



Syndicat Mixte
du Marais de Saône

SYNDICAT MIXTE DU MARAIS DE SAONE

ETUDE DE RESTAURATION MORPHOLOGIQUE DU RUISSEAU DU PONTOT

AVANT PROJET DETAILLÉ et PROJET

février 2019



Villa Saint Charles
25720 BEURE
Agglomération du Grand Besançon
tel : + 33 (0)3 81 51 89 76
fax : + 33 (0)3 81 51 27 11
mail : pascal.reile@cabinetreile.fr

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	2
TABLE DES FIGURES	4
1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE	7
2 GÉNÉRALITÉS	9
2.1 PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT.....	9
2.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE	11
2.3 CONTEXTE PÉDOLOGIQUE	13
2.3.1 A l'échelle du Marais de Saône.....	13
2.3.2 Sur le secteur du Pontot.....	13
2.4 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	14
2.5 SENSIBILITÉS ENVIRONNEMENTALES AU DROIT DU PROJET	14
2.5.1 Sensibilités floristique	14
2.5.2 Sensibilités faunistiques.....	16
3 ETAT INITIAL DU RUISSEAU DU PONTOT	18
3.1 HISTORIQUE – ÉVOLUTION DU TRACE.....	18
3.2 DESCRIPTION DE L'ÉTAT ACTUEL DU RUISSEAU DU PONTOT	20
3.2.1 Exploitation du LIDAR	20
3.2.2 Profil en travers du Pontot.....	22
3.2.3 Profil en long.....	23
3.2.4 Qualité physique.....	24
3.2.5 Qualité physico-chimique et biologique.....	24
3.2.6 Score géodynamique- Capacités d'ajustement.....	26
3.3 HYDROLOGIE.....	29
3.3.1 Objectif du suivi hydrologique	29
3.3.2 Matériel et méthode.....	29
3.3.3 Résultats.....	30
3.3.4 Estimation des débits de crue projet.....	32
3.4 MODÉLISATION HYDRAULIQUE - ÉTAT ACTUEL	34
3.4.1 Méthodologie générale	34
3.4.2 Données d'entrée du modèle pour le ruisseau du Pontot.....	35
3.4.1 Résultats du calage du modèle.....	38
3.4.2 Simulation du fonctionnement actuel pour les débits de crue projet.....	38
4 RENATURATION DU RUISSEAU DU PONTOT.....	39
4.1 RESTAURATION DU LIT MINEUR	39

4.1.1	<i>Objectifs généraux de la restauration de cours d'eau</i>	39
4.1.2	<i>Niveau de restauration envisagé pour le ruisseau du Pontot.</i>	40
4.1.3	<i>Présentation des scénarios d'aménagement</i>	42
4.2	MODÉLISATION HYDRAULIQUE DU PROJET	46
4.2.1	<i>Géométrie « Projet »</i>	46
4.2.2	<i>Résultats des simulations</i>	47
4.2.3	<i>Remarques sur d'éventuelles modifications du tracé en plan projet</i>	48
4.3	AMÉNAGEMENTS ANNEXES	48
4.3.1	<i>Plantations/Ripisylve</i>	48
4.3.2	<i>Devenir du linéaire actuel</i>	49
4.3.3	<i>Impact hydraulique de lit actuel sur le projet</i>	51
4.3.4	<i>Prise en compte de l'Agrion de Mercure en phases travaux</i>	51
4.3.5	<i>Continuité écologique au niveau de l'ouvrage de franchissement</i>	51
4.3.6	<i>Recharge granulométrique</i>	52
5	ANALYSE COMPARATIVE DES SCÉNARIOS	53
6	DOSSIER PROJET	55
6.1	DESCRIPTION DU SCÉNARIO RETENU	55
6.1.1	<i>Évolution par rapport à l'Avant-Projet</i>	55
6.1.2	<i>Profil du nouveau tracé</i>	55
6.1.3	<i>Devenir du linéaire actuel</i>	57
6.2	AMÉNAGEMENTS ANNEXES	59
6.2.1	<i>Végétalisation</i>	59
6.2.2	<i>Recharge granulométrique</i>	59
6.2.3	<i>Accès et franchissement</i>	59
6.2.4	<i>Jonction aval entre le nouveau linéaire et le lit existant</i>	60
6.3	MÉTRÉS/ ESTIMATION DES COUTS	61
6.4	PLANS ET PROFILS	61

TABLE DES FIGURES

LOCALISATION DU LINÉAIRE VISÉ PAR LE PROJET	8
BASSIN VERSANT DU RUISSEAU DU PONTOT	10
EXTRAIT CARTE GÉOLOGIQUE - BRGM	11
COUPE GÉOLOGIQUE DU PLATEAU DE SAÔNE	12
SENSIBILITÉS ENVIRONNEMENTALES SUR LE SECTEUR DU PROJET.....	15
COMPARAISON ENTRE LES CARTES IGN DE 1950 (À GAUCHE) ET 2010 (À DROITE)	18
APERÇU DES DONNÉES TOPOGRAPHIQUES LIDAR SUR LE SECTEUR DU PROJET	21
PROFIL EN TRAVERS TYPE DU RUISSEAU DU PONTOT DANS LA SECTION RECTIFIÉE	22
PHOTOGRAPHIES DU PONTOT AU NIVEAU DE LA SECTION RECTIFIÉE	23
PROFIL EN LONG DU PONTOT	23
SCHEMA DE L'INFLUENCE DE LA MORPHOLOGIE SUR LA QUALITÉ DE L'HABITAT À L'ÉTIAGE	24
EXTRAITS DES CARTES DE QUALITÉ PHYSICO-CHIMIQUE (À GAUCHE) ET HYDROBIOLOGIQUE (À DROITE)	25
LES SEUILS DE PUISSANCE SPÉCIFIQUE	26
VARIABLES PERMETTANT DE DISCRIMINER LA RÉACTIVITÉ GÉODYNAMIQUE DES COURS D'EAU.....	28
SONDES DE SUIVI	29
PHOTOGRAPHIE DU POINT DE SUIVI EN CONTINU.....	30
LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI.....	30
COURBE DU SUIVI DE DÉBIT EN CONTINU	33
IMPLÉMENTATION DES PROFILS EN TRAVERS POUR LA CONSTRUCTION DU MODÈLE HYDRAULIQUE	36
REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT DANS LE MODÈLE HYDRAULIQUE	37
PRINCIPAUX OBJECTIFS VISÉS PAR LES TRAVAUX DE RESTAURATION DE COURS D'EAU	39
ILLUSTRATION DES DIFFÉRENTS NIVEAUX D'AMBITION ENVISAGEABLES POUR LA RESTAURATION DU PONTOT.....	41
APERÇU DE DIFFÉRENTES MORPHOLOGIES SUR LE RUISSEAU DU PONTOT.....	42
PROFIL EN TRAVERS POUR LE SCÉNARIO 1- NIVEAU D'AMBITION R1.....	43
SCHEMA DE PRINCIPE DES BANQUETTES ALTERNÉES- VUE EN PLAN.....	43
PROFIL EN TRAVERS POUR LE SCÉNARIO 2- NIVEAU D'AMBITION R2+	44
CARACTÉRISTIQUES DU TRACÉ EN PLAN	45
EMPRISE DU NOUVEAU TRACÉ POUR LE SCÉNARIO DE RÉMÉANDRAGE	45
APERÇU DE LA MODÉLISATION HYDRAULIQUE DU PROJET	46
REPRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES LIGNES D'EAU DU PROJET.....	47
RÉSULTATS DES COTES DE CRUE MODÉLISÉE POUR LE PROJET	47
ILLUSTRATION DE LA STRUCTURE D'UNE RIPISYLVE	48
SCENARII ENVISAGEABLES POUR LA GESTION DU LINÉAIRE EXISTANT	50
SCÉNARII ENVISAGEABLES POUR LE DEVENIR DU LINÉAIRE EXISTANT.....	50
PROFIL EN TRAVERS TYPE RETENU EN PHASE PROJET	57
REPRÉSENTATION DES LIGNES D'EAU PROJET AU NIVEAU DU PROFIL P2	57

ILLUSTRATION DU DEVENIR DU LINÉAIRE EXISTANT58
 SCHÉMA DE PRINCIPE DES AMÉNAGEMENTS À LA JONCTION AVAL ENTRE LE NOUVEAU TRACÉ ET LE LINÉAIRE ACTUEL-60

Références du dossier

Nom du dossier	Étude de restauration du ruisseau du Pontot- Avant-projet détaillée / Projet
Réf. dossier	D2017-013
Client	Syndicat Mixte du Marais de Saône

Contrôle qualité

Version	Date	Rédacteur	Commentaires
0	15/12/2017	Léo COULBAULT	Minute
1	01/02/2018		AVP - Version 1
2	15/06/2018		AVP - Version 2
3	15/02/2019		AVP/PRO- V1 <i>Modification du tracé en plan</i>
4	22/05/2019		PRO- V2 <i>Reprise du profil en travers, pour réduction de la section plein bord - modifications divers</i>

Liste de diffusion

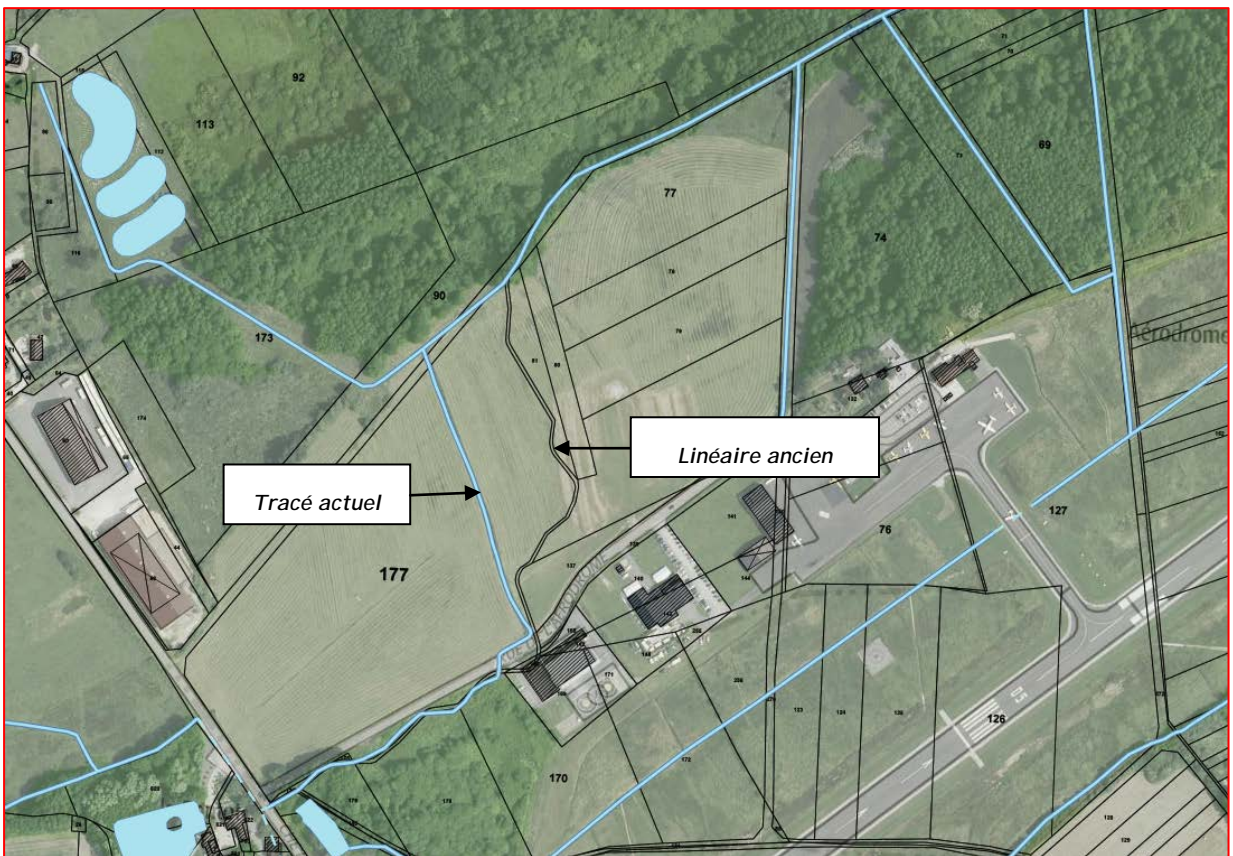
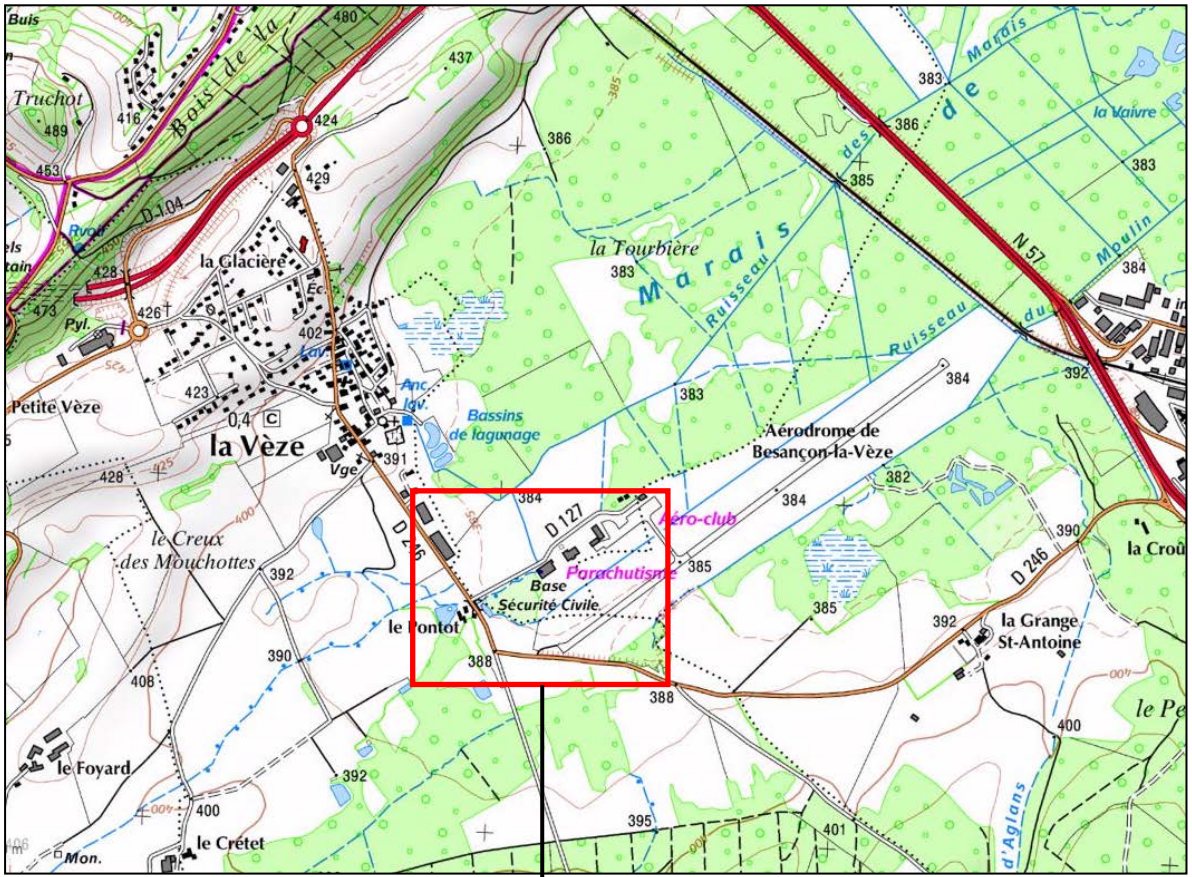
Nom destinataire	Organisme/Société
Alexandre BENOIT-GONIN	SM Marais de Saône

1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de la mise en œuvre du volet opérationnel du plan de gestion, le Cabinet REILE a été missionné par le Syndicat Mixte du Marais de Saône pour réaliser les études d'Avant-projet préalables aux opérations de neutralisation des drains du marais sur les secteurs de « *La Tourbière de Morre* » et de « *la Confrérie* ». Les principaux objectifs visés à travers ces opérations étaient le rehaussement de la nappe et le ralentissement des phénomènes de ressuyage des sols. Les travaux ont été réalisés fin 2014. Le suivi de l'impact des aménagements est en cours. Aujourd'hui, afin de poursuivre ces objectifs de manière cohérente sur son territoire d'action, le Syndicat souhaite engager un programme de restauration du ruisseau du Pontot.

Le secteur d'étude correspond à un linéaire de 285 m environ, situé entre l'amont de la « Base Sécurité civile » (lieu-dit « Le Pontot » sur la carte IGN 1/25 000) et la confluence avec le ruisseau des Marais (point coté 388 NGF sur la carte IGN 1/25 000). Cette portion, très recalibrée, présente un faciès rectiligne et uniforme, et une qualité physique très dégradée.

Idéalement, l'objectif de restauration visé est relativement élevé, avec la volonté de recréer un nouveau lit dont la morphologie et le fonctionnement hydraulique sera plus proche du fonctionnement naturel. La présence, sur ce tronçon, d'une espèce protégée, l'Agrion de Mercure, oblige à prendre un certain nombre de précaution vis-à-vis du tracé existant. Cette sensibilité fera l'objet d'une réflexion particulière, aussi bien dans la définition du projet que pour sa phase de réalisation.

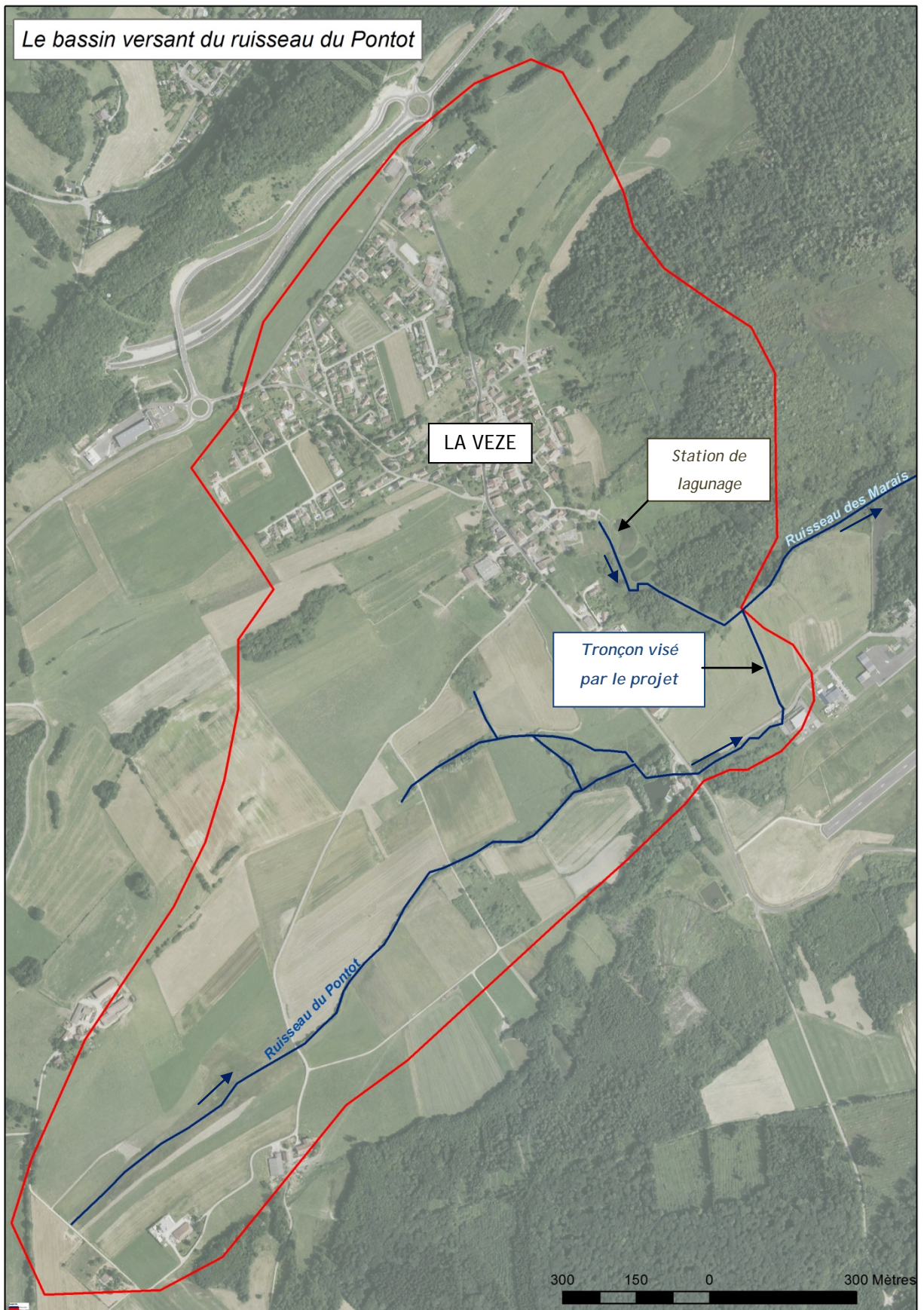


Localisation du linéaire concerné par le projet de restauration

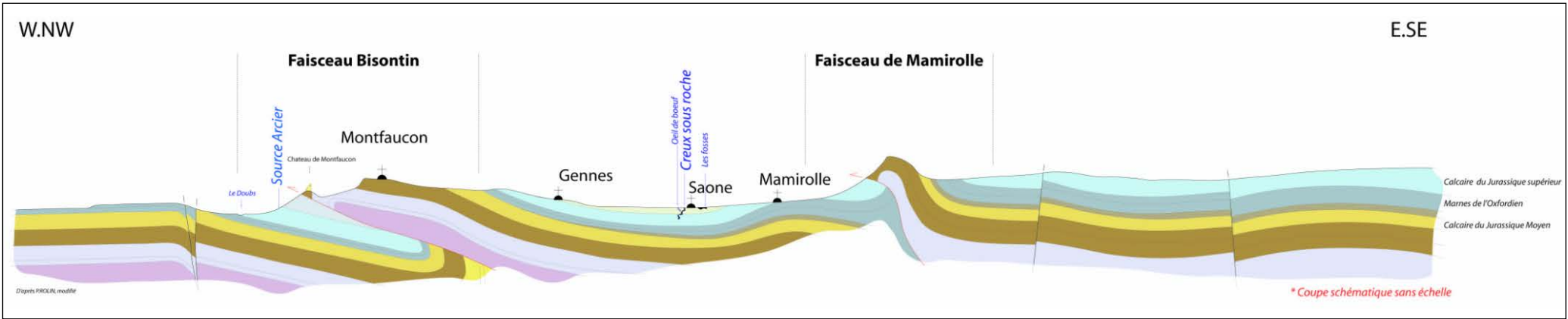
2 GÉNÉRALITÉS

2.1 PRÉSENTATION DU BASSIN VERSANT

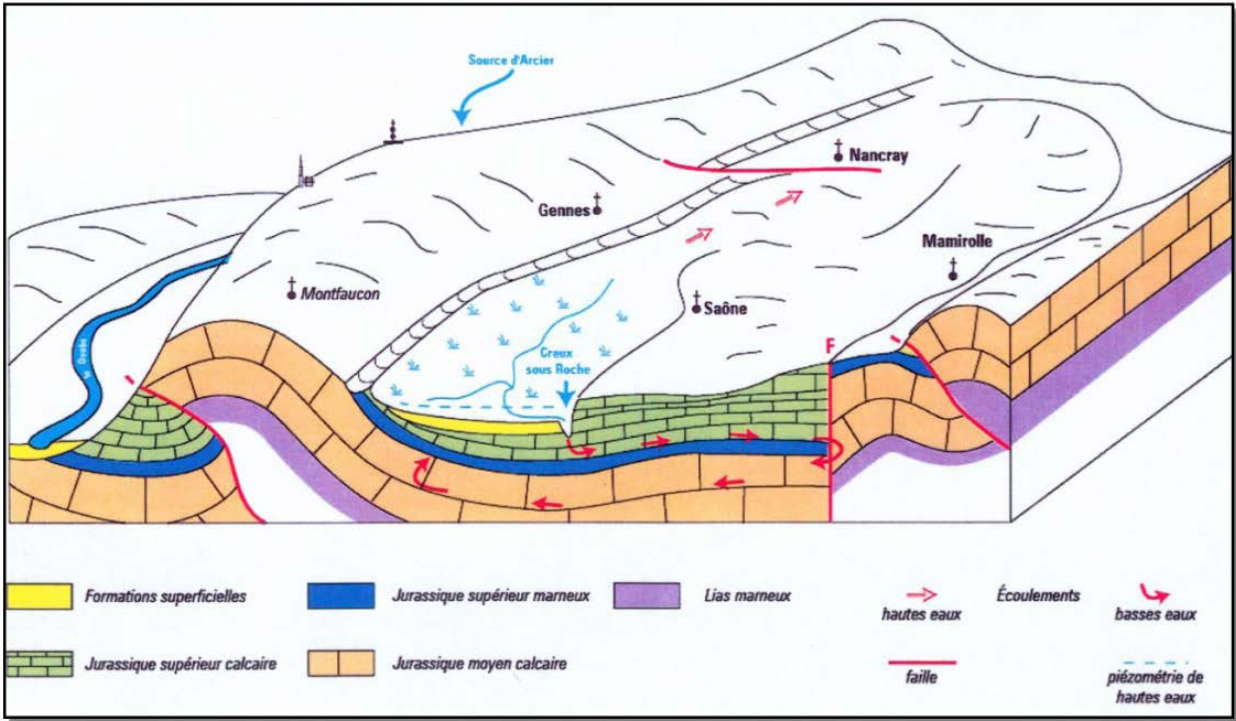
Dans la partie amont, au sud-ouest (orée du bois d'Aglans), les différents affluents suivent leurs cours naturel et divaguent ainsi dans les boisements humides et les cariçaies où plusieurs bras apparaissent parfois. Ce linéaire est long (au moins 2,5 km avec les affluents) et la qualité biologique semble globalement bonne à première vue (à vérifier par des analyses plus complètes). Cependant, quelques atteintes viennent malheureusement la diminuer : creusement d'étangs sur son cours ou en dérivation, abreuvement direct du bétail, traversée de chemin sans système de franchissement, déversement d'eaux polluées (eaux usées et lisiers) au Crétêt... Quelques aménagements ont aussi été réalisés par endroits sur le cours d'eau : fond bétonné, petites rectifications ou tentatives de détournement des eaux... Plus au nord, le cours d'eau nommé « Ruisseau du Pontot » traverse et reçoit les eaux de drainage des prairies et cultures de la Vèze avant de rejoindre les autres bras. C'est à la confluence de tous ces bras que l'étang du Pontot a été creusé. La qualité hydrobiologique du Ruisseau du Pontot a été caractérisée en 2002 par un IBGN (voir § 2.3.2.1) après le passage sous la D104F : la pollution y est modérée. La portion très rectiligne qui relie le ruisseau du Pontot au ruisseau des Marais au sein de prairies humides à fort potentiel écologique fait l'objet du présent AVP. Le bassin versant du Pontot à la confluence avec le ruisseau des Marais présente une superficie de **200 ha environ pour un linéaire de 2km environ**. Notons que le linéaire est temporaire sur toute la partie amont.



Bassin versant du ruisseau du Pontot



Coupe géologique du plateau de Saône



2.3 CONTEXTE PÉDOLOGIQUE

2.3.1 *A l'échelle du Marais de Saône*

Une cartographie pédologique du marais de Saône a été réalisée et montre des sols à dominante limoneuse (Plan de Gestion du marais de Saône). Ils correspondent à des dépôts lacustres issus de l'érosion des affleurements argovo-oxfordiens situés à proximité (Jeannin, 1970) et sont principalement hydromorphes (tourbes, gleys et pseudogleys), c'est-à-dire liés à la présence d'une nappe d'eau peu profonde plus ou moins permanente. Cependant, localement au sein de la zone humide ou plus largement en sa périphérie, le substratum et/ou la topographie permettent un écoulement des eaux. On observe alors des sols brunifiés.

Du fait de la présence de gleys (sols engorgés de manière permanente ou quasi permanente) à des niveaux supérieurs au niveau piézométrique de l'aquifère profond hors zone inondable, et du fait de la trop faible durée des inondations pour expliquer la présence de gleys en zone inondable, les sols hydromorphes du secteur sont essentiellement liés à la présence de nappes perchées mises en place à la faveur de formations superficielles imperméables. De ce fait, les zones humides du marais de Saône sont qualifiées de perchées, c'est-à-dire qu'elle se met en place à la faveur d'une imperméabilité suffisante des formations superficielles, permettant le maintien d'une nappe d'eau à faible profondeur, indépendante de la nappe aquifère profonde.

2.3.2 *Sur le secteur du Pontot*

Les pseudogleys sont des sols dont la genèse est liée à l'existence d'une nappe perchée temporaire n'existant que durant les mois humides et froids et disparaissant en été. Selon le degré d'hydromorphie, on trouve des humus plus ou moins organiques allant du mull à l'hydromoder mais jamais au-delà. L'aération temporaire des horizons humifères permet en effet une minéralisation de la matière organique. Dans le cas du Marais de Saône, ces horizons humifères épais de 25 cm en moyenne reposent directement sur un substratum à dominance limoneuse et non pas argileuse (comme l'a affirmé Jeannin, 1970), où l'activité biologique est quasiment nulle. Leur surface est de l'ordre de 400 ha dans le marais, soit près de 50 % de la zone d'étude. Leur délimitation est cependant complexe étant données les similitudes morphologiques avec la série des gleys : les transitions sont alors difficilement décelables.

2.4 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Le marais de Saône, sur le plateau de Nancray, situé entre les faisceaux bisontin et de Mamirolle est inclus dans le bassin d'alimentation des sources d'Arcier. Le marais s'est mis en place à la faveur d'une structure géologique légèrement synforme, responsable d'une topographie en dépression fermée avec un niveau imperméable (marnes oxfordiennes et argoviennes).

Une première approche pour expliquer le fonctionnement hydrogéologique du marais de Saône a été effectuée par la DIREN Franche-Comté (Mettetal, 1985). En basses eaux, l'infiltration des eaux superficielles se fait de manière diffuse et par les pertes du Creux sous Roche et de la Fontaine de Saône. Elles sont ensuite drainées vers l'Est et le Sud en direction des failles de Mamirolle et de la Baraque aux Violons et rejoignent les calcaires du jurassique moyen et s'écoulent vers la source d'Arcier au bénéfice d'un plongement de l'axe de plissement vers le NE, et qui jaillissent en interstrates de ces mêmes calcaires. En hautes eaux, lorsque le débit est trop important pour drainer toute l'eau par l'étroit passage des failles de la Baraque aux Violons et de Mamirolle, le niveau piézométrique monte jusqu'à la cote 384 m. À cette altitude, au niveau de la faille de Nancray, les eaux peuvent rejoindre les calcaires du jurassique moyen et être ainsi drainées jusqu'aux sources d'Arcier. La submersion ne dépasse jamais la cote 384 m, ce qui signifie que l'exutoire par la faille de Nancray n'a jamais subi de débits suffisamment importants pour saturer.

2.5 SENSIBILITÉS ENVIRONNEMENTALES AU DROIT DU PROJET

Dans le cadre du Plan de Gestion, un important travail d'inventaire et de cartographie a été réalisé afin de dresser un état initial faunistique et floristique du Marais.

2.5.1 Sensibilités floristique

Sur le secteur du Pontot, les habitats correspondent essentiellement à des formations de type « prairie de fauche eutrophe (*Heracleo sphondylii - Brometum mollis*) en rive gauche et prairie hygrophile (*Junco acutiflori - Cynosuretum cristati*) en rive droite. Aucune espèce floristique remarquable, sensible ou protégée n'a été recensée dans l'emprise du projet.

Notons que l'habitat présent en rive gauche, bien que présentant généralement peu d'intérêt, sinon de maintenir des prairies de fauche permanentes, bénéficie toutefois d'un intérêt communautaire en tant que prairie de fauche des Arrhenatheretea, susceptible d'évoluer vers une prairie plus mésotrophe grâce à des conditions d'exploitations moins intensives. (cf. plan de gestion 2015-2019).



Sensibilités environnementales sur le secteur du projet

2.5.2 Sensibilités faunistiques

2.5.2.1 Insectes

Les inventaires réalisés en 2011 et 2017 mettent en évidence une population importante d'Agrion de Mercure sur le linéaire concerné par le projet. Il s'agit d'une espèce protégée en France, et listée à l'Annexe II de la Directive Habitats (NATURA 2000).

Cet insecte se développe dans les milieux lotiques permanents de faible importance, aux eaux claires et bien oxygénées, oligotrophes à eutrophes. Ce sont en général des ruisseaux, rigoles, drains, fossés alimentés ou petites rivières (naturels ou anthropisés), mais aussi sources, suintements, fontaines, résurgences, ...Il colonise les eaux claires permanentes, bien oxygénées, ensoleillées et bien végétalisées. La larve supporte très mal l'assèchement, même de courte durée, elle est relativement sensible à la charge organique et se développe préférentiellement dans des milieux où la concentration d'oxygène dissous est élevée. Les prairies qui bordent les ruisseaux ou fossés ont une grande importance pour l'espèce. Elles sont utilisées comme site de maturation des imagos, comme terrain de chasse et lieu de repos.



La présence cette espèce protégée sera prise en compte dans la définition du projet et les prescriptions en phase travaux.

2.5.2.2 Faune piscicole

Quatre types de secteurs piscicoles ont été mis en évidence sur le Marais de Saône par Moncorgé et Perrinet (1997) :

- un secteur amont à lit caillouteux et avec une eau en provenance de sources, abritant notamment les truites ;
- un secteur intermédiaire rectifié, à faible pente et courant souvent lent, où les limons se sont accumulés au fond provoquant localement des accumulations d'eau ; on rencontre alors tous les autres poissons présents dans les ruisseaux ;
- un secteur aval correspondant à la vallée du Creux sous Roche, avec une pente marquée, un lit étroit et caillouteux où sont surtout présents le goujon et la loche franche ;
- les étangs et autres eaux stagnantes où sont au moins présents la carpe commune et le poisson-chat.

Sur le secteur du Pontot, on ne dispose pas de données précises. En l'état, et compte tenu de la morphologie du Pontot sur le secteur du projet, on peut supposer la présence de cyprinidés tels que Brème, Brochet, Carpe...

2.5.2.3 Amphibiens

Un suivi des espèces patrimoniales a permis d'améliorer les connaissances pour ce taxon, en particulier du Triton palmé, du Triton crêté et du Sonneur à ventre jaune (Jussyk et Sardet, 2011). Les résultats d'une prospection des mares et des étangs révèlent que de nombreux plans d'eau sont utilisés pour la pêche et sont donc peu favorables aux amphibiens, bien que ceux-ci puissent trouver refuge dans les queues d'étangs et la végétation.

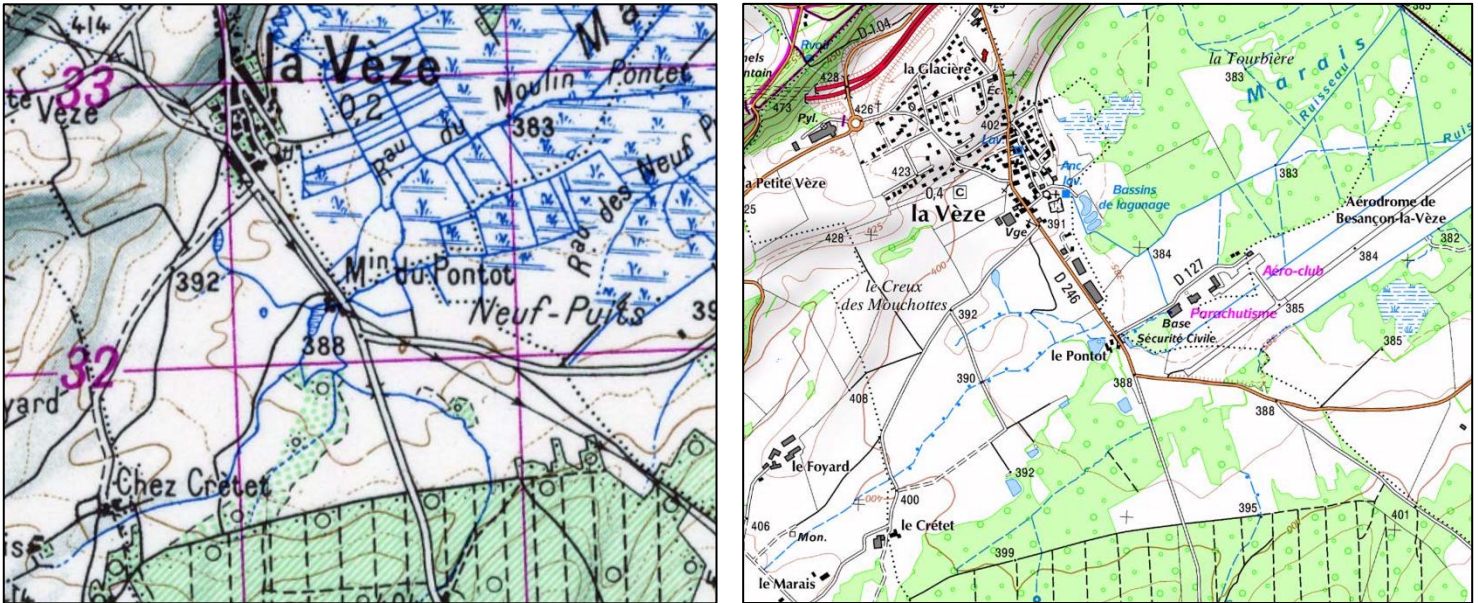
Un peuplement de sonneur à ventre jaune est localisé au sud du marais (sud de l'aérodrome). 5 principales stations ont été recensées pour 71 individus (47 adultes et 24 juvéniles), dont 66 capturés et identifiés, ce qui est conforme aux précédents suivis. Tous les sites de reproduction correspondent à des réseaux d'ornières. La population principale est située dans le Bois d'Aglans (deux stations principales toutes dans la moitié nord), le Bois du Petit Frêne (2 stations) et la lisière sud de l'aérodrome (1 station).

Pas d'amphibiens recensés sur le site du projet.

3 ETAT INITIAL DU RUISSEAU DU PONTOT

3.1 HISTORIQUE - ÉVOLUTION DU TRACE

A l'image d'une grande partie des cours d'eau du Marais de Saône, le ruisseau du Pontot a subi d'importantes modifications morphologiques lors des opérations de drainage agricoles.



Comparaison entre les cartes IGN de 1950 (à gauche) et 2010 (à droite)

Pour le ruisseau du Pontot, ces travaux (recalibrage et rectification) se sont principalement concentrés sur la section située entre l'actuel ouvrage cadre sous la RD127 et la confluence avec l'écoulement en provenance de la Veze, en aval de laquelle le ruisseau du Pontot devient le ruisseau des Marais. L'analyse des photos aériennes anciennes a permis de retracer le linéaire du ruisseau en 1951, antérieurement donc aux importants travaux de drainage réalisés entre 1955 et 1970. Le positionnement de ce tracé sur un fond orthophoto récent permet de visualiser l'évolution. Le tracé en lui-même n'a pas énormément évolué, sauf sur la section précédemment évoquée où la rectification et le déplacement du lit initial sont le plus visible. Notons au passage que l'on retrouve à peu de choses près ce tracé sur le fond parcellaire cadastral actuel.

Ce tracé (celui de 1951) est le plus ancien que l'on puisse retrouver et reconstituer de manière relativement précise. Ce tracé n'est pas visible sur le levé LIDAR.



Tracé du Pontot

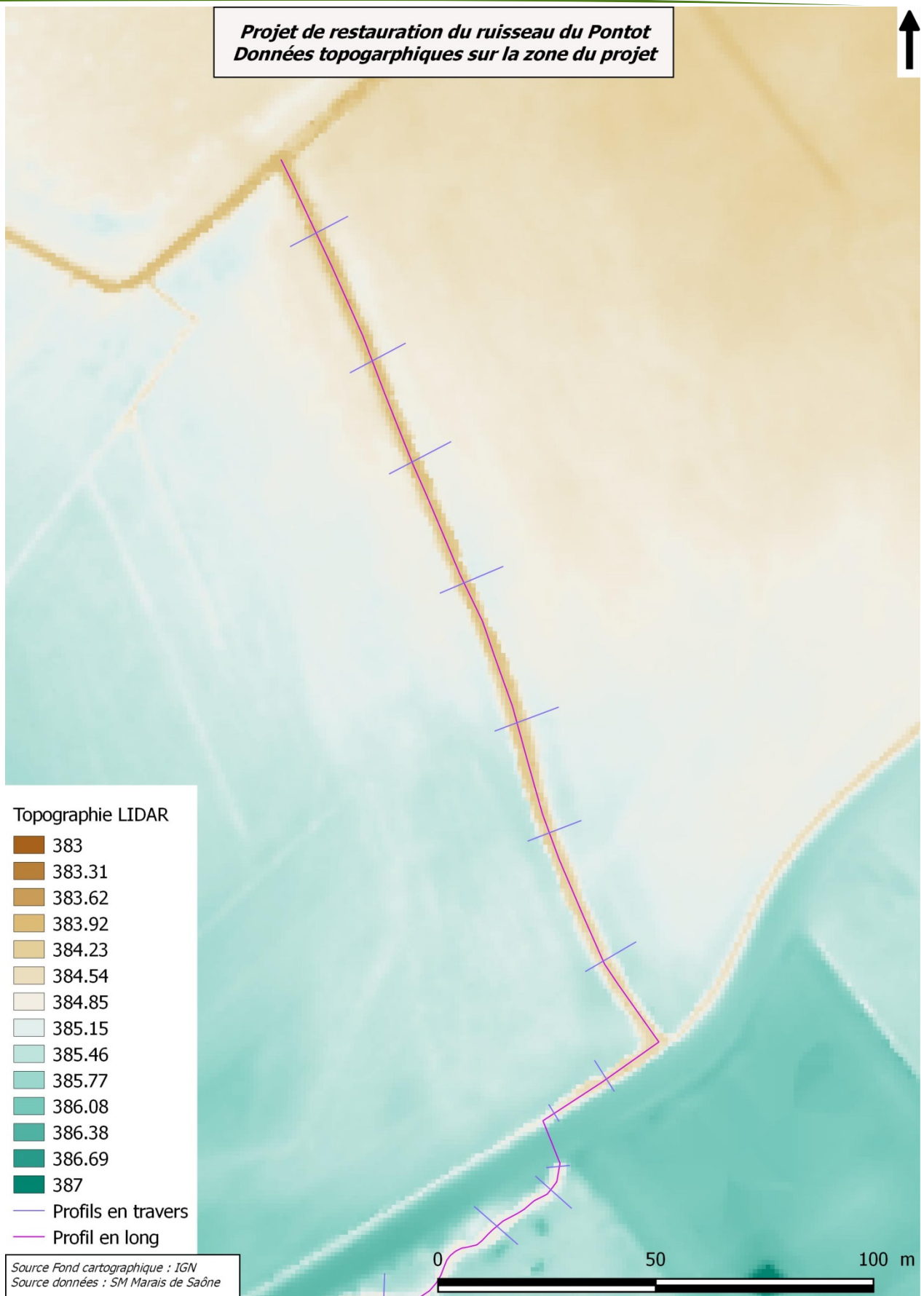
3.2 DESCRIPTION DE L'ÉTAT ACTUEL DU RUISSEAU DU PONTOT

3.2.1 Exploitation du LIDAR

3.2.1.1 Précision des profils en travers

Dans le cadre de l'étude concernant la neutralisation de drains du marais, le Syndicat Mixte a obtenu par convention les données du MNT (Modèle Numérique de Terrain) LIDAR réalisé par la société AERODATA pour le compte de l'Université de Franche-Comté sur le territoire du Marais de Saône.

Comme l'illustre la figure ci-dessous, ce MNT permet, via un logiciel de cartographie, d'extraire facilement des profils en travers en long du cours d'eau avec une précision centimétrique. Ces éléments sont indispensables pour caractériser le fonctionnement hydraulique du cours d'eau actuel (largeur mouillée, largeur plein bord, pente) et définir le projet de restauration. Cependant, compte tenu de la densité des points levés et l'importance du couvert végétal dans le lit mineur, il est délicat d'obtenir, par le biais du LIDAR, des profils en travers permettant de décrire précisément le fond du lit. Par conséquent, des levés topographiques complémentaires ont été nécessaires pour la réalisation de la modélisation hydraulique (profils en travers, profil en long, ligne d'eau).



Aperçu des données topographiques LIDAR sur le secteur du projet

3.2.1.2 Calage altimétrique

Lors de la réalisation du levé topographique complémentaire, nous avons utilisé le repère de nivellement NGF situé au niveau du pont sur la RD 246 (cf. fiche descriptive en Annexe) pour recalibrer les altitudes dans le système NGF. Cela nous a permis de comparer les valeurs obtenues avec celles du LIDAR. Il apparaît une différence de + 0,25 m entre les altitudes données par le LIDAR et celles mesurées à partir de la référence NGF. Dans l'optique de la réalisation des travaux, et afin de disposer d'une référence unique pour la suite du dossier, on considérera donc la relation suivante :

$$Z_{\text{NGF}} = Z_{\text{LIDAR}} - 0.25 \text{ m}$$

Remarque : cette observation concerne les valeurs absolues des altitudes levées par LIDAR. Les différences entre les différents points (hauteur relatives) restent valables.

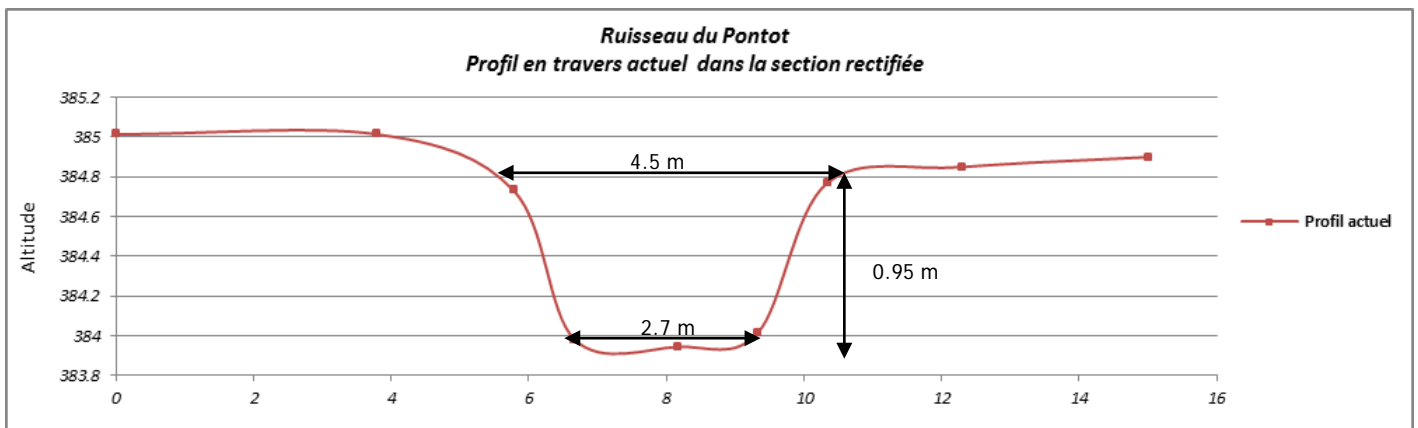
3.2.1.3 Relevés complémentaires et ajustement

Afin d'affiner les profils obtenus par l'exploitation du LIDAR, nous avons réalisé :

- Un profil en long du fond du lit sur 220 m environ
- 3 profils en travers du lit mineur

3.2.2 Profil en travers du Pontot

Outre la simplification du tracé en plan (rectification), le ruisseau a également subi des travaux de recalibrage. L'objectif de ces opérations était de d'augmenter la capacité de drainage et d'évacuation des ruisseaux afin d'assécher les terrains marécageux. Il en résulte un gabarit (profil en travers) trapézoïdal, aux berges subverticales, largement surdimensionné par rapports aux débits transitant réellement dans ces cours d'eau. Dans la traversée de la pâture, la largeur du lit mouillé est d'environ 2,7 m, la largeur plein bord d'environ 4,5 m, et la hauteur plein bord d'environ 1 m. La hauteur d'eau varie entre 5 cm, en étiage, et 50 cm environ en eaux moyennes.



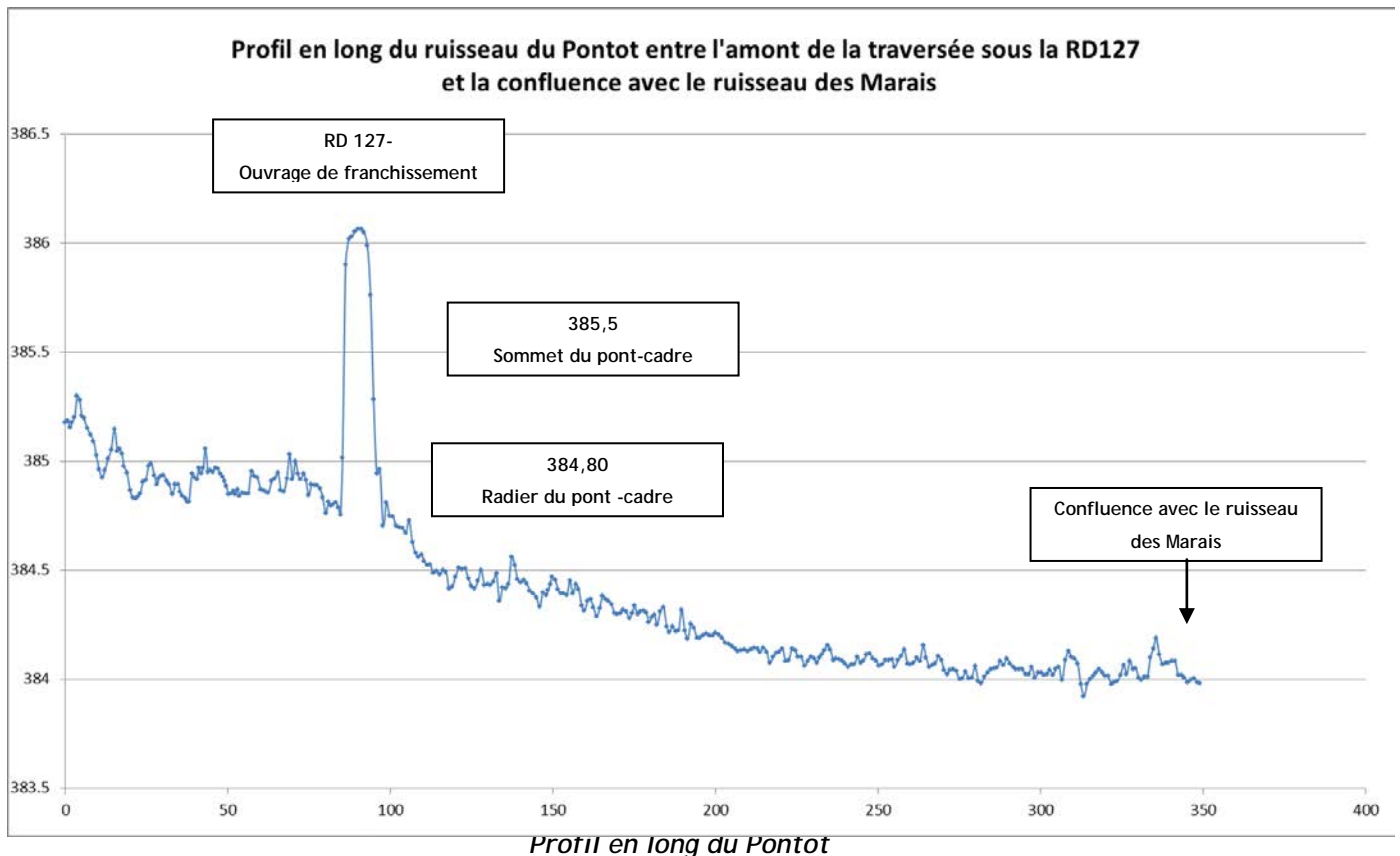
Profil en travers type du ruisseau du Pontot dans la section rectifiée



Photographies du Pontot au niveau de la section rectifiée

3.2.3 Profil en long

L'exploitation du MNT LIDAR fournit par le Syndicat Mixte du Marais de Saône nous a permis d'établir le profil en long de la ligne d'eau du ruisseau du Pontot de part et d'autre de la traversée de la RD127. Ce profil est présenté ci-dessous. Le profil représente un linéaire de 348 m, pour un dénivelé total est de 1,2 m, soit une pente moyenne de 0,3 %.



3.2.4 Qualité physique

La morphologie d'un cours d'eau influence directement la surface et la qualité de l'habitat utilisable par les espèces aquatiques en générale, et piscicole en particulier, en condition d'étiage. Lorsque le débit est faible, un habitat naturel et préservé permet généralement le maintien de hauteurs d'eau et de vitesse d'écoulement convenant au maintien du peuplement piscicole. En revanche, les cours d'eau fortement modifiés par l'homme dans le cas de rectifications, curages ou recalibrages, présentent une morphologie défavorable au maintien d'un habitat correct en étiage. Ces perturbations, en élargissant et en recalibrant le lit, conduisent à l'étalement de la lame d'eau et donc à la diminution de sa hauteur, réduisent fortement les vitesses d'écoulement, et entraînent une déconnexion des caches et de la ripisylve en berges (coupe 3.1).

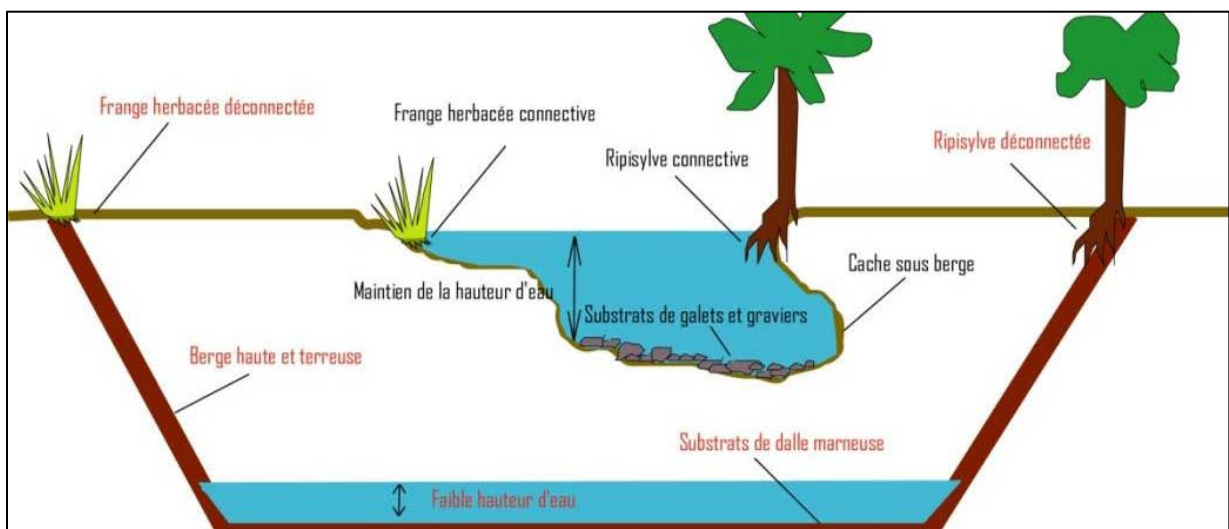


Schéma de l'influence de la morphologie sur la qualité de l'habitat à l'étiage

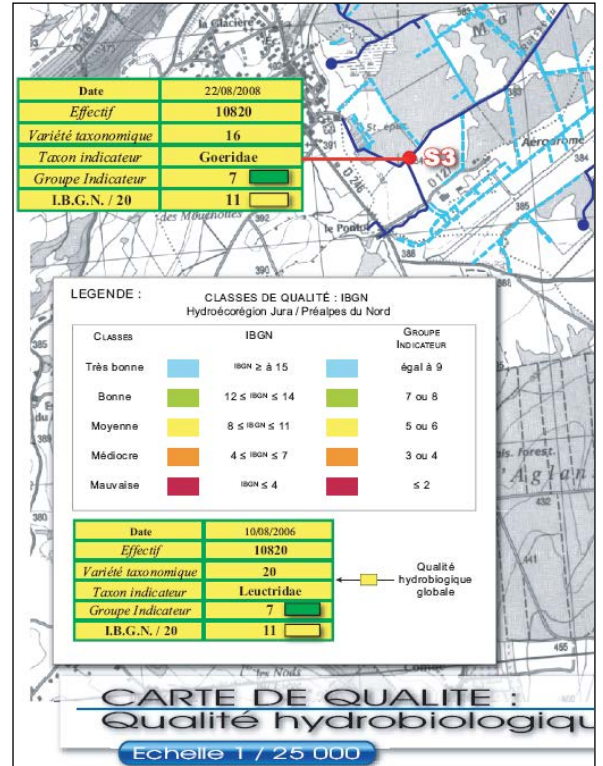
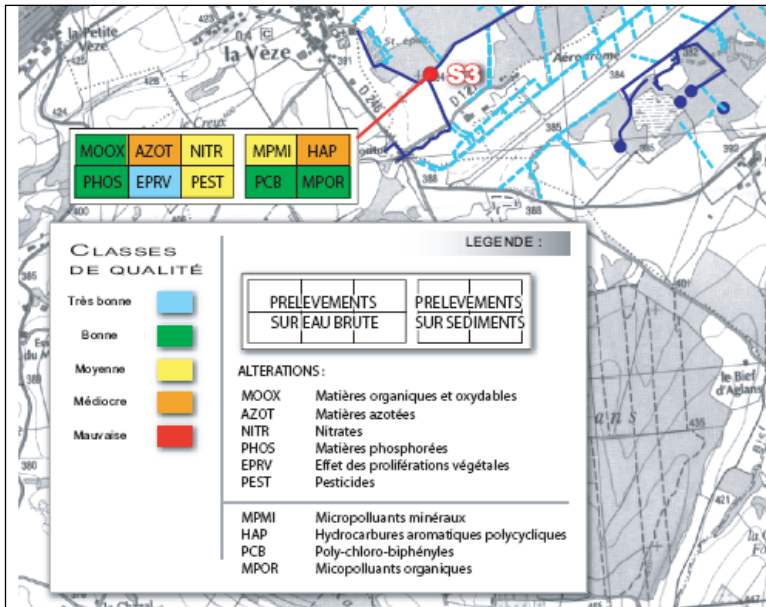
Du fait de ces aménagements, le ruisseau du Pontot présente aujourd'hui un faciès d'écoulement très uniforme, des berges hautes et cohésives, des habitats peu diversifiés et un substrat dominé par la vase.

3.2.5 Qualité physico-chimique et biologique

On dispose d'assez peu de données concernant ces paramètres sur le ruisseau du Pontot. La réalisation d'investigations spécifiques (prélèvements, analyses physico-chimiques, IBG) n'était pas prévue dans le cadre de cette mission. Les éléments qui suivent sont issus du Plan de gestion du Marais de Saône 2009-2013 - Réactualisé pour le plan de gestion 2015-2019 47 :

« Sur le ruisseau du Pontot, seul un IBGN avait été réalisé. La note était de 13/20 en 2004, elle définissait une classe 1B de qualité (pollution modérée). L'habitat est altéré, la végétation de bordure est dense et empêche le développement de la végétation aquatique, le fond (marneux) est peu

biogène. L'altération de la qualité de l'eau peut être liée à la proximité du village de la Vèze et aux activités agricoles développées sur le bassin versant (Moine, 2004). En 2008, la note IBGN passe à 11/20 avec une qualité médiocre vis-à-vis de l'azote et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).



Extraits des cartes de qualité physico-chimique (à gauche) et hydrobiologique (à droite)

SAGE Environnement , 2008

Bilan : La qualité physico-chimique et hydrobiologique des cours d'eau du marais sur lesquels des analyses ont été réalisées est globalement mauvaise. Les principales causes en sont les suivantes :

- eutrophisation / pollution des eaux (pollutions avérées ou potentielles agricoles, ménagères, industrielles, routières, présence d'étangs, rejets de STEP ou de lagunage) ;
- localement la fermeture par un couvert boisé trop constant et opaque qui limite les apports de la lumière,
- calibrage/rectification des ruisseaux (berges abruptes, enfoncement de la ligne d'eau, etc.).

3.2.6 Score géodynamique- Capacités d'ajustement

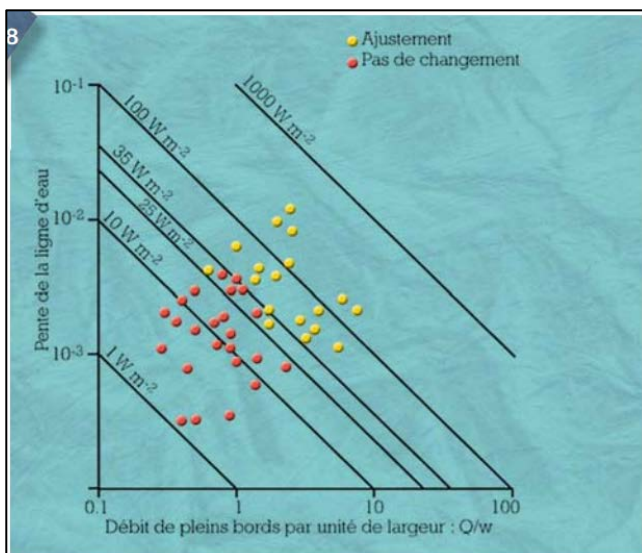
Les objectifs décrits précédemment ne sont pas forcément généralisable à tous des cours d'eau. En effet ils doivent être adaptés en fonction du contexte (bassin versant, occupation du sol), de la nature des altérations, et bien entendu de la capacité plus ou moins grande du cours d'eau à s'auto-ajuster suite aux travaux, on parle alors de la résilience du cours d'eau. En effet, les dysfonctionnements à l'origine des opérations de restauration ont des effets plus ou moins importants et plus ou moins réversibles selon le type de cours d'eau sur lequel ils se manifestent. De même, la possibilité de résorber voire de supprimer ces dysfonctionnements sera également fonction du type du cours d'eau, et donc de sa capacité d'ajustement géomorphologique. La capacité d'ajustement géomorphologique du cours d'eau suite à des travaux de restauration dépendra de l'intensité de son activité géodynamique. Cette dernière peut être estimée en fonction de différents paramètres (Biotec, Malavoi, 2007) :

- la puissance du cours d' eau ;
- l' érodabilité de ses berges ;
- l' importance et la nature des apports solides directement ou indirectement injectés.

3.2.6.1 Puissance spécifique:

Cette puissance correspond sommairement au produit de la pente par le débit, pu rune section de cours d'eau donnée. Elle s'exprime en W/m². Il a été démontré depuis de nombreuses années que les capacités d'ajustement d'un cours d'eau étaient en grande partie fonction de sa puissance spécifique. Les travaux pionniers de Brookes sur ce sujet (1988), repris dans Wasson et al. (1998), ont largement défriché le terrain. D'une manière synthétique, les résultats de Brookes permettent d'identifier deux seuils de puissance spécifique :

- un seuil « majeur » apparaît aux environs de 35 W/m², au-dessus duquel la puissance naturelle des cours d' eau anciennement chenalisés a permis à ces derniers de réajuster leurs formes et de retrouver petit à petit une géométrie plus naturelle ;
- un seuil mineur est visible aux environs de 25 W/m², en dessous duquel la dynamique n' a pas permis de retour à la morphologie primitive ;



$$\omega = (i * Q * 9810)/Lpb$$

ω = puissance spécifique à pleins bords (W/m²)
 i = pente (m/m)
 Q = débit spécifique à pleins bords (m³/s)
 Lpb = largeur de pleins bords (m)

Les seuils de puissance spécifique

D'après Brookes, 1988 in Wasson et al., 1998

Pour le Pontot cette valeur est estimée entre 5 et 10 W/m². Cela signifie que ses capacités d'auto ajustement sont faibles, et qu'il faut donc envisager un niveau de restauration élevé pour espérer retrouver un niveau de fonctionnement satisfaisant d'un point de vue morphologique et biologique.

3.2.6.2 *L'érodabilité des berges*

Les recherches menées récemment ont permis d'établir que les seuils proches de 25 - 35 W/m² peuvent être affinés et relativisés en fonction des caractéristiques sédimentologiques des berges des cours d'eau et notamment de leur érodabilité, elle-même fonction de la nature cohésive ou non des alluvions constituant le fond de vallée. Ainsi des cours d'eau à faible puissance (10 - 15 W/m²) peuvent présenter une activité géodynamique relativement importante si leurs berges sont pas ou peu cohésives et s'ils reçoivent de l'amont une certaine quantité d'alluvions grossières qui, par leur dépôt sous forme de bancs, activent les processus d'érosion sur les berges opposées. A l'inverse, des cours d'eau plus puissants (40 - 50 W/m²), mais coulant dans une plaine alluviale composée de sédiments plus cohésifs (argiles, limons, sables limoneux), sont moins actifs, surtout si les apports solides provenant de l'amont sont modestes et formés de particules de dimensions réduites.

Sur le secteur du projet le ruisseau du Pontot s'écoule sur des formations de type « gley » et « pseudo-gley ». Il s'agit de sols à dominante limoneuse, plutôt cohésifs, et assez peu sensibles à l'érosion.

3.2.6.3 *Les apports solides*

Outre leur rôle dans l'activation des processus d'érosion latérale, les apports et les dépôts de charge sédimentaire moyenne et grossière sont extrêmement importants en termes d'équilibre géodynamique (balance de Lane). Ils sont en outre à l'origine de la présence d'un substrat alluvial qui constitue l'habitat indispensable à de nombreux organismes composant les biocénoses aquatiques et ripicoles.

Sur le ruisseau du Pontot, la charge solide « grossière » est quasiment inexistante. Ce constat s'explique par la nature géologique du bassin versant (peu de production), ainsi que la très faible pente (faible capacité de transport). Les différents aménagements réalisés sur le ruisseau depuis les années 50 ont probablement contribué à réduire encore d'avantage la charge de fond. Aujourd'hui, les fonds sont majoritairement à dominante limoneuse et vaseuse. Le transport s'effectue principalement par suspension.

3.2.6.4 *Score géodynamique*

Sur la base de ces trois variables et malgré les imperfections qui subsistent quant à leur mesure, il semble possible de proposer une typologie géodynamique simplifiée tel que présentée dans le tableau page suivante :

	1	2	3	4
Puissance spécifique - ω	< 10 W/m ²	10 - 30 W/m ²	30 - 100 W/m ²	> 100 W/m ²
Erodabilité des berges - B	Nulle	Faible	Moyenne	Forte
Apports solides - A	Nuls	Faibles	Moyens	Forts

Variables permettant de discriminer la réactivité géodynamique des cours d'eau

D'après Malavoi J.R. et Bravard J.P., 2010. Eléments d'hydromorphologie fluviale. Onema. 224 pages.

Dans le cas du Pontot, ce score géodynamique est très bas : faible puissance, faible transport solide et faible érodabilité des berges. Cela signifie concrètement que le cours d'eau est peu résilient, et que la restauration doit être très aboutie pour atteindre des résultats significatifs. Il faut donc envisager un niveau de restauration élevé pour espérer obtenir des résultats significatifs.

3.3 HYDROLOGIE

3.3.1 Objectif du suivi hydrologique

L'objectif principal du suivi est de caractériser l'ordre de grandeur des débits transitant dans le ruisseau du Pontot à l'amont immédiat de la section visée par les travaux de restauration. Compte tenu des enjeux et l'orientation du projet, une bonne connaissance des débits d'étiage est nécessaire. En effet, on cherchera à dimensionner un lit d'étiage qui permet le maintien d'une lame d'eau suffisante (entre 10 et 15 cm) pour les débits minimums. Bien entendu, la mesure des hautes-eaux est également nécessaire, mais les enjeux en termes d'inondation sont relativement limités, à l'exception de la problématique liée à l'ouvrage de franchissement sous la RD 127 au droit de la Base sécurité civile.

3.3.2 Matériel et méthode

3.3.2.1 Principe

La méthodologie retenue consiste à :

- Trouver une section à géométrie régulière (dans l'idéal au niveau d'un ouvrage)
- Mettre en place une sonde pressiométriques permettant de suivre l'évolution de la hauteur d'eau
- Réaliser plusieurs jaugeages pour différents débits et niveau d'eau
- Etablir une courbe de tarage hauteur d'eau/débit
- Convertir les hauteurs d'eau mesurées en débit, par le biais de la loi de tarage, pour l'ensemble de la période de suivi

3.3.2.2 Matériel utilisé

- Sondes pressiométriques de type Mini Diver (Schlumberger) corrigées avec une sonde de pression atmosphérique
- Plage de mesure 0-10 m
- Précision 0.05% de la pleine échelle soit 0.5cm.

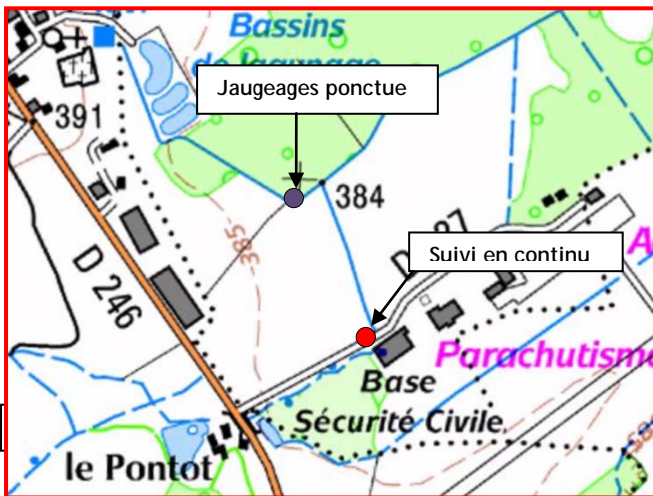
Sondes de suivi



Longueur : 90 mm
Diamètre : 22 mm

3.3.2.3 Méthodologie

Le suivi du débit du Pontot a été réalisé au niveau d'une section homogène à l'amont immédiat de l'ouvrage de franchissement situé sous la RD 127 (point rouge sur la carte ci-dessous). Initialement, le suivi incluait également la mise en place d'une sonde en amont de la confluence avec le ruisseau en provenance du lagunage de la Veze. Cependant, le suivi s'est avéré délicat car le niveau d'eau à cet endroit est très souvent influencé par le niveau d'eau dans le Pontot. Pour cet affluent, nous ne disposons donc pas d'un suivi en continu, mais nous avons réalisé des jaugeages ponctuels pour différentes conditions hydrologiques. Cela permet de connaître l'ordre de grandeur des débits apportés par ce ruisseau. On rappelle que l'enjeu principal est la connaissance du débit transitant dans la traversée de la pâture.



Localisation des points de suivi



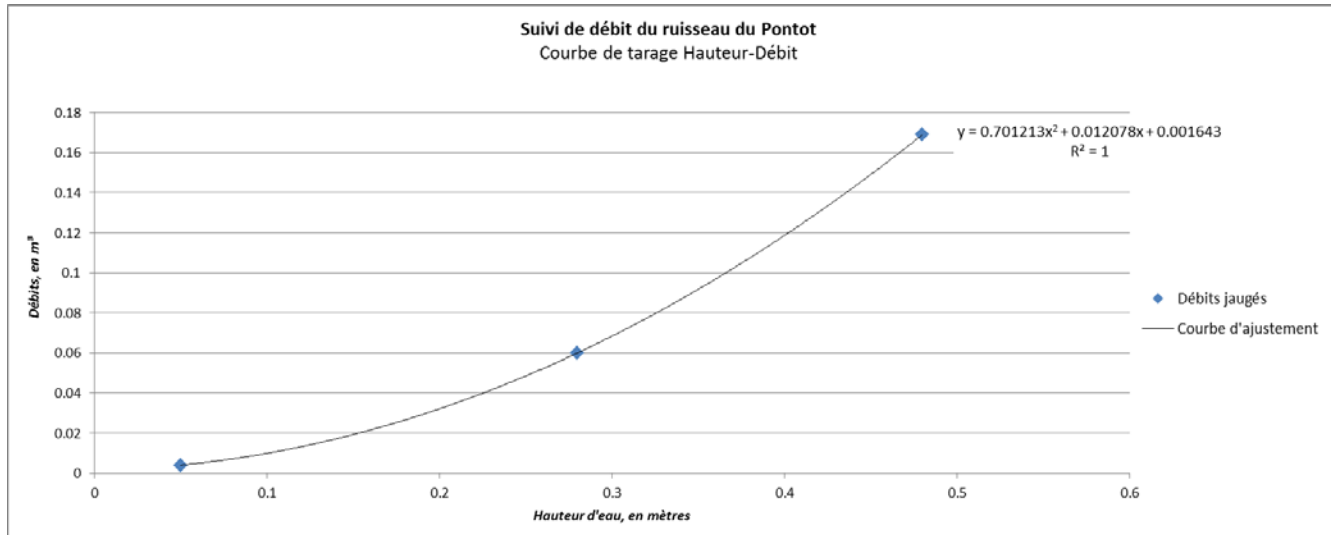
Photographie du point de suivi en continu

3.3.3 Résultats

3.3.3.1 Calage de la courbe hauteur-débit

Ci-dessous, nous indiquons les points de mesures (hauteur-débit) ayant servi à l'établissement de la courbe de tarage (cf. page suivante) pour le suivi du Pontot. A titre indicatif, nous indiquons également les valeurs de débit jaugés au niveau de l'affluent en provenance du lagunage de la Veze.

Point de suivi	Date	Débit jaugé (m ³ /s)	Hauteur d'eau (m)
Pontot	15/06/2017	0.004	0.04
	13/11/2017	0.170	0.48
	14/11/2017	0.06	0.28
Affluent	17/03/2017	0.007	-
	15/06/2017	0.001	-
	13/11/2017	0.05	-



3.3.3.2 Valeurs caractéristiques

Le résultat complet du suivi est présenté page suivante. Le tableau ci-dessous synthétise les principales valeurs caractéristiques.

Débit maximum	Débit minimum	Débit moyen	Débit médian
0.330	0.002	0.011	0.005

3.3.3.3 Analyse de la courbe de suivi

Le suivi présenté couvre une période allant du 02 mars au 4 décembre 2017. Il est toujours en cours. Les pointes de débit varient de 140 à 300 l/s. Ces épisodes sont généralement consécutifs à des pluies comprises entre 30 et 50 mm/. Le temps de réponse du bassin versant est inférieur à 24 h, mais le pas de temps des mesures pluviométriques ne permettent pas de le définir plus précisément.

La période allant de mi-juin à fin octobre permet de bien visualiser le débit d'étiage prolongé du ruisseau. Celui-ci-varie entre 3 et 5 l/s. Notons que l'étiage 2017 a été particulièrement marqué. Cette valeur sera utilisée pour le dimensionnement du nouveau lit, et notamment pour le lit mineur.

Notons également que dans un certain nombre de cas, on n'observe pas ou peu de réaction suite à une pluie. Cela peut s'expliquer :

- par l'aspect capacitif du bassin versant, avec la présence de zones humides qui lui confèrent une certaine inertie.
- par le caractère localisé des pluies, la station de mesure étant située sur la commune de Thise (station Météo France la plus proche)

3.3.4 Estimation des débits de crue projet

3.3.4.1 Crue décennale

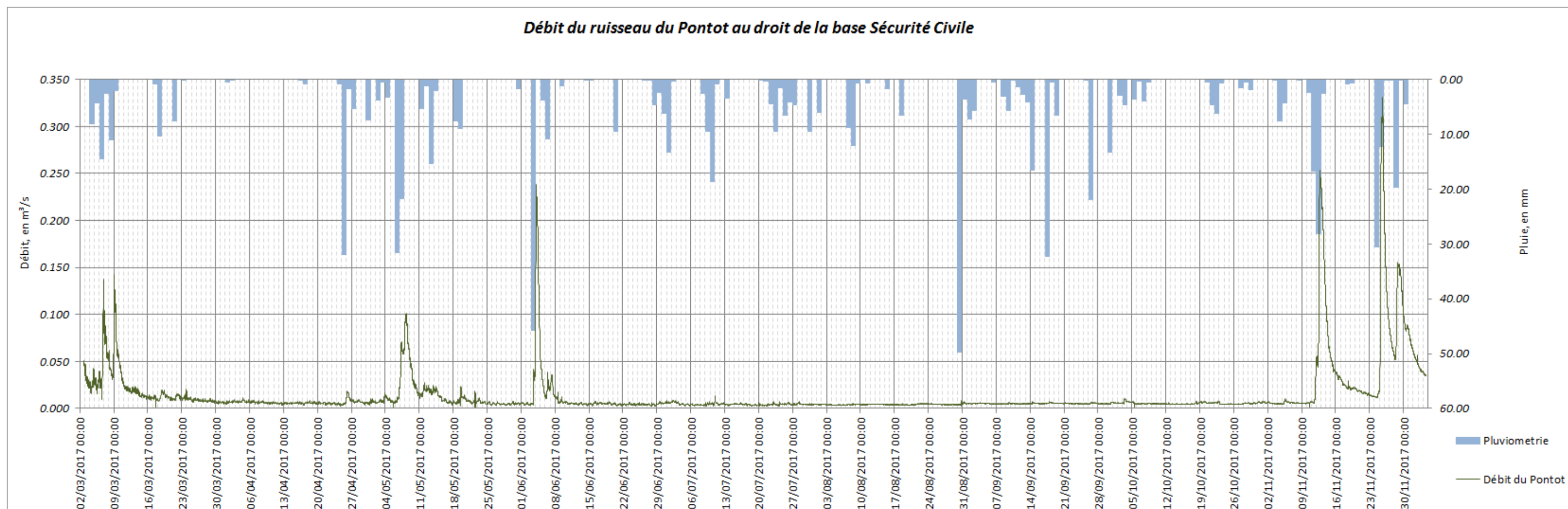
Le suivi réalisé ne permet pas de disposer des débits de crue pour des périodes de retour supérieures à 1 an. Afin d'estimer les valeurs de débit pour période de retour 10 ans, nous utiliserons des formules empiriques faisant intervenir différents paramètres tels que la surface du bassin versant, la longueur du cours d'eau, la pente moyenne, et le coefficient de ruissellement.

	Méthode «Rationnelle »	Méthode CRUEPEDIX	Méthode SOCOSE
Q ₁₀	1,28m ³ /s	1,36 m ³ /s	1,41 m ³ /s

On retiendra donc la valeur de 1,35 m³/s pour la crue décennale.

3.3.4.2 Crue centennale

En l'absence de données plus précises, ce débit projet sera estimé sur la base d'un facteur 2 par rapport à la crue décennale. On retiendra donc la valeur de 2,7 m³/s pour la crue centennale.



Courbe du suivi de débit en continu

3.4 MODÉLISATION HYDRAULIQUE - ÉTAT ACTUEL

3.4.1 Méthodologie générale

La modélisation hydraulique a été réalisée sur HEC-RAS, logiciel développé par l'US Army Corps of Engineers (centre de recherche américain en hydrologie et hydraulique). Le calcul repose sur les données suivantes :

- Une représentation géométrique de la vallée inondable par des profils en travers et les caractéristiques des différents ouvrages hydrauliques (ponts, buses, barrages, vannes...).

- Une représentation des paramètres hydrauliques de la vallée : coefficient de Strickler de manière à représenter les frottements des lits mineur et majeur, coefficient de perte de charge de manière à représenter les perturbations induites par les obstacles aux écoulements.

Chaque section tient compte à la fois d'un lit mineur et d'un lit majeur, où les caractéristiques d'écoulement sont différentes.

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

Une fois les paramètres du modèle calés, (bonne adéquation entre les observations de terrain et les valeurs données par le modèle) on peut donc réaliser différentes simulations en faisant varier :

- les débits ;
- les paramètres géométriques : forme du lit mineur, rugosité, modifications des ouvrages existants...

Informations complémentaires et limites du modèle :

Il convient de rappeler qu'un modèle est une représentation forcément partielle de la réalité. Les résultats sont conditionnés par la quantité et la précision des données d'entrée. Par ailleurs, les variations locales de la ligne d'eau ne sont pas prises en compte dans le processus de transfert de l'onde de crue (obstacles, charriage des matériaux, ...).

3.4.2 *Données d'entrée du modèle pour le ruisseau du Pontot*

La modélisation de l'état initial est obtenue à partir :

- de la géométrie du lit mineur et majeur, obtenue par exploitation des données LIDAR et complétée par les levés topographiques complémentaires.
- des débits caractéristiques du cours d'eau, obtenues grâce au suivi hydrologique,
- Des couples hauteur d'eau/débits observée pour différentes conditions hydrologiques, qui permettent de caler le modèle sur le fonctionnement réel du cours d'eau.

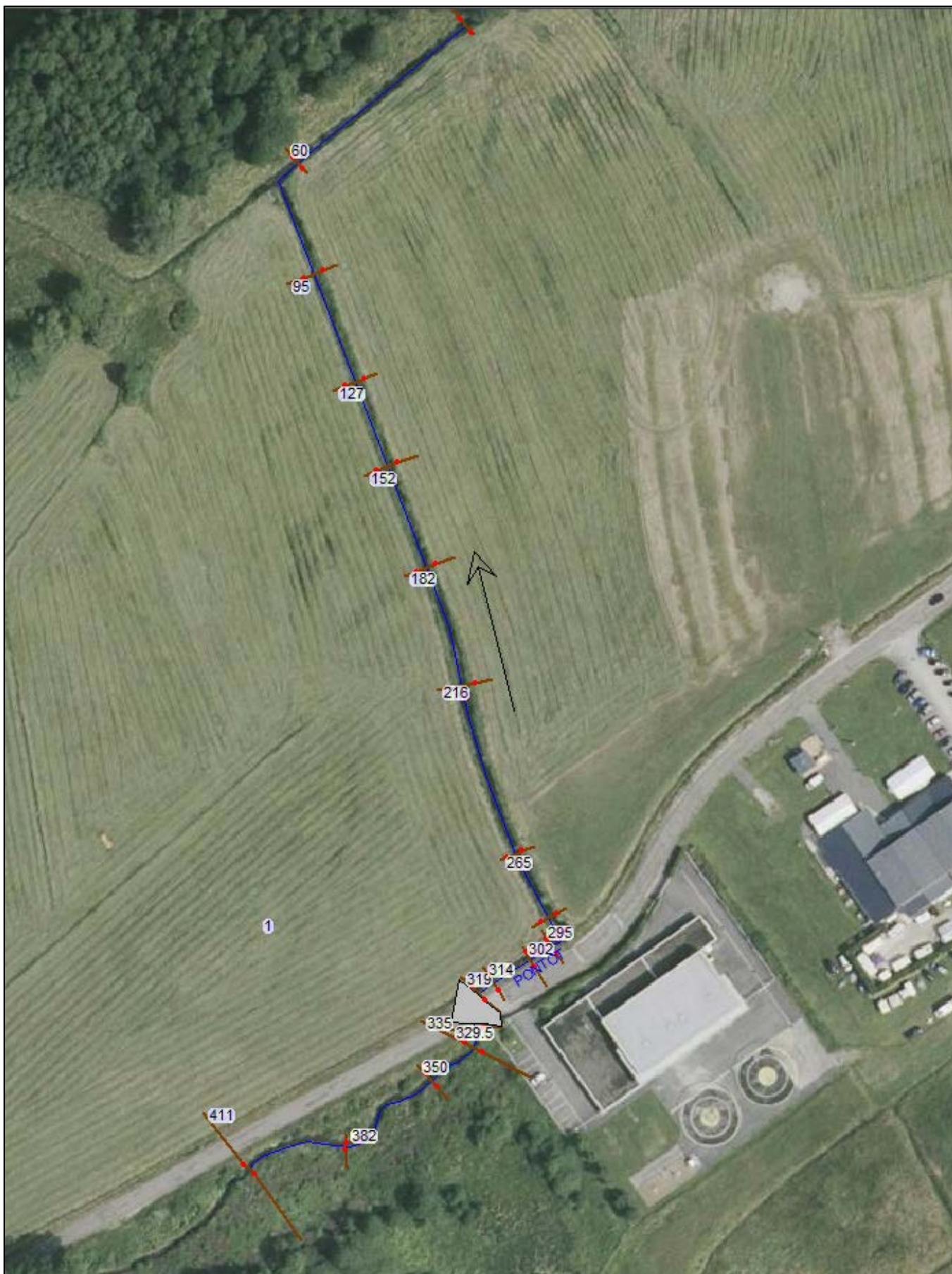
3.4.2.1 *Topographie*

La réalisation de la géométrie est composée de l'implémentation :

- des profils en travers
- de l'ouvrage de franchissement

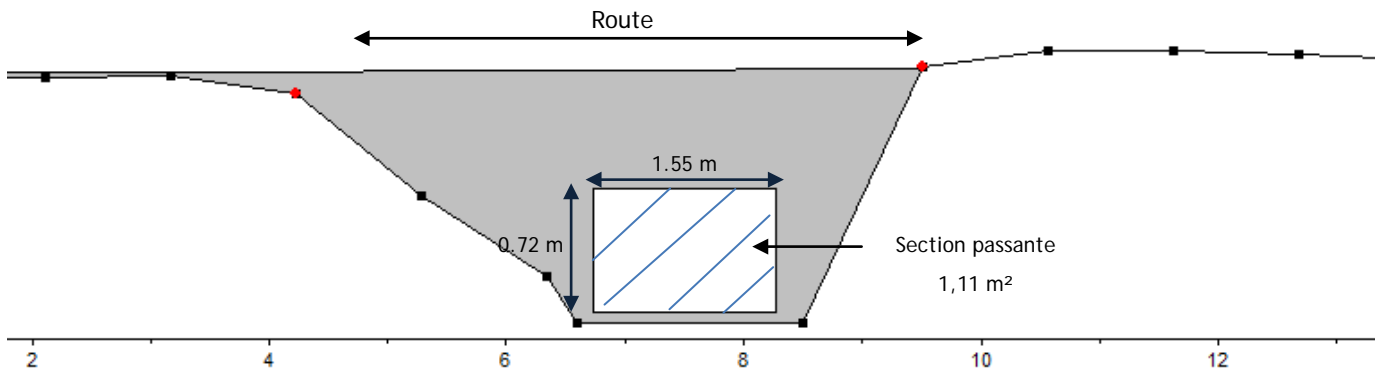
Les profils en travers ont été obtenus par exploitation du relevé LIDAR et complétée par des mesures de terrain. En effet, bien que le LIDAR soit d'une grande précision à l'échelle de la zone couverte (plusieurs km²), ce dernier peut s'avérer insuffisant à l'échelle du lit mineur d'un petit cours d'eau comme le Pontot, en raison notamment de la végétation qui occupe le fond du lit. C'est pourquoi des profils ont été levés manuellement afin d'ajuster la géométrie.

L'ouvrage cadre sous la route a été assimilé à une ouverture dans un seuil. Ses dimensions sont : L = 1.55 m et H = 0.72 m .La cote du radier (384.36 m) a été déterminée lors du relevé topographique complémentaire. Afin de prendre en compte les effets de contraction et d'expansion liés aux effets des talus routiers, le manuel d'utilisation préconise l'utilisation de deux profils en travers situés en amont et en aval immédiat de l'emprise du pont.



Implémentation des profils en travers pour la construction du modèle hydraulique

Représentation graphique de l'ouvrage de franchissement dans le modèle hydraulique



Concernant le ruisseau du Pontot, compte tenu des objectifs du projet et des enjeux relativement limités en termes d'inondation, on portera une attention particulière au calage pour le débit d'étiage. Les valeurs de débit ont été obtenues à partir du suivi hydrologique. Les observations faites à différents débits ont servi à caler le modèle.

Débit (m ³ /s)	0,005	0,03	0,075	0,2
Date d'observation	15/06/2017	16/11/2017	14/11/2017	16/11/2017

3.4.2.3 Conditions aux limites

Sous l'hypothèse d'écoulement fluvial, les conditions limites imposées pour la résolution du calcul hydraulique sont :

- un débit en entrée,
- une pente ou une hauteur d'eau imposée en aval

Pour les conditions en entrée, les débits ont été présentés dans le paragraphe

Pour les conditions aux limites aval, on retient la pente moyenne du fond du lit : 0,3 %

3.4.2.4 Calage et validation du modèle

Le modèle a été calé sur les hauteurs d'eau relevées en différents points du linéaire modélisé pour différentes conditions hydrologiques. L'ajustement entre hauteur d'eau observée et hauteur d'eau simulée se fait en modifiant le coefficient de rugosité. Les valeurs ont été fixées comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

	Lit mineur	Lit majeur
Coefficient de rugosité (Manning)	0,15	0,035

3.4.1 Résultats du calage du modèle

* les « pk » renvoient à la position des profils en travers sur le plan page 33

Le calage est considéré comme correct. Pour les hautes-eaux la différence entre cote observée et simulée varie de 3 cm pour les hauts-eaux à 6 cm en basse-eaux. Compte-tenu de la très faible pente, la géométrie du fond du lit influence énormément les lignes d'eau. En étiage, cette différence est d'autant plus significative que les hauteurs d'ont sont très faible. Cela renvoie à la nécessité de disposer d'une topographie très précise du lit mineur pour le calage des basses eaux dans un modèle hydraulique, en particulier sur un cours d'eau de très faible pente comme le ruisseau du Pontot.

Débit (m ³ /s)/Date	Emplacement /pk*	Cote NGF observée	Cote NGF simulée
0,005 / 15 juin. 2017	Amont du seuil (329,5)	384.40	384.38
	Passerelle agricole (265)	383.99	384.05
0,03/ 16 nov. 2017	Amont du seuil	384.49	384.46
	Passerelle agricole	384.10	384.16
0,2 / 13 nov. 2017	Amont du seuil	384.78	384.75
	Passerelle agricole	384.41	384.45
	Confluence avec le bief de la lagune (60)	384.05	384.03

3.4.2 Simulation du fonctionnement actuel pour les débits de crue projet

Débit (m ³ /s)/Date	Emplacement /pk*	Cote NGF simulée
Q ₂ (0.5 m ³ /s)	Route (329,5)	385.14
	Pâturage (182)	384.71
Q ₁₀ (1.35 m ³ /s)	Route (329,5)	385.55
	Pâturage (182)	385.00
Q ₁₀₀ (2.7 m ³ /s)	Route (329,5)	385.91
	Pâturage (182)	385.36

Concernant les débits de crue théoriques, le modèle indique qu'aucun débordement sur la route n'a lieu pour une crue de retour 10 ans. En revanche, pour cette période de retour, le champ est inondé, avec 20 à 30 cm d'eau au dessus du terrain naturel. Pour une crue de retour 100 ans, on observe, pour l'état actuel, une lame d'eau de 15 cm sur la route, et 50 à 60 cm d'eau au niveau de la pâture.

4 RENATURATION DU RUISSEAU DU PONTOT

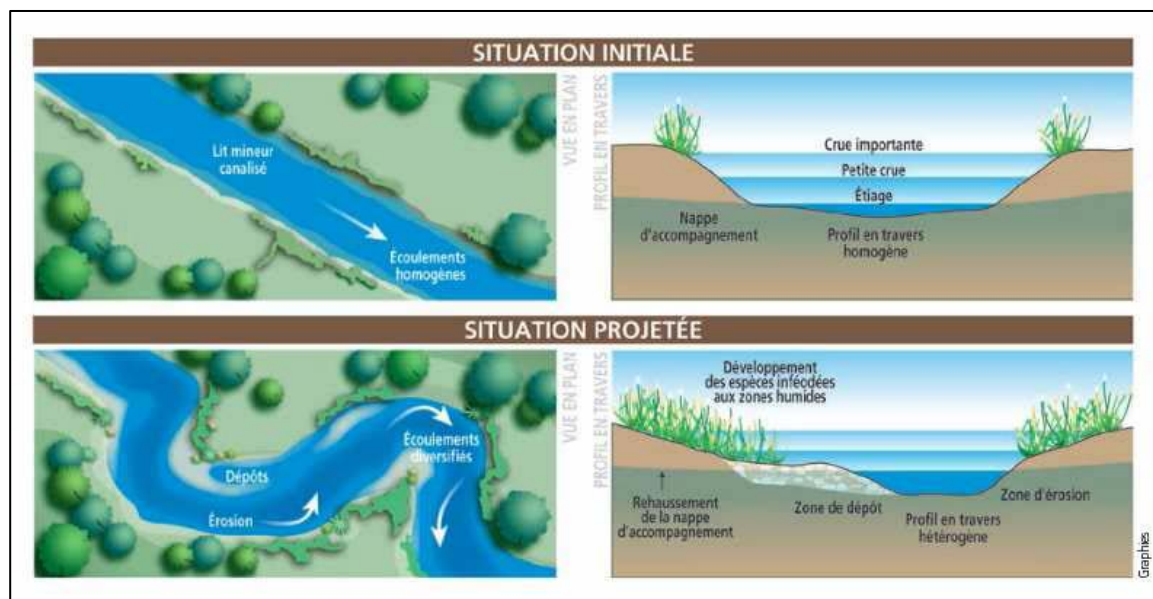
4.1 RESTAURATION DU LIT MINEUR

4.1.1 Objectifs généraux de la restauration de cours d'eau

Les objectifs hydromorphologiques et biologiques d'une restauration de cours d'eau peuvent être :

- la création d'un nouveau lit mineur sinueux. L'aspect sinueux du nouveau lit impulse une dynamique d'érosion et de dépôt. Cette dynamique contribue à l'équilibre sédimentaire. Le méandre confère au ruisseau un profil transversal dissymétrique, qui génère une hétérogénéité de l'habitat. Les profondeurs d'eau, les vitesses de courant et les substrats se diversifient. L'érosion latérale favorise la création de caches de sous berge....
- La reconstitution d'un matelas alluvial, avec l'alternance de faciès plat, radier, mouille ;
- La création de zones propices au frai ;
- La reconnexion entre le lit mineur, la végétation de bordure, et la nappe. Les échanges d'eau entre ces compartiments permettent de diversifier les communautés végétales en rive. On favorise la recharge de la nappe lors des crues et la restitution d'eau au ruisseau, en étiage.
- La diversification des biocénoses du lit mineur, des berges, et des zones humides associées.

La figure ci-dessous présente de façon schématique les différents compartiments qui peuvent être visés par un projet de restauration de cours d'eau.



Principaux objectifs visés par les travaux de restauration de cours d'eau

4.1.2 Niveau de restauration envisagé pour le ruisseau du Pontot.

4.1.2.1 Généralités sur les différents niveaux de restauration hydromorphologique

Les éléments exposés dans ce chapitre sont en grande partie tirés du « *Manuel de restauration hydromorphologique des rivières* » publié par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (Adam et al., 2007).

On peut définir deux grandes catégories d'actions sur un cours d'eau visant à préserver ou à restaurer un bon fonctionnement hydromorphologique :

- **la préservation** : si le fonctionnement morpho-écologique est encore bon, il s'agit de mettre en œuvre des opérations de préservation de secteurs peu ou pas altérés mais menacés par une pression anthropique ;

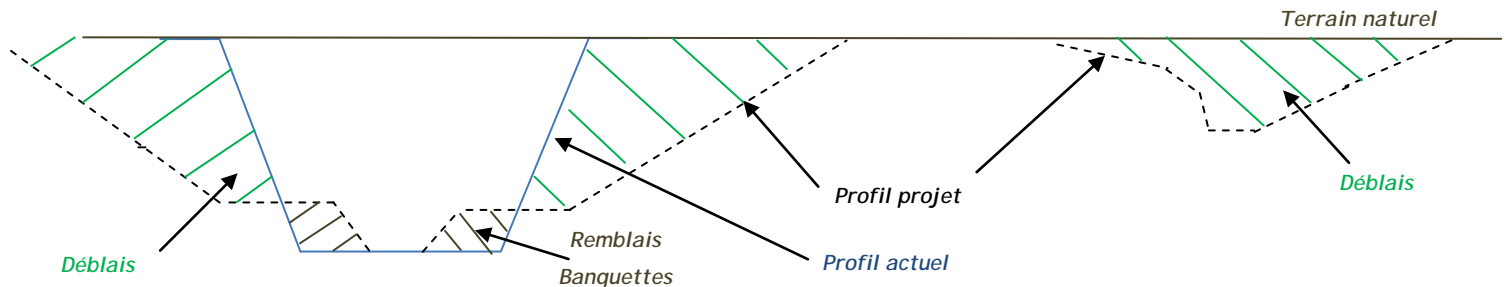
- **la restauration** : si l'état est dégradé, il est nécessaire de mettre en œuvre un programme de restauration hydromorphologique. Dans cette catégorie d'intervention, nommée R, on peut alors distinguer 3 niveaux d'objectifs de restauration (qui correspondent aussi à 3 niveaux d'ambition) :

- **R1** : Ce niveau correspond à un objectif de restauration d'un compartiment de l'hydrosystème, souvent piscicole, dans un contexte où l'on ne peut réaliser une véritable opération de restauration fonctionnelle. Il s'agit généralement de mettre en place des structures de diversification des écoulements et des habitats : déflecteurs, petits seuils, caches, frayères, etc. Ce niveau d'ambition ne nécessite pas une grande emprise latérale. Il peut être mis en œuvre dans l'emprise actuelle du lit mineur ou légèrement augmentée
- **R2** : Ce niveau correspond à un objectif de restauration fonctionnelle plus globale. L'amélioration de tous les compartiments aquatiques et rivulaires est visée : transport solide, habitat aquatique, nappe alluviale, ripisylve. Ce niveau nécessite une emprise foncière plus importante (de 2 à 10 fois la largeur naturelle du lit mineur). Il peut être atteint par exemple par un reméandrage léger pour un cours d'eau rectifié, par un écartement des digues pour un cours d'eau fortement endigué, par la « remise » à ciel ouvert d'un lit de cours d'eau couvert, etc.
- **R3** : Ce niveau correspond à un niveau R2 + espace de mobilité ou de fonctionnalité, avec un objectif de restauration fonctionnelle complète de l'hydrosystème, y compris de la dynamique d'érosion et du corridor fluvial. L'emprise nécessaire pour que ce niveau d'ambition soit pertinent est au minimum de l'ordre de 10 fois la largeur du lit mineur avant restauration. Si le cours d'eau est actif ou potentiellement actif, cette emprise sera un véritable espace de mobilité qui lui permettra d'éroder ses berges et de retrouver une dynamique fluviale naturelle. Si le cours d'eau n'est pas potentiellement actif (faible puissance, berges cohésives, peu d'alluvions en transit), cette emprise sera plutôt un espace de fonctionnalité.

4.1.2.2 Choix du type de restauration pour le Pontot

La restauration du Pontot pourrait être envisagée selon 2 grands types de scénarios :

- réhabilitation au sein du lit mineur actuel, en travaillant dans l'espace disponible (niveau R1 évoqué précédemment)
- recréation complète d'un nouveau lit et d'un espace de mobilité fonctionnel (niveau R3)



Scénario 1 : travail au sein du lit mineur existant (Niveau R1)

Scénario 2 : Création d'un nouveau lit (Niveau R2+/R3)

Illustration des différents niveaux d'ambition envisageables pour la restauration du Pontot

Dans l'hypothèse du scénario 1, les travaux consisteraient donc à travailler en déblais remblais au sein du lit mineur existant afin d'adoucir la pente des berges, et resserrer le lit mineur. En fonction de la pente des berges recherchée (de 2H/1V à 3H/2V) l'emprise latérale peut-être importante. D'autre part, cette intervention n'aura que peu d'incidence sur le drainage des terrains riverains.

Dans le scénario 2, le nouveau lit est pleinement récréé, selon un profil plus proche de l'état initial du ruisseau avant les travaux de recalibrage. Ce scénario a pour avantage de limiter les volumes de déblais remblais et de faciliter la mise en place d'une éventuelle ripisylve. D'autre part, il permet également d'envisager parallèlement le comblement du lit actuel.

Or, comme nous l'avons évoqué plus haut (cf. § 3.2.6) le ruisseau du Pontot possède de faibles capacités d'ajustement et de résilience. Pour espérer obtenir des résultats significatifs, le niveau d'intervention doit donc être élevé. Compte-tenu de la disponibilité foncière, on retiendra donc la solution consistant à **recréer complètement un nouveau lit**, dont la géométrie sera plus proche de son fonctionnement « naturel ». En fonction des enjeux, on pourra ajuster la section hydraulique du lit plein bord afin d'y faire transiter une crue de retour 1 an, 2 ans ou 5 ans. D'une manière générale, ce nouveau profil favorisera les débordements par rapport la situation actuelle. Les principaux objectifs visés seront :

- limiter l'étalement de la lame d'eau en étiage et le réchauffement du cours d'eau ;
- favoriser une plus grande diversité des faciès d'écoulement ;
- favoriser les débordements, et améliorer la connectivité avec les milieux annexes

4.1.3 Présentation des scénarios d'aménagement

4.1.3.1 Secteurs de « référence »

Dans l'optique de travaux de restauration, il est toujours intéressant de trouver un secteur dit de « référence ». Dans le cas du Pontot, il existe peu de tronçon « représentatif » c'est à dire n'ayant pas ou peu subi de travaux. Néanmoins, quelques secteurs permettent tout de même de se faire une idée de ce à quoi le ruisseau pourrait ressembler dans un état non aménagé.

Les profils projet présentés ci-après ont été construits en partie à partir des observations réalisées sur le tronçon situé entre le pont sur la RD 24 et l'ouvrage cadre au droit de la base sécurité civile. En effet, bien qu'il ait subi quelques modifications, ce tronçon est bien plus proche de la morphologie « initiale » du ruisseau que le tronçon dans la traversée de la pâture. Plus en amont (cf. carte ci-dessous) on trouve également des secteurs plus représentatifs d'un fonctionnement « naturel », bien que le gabarit corresponde probablement à des débits moyens plus faibles.



Aperçu de différentes morphologies sur le ruisseau du Pontot

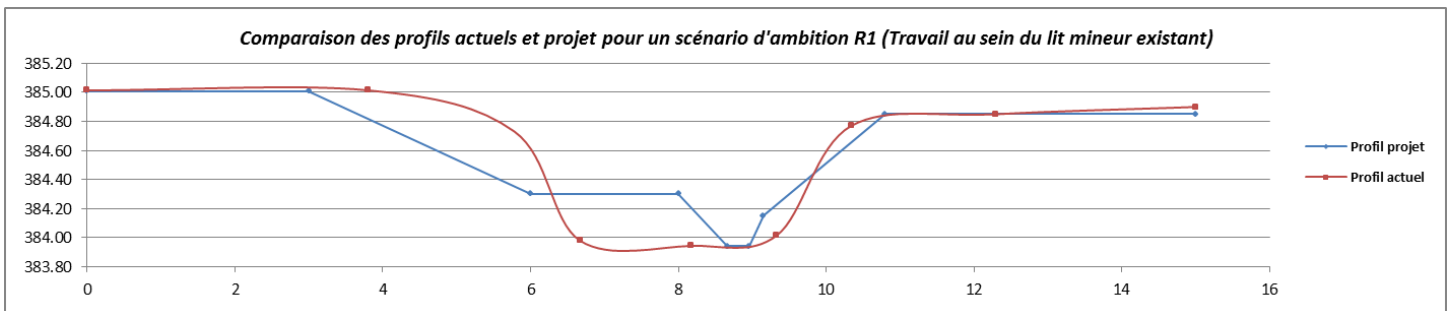
4.1.3.2 *Rappels des objectifs généraux*

Le profil en travers actuel du Pontot dans la traversée de la zone d'atterrissage de parachute met en évidence la banalisation de l'habitat engendrée par les anciens travaux de rectification / recalibrage. Nous cherchons dans notre nouveau profil à obtenir des sections de basses eaux aptes à satisfaire la vie aquatique, en conservant des hauteurs d'eau biogènes. La section doit également être calibrée pour faire passer les crues dites de plein bord, qui ont une fréquence de retour d'environ 1,5 à 2 ans.

4.1.3.3 *Scénario 1 : travail au sein du lit mineur existant (niveau R1)*

Comme expliqué plus haut, ce scénario implique de travailler au sein du lit mineur existant, avec une emprise latérale légèrement augmentée (7 m contre 5 m actuellement). Dans cette hypothèse, le resserrement du lit sera obtenu par la mise en place de banquettes en matériaux terreux compactés, végétalisées afin d'assurer leur fixation. Les berges seront reatalutées en pente douce (3H/1V). Les matériaux issus du retalutage pourront être réutilisés pour la construction des banquettes. L'alternance des banquettes permettra de recréer une sinuosité.

	Profondeur moyenne	Largeur plein bord (m)	Largeur du lit d'étiage (m)	Section hydraulique (m ²)
Profil actuel	1	4.5	2.5	3
Profil projet Scénario1 (Ambition R1)	1	7.5	0.3	4



Profil en travers pour le scénario 1- Niveau d'ambition R1

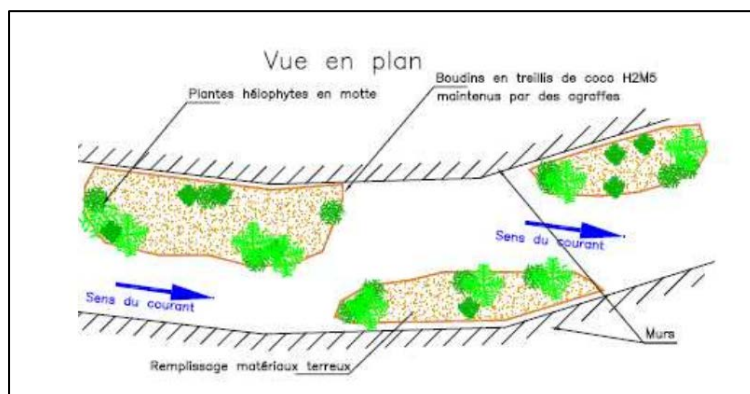


Schéma de principe des banquettes alternées- Vue en plan

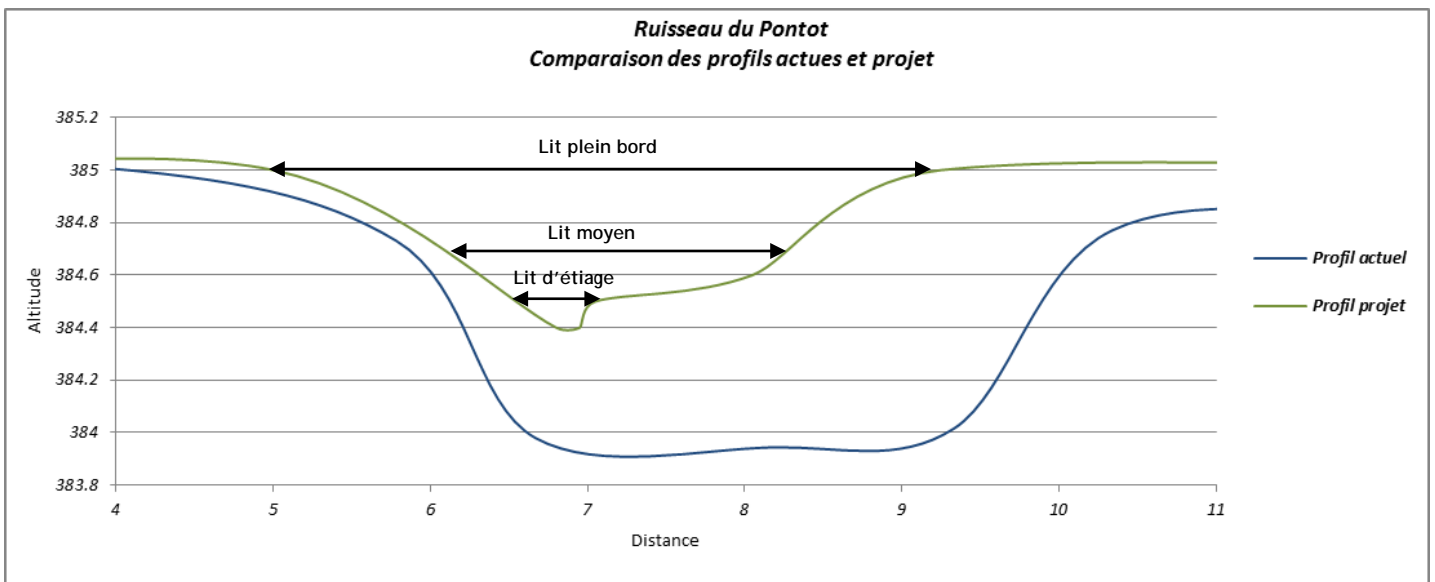
4.1.3.4 Scénario 2 : Recréation d'un nouveau lit (Niveau d'ambition R2+)

1) Profil en travers

Le profil projet ci-dessous a été établi sur la base des observations de terrain et des principaux objectifs hydrauliques : hauteur d'eau en étiage de 10 cm, lit plein bord calibrée pour la crue biennale. Ils serviront de base pour la modélisation hydraulique du projet, et seront affinés le cas échéant en fonction des résultats de la simulation.

Ci-dessous, nous présentons les caractéristiques comparées des profils actuels et projet

	Profondeur moyenne	Largeur plein bord (m)	Largeur du lit d'étiage (m)	Section hydraulique (m ²)
Profil actuel	1	4.5	2.5	3
Profil projet	0.6	4	0.15	1.6



Profil en travers pour le scénario 2- Niveau d'ambition R2+

2) Profil en long et profil en plan

Le profil en long est déterminé en fonction de :

- La pente moyenne (P)
- Les cotes des fils d'eau amont et aval (Z_{am} / Z_{av})
- la longueur du linéaire développé (L)

Ces paramètres sont liés par la relation :

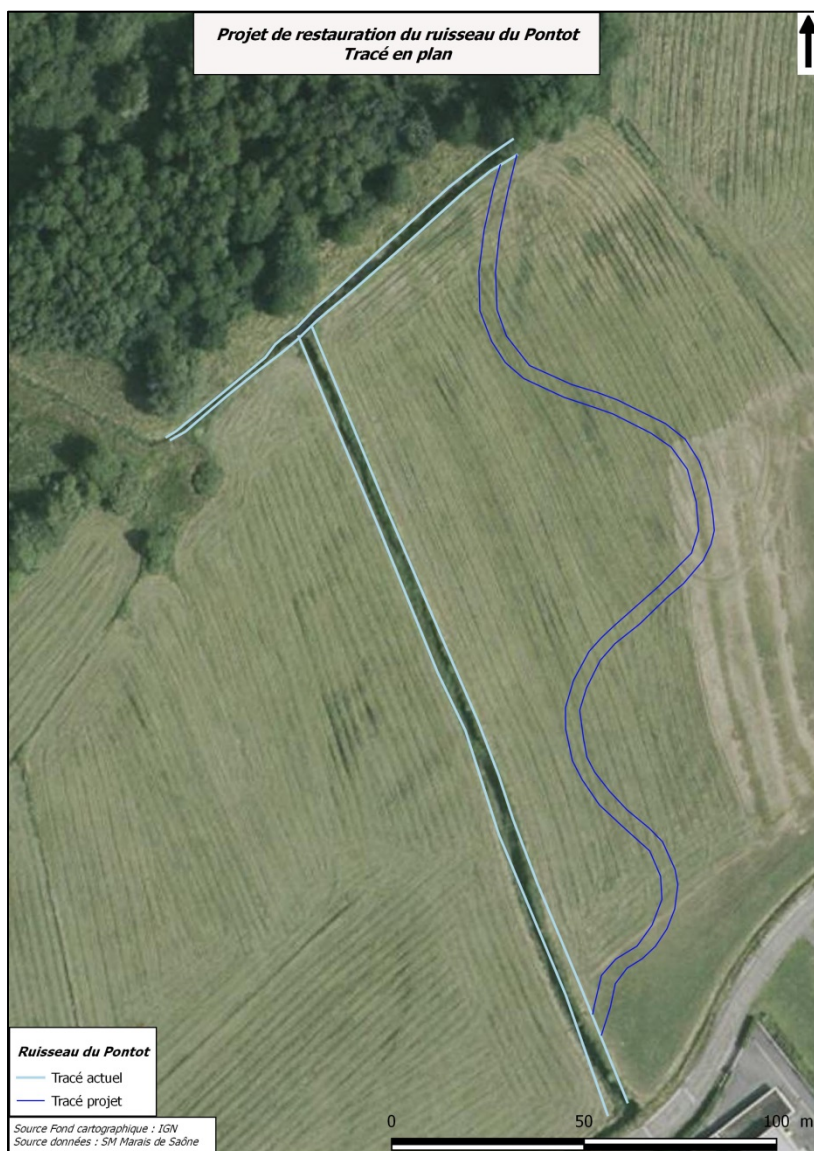
$$P = (Z_{am} - Z_{av}) / L$$

Dans le cas du présent projet, certains de ces paramètres seront imposés et notamment :

- la côte du fil d'eau amont, qui permette de limiter au maximum l'impact du projet sur le débordement au niveau de la traversée de route
- la pente moyenne, qui doit rester cohérente avec la pente « naturelle » du cours d'eau (entre 2 et 3 ‰) et la topographie du bassin versant

	Altitude amont (NGF)	Altitude aval (NGF)	Linéaire développé (m)	Pente moyenne
Profil en plan projet	384.4	383.87	290 m	2 ‰

Caractéristiques du tracé en plan



Le tracé en plan présenté ci-contre ne correspond pas exactement au tracé « historique » (tracé de 1951 présenté au chapitre 3.1), lequel devait d'ailleurs déjà correspondre à un état partiellement aménagé. La sinuosité du tracé « projet » a volontairement été accentuée afin de maximiser les chances de diversification des écoulements au sein du nouveau lit.

Emprise du nouveau tracé pour le scénario de réméandrage

4.2 MODÉLISATION HYDRAULIQUE DU PROJET

Afin d'analyser plus en détails la faisabilité du projet proposé précédemment, nous l'avons modélisé dans le logiciel HEC-RAS. La méthodologie employée est la même que pour la modélisation de l'état initial. La validation porte principalement sur :

- Les hauteurs d'eau en étiage, qui doivent être supérieures à 10 cm dans un objectif de bon fonctionnement écologique ;
- Les cotes d'eau atteintes pour les débits de crue, et particulièrement au niveau de la traversée routière au droit de la base Sécurité Civile.

4.2.1 Géométrie « Projet »

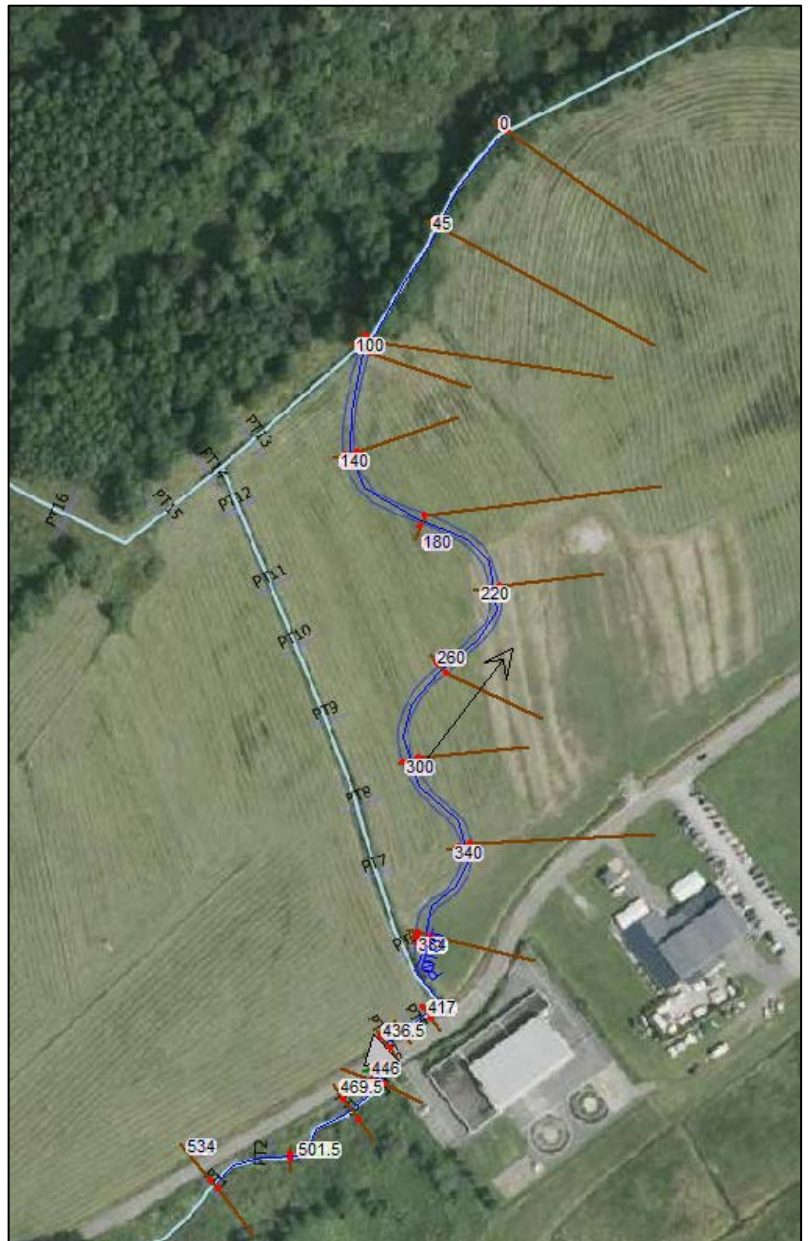
- la géométrie initiale a été conservée pour la partie amont du projet (les 265 premiers mètres).

- la cote de fond au départ du nouveau lit a été fixée à 384.40, ce qui correspond à la cote de fond à l'amont de l'ouvrage de franchissement

- le nouveau tracé correspond aux 290 ml entre les profils 364 et 100. Il a été défini sur la base des éléments suivants :

- une cote de fond amont calée à 384.40, correspondant à l'altitude du radier en amont du passage routier
- le profil en travers type présenté précédemment
- une pente moyenne de 0,2 %

Aperçu de la modélisation hydraulique du projet



4.2.2 Résultats des simulations

4.2.2.1 Fonctionnement hydraulique du nouveau linéaire



Représentation des différentes lignes d'eau du projet

Débit	Valeur	Hauteur d'eau
Etiage	5 l/s	12 cm
Débit moyen	11 l/s	16 cm
Crue annuelle	300 l/s	45
Crue Biennale	500 l/s	60

4.2.2.2 Au niveau du passage sous route

Débit	Valeur (m ³ /s)	Cote d'eau projet	Rappel cote d'eau état initial
Etiage	0,005	384.53	384.38
Débit moyen	0,011	384.58	
Crue annuelle	0,3	384.94	384.74
Crue Biennale	0,5	385.22	385.04
Q ₁₀	1,35	385.62	385.53
Q ₁₀₀	2,7	385.92	385.89

Résultats des cotes de crue modélisée pour le projet

Cote de la route au droit du pont : 385.75 NGF

Valeur rouge : débordement sur la route

L'aménagement du nouveau linéaire induit une rehausse du fond du lit, ce qui implique un relèvement des lignes d'eau à l'amont. L'augmentation relative de la cote d'eau au droit du passage sous route est maximum pour la situation d'étiage (20 cm) et s'atténue progressivement pour des débits de plus en élevés. Pour la crue centennale, la différence n'est plus que de 3 cm. Le débordement sur la route n'est pas observé pour la crue décennale. Le projet n'induit pas d'augmentation de la fréquence de submersion de la route.

4.2.3 *Remarques sur d'éventuelles modifications du tracé en plan projet*

Compte-tenu de la pente très faible sur l'ensemble du secteur (0,2 à 0,3 %), une légère modification du profil en plan (augmentation ou réduction du linéaire développé), **pour un profil en travers conservé à l'identique**, n'entraîne qu'une modification infime des lignes d'eau. En effet, d'un point de vue hydraulique, l'augmentation du linéaire développé va correspondre avec une diminution de la pente du fond du lit. Par exemple, dans l'hypothèse où le maître d'ouvrage souhaiterait modifier le tracé proposé pour se rapprocher d'avantage du tracé « historique » (cf. 3.1), on pourra utiliser les résultats de la modélisation obtenus précédemment.

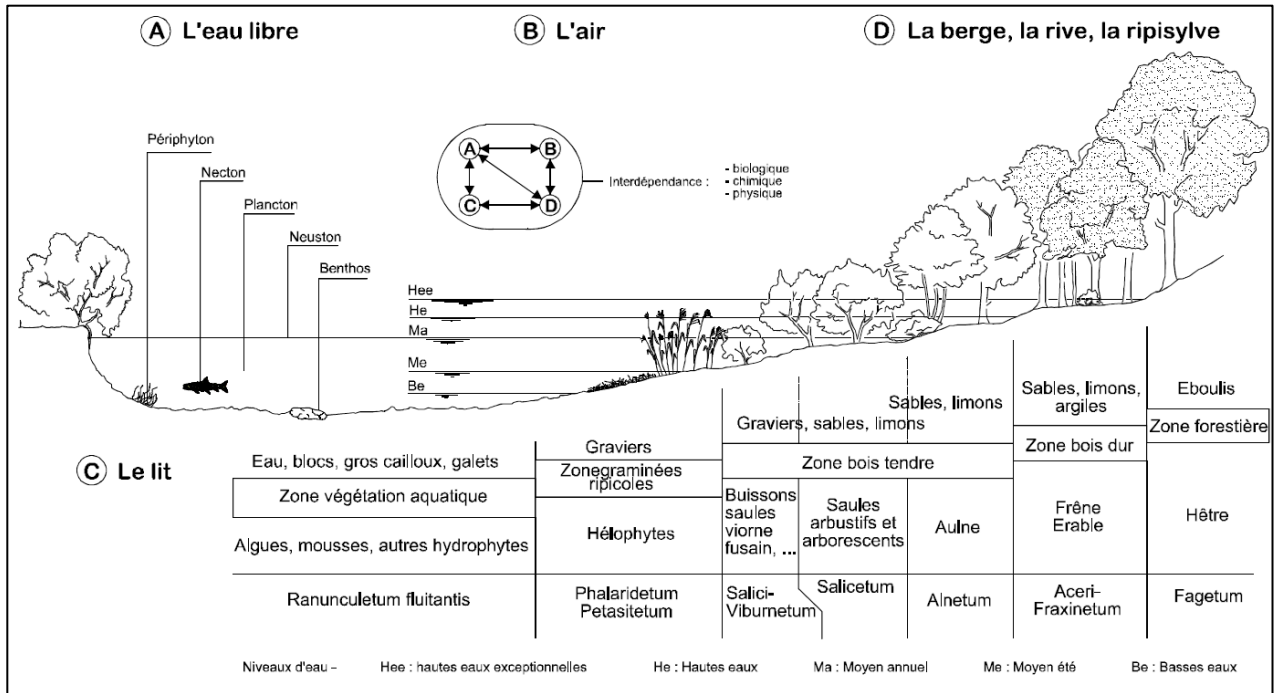
4.3 AMÉNAGEMENTS ANNEXES

4.3.1 *Plantations/Ripisylve*

4.3.1.1 *Généralités sur le rôle et la structure de la ripisylve*

Les rôles qui peuvent être joués par la ripisylve sont les suivants :

- Protection des berges contre l'érosion : l'enracinement en profondeur des arbres et des arbustes constituant la ripisylve permet le bon maintien des berges. Les racines des arbres fixent les berges, limitant ainsi l'érosion. **Mais toutes les essences d'arbres ne sont pas adaptées.** Par exemple, le peuplier sera à éviter en bordure de cours d'eau. En effet, il aura tendance à développer ses racines plutôt en surface et aura tendance à être rapidement déstabilisé par la rivière, contrairement au saule, à l'aulne ou au frêne, qui ont un enracinement en profondeur.
- Dissipation du courant : la ripisylve offre des « obstacles » à la rivière et dissipe ainsi sa force, limitant l'érosion excessive (les forces engendrées par la rivière sont en équilibre permanent : s'il n'y avait pas cette dissipation, elle serait reportée ailleurs ; pendant les crues, les végétaux freinent l'eau, ils brisent le courant et protègent les berges aval d'une érosion trop forte).
- Zone ressource et de refuge : la ripisylve est un lieu de ressource de nourriture, un lieu de reproduction, de refuge et de vie pour de nombreuses espèces animales, végétales, terrestres et aquatiques (caches à poisson).
- Effet corridor : une certaine continuité de l'écosystème rivière / ripisylve permet de former un couloir qui peut relier deux biotopes identiques. Ils pourraient être isolés dans le cas contraire. C'est également un repère pour la faune lors des migrations d'oiseaux par exemple.
- Ombrage des eaux : l'ombre apportée par la ripisylve sur la rivière permet de limiter l'été l'augmentation de la température de l'eau.



4.3.1.2 Pertinence dans le cadre du projet

Dans le cadre du projet, la mise en place d'une ripisylve complète n'est pas forcément pertinente du fait notamment de la présence de l'Agrion de Mercure. En effet, cette espèce est liée à la présence d'un milieu « ouvert », c'est-à-dire sans ripisylve arborescente ou arbustive. En revanche, on prévoira la plantation d'une strate herbacée spécifique au milieu humide (hélophytes, graminées ripicoles) qui favorisera la stabilisation des berges et des banquettes, limitera la prolifération d'éventuelles plantes invasives suite aux travaux, et favorisera la réimplantation de l'Agrion de Mercure sur le nouveau linéaire.

4.3.2 Devenir du linéaire actuel

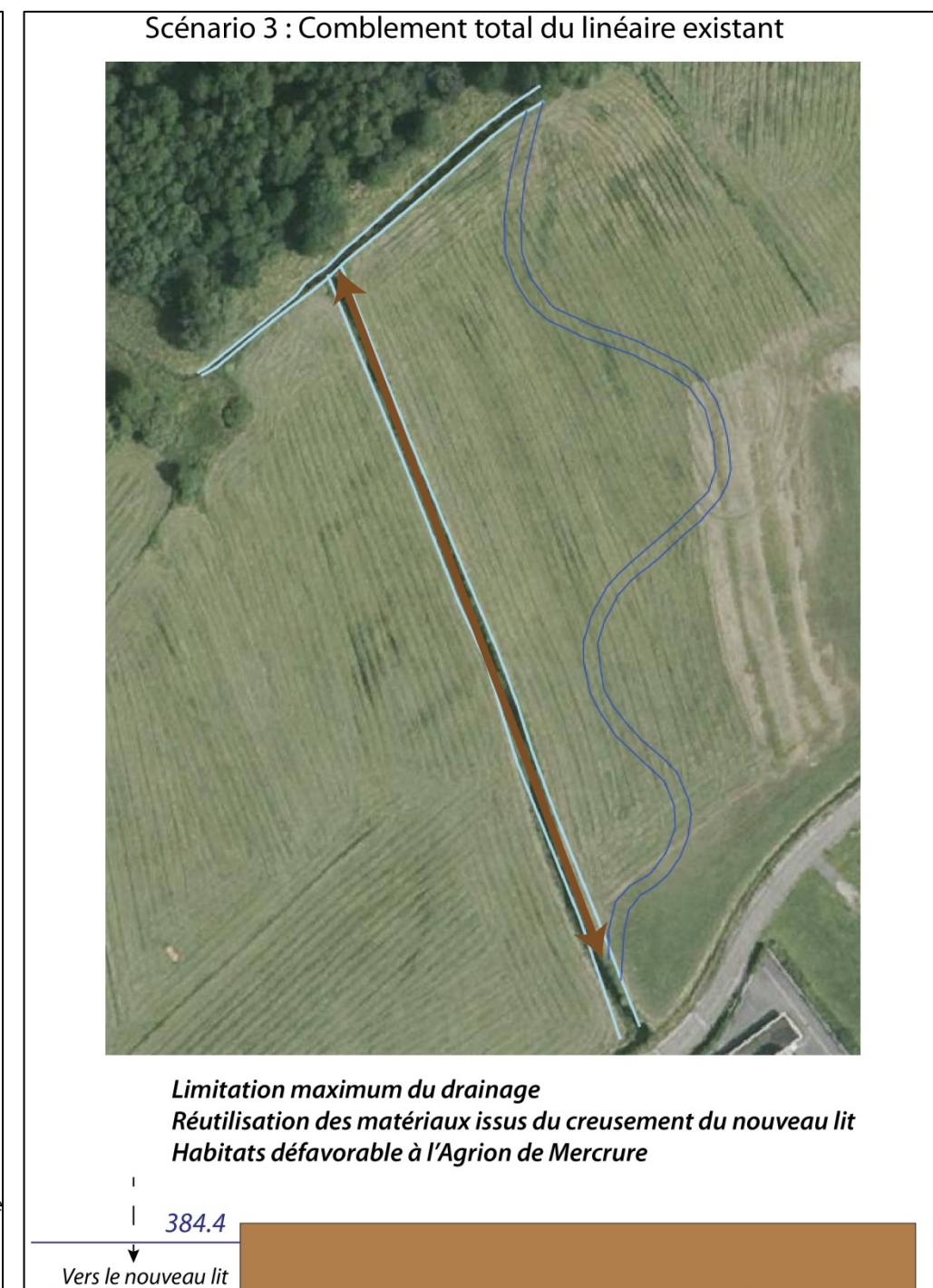
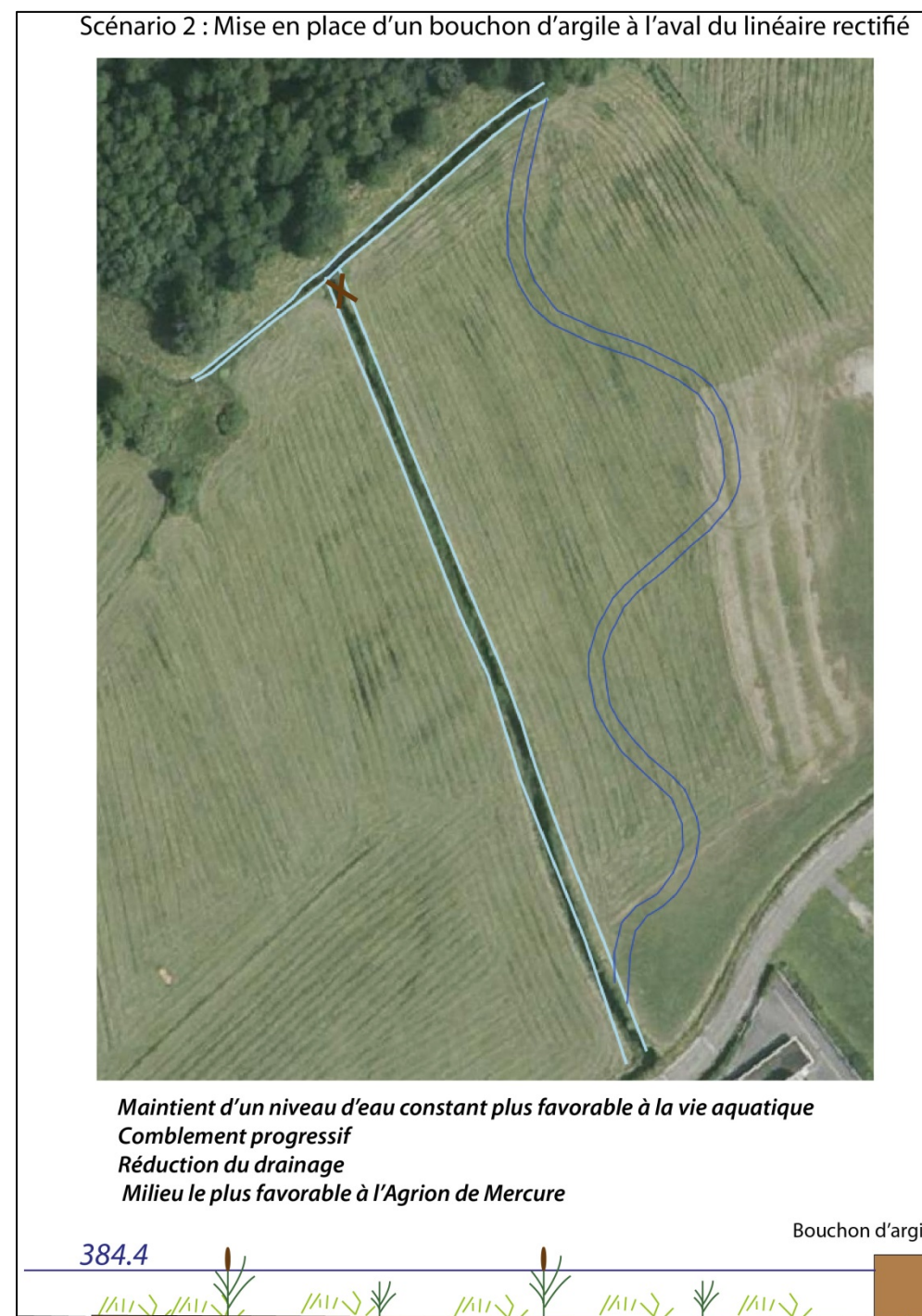
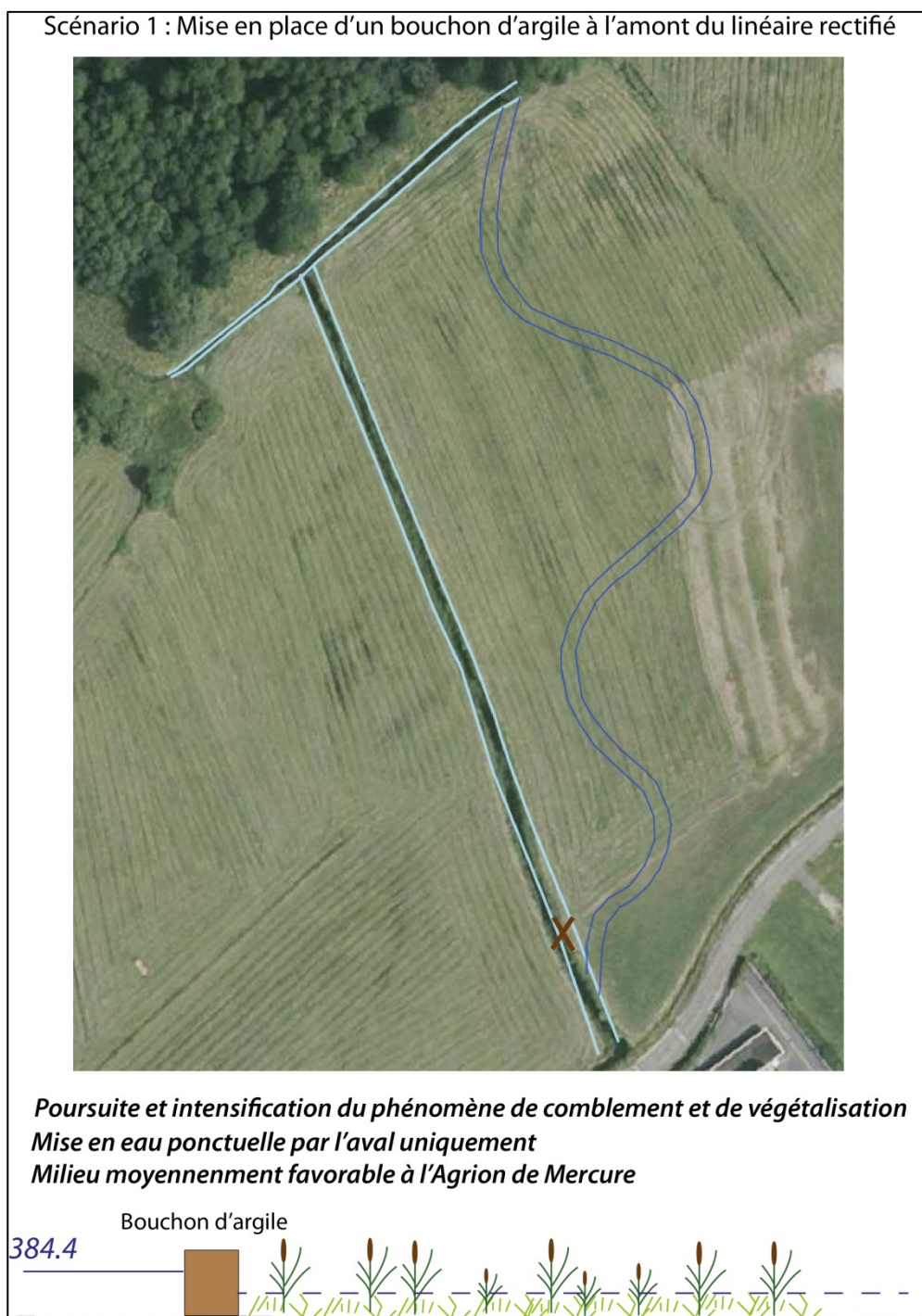
Concernant le devenir du linéaire actuel, plusieurs scénarios sont envisageables :

- Scénario 1 : Mise en place d'un bouchon d'argile en amont du linéaire rectifié
- Scénario 2 Mise en place d'un bouchon d'argile en aval du linéaire rectifié
- Scénario 3 Comblement total

Ces choix doivent être faits en fonction des objectifs et des contraintes suivantes :

- vers quel milieu veut-on orienter l'évolution du lit rectifié
- quelles espèces veut/peut-on favoriser
- prise en compte de l'Agrion de Mercure
- réutilisation des matériaux issus du creusement du nouveau lit
- optimisation vis-à-vis de l'effet de drainage

Les schémas pages suivantes permettent de visualiser les effets de ces différents scénarios.



Scenarii envisageables pour la gestion du linéaire existant

Remarque : le scénario 2 (au centre) est le plus favorable au maintien de l'Agrion de Mercure

4.3.3 *Impact hydraulique de lit actuel sur le projet*

Quelque soit le scénario retenu concernant la gestion du lit actuel, l'impact hydraulique de ce dernier est identique. Que le lit actuel soit totalement comblé, ou qu'un bouchon soit mis en place, c'est bien la cote de fond et la pente du nouveau lit ainsi qui détermineront les lignes d'eau projet. Précisons toutefois que ce fonctionnement est valable si l'arase du « bouchon » (où qu'il soit placé) est supérieure à la cote de fond du nouveau lit. Dans une approche purement hydraulique, le choix retenu n'influence aucunement les lignes d'eau. Dans l'hypothèse où le lit actuel est conservé en eau (scénario 2) l'ensemble du linéaire situé en aval du nouveau lit ne participera pas à la dynamique des écoulements, puisque ces derniers ne propageront plus vers l'aval.

4.3.4 *Prise en compte de l'Agrion de Mercure en phases travaux*

Une note méthodologique rédigée par un sera fournie pour la prise en compte de l'Agrion de Mercure dans la définition des travaux dans le cadre du projet de restauration. Cette contribution comportera :

- la description sommaire des exigences écologiques de l'espèce pendant les phases larvaire et imaginaire ;
- les préconisations à prendre pour faire en sorte de minimiser au maximum les risques de destruction des individus de cette espèce, pendant la phase travaux ;
- les préconisations afin de faire en sorte de reconstituer un milieu naturel sur le nouveau tracé du ruisseau, conforme aux biotopes de l'agrion de Mercure.

4.3.5 *Continuité écologique au niveau de l'ouvrage de franchissement*

Actuellement, l'ouvrage situé sous la route (pont-cadre) n'est pas franchissable en basses-eaux, **non pas en raison de la présence d'une chute** (< 5 cm en étiage), mais **parce que la lame d'eau dans l'ouvrage est trop faible** (sur la partie amont notamment). Cela s'explique par la pente importante du fond de l'ouvrage (2%) qui est beaucoup plus élevée que la pente moyenne du fond du lit (0,35 %).

Le projet tel que proposé plus haut implique un relèvement général de la ligne d'eau en amont du profil 364 (fond du nouveau lit calé à la cote NGF 384.40, cf. 4.2.2), et garantira :

- l'effacement total de la chute résiduelle existante en basses eaux
- le maintien d'une hauteur d'eau suffisante (20 cm environ) sur toute la longueur de l'ouvrage en basse eaux

Il ne nous paraît donc pas forcément opportun d'envisager la reprise de l'ouvrage de franchissement sous route.

En revanche, il existera une chute (de 15 cm environ) à la jonction entre l'aval du nouveau lit et le linéaire existant. Cette dernière devra être aménagée afin de la rendre franchissable par les éventuelles espèces cyprinicoles présentes dans le Pontot. Cet aménagement pourra être réalisé à l'aide de blocs non liaisonnés.

On rappelle néanmoins que les enjeux piscicoles sur ce secteur du ruisseau Pontot sont, dans l'état actuel des connaissances, limités voire inexistantes.

4.3.6 Recharge granulométrique

L'objectif théorique de la constitution d'un matelas de graviers est d'apporter une rugosité de fond mais aussi et surtout de permettre une certaine évolution des fonds. Ce type de mesure est également souvent en lien avec des problématiques piscicoles (qualité d'habitat et zones de frayères pour certaines espèces). Il est primordial de recourir à une granulométrie hétérogène et proche de ce qui est observable initialement sur le cours d'eau et à l'échelle du bassin versant. Dans le cas du Pontot, les fonds ont tendance naturellement à se couvrir de sédiments fins voire très fins, en raison de la nature du bassin versant (pas ou peu d'apports) et des pentes très faibles qui limitent drastiquement les capacités de transports. La mise en œuvre d'une recharge granulométrique n'est donc pas forcément pertinente. Cependant, dans une démarche expérimentale, et compte tenu du linéaire concerné (relativement réduit) cette mesure d'accompagnement sera mise en œuvre sous la forme d'un mélange de graviers (2-16 mm), cailloux (16 -64mm) pierres (64-256 mm) avec une majorité de graviers et cailloux.

Il existe un risque non négligeable de colmatage cette couche de graviers par des sédiments fins (pour les raisons décrites précédemment) Un suivi sera donc nécessaire afin de suivre l'évolution des fonds et d'évaluer l'intérêt et l'efficacité de cette mesure.

5 ANALYSE COMPARATIVE DES SCÉNARIOS

	Scnériario1 Aménagement du lit mineur existant		Scenario 2 Réméandrage- Création d'un nouveau lit	
	Avantage	Inconvénient	Avantage	Inconvénient
Efficience probable des travaux de restauration		Faible à moyenne. Pas ou peu de réactivation géodynamique Destruction de l'habitat de l'Agrion de Mercure	Meilleure chances d'amélioration physique et biologique du milieu Nouveau lit plus proche de la situation « initiale » Conservation de l'habitat de l'Agrion de Mercure	
	Le Pontot est un ruisseau de faible puissance (débit x pente), demandant un niveau de restauration élevée pour espérer une réaction du milieu.			
Mise en œuvre		Accès et contraintes plus importantes dans le lit existant	Création d'un nouveau linéaire Mise en œuvre facilitée	
Emprise / enjeu foncier	Pas de nouvelle emprise Emprise actuelle légèrement augmentée	7,5 m pour le lit plein bord	4,5 m pour le lit plein bord	Nouveau tracé Consommation d'espace plus importante
Coût des travaux (estimation)	48 000 €	Plus-value potentielle suite aux mesures compensatoires pour l'Agrion de Mercure financière coûts	58 000 €	
Procédure administrative	Dossier Loi sur l'eau DIG	Dérogation Espèces protégées Mesures compensatoires Augmentation des délais	Dossier Loi sur l'eau DIG	



6 DOSSIER PROJET

6.1 DESCRIPTION DU SCÉNARIO RETENU

6.1.1 *Évolution par rapport à l'Avant-Projet*

Les grands principes et objectifs d'aménagement restent identiques. Le scénario 2 (recréation d'un nouveau lit « en pleine masse ») est retenu. Cependant un certain nombre de remarques et propositions émises lors de la réunion du 04 avril 2019 nous ont conduit à apporter quelques modifications, portant principalement sur :

- Le profil en plan, qui a été modifié afin de tenir compte des contraintes liées à l'usage de la zone pour l'atterrissage des parachutes.
- Le profil en travers a été retravaillé afin de réduire la section hydraulique et augmenter légèrement la fréquence des débordements (section plein bord visée pour un débit compris entre la crue annuelle et la crue biennale). La section hydraulique plein bord moyenne passe à 0.9 m².

Le choix concernant le devenir de l'ancien tracé est conservé (maintien en eau) en raison de son caractère favorable vis-à-vis de l'Arion de Mercure.

6.1.2 *Profil du nouveau tracé*

6.1.2.1 *Profil en plan*

Afin de prendre en compte les problématiques liées à l'atterrissage des parapentes, le tracé a été légèrement modifié par rapport à l'Avant-projet. Hormis le linéaire développé qui a été légèrement réduit (on passe de 290 ml à 265 ml) les principales caractéristiques sont conservées. L'évolution entre le tracé AVP et le tracé PRO est présentée sur le plan page suivante.

6.1.2.2 *Profil en travers*

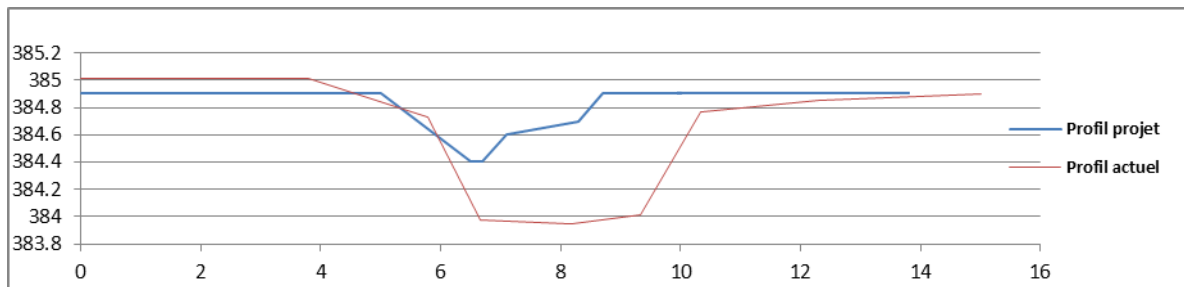
Le dimensionnement du lit a été réalisé sur la base des principaux objectifs suivants :

- conservation d'une hauteur d'eau suffisante en étiage (10 cm)
- capacité du lit plein bord correspondant à la crue annuelle environ

Le profil a été dimensionné par le biais d'un modèle hydraulique calé sur la base d'un suivi hydrologique d'un an. Le résultat obtenu est un lit de type emboîté. Sa section hydraulique moyenne à plein bord est de 0.9 m².

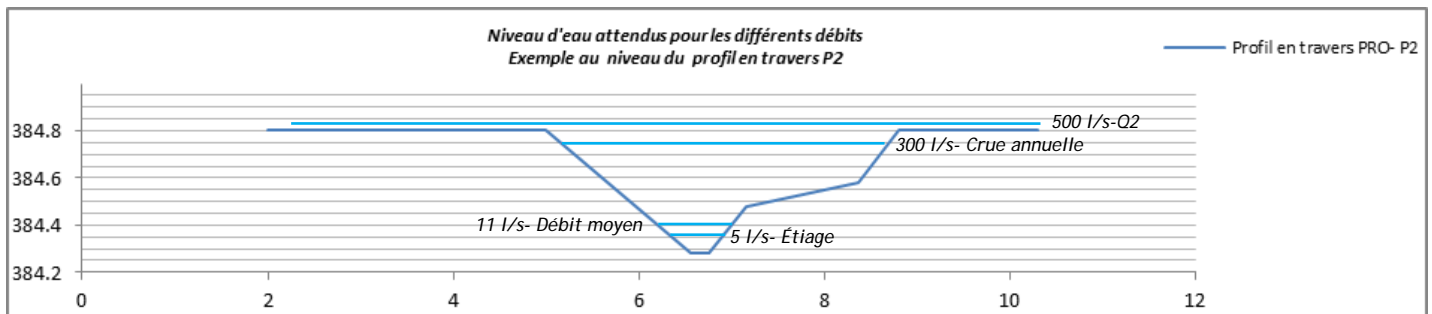


Ci-dessous, une comparaison entre le profil en travers type retenu pour le nouveau tracé (version PRO) et le profil en travers type de la section actuelle.



Profil en travers type retenu en phase Projet

Ci-dessous, une représentation des lignes d'eau pour différents débits projets au niveau du profil 2. Elles sont déterminées sur la base du modèle hydraulique construit en AVP, ajusté avec le profil en travers modifié.



Représentation des lignes d'eau Projet au niveau du profil P2

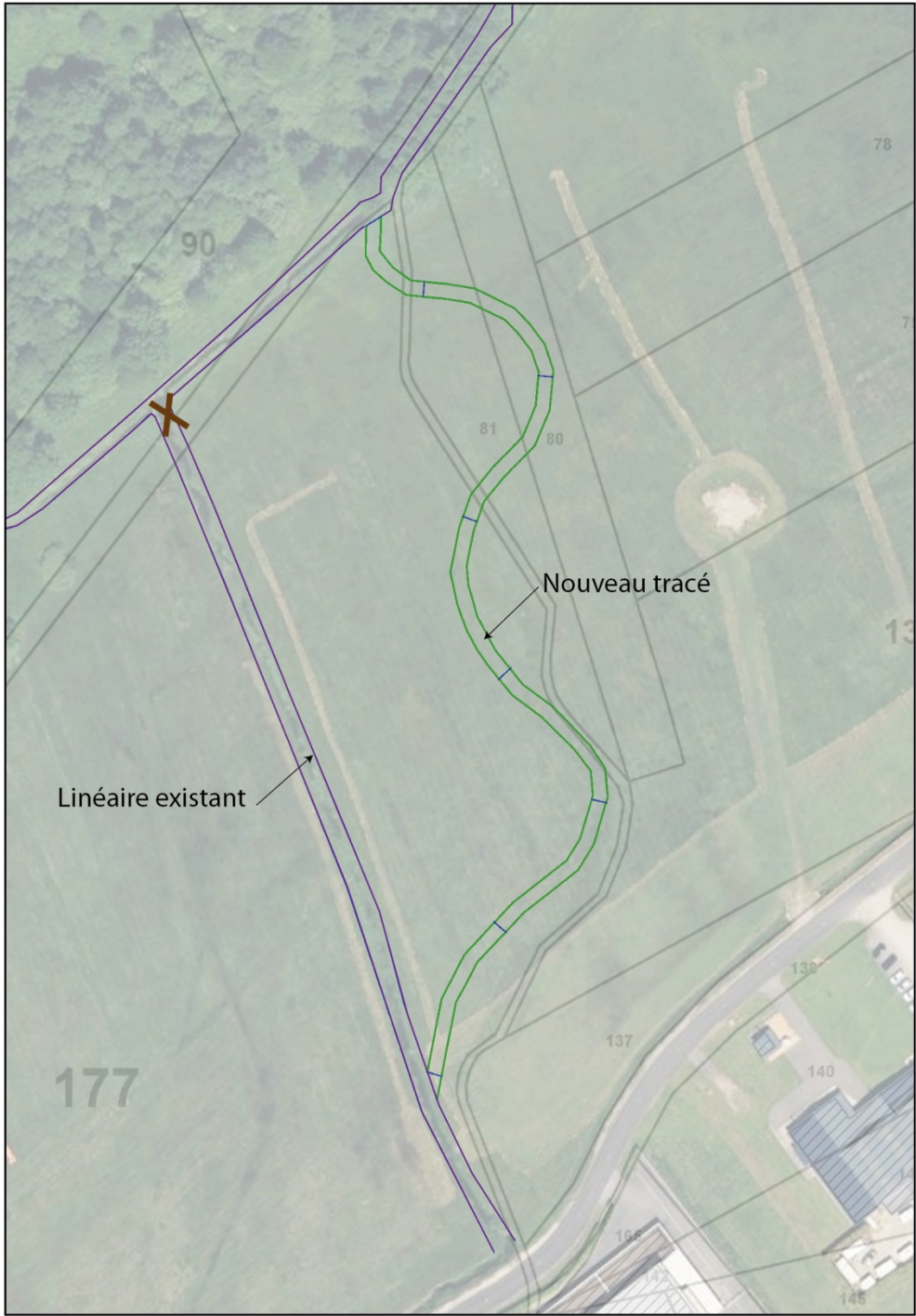
Les résultats des simulations pour les différents débits et pour l'ensemble des profils en travers du nouveau linéaire sont fournis en Annexe.

6.1.3 Devenir du linéaire actuel

Plusieurs scénarios ont été proposés et étudiés en AVP (cf. § 4.3.2). Après discussions et échanges, le scénario retenu consiste à maintenir le linéaire actuel en eau en plaçant un bouchon argileux à son extrémité aval. Il ne participera plus activement à la dynamique des écoulements mais sera en équilibre avec la cote d'eau dans le nouveau linéaire.

Ce choix présente les avantages de limiter le phénomène de drainage et de favoriser une évolution lente du milieu (comblement progressif). Ce choix permet en outre d'offrir un habitat de transition plus favorable pour l'Agrion de Mercure le temps que ce dernier recolonise le nouveau linéaire.

Gestion du linéaire existant
Scénario retenu en phase PRO



Maintient d'un niveau d'eau constant plus favorable à la vie aquatique
Comblement progressif + Réduction du drainage
Milieu le plus favorable à l'Agרון de Mercure



Illustration du devenir du linéaire existant.

6.2 AMÉNAGEMENTS ANNEXES

6.2.1 *Végétalisation*

Les berges et les talus seront végétalisées avec un mélange grainier adapté à l'immersion et résistant à la sécheresse (Ray grass anglais, Fétuques, Pâturin, Agrostide, Lotier et Luzerne) en association avec une couverture anti-érosive type géotextile ou jute coco.

En partie basse des berges, des mottes d'hélophytes seront plantés à raison de 6 unités/m².

6.2.2 *Recharge granulométrique*

Mise en œuvre sur l'ensemble du linéaire d'une recharge granulométrique de 10 cm d'épaisseur composée de :

- ✓ 2/5 de 6-16mm
- ✓ 2/5 de 16-31 mm
- ✓ 1/5 de 40-80mm

On veillera à bien faire remonter la charge sur les berges

6.2.3 *Accès et franchissement*

Afin de conserver l'accès à la parcelle pour les opérations de fauche, ainsi que pour garantir l'accès des secours à la zone d'atterrissage des parachutes, il a été demandé d'intégrer au projet un accès à la parcelle qui sera située entre l'ancien et le nouveau tracé. Plusieurs options sont envisagées :

- utilisation du remblai argileux qui sera mis en place en amont du linéaire rectiligne. Cette solution présente l'avantage de d'optimiser l'aménagement et de réduire les coûts.
- mise en œuvre d'un ouvrage de franchissement sur le nouveau linéaire :
 - de type passerelle ou pont de bois, sans emprise dans le lit mineur : cette solution devra cependant faire l'objet d'une validation géotechnique en raison de la faible portance du sol
 - de type buse + remblai, qui présente l'inconvénient majeur d'avoir une emprise dans le lit mineur nouvellement créé.
- aménagements d'un passage à gué en blocs métriques non liaisonnés (maintient de la circulation de l'eau)

On notera cependant que l'accès à la zone d'atterrissage par un véhicule de secours semble délicate compte-tenu des risques d'enlèvement (terrains humides).

6.2.4 Jonction aval entre le nouveau linéaire et le lit existant

Au stade actuel de l'étude, on ne connaît la cote exacte du fond du lit existant au niveau de la jonction avec le tracé projet. La hauteur de chute sera à priori de 20 cm au maximum. Afin de limiter tout risque d'érosion régressive sur le nouveau tracé, un « point dur » sera mis en place (enrochement de $\varnothing 150$ mm). Si la chute est supérieure à 15 cm, on prévoira la mise en place de deux rangées de blocs décimétrique distantes de 10 m dans le linéaire existant. On rappellera que la problématique de la continuité piscicole n'est à priori pas un enjeu fort sur ce secteur.

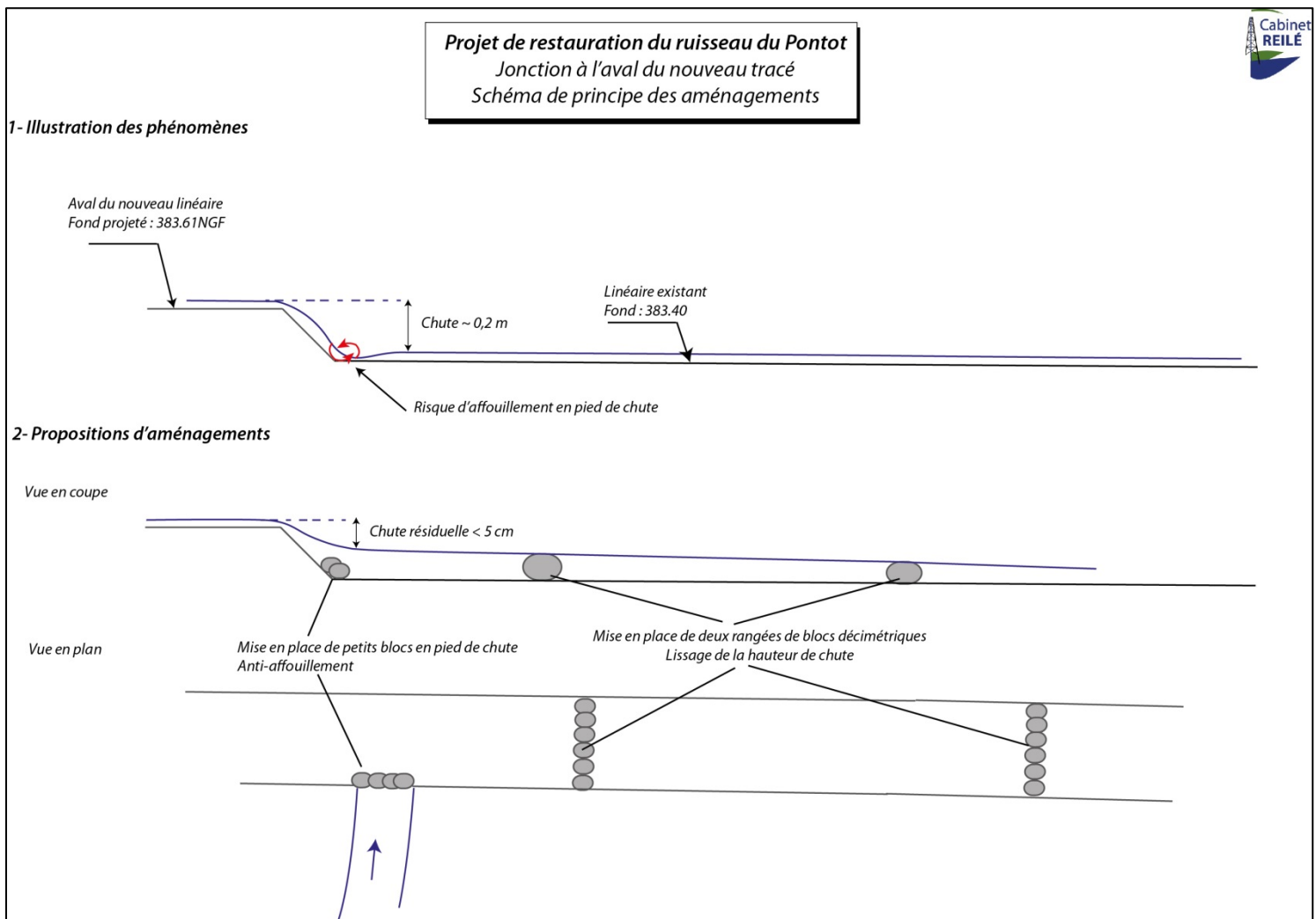


Schéma de principe (vue en plan et en coupe) des aménagements à la jonction aval entre le nouveau tracé et le linéaire actuel-

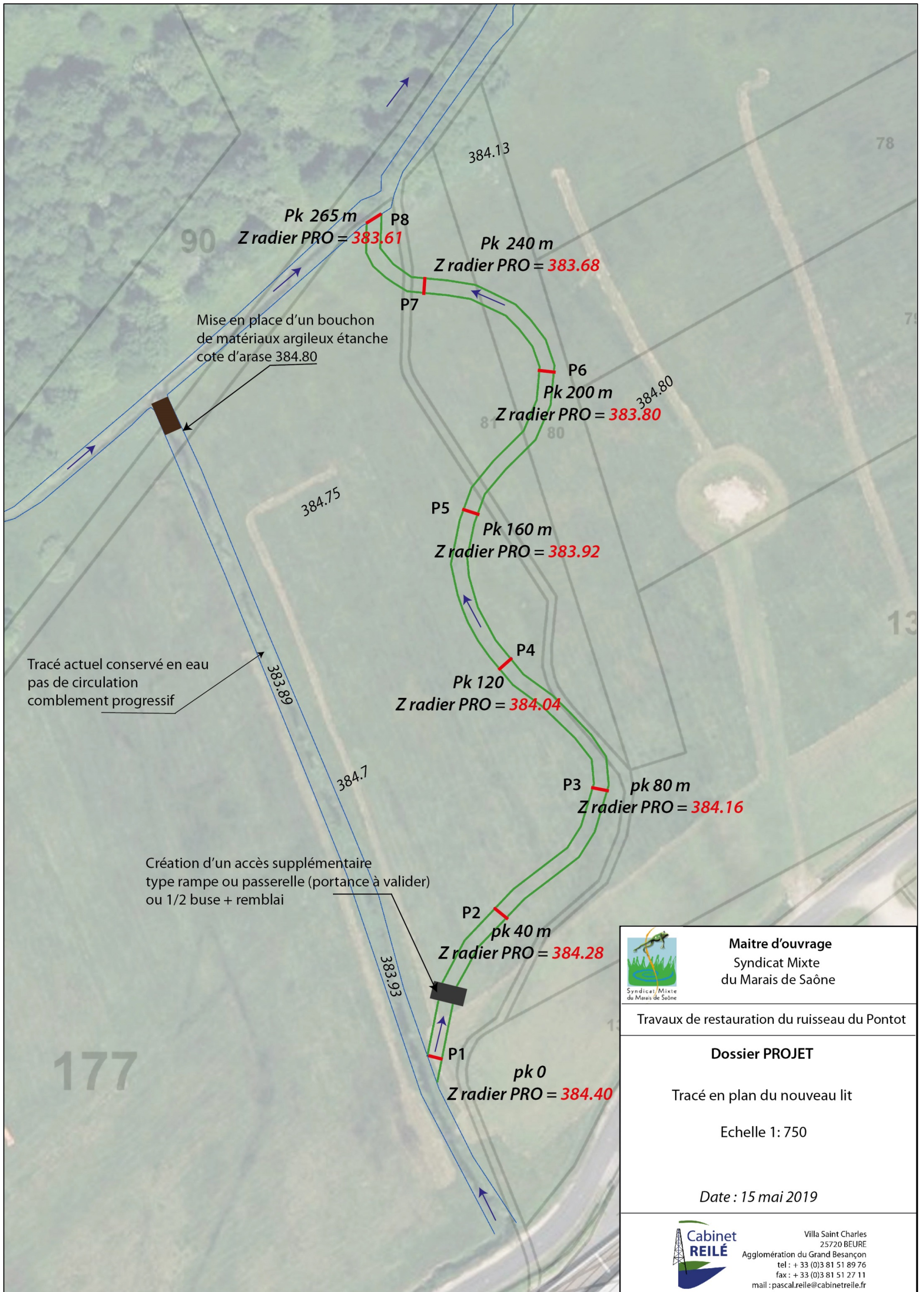
6.3 MÉTRÉS/ ESTIMATION DES COUTS

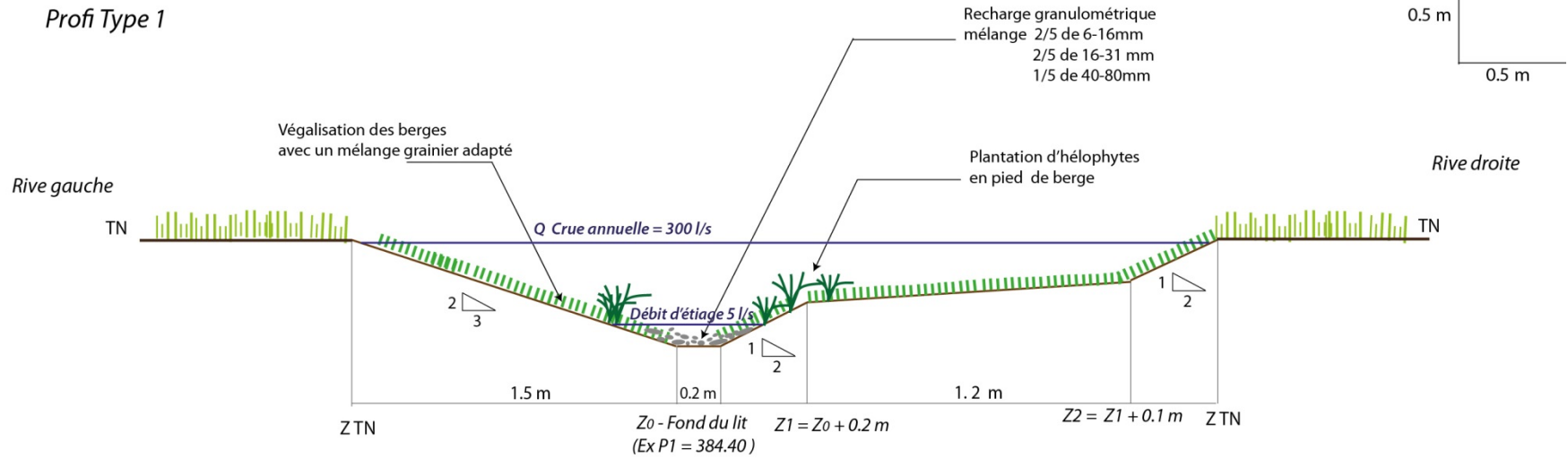
	U	P.U	Qté	PT
Installation de chantier	ff	10 000.00 €	1	10 000.00 €
Déblai /remblai	m ³	12.00 €	450	5 400.00 €
Plantation d'hélophyte	m ²	13.00 €	750.00	9 750.00 €
Ensemencement des berges	m ²	1.50 €	1219	1 828.50 €
Géotextile biodégradable type coco	m ²	12.00 €	1219	14 628.00 €
Recharge granulométrique	m ³	50.00 €	15	750.00 €
COUT TOTAL TRAVAUX HT				42 356.50 €
Coût €/ml HT				211.78 €

*Cette estimation ne comprend pas le cout d'un éventuel dispositif de franchissement supplémentaire.
Le dimensionnement et la faisabilité d'un ouvrage de type « pont » ou « passerelle » devra être confirmé par une étude géotechnique.*

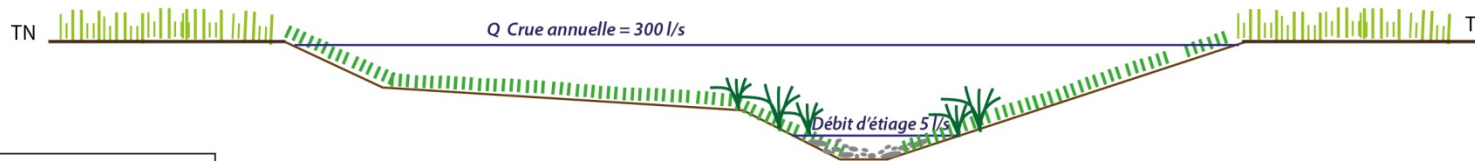
6.4 PLANS ET PROFILS

- plan de masse du projet avec emprise du nouveau linéaire et altitude projet du fond du nouveau lit aux différents profils-Format A3- Échelle 1/1000°
- Profil en travers type-Format A4- Échelle 1/25°





Profi Type 2



	Maitre d'ouvrage Syndicat Mixte du Marais de Saône
Travaux de restauration du ruisseau du Pontot	
Dossier PROJET	
Profils en travers type	
Echelle 1: 25	
Date : 15 mai 2019	
	Villa Saint Charles 25/20 BEURE Agglomération du Grand Beauregard tel : + 33 (0)3 81 51 89 76 fax : + 33 (0)3 81 51 27 11 mail : pascal.reile@cabinetreile.fr