation de cette espèce.

Au vu des coûts élevés d'évacuation et de traitement des terres contaminées, ainsi que du développement de la Renouée sur la zone de projet, les terres contaminées seront confinées, traitées par déblai et enfouissement sous le niveau du futur lit mineur avant le remblaiement de l'ancien lit. De cette manière, tous les composants de la Renouée (biomasse aérienne, rhizomes, et terre contaminée) seront en permanence noyés dans la nappe jusqu'à ce qu'ils pourrissent. Les terres contaminées seront décapées sur 1 m de profondeur, les terres mises à nu seront inspectées afin de retirer les résidus **d'invasives encore** sur site. Des remblais sains seront réutilisés sur place pour la réalisation des travaux.



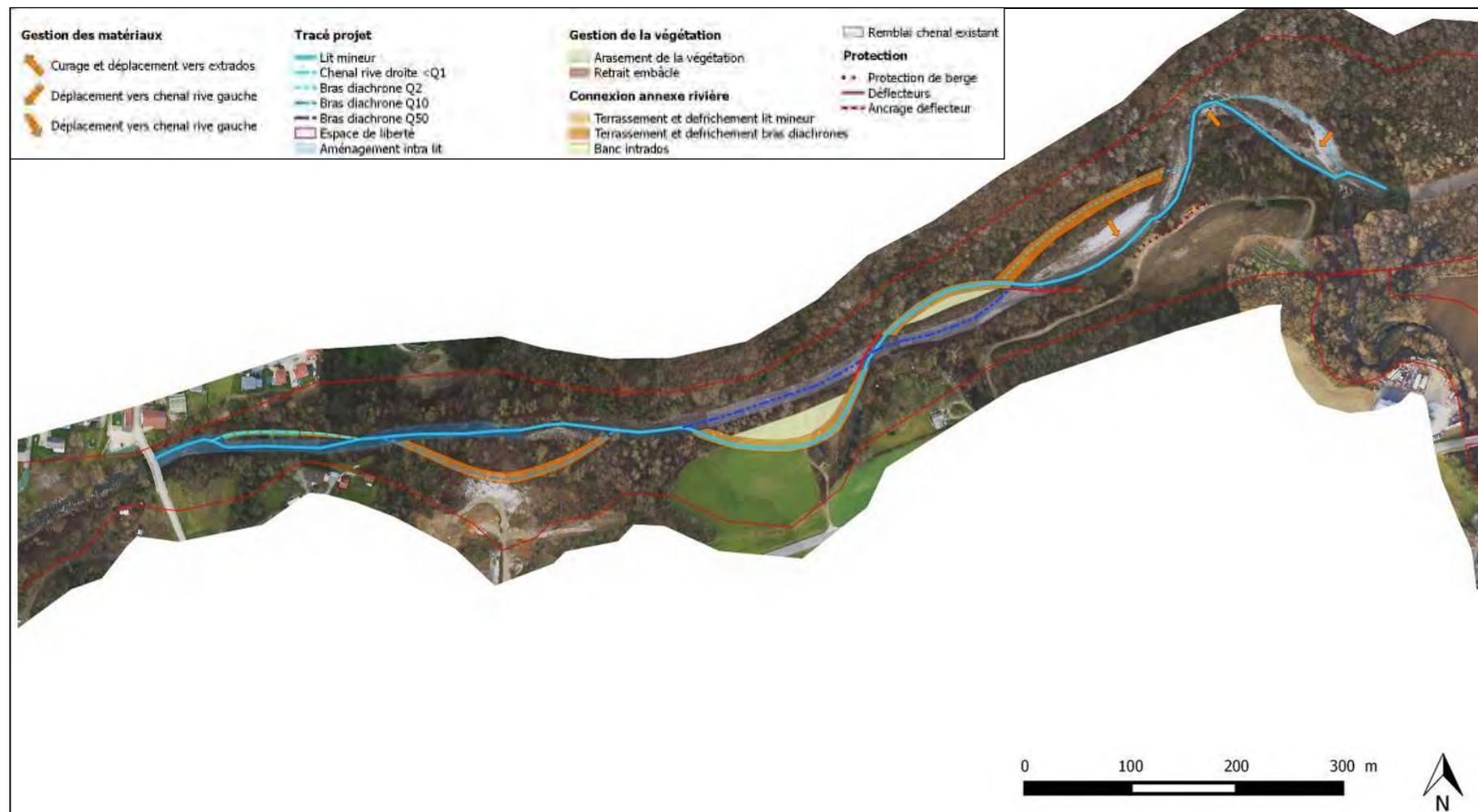


Figure 52 : Scénario proposé pour la restauration des Usse au niveau de la plaine de Contamine-Sarzin

7. RESTAURATION ECOLOGIQUE DES USSSES : MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

7.1. ACCOMPAGNEMENT ET SUIVI DE LA SITUATION HYDROMORPHOLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

Les travaux effectués doivent permettre d'initier la restauration d'une dynamique naturelle plus active sur ce tronçon et en particulier les parties actuellement les moins actives.

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.

Pour ce faire, après chaque crue morphogène, une visite de terrain sera effectuée de la zone **de reméandrage, afin d'évaluer les éventuelles mesures à prendre en cas d'érosion importante** (latérale et/ou verticale) et de connaître également le fonctionnement dynamique des Usses dans son nouveau tracé pour mieux appréhender son évolution future et donc in fine sa trajectoire géomorphologique.

Cet accompagnement permettra de changer « la géométrie » des interventions en fonction des réponses (réajustements effectifs) des Usses. **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.

Le suivi du cours d'eau sur ce tronçon concernera essentiellement :

- Le suivi des zones de réinjection;
- L'évolution des zones d'érosion;
- Le déplacement des matériaux, notamment au niveau des nouveaux méandres ;
- L'état des protections;
- 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.

7.2. PLAN DE GESTION DE LA VEGETATION

L'opération de reméandrage nécessite d'intervenir sur la ripisylve, fortement colonisée par la Renouée du Japon. Il conviendra de suivre rigoureusement l'évolution de la végétation des berges et notamment la stabilité des arbres en tête de linéaire de berges soumis à l'érosion, ainsi que d'assurer la non prolifération, autant que faire se peut, de la Renouée. 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. En contrepartie, un entretien rigoureux devra permettre de maintenir les bras diachrones fonctionnels (cf. délestage en crue).

7.3. GESTION DU TRANSPORT SOLIDE

Il est primordial d'effectuer un suivi-évaluation des opérations de réinjection. Ce suivi doit être rustique et robuste, c'est-à-dire simple à mettre en œuvre et facile à interpréter. Pour être efficace, ce suivi concernera trois volets complètement interdépendants :

- **Suivi bathymétrique** des Usses pour connaître effectivement son niveau d'incision et l'évolution de ce phénomène, cette démarche améliorera la pertinence des opérations de réinjection ;
- **Suivi du transfert de la charge solide** pour connaître notamment la vitesse de propagation de la charge alluviale ;
- **Suivi de l'impact sur le compartiment physique**, et de fait sur le compartiment biologique, des opérations de réinjection de matériaux.

Tous les suivis présentés ci-après restent à valider avec le MOA. Il s'agit d'un panel large des protocoles et équipements possibles pour assurer un bon suivi de l'action et tout particulièrement du transit sédimentaire local.

7.3.1. SUIVI BATHYMETRIQUE

Le suivi bathymétrique permettra de connaître l'incision effective du lit et son évolution. Ce suivi doit être effectué a minima sur l'ensemble du linéaire de travaux représentant une distance d'environ 1 400 mètres, mais à l'idéal jusqu'au pont des Douattes afin d'avoir une vision plus globale de l'évolution du lit dans la plaine.

Un point zéro sera constitué par les plans de récolement des travaux. Après chaque crue significative (ou au plus tard après une période de 5 ans), un nouveau profil sera réalisé, ce qui permettra ainsi d'obtenir l'évolution précise du fond du lit.

7.3.2. SUIVI DU TRANSFERT DE LA CHARGE SOLIDE

Il est important pour ce type d'action de réinjection de matériaux et de transfert progressif vers l'aval de connaître la vitesse de propagation de la charge alluviale pour mieux cibler la recharge sédimentaire, améliorer son transit et lisser une éventuelle incision. La connaissance de cette vitesse est également essentielle pour analyser :

- La propagation de la charge alluviale dans le lit ;
- La propagation de la charge alluviale stockée-déstockée dans les structures alluvionnaires mobiles naturelles ou rendues mobiles par les actions proposées;
- La propagation des matériaux réinjectés.

Cette vitesse est spécifique à chaque cours d'eau et il n'existe aucune référence bibliographique exploitable pour extrapoler les vitesses de la charge grossière au cas des Usses. Les seules données connues proches géographiquement concernent l'Isère (dont l'hydrologie et la puissance spécifique sont bien différentes). En effet, SALVADOR (1991, cité par MALAVOI *et al.*, 2011) donne des vitesses de déplacement pour les galets de 10 km/siècle, soit 100 m/an en moyenne. Ces données ne sont toutefois pas exploitables en l'état pour les Usses.

La mesure de la vitesse de propagation de la charge alluviale sera effectuée par traçage des grains de lit à l'aide de **PIT-tag** (radio-identification).

Le suivi sera effectué en traçant des grains de lit de tailles différentes couvrant plusieurs classes granulométriques (*e.g.* Cailloux Fins à Pierres Fines selon la classification de WENTWORTH). **Le traçage s'effectue par perçage** des grains et insertion du PIT-tag dans le grain. Le trou de perçage est rebouché à la résine et les grains tracés sont remis en eau. Déplacés lors d'une crue morphogène, ils sont retrouvés au moyen d'un émetteur qui permet la lecture du code barre unique de chaque PIT-tag.

Un PIT tag est constitué d'une micro-puce et d'un solénoïde encapsulé dans un étui en verre biocompatible. Actuellement, les plus petits PIT-tag font 19 mm pour un poids de 0,3 g. Ils permettent donc de tracer des grains à partir de 20 mm (Cailloux Fins d'après la classification de WENTWORTH). Les PIT-Tags sont recherchés à l'aide d'un émetteur de radiofréquences qui active les marqueurs en leur fournissant de l'énergie, le marqueur renvoie un signal qui permet ainsi de l'identifier.

Cette technique est utilisable pour les matériaux en lit comme ceux stockés dans les structures alluvionnaires.



Figure 53 : Pit-tag de 23 et 19 mm (a), petite (b) et grande (c) antennes de recherche

L'utilisation de PIT-tags permettra ainsi de mesurer la vitesse de propagation de la charge alluviale (distance parcourue lors d'une crue par les matériaux du lit), et d'évaluer plus précisément le temps de transit des matériaux réinjectés.

En équipant des grains de substrat de lit de tailles différentes, préalablement pesés et mesurés, on pourra définir le **tri granulométrique**, c'est-à-dire la dispersion des grains vers l'aval en fonction de leur taille et de leur poids. On aura donc de précieux renseignements sur le transfert des matériaux.

Ayant ainsi une bonne vision de la propagation générale de la charge et de la dispersion granulométrique par tri, les stratégies de gestion pourront être affinées et ajustées. En effet, ce suivi permettra de **mesurer l'efficacité et l'impact** des opérations de recharge sédimentaire et **d'amélioration** du transit sédimentaire, et ainsi mieux cibler ces opérations de recharge sédimentaire.

7.3.3. SUIVI DE L'IMPACT SUR LE COMPARTIMENT PHYSIQUE

Le compartiment physique contrôle directement ou indirectement les habitats et les milieux inféodés (MALAVOI & SOUCHON, 1996). En ce sens, améliorer le fonctionnement dynamique **du cours d'eau, et donc le compartiment physique**, améliorera le compartiment biologique. **C'est dans cette dynamique que s'inscrit l'opération de restauration écologique et morphologique** des Usses sur le secteur de Contamine-Sarzin.

Cependant, il convient de vérifier que les opérations de recharge, par la nature et le volume des matériaux engagés, ne viennent pas perturber le fonctionnement dynamique des Usses,

et en particulier n'altèrent pas le substrat. Il s'agit donc de mesurer l'impact réel de ces opérations sur le substrat du lit des Usse. Pour cela, deux éléments principaux seront suivis : le **colmatage** et l'**épaisseur hyporhéique efficace**.

Le colmatage du substrat du lit se caractérise par le dépôt de matériaux fins, c'est-à-dire des matériaux dont la taille est inférieure à 2 mm (GAYRAUD *et al.*, 2002). Il s'agit de la fraction fine (argiles et limons) et de la fraction sablonneuse (sables grossiers et sables fins) dans la classification de WENTWORTH (1922). Les matériaux de colmatage peuvent s'infiltrer plus ou moins profondément entre les matériaux constitutifs du substrat du lit (en particulier sous la couche grossière ou armure et jusque dans la couche interne).

Le tableau suivant synthétise l'impact généré par les particules de colmatage en fonction de leur taille (GAYRAUD, HEROUIN & PHILIPPE, 2002).

TAILLE DES PARTICULES DE COLMATAGE ET IMPACT					
Taille des particules	Classes Wentworth				Type d'impact
	A ^w	L ^w	SF ^w	SG ^w	
< 2 mm					<i>Benthos</i>
< 0,8 mm					Frères de lithophiles
< 0,063 mm					<i>Hyporhéos</i>

Tableau 9 : Impact des particules de colmatage selon leur taille

La profondeur d'infiltration est liée à la taille des particules de colmatage (BESCHTA & JACKSON, 1979), la nature de l'armure (BEYER & BANSCHER, 1975) et la taille des espaces interstitiels (FROSTICK *et al.*, 1984). Ces particules ont tendance à migrer en profondeur dans la sous-couche (LEICHTFREID, 1988 ; SEAR, 1993 ; PANEK, 1994 ; BRUNKE & GONSER, 1997) avec un tri granulométrique en créant un gradient granulométrique vertical, grossiers → fins, (JOBSON & CAREY, 1989).

Le colmatage est le facteur qui limite le plus les succès de reproduction des espèces lithophiles (c'est-à-dire les espèces qui pondent sous les graviers en aménageant des frayères), notamment chez les salmonidés (CORDONE & KELLEY, 1961). En effet, il limite la concentration en dioxygène dans les frayères à cause de la faible perméabilité du substrat de ponton dont les espaces interstitiels se trouvent bouchés (Mc NEIL, 1964 ; RINGLER & HALL, 1975).

Le colmatage des espaces interstitiels par des grains fins (*e.g.* argiles, limons et sables au sens de la classification de WENTWORTH) favorise également l'induration, voire la cimentation, de l'armure.

L'infiltration de particules fines dans les espaces interstitiels les remplit et altère le fonctionnement du substrat (Gayraud *et al.*, 2002): on dit qu'il y a colmatage, celui-ci impacte principalement :

- Les habitats des poissons (Bjornn *et al.*, 1977 ; Alexandre & Hansen, 1986) et en particulier les habitats de reproduction des espèces lithophiles (pondeurs sous gravier utilisant des frayères) et de fait le recrutement, en diminuant les taux de survie des œufs (Chapman, 1988),
- Les habitats de reproduction et d'alimentation des macro-invertébrés (Hynes, 1970 ; Minshall, 1984) comme leur répartition (Cummins & Lauff, 1969) et la structure de population (Richards, Host & Arthur, 1994),

- Les *biofilms épilithiques* enchâssés dans une matrice (ou mucus) d'exopolymères (Lock *et al.*, 1984 ; Costerton, 2000) et adhérent à la surface du substrat grossier), diminuant ainsi le fonctionnement biogéochimique des cours d'eau (Push *et al.*, 1998 ; Battin *et al.*, 2003),
- La *circulation hyporhéique* (l'Hyporhéos est l'épaisseur de substrat dans lequel circule de l'eau et du dioxygène) et va ainsi limiter les échanges avec la nappe ou la capacité auto-épuration du cours d'eau (Vervier *et al.*, 1992 ; Datry *et al.*, 2008),
- La *faune hyporhéique* qu'on peut rencontrer jusqu'à 30 cm de profondeur dans l'Hyporhéos (Gayraud *et al.*, 2002),
- Les *processus d'érosion* en limitant fortement la mobilisation des alluvions en période de crue.

Par ailleurs, le colmatage réduit les échanges d'eau et de nutriments, la circulation des invertébrés et microorganismes entre la surface et le milieu interstitiel, et banalise les habitats interstitiels (DATRY, 2010). Le colmatage est donc un élément pénalisant pour le milieu aquatique, et en particulier pour les réseaux trophiques (chaines alimentaires et échanges de flux d'énergie d'un milieu). **La recharge sédimentaire peut contribuer à colmater certaines zones, il est donc important de suivre ce facteur.**

Plusieurs techniques de mesure pourront être utilisées afin d'être le plus efficace possible :

- **Évaluation directe du colmatage** reposant sur un test visuel. Il s'agit de soulever un élément du substrat identifié comme « substrat dominant ». On estime alors son **degré de facilité d'extraction, ainsi que la densité à l'œil du nuage de Matières En Suspension (MES)** éventuellement soulevé. En fonction de ces deux critères, on obtient le degré de colmatage selon la classification d'ARCHAMBAUD *et al.* (2005).

DEGRE DE COLMATAGE D'APRES LA CLASSIFICATION D'ARCHAMBAUD <i>et al.</i> (2005)	
Classe	Caractéristiques déterminantes
1	Éléments se soulevant facilement. Les éléments sont posés sur la sous-couche granulométrique et ne génèrent pas de MES.
2	Éléments se soulevant plus difficilement que la classe 1. Toutefois le nuage de MES généré est peu dense, le pavage est « collé » par une couche limoneuse légèrement colmatante et qui lie les éléments entre eux.
3	Les éléments sont très enchâssés et se soulèvent avec un nuage de MES assez épais.
4	La structure est enchâssée dans une sous-couche très colmatante dont l'emprise est forte sur les éléments. Le nuage de MES est très dense.
5	Les éléments ne se soulèvent pas ou très difficilement (structure cimentée ou sous forme d'un dallage). C'est le cas lorsque la granulométrie est recouverte par une épaisse couche de limon.

Tableau 10 : Degré de colmatage (ARCHAMBAUD *et al.*, 2005)

- **Mesure de la cohésion du substrat** : étant donné que le colmatage modifie la cohésion du substrat, il est important de mesurer le degré de cohésion du substrat du lit en complément. Cette cohésion est primordiale pour analyser les possibilités de frai des espèces de poissons lithophiles. En effet, un substrat très cohésif est cimenté et **devient donc très difficile à mobiliser lors de la construction de frayères d'espèces lithophiles** par les géniteurs.

HYDRETTUDES a ainsi développé une classification du degré de cohésion simple à utiliser présentée au Tableau 11. Il **s'agit d'évaluer** « à la main » la cohésion des grains constitutifs du lit. Il est à noter que la cohésion 0 correspond à des fonds de lit sans armure (sablonneux) ou à des patches de colmatage composés de fines. Les cohésions 1 à 5 correspondent à des lits présentant une carapace (armure et/ou induration), **dont l'épaisseur est de l'ordre du diamètre des plus gros éléments** (SIMON, 1986 ; COUVERT *et al.*, 1999, BRAVARD & PETIT, 1997). Malgré une granulométrie adaptée, un pavage induré peut être difficilement utilisable pour frayer (et ainsi plutôt réservé aux géniteurs de grande taille), voire s'il est cimenté non adapté au frai de toutes les espèces lithophiles car les géniteurs ne pourront construire de frayère.

DEGRÉ DE COHESION DU SUBSTRAT DU LIT		
Degré	Cohésion du substrat	Texture au toucher
0	Meuble	Aucune cohésion
1	Ferme	Ferme au toucher, mais assez facilement déstructuré à la main.
3	Dur	Dur au toucher et difficilement déstructuré à la main.
5	Induré → Cimenté	Compact et très dur, très difficilement déstructuré à la main

Tableau 11 : Degré de cohésion du substrat du lit

- **Mesure de l'épaisseur hyporhéique :** l'épaisseur hyporhéique concerne l'épaisseur du lit (armure et couche interne) ou *Hyporhéos* dans laquelle s'infiltré et circule de l'eau et du dioxygène. Cette partie du lit est dite en normoxie (*i.e.* suffisamment chargée en dioxygène pour satisfaire aux besoins des espèces présentes). La partie du lit où le dioxygène est insuffisant pour satisfaire les besoins de la vie aquatique interstitielle est dite en hypoxie.

On mesure cette épaisseur hyporhéique au moyen de **sticks hypoxiques** (TREMBLAY, 2006). Il s'agit de planter en lit des tasseaux de sapin non traités de section 10 x 10 x 300 mm et de les y laisser incuber un mois. Au retrait, la partie en normoxie (eau + dioxygène) est restée normale. Au contraire, la partie en hypoxie a pris une teinte grisée ou est rayée de gris. Cette teinte est due à la présence de bactéries sulfato-réductrices qui sont des micro-organismes anaérobies produisant leur énergie en réduisant les sulfates en sulfure, **d'où leur nom. C'est cette réduction** qui colore le tasseau en gris.

Il y a donc dans la partie de l'épaisseur du lit en normoxie une vie riche (micro-invertébrés, bactéries...). Elle participe activement aux réactions biogéochimiques du lit et à la capacité auto-épuration du cours d'eau. Elle garantit également le non-colmatage des frayères lors de leur constitution par les géniteurs.



Figure 54 : Stick hypoxique après incubation. La partie inférieure grisée est en hypoxie.

MATÉRIEL NECESSAIRE POUR REALISER DES STICKS HYPOXIQUES	
Matériel	Dimensions
Tasseaux de bois	10 x 10 x 300 mm
Barre à mine et scie	1500 mm, ϕ 25 mm
Fil électrique	6 mm ² bobine 25 m

Tableau 12 : Matériel nécessaire pour réaliser des sticks hypoxiques

- **Mesure de la conductivité hydraulique** : il s'agit d'un paramètre complémentaire pour évaluer l'épaisseur hyporhéique et la circulation de dioxygène dans l'épaisseur des matériaux (armure et couche interne). C'est une méthode simple, fiable et performante pour compléter les mesures des paramètres précédents (colmatage visuel, cohésion du substrat, épaisseur hyporhéique) et ainsi renseigner sur le colmatage profond.

La conductivité hydraulique sera mesurée à l'aide d'un mini-piézomètre, dont le protocole d'utilisation est le suivant :

- o La superficie couverte doit être importante (longueur mesurée > 14 fois la largeur de pleins bords ou > 20 fois la largeur mouillée).
- o On répartit 20 points de mesure sur 15 transects à partir d'un transect repéré préalablement (GPS, point singulier, balise...). Des grilles sont présentées ci-après pour repérer les points de mesure, les points doivent être espacés d'au moins 30 cm entre eux (il s'agit en fait de décaler les points entre eux pour bien balayer la zone investiguée).
- o On enfonce le mini-piézomètre avec un marteau jusqu'à la marque correspondant à 25 cm (repérage à faire au moyen d'un scotch de couleur sur le tube).
- o On mesure la hauteur d'eau d'air dans le tube au moyen d'un tube fileté passé à la craie (h_{air}) et on note la profondeur de l'eau au niveau du point de mesure (h_{eau}).
- o On installe un entonnoir (hauteur notée h_{ento}) d'un litre au sommet du tube et on y verse un litre à l'aide d'un bécher gradué.
- o On chronomètre le temps d'infiltration (D_t).
- o On calcule la conductivité hydraulique (K en m/s) par la formule suivante où D_{piezo} est le diamètre du tube (soit 17 mm) (BAXTER & HAUER, 2000) :

$$K = 0,2501 \frac{D_{piezo}}{D_t \ln \frac{h_0}{h_1}} \quad \text{avec } h_0 = h_{air} + h_{ento}$$

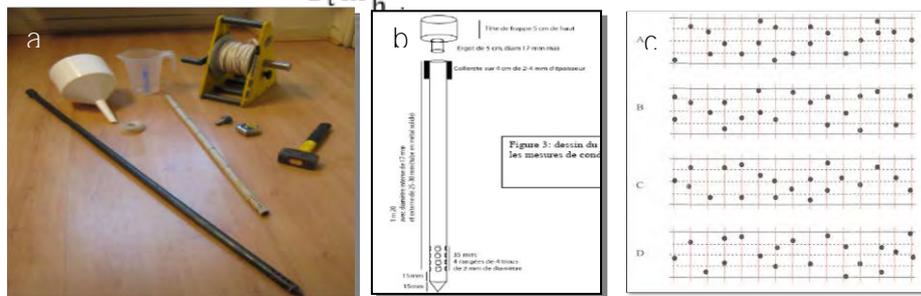


Figure 55 : Matériel nécessaire pour la mesure de la conductivité hydraulique (a), schéma d'un mini-piézomètre (b) et exemple de positionnement des points de mesure (c) (DATRY, 2010)

L'ensemble de ces mesures permettra donc de déterminer précisément le niveau de colmatage et d'induration du lit en aval des points de recharge sédimentaire. De plus, la bancarisation de ces données permettra :

- D'avoir une évaluation précise du niveau de colmatage station par station à un instant donné ;
- De mesurer l'éventuel impact des opérations de recharge sédimentaire sur le colmatage et le degré de cohésion du substrat ;
- D'observer l'impact des crues morphogènes sur le colmatage et la cohésion du pavage du lit.

8. NOTE TECHNIQUE

La synthèse multicritère des avantages et inconvénients du projet est présentée ci-dessous :

Critère	Synthèse du projet
Impacts hydro-morphologiques	<ul style="list-style-type: none"> – Le projet entraîne une importante modification des conditions d'écoulement actuelles. – Les travaux vont favoriser la recharge sédimentaire par érosion latérale et par remobilisation des structures alluviales. – Les travaux tendent de fait à limiter la capacité d'incision du lit et ne peut que favoriser son engraissement sans que ce dernier puisse être affirmé (cf. suivi). – Le reméandrage et la mise en place et densification d'éléments de rugosité dans le lit vont favoriser la diversification des faciès d'écoulement et par là-même des substrats. – Les évolutions morphologiques demeurent de nature complexe car dépendants du régime hydrologique "aléatoire" subi et de nombreux facteurs physiques (densité, âge, nature des boisements, granulométrie des matériaux dans le lit ou les berges...). – Le projet n'a donc pas vocation à créer un nouvel état morphologique fonctionnel et pérenne mais à réactiver la dynamique des Ussets sur ce tronçon historiquement mobile. L'accompagnement post-travaux est tout aussi important que ces derniers et passent par un suivi qui doit donc faire l'objet d'une attention particulière. – Les aménagements projetés pourraient conduire à un risque de colmatage partiel provisoire du lit en aval des zones d'érosion favorisées, dans le cas de mises à nue de matériaux trop limoneux ; 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-enlimonement des bancs, aujourd'hui terrasses, progressivement déconnectés et végétalisés. – Etant donné le caractère aléatoire des crues, on ne peut 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.

<p>Impacts écologiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les travaux vont avoir un impact certain sur les écosystèmes (dérangement de la faune, dérivation des eaux, défrichement d'une partie de la ripisylve). - L'opération de défrichement intervient dans un secteur colonisé par la Renouée du Japon. La gestion de cette espèce invasive doit donc être tout particulièrement surveillée et encadrée afin de ne pas disséminer l'espèce sur ce tronçon où sa présence est déjà largement généralisée. 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. - A plus long terme, la restauration de ce tronçon va cependant permettre le maintien et la pérennisation des écosystèmes existant en diversifiant les habitats aquatiques. Le projet vise à redonner de la mobilité latérale au cours d'eau, ce qui renforcera les interactions de la rivière avec ses milieux annexes. - Le projet doit permettre d'assurer la stabilité du profil en long et donc préserver le niveau de la nappe. - Le bras diachrone au sein de l'espace "carrière" peut altérer la qualité du milieu et de la population d'écrevisses à pattes blanches présentes dans le ruisseau du Chenêts. Il conviendra de confirmer cet impact ou non (cf. population présente uniquement bien plus en amont de la confluence) et de prendre les mesures de conservation nécessaires (le terrassement du bras n'implique pas nécessairement celui du lit du ruisseau - cf. autre échelle). - l'étang présent en rive gauche au droit d'un ancien bras proposé à la réouverture est un milieu favorable aux batraciens. Le reméandrage conduira vraisemblablement à sa disparition ou réduction ; l'intérêt de reconstituer un tel milieu reste à préciser (cf. milieu "commun", artificiel sur ce site et absence apparente d'espèces protégées suite aux inventaires). La mise en œuvre d'amorce de bras en rive droite amont générera des milieux proches, également adaptés à ces espèces. - L'impact des travaux sur l'avifaune devrait être temporaire et limité dès lors que les travaux de coupe sont menées à l'automne et moyennant de préciser l'impact sur les boisements à cavité ; une attention particulière devra toutefois être menée sur la réinjection dans le méandre amont (cf. habitats en berge droite) et des mesures d'évitement via une réinjection plutôt sur le lit aval au méandre (cordon le long de la berge gauche érodée) seront intégrées dans la mise en œuvre du projet. - L'impact des travaux sur le castor n'apparaît également potentiellement défavorable que sur la phase travaux (dérangement), ces derniers n'ayant pas vocation à modifier les faciès du méandre amont existant (secteur où il a été observé) et l'objectif de mobilité du lit sur le reste du linéaire étant de nature à générer un milieu plus favorable (tirants d'eau dans méandre ; cf. faciès amont existant).
----------------------------	--

<p>Evaluation socio-économique</p>	<p>Le budget prévisionnel de l'opération avait été établi à : 180 000 €HT</p> <p>Le coût estimatif des travaux à ce stade des investigations reste bien supérieur à ce budget (hors protection masquée en retrait de l'ISDI qui plus est). L'enveloppe financière affectée à la fermeture de l'ancien lit et au à la gestion de la Renouée (hypothèse de volume traité à confirmer) constitue l'essentiel du coût du dépassement.</p> <p>Cette première approche financière demeure sous réserve de la nature des matériaux rencontrés lors des terrassements (non seulement limons/graviers mais également risque de déchets suite au remblaiement des anciennes zones de prélèvement).</p> <p>Les mesures d'accompagnement n'ont pas été estimées car fonction des options retenues</p>
<p>Analyse économique</p>	<p>Le projet a vocation à assurer un meilleur équilibre morphologique au lit des Ussets y compris lors des fortes crues ; il doit permettre de mieux maîtriser les évolutions résultant des crues morphogènes mais également rares et constitue donc indirectement une mesure de gestion du risque sur les biens et les personnes présents sur les rives sous réserve de mesures d'accompagnement et de suivis effectifs.</p> <p>Le projet doit permettre de stabiliser le profil en long des Ussets ; il n'aura donc pas d'incidence sur la gestion et usages de la ressource en eau (AEP, prélèvement à usage agricole...).</p>
<p>Maitrise foncière</p>	<p>La nature et la localisation des terrains privés et communaux reste à préciser. Le domaine public ne porte a priori que sur une partie de la rive droite face et en aval du dernier méandre projeté. Le reste des terrains relèverait du domaine et usage privé dont le contexte réglementaire doit être précisé ("carrière" et ISDI).</p>
<p>Procédures administratives concernées</p>	<ul style="list-style-type: none"> –Loi sur l'Eau: dossier d'autorisation, notamment concernant les rubriques liées aux travaux intervenant dans le lit mineur du cours d'eau (3.1.2.0, 3.1.4.0, et 3.2.1.0). –Déclaration d'Intérêt Général : intervention sur les terrains privés (ré-méandrage, réinjection de matériaux et gestion de la ripisylve) –Aquisition foncière des terrains valant emprise du nouveau lit, voire des bandes proches sur rive, dédiées à la dynamique latérale –Demande d'autorisation de défrichement (ripisylve) –Etude d'impacts –Enquête publique associée à ces procédures
<p>Investigations complémentaires pour la phase AVP</p>	<ul style="list-style-type: none"> –Reconnaitances géotechniques au droit du nouveau tracé projeté (méandres et bras diachrones) –Investigations complémentaires sur la présence de l'écrevisse à pieds blancs dans le ruisseau des Chenêts en partie basse du lit –Topographie complémentaire du lit et des emprises des méandres à créer –Maîtrise foncière des emprises du projet

Tableau 13: Synthèse multicritère du projet de restauration proposé

9. ESTIMATIONS FINANCIERES

Les avant métrés du projet de restauration des Usses sont établis à partir des levés topographiques mis à la disposition d'HYDRETUDES dans le cadre de la présente étude (cf. § 5.2.1). Les principaux volumes pour chaque opération projetée sont synthétisés dans le tableau suivant :

PRINCIPAUX VOLUMES ESTIMES POUR CHAQUE OPERATION		
Opération	Quantité	Coût
Installations de chantier et dérivations provisoires		
Installation	forfait	10 000 €
Surface défrichage/dégagement des emprises	15 000 m ²	22 000 €
Dérivations provisoires	forfait	8 000 €
Reméandrage		
Linéaire lit mineur méandre ré-ouvert rive droite	130 m	
Déblai lit mineur méandre ré-ouvert rive droite	4 000 m ³	20 000 €
Linéaire lit mineur méandre ré-ouvert rive gauche	200 m	
Déblai lit mineur méandre ré-ouvert rive gauche	9 000 m ³	45 000 €
Linéaire de lit refermé	350 m	
Remblaiement du lit actuel	10 000 m ³	30 000 €
Remblaiement "carrière"	1 000 m ³	3 000 €
Linéaire bras diachrone amont (amorçe de 50 ml pour les terrassements)	210 m	5 000 €
Linéaire bras diachrone "carrière"	240 m	
Déblai-remblai modelage bras diachrone "carrière"	1 500 m ³	15 000 €
Déblai-Réinjection possible ou mise en stock pour recharge future (volume en stock sur espace "carrière")	1 500 m ³	9 000 €
Protections de berge		
Linéaire de protection masquée ISDI par enrochements libres	85 m	optionnel
Linéaire de renforcement de berge par technique mixte	120 m	60 000 €
Recharge sédimentaire		
Terrassement déblai-remblai / réinjection	2 000 m ³	15 000 €
Diversification du lit		
Linéaire de diversification intra-lit	350 ml	25 000 €
Défrichage, Végétalisation et gestion de la Renouée		
Surface de lit remblayé à végétaliser	5 000 m ²	10 000 €
PV pour enfouissement matériaux contaminés (base 1/3 des volumes travaillés)	5 000 m ³	50 000 €
TOTAL € HT Terrassements hors protections de berge		217 000 €
TOTAL € HT protection berge de fermeture ancien lit		60 000 €
TOTAL € HT PV gestion de la Renouée		50 000 €
TOTAL € HT hors imprévus (10% à prévoir)		327 000 €

Tableau 14 : Synthèse des principaux volumes pour chaque opération projetée

10. ANNEXE – LES TECHNIQUES DE RECHARGE SEDIMENTAIRE

1. L'ORIGINE DE LA CHARGE DE FOND

La charge de fond concerne exclusivement les matériaux grossiers qui transitent directement **sur le lit du cours d'eau par charriage**. Ces matériaux grossiers s'opposent aux matériaux fins qui transitent en suspension. Les matériaux participant à la charge de fond (matériaux grossiers) *stricto sensu* ont une granulométrie supérieure à 8 mm.

La stratification des lits fluviaux se caractérise généralement par une couche superficielle grossière (BRAY & CHURCH, 1980) masquant une sous-couche de granulométrie plus étendue et moins grossière. Cette stratification verticale est issue d'un phénomène de tri granulométrique qui concentre en surface les éléments grossiers de la charge transitant par charriage et suspension. Les armures sont remobilisables régulièrement, souvent plusieurs fois par an.

D'après la balance de Lane (LANE, 1955 ; BORLAND, 1960), la charge de fond constitue l'une des deux variables majeures de l'équilibre dynamique (débit liquide *versus* débit solide, c'est-à-dire écoulements *versus* charge de fond). C'est pourquoi la recharge sédimentaire constitue un élément important pouvant conduire à une réversibilité de l'incision des lits fluviaux, à la condition qu'elle soit menée de façon continue spatialement et temporellement (et notamment après chaque crue morphogène).

On distingue dans la charge de fond les matériaux provenant d'apports externes de ceux provenant des apports internes (MALAVOI & BRAVARD, 2010).

1.1 APPORTS EXTERNES

Les apports externes concernent les apports de matériaux provenant du bassin versant mais qui ne viennent pas directement du cours d'eau considéré. Ce sont donc les matériaux issus essentiellement des versants ou d'autres cours d'eau (affluents).

La **production primaire** est liée directement aux processus d'érosion (éboulements, écroulements, glissements, reptation...) qui affectent les têtes de bassin et les versants des gorges. Ces mouvements de matériaux vers le cours d'eau peuvent se faire par des relais topographiques tels que des talus, cônes ou tabliers d'éboulis où les débris anguleux séjournent avant d'atteindre le cours d'eau. Il doit donc y avoir un couplage versants-lits direct pour qu'il y ait production primaire (LANDON, 2001).

La **production secondaire** pour un cours d'eau concerne les matériaux apportés par un de ses affluents. Ces matériaux sont recrutés dans l'affluent par apports externes ou internes.

1.2 APPORTS INTERNES

Il s'agit des matériaux qui sont produits « directement » par le cours d'eau concerné. Ce sont des matériaux stockés en lit correspondant aux structures alluvionnaires qui sont facilement remobilisables en crue.

De plus, en cas de remobilisation du fond du lit, il est à noter que si les prélèvements ne sont pas compensés par des apports amont (*e.g.* charge bloquée par un ouvrage transversal, déficit sédimentaire) il y aura incision.

Ces apports internes concernent également les matériaux stockés dans le lit majeur, éventuellement sous la forme de terrasses anciennes. La remobilisation des matériaux stockés se produisant alors par érosion latérale.

2. LES TECHNIQUES DE RECHARGE SEDIMENTAIRE

2.1 LES TECHNIQUES D'ASSISTANCE A LA RECHARGE SEDIMENTAIRE BASE DE LA GESTION SEDIMENTAIRE ASSISTEE

Les techniques de recharge sédimentaire devant permettre d'engager une véritable gestion sédimentaire sont encore mal connues et les expériences dans ce domaine sont généralement localisées spatialement et récentes, elles présentent donc peu de recul. La bibliographie est ainsi peu documentée.

Ainsi, leur efficacité est souvent réduite car elles ne répondent pas forcément aux critères que nous avons mis en avant dans le chapitre précédent (aspect cumulatif et répétitif et suivi-évaluation sur le long terme).

La recharge sédimentaire assistée consiste, à partir de la connaissance du fonctionnement **dynamique du cours d'eau concerné et de l'analyse** des dysfonctionnements de la recharge naturelle ou de l'impact des activités humaines sur cette recharge et/ou le transit sédimentaire, de proposer des solutions durables de recharge qui permettent d'améliorer l'équilibre dynamique perturbé. Il s'agit d'engager une véritable gestion sédimentaire assistée.

On peut considérer que le moyen de pallier une recharge sédimentaire naturelle insuffisante **sur un cours d'eau passe par des actions de recharge assistée interne et externe**. Ces adjectifs sont employés dans le même sens que pour les apports.

N.B. : Les techniques de recharge assistée qui consistent à injecter ou réinjecter des matériaux en lit ne doivent pas se faire à n'importe quel endroit sur le profil en long. Les points d'injection et/ou de réinjection doivent être choisis judicieusement sur la base d'une analyse hydrogéomorphologique précise. Ils doivent être ainsi positionnés en tête ou à l'intérieur de sections incisés, pour éviter de créer des exhaussements qui perturberaient encore plus le fonctionnement dynamique du cours d'eau et seraient contraire à l'effet recherché.

L'injection peut également être directe (injection dans le lit vif, dans l'écoulement) ou retard (*i.e.* légèrement perchée en berge ou sur une structure alluvionnaire pour que les matériaux soient repris en crue, dans ce cas on veillera à ne pas les laisser se végétaliser).

2.2 LES TECHNIQUES DE RECHARGE SEDIMENTAIRE ASSISTEE EXTERNE (RSAE)

❖ *La reconnexion sédimentaire*

Il s'agit des techniques permettant à des matériaux grossiers résultant d'un processus d'érosion chronique (*i.e.* tabliers, talus, cône d'éboulis, mouvements de masse de sols...) actuellement déconnecté du lit de participer à la charge grossière. Ces zones sont souvent fixées en pied par des arbres.

Cela peut-être également des zones susceptibles de s'éroder et d'apporter des matériaux mais qui ont fait l'objet de reboisements intensifs de stabilisation (*e.g.* reboisements RTM) (LANDON *et al.*, 2000). Dans certains cas de reboisements généralisés, on parle même d'extinction [sédimentaire] des torrents (LIEBAULT, 2010).

Ces techniques de recharge visant à reconnecter des zones à processus d'érosion chronique avec les lits (couplage versant/lit) sont des techniques de reconnexion sédimentaire (LIEBAULT, PETEUIL & REMAITRE, 2009).

❖ *Les apports exogènes*

Nous citerons ces techniques de manière anecdotique dans le but d'être exhaustif. Il s'agit de techniques d'apport et injection de matériaux exogènes liés essentiellement à des travaux.

On peut citer comme exemple l'expérience de recharge sédimentaire qui devrait être menée cette année sur le Vieux-Rhin entre Kembs et Breisach (France/Allemagne) avec injection en lit de déblais provenant de l'excavation pour la construction d'une nouvelle centrale (BEAL, ARNAUD, PIEGAY, ROLLET & SCHMITT, 2012). De la recharge par apport exogène a également été effectué dans la Drôme par apport de 30 000 m³ provenant du percement du tunnel de Boulc (LANDON *et al.*, 2000).

Les techniques de recharge sédimentaire assistée externe pour reconnecter ou réactiver des érosions permettant des apports externes à nouveau vers le cours d'eau ou pour injecter de nouveaux matériaux sont synthétisées dans le tableau suivant :

TECHNIQUES DE RECHARGE SEDIMENTAIRE ASSISTEE EXTERNES (RSAE)		
Nature	Techniques	Attendus
Reconnexion (ou connexion)	Reconnexion de zones instables érodées, voire déstabilisation de pied de talus pour réactiver ces zones	Reconnexion versant-lit
	Déboisement pour favoriser l'érosion de versant	Réactivation d'érosions
Apports exogènes	Recharge par matériaux exogènes	Apport de matériaux

2.3 LES TECHNIQUES DE RECHARGE SEDIMENTAIRE ASSISTEE INTERNE (RSAI)

Ces techniques consistent à remobiliser (mécaniquement) ou à favoriser la remobilisation de la charge de fond immobilisée et quasiment fixée suite à l'incision du lit (structures alluvionnaires déconnectées et végétalisées, terrasses alluviales, remous des seuils, engravement des barrages...).

Leur utilisation est complexe dans la mesure où il ne s'agit plus de reconnexion sédimentaire comme pour les travaux détaillés dans le paragraphe précédent, mais des techniques de transfert actif (transfert assisté mécaniquement) ou passif qu'on peut également qualifier de transfert-retard (remobilisation par le cours d'eau après avoir modifié l'origine du stockage des matériaux, *e.g.* dévégétalisation d'un banc, dérasement d'un seuil...) entre les zones excédentaires ou de stockage et les zones déficitaires (en incision).

Cette approche nécessite donc une connaissance fine de ces zones à la fois au niveau de leur tendance évolutive, de leur fonctionnement et des volumes concernés.

Ces opérations peuvent prendre des formes diverses synthétisées dans le tableau ci-après.

TECHNIQUES DE RECHARGE SEDIMENTAIRE INTERNE (RSAI)		
Nature	Techniques	Attendus
Transfert passif (transfert-retard)	Arasement ou dérasement de seuils. Les exemples sont nombreux, plusieurs exemples sont ainsi détaillés dans le recueil d'expérience sur l'hydromorphologie édité par l'ONEMA. Il existe même une aide à la rédaction des cahiers des charges pour ces travaux (MALAVOI & SALGUES, 2011).	Renaturation du transit sédimentaire, suppression du remous.
	Dévégétalisation de structures alluvionnaires et déstabilisation des matériaux afin de favoriser leur remobilisation lors d'une crue morphogène.	Injection-retard des matériaux
	Suppression de confortement de berges afin de favoriser l'érosion latérale.	Réactivation de l'érosion pour fournir des matériaux.
	Activation de l'espace de divagation	Réactivation de l'érosion latérale pour fournir des matériaux.
	Chasses hydrauliques (transparences) de barrages.	Transparence aux transports solides
Transfert actif (transfert direct)	Transfert de matériaux piégés dans des plages de dépôt. De nombreux exemples existent avec transfert en amont, <i>e.g.</i> CNR à Loriol (LANDON <i>et al.</i> , 2000) ou en aval.	Eviter l'engravement de certaines zones et réinjecter ces matériaux dans des zones déficitaires.
	Dégravement des barrages avec transfert et réinjection des matériaux. On peut citer comme exemple le transfert des matériaux de curage du barrage EDF de Gèdre (Hautes-Pyrénées) avec transfert-réinjection 15 km en aval dans le bassin intra-montagnard de Saligos en 2013.	Réinjection de matériaux dans une zone incisée (injection directe ou retard)

Afin d'engager une recharge sédimentaire qui soit cohérente sur le moyen et le long termes, on emploiera toute(s) technique(s) adaptée(s) au bassin versant.

11. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMS J., 1979. Gravel size analysis from photographs. *Journal of the Hydraulics Division*, 105(10).
- ALEXANDER G.R., HANSEN E.A., 1986. Sand bed load in a brook trout stream. *North American Journal of Fisheries Management*, 6(1), 9-23.
- ARCHAMBAUD G., GIORDANO L., DUMONT B., 2005. Description du substrat minéral et du colmatage. Note technique provisoire - CEMAGREF Aix-en-Provence, UR hydrobiologie, 7.
- ARNAUD-FASSETA G., FORT M., 2004. La part respective des facteurs hydroclimatiques et anthropiques dans l'évolution récente (1956 - 2000) de la bande active du haut Guil, Queyras. *Méditerranée, Géosystèmes montagnards et méditerranéens - mélange offert à Maurice Jorda*, 102, 143-156.
- ASCONIT Consultants, 2012. Étude piscicole – habitat - Bassin versant des Ussets et affluents.
- BATTIN T.J., KAPLAN L.A., NEWBOLD J.D., HANSEN C.E., 2003. Contributions of microbial biofilms to ecosystem processes in stream mesocosms. *Nature* 426, 439-442.
- BAXTER C.V., HAUER F.R., 2000. Geomorphology, hyporheic exchange and selection of spawning habitat by bull trout. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Jul. 2000, 57-7, 1470.
- BEAL D., ARNAUD F., PIEGAY H., ROLLET A., SCHMITT L., 2012. Suivi géomorphologique d'une expérience de recharge sédimentaire : la cas du Vieux Rhin entre Kembs et Breisach (France, Allemagne). *IS RIVER*.
- BESCHTA R.L., JACKSON W., 1979. The intrusion of the sediments into a stable gravelbed. *J. Fish. Res. Board Can.*, 36, 204-210.
- BEYER W., BANSCHER E., 1975. Zur Kolmation der Gewässerbetten bei der Uferfiltratgewinnung. *Z. Angewandte Geologie*, 12, 565-570.
- BIOTEC, MALAVOI J.R., 2007. Manuel de restauration **hydromorphologique des cours d'eau**. **Publications de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie**.
- BJORN T.C., BRUSVEN M.A., MOLIMAU M.O., MILLIGAN J.H., KLANT J.H., CHACHO E., SCHA C., 1977. Transport of granitic sediment in streams and its effects on insects and fish. *Rapport B-036-IDA, College of Forestry, Wildlife and range sciences*, 43 p.
- BORLAND W.M., 1960. Stream channel stability. United States Bureau of Reclamation. Denver.
- BRAVARD J.P., 1994. L'incision des lits fluviaux : du phénomène morphodynamique naturel et réversible aux impacts irréversibles. *Revue de Géographie de Lyon*, 69(1), 5-10.
- BRAVARD J.P., PETIT F., 1997. **Les cours d'eau, dynamique du système fluvial**, Paris, Armand Colin, Collection U, 222 p.
- BRAVARD J.P., 2001. Les réponses des systèmes fluviaux à une réduction des flux d'eau et des sédiments sous l'effet du reboisement en montagne. 168ème session du Comité technique de la Société Hydrotechnique de France, colloque forêts et eau, 26 au 28 septembre 2001. Nancy.

- BRAY D.I., CHURCH M., 1980. Armored versus paved gravel beds. Jour. Hydraul. Div., 106, 1937-1940.
- BRAYSHAW A., FROSTICK L., REID I., 1983. The hydrodynamics of particle clusters and sediment entrainment in coarse alluvial channel. Sedimentology, 30, 137-143.
- BRAYSHAW A., 1985. Bed microtopography and entrainment thresholds in gravel-bed rivers. Geol. Soc. Amer. Bull., 96, 218-223.
- BRUNKE M., GONSER T., 1997. The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. Freshwater Biol., 37, 1-33.
- CETMEF, 2001. **Hydraulique des cours d'eau, la théorie et sa mise en pratique.**
- CHAPMAN D.W., 1988. Critical review of variable used to define effects of fine redds of large salmonids. Transactions of the American Fisheries Society, 117(1), 1-21.
- CHURCH M., MC LEAN D., WOLCOTT J., 1987. River bed gravels : sampling and analysis. Thorne C.R., Barthust J.C., Hey R.D. (éds), Sediment transport in gravel-bed rivers, Wiley, Chichester, 43-88.
- CORDONE A.J., KELLEY D.W., 1961. The influence of inorganic sediments on the aquatic life of streams. Calif. Fish. and Game, 47, 189-228.
- COSTERTON J.W., 2000. Biofilms in the New Millennium : musings from a peak in Xanadu. Symposia-Society for general microbiology, Cambridge, Cambridge University Press, 329-344.
- COUVERT *et al.*, 1999. La gestion des rivières Transport solide et atterrissements. Agence **de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse**, 94 p.
- CUMMINS K.W., LAUFF G.H., 1969. The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos. Hydrobiologia, 34(2), 145-181.
- DATRY T., DOLE-OLIVIER M.J., MARMONIER P., CLARET C., PERRIN J.F., LAFONT M., BREIL P., 2008. **La zone hyporhéique, une composante à ne pas négliger dans l'état des lieux et la restauration des cours d'eau.** In : Ingénieries – EAT, 54, 3-18.
- DATRY T., 2010. **Développement d'un protocole de mesure standardisé sur les réseaux de contrôle français.** ONEMA CEMAGREF, 106 p.
- FROSTICK L.E., LUCAS P.M., REID I., 1984. The infiltration of fine matrices into coarsegrained alluvial sediments and its implications for stratigraphical interpretation. J. Geol. Soc., 41, 955-965.
- GAYRAUD S., HEROUIN E., PHILIPPE M., 2002. Le colmatage minéral des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés. Bull. Fr. Pêche Piscic. (365/366), 339-355.
- GILVEAR D., BRAVARD J., 1993. Dynamique fluviale. Amoros C. & Petts G.E., Hydrosystèmes fluviaux, Masson, 61-82.
- HEY R., THORNE C., 1983. Accuracy of surface samples from gravel bed material. Journal of Hyd. Eng., 109, 842-851.
- HYDRETUDES – DYNAMIQUE HYDRO, 2011. Diagnostic hydro-géomorphologique des cours d'eau du bassin versant des Usses.
- HYDRETUDES, 1998. Etude hydraulique des Usses, du Pont Drillot (communes de Cericer/Cernex) au Grand Pont (commune de Frangy).

HYDRETTUDES, 2015a. **Étude morphologique et sédimentaire en Haute Vallée de l'Aude.**

HYDRETTUDES, 2015b. **Étude morphologique et sédimentaire du bassin de l'Orbieu.**

HYNES H.B.N., 1970. The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool. 555 p.

JOBSON H.E., CAREY W.P., 1989. Interaction of fine sediments with alluvial streambeds. Water Resour. Res., 25, 135-140.

KELLERHALS R., 1967. Stable channels with gravel-paved bed. Journal of Waterways and Harbors Division, American Society of Civil Engineers, 63-84.

KELLERHALS R., BRAY D., 1971. Sampling procedures for coarse fluvial sediments. Journal of the Hydraulics Division, 97(8).

KLINGEMAN P., EMMETT W., 1982. Gravel bed load transport processes. Hey R.D., Barthust J.C., Thorne C.R. (éds), Gravel bed rivers, Wiley, Chichester, 875 p.

KRUMBEIN W., 1934. Size frequency distribution of sediments. Journal of sedimentary petrology, 4, 65-77.

LANE E., 1955. The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering. Proceedings of the American Society of Civil Engineers. Journal of the Hydraulics Division, 81, 745-761.

LANDON N., ZAHND E., BRAVARD J., CLÉMENT P., LIÉBAULT F., PIÉGAY H., 2000. Bilan sédimentaire et gestion de la recharge. De l'évaluation des enjeux à la détermination de nouvelles orientations de gestion par les forestiers dans les périmètres RTM drômois : le cas du bassin de la Drôme et ses possibilités de transposabilité. Forêt méditerranéenne, XXI(2), 228-232.

LANDON N., 2001. Du constat d'enfoncement du lit fluvial aux actions de recharge sédimentaire : quelles solutions pour une gestion raisonnée de nos cours d'eau ?

LEFORT P., 2007. Une formule semi-empirique pour le calcul du transport solide des rivières et torrents.

LEICHTFREID M., 1988. Bacterial substrats in gravel beds of a second order alpine stream. Project Ritrodat-Lunz, Austria. Verh. Internat. Verein. Limnol., 23, 1325-1332.

LENCASTRE A., 1996. Hydraulique générale. Ed. Eyrolles, 633 p.

LE ROY LADURIE E., 1967. Histoire du climat depuis l'An Mil. Paris : Flammarion.

LIEBAULT F., PETEUIL C., REMAITRE A., 2009. Approches géomorphologiques de la production sédimentaire des torrents. Sciences et territoires, 02, 128-134.

LIEBAULT F., 2010. La recharge sédimentaire pour lutter contre l'incision des lits fluviaux. PPT - Journée technique d'information et d'échanges, Luc-en-Diois - Association Rivière Rhône-Alpes.

LOCK WALLACE R., COSTERTON J., VENTULLO R.M., CHARLTON S.E., 1984. River epilithon : toward a structural-functional model. Oikos, 10-22.

MC NEIL W.J., 1964. Redd surimposition and egg capacity of pink salmon in spawning beds. J. Fish. Res. Board Can., 21(6), 1385-1396.

MALAVOI J.R., SOUCHON Y., 1996. Dynamique fluviale et dynamique écologique. La Houille Blanche (6/7), 98-107.

- MALAVOI J.R., SOUCHON Y., 2002. Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. Bull. Fr. Pêche Piscic., 365/366, 357-372.
- MALAVOI J.R., BRAVARD J.P., 2010. **Éléments d'hydromorphologie fluviale**. ONEMA, 223 p.
- MALAVOI J.R., GARNIER C.C., LANDON N., RECKING A., BARAN P., 2011. Éléments de connaissances pour la gestion du transport solide. ONEMA, 213 p.
- MALAVOI J.R., SALGUES D., 2011. Arasement et dérasement de seuils. Aide à la définition de cahier des charges pour les études de faisabilité. Compartiments hydromorphologie et hydroécologie. CEMAGREF - Rapport V0, p. 83.
- MARTINI I., 1977. Gravelly flood deposits of Irvine Creek, Ontario, Canada. Sedimentology, 24, 603-622.
- MINSHALL G.W., 1984. Aquatic insect-substratum relationships. Resh, V.H. and Rosenberg, D.M. (eds) The Ecology of Aquatic Insects. Praeger Publishers, New York.
- PANEK K.L., 1994. Depth boundaries of bed sediments in an alpine stream (Project Ritodat-Lunz, Austria). Vch. INT. Verein. Limnol., 25, 1646-1648.
- PEIRY J.-L., SALVADOR P.G., NOUGUIER F., 1994. L'incision des rivières dans les Alpes du Nord : état de la question. Revue de Géographie de Lyon, 69(1), 47-56.
- PUSH M., FIEBIG D., BRETTAR I., EISENMANN H., ELLIS B.K., KAPLAN L.A., LOCK M.A., NAEGELI M.W., TRAUNSPURGER W., 1998. The role of micro-organisms in the ecological connectivity of waters. Freshwater Biology, 40(3), 453-495.
- RICHARDS, HOST, ARTHUR, 1994.
- RINGLER N.H., HALL J.D., 1975. Effects of logging on water temperature and dissolved oxygen in spawning beds. Trans. Am. Fish. Soc., 1, 111-121.
- SALVADOR P.G., 1991. Le thème de la métamorphose fluviale dans les plaines alluviales du **Rhône et de l'Isère** : bassin de Malville et ombilic de Moirans, Bas-Dauphiné (Doctorat dissertation, Lyon 3).
- SEAR D.A., 1993. Fine sediment infiltration into gravel spawning beds within a regulated river experiencing floods : ecological implications for salmonids. Regul. Rivers : Res. Manage., 3, 267-275.
- SIMON L., 1986. Transports solides de sédiments de granulométrie non uniforme. Mémoire de DEA - Laboratoire National d'Hydraulique - EDF - Chatou.
- SMECRU, 2013. Contrat de rivière des Usses.
- TREMBLAY J., 2006. Le "stick hypoxie", une nouvelle méthode pour mesurer l'oxygénation du lit des rivières. Cahiers techniques de l'INRA. Bulletin de liaison interne, Spécial 2006, 47-50.
- VERVIER P., GIBERT J., MARMONIER P., DOLE-OLIVIER M.J., 1992. A perspective on the permeability of the surface freshwater-groundwater ecotone, Journal of the North American Benthological Society, 11, 93-102.
- WENTWORTH C., 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30, 311-327.
- ZIMMERMAN A., CHURCH M., 2001. Channel morphology, gradient profiles and bed stresses during flood in step-pool channel. Geomorphology, 40, 311-327.

12. GLOSSAIRE

Accrétion

Dépôt de matériaux en lit.

Alluvions

Dépôts meubles d'un cours d'eau (tant en lit mineur que majeur) formés de matériaux ayant été transportés par le transit sédimentaire.

Armure

Partie supérieure grossière d'un lit fluvial (rivières à graviers à lit mobile). Son épaisseur est celle des plus grosses particules la constituant. Elle masque la sous-couche constituée de matériaux plus fins. L'armure a environ un diamètre moyen (D_{50}) 2,5 fois plus grossier que celui de la sous-couche, tandis que les fractions grossières de ces deux strates sont très proches ($\geq D_{90}$). Cette armure est remaniée régulièrement.

Atterrissement / Banc

Structure composée de matériaux alluvionnaires et déposée en lit.

Bande active

C'est pour les systèmes en tresses qu'on parle préférentiellement de bande active. En effet, la bande active des cours d'eau en tresses se caractérise par des chenaux et des structures alluvionnaires non végétalisées qui sont très mobiles. Elle est donc très facilement identifiable. Par extension, la bande active concerne la bande dans laquelle s'écoule un cours d'eau et où se concentre l'activité morphogène, et notamment les chenaux et dépôts sédimentaires.

Charge de fond / grossière / solide

Matériaux grossiers constitutifs du fond du lit transitant par charriage.

Charriage

Transit alluvial caractérisé par un déplacement des matériaux en fond de lit, en roulant, glissant ou par bonds successifs (saltation). Ce phénomène étant lié principalement au poids des matériaux.

Cicatrisation de l'armure

Capacité de régénération naturelle d'une armure d'un lit déstructuré suite à une (ou plusieurs) crue(s) morphogène(s). Dans le cas où le cours d'eau n'a plus cette capacité (en cas d'érosion régressive ou de déficit d'alimentation en matériaux), on parle de destruction de l'armure. En cas de d'incision du lit caractérisée et durable, l'armure évoluerait en pavage. La cicatrisation conduit à obtenir un fuseau granulométrique superposable à celui existant avant déstructuration. On peut parler également de résilience dynamique du lit.

Coefficient de sinuosité

Quantifie le degré de sinuosité d'un cours d'eau. Il se mesure par le rapport entre la longueur développée du cours d'eau en suivant l'axe du lit mineur et la longueur entre les deux mêmes points en suivant l'axe général d'orientation du cours d'eau.

Colmatage

Dépôt de sédiments fins, c'est-à-dire dont le diamètre est inférieur à 2 mm, en surface et dans les interstices de substrats plus grossiers. L'infiltration des espaces interstitiels plus ou moins profonde altère le fonctionnement du pavage.

Couche interne

Matériaux alluvionnaires déposés en lit constituant la partie interne du lit et se trouvant alors **sous le pavage ou la partie interne d'une structure alluvionnaire (et se trouvant alors sous l'armure). Ils sont protégés de la remobilisation par le cours d'eau par leur carapace (pavage ou armure) et effectivement remobilisables lorsque cette dernière est elle-même déstructurée et remobilisée.**

Courbe granulométrique

Mode de représentation de la **taille et du pourcentage en poids des grains d'un sol ou d'une couche superficielle ou interne de lit, permettant de mieux comprendre sa composition et la répartition des grains.**

Crue morphogène

Crue génératrice d'érosion du lit et des berges, pouvant mettre en charge des matériaux alluvionnaires et certaines particules du pavage.

Diachronie

Superposition de photos aériennes d'époques diverses afin de mettre en lumière l'évolution dynamique récente d'un cours d'eau. On parle de carte diachronique.

Élément de rugosité

Bloc ou cluster en lit, formant saillie par rapport au pavage du lit et augmentant localement la rugosité du lit.

Érosion régressive

Érosion généralisée du lit liée généralement à une modification substantielle de son profil en long (exemple : extraction de matériaux alluvionnaires). Ce phénomène se caractérise par un **enfouissement du lit, un transfert massif de matériaux alluvionnaires vers l'aval, une déconnexion des annexes fluviales... Un front d'érosion régressive se matérialise et remonte jusqu'à ce que le profil en long du cours d'eau soit restabilisé.**

Espace de liberté

Espace dans lequel un cours d'eau peut divaguer latéralement par rapport à son cours actuel. C'est ainsi l'espace dans lequel l'évolution dynamique peut se développer.

Extrados

Bord externe d'un méandre.

Fonctionnement dynamique

Fonctionnement dynamique actuel du cours d'eau, on pourrait également parler de dynamique fluviale actuelle. Ce fonctionnement évoluera forcément (impact des activités humaines, succession de crues morphogènes ou survenue d'une crue hypermorphogène qui le

modifie substantiellement). La dynamique d'un cours d'eau est évolutive et est constituée d'une succession de fonctionnements dynamiques différents.

Granulométrie

Étude de la dimension des particules constitutives du lit et des structures alluvionnaires. La granulométrie peut être uniforme (les particules ont un diamètre quasiment identique) ou étendue (la taille des grains est hétérogène).

Incision

Altération hydromorphologique majeure se traduisant **par l'enfoncement du lit mineur dans ses alluvions**. La rivière peut également inciser rapidement son thalweg dans le substratum **lorsqu'il est peu résistant**.

Intrados

Bord interne d'un méandre.

Méandre

Sinuosité du lit d'un cours d'eau. C'est une forme morphologique qui permet au cours d'eau de dissiper son énergie en allongeant son thalweg par divagation et en diminuant concomitamment sa pente pour atteindre une pente d'équilibre. Cet équilibre peut être rompu lorsque le méandre se recoupe **lors d'une crue**, mais souvent un autre méandre se recrée ensuite.

Patch

Petite superficie en lit présentant une granulométrie particulière.

Pavage

Matériaux constitutifs du fond du lit liés à un tri granulométrique et formant une carapace. Les pavages de lit sont généralement composés de deux éléments imbriqués la surface (pavage à proprement parler) et la suprasurface constituée de matériaux hétérométriques posés et/ou imbriqués dans le pavage. Le pavage protège les matériaux de la couche interne ou subsurface. Le pavage **d'un lit est caractéristique des rivières à graviers**. Sous l'action de l'érosion, le lit **se stabilise temporairement par la formation d'une carapace de matériaux généralement grossiers**. Cette carapace protège les couches internes (de granulométrie très hétérogène). Cette couche pavée a une épaisseur de l'ordre du diamètre des plus gros éléments.

Recharge sédimentaire

Technique de génie dynamique qui consiste à intégrer des matériaux exogènes (de forme et de granulométrie compatibles avec le cours d'eau) dans des tronçons à apports insuffisants. L'objectif de cette technique est de compenser un apport naturel déficitaire.

Rectification

Recoupement (rescindement) des méandres et des sinuosités afin d'accélérer le passage de la crue et/ou faciliter l'exploitation des parcelles.

Reméandrage

Technique de restauration écologique consistant à remettre un cours d'eau dans ses anciens méandres si ceux-ci sont encore identifiables et mobilisables ou à créer un nouveau cours

d'eau sinueux ou méandrique correspondant au type fluvial naturel, dans le respect dans les lois morphologiques connues (géométries en plan, long et travers).

Respiration du lit

La respiration d'un lit est caractérisée par le charriage des matériaux le constituant pendant les crues et leur remplacement en fin de crue par d'autres, de telle sorte que le niveau du lit reste quasiment constant. Il s'agit donc d'une variation altitudinale du niveau du lit autour d'un niveau moyen. Ces variations sont liées aux crues (et au transit sédimentaire).

Rugosité

Phénomène physique lié aux frottements sur les berges et le lit créant des pertes de charge. La rugosité est liée essentiellement à la nature des matériaux composant le lit et les berges, et à la végétation.

Stock alluvial

Ensemble des matériaux alluvionnaires disponibles en lits mineur et majeur, et participant actuellement ou de manière différée (lors des épisodes de crues) à la dynamique alluviale d'un cours d'eau.

Structure alluvionnaire

Structure composée de matériaux alluvionnaires et déposée en lit.



HYDRETUDES

Ingénierie de l'eau - Maîtrise d'oeuvre

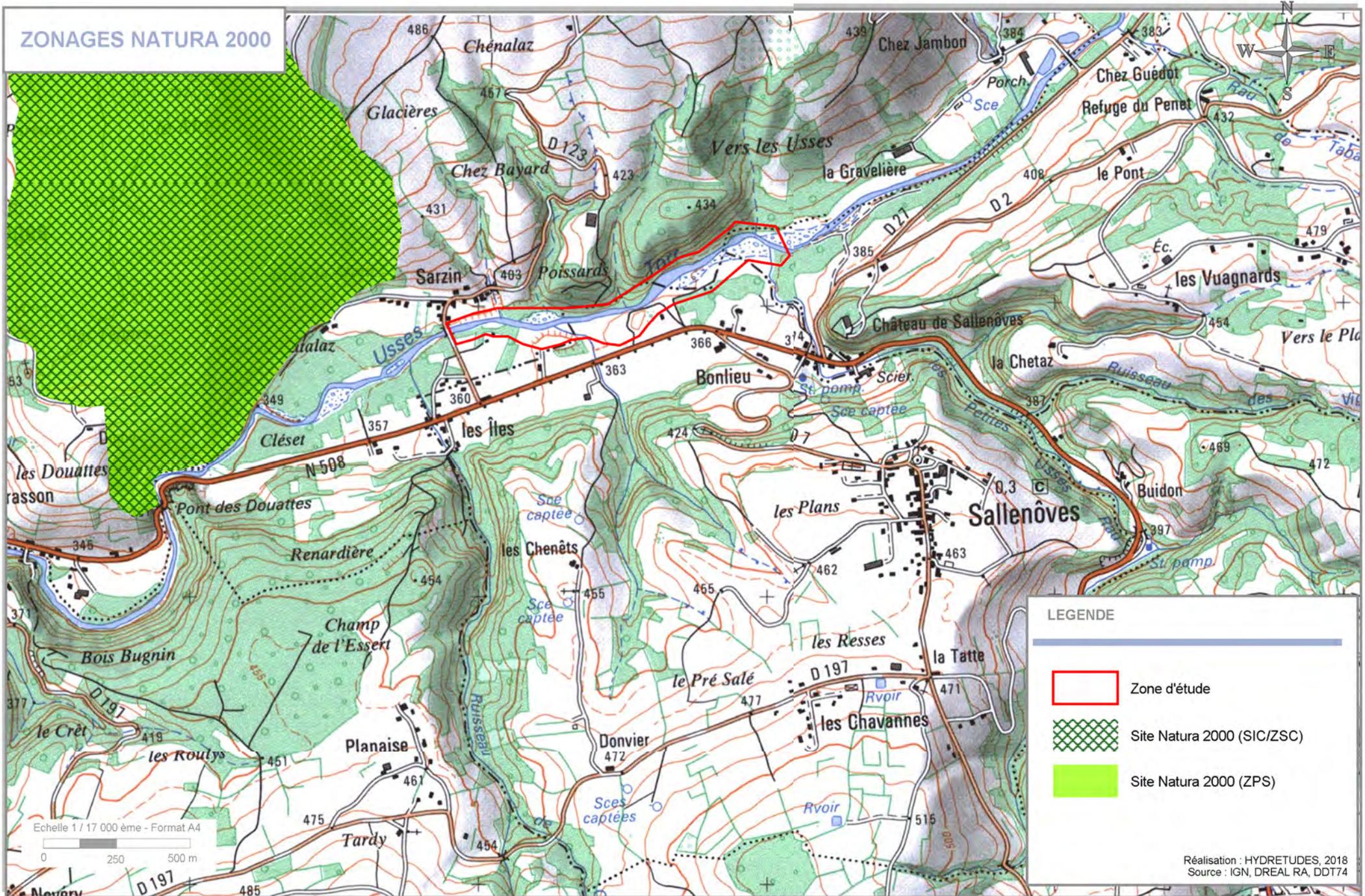
Sud-Ouest

45 rue des Fontaines

64 420 LÉE

Tél. 05 65 27 02 76 – Fax. 05 62 14 08 95

contact-toulouse@hydretudes.com



Accès au chantier



Échelle 1 : 9 000

0 ————— 200 m

- — — — — Accès par la RD1508
- — — — — Sous accord des propriétaires
- — — — — Accès secondaires

Maître d'ouvrage
smecru
 Syndicat Mixte d'Exécution du Contrat de Rivière des Usse
 107, route de l'Eglise
 74910 BASSY

Maître d'oeuvre
HYDRETUDES
 Siège Social Argonay
 815 route de champ-farçon
 74370 ARGONAY
 Tél : 04 50 27 17 26
 Fax: 04 50 27 25 64
 Courriel : contact@hydretudes.com
 Site : www.hydretudes.com

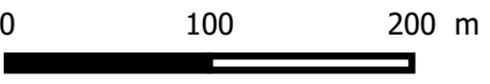
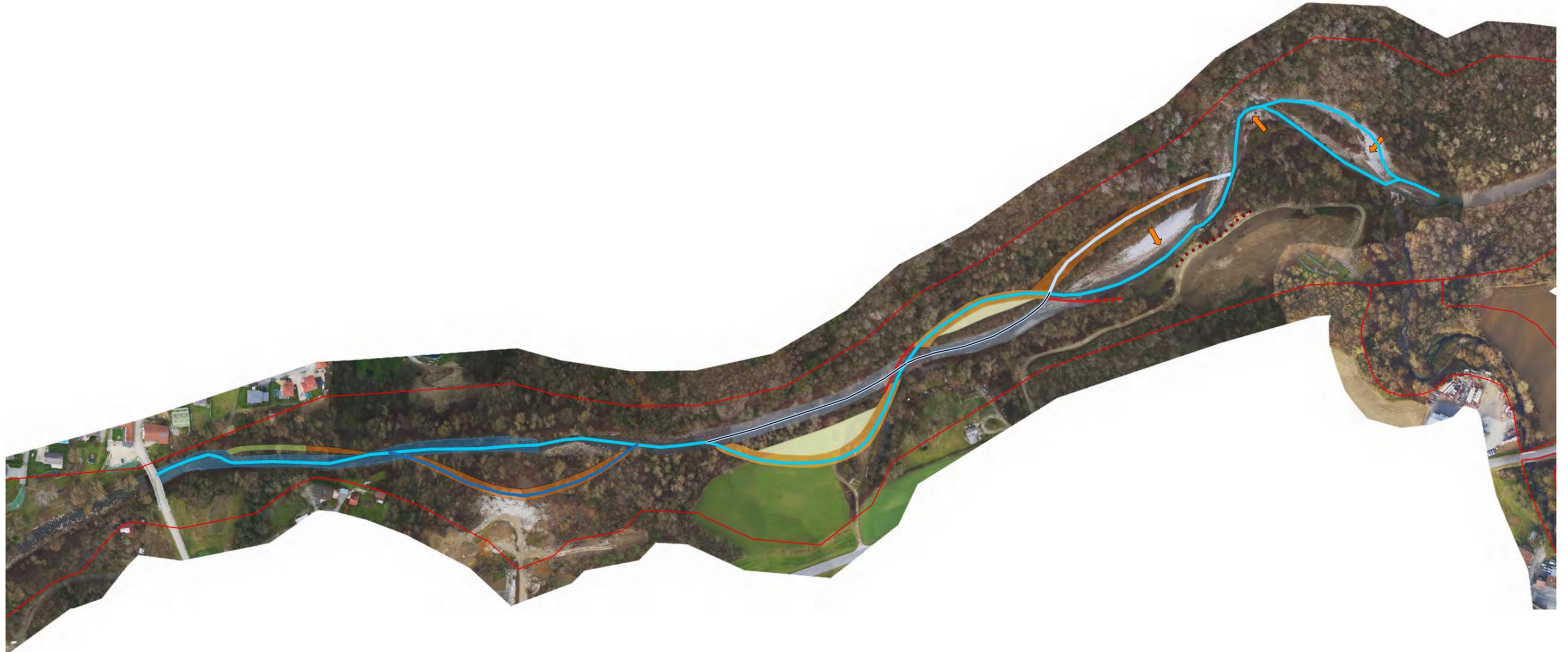
Numéro d'affaire
ARI-15-131
 Echelle
 1/3 500

Localisation des prélèvements
Aménagements projetés sur la zone d'étude Contamine-Sarzin
 RESTAURATION ECOLOGIQUE DES USSES
 COMMUNE DE CONTAMINE-SARZIN

Désignation de la pièce
COMMUNE DE CONTAMINE-SARZIN
 PROJET DE RESTAURATION ECOLOGIQUE DES USSES

- Espace de liberté
- Projet en phase AVP**
 - Lit mineur
 - Bras diachrone 2M
 - Bras diachrone Q2
 - Bras diachrone Q10
 - Aménagement intra lit
- Gestion des matériaux**
 - ↘ Curage et déplacement vers extradoss
 - ↙ Déplacement vers chenal rive gauche
 - ↘ Déplacement vers chenal rive gauche
- Gestion de la végétation**
 - Arasement de la végétation
 - Retrait embâcle
- Connexion annexe rivière**
 - Terrassement et défrichage lit mineur
 - Terrassement et défrichage bras diachrones
 - Banc intrados
- Remblai chenal existant**
- Protection**
 - Protection de berge
 - Déflecteurs
 - Ancrage deflecteur

a	02-2018								L.G
Indice	Date					Mise à jour			Chargé d'affaire



REPORTAGE PHOTO DES USSES DE L'AMONT VERS L'AVAL



Figure 1 : Les Usse, au niveau de la confluence avec les Petites Usse (HYDRETTUES, 2016)



Figure 2 : Les Usse en amont du 1er méandre, où le lit secondaire s'est bouché (HYDRETTUES, 2016)



Figure 3 : Les Usses, au niveau du premier méandre (HYDRETTUES, 2016)

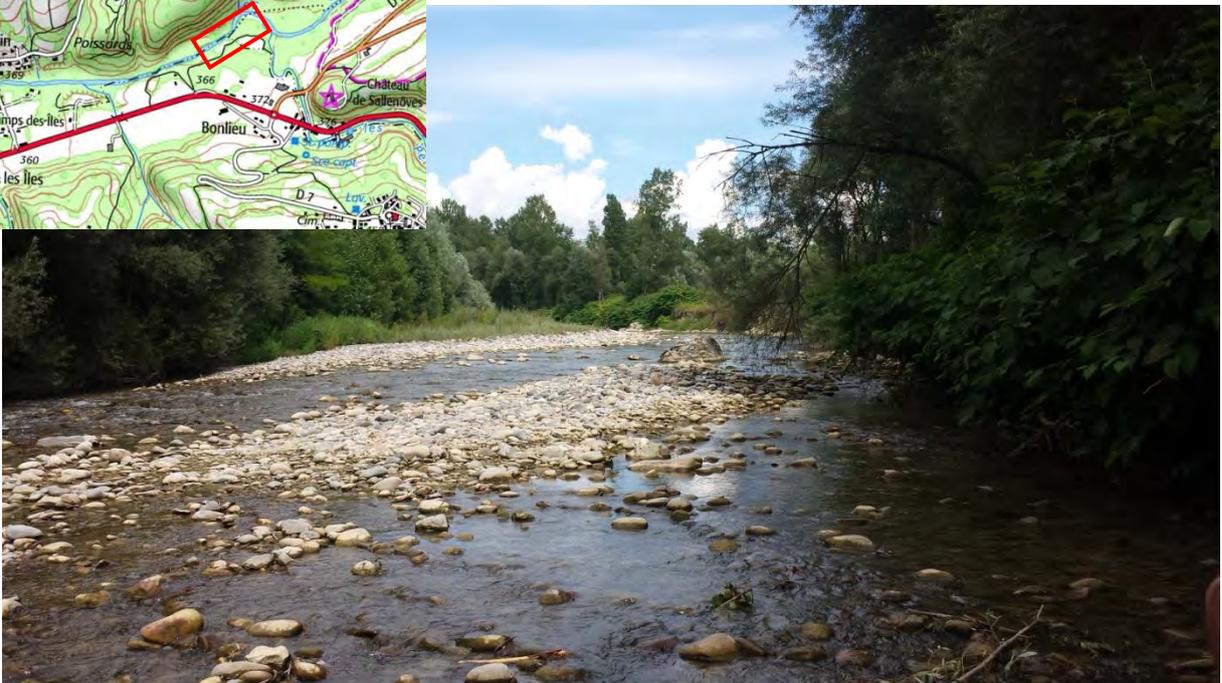


Figure 4 : Les Usses, en sortie du deuxième méandre (HYDRETTUES, 2016)



Figure 5 : Vue du banc de cailloux au niveau du deuxième méandre, rive droite vue aval (HYDRETTUES, 2016)



Figure 6 : Zone d'érosion au niveau du deuxième méandre, rive gauche (HYDRETTUES, 2016)



Figure 7 : Partie en aval du deuxième méandre, vue amont (HYDRETTUDES, 2016)



Figure 8 : Partie en aval du deuxième méandre, vue aval (HYDRETTUDES, 2016)



Figure 9 : Partie médiane au niveau du ruisseau des Chenêts, vue amont (HYDRETTUDES, 2016)



Figure 10 : Partie médiane au niveau du ruisseau des Chenêts, vue aval (HYDRETTUDES, 2016)



Figure 11 : Les Usses, à l'amont du pont de Sarzin (HYDRETTUDES, 2016)



Figure 12 : Vue des Usses depuis le pont de Sarzin (HYDRETTUDES, 2016)