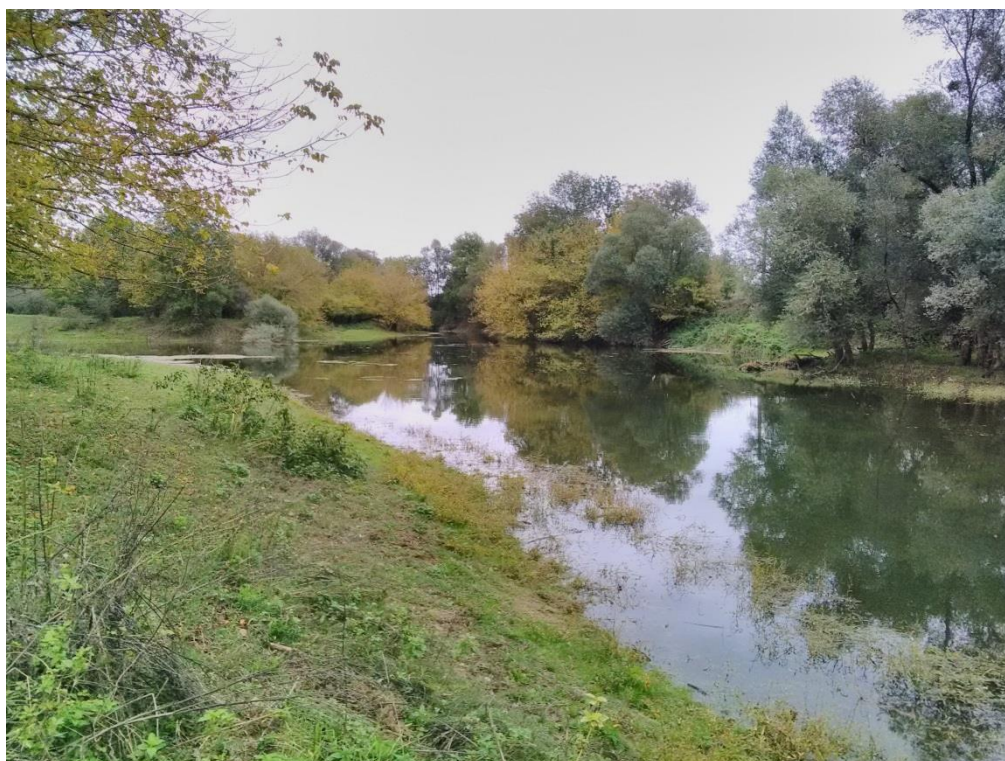


## Etude de faisabilité et avant-projet

### Travaux de restauration de la morte du Petit Gravier à Lays-sur-le-Doubs (71)



Avec le soutien financier  
de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse      du département de Saône-et-Loire



#### Rédaction :

Margaux CLAIN (EPTB SD, chargée de mission contrat de rivière vallée du Doubs)

Sylvain QUIBLIER (EPTB SD, chargé de projet)

## **Table des matières**

1	Description sommaire du projet .....	5
1.1	Localisation du site .....	5
1.2	Historique du projet .....	6
1.3	Données disponibles .....	6
1.4	Contexte environnemental et réglementaire .....	7
1.5	Compatibilité avec le SDAGE et le contrat de rivière Vallée du Doubs .....	8
2	Diagnostic du site .....	9
2.1	Description sommaire du site et principaux usages .....	9
2.2	Contexte foncier .....	12
2.3	Hydrologie .....	12
2.4	Fonctionnement hydraulique et hydro-morphologique .....	13
2.4.1	Evolution hydro-morphologique du site du Petit Gravier (analyse diachronique) .....	13
2.4.2	Connectivité hydraulique .....	21
2.5	Habitats naturels, flore et faune .....	30
2.5.1	Description et cartographie des habitats .....	30
2.5.2	Espèces floristiques remarquables et espèces exotiques .....	31
2.5.3	Inventaires de la faune .....	32
2.6	Synthèse : enjeux et fonctionnalité du site .....	36
3	Vers un projet de restauration .....	37
3.1	Préconisations des études préalables existantes .....	37
3.2	Contraintes associées à une réactivation du bras n°2 .....	38
3.2.1	Hypothèse d'une reconnexion par la jonction entre les bras n°1 et 2 .....	38
3.2.2	Hypothèse d'une reconnexion amont reliée au Doubs .....	40
3.3	Principes et objectifs du projet proposé .....	41
4	Avant-projet .....	42
4.1	Descriptif des aménagements .....	42
4.1.1	Travaux préparatoires et forestiers .....	42
4.1.2	Restauration de mares dans le bras n°2 .....	43
4.1.3	Reprofilage de la partie aval du bras n°2 .....	47
4.1.4	Gestion des déblais .....	51
4.1.5	Restauration des saules têtards et reconstitution d'une ripisylve .....	52
4.2	Accès, durée et période d'intervention .....	52
4.3	Modalités financières de mise en œuvre .....	54
4.3.1	Estimation des coûts .....	54
4.3.2	Plan de financement prévisionnel .....	55
4.4	Calendrier prévisionnel de mise en œuvre .....	55
	Bibliographie .....	56

Annexes .....	56
Annexe 1 : Cartographie des habitats d'intérêt communautaire, de la flore patrimoniale et des espèces exotiques végétales .....	57
Annexe 2 : Cartographie des observations d'amphibiens présents sur la morte du Petit Gravier... 58	58
Annexe 3 : Cartographie du périmètre d'inventaire des rhopalocères et odonates .....	59
Annexe 4 : Cahier des profils de terrassement projeté n°1 à 12 (localisation des profils en Fig.33 p.42 et Fig.37 p.46).....	60

### **Table des figures**

Figure 1 - Localisation de la morte du Petit Gravier.....	5
Figure 2 - Vue aérienne de la morte du Petit Gravier .....	5
Figure 3 - Zonages environnementaux autour du site .....	8
Figure 4 – Schématisation des différents bras de la morte du Petit Gravier .....	9
Figure 5 - Photo de la prairie et des saules têtards à proximité du bras n°2 .....	10
Figure 6 - Atlas photographique du Petit Gravier .....	11
Figure 7 - Cartographie du relevé cadastral .....	12
Figure 8 - Diagramme des débits moyens mensuels en m <sup>3</sup> /s du Doubs à Neublans mesurés depuis 1966 (Banque Hydro) .....	13
Figure 9 - Illustration des méandres du Doubs à proximité du Petit Gravier (© IGN SCAN25) .....	14
Figure 10 - Carte de l'état-major (XIXème) du Doubs à proximité du village de Lays-sur-le-Doubs (© IGN).....	14
Figure 11 - Schéma présentant le processus de création d'un bras mort (Denoeud et al, 2013) .....	15
Figure 12 - Photo aérienne de 1940 (© IGN Remonter le temps) .....	16
Figure 13 - Photo aérienne de 1953 (© IGN Remonter le temps) .....	17
Figure 14 - Photo aérienne de 1976 (© IGN Remonter le temps) .....	18
Figure 15 - Photo aérienne de 1986 (© IGN Remonter le temps) .....	19
Figure 16 - Photo aérienne de 2018 (© IGN BD Ortho) .....	20
Figure 17 - Localisation des secteurs d'activité hydrodynamique autour du Petit Gravier (© IGN SCAN25).....	21
Figure 18 - Relevés topographiques des bras n°1 et 2 (FDPPMA 71, 2017).....	22
Figure 19 – Cartographie des altitudes sur le site à partir des images Lidar .....	23
Figure 20 - Photo aérienne du 15/07/2014 et zoom sur la connexion amont du bras n°1 (© IGN).....	24
Figure 21 - Interpolation altitudinale à partir des levés topographiques du 31/03/21.....	25
Figure 22 - Profil en long n°7 (bras n°2 dans l'axe Nord/Sud) et n°8 (jonction entre bras n°1 et 2).....	26
Figure 23 - Profil en travers n°2, dépression en amont du bras n°2 .....	27
Figure 24 - Profil en travers n°12.....	28
Figure 25 - Profil en travers n°15 et 16 .....	29
Figure 26 - Cartographie simplifiée des habitats (FDPPMA 71, 2017) .....	30
Figure 27 - Cartographie des actions proposées par la fédération de pêche 71 pour restaurer la morte .....	38
Figure 28 - Cartographie des aménagements nécessaires pour reconnecter les bras n°1 et 2 par l'amont (© IGN BD Ortho) .....	39
Figure 29 – Cartographie des aménagements pour une reconnexion amont du bras n°2.....	40
Figure 30 - Photo témoignant de l'encombrement du bras par la chute d'arbre et l'accumulation de bois mort .....	42
Figure 31 – Photo d'un massif d'Erable negundo à écorcer présent en berge du bras n°2.....	43
Figure 32 - Photo des 4 dépressions à remodeler.....	44
Figure 33 - Cartographie des opérations prévues sur la partie amont du bras n°2 .....	45
Figure 34 - Profils projetés longitudinaux des 4 mares à restaurer .....	47

Figure 35 - Photos de la saulaie encombrant l'aval du bras n°2 .....	48
Figure 36 - Photos de la partie aval du bras à reprofiler, partie en eau reliée au Doubs (gauche) et partie atterrie (droite) .....	48
Figure 37 - Cartographie des opérations prévues dans la partie aval du bras n°2 .....	49
Figure 38 - Profil projeté en travers (profil type 11) et profil projeté en long (profil type 9) de la partie aval du bras n°2 à restaurer .....	50
Figure 39 - Photo de la zone de haut-fond réalisé sur la gravière des Vergettes .....	51
Figure 40 - Schéma de principe de revalorisation des déblais dans la gravière des Vergettes .....	52
Figure 41 - Photos de saules têtards .....	52
Figure 42 - Cartographie des accès aux zones de chantier .....	53

### **Table des tableaux**

Tableau 1 - Débits et hauteurs d'eau caractéristiques du Doubs à Neublans (Banque Hydro) .....	13
Tableau 2 - Tableau des relevés des niveaux d'eau au Petit Gravier et des débits associés à la station hydrologique de Neublans (Banque Hydro) .....	25
Tableau 3 - Statuts de protection des espèces végétales relevées .....	31
Tableau 4 - Liste des espèces d'oiseau menacées d'extinction présentes sur le site du Petit Gravier .....	32
Tableau 5 - Récapitulatif des besoins écologiques des espèces citées .....	33
Tableau 6 - Statuts de protection et de menace des espèces d'amphibien observées .....	34
Tableau 7 - Statuts de protection et de menace des espèces d'odonates et de rhopalocères observées .....	35
Tableau 8 – Synthèse de l'estimation des surfaces et volumes de terrassement .....	51

# 1 Description sommaire du projet

## 1.1 Localisation du site

La morte du Petit Gravier est localisée en rive gauche du Doubs, sur la commune de Lays-sur-le-Doubs, en Saône-et-Loire (Fig.1 et 2). Ancien lit du Doubs au XVIII et XIXème siècle, ce site se compose aujourd'hui de trois bras morts, plus ou moins connectifs avec le Doubs.

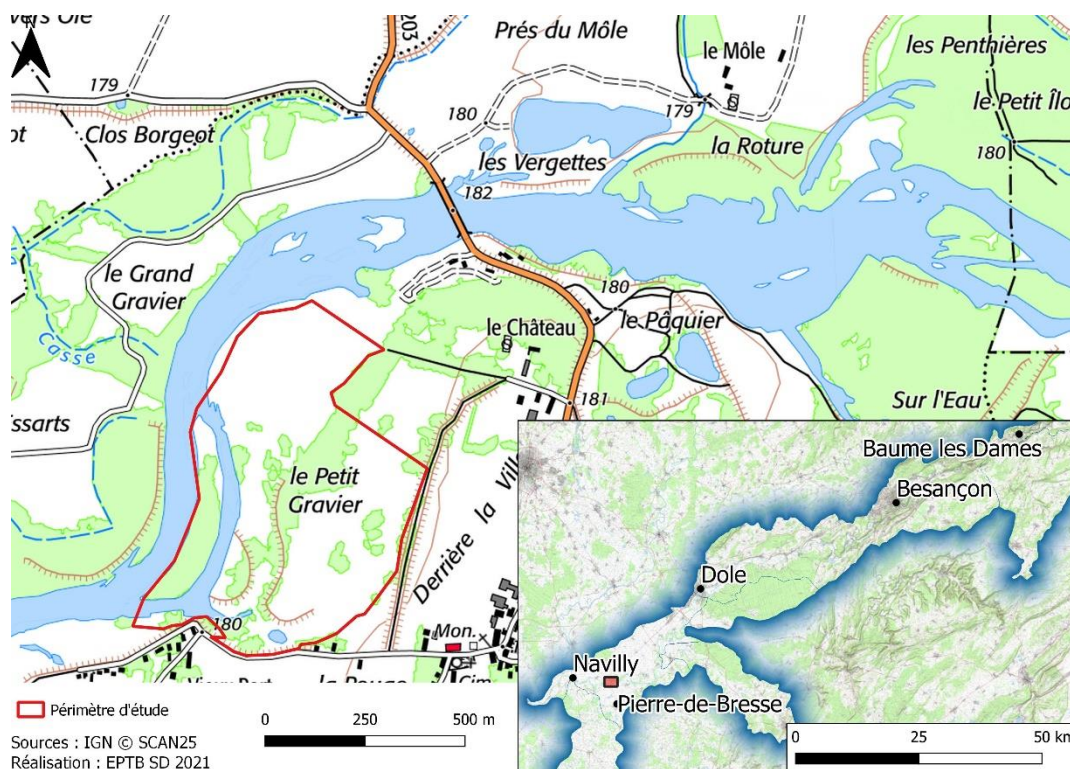


Figure 1 - Localisation de la morte du Petit Gravier

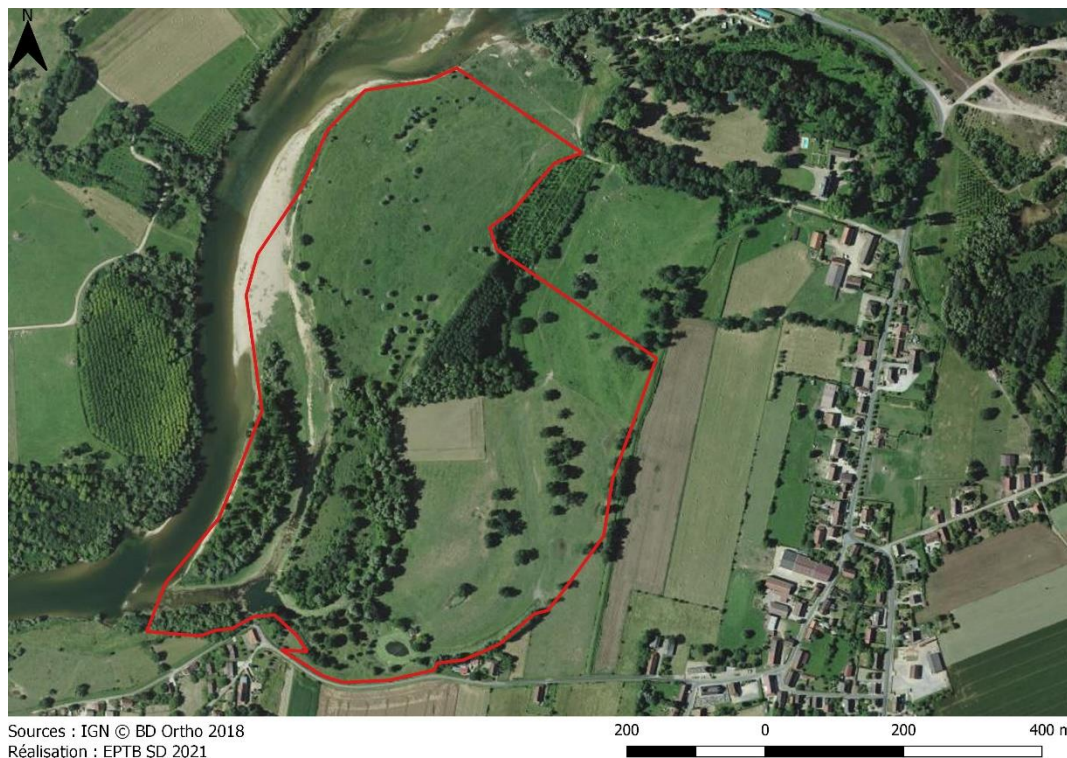


Figure 2 - Vue aérienne de la morte du Petit Gravier

## 1.2 Historique du projet

Durant la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle et le début du XX<sup>ème</sup>, la basse vallée du Doubs de Dole à Navilly, a été fortement aménagée pour protéger la population et les activités économiques contre les crues. Ainsi, le Doubs a subi des modifications majeures : nombreux méandres recoupés, lit mineur recalibré, enrochement et/ou endiguement presque continu. De plus, au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, les extractions de matériaux en lit mineur étaient courantes sur la basse vallée du Doubs.

L'ensemble de ces travaux a entraîné une modification profonde du fonctionnement de cette rivière passant rapidement d'un système en tresses à un style sinueux à chenal unique. Le lit du Doubs s'est fortement incisé et les études hydromorphologiques réalisées par Malavoi en 2004 ont pu montrer un approfondissement du cours d'eau pouvant atteindre jusqu'à 2 mètres sur les secteurs les plus touchés en Saône-et-Loire, témoignant du déséquilibre dynamique de la rivière.

Depuis l'arrêt des extractions en lit mineur dans les années 86-88 et la réglementation encadrant les activités liées aux milieux aquatiques, la basse vallée du Doubs tend à retrouver une dynamique « naturelle » (réapparition de bancs alluviaux et des processus d'érosion latérale associée) malgré le fort déficit alluvionnaire encore notable. La reprise des processus d'érosion latérale permet, progressivement, de réactiver le transport solide et d'équilibrer la balance sédimentaire.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la première partie du programme d'actions du contrat de rivière « Vallée du Doubs et territoire associés », une étude piscicole a été réalisée sur la basse vallée du Doubs entre 2014 et 2016. Elle a permis de définir les potentialités piscicoles du Doubs et de déterminer des secteurs favorables à la conduite de projets de restauration notamment sur les annexes hydrauliques. La Fédération pour la pêche et la protection du milieu aquatique de Saône-et-Loire (FDPPMA 71) a poursuivi la démarche en 2018, et a mené une étude de faisabilité pour la restauration de deux sites sur la commune de Lays-sur-le-Doubs.

Dans le cadre du programme d'actions 2019-2021 du contrat, l'EPTB Saône et Doubs (EPTB S&D) s'est engagé pour la restauration de ces deux annexes hydrauliques à Lays-sur-le-Doubs et s'est positionné en tant que maître d'ouvrage sur cette opération (action I21-BVD-18 « Restauration de 2 annexes hydrauliques à Lays-sur-le-Doubs (71) : finalisation des projets et réalisation des travaux »).

Le premier site, la morte des Vergettes, a fait l'objet d'un chantier de restauration entre 2019 et 2020 ; les travaux sont à présents terminés.

Précisant et développant les éléments figurant aux premières études du site menées par la FDPPMA 71, le présent rapport concerne la restauration de la morte du Petit Gravier.

## 1.3 Données disponibles

En 2016, le bureau d'études Téléos, en partenariat avec les FDPPMA du Jura et de Saône-et-Loire, a mené l'étude suivante « Potentiels piscicoles et qualité physique du Doubs ente Dole et Verdun sur le Doubs ». Le tronçon, entre l'aval du pont de Petit Noir et l'amont du Pont de Navilly (intégrant Lays-sur-le-Doubs), présente une qualité physique globale médiocre. En effet, le Doubs présente quelques secteurs hétérogènes avec des îles et plusieurs bras, mais la majorité du tronçon est composée d'un long chenal linéaire et uniforme. La qualité physique de la morte du Petit Gravier a été évaluée comme médiocre à peu biogène, car peu attractive, déconnectée avec une ripisylve perchée banalisée.

Suite à ce constat, Téléos a proposé des modalités de restauration s'appliquant au Doubs et à ses milieux annexes. Parmi les nombreuses actions pour améliorer la qualité physique du Doubs, était envisagée la reconnexion de la morte du Petit Gravier, accompagnée d'un rehaussement du fond du lit du Doubs.

Dans la continuité de cette mission, la FDPPMA 71 a poursuivi la démarche en étudiant la faisabilité de la restauration de deux sites sur la commune de Lays-sur-le-Doubs, la morte des Vergettes d'une part,

et la morte du Petit Gravier d'autre part (objet du présent rapport). Une description des habitats principaux, des relevés topographiques partiels du site et un inventaire piscicole ont été réalisés sur la morte du Petit Gravier. Ces investigations ont permis de confirmer une fonctionnalité piscicole assez faible et de proposer un scénario de restauration de cette morte.

D'autres études apportent des éléments sur le fonctionnement et l'environnement du site :

- Etude hydraulique et morphologique sur la basse vallée du Doubs, JR Malavoi/SAFEGE, 2004 ;
- LiDAR de la basse vallée du Doubs, IGN, 2014 ;
- Etudes diagnostic et document d'objectifs des sites Natura 2000 ;
- Inventaires et suivis annuels de la reproduction de l'avifaune, LPO depuis 2018.

#### 1.4 Contexte environnemental et réglementaire

La morte du Petit Gravier est incluse dans un ensemble de milieux patrimoniaux riches et diversifiés, avec la présence de nombreuses espèces d'intérêt communautaire à proximité. En effet, plusieurs zonages permettent de protéger et/ou conserver cette biodiversité exceptionnelle sur le secteur (Fig.3) :

- Arrêté inter-préfectoral de protection de biotope (AiPPB) « Basse vallée du Doubs » FR3800975,
- Zone de protection spéciale Natura 2000 n°FR2612005 « Basse Vallée du Doubs et Etangs associés »,
- Zone spéciale de conservation Natura 2000 n°FR2600981 « Prairies inondable de la Basse vallée du Doubs jusqu'à l'amont de Navilly ».

Le secteur qui fait l'objet de cette étude, est entièrement intégré dans le périmètre de l'AiPPB Basse vallée du Doubs. Plusieurs espèces protégées sont présentes et ciblées dans le cadre de l'AiPPB : Sterne pierregarin, Cédicnème criard, Petit Gravelot, Guêpier d'Europe, Gorge-bleue à miroir, Courlis cendré, Pie-grièche écorcheur, Castor d'Europe, Lézard des souches, Cuivré des marais, Gratiolle officinale, etc. L'AiPPB fixe certaines prescriptions quant à la réalisation d'activités et de travaux au sein du périmètre. Les travaux d'amélioration ou de restauration des milieux naturels sont possibles dans la mesure où ils sont conformes aux orientations des documents d'objectifs Natura 2000 des sites « Basse Vallée du Doubs et Etangs associés » et « Prairies inondable de la Basse vallée du Doubs jusqu'à l'amont de Navilly ».

D'autres zonages environnementaux témoignent de la richesse écologique du secteur, notamment avec deux zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) et une zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO) :

- ZNIEFF de type 1 N°260014350 Basse vallée du Doubs,
- ZNIEFF de type 2 N° 260030455 basse vallée du Doubs et réseau d'étangs au sud,
- ZICO n°FC07 Basse vallée du Doubs.



## 2 Diagnostic du site

### 2.1 Description sommaire du site et principaux usages

Le site est composé de 3 bras morts, qui témoignent des divagations passées du Doubs sur le secteur (Fig.4) :

- Le bras mort n°1 connecté au Doubs par l'aval en permanence,
- Le bras mort n°2 connecté par l'aval de manière temporaire,
- Le bras n°3 complètement déconnecté du Doubs, est aujourd'hui une succession de mares alimentées par la nappe d'accompagnement et par le Doubs lors de crues exceptionnelles.

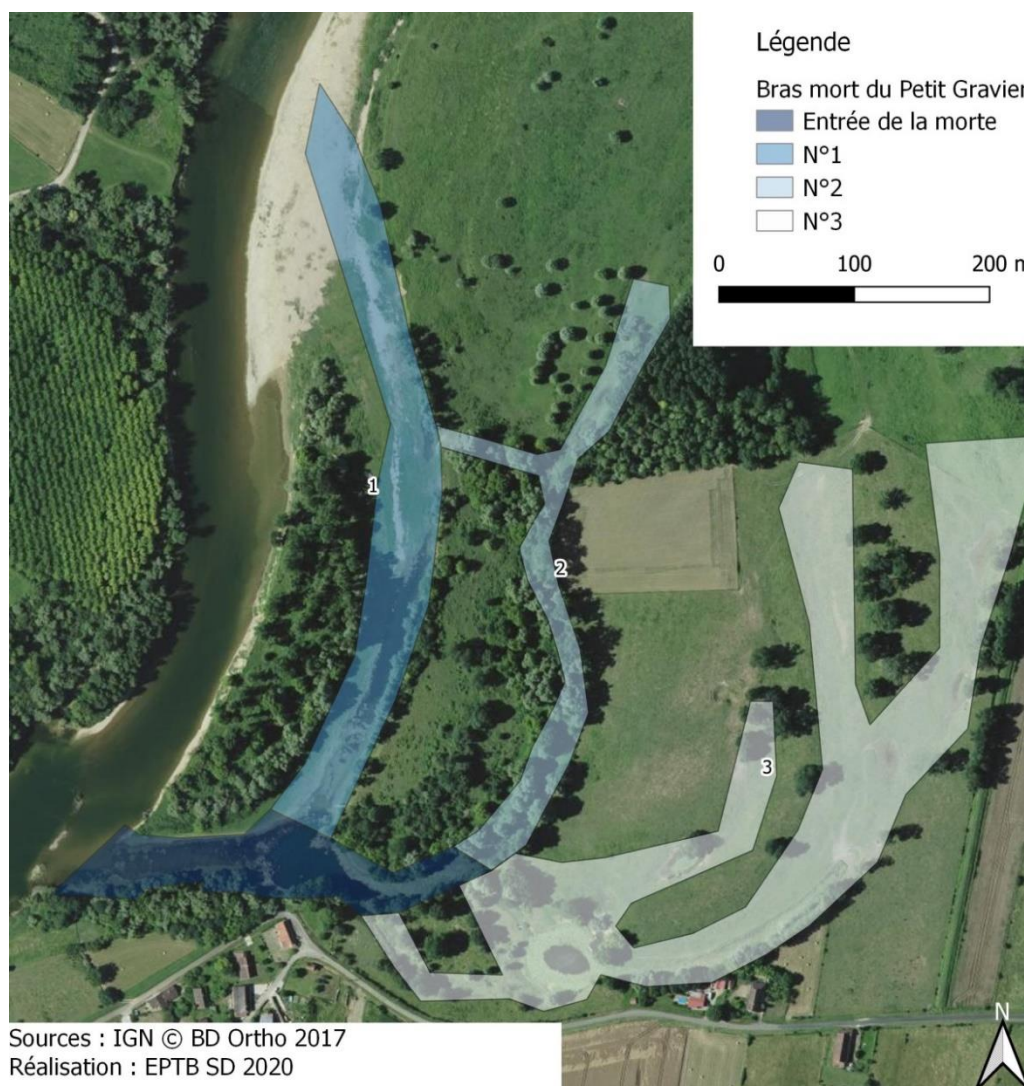


Figure 4 – Schématisation des différents bras de la morte du Petit Gravier

A l'aval de la morte du Petit Gravier, un seuil est présent en travers du Doubs (référence de l'obstacle à l'écoulement : ROE30134). Bien qu'il soit ancien et en mauvais état (seuil discontinu), il contribue au maintien de l'eau dans la morte à l'étiage.

La prairie au Nord présente de nombreux saules têtards, lui donnant un aspect paysager de qualité et très caractéristique de la basse vallée du Doubs (Fig.5). Taillés régulièrement autrefois, ils sont aujourd'hui à l'abandon et leur fût commence à céder et éclater sous le poids des branches.



*Figure 5 - Photo de la prairie et des saules têtards à proximité du bras n°2*

Le principal usage du site est le pâturage, divisé en deux zones de pâture. La plus grande est constituée de la prairie au Nord, des bras n°1 et 2 et des îles formées par ces deux bras. La seconde est sur la partie Est du site, pâture intégrant le bras n°3.

L'activité de pêche est pratiquée sur le site, mais elle se concentre essentiellement sur le Doubs, les bras morts sont peu fréquentés par les pêcheurs.

Globalement, le site est assez isolé et peut être une zone de refuge pour la faune et la flore.

L'atlas photographique en page suivante permet de visualiser les différents secteurs du site (Fig.6).

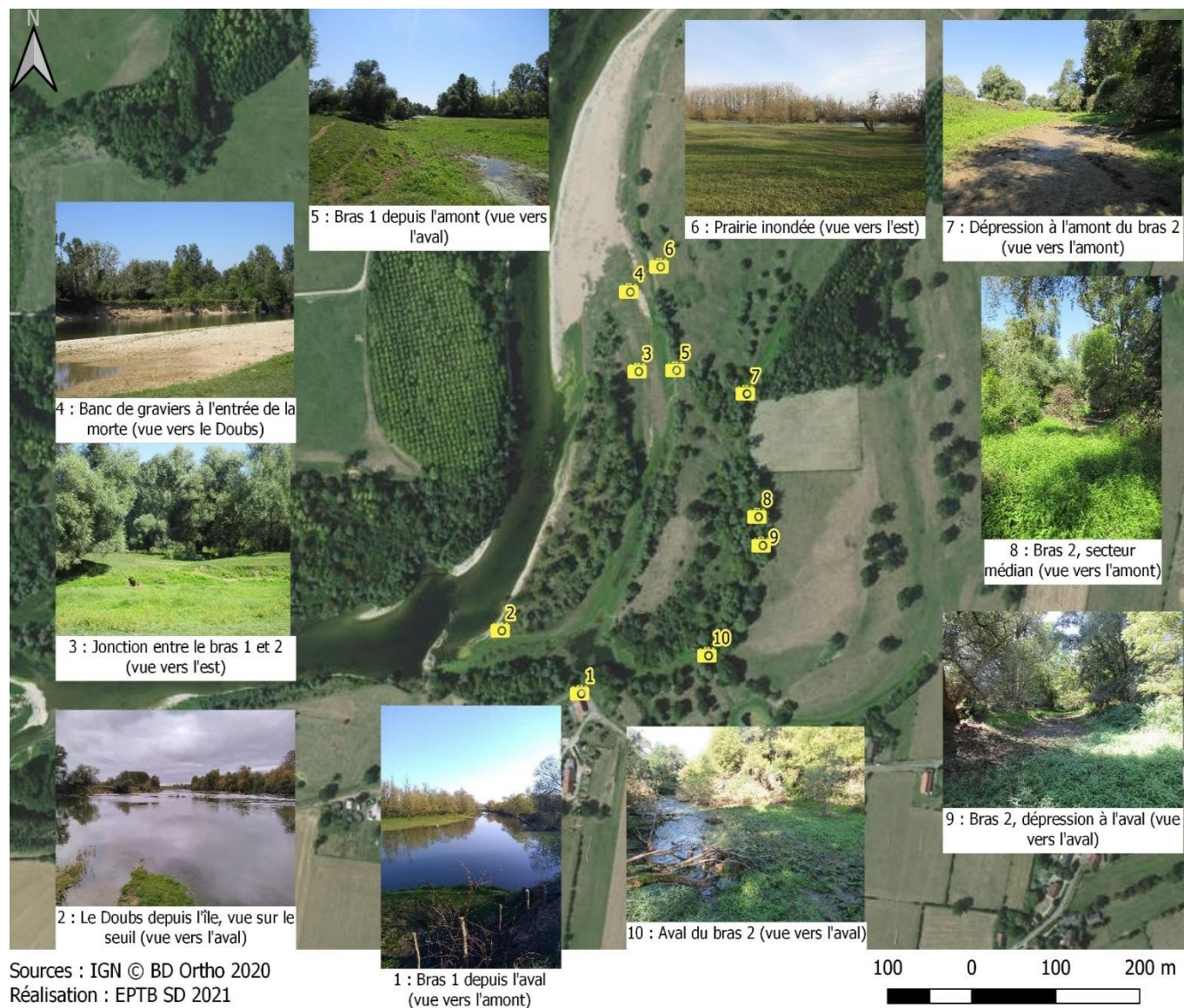


Figure 6 - Atlas photographique du Petit Gravier

## 2.2 Contexte foncier

La majorité des terrains de la morte du Petit Gravier relèvent du domaine public (communal, intercommunalité ou Etat), notamment les anciens bras qui sont dans le domaine public fluvial (Fig.7). Sur le site, seules les parcelles ZE 07 et ZE 10 appartiennent à un seul et même propriétaire privé. Les parcelles ZE 04 et ZE 05 appartiennent à un groupement forestier et les parcelles ZE 03 et AD 31 à un groupement foncier agricole.

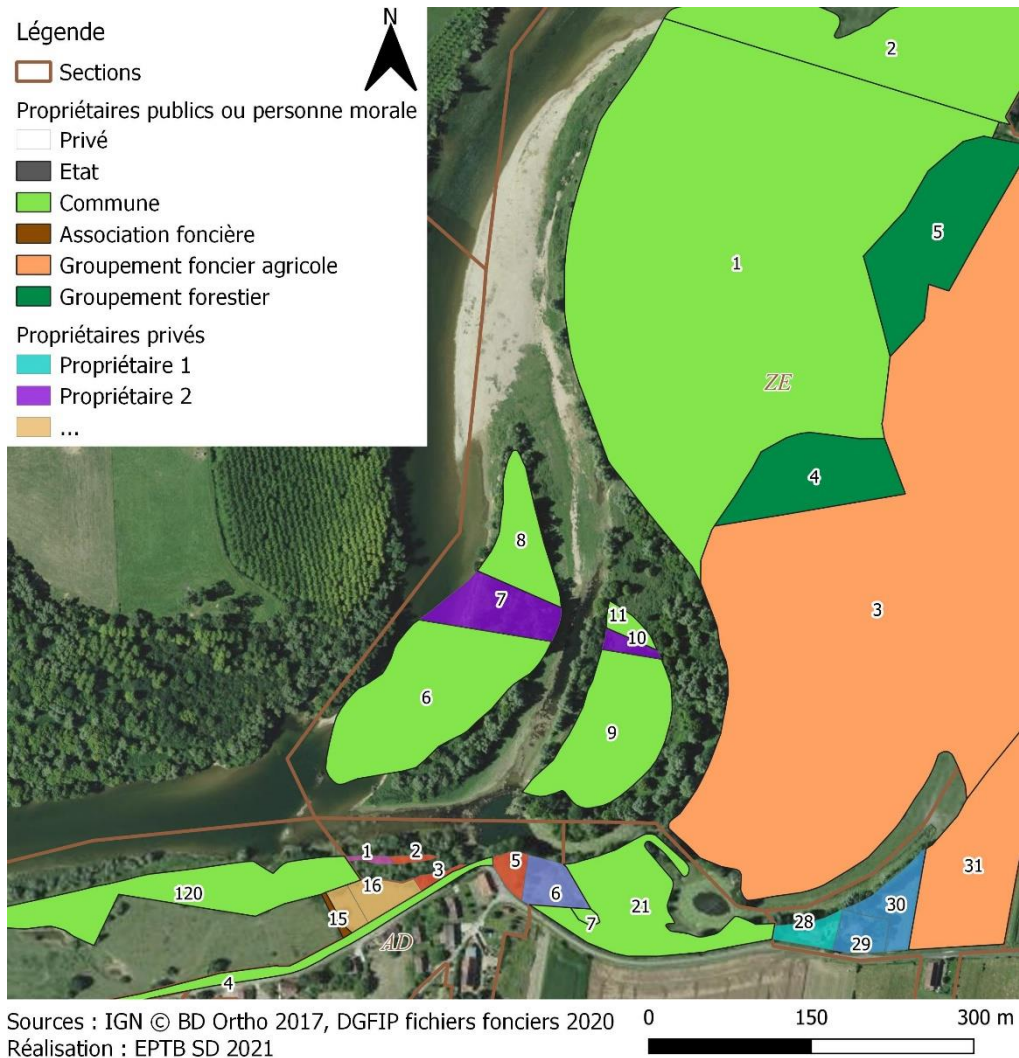


Figure 7 - Cartographie du relevé cadastral

## 2.3 Hydrologie

Une station hydrométrique est installée environ 10 km en amont du site au niveau de pont de Neublans, depuis 1966. Les débits et la hauteur d'eau du Doubs sont relevés toutes les heures. Les débits moyens mensuels transitant dans le Doubs sont présentés dans le diagramme suivant (Fig.8).

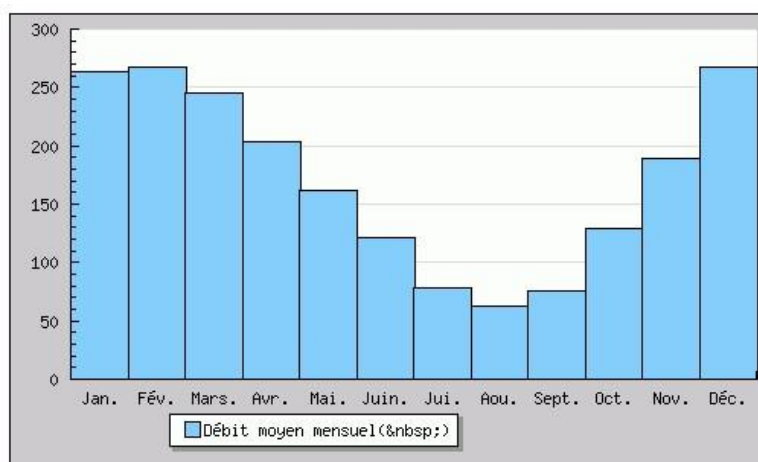


Figure 8 - Diagramme des débits moyens mensuels en m<sup>3</sup>/s du Doubs à Neublans mesurés depuis 1966 (Banque Hydro)

Le tableau suivant rend compte des débits caractéristiques et des hauteurs d'eau associées à la station de Neublans.

Tableau 1 - Débits et hauteurs d'eau caractéristiques du Doubs à Neublans (Banque Hydro)

Périodes caractéristiques	Débits (en m <sup>3</sup> /s)	Hauteur d'eau (en mm)
Etiage quinquennal QMNA5	21	7,5
Module annuel médian	170	950
Crue annuelle Q1	911	3 800
Crue biennale Q2	1 000	4 200
Crue quinquennale Q5	1 300	4 800
Crue décennale Q10	1 500	5 300

L'amplitude des variations de débit est donc relativement importante sur le Doubs, ainsi entre l'étiage et la crue annuelle, la différence de hauteur d'eau est de l'ordre de 5 mètres. Ce paramètre est un élément clé pour la conception du projet de restauration des bras morts du Petit Gravier, notamment si une éventuelle réactivation de ces bras par des connexions amont est envisagée.

## 2.4 Fonctionnement hydraulique et hydro-morphologique

### 2.4.1 Evolution hydro-morphologique du site du Petit Gravier (analyse diachronique)

Le site du Petit Gravier est localisé sur l'un des tronçons les plus morphogènes de la basse vallée du Doubs (de Petit-Noir à Charette-Varennes). Selon Malavoi (2004), le tronçon concerné par le site du Petit Gravier correspond à une zone qui a toujours été la zone de tressage la plus intense de toute la basse vallée, on y trouve par ailleurs, la plus forte densité de noues et mortes de la basse vallée.

Le site du Petit Gravier, localisé en rive gauche du Doubs, correspond à un secteur où la rivière connaît une inflexion de méandre (Fig.9). Ainsi, juste après le pont de Lays-sur-le-Doubs, le Doubs méandre vers le Sud, entraînant une concavité avec la formation d'une plage de dépôt en rive gauche, et une zone d'érosion en rive droite avec une berge subverticale. Quelques centaines de mètres plus en aval, une inflexion de méandre à 90° se produit, le Doubs prend une direction plein Ouest et vient donc butter contre la rive gauche et dépose des matériaux au sein d'un banc de convexité en rive droite du Doubs dans la partie aval du site.

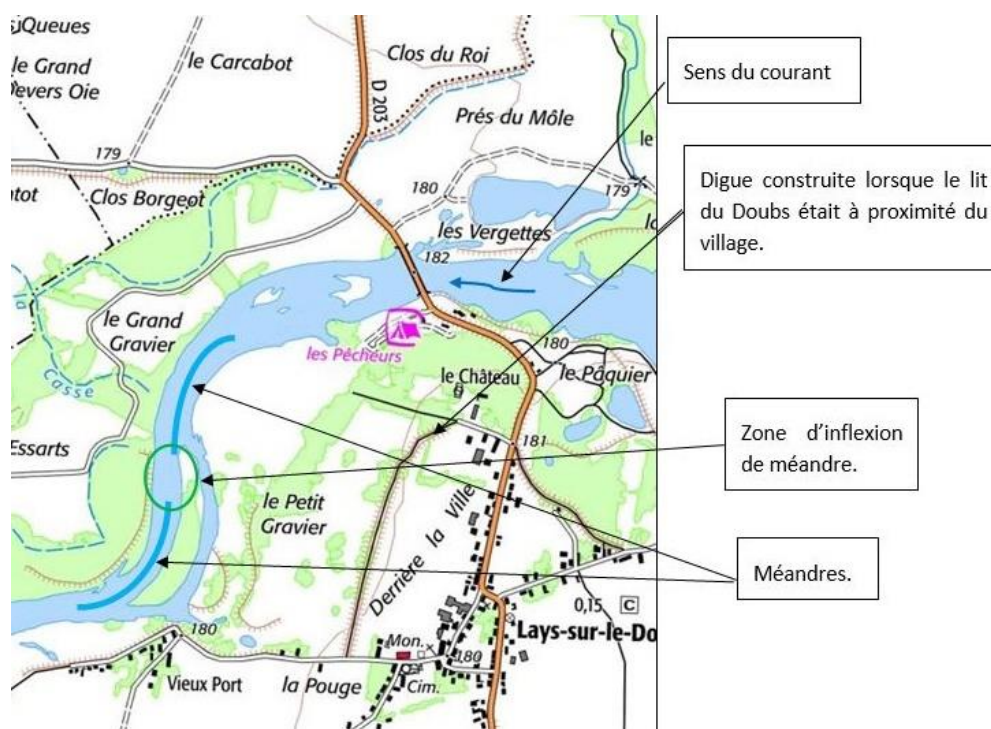


Figure 9 - Illustration des méandres du Doubs à proximité du Petit Gravier (© IGN SCAN25)

En comparant la situation actuelle avec les représentations cartographiques et photos aériennes anciennes, on peut analyser la dynamique alluviale du site et comprendre sa physionomie actuelle. On constate alors sur la carte de l'état-major (1866) que le lit du Doubs présentait un méandre plus marqué et localisé plus en amont, à proximité du village de Lays-sur-le-Doubs (Fig.10).

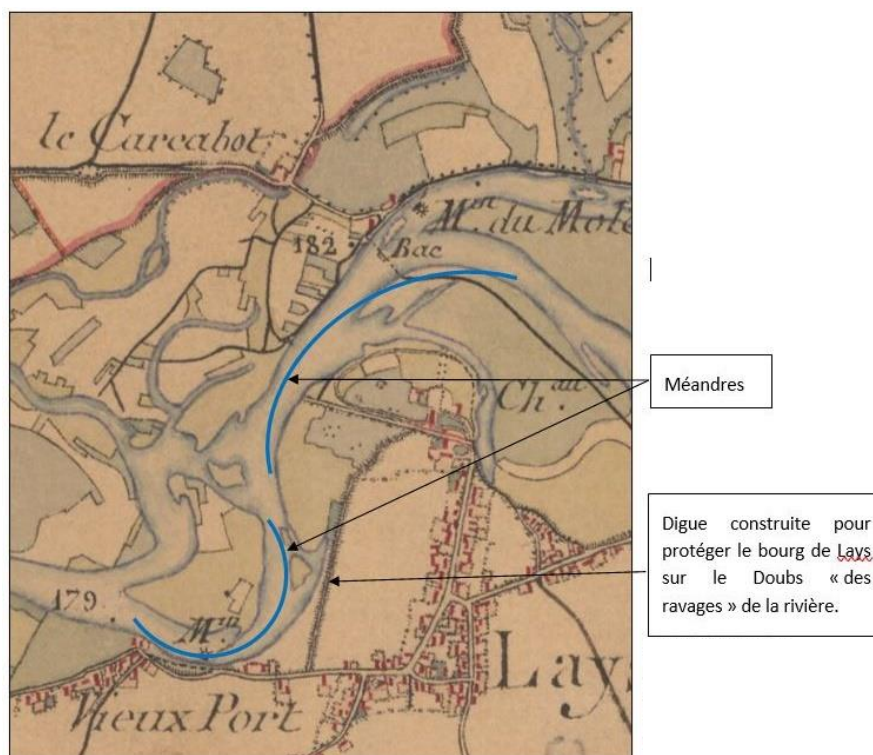


Figure 10 - Carte de l'état-major (XIXème) du Doubs à proximité du village de Lays-sur-le-Doubs (© IGN)

La digue construite en recul du village, au lieu-dit « Derrière la Ville », atteste bien de la présence du Doubs à proximité du village et de la nécessité de se prémunir de « ses ravages » (terme employé au XIX<sup>ème</sup> siècle pour parler des dégâts provoqués par les crues du Doubs).

Au niveau du méandre aval, la carte de l'état-major témoigne de la présence d'un moulin et d'un éventuel barrage au lieu-dit « Vieux Port ». Le toponyme laisse sous-entendre que ce lieu était autrefois destiné à la navigation, aménagé pour le transfert de marchandises ou de passagers.

La comparaison des photos aériennes anciennes permet également de rendre compte de ce déplacement du lit vers l'aval et de mieux comprendre la formation des annexes hydrauliques présentes sur le site du Petit Gravier.

L'érosion latérale du Doubs a induit une migration des méandres vers l'aval. Ce déplacement, cette translation des méandres est conforme aux lois d'hydro-géo-morphologie. Entretenu et stimulé par les processus érosifs et d'alluvionnement, le tracé des cours d'eau forme des sinuosités ou méandres qui migrent vers l'aval à une vitesse variable et propre à chaque hydrosystème (en fonction de la pente, du climat, de la nature des matériaux constitutifs des berges, de l'occupation du sol, etc.). De même, la sinuosité des cours d'eau est également contrôlée par les mêmes variables (pente, matériaux, régime climatique, etc.). Ainsi, plus un cours d'eau aura une pente faible, au sein de matériaux facilement mobilisables, plus les sinuosités seront marquées. Par ailleurs, dans de telles conditions, le tracé du cours d'eau connaît un accroissement de ses sinuosités ; les méandres, sont au fil du temps, de plus en plus marqués, jusqu'à ce que le méandre se coupe. C'est ce processus qui explique la création d'annexes hydrauliques et de bras mort (Fig.11).

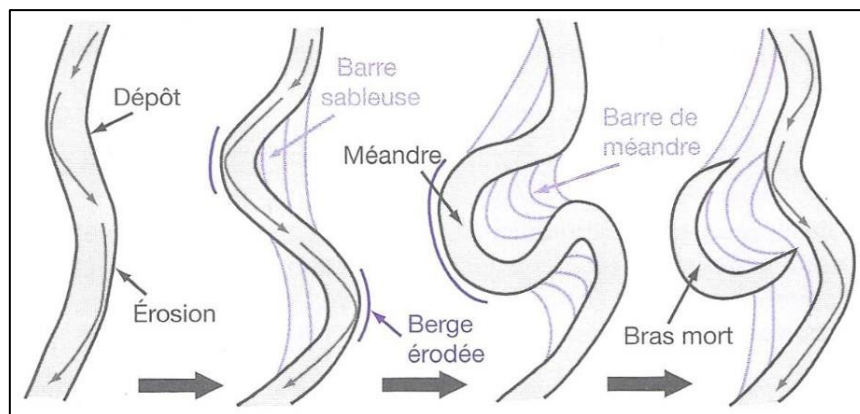


Figure 11 - Schéma présentant le processus de création d'un bras mort (Denoeud et al, 2013)

En comparant la photo aérienne de 1940 avec la carte de l'état-major (XIX<sup>ème</sup>), on remarque que le lit du Doubs s'est déplacé de près de 300 mètres vers l'aval de la vallée en un peu moins de 80 ans (Fig.12). Cette mobilité confirme la forte dynamique alluviale du Doubs sur le secteur à cette époque. Sur la partie aval du site, le lit du Doubs emprunte deux chenaux distincts.

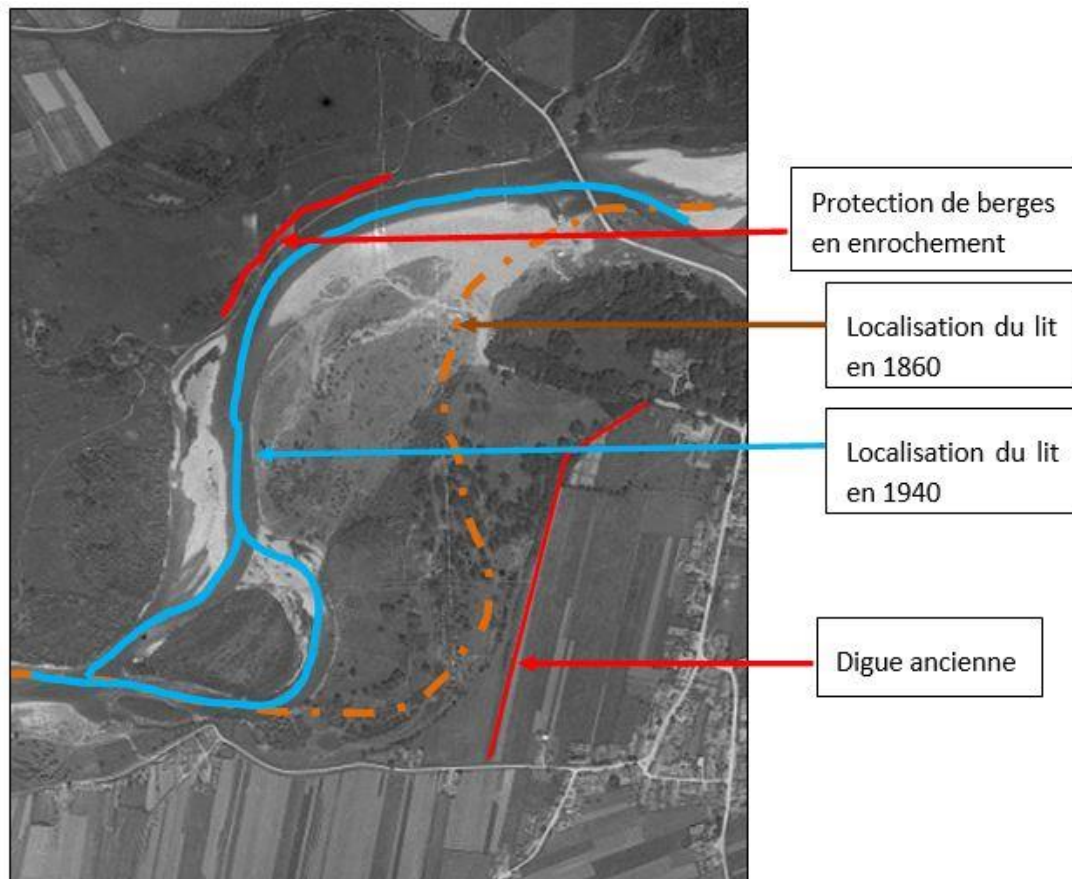


Figure 12 - Photo aérienne de 1940 (© IGN Remonter le temps)

Le bac reliant les villages de Lays-sur-le-Doubs et Purlans, présent au XIX<sup>ème</sup> siècle a été remplacé au début du XX<sup>ème</sup> siècle par un pont. Très certainement concomitante à la construction du pont, des enrochements de berges ont été réalisés en rive gauche, dans l'intrados de courbures du méandre, bloquant alors les processus érosifs, la dynamique latérale mais aussi la translation du méandre.

La photo aérienne de 1953 montre que le lit se concentre peu à peu, la sinuosité du lit se réduit également (Fig.13). Sur la partie aval du site, le chenal le plus à l'Est, s'atterrit peu à peu et est de moins en moins emprunté par les eaux du Doubs. Par ailleurs, on peut noter l'apparition d'une fosse d'extraction de matériaux en aval du pont de Lays-sur-le-Doubs.

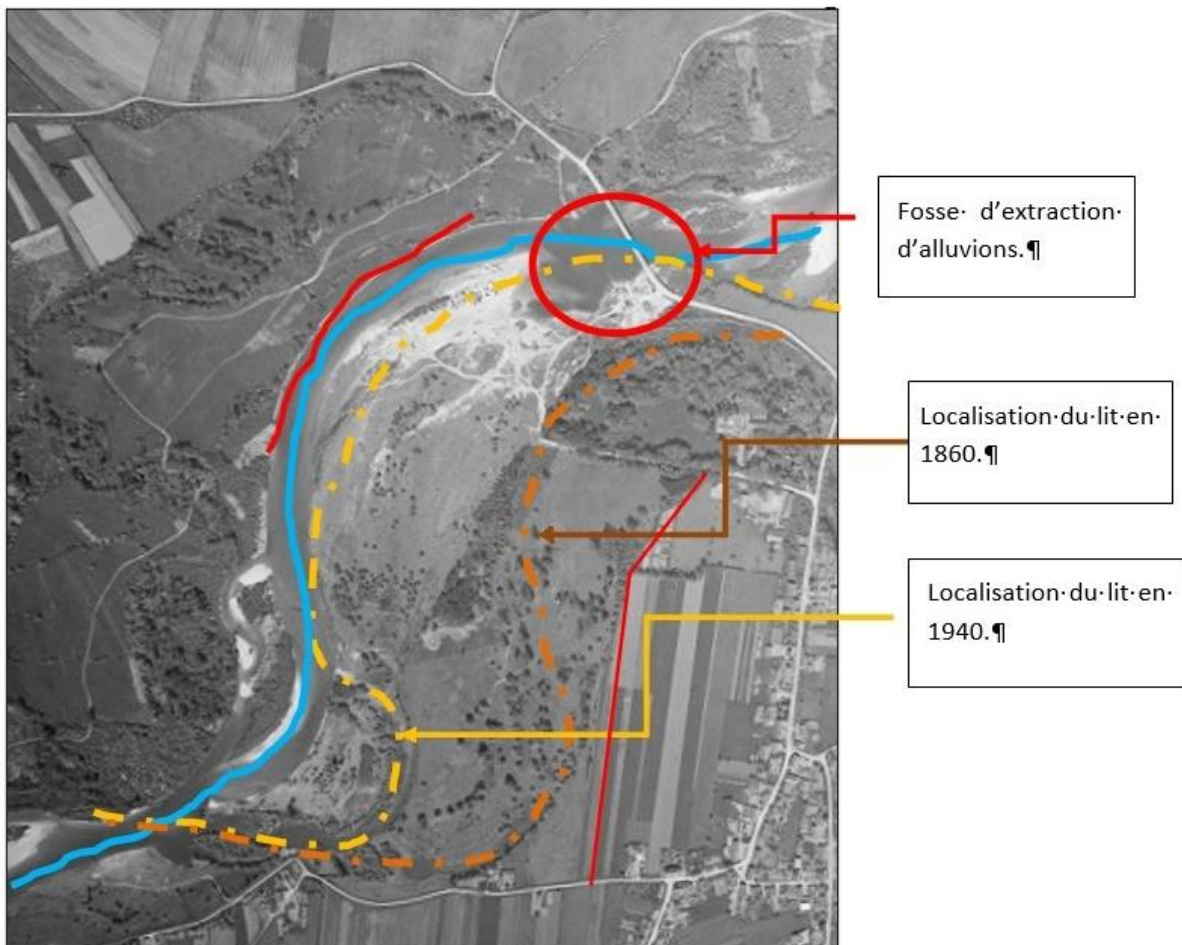


Figure 13 - Photo aérienne de 1953 (© IGN Remonter le temps)

En 1976, le chenal principal montre peu de modification par rapport à 1953 (Fig.14). L'évolution du premier méandre (le plus en amont) semble bloquée par la protection de berge en enrochements en rive droite ; contrairement au méandre aval qui se déplace progressivement.

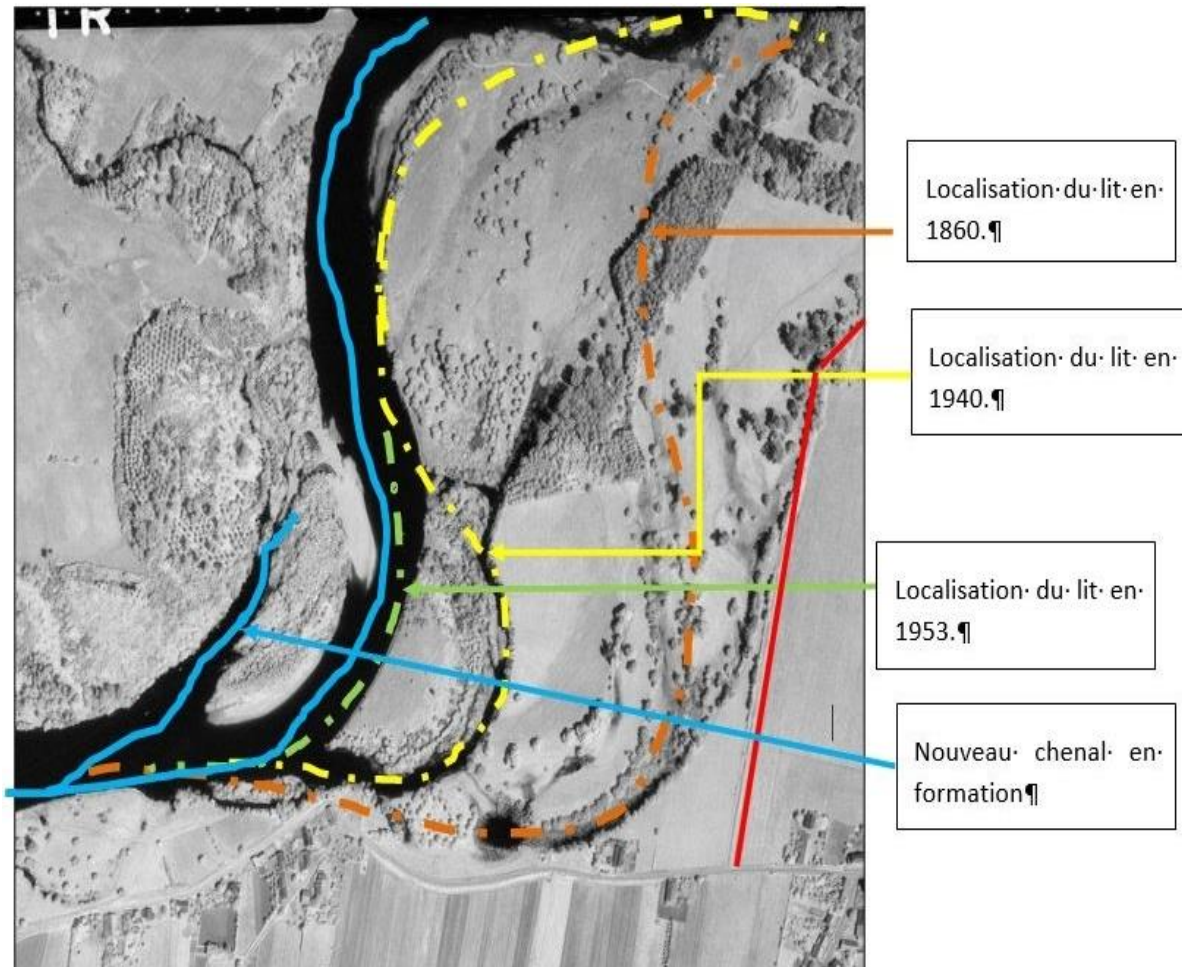


Figure 14 - Photo aérienne de 1976 (© IGN Remonter le temps)

Ainsi, sur la photo de 1976, un nouveau bras en rive droite du chenal principal est en voie de formation. Il est intéressant de noter que dans le cas présent, contrairement au modèle théorique, la coupure de méandre n'est pas induite par une augmentation de la sinuosité du méandre, mais au contraire à une réduction de cette sinuosité prouve d'une réduction de la dynamique alluviale (diminution de la charge alluviale, chenalisation du lit et réduction de l'espace de mobilité du Doubs).

En 1986, le bras principal des années 70 est délaissé par les eaux au profit du bras qui était en formation en 1976 (Fig.15). Ce dernier devient donc le chenal principal d'écoulement, transformant le bras de 1970 en une annexe hydraulique. En aval direct de la zone d'extraction au droit du pont de Lays-sur-le-Doubs, une zone d'alluvionnement apparaît avec la formation de plusieurs îlots. Cette zone d'accumulation de sédiments s'explique par la forte rupture et l'inversion de pente induite par la fosse d'extraction.

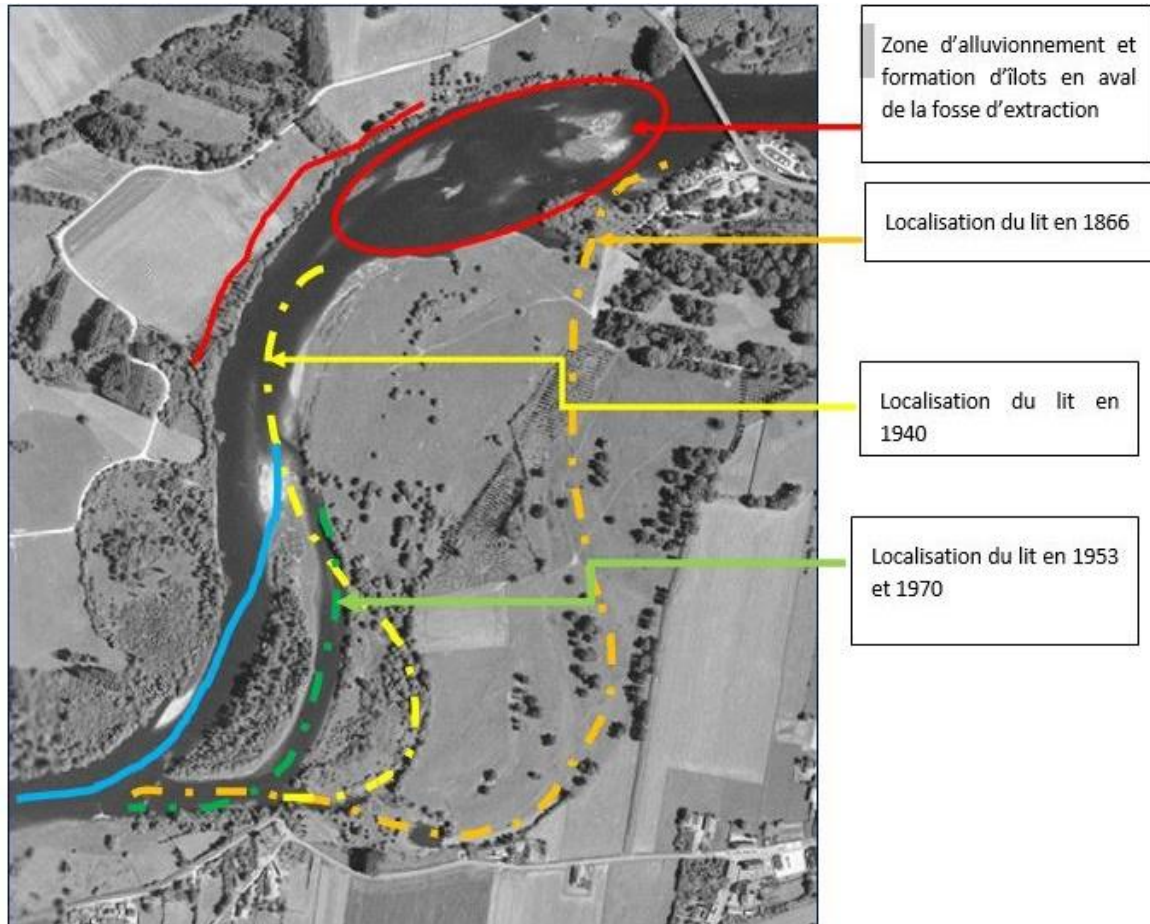


Figure 15 - Photo aérienne de 1986 (© IGN Remonter le temps)

La photo de 2018 montre la poursuite du processus de chenalisation, de resserrement du lit et de réduction des sinuosités (Fig.16). Ainsi, le chenal principal de 1970 s'atterrit peu à peu et est de moins en moins connecté au débit du Doubs. Cependant, il conserve encore un tronçon en eau de manière presque permanente par une alimentation aval.

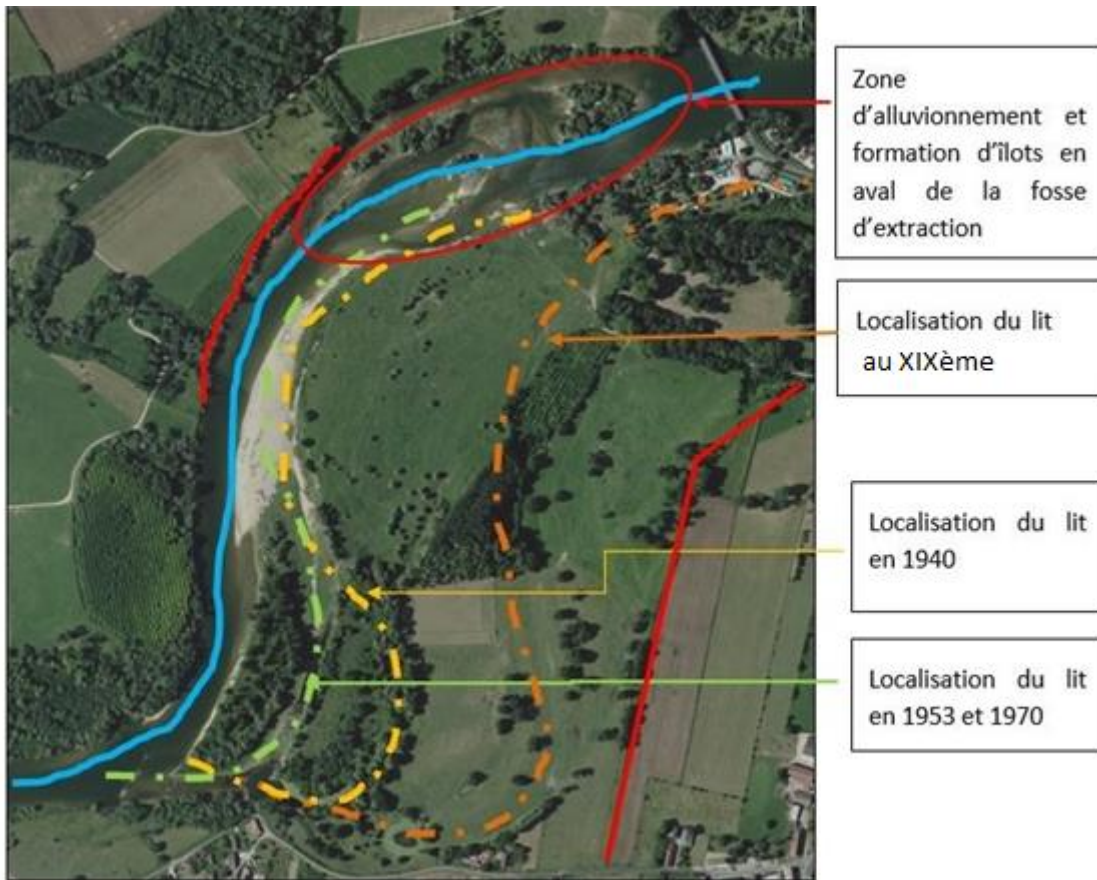


Figure 16 - Photo aérienne de 2018 (© IGN BD Ortho)

Au fil du temps, le lit du Doubs se déplace peu à peu vers l'aval de la vallée (vers l'Ouest), la comparaison de l'emplacement du lit entre le XIX<sup>ème</sup> siècle et aujourd'hui le montre bien (Fig.15).

Cette analyse diachronique permet de mettre en exergue l'évolution que connaît le Doubs depuis près de deux siècles et démontrée dans l'étude de Malavoi en 2004. Ainsi, le lit du Doubs, se resserre, s'incise, les annexes hydrauliques et bras de crue sont de moins en moins connectifs, la mobilité latérale et l'hydrodynamisme de la rivière s'essoufflent. Les sinuosités sont de moins en moins marquées et l'amplitude des méandres est fortement diminuée (et donc leur surface, leur linéaire et leur intérêt écologique également). Avec ce phénomène de chenalisation et de resserrement du lit, le Doubs a drastiquement réduit sa capacité à créer une multitude d'annexes hydrauliques et de milieux associés à la rivière.

Actuellement sur le secteur du Petit Gravier, la rive gauche du premier méandre est un secteur préférentiel d'alluvionnement, tandis que la rive opposée correspond à un secteur d'érosion (Fig.17). Pour le deuxième méandre, plus en aval, c'est le processus inverse qui se produit, l'extrémité de l'îlot entre le bras n°1 (c'est-à-dire la rive gauche) et le lit vif est peu à peu érodée et gagnée par le lit du Doubs, tandis que la rive droite s'alluvionne.

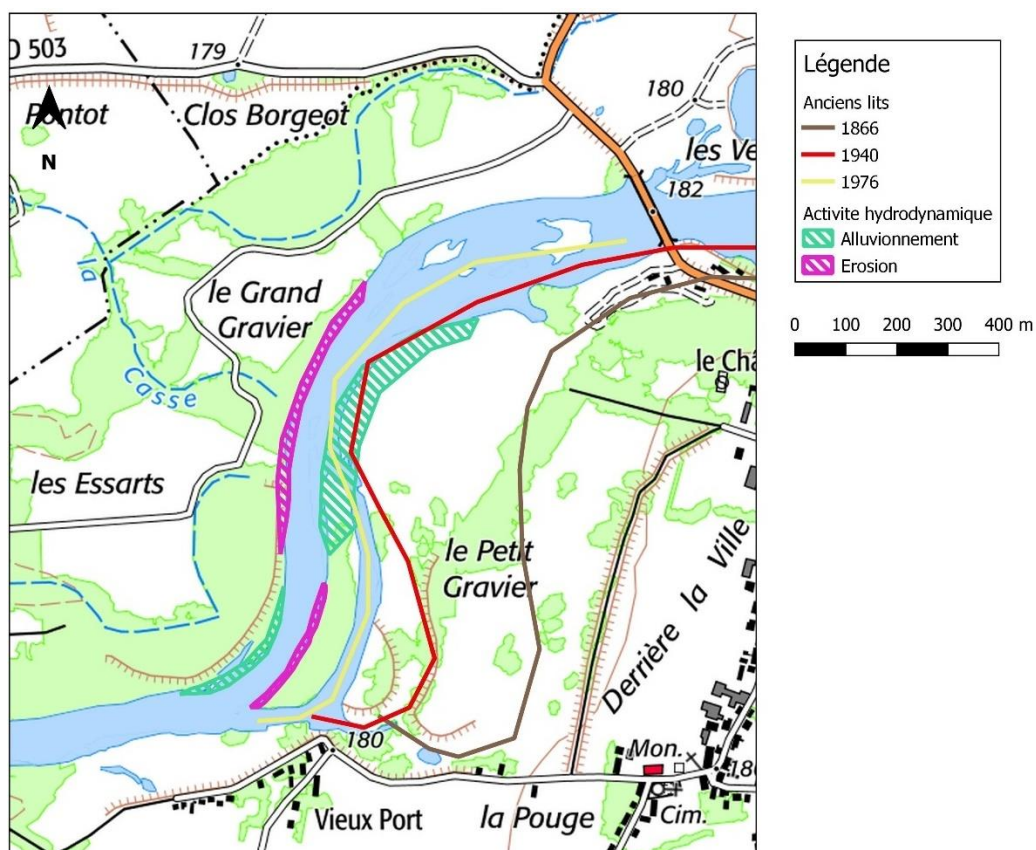


Figure 17 - Localisation des secteurs d'activité hydrodynamique autour du Petit Gravier (© IGN SCAN25)

#### 2.4.2 Connectivité hydraulique

##### A partir des données initiales

L'étude des potentiels piscicoles et de la qualité physique de la basse vallée du Doubs a montré que le site avait une qualité physique médiocre. Le site présente un engorgement très important, et montre des signes d'atterrissement et de comblement des anciens lits du Doubs. Ce processus peut être dû à la mise en eau insuffisante des bras n°2 et 3.

La fédération de pêche a réalisé un relevé topographique en altitudes relatives le 19 avril 2017. Le Doubs était à l'étiage, le débit mesuré à la station hydrologique de Neublans (U2722010) était de  $37 \text{ m}^3/\text{s}$  (côte de -10 cm). Deux profils en long ont été réalisés, respectivement sur les bras n°1 et 2 (Fig.18). Les profils transversaux n'ont pas été relevés, lors de l'étude de faisabilité de restauration des deux mortes à Lays-sur-le-Doubs menée par la fédération de pêche.

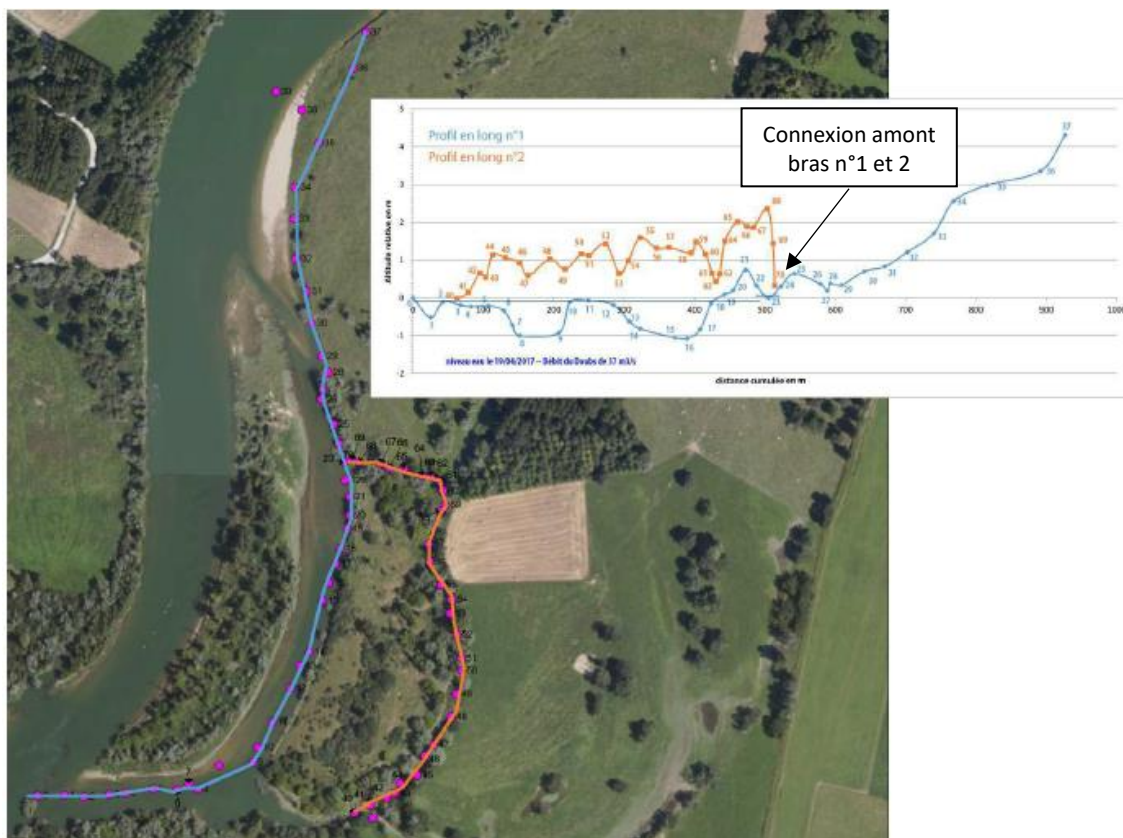


Figure 18 - Relevés topographiques des bras n°1 et 2 (FDPPMA 71, 2017)

L'analyse des profils en long montre la déconnexion du bras n°2 qui est perché par rapport au bras n°1. Sur sa partie basale, le bras n°1 reste en eau toute l'année. Une cuvette d'environ 1 mètre de profondeur forme une poche d'eau dans le bras n°1, qui conserve de l'eau en étiage.

Cette première approche topographique permet de comprendre une partie du fonctionnement du site du Petit Gravier, mais nécessite d'être approfondie pour déterminer le projet de restauration et affiner les volumes de terrassement (altitudes réelles, profils transversaux).

L'analyse des données Lidar (2014) apporte d'autres éléments sur le fonctionnement et la mise en eau de la morte (Fig.19). Le relevé Lidar a été réalisé durant une période où les débits étaient estimés à environ 380 m<sup>3</sup>/s, soit au moins deux fois supérieurs au module, ce qui explique la présence de nombreuses surfaces en eau sur le site. Ces images démontrent que seul le bras n°1 peut se connecter au Doubs par l'amont en moyennes eaux, tandis que les bras n°2 et 3 se mettent en eau uniquement par l'aval. Leurs connexions amont se sont comblées naturellement et/ou ont été rectifiées par des aménagements et des remblais ; leur mise en eau s'effectue par transvasement d'un bras à un autre, ou par remontée de nappe.

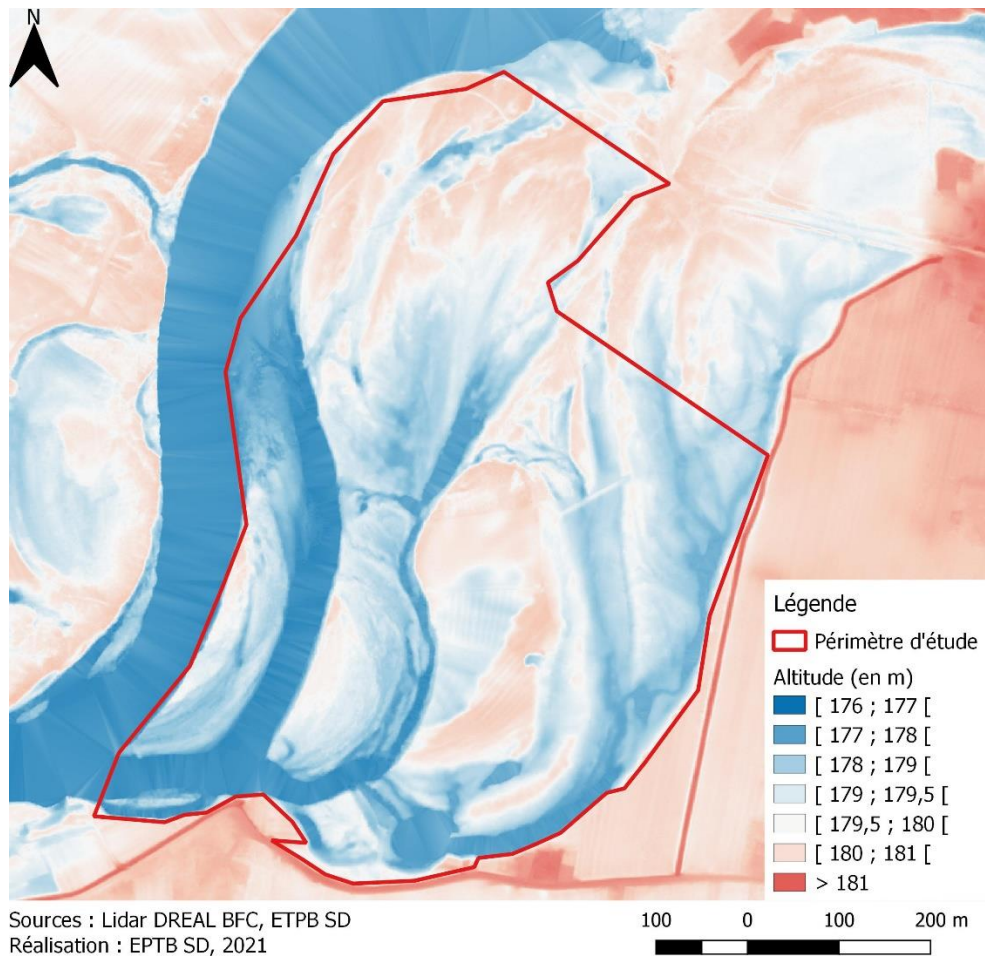


Figure 19 – Cartographie des altitudes sur le site à partir des images Lidar

L'analyse de la photo aérienne de 2014 confirme l'hypothèse que le bras n°1 se met en eau par l'amont au-dessus du double du module (Fig.20). En effet, le banc de gravier à l'amont du bras n°1 est immergé sur l'image aérienne du 15/07/2014 et le débit du Doubs, mesuré à Neublans ce jour-là était de 353 m<sup>3</sup>/s (Banque hydro).

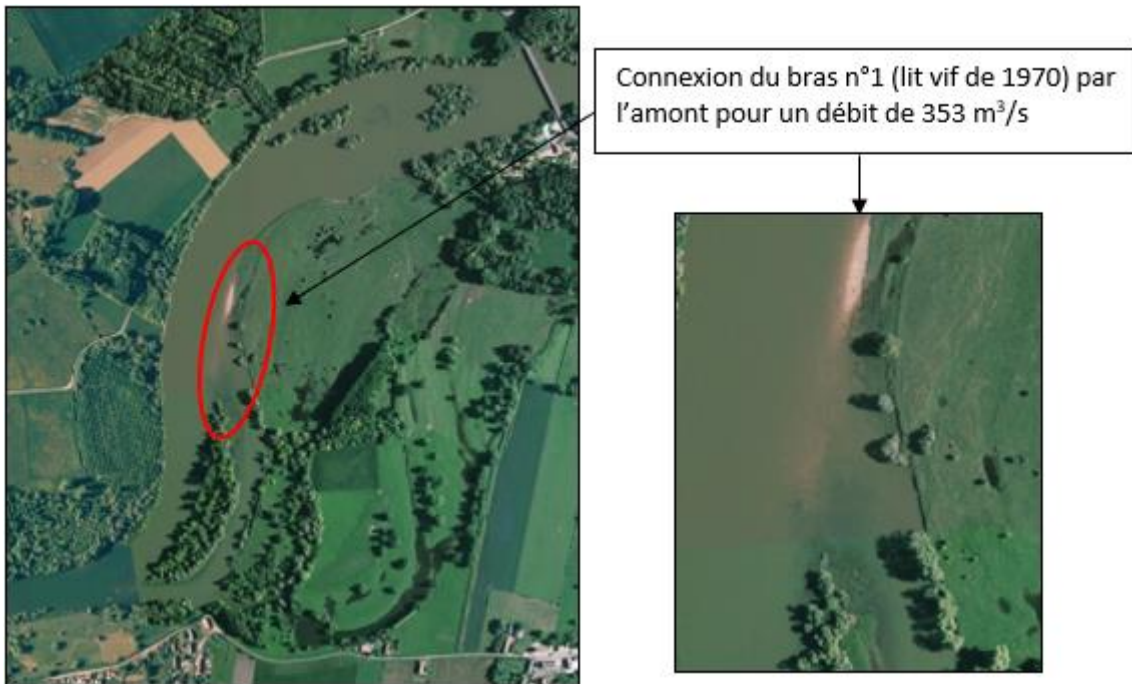


Figure 20 - Photo aérienne du 15/07/2014 et zoom sur la connexion amont du bras n°1 (@ IGN)

Le zoom sur la connexion amont permet par ailleurs de montrer que les fonds s'observent par transparence. Au regard de la turbidité de l'eau en cette période de crue, on peut donc en conclure que la lame d'eau au droit de la connexion amont ne dépasse pas la dizaine de centimètres pour ce débit.

#### Acquisition de données complémentaires et analyse

Afin de mieux appréhender la configuration et le fonctionnement hydrologique du bras n°2, des relevés topographiques ont été réalisés à pied avec un GNSS (Géolocalisation et navigation par système de satellites) le 31 mars 2021. Au total, 209 points ont été levés afin d'établir 5 profils en long et 15 profils en travers (PT) sur le bras mort et à proximité. L'interpolation altitudinale de ces points de mesure, couplée au Lidar pour le reste du Petit Gravier, permet d'avoir une vision plus réaliste de la topographie du bras n°2 hors d'eau (Fig.21). La partie aval du bras n°2 n'était pas accessible sans bateau (débit à Neublans de 150 m<sup>3</sup>/s) et n'a donc pas pu être levée à l'aide du GNSS.

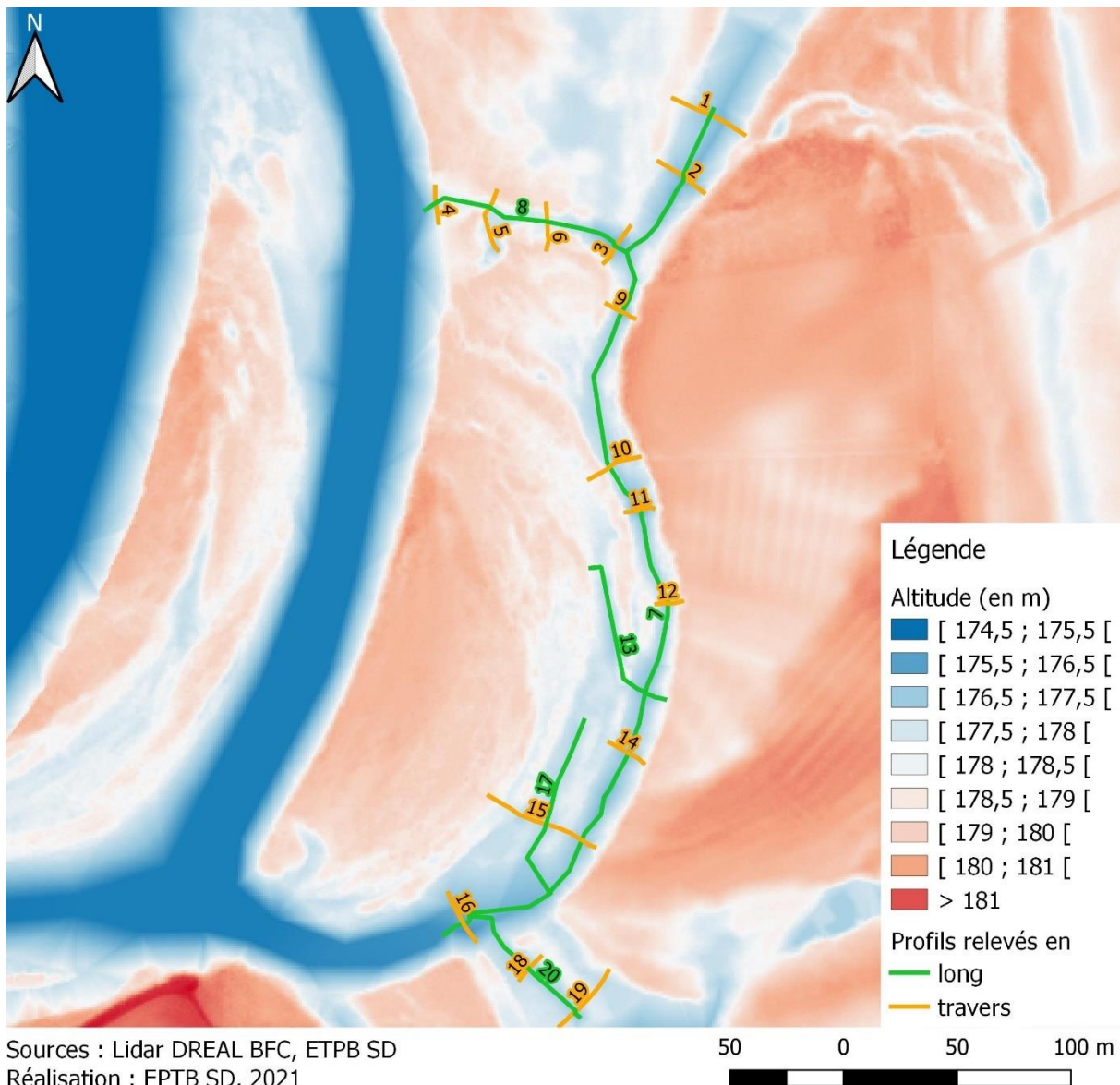


Figure 21 - Interpolation altitudinale à partir des levés topographiques du 31/03/21

Les études menées par la FDPPMA 71 en 2018 ont mis en évidence un manque de données hydrauliques. Un suivi hydraulique a donc été réalisé entre l'automne 2020 et le printemps 2021, afin d'acquérir de nouvelles données : 5 passages ont permis de relever les niveaux d'eau à des débits variables (Tab.2). Le matériel utilisé était le GNSS, lors des levés topographiques (31/03/21), et un laser rotatif lors d'autres passages sur le terrain.

Tableau 2 - Tableau des relevés des niveaux d'eau au Petit Gravier et des débits associés à la station hydrologique de Neublans (Banque Hydro)

Date	Débit (m <sup>3</sup> /s)	% du module	Cote de la ligne d'eau (en m)
16/11/2020	50,5	29,71	175,817
08/10/2020	111	65,29	176,25
31/03/2021	150	88,24	176,6
11/05/2021	344	202,35	177,53
11/02/2021	401	235,88	178,52

Les différentes cotes de ligne d'eau ont été reportées sur les profils en long et en travers pour pouvoir analyser leur mise en eau (Fig.22 à 25).

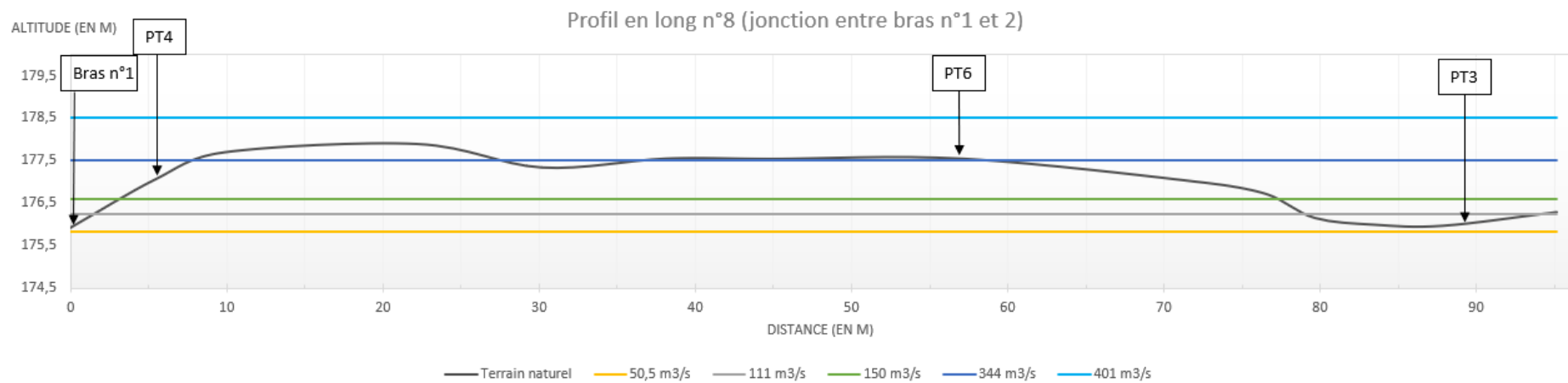
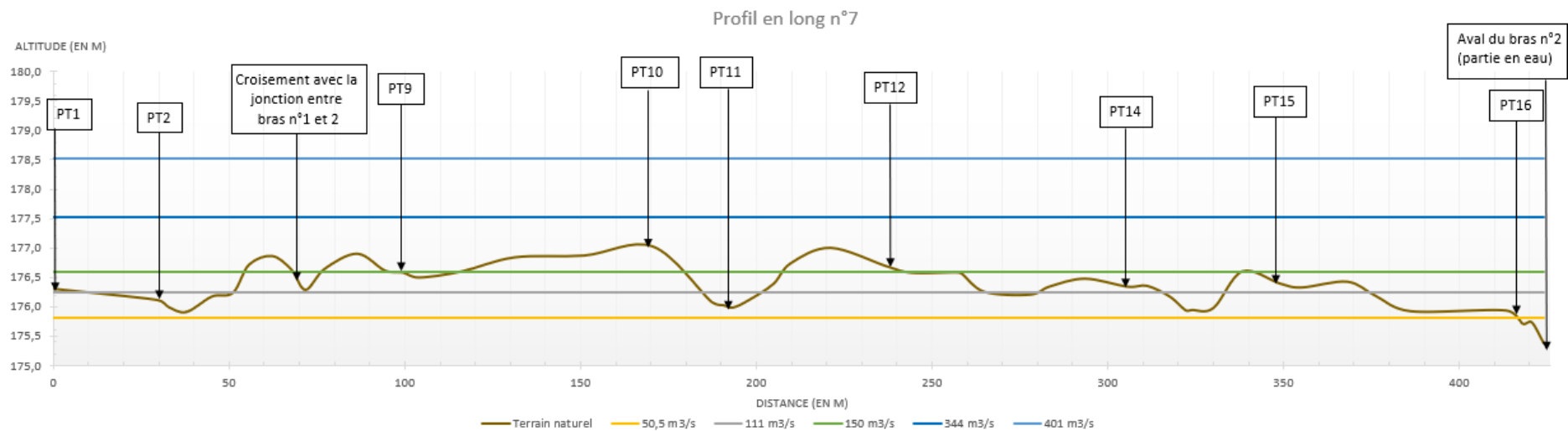


Figure 22 - Profil en long n°7 (bras n°2 dans l'axe Nord/Sud) et n°8 (jonction entre bras n°1 et 2)

NB : l'échelle des axes des ordonnées, représentant les altitudes, est exagérée pour une meilleure lecture des données. Les étiquettes « PT » indiquent la localisation des profils en travers identifiés sur la Fig.21.

Le profil en long n°7 (axe Nord/Sud) montre que le bras n°2 est constitué d'une succession de cuvettes de formes variables (profondeur et longueur plus ou moins importantes). Certaines peuvent rester en eau une majeure partie de l'année, 3 cuvettes ainsi que l'aval du bras conservent une lame d'eau d'au moins 50 cm lorsque les débits sont supérieurs ou égaux à 150 m<sup>3</sup>/s. Dès que les débits descendent en dessous de 150 m<sup>3</sup>/s (pour rappel, module évalué à 170 m<sup>3</sup>/s) le bras se vidange très rapidement, de plus en plus de zones sont exondées et lorsque les débits sont inférieurs à 50 m<sup>3</sup>/s, l'ensemble du bras est asséché mis à part l'extrémité aval du bras. Sur les 40 derniers mètres relevés à l'aval du bras, l'altitude du terrain ne varie pas ou peu, cela peut s'expliquer par la saulaie buissonnante qui s'est implantée dans le lit et qui favorise le dépôt de sédiments sur cette zone. Les altitudes du bras n°2 (profil en long n°7) varient entre 175,37 m (extrémité aval) et 177 m. Au-delà du dernier point mesuré à 175,37 m d'altitude, le fond du lit du bras n°2 descend à pic et n'a pu être levé, vu la hauteur d'eau le 31 mars 2021.

Le profil en long n°8 qui fait la jonction entre le bras n°1 et 2, ancien lit vif des années 40, montre un atterrissement plus important. Sur près de 80 m, l'altitude du terrain de la jonction est supérieure à l'altitude maximale du bras n°2, soit 177 m. Cette portion se met en eau pour relier les bras n°1 et 2 pour des débits compris entre 344 m<sup>3</sup>/s et 401 m<sup>3</sup>/s (plus de deux fois le module). Vu l'orientation des chenaux du Doubs et du bras n°1, nous pouvons supposer qu'à ces débits, la majorité des écoulements se font dans l'axe Nord/Sud et qu'il n'y a pas suffisamment de courant pour autocurer la connexion avec le bras n°2 (profil en long n°8). Ces éléments confirment la fermeture de ce méandre par l'amont, au cours de la seconde moitié du XX<sup>ème</sup> siècle.

Cette jonction présente également une cuvette, située juste avant la connexion avec le bras n°2, qui garde une lame d'eau d'au moins 50 cm lorsque les débits sont supérieurs ou égaux à 150 m<sup>3</sup>/s. Comme le reste, du bras n°2, cette cuvette s'assèche dès que les débits sont inférieurs à 50 m<sup>3</sup>/s.

La cuvette en amont du bras n°2 est longue (50 m) et évasée (20 m de large), à sec à l'étiage, elle se met en eau au fur et à mesure de la remontée de nappe quand le débit du Doubs dépasse les 100 m<sup>3</sup>/s environ (Fig.23). Elle est bordée par plusieurs saules têtards, côté Doubs, et par une peupleraie, en rive gauche.

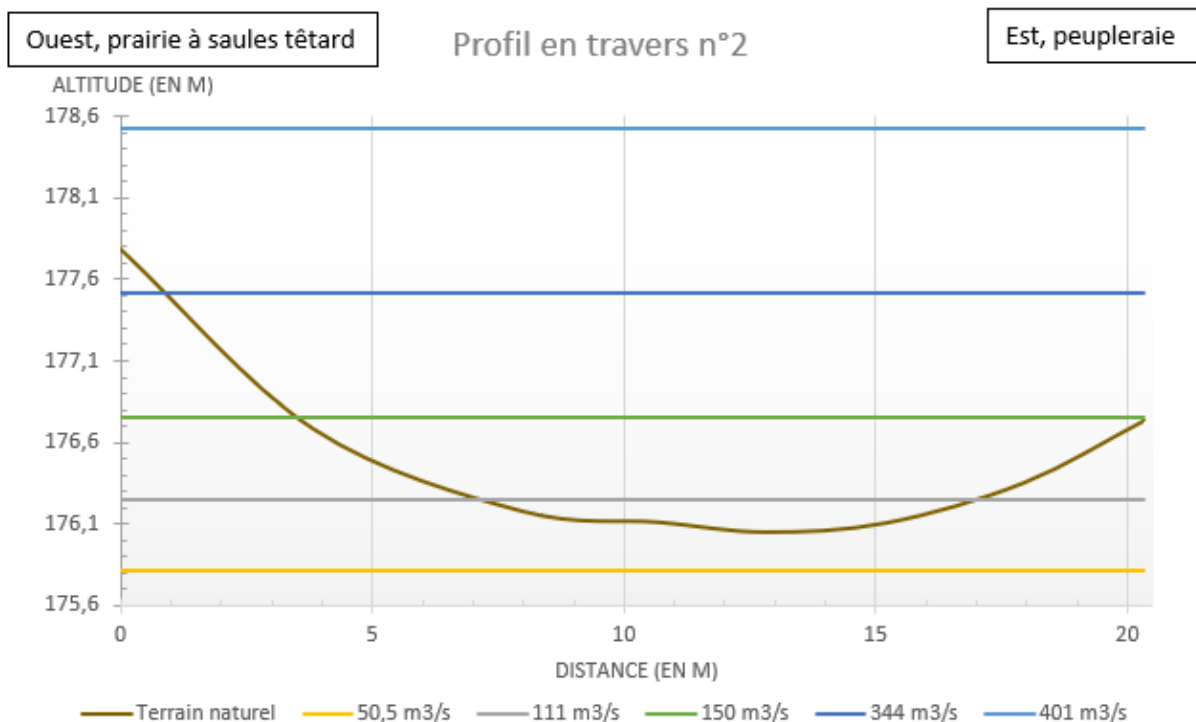


Figure 23 - Profil en travers n°2, dépression en amont du bras n°2

Le profil en travers n°12 représente la forme du chenal du bras n°2 en l'absence de cuvettes, peu évasé (10 m de large maximum en haut de berge) et atterri (Fig.24). Les berges du chenal sont assez abruptes et sont d'autant plus accentuées au niveau des cuvettes qui sont plus profondes que le reste du bras.

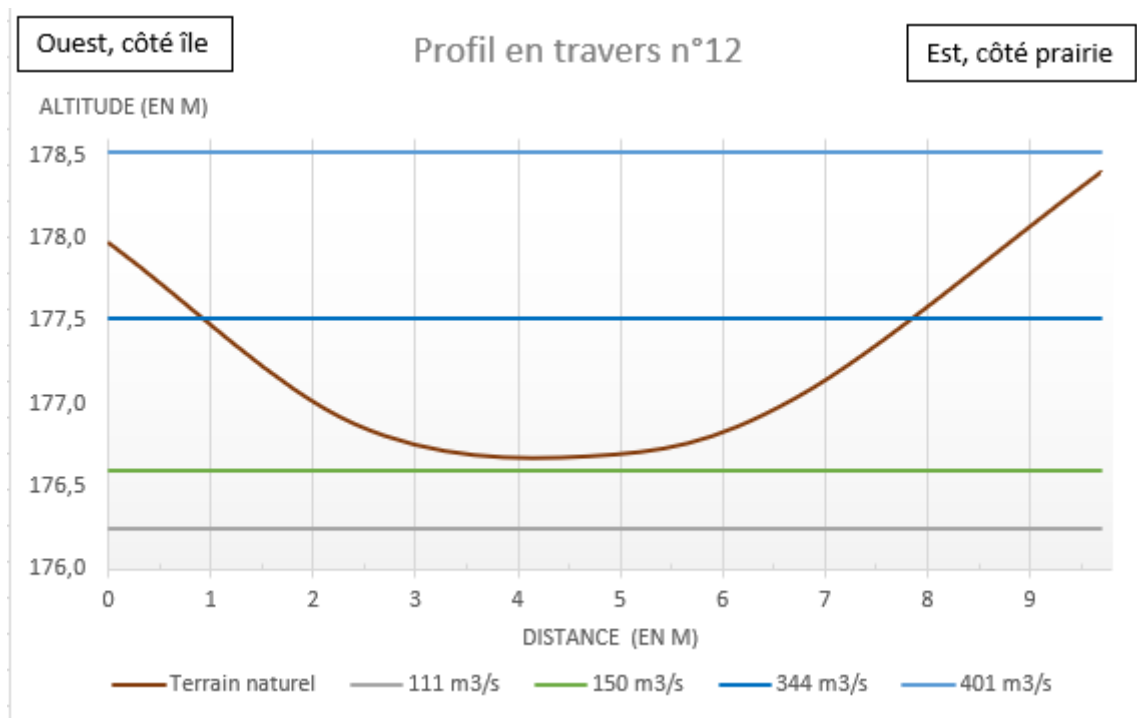


Figure 24 - Profil en travers n°12

Sur la partie basale du bras n°2, le Doubs a créé plusieurs chenaux au fur et à mesure de la fermeture du méandre (Fig.25). Le profil en travers n°15 témoigne de cette mobilité, plusieurs dépressions assez étroites et peu profondes (5 m de large pour 50 cm de hauteur) se sont créées entre les bras n°1 et 2. Ces chenaux sont plus hauts que le bras n°2 et se mettent en eau de manière plus épisodique.

L'extrémité aval du bras n°2 est beaucoup plus évasée et ouverte, comme le montre le profil en travers n°16 (Fig.25). En rive droite, ancien intrados du méandre du lit du Doubs des années 1940, les berges sont en pente douce. Le chenal est plus profond vers la rive gauche, ancien extrados du Doubs en 1940, et reste en eau à l'étiage. Le secteur est très envasé.

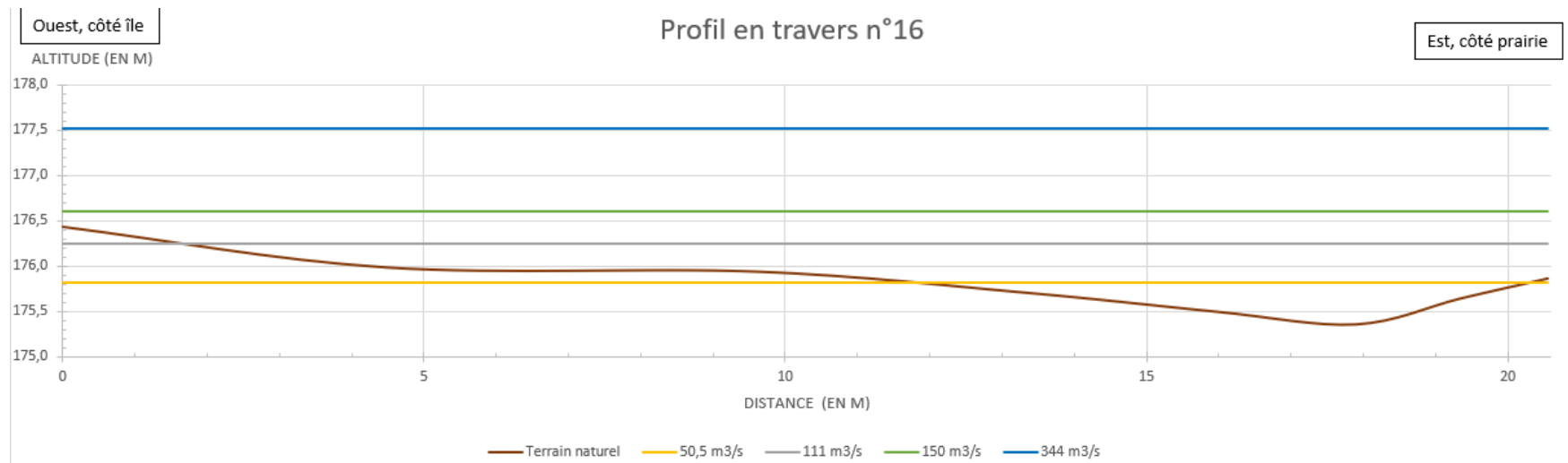
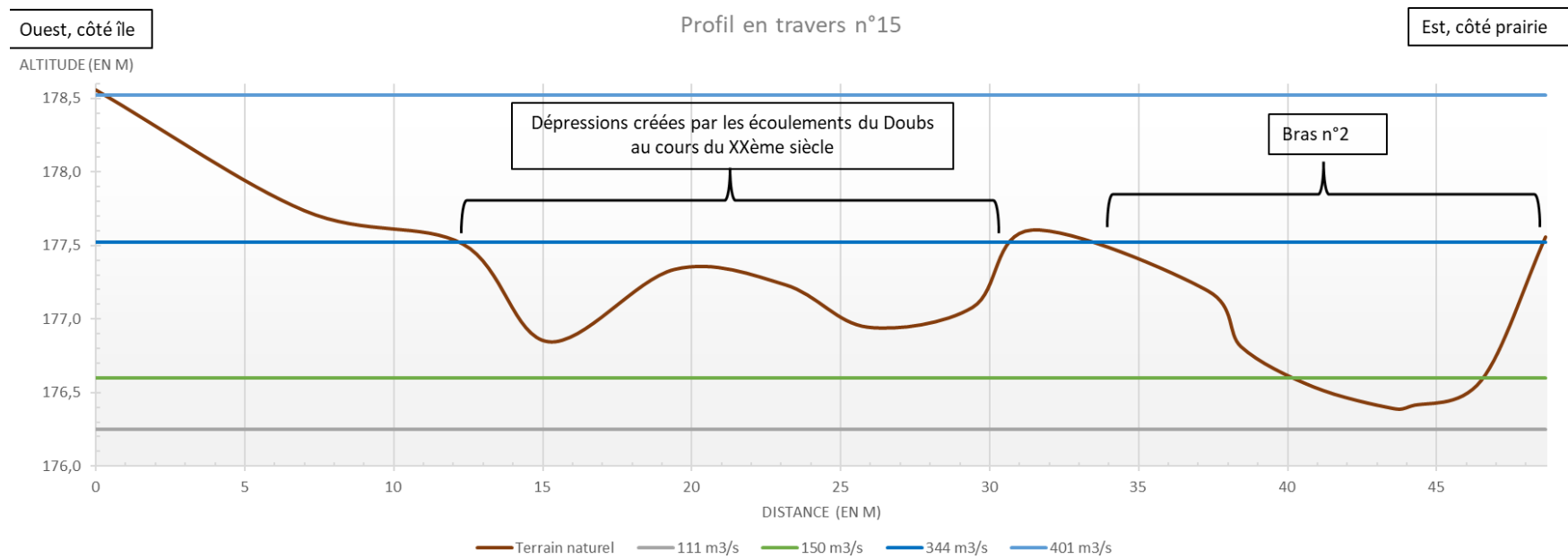


Figure 25 - Profil en travers n°15 et 16

L'analyse de la topographie et le suivi hydraulique ont mis en évidence que le bras mort n°2 n'est connectif par l'aval avec le Doubs et partiellement inondé qu'à partir de débits proches du module (170 m<sup>3</sup>/s). Les niveaux d'eau sont alors très variables dans le bras, avec plus de 50 cm d'eau dans les dépressions mais une fine lame d'eau dans le reste du chenal.

Lorsque les débits dépassent les 340 m<sup>3</sup>/s, soit deux fois le module, le bras n°2 est entièrement inondé. Le bras n°2 se connecte au bras n°1 par la jonction (profil en long n°8, ancien lit vif de 1940) pour un débit compris entre 350 et 400 m<sup>3</sup>/s et directement avec le Doubs par l'amont, au niveau du camping au Nord de la prairie humide, pour des débits au moins supérieurs à 400 m<sup>3</sup>/s.

## 2.5 Habitats naturels, flore et faune

### 2.5.1 Description et cartographie des habitats naturels

La cartographie des habitats Natura 2000 a été réalisée en 2004. Une description simplifiée des habitats naturels présents sur le site a également été réalisée en 2017 par la fédération de pêche (sans application d'un protocole normé), afin d'apprécier le potentiel du site. Trois grands ensembles d'habitats sont présents sur le site (Fig.26) :

- Les zones de bras mort ou de mortes (zone en eau, berges, zones exondées, bancs de graviers ou sables),
- La prairie inondable,
- Les zones de boisements et de ripisylve.

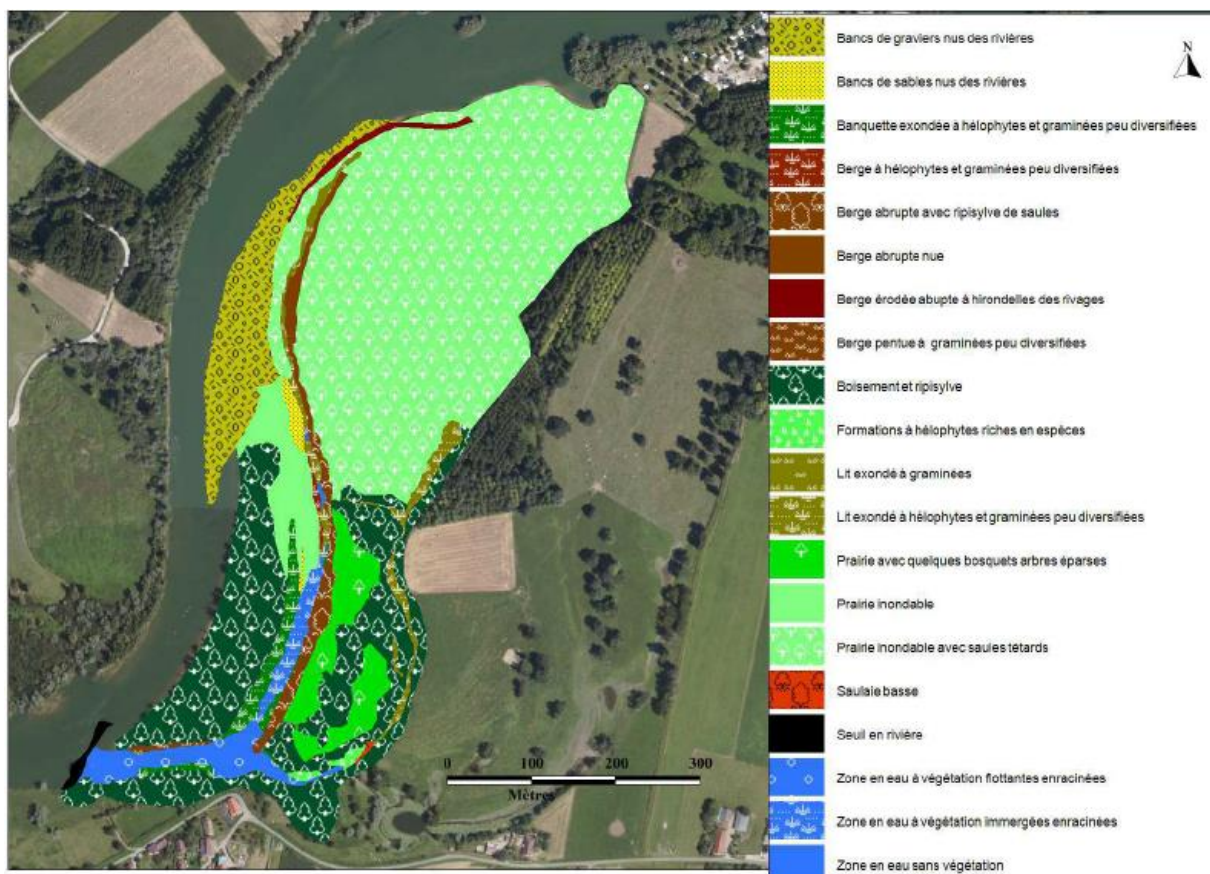


Figure 26 - Cartographie simplifiée des habitats (FDPMA 71, 2017)

Le pâturage, extensif sur le site, semble limiter l'envahissement du milieu par la végétation et participe au maintien de la diversité des milieux humides. Le site recense une mosaïque d'habitats intéressante et diversifiée, mais dégradée et vieillissante (production d'un gros volume de bois mort).

La cartographie des habitats Natura 2000 a été actualisée au cours de l'été 2021 par le bureau d'études Mosaïque environnement. Dans l'attente du rendu du rapport complet, une extraction partielle des données a permis de localiser les habitats d'intérêt communautaire, la flore patrimoniale ainsi que les espèces envahissantes.

Deux habitats d'intérêt communautaire ont été répertoriés sur le site (Annexe 1). La ripisylve en bordure de Doubs, des bras n°1 et 2 et à l'aval de la morte est constituée de Saulaies arborescentes à Saule blanc (*Salicetum albae*, code Natura 2000 : 91E0-1). Le second, la frênaie-ormaie (*Ulmo laevis - Fraxinetum angustifoliae*, code Natura 2000 : 91F0) est plus en retrait des bras morts, sur la terrasse alluviale. Ces deux habitats présentent un état de conservation mauvais. Le pâturage, l'assèchement progressif du site et l'envahissement du milieu par les espèces invasives semblent être la cause de dégradation de l'état des saulaies arborescentes.

## 2.5.2 Espèces floristiques remarquables et espèces exotiques

La flore patrimoniale a été inventoriée lors de l'actualisation de la cartographie des habitats naturels en 2021. **Trois espèces végétales protégées ont été relevées sur l'annexe du Petit Gravier** (Annexe 1).

La Pesse d'eau (*Hippuris vulgaris*), plante aquatique qui pousse dans les eaux stagnantes ou à courant lent, a été relevée à plusieurs endroits dans les bras n° 1 et 2, ainsi que dans la partie aval de la morte qui se maintient en eau de manière permanente.

La Germandrée des marais (*Teucrium scordium*) et la Berle à larges feuilles (*Sium latifolium*) ont été inventoriées dans le bras n°3, dans la dépression qui prolonge la mare permanente.

Tableau 3 - Statuts de protection des espèces végétales relevées

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats	Liste rouge Europe	Liste rouge France	Liste rouge Bourgogne	ZNIEFF Bourgogne
Pesse d'eau	<i>Hippuris vulgaris</i>	Annexes II et IV	LC	NT	EN	D
Germandrée des marais	<i>Teucrium scordium</i>		LC	LC	EN	D
Berle à larges feuilles	<i>Sium latifolium</i>		LC	NT	EN	D

*Directive Habitat : Annexe II : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation (ZSC) ; Annexe IV : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire strictement protégées. Listes rouges : LC = préoccupation mineure ; NT = quasi-menacé ; EN = en danger. Liste ZNIEFF : D = espèce déterminante.*

Les **espèces exotiques végétales** ont également été inventoriées au cours de l'actualisation de la cartographie des habitats naturels en 2021 ; **trois espèces sont recensées sur la morte du Petit Gravier**.

L'érable négundo (*Acer negundo*), espèce exotique envahissante originaire d'Amérique du Nord, est particulièrement présente sur la basse vallée du Doubs. Ces caractéristiques bioécologiques ou traits de vie (capacités de germination, de reproduction végétative, de croissance, sa niche écologique, etc.), ainsi que la faible prédation et concurrence que connaît cette espèce, expliquent sa forte prolifération sur l'ensemble de la basse vallée. C'est un compétiteur des boisements alluviaux et rivulaires, l'érable négundo colonise les saulaies blanches et les boisements, particulièrement s'ils ont été perturbés par des travaux et des coupes (forte contamination dans les peupleraies par exemple). En outre, plus tolérant au stress hydrique que le saule blanc, l'incision du Doubs et l'abaissement de la nappe alluviale associée semblent lui être favorable au détriment des galeries de saules blancs. En 2017, près de 230 érables négundo ont été recensés sur le site, principalement dans les saulaies arborescentes.

Quelques individus de Févier d'Amérique (*Gleditsia triacanthos*), espèce exotique non envahissante, sont inventoriés dans la saulaie sur la partie aval du bras n°2 et en bordure de la mare permanente à l'entrée du bras n°3.

Plusieurs Robiniers faux acacia (*Robinia pseudoacacia*), espèce exotique envahissante, colonisent la saulaie présente à l'aval de la morte.

### 2.5.3 Inventaires de la faune

Une première recherche bibliographique, à partir de l'outil Sigogne, a permis de faire le point sur l'état des connaissances faunistiques sur le site et d'analyser les données antérieures. Peu de données récentes étant disponibles pour le site du Petit Gravier (seul le cortège des oiseaux présentant des données actualisées et précises au niveau du site du Petit Gravier), des inventaires complémentaires ont été réalisés.

#### Faune piscicole

La fédération de pêche a réalisé un inventaire piscicole, par prospection partielle à pied, en mai 2017. Le Doubs était à l'étiage depuis un long moment, seul le bras n°1 était encore en eau par l'aval tandis que dans le bras n°3, complètement déconnecté, quelques mares et baissières restaient bien en eau. Les zones profondes n'ont pas été échantillonnées lors de cet inventaire.

L'étude fait état d'une richesse spécifique assez faible puisque 9 espèces ont été inventoriées, alors que le site présente par endroit des bonnes potentialités pour les espèces piscicoles. La majorité des poissons ont été pêchés dans la grande mare à l'entrée du bras n°3, qui est assez profonde et reste en eau toute l'année.

Deux espèces protégées ont été capturées : la vandoise et la bouvière. Deux espèces pouvant perturber le milieu et son équilibre écologique ont été pêchées : le pseudorasbora et la perche soleil. Aucun brochet n'a été inventorié malgré les potentialités du site.

Etant donné les conditions de réalisation de la pêche électrique (Doubs à l'étiage depuis un long moment), on peut s'interroger sur la pertinence des résultats des inventaires piscicoles réalisés. Les conditions hydrauliques n'étaient pas optimales pour juger de la fonctionnalité et de l'intérêt ichtyologique des bras morts.

#### Avifaune

La LPO Côte d'Or et Saône-et-Loire, missionnée pour la prévention et la surveillance de la basse vallée du Doubs dans le cadre de l'AiPPB, mène des inventaires et des suivis de la reproduction de l'avifaune depuis 2018 sur le secteur.

D'après les inventaires de la LPO des 3 dernières années (2018 à 2020), 23 espèces d'oiseaux nichent sur le site, dont 13 sont menacées d'extinction (CR, EN ou VU) ou quasi menacées nationalement ou en région Bourgogne-Franche-Comté. Parmi les espèces présentes mais qui ne nichent pas sur site, 7 sont également menacées d'extinction en région et/ou à échelle nationale. Ces espèces sont listées dans le tableau suivant :

Tableau 4 - Liste des espèces d'oiseau menacées d'extinction présentes sur le site du Petit Gravier

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Liste rouge France	Liste rouge Franche-Comté	Liste rouge Bourgogne
<b>Nidification certaine</b>				
Moineau friquet	<i>Passer montanus</i>	EN	EN	EN
Martin-pêcheur d'Europe*	<i>Alcedo atthis</i>	VU	NT	DD
Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	VU	VU	VU
Pic épeichette	<i>Dendrocopos minor</i>	VU	DD	LC
Bruant jaune <sup>m</sup>	<i>Emberiza citrinella</i>	VU	NT	VU
Courlis cendré <sup>m</sup>	<i>Numenius arquata</i>	VU	EN	VU
Tourterelle des bois <sup>m</sup>	<i>Streptopelia turtur</i>	VU	VU	VU
Chevalier guignette <sup>m</sup>	<i>Actitis hypoleucos</i>	NT	CR	EN
Œdicnème criard <sup>*m</sup>	<i>Burhinus oedicnemus</i>	LC	CR	VU
Petit Gravelot <sup>*m</sup>	<i>Charadrius dubius</i>	LC	EN	NT

Guêpier d'Europe <sup>*m</sup>	<i>Merops apiaster</i>	LC	NT	LC
Loriot d'Europe <sup>m</sup>	<i>Oriolus oriolus</i>	LC	VU	LC
Hirondelle de rivage <sup>*m</sup>	<i>Riparia riparia</i>	LC	EN	LC
<b>Statut de nidification non évalué</b>				
Bécassine des marais	<i>Gallinago gallinago</i>	CR	CR	CR
Pipit farlouse	<i>Anthus pratensis</i>	VU	EN	VU
Bihoreau gris	<i>Nycticorax nycticorax</i>	NT	VU	VU
Pipit spioncelle	<i>Anthus spinoletta</i>	LC	CR	
Aigrette garzette <sup>*m</sup>	<i>Egretta garzetta</i>	LC	VU	VU
Grand Cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>	LC	NA	VU
Gorgebleue à miroir <sup>*m</sup>	<i>Luscinia svecica</i>	LC	EN	CR

<b>CR</b> = En danger critique	<b>NT</b> = Quasi menacé	NA = Non applicable
<b>EN</b> = En danger	<b>LC</b> = Préoccupation mineure	* = Espèce Annexe I Directive Oiseaux
<b>VU</b> = Vulnérable	<b>DD</b> = Donnée insuffisante	<sup>m</sup> = migrateur

Les oiseaux inventoriés sur le site du Petit Gravier ont des besoins écologiques différents en termes d'habitat et de zone d'alimentation (Tab.4).

Tableau 5 - Récapitulatif des besoins écologiques des espèces citées

<b>Espèces</b>	<b>Habitats en reproduction</b>	<b>Zone d'alimentation</b>
Moineau friquet	Ripisylve, Haies, Saules têtards, en colonie	Milieux agricoles
Martin pêcheur d'Europe	Berges érodées anciennes ou récentes	Rivière, bras mort
Chardonneret élégant	Ripisylve	Milieux ouverts
Pic épeichette	Ripisylve, Saules têtards	Dans la frondaison des arbres
Bruant jaune	Paysage ouvert en mosaïque, prairie bordée de haies	Milieux agricoles
Courlis cendré	Prairie de fauche	Milieux humides
Tourterelle des bois	Ripisylve	Milieux agricoles
Chevalier guignette	Banc de graviers nu	Milieux humides
Œdicnème criard	Banc de graviers herbacé, cultures	Jachère, prairie de fauche
Petit gravelot	Banc de graviers nu ou faiblement herbacé	Bords de rivière, vase
Guêpier d'Europe	Berges érodées, en colonie	Milieux agricoles, rivière
Loriot d'Europe	Ripisylve	Dans les frondaisons des arbres
Hirondelle de rivage	Berges érodées	Bords de rivière
Bécassine des marais	Marais	Prairies humides
Pipit farlouse	Milieux humides, prairies inondables	Milieux agricoles
Pipit spioncelle	Zones humides	Milieux humides
Bihoreau gris	Ripisylve, saulaie arbustive	Annexes aquatiques
Aigrette garzette	Bois de feuillus, en colonie	Bords de rivière, zone en eau peu profonde
Grand cormoran	Grands arbres	Rivière, annexes, étangs
Gorgebleue à miroir	Saulaie arbustive sur banc de graviers	Bords de rivière buissonnants

La forte mobilité du Doubs a favorisé la création d'anciens bras à différents degrés de maturité (voir 2.4). Cette diversité de milieux permet l'accueil d'espèces d'oiseaux remarquables :

- Le bras vif avec sa dynamique alluviale active (berges érodées, bancs de graviers régulièrement engraisés, îles en cours de végétalisation, saulaies arbustives) est très favorable à la reproduction des Guêpiers d'Europe, Hirondelles de rivage, Œdicnème criard, Petit gravelot et Gorgebleue à miroir ;
  - *la basse vallée du Doubs a une forte responsabilité dans le maintien de ces espèces qui font l'objet d'une protection ciblée dans le cadre de l'AiPPB.*
- Le bras secondaire n°1 connecté une grande partie de l'année offre des vasières et autres berges exondées propices au nourrissage de la Bécassine des marais, du Chevalier guignette ou encore de l'Aigrette garzette ;

- Le bras secondaire n°2 plus atterri, connectif en hautes eaux, marqué par des dépressions humides et la présence d'un boisement composé de vieux saules et peupliers noirs accueillent en reproduction le Lorient d'Europe et la Tourterelle des bois, et potentiellement le Bihoreau gris ;
- La prairie pâturée inondable, ponctuée de nombreux arbres têtards, offre un habitat de choix pour les espèces cavernicoles, telles que le Moineau friquet et le Pic épeichette, ou de milieux bocagers telles que le Bruant jaune et le Pipit farlouse.

C'est grâce à la mosaïque d'habitats constitutifs de la dynamique alluviale du cours d'eau que la cohabitation de ces espèces peut se faire sur une si faible surface. Pour le maintien de ces espèces remarquables, les travaux veilleront à conserver cette diversité d'habitats.

### Amphibiens

Confié au bureau d'études Alcedo faune et flore, l'inventaire des amphibiens a été réalisé par des prospections diurnes, sans capture, conformément au cahier des charges, mais aussi par des prospections crépusculaires ou nocturnes, dans la mesure où il était possible d'éviter les interactions avec les bovins présents.

La base de données en ligne et en libre accès OpenObs ne mentionne pas d'amphibien dans le périmètre d'étude. L'atlas des amphibiens de Bourgogne (Sirugue & Varanguin, 2012) indique notamment, à la précision de la maille 10x10 km, l'occurrence du Triton crêté (*Triturus cristatus*), du Triton ponctué (*Lissotriton vulgaris*) et de la Rainette verte (*Hyla arborea*).

Afin de bénéficier d'une probabilité de détection des espèces satisfaisante, les périmètres d'étude ont été parcourus à trois périodes espacées d'au moins une semaine, entre avril et juin 2021, dans des conditions météorologiques favorables à l'observation des amphibiens.

Date	Période du jour	Remarque
09/04/2021	Journée	Période n°1
17/04/2021	Jour	Période n°2
02/06/2021	Soirée et crépuscule	Période n°3
03/06/2021	Nuit	Période n°3

L'ensemble des observations ont été réalisées par un même batrachologue, Rémi Duguet (Annexe 2).

Le Crapaud calamite (*Epidalea calamita*) est observé en activité de reproduction dans des chenaux de crues (bras n°3) relativement déconnectés et inondés à la suite d'une crue dans le mois mai. L'effectif de mâles chanteurs est estimé entre 9 et 15 individus.

La Grenouille verte hybride (*Pelophylax kl. esculentus*) et la Grenouille rieuse (*P. ridibundus*) sont observées en reproduction dans les principaux bras et dans des pièces d'eau relativement connectées avec le lit actif du Doubs. L'effectif de mâles chanteurs de la Grenouille verte hybride est au minimum de deux individus.

Tableau 6 - Statuts de protection et de menace des espèces d'amphibien observées

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Directive Habitats	Evaluation art. 17 Zone continentale	Arrêté du 8 janvier 2021	Liste rouge Europe	Liste Rouge France	Liste Rouge Bourgogne	ZNIEFF Bourgogne
Crapaud calamite (Le)	<i>Epidalea calamita</i> (Laurenti, 1768)	Annexe IV	Défavorable mauvais	Art. 2	LC	LC	NT	D
Grenouille rieuse (La)	<i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas, 1771)		Favorable	Art. 3	LC	LC	NA	
Grenouille verte (La), Grenouille commune	<i>Pelophylax kl. esculentus</i> (Linnaeus, 1758)		Défavorable inadéquat	Art. 4	LC	NT	LC	

**Légende :** Directive Habitat : Annexe IV : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire strictement protégées. Arrêté ministériel du 8 janvier 2021 : Article 2 = protection des spécimens et de leurs habitats ; Article 3 = protection totale des spécimens ; Article 4 = protection partielle des spécimens. Listes rouges : LC = préoccupation mineure ; NT = quasi-menacé ; NA = non applicable. Liste ZNIEFF : D = espèce déterminante.

Les chances que d'autres espèces n'aient pas été détectées sont très faibles, en raison de la faible capacité d'accueil des pièces d'eau pour la plupart des amphibiens de mares temporaires, et de la bonne probabilité de détection des amphibiens dans les milieux aquatiques du site d'étude.

**Le peuplement est peu diversifié**, ce qui peut s'expliquer par la **connexion fréquente avec le lit vif du Doubs d'une partie des pièces d'eau disponibles, et par le caractère éphémère de l'autre partie des pièces d'eau**, sur la terrasse alluviale supérieure située en bordure du périmètre d'étude (Annexe 2).

### Odonates et rhopalocères

Les diagnostics naturalistes sur les cortèges des odonates et des rhopalocères ont été confiés au bureau d'études CD eau environnement et réalisés en 2021. Le protocole comporte 3 visites réalisées le 2 juillet et les 2 et 26 août 2021, dans de bonnes conditions météorologiques.

Les adultes et les exuvies d'odonates et de rhopalocères ont été recherchés dans tout le périmètre d'étude suivant des transects réalisés dans les milieux favorables, lisières, prairies, berges etc. (Annexe 3). Les espèces ont été photographiées et leur identification a été vérifiée au retour du terrain. Une demande de dérogation espèces protégées n'a pas été nécessaire car les individus observés n'ont pas été capturés.

### **Limites méthodologiques**

Les crues répétées en mai et juin et les niveaux d'eau assez élevés d'une façon générale pendant la saison d'inventaire n'ont pas permis de récolter d'exuvies sur ce site d'étude. Elles avaient été emportées par les crues ou se trouvaient à plusieurs mètres de haut dans les houppiers des arbres. De même, les dates d'inventaires peuvent paraître plutôt tardives, mais deux passages plus tôt en saison n'ont pas été retenus et ont été remplacés par les passages en août, les niveaux d'eau étant trop haut pour un inventaire efficace.

D'après la base alerte de la SHNA-OFAB, il n'y a pas d'espèces d'odonates ni de rhopalocères connues, protégées ou à statut patrimonial au sein de la commune de Lays-sur-le-Doubs. Seules des espèces communes ont été relevées, 21 espèces d'odonates entre 2003 et 2021 et 6 espèces de rhopalocères entre 2004 et 2018.

Les deux espèces de rhopalocères ont été observées en lisière forestière. Les huit espèces d'odonates ont été observées dans la végétation en berge ou sur le plan d'eau. Aucune espèce d'odonate ou de rhopalocère observée sur le site n'est protégée ou menacée. Il n'y a pas d'élément patrimonial notable.

Tableau 7 - Statuts de protection et de menace des espèces d'odonates et de rhopalocères observées

Groupe taxonomique	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Directive Habitats	Protection France	UICN France	UICN Bourgogne	ZNIEFF
Odonate	<i>Aeshna affinis</i>	Aesche affine	-	-	LC	LC	-
Odonate	<i>Calopteryx splendens</i>	Caloptéryx éclatant	-	-	LC	LC	-
Odonate	<i>Chalcolestes viridis</i>	Leste vert	-	-	LC	LC	-
Odonate	<i>Erythromma lindenii</i>	Naïade aux yeux bleus	-	-	LC	LC	-
Odonate	<i>Erythromma najas</i>	Naïade aux yeux rouges	-	-	LC	LC	-
Odonate	<i>Ischnura elegans</i>	Agrion élégant	-	-	LC	LC	-
Odonate	<i>Platycnemis pennipes</i>	Agrion à larges pattes	-	-	LC	LC	-
Odonate	<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sympétrum sanguin	-	-	LC	LC	-
Rhopalocère	<i>Nymphalis polychloros</i>	Grande Tortue	-	-	LC	LC	-
Rhopalocère	<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	-	-	LC	LC	-

UICN France : liste rouge nationale ; LC : préoccupation mineure. UICN Bourgogne : liste rouge de Bourgogne ; LC : préoccupation mineure.

La diversité en rhopalocères est très faible avec seulement deux espèces. Dans le périmètre de l'aire d'étude, les habitats favorables à ces espèces terrestres sont assez réduits. Les conditions

météorologiques de 2021 n'ont pas non plus permis des passages aux meilleures dates. La diversité en odonates est relativement faible, les conditions météorologiques entrant en compte en 2021.

La faible diversité en odonates et rhopalocères montre une attractivité de ce site pour des cortèges d'espèces communes, mais les conditions météorologiques pluvieuses peuvent avoir eu un effet non négligeable sur les émergences.

Les chances que des espèces patrimoniales n'aient pas été détectées sont assez faibles, en raison de la faible capacité d'accueil du site d'étude pour les rhopalocères en particulier. La richesse en odonates dans le périmètre de l'aire d'étude est probablement plus importante dans de bonnes conditions d'inventaires, avec par exemple le Gomphe à forceps (*Onychogomphus forcipatus*), des orthétrums, le Crocothémis écarlate (*Crocothemis erythraea*), etc., mais très certainement sans espèce protégée.

Dans le périmètre du projet, les enjeux ne portent pas vraiment sur les rhopalocères. **Le maintien d'une mosaïque d'habitats en berges peut être utile** : mégaphorbiaies nitrophiles, ripisylve, prairies.

L'annexe secondaire au sud-est du site offrirait un **potentiel accru pour les odonates si elle conservait vers l'amont des dépressions plus longuement en eau et des milieux plus ouverts qu'actuellement**. Le terrassement de quelques vasques dans les parties les plus basses et un déboisement partiel, éventuellement à l'emplacement d'Erables négundos seraient positifs pour les odonates.

## 2.6 Synthèse : enjeux et fonctionnalité du site

Suite aux différents aménagements du Doubs sur le secteur de Lays-sur-le-Doubs, la migration de la rivière vers l'aval a ralenti, et l'amplitude des méandres est fortement réduite. Contrairement aux processus habituels de création de bras morts, par recoupement de méandres par la rivière, les bras morts du Petit Gravier se sont créés suite à une diminution de la dynamique alluviale. La chenalisation et l'incision du lit ont accéléré la déconnexion et l'atterrissement de ces annexes.

Actuellement, seul le bras n°1 se connecte avec le Doubs par l'amont au double du module, tandis que les bras n°2 et 3 sont immergés, pour tout ou partie, principalement par remontée de nappe. Le bras n°2 présente une succession de dépressions qui se maintiennent en eau pour des débits supérieurs à 110 m<sup>3</sup>/s. Le bras n°2 apparaît comme exondé et déconnecté du Doubs la majeure partie du temps.

La configuration du site permet d'avoir une grande diversité de milieux (prairie humide, zones en eaux calmes, zones humides, bancs de graviers et de sable), favorable au développement d'habitats et à la présence d'espèces d'intérêt communautaire.

L'ensemble des habitats présentent un état de conservation dégradé, dû au pâturage et au piétinement des bovins ainsi qu'à l'atterrissement et l'assèchement de certaines zones. Les saulaies arborescentes, habitat d'intérêt communautaire, sont menacées par l'envahissement de l'érable négundo et nécessitent d'être restaurées. La végétation présente peu de strates diversifiées et est majoritairement vieillissante. Cela entraîne la production d'un grand volume de bois morts et de branches cassées, qui au fil des crues, s'accumule et se bloque dans le bras n°2, accélérant son atterrissement.

Cette mosaïque d'habitats est un support de vie, à la fois pour la reproduction et l'alimentation, d'une avifaune remarquable et diversifiée. La faible fonctionnalité piscicole du site s'expliquerait par des fréquences de mise en eau des baissières et des bras morts, insuffisantes en période de moyennes et basses eaux (débit inférieur au module).

Les enjeux identifiés suite au diagnostic de la morte du Petit Gravier sont synthétisés dans le tableau suivant :

<b>Enjeux</b>	<b>Etat et fonctionnalité</b>
Hydromorphologie	Présence de bras morts à différents stades de fermeture Déconnexion croissante et envasement due à une faible mise en eau Assèchement progressif des bras
Habitats naturels et flore	Mosaïque d'habitats diversifiée Faible diversité d'habitats aquatiques et humides Végétation vieillissante Envahissement par l'érable negundo
Faune piscicole	Faible potentiel (manque d'habitats, fréquence de mise en eau faible)
Avifaune	Riche et diversifiée, favorisé par la mosaïque d'habitats

### 3 Vers un projet de restauration

#### 3.1 Préconisations des études préalables existantes

Plusieurs principes de restauration ont été proposés lors de l'étude des potentiels piscicoles de 2016 (Téléos) :

- alimenter les mortes par l'amont de manière fréquente, voire permanente, pour faciliter l'autocurage,
- modeler les cuvettes, présentes dans les mortes, en escaliers avec des pentes douces, sans les enfoncer,
- reconstituer la capacité tampon des mortes en favorisant les différentes strates de végétations sur leur berge.

Les objectifs de restauration sont multiples : accroître l'attractivité et diversifier les milieux humides transversaux, et améliorer la connectivité entre le Doubs et ses annexes.

Lors du développement de l'avant-projet sommaire sur le Petit Gravier en 2018, la FDPMA71 s'est basée sur les propositions de Téléos de 2016 et s'est orientée sur les axes suivants :

- améliorer la connectivité amont du bras n°2 en terrassant plusieurs zones du bras,
- remodeler la pente du bras mort n°2 en veillant à respecter les pentes les plus douces possibles (selon largeur disponible) modelées en escaliers ou avec de petits bouchons alluvionnaires pour retenir l'eau sur le site,
- restaurer la ripisylve et intervenir sur les érables negundo (espèces exotiques envahissantes),
- aménager des habitats piscicoles en fixant des embâcles de bois mort dans les parties les plus profondes des bras morts mais aussi dans le Doubs à proximité,
- supprimer les zones de dépôts de bois morts dans les parties exondées et la saulaie qui contribuent à amplifier les atterrissements et l'envasement de la morte.

L'ensemble de ces aménagements sont localisés sur la carte suivante (Fig.27).

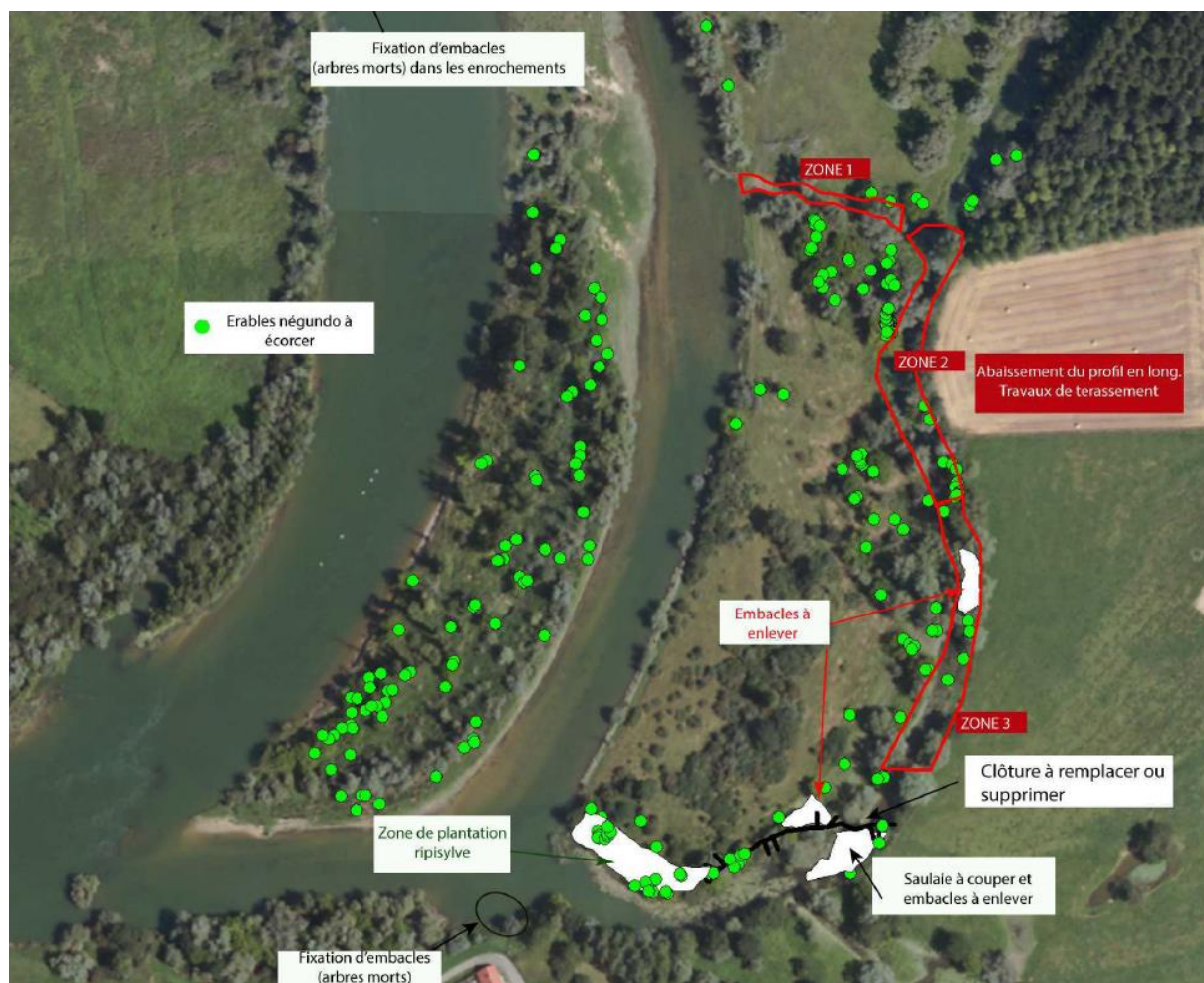


Figure 27 - Cartographie des actions proposées par la fédération de pêche 71 pour restaurer la morte

## 3.2 Contraintes associées à une réactivation du bras n°2

### 3.2.1 Hypothèse d'une reconnexion par la jonction entre les bras n°1 et 2

L'analyse hydromorphologique réalisée a montré que le site du Petit Gravier, correspond à un secteur de double méandre qui connaît une translation vers l'aval avec un phénomène d'incision et de diminution des sinuosités lié aux interventions de chenalisation et de rectifications passées. Dès lors, la rive gauche, le secteur du Petit Gravier est un secteur préférentiel d'alluvionnement, tandis que la rive opposée correspond à un secteur d'érosion. Le principe d'une alimentation suffisamment

importante (fréquente voire permanente) par l'amont, proposé dans le cadre des premières études, implique un certain nombre de contraintes.

En effet, le Doubs érode ses berges en rive droite, tandis qu'il dépose des alluvions à l'entrée des bras morts du Petit-Gravier, entraînant naturellement un exhaussement du terrain et un atterrissement des anciens bras. Pour une connexion amont des bras secondaires, il faudrait contraindre le Doubs à diriger son flux vers la rive gauche en installant des aménagements sur le chenal principal, comme par exemple : un rehaussement du fond du lit, des épis déflecteurs en rive droite, une rampe en blocs cintrés en direction de la rive gauche etc. A ce titre, les aménagements suivants seraient nécessaires (Fig.28) :

- Aménagement d'épis déflecteurs au niveau des îlots d'alluvions, en rive droite du Doubs,
- Rehaussement du lit en aval des épis déflecteurs,
- Terrassement d'un chenal orientant les eaux vers la connexion amont du bras n°1, déblaiement de près de 2 mètres dans le bourrelet de crue,
- Terrassement du bras n°2 pour abaisser le chenal de la jonction entre le bras n°1 et 2.

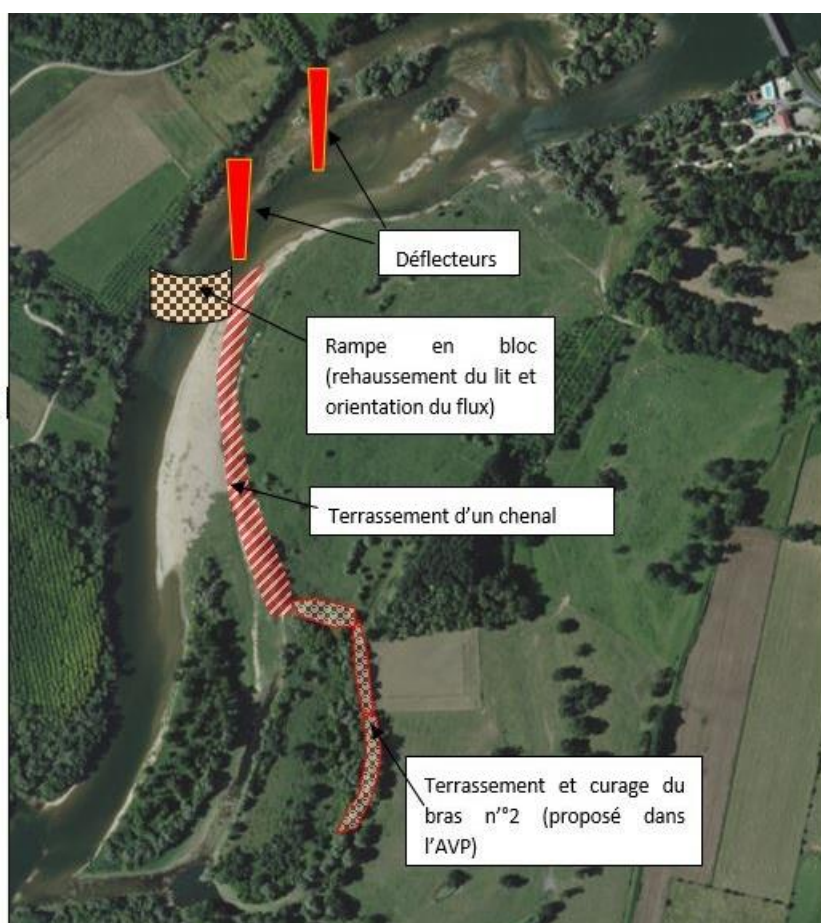


Figure 28 - Cartographie des aménagements nécessaires pour reconnecter les bras n°1 et 2 par l'amont (© IGN BD Ortho)

Ces aménagements engendreraient des coûts importants (plusieurs centaines de milliers d'euros) et auraient un impact écologique conséquent sur l'avifaune. En effet, en rive droite du Doubs, les épis seraient installés au niveau des berges qui peuvent abriter les Hirondelles de rivages, le Martin pêcheur ou le Guêpier d'Europe. En rive gauche, le banc de gravier, habitat d'intérêt communautaire au titre de la directive Habitat (Alliance de *Chenopodium rubri* et du *Bidention*, code Natura 2000 3270-1), est le support de nidification avéré du Petit Gravelot et de l'Œdicnème criard. Ce scénario porterait atteinte aux habitats des espèces ciblées dans le cadre de l'AiPPB « Basse vallée du Doubs » et ne serait donc pas conforme à l'arrêté.

De plus, le secteur du Petit Gravier est, en termes de dynamique alluviale, un secteur d'alluvionnement du moins au niveau du méandre le plus amont. La géomorphologie du Doubs tend à ce que son lit vif s'éloigne de ce secteur pour se déplacer vers la rive opposée. Il est donc judicieux de s'interroger sur la pertinence d'essayer de rendre active une zone que la rivière a spontanément abandonnée, et qui ne correspond pas à une zone de travail morpho-dynamique.

### 3.2.2 Hypothèse d'une reconnexion amont reliée au Doubs

Un peu plus en amont, au niveau de l'ancienne fosse d'extraction en lit mineur, une encoche d'érosion est présente et un chenal d'alimentation du Doubs vers le bras n°2 s'active en moyennes à hautes eaux (débits au moins supérieurs à 400 m<sup>3</sup>/s). L'emprise du chenal d'écoulement est visible à partir du Lidar (Fig.19). Une réactivation du bras n°2 par ce côté pourrait être plus viable, vis-à-vis des écoulements du Doubs, mais nécessiterait un important terrassement de la prairie humide pour permettre une alimentation suffisamment conséquente assurant l'auto-curage du bras (Fig.29).



Figure 29 – Cartographie des aménagements pour une reconnexion amont du bras n°2

Ce scénario engendrerait un volume de matériaux important à terrasser et donc, un coût financier élevé. De plus, cette option remettrait en cause les usages économiques existants : suppression d'emplacements locatifs sur la partie basse du camping et remise en question, complète ou partielle, du pâturage sur la prairie humide.

D'autre part, une alimentation plus importante du bras n°2, dans l'axe du Doubs, pourrait engendrer des contraintes hydrauliques plus importantes sur la digue du Vieux-Port qui longe l'aval de la morte. Des études sur le volet inondation s'avèreraient nécessaires afin de qualifier l'impact des

aménagements proposés sur la digue, les aléas et les risques d'inondations. Un renforcement de la digue pourrait alors être indispensable.

Les aménagements nécessaires à une reconnexion amont du Petit Gravier s'opposent à la dynamique alluviale du Doubs. Ils induisent par conséquent une artificialisation supplémentaire en contraignant d'avantage le Doubs et ne sont pas en accord avec l'amélioration du fonctionnement morphologique de la rivière. Par ailleurs, il semble difficile de garantir leur pérennité face à la dynamique du Doubs sur ce secteur.

Aussi, au regard des impacts écologiques, économiques et financiers impliqués pour une durabilité toute relative, il est aujourd'hui proposé d'écarter l'option d'une reconnexion du bras n°2 par l'amont.

A noter qu'il pourrait être intéressant de concevoir un scénario de reconnexion des annexes du Doubs sur le secteur, en accompagnant la rivière dans sa dynamique naturelle en rive droite du Doubs. Suite à l'étude sur la mobilité du Doubs dans sa basse vallée réalisée par le bureau d'études ARTELIA en 2019, d'autres sites pilotes ont d'ores et déjà été identifiés pour définir des programmes d'actions de restauration de l'espace de bon fonctionnement (Molay / Champdivers (39) et Longepierre / Charette-Varennes (71)). Ces éléments, à l'étude actuellement, pourront être utilisés et étendus à plus long terme sur le secteur du Petit Gravier.

### 3.3 Principes et objectifs du projet proposé

Au vu des contraintes énoncées au paragraphe précédent, un objectif de restauration des fonctionnalités hydromorphologiques du site via une amélioration de la connectivité amont semble difficile à atteindre.

**Les principaux objectifs du projet proposé sont de restaurer les différents habitats et ainsi, d'améliorer l'attractivité du site pour les espèces des cortèges identifiés dans le diagnostic.**

Opérations proposées	Objectifs recherchés
Abattage, recépage et dessouchage d'arbres	Accéder aux zones de terrassements, diversifier les strates de la ripisylve et supprimer les érables negundo sur les zones à terrasser → Diversification et restauration des habitats (rajeunissement du peuplement)
Reprofilage et restauration de mares dans le bras n°2	Maintien de l'eau sur une plus longue période, désenvasement, diversification des habitats humides et aquatiques favorables aux espèces inféodées à ces milieux → Gain en termes d'attractivité du site, amélioration du caractère humide et diversification de la flore
Reprofilage de la partie aval du bras n°2	Réouverture et désenvasement du milieu, diversification des habitats aquatiques → Gain en termes d'attractivité du site, agrandissement de la zone refuge et de reproduction pour les poissons
Gestion des déblais et réutilisation pour le haut-fond des Vergettes	Evacuation des déblais à moindre coût et diversification des milieux sur le site des Vergettes → Diversification des habitats aquatiques sur la gravière des Vergettes
Restauration des saules têtards et reconstitution d'une ripisylve	Maintien des arbres remarquables et de la mosaïque d'habitats et épuration de l'eau → Gain en termes d'attractivité du site et diversification d'habitats

NB : Les chapitres précédents ont montré que les annexes hydrauliques du Petit Gravier ont naturellement tendance à s'atterrir, ce qui est en outre l'évolution théorique d'un bras mort tant qu'il n'est pas « repris » par le chenal principal. Aussi, les travaux envisagés vont permettre de rajeunir la morte, d'améliorer ses fonctionnalités en tant qu'annexe alluviale et d'augmenter la diversité des milieux naturels du site. Mais à termes, il faut avoir conscience que ces travaux n'empêcheront pas le processus de comblement progressif des bras morts.

## 4 Avant-projet

### 4.1 Descriptif des aménagements

#### 4.1.1 Travaux préparatoires et forestiers

##### Nettoyage et accès aux zones de terrassement

Le bras n°2 est encombré de nombreux bois morts et branches accumulés suite aux épisodes de crues. Afin de pouvoir accéder aux zones de chantier et réaliser les terrassements, les déchets ligneux seront retirés et évacués du site.

Les clôtures (110 m de long) présentes sur la partie aval seront également retirées durant les travaux pour faciliter l'accès des engins. De nouvelles clôtures seront reposées après le chantier, pour limiter l'accès du bétail à la partie en eau en aval du bras n°2.

##### Abattage et recépage d'arbres

Les abords du bras n°2 se caractérisent par la présence d'une dense végétation arborée principalement constituée de grosses cépées de saules blancs et de quelques vieux et massifs peupliers noirs. De nombreux arbres (principalement des saules) montrent des signes de sénescence avec des descentes de cymes, la mort de certains brins de cépée ou la casse de branches lors d'évènements météorologiques intenses. Bien que ces arbres présentent un intérêt écologique pour les insectes xylophages et leurs prédateurs (divers pics et oiseaux cavernicoles), ils produisent beaucoup de matière ligneuse (branches et divers bois morts) favorisant le comblement de l'annexe (Fig.30).



Figure 30 - Photo témoignant de l'encombrement du bras par la chute d'arbre et l'accumulation de bois mort

Afin de rajeunir et diversifier les strates de la végétation, tout en conservant les arbres à fort intérêt, les arbres (en particulier des saules), présentant des risques de mortalité, de chute ou de production de bois mort, ont été identifiés et repérés. Ainsi, il est proposé d'abattre ou recéper environ 110 arbres (ou brins de cépées). Si les sujets sont localisés dans les emprises des terrassements, ils sont alors dessouchés.

### Gestion des érables negundo

Malgré la densité de la végétation, les érables negundo arrivent à se ménager une place dans les espaces libres et colonisent la saulaie (Fig.31).

Les érables negundo, situés sur les emprises des terrassements, seront abattus et dessouchés.

Pour les autres érables negundo, ils seront écorcés sur une trentaine de centimètres à hauteur d'homme afin de les épuiser en bloquant le transport de la sève. Cette opération doit être répétée plusieurs fois, les arbres ayant la possibilité de cicatriser lors des premières interventions. Ainsi, il est prévu 2 passages par an (en avril et octobre) pendant au moins trois ans pour réaliser ces écorçages et espérer pouvoir épuiser les érables negundo présents aux abords des zones de travaux.



Figure 31 – Photo d'un massif d'Erable negundo à écorcer présent en berge du bras n°2

L'ensemble de ces travaux forestiers va produire un important volume de matière ligneuse. Il sera alors recherché une valorisation vers des filières locales soit via la mise à dispositions des résidus de coupe à la commune de Lays-sur-le-Doubs, soit une valorisation en bois énergie, soit sous forme de broyat.

#### 4.1.2 Restauration de mares dans le bras n°2

Le profil en long du bras n°2 témoigne d'un atterrissement important avec la présence de plusieurs dépressions qui conservent une lame d'eau de 50 cm pour un débit proche du module du Doubs (150 m<sup>3</sup>/s). La majorité du bras est exondé lorsque les débits sont inférieurs à 100 m<sup>3</sup>/s et toutes les dépressions sont à sec pour des débits inférieurs à 50 m<sup>3</sup>/s.

Pour favoriser la diversification des habitats semi-aquatiques et améliorer l'attractivité de ce bras pour les espèces inféodées aux milieux humides, il est proposé de restaurer 4 dépressions localisées dans le bras n°2 (Fig.32 et 33).



Figure 32 - Photo des 4 dépressions à remodeler

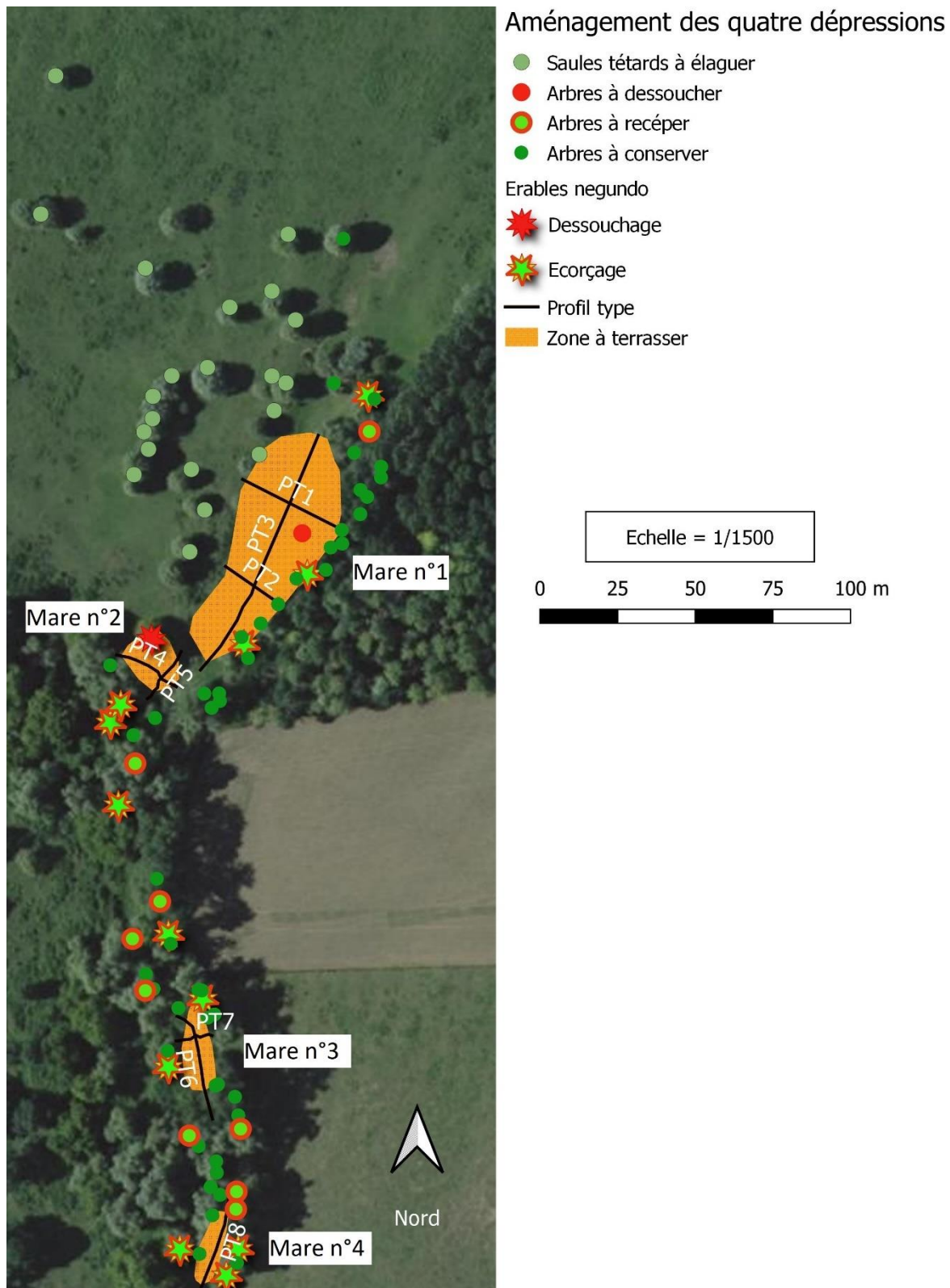


Figure 33 - Cartographie des opérations prévues sur la partie amont du bras n°2

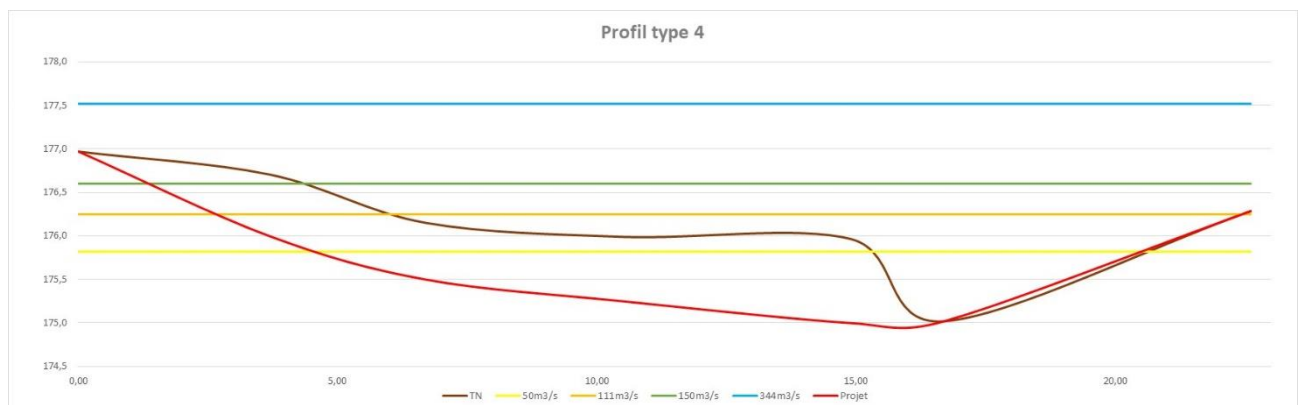
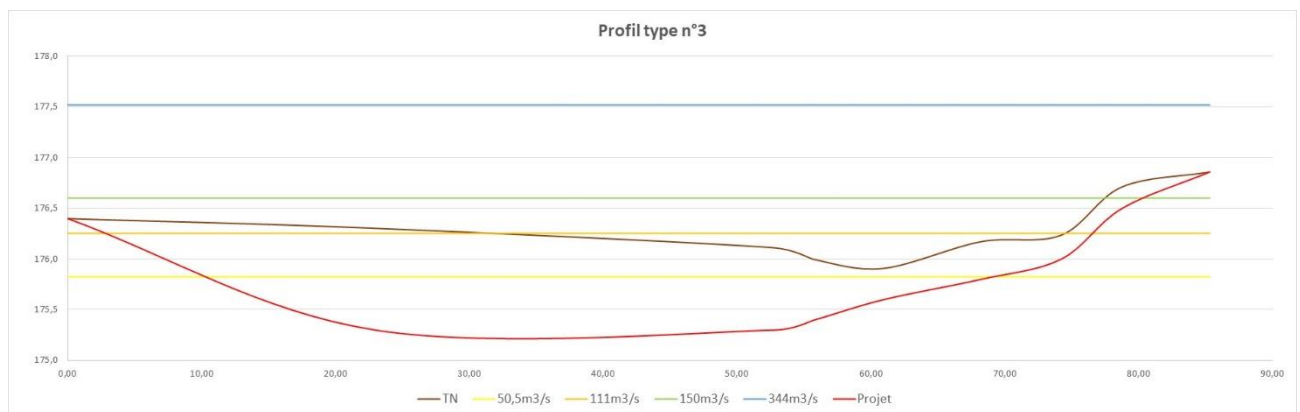
Les parties envasées seront curées et le fond des dépressions sera abaissé pour maintenir l'eau plus longtemps dans les mares. Ainsi les 4 dépressions seront terrassées en déblai à des profondeurs variables mais ne dépassant pas l'épaisseur des dépôts argileux (à savoir un mètre au maximum), afin de ne pas atteindre les couches de sédiments sablo-caillouteux et induire un drainage de la nappe

alluviale. La côte projetée du fond des dépressions après remodelage permettra de maintenir une lame d'eau de 50 cm pour un débit du Doubs de 50 m<sup>3</sup>/s.

Le remodelage de ces dépressions suivra la physionomie du bras mort et sera principalement orienté longitudinalement dans l'axe du bras mort. Ce choix s'inspire de la physionomie du site et permet d'éviter de volumineux déblais par le terrassement des berges du bras mort. En effet, un élargissement des dépressions du bras mort est contraint à la fois par la topographie du site et par la densité de la végétation arborescente sur les berges du bras n°2. Un tel élargissement impliquerait une grande augmentation de volume de terrassement et un nombre important d'arbres à abattre. Seule la mare n°1, plus ouverte et présentant une végétation plus faible en rive droite, peut être élargie afin d'adoucir la pente des berges latérales.

Les profils projetés de terrassement longitudinaux des mares sont présentés ci-dessous (Fig.34 et Annexe 4) :

- profil type n°3 pour la mare n°1,
- profil type n°4 pour la mare n°2,
- profil type n°6 pour la mare n°3,
- profil type n°7 pour la mare n°4.



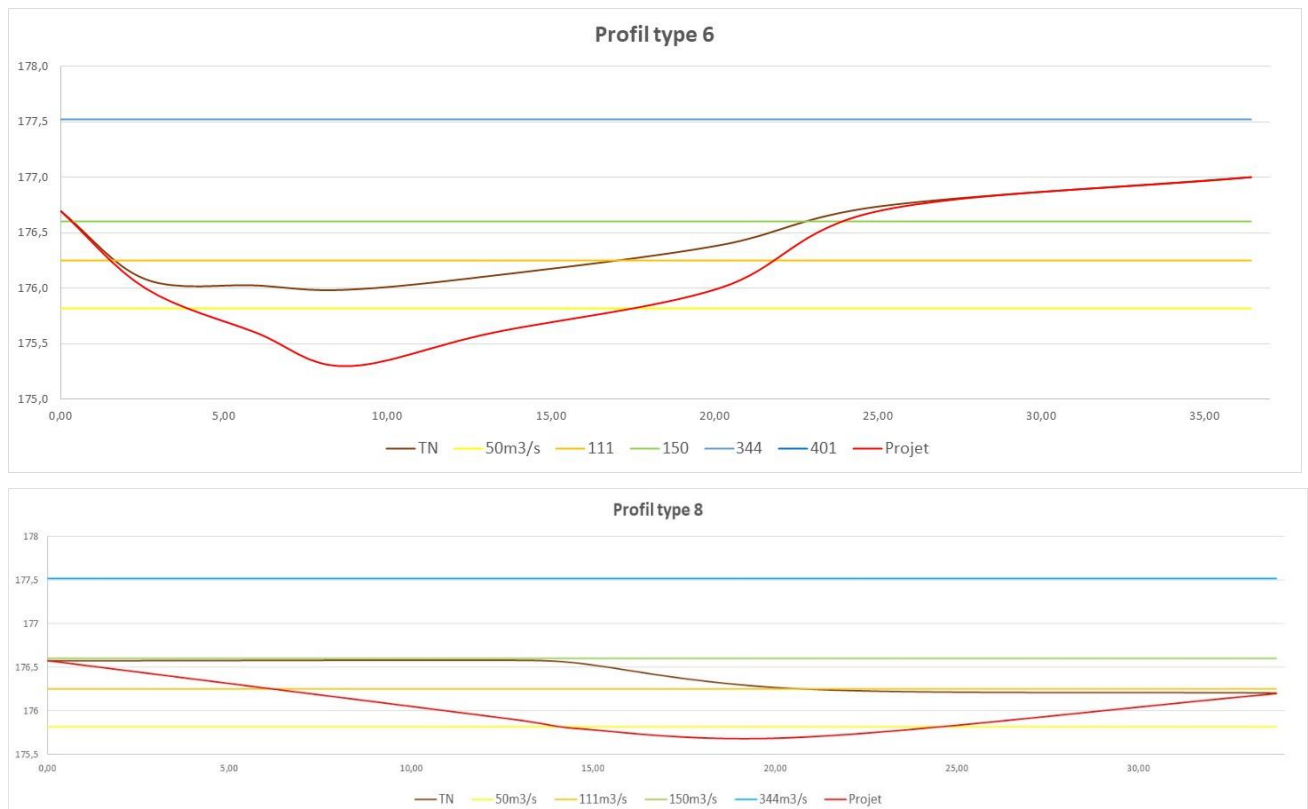


Figure 34 - Profils projetés longitudinaux des 4 mares à restaurer

Ces remodelages favoriseront l'émergence d'habitats aquatiques non fixés d'intérêt communautaire, comme les voiles de lentilles aquatiques, annuelles, libres, flottantes en surface, (le *Lemnion trisulcae*, le *Lemnion minoris*, l'*Hydrochariton morsus-ranae* code Natura 2000 : 3150), ou encore des habitats aquatiques fixés (*Hippuris vulgaris*), les herbiers enracinés à feuilles flottantes (*Nymphaeion albae*), ainsi que des habitats amphibies de ceintures de bords des eaux : roselières, parvoroselières, magnocariçaies (*Eleocharition acicularis*, *Oenanthion aquatica*, *Caricion gracilis*, *Magnocaricion elatae* et *Phragmition communis*).

La surface immergée sera augmentée et l'eau sera présente plus longtemps dans ces dépressions. Ces aménagements devraient augmenter le potentiel d'accueil pour les amphibiens et les odonates.

La surface de terrassement pour le reprofilage des 4 mares est estimée à 2 500 m<sup>2</sup>, représentant un volume de matériaux évalué à 1 020 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.3 Reprofilage de la partie aval du bras n°2

La végétation vieillissante entraîne la chute d'arbres et de branches qui s'accumulent à l'aval du bras n°2. La configuration de ce secteur (rétrécissement et bourrelet alluvial), ainsi que la saulaie présente à l'embouchure du bras (Fig.35), forme un bouchon et favorise son atterrissement.



Figure 35 - Photos de la saulaie encombrant l'aval du bras n°2

Pour réduire le comblement accéléré du bras, diversifier les habitats aquatiques et augmenter l'attractivité du secteur pour les espèces inféodées aux milieux aquatiques, il est proposé de reprofiler la partie aval du bras n°2 (Fig.36).



Figure 36 - Photos de la partie aval du bras à reprofiler, partie en eau reliée au Doubs (gauche) et partie atterrie (droite)

Les travaux consisteront à enlever les deux massifs de saulaie arbustive qui freinent les écoulements d'eau (surface à arracher estimée à 330 m<sup>2</sup>). La partie envasée sera curée, puis les berges et le profil en long de cette zone seront remodelés. Les berges seront profilées en pente douce. En rive droite le rapport de la pente sera variable, environ 5 horizontal / 1 vertical, tandis qu'en rive gauche, le rapport de pente sera d'environ 3 horizontal / 1 vertical, cette berge étant déjà plus abrupte actuellement. Une attention particulière sera portée afin de ne pas surcreuser le bras mort, ainsi le décaissement se limitera à la couche de dépôt argileux (environ 1 m) et n'atteindra pas la couche sablo-caillouteuse qui induirait un drainage de la nappe alluviale.

Les différentes opérations sont représentées sur la carte suivante (Fig.37).

- Aménagement de la partie aval**
- Arbres à dessoucher
  - Arbres à recéper
  - Arbres à conserver
  - Erable negundo
  - ★ Dessouchage
  - ★ Ecorçage
  - Clôture agricole à reposer
  - Clôtures à démonter
  - Saulaie arbustive à arracher
  - Zone à terrasser

Elargissement du terrassement pour favoriser la connexion avec un petit bras de crue



Figure 37 - Cartographie des opérations prévues dans la partie aval du bras n°2

Dans la partie amont de la zone à terrasser, la berge en rive droite sera retalutée sur une emprise plus large afin de favoriser une connexion hydraulique avec un petit chenal de crue, attractif pour les poissons en période de frai.

La clôture qui aura été démontée pour la réalisation des travaux sera remplacée par une nouvelle et étendue un peu plus à l'amont (environ 180 mètres linéaires au total), pour limiter le passage du bétail dans la partie restaurée et immergée plus longtemps.

Les profils projetés de terrassement de la partie aval du bras n°2 sont présentés ci-dessous (Fig.38 et Annexe 4).

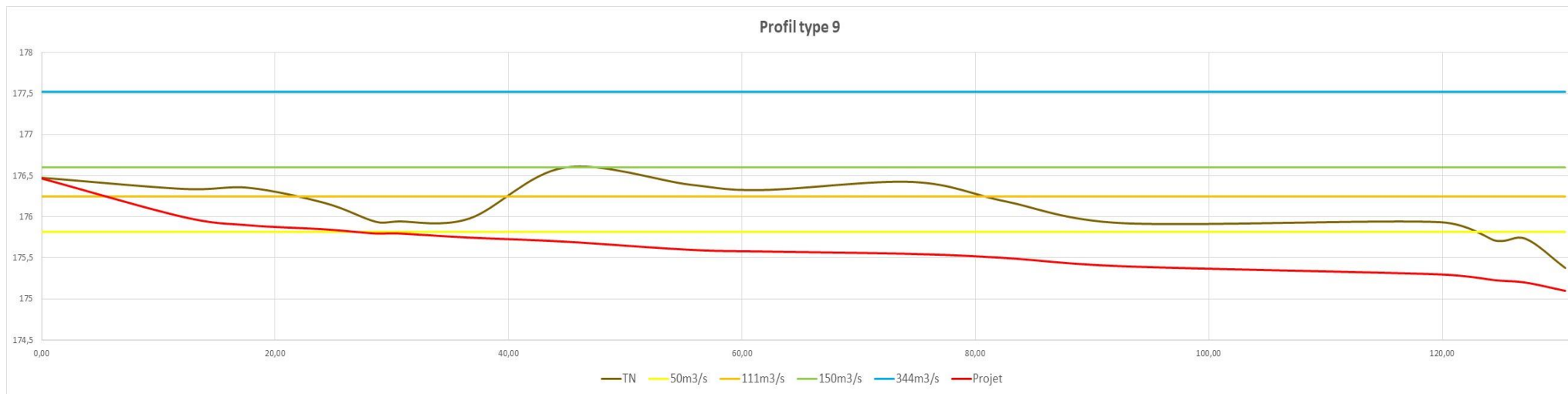
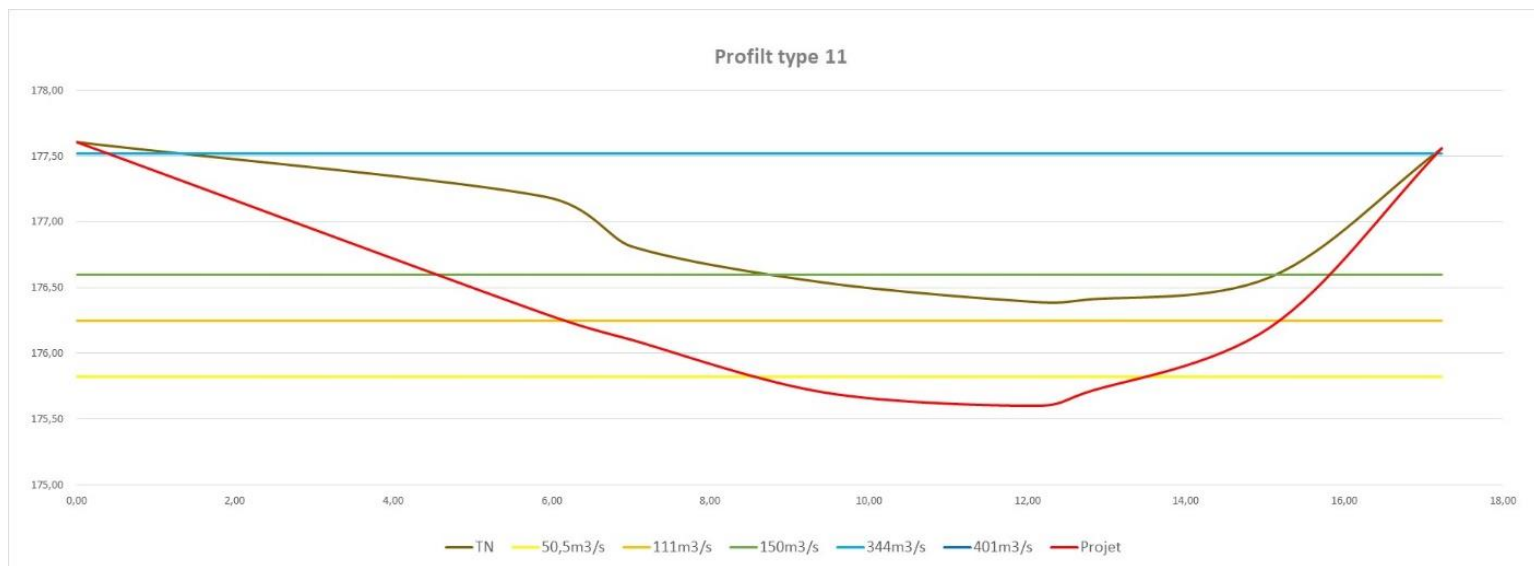


Figure 38 - Profil projeté en travers (profil type 11) et profil projeté en long (profil type 9) de la partie aval du bras n°2 à restaurer

Ce terrassement sera réalisé avec une pente très douce afin de favoriser les successions végétales des habitats de ceintures des bords des eaux amphibies et aquatiques (*Hippuris vulgaris*, *Lemnion trisulcae*, *Lemnion minoris*, *Hydrochariton morsus-ranae* et *Callitriche obtusangula* ou encore le *Potamion pectinati*, code Natura 2000 3150 et 3260, ainsi que le *Nymphaeion albae*).

La surface immergée sera augmentée et l'eau sera présente plus longtemps dans la partie aval du bras. Si ces travaux visent principalement à améliorer l'accueil de la piscifaune sur la partie basale du bras n°2, les odonates et l'avifaune tireront également profit du rajeunissement de ce bras mort.

La surface de terrassement pour le reprofilage de cette partie est estimée à 2 744 m<sup>2</sup>, représentant un volume de matériaux évalué à 602 m<sup>3</sup>.

#### 4.1.4 Gestion des déblais

Le terrassement des dépressions et de la partie aval du bras n°2 vont entraîner le déblaiement d'un volume de matériaux estimé à 1 650 m<sup>3</sup> (hors foisonnement), de nature principalement argileuse.

Tableau 8 – Synthèse de l'estimation des surfaces et volumes de terrassement

Zone à terrasser	Surface estimée (en m <sup>2</sup> )	Volume estimé (en m <sup>3</sup> )
Mare n°1	1 912	569
Mare n°2	244	152
Mare n°3	243	108
Mare n°4	182	191
Partie aval	2 745	602
<b>TOTAL</b>	<b>5 326</b>	<b>1 649</b>

Aucune opération ne nécessite l'utilisation de matériaux au cours de chantier, ils devront donc être exportés en totalité puisqu'ils ne peuvent pas être stockés sur site pour une utilisation ultérieure (zone inondable et zones humides).

Lors de la restauration de la morte des Vergettes en 2020, les matériaux issus du reprofilage de la baissière ont, en partie (5 000 m<sup>3</sup>), été réemployés pour créer un haut-fond dans la gravière (Fig.39). L'objectif était de diversifier les hauteurs d'eau et d'adoucir les profils du plan d'eau. En effet, les relevés bathymétriques réalisés sur la gravière montrent de grandes zones de profonds à proximité des berges du plan d'eau, laissant peu de place à la diversification des habitats aquatiques.



Figure 39 - Photo de la zone de haut-fond réalisé sur la gravière des Vergettes

Par manque de matériaux, le haut-fond créé en 2020 a une superficie inférieure au projet prévu initialement et ne présente pas de milieux de transition entre la berge et le haut-fond. Il est donc proposé de valoriser les matériaux déblayés du Petit Gravier (environ 1 650 m<sup>3</sup>, hors foisonnement)

pour remodeler le haut-fond de la gravière sur le site des Vergettes. Cela permettra d'adoucir les pentes du haut-fond et de favoriser l'implantation d'une ceinture d'hélophytes à cet endroit (Fig.40).

#### Diversification de la berge par la constitution d'une risberme au moyen des déblais de terrassement du Petit Gravier

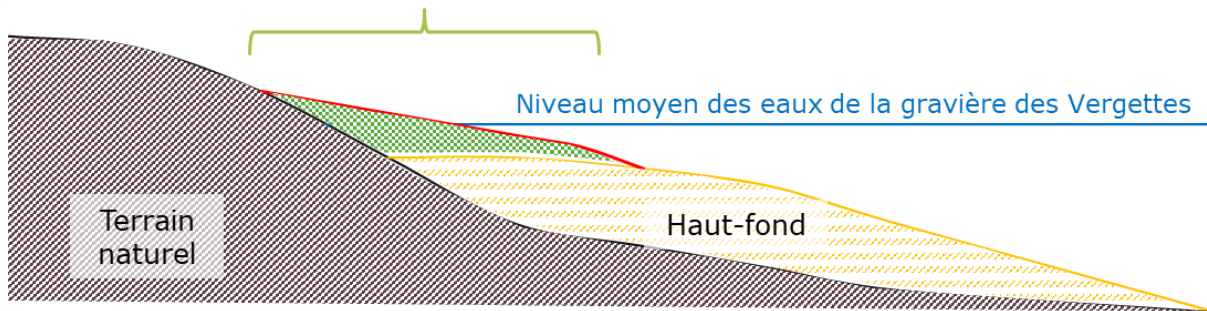


Figure 40 - Schéma de principe de revalorisation des déblais dans la gravière des Vergettes

Les deux sites, le Petit Gravier et les Vergettes, sont sur la commune de Lays-sur-le-Doubs et se situent à 2 km de distance (Fig.1). Les coûts d'exportation des matériaux, à la fois économiques et écologiques, vers les Vergettes seront donc minimisés, par rapport à une mise en décharge.

#### 4.1.5 Restauration des saules têtards et reconstitution d'une ripisylve

Les saules têtards présents sur la prairie humide en amont du bras n°2 sont aujourd'hui vieillissants (Fig.41). En l'absence de taille régulière, les grandes branches s'accumulent et finissent par éclater le fût de l'arbre. Ces arbres présentent des cavités utilisées par l'avifaune cavernicole et favorisent le maintien de la mosaïque d'habitats du site.

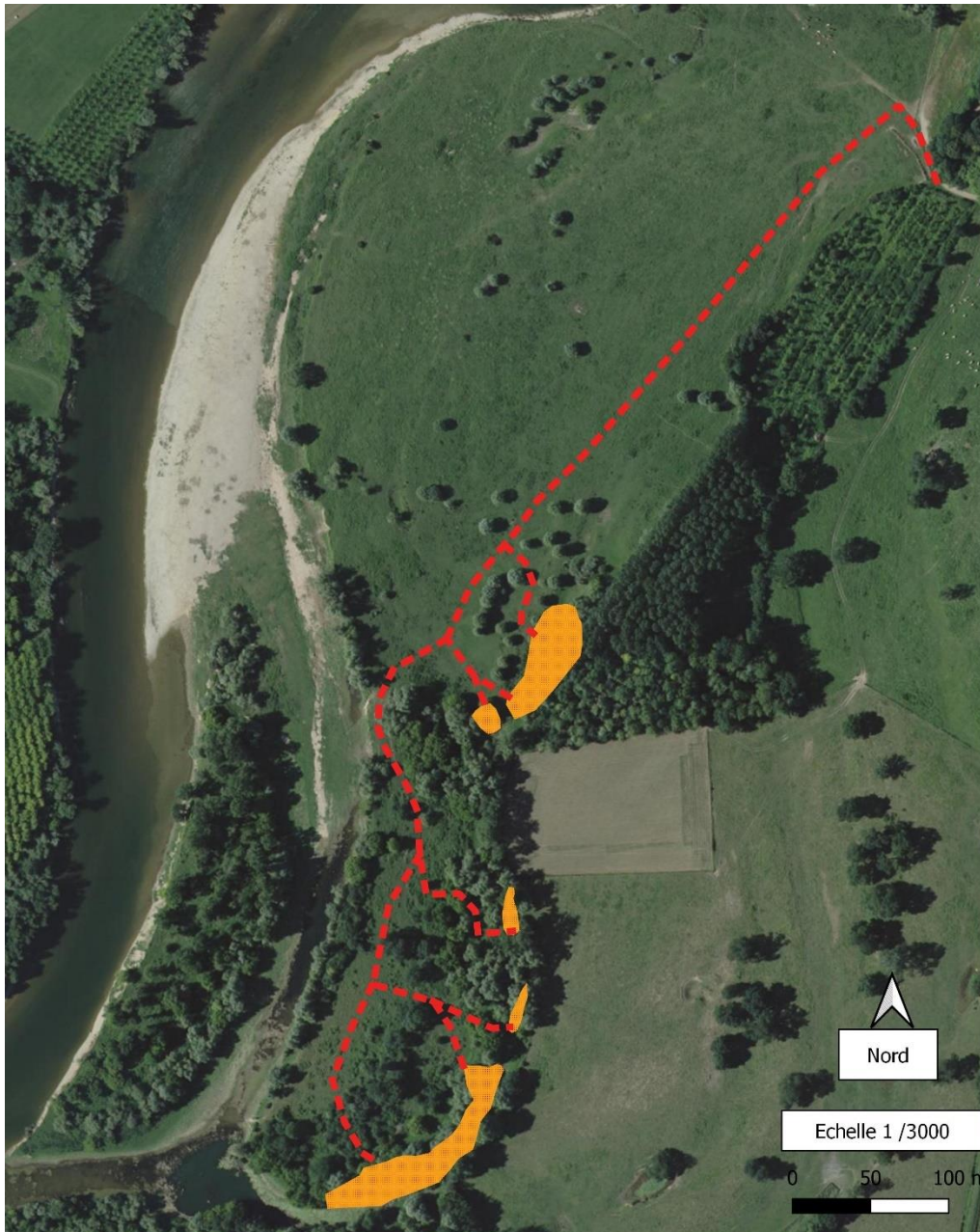


Figure 41 - Photos de saules têtards

Il est donc proposé de tailler 26 saules têtards sur la prairie inondable à proximité de la mare amont du bras n°2 (mare n°1), afin de maintenir ce patrimoine arboré remarquable (Fig.5). Les branches et rameaux taillés seront réutilisés comme boutures pour reconstituer la ripisylve autour des zones terrassées et notamment, de limiter les risques de colonisation par l'érable negundo.

#### 4.2 Accès, durée et période d'intervention

L'accès à la zone des travaux se fera principalement par la prairie humide en amont du bras n°2 (Fig.42). Le relief de la prairie est assez chaotique et présente de nombreuses dépressions dues aux écoulements du Doubs en période de crue. L'entreprise qui réalisera les travaux devra prévoir des engins adaptés au contexte humide et accidenté de la prairie. Une piste de chantier temporaire pourra être mise en place, si nécessaire, durant la période des terrassements. La prairie sera remise en état à la fin des travaux. Les opérations d'élagage et d'abattage étant limitées au strict minimum, l'entreprise mandataire veillera à adapter la taille des engins du chantier pour pouvoir accéder aux emprises de terrassement.



## Légende

- - Piste de chantier
- Zone à terrasser

Figure 42 - Cartographie des accès aux zones de chantier

Afin d'éviter les impacts sur la faune et la flore, la période la plus appropriée pour les travaux se situe entre la fin d'été et le début d'automne. En effet, à partir de fin août, la nidification de l'avifaune est terminée.

De plus, ces travaux devront nécessairement être réalisés en période de basses-eaux afin de pouvoir travailler sur des surfaces exondées. Les débits devront être au moins inférieurs à 75 m<sup>3</sup>/s pour pouvoir terrasser dans de bonnes conditions. En effet, les matériaux à terrasser sont de nature argileuse et par conséquent particulièrement sensible à la présence d'eau. Aussi, plus le niveau d'eau sera élevé plus les matériaux à terrasser seront gorgés d'eau, lourds et difficile à travailler.

Il sera alors nécessaire de porter une vigilance particulière au suivi des niveaux d'eau et de disposer d'une équipe réactive capable d'intervenir rapidement lorsque les conditions hydrologiques seront propices à la réalisation des travaux, mais également de replier les chantiers tout aussi rapidement en cas de fortes précipitations et de montée des eaux sur le bassin versant du Doubs.

Les travaux de bouturage seront programmés en période de repos végétatif, à partir de l'automne.

L'ensemble des opérations devrait pouvoir être réalisé en 6 semaines.

### 4.3 Modalités financières de mise en œuvre

Les tableaux suivants présentent l'estimation du coût et le plan de financement prévisionnel du projet de restauration de la morte du Petit Gravier.

#### 4.3.1 Estimation des coûts

Désignation des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total HT
<b>Prix généraux</b>				
Installation et repli de chantier	Forfait	1	11 000	11 000
Etudes préparatoires et dossier de récolement	Forfait	1	500	500
<b>Travaux préparatoire</b>				
Recupération et évacuation des déchets ligneux	Forfait	1	2 500	2 500
Démontage et évacuation d'une clôture agricole	ml	110	1	110
<b>Travaux forestiers</b>				
Abattage et recépage d'arbres	Unité	110	50	5 500
Dessouchage	Unité	16	30	480
Ecorçage des érables negundo (suivi et reprise 2 fois par an pendant 3 ans)	Unité	66	50	3 300
Arrachage des massifs des saules buissonnants	m <sup>2</sup>	230	5	1 150
Valorisation et évacuation des résidus d'abattage	Forfait	1	5 000	5 000
<b>Terrassement</b>				
Reprofilage des dépressions et de la partie aval du bras n°2 (volume hors foisonnement)	m <sup>3</sup>	1700	15	25 500
Export des matériaux vers les Vergettes (volume hors foisonnement)	m <sup>3</sup>	1700	10	17 000
Aménagement du haut-fond dans la gravière des Vergettes (volume hors foisonnement)	m <sup>3</sup>	1700	3,5	5 950
<b>Génie végétal</b>				
Elagage des saules têtards	Unité	26	70	1 820
Plantation des boutures de saules issues des travaux d'élagage	Unité	500	8	4 000
<b>Aménagement agricole</b>				
Mise en place d'une clôture agricole 3 fils	ml	180	8	1 440
			TOTAL travaux HT	
			TVA 20%	
			<b>TOTAL travaux TTC</b>	
			<b>102 300</b>	

#### 4.3.2 Plan de financement prévisionnel

Une aide de l'agence de l'eau est prévue dans le cadre du contrat de rivière Vallée du Doubs (action I21-BVD-18). Le département de Saône-et-Loire a accordé une aide pour financer des travaux dans le cadre de l'appel à projets Territoires 2021.

Une participation de la fédération de pêche de Saône-et-Loire est envisagée pour partager le reste à charge.

Le plan de financement prévisionnel est présenté ci-dessous.

Financier	Taux	Montant
Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse	70%	71 610 €
Département de Saône-et-Loire (Appel à projets Territoires 2021)	10% (HT)	8 567 €
FDPPMA 71	Environ 10%	11 062 €
EPTB Saône et Doubs	Environ 10%	11 062 €
	TOTAL	102 300 €

#### 4.4 Calendrier prévisionnel de mise en œuvre

	Année		Année			
	2021	2022				
Trimestre	4	1	2	3	4	
Comité technique, finalisation rapport d'avant-projet (complément diagnostic naturaliste et volet conception)	■					
Echanges propriétaires / exploitant / CC BNI	■	■				
Rédaction dossier loi sur l'eau + notice incidences Natura 2000	■					
Instruction des dossiers réglementaires		■	■			
Demandes de subventions		■	■			
Rédaction DCE et consultation des entreprises			■	■		
Réalisation des travaux				■	■	

## Bibliographie

DENOEUD, J., C. GODINOT, O. GUIPPONI, H. MOREAU, M. PAULHIAC-PISON & F. TEJEDOR (2013). Biologie-Géologie BCPST véto 1e année. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

DEFORET T., DUGUET R. et BONNET M., 2021 – Diagnostic naturaliste de la morte du Petit Gravier à Lays-sur-le-Doubs. CD Eau Environnement, Alcedo Faune et Flore. 7 Pages.

FEDERATION DE PECHE DE SAONE-ET-LOIRE, 2018, Avant-projet de restauration de deux annexes hydrauliques du Doubs sur la commune de Lays-sur-le-Doubs, p.100

MALAVOI J.R, 2004, Etude géomorphologique de la basse Vallée du Doubs

TELEOS, 2016, Potentiels piscicoles et qualité physique du Doubs entre Dole et Verdun-sur-le-Doubs, p. 117

## Annexes

Annexe 1 : Cartographie des habitats d'intérêt communautaire, de la flore patrimoniale et des espèces exotiques végétales

Annexe 2 : Cartographie des observations d'amphibiens présents sur la morte du Petit Gravier

Annexe 3 : Cartographie du périmètre d'inventaire des rhopalocères et odonates

Annexe 4 : Cahier des profils de terrassement projeté n°1 à 12 (11 pages)

## Annexe 1 : Cartographie des habitats d'intérêt communautaire, de la flore patrimoniale et des espèces exotiques végétales

### Légende

Habitats d'intérêt communautaire

91E0-1 - Saulaie alluviale

91F0 - Frênaie-ormaie

Habitats sans intérêt communautaire

Flore patrimoniale

Pesse d'eau

Germandrée des marais

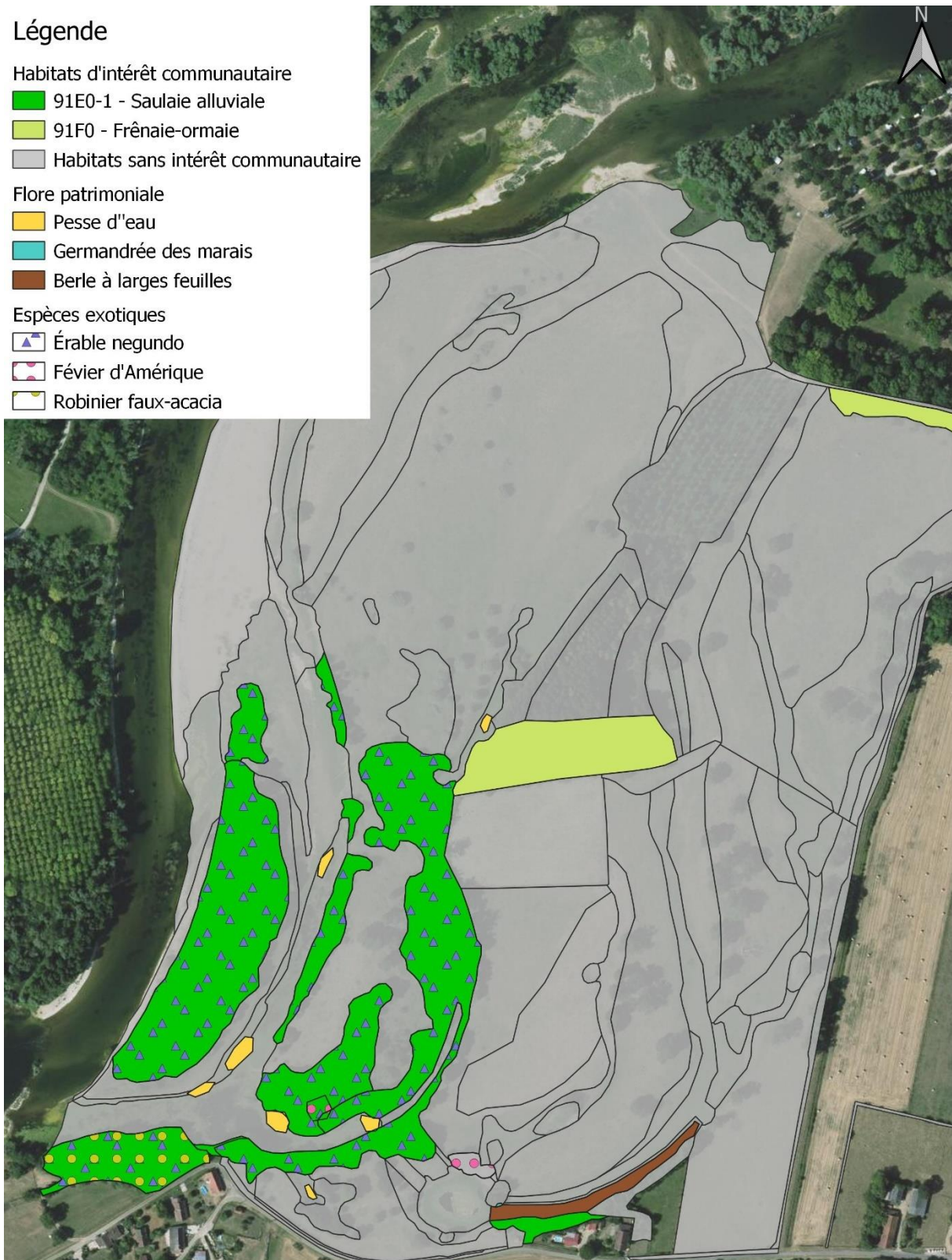
Berle à larges feuilles

Espèces exotiques

Érable negundo

Février d'Amérique

Robinier faux-acacia



Sources : IGN © BD Ortho 2020, EPTB SD

(Mosaïque Environnement)

Réalisation : EPTB SD 2021

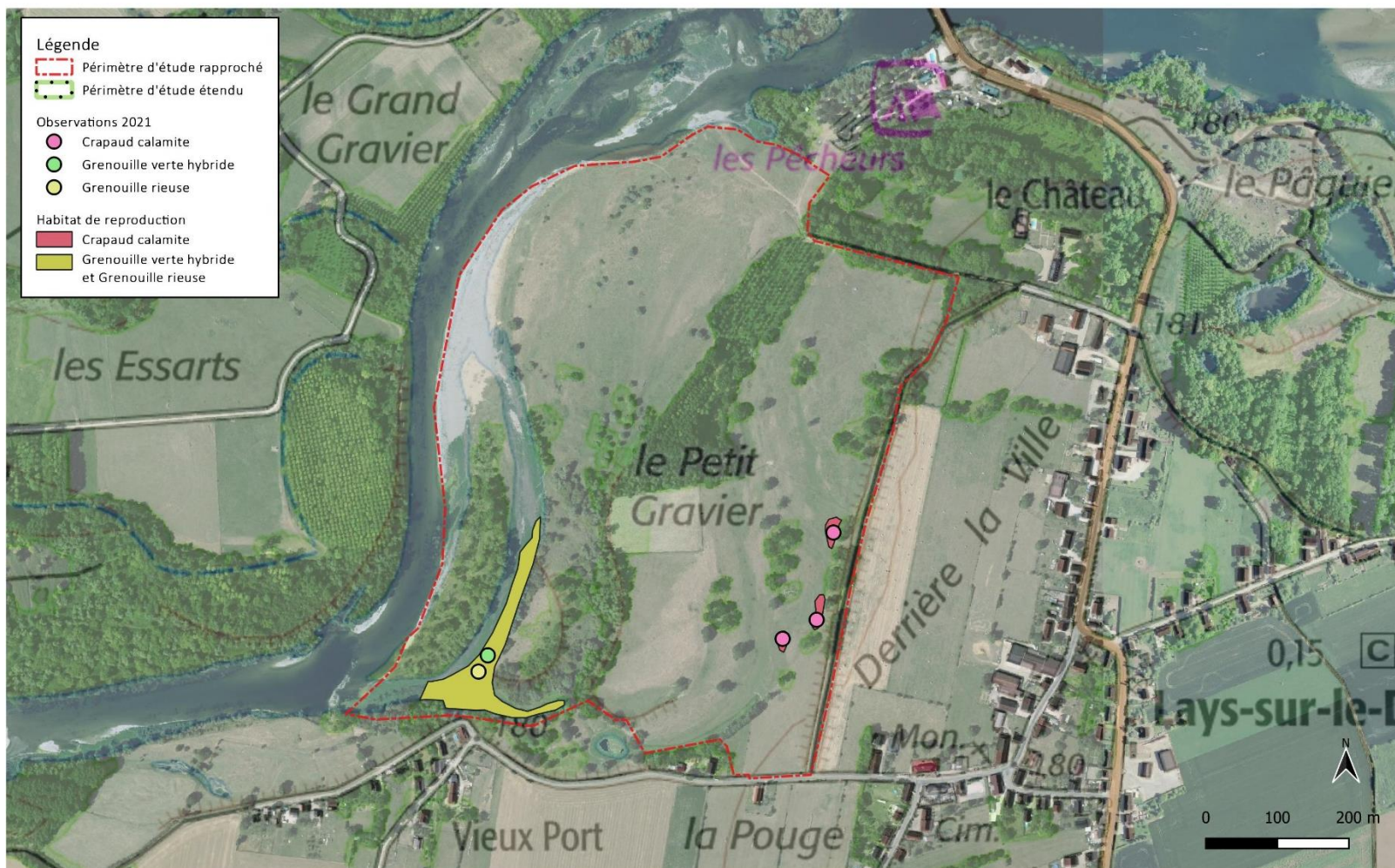
100 0 100 200 m

## Annexe 2 : Cartographie des observations d'amphibiens présents sur la morte du Petit Gravier

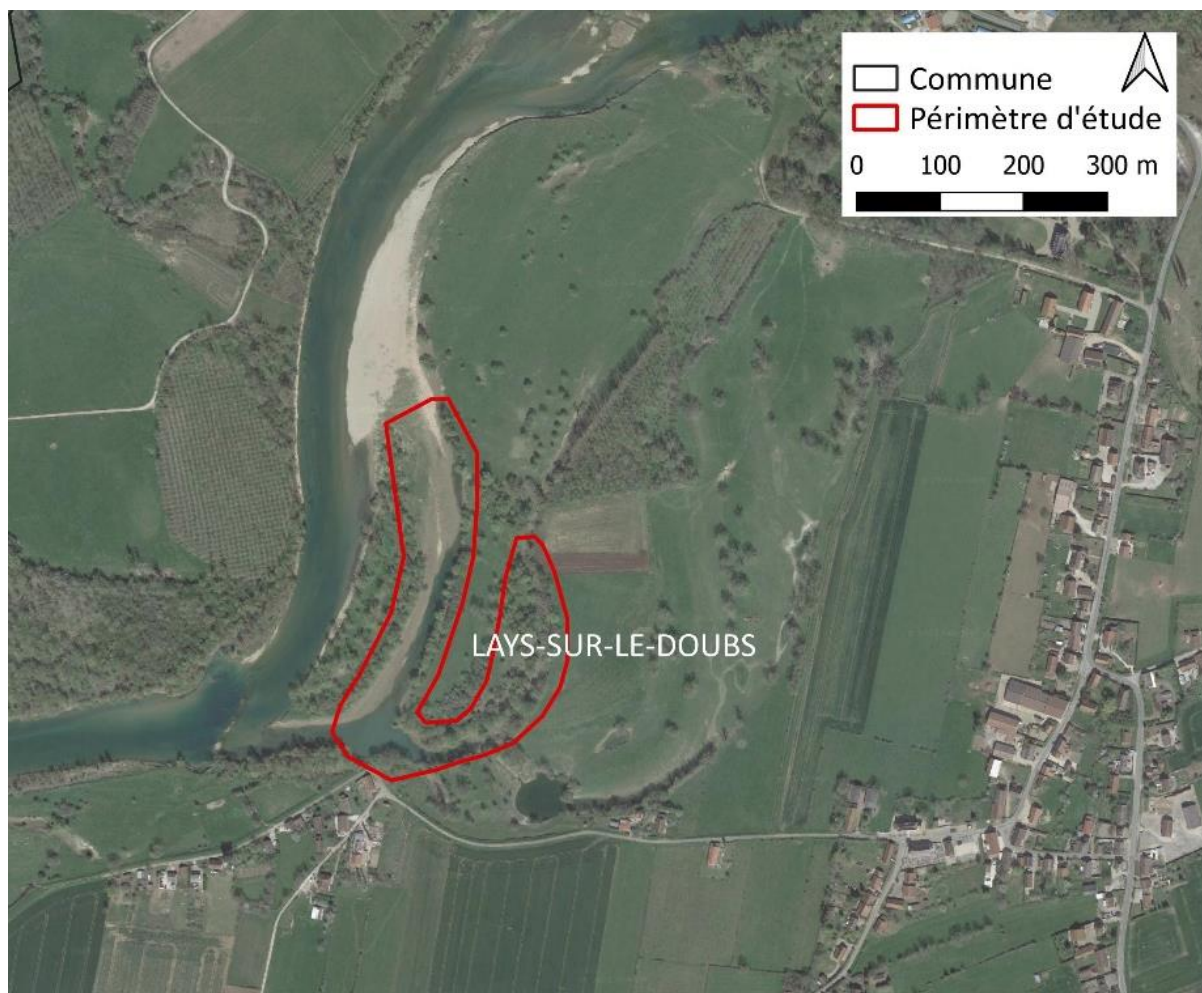


Observations d'amphibiens dans le secteur du Petit Gravier

Diagnostic naturaliste "amphibiens" des mortes du Petit Gravier et de Sermesse (71)



Annexe 3 : Cartographie du périmètre d'inventaire des rhopalocères et odonates



Annexe 4 : Cahier des profils de terrassement projeté n°1 à 12 (localisation des profils en Fig.33 p.42 et Fig.37 p.46)

