NOTE TECHNIQUE

Projet d'aménagement de cinq ouvrages de franchissement agricole :

- PFETTISHEIM-TRUCHTERSHEIM,
- PFULGRIESHEIM-LAMPERTHEIM,
- STUTZHEIM-OFFENHEIM,
- ITTENHEIM-HURTIGHEIM,
- BREUSCHWICKERSHEIM

1. PREAMBULE

Dans le cadre des travaux connexes aux cinq opérations d'Aménagement Foncier Agricole, Forestier et Environnemental (AFAFE) liées à la construction de l'A355 - GCO, plusieurs Associations Foncières envisagent la construction de ponts à usage agricole sur le territoire de leur Commune.

Ces cinq ouvrages hydrauliques ont pour but de permettre le franchissement de cours d'eau situés dans le KOCHERSBERG :

- PFETTISHEIM-TRUCHTERSHEIM sur le KOLBSENBACH,
- PFULGRIESHEIM-LAMPERTHEIM sur le KOLBSENBACH,
- STUTZHEIM-OFFENHEIM sur la SOUFFEL,
- ITTENHEIM-HURTIGHEIM sur le MUSAUBACH,
- BREUSCHWICKERSHEIM sur le MUEHLBACH.

Fig. 1. Localisation des ouvrages

Les voies d'accès de part et d'autre des cours d'eau sont déjà en place pour l'ensemble des ouvrages :

- Le tracé des chemins agricoles permettra de créer, si les ponts agricoles sont mis en place, des contournements agricoles des villages. Ainsi, une grande partie du trafic des engins agricoles pourra se faire en évitant de traverser les parties bâties des villages (lotissements, centre anciens aux ruelles étroites) ;
- La mise en place des 5 ponts permettra également d'améliorer la sécurisation des routes départementales et métropolitaines en permettant de relier directement des secteurs agricoles, sans emprunter ces routes à circulation automobile dense.

Pour la création de ces ouvrages de franchissement, il convient de les dimensionner afin :

- De supporter les charges lourdes liées aux passages d'engins agricoles,
- D'en assurer une **transparence hydraulique** au niveau du cours d'eau par la mise en place d'une **revanche de 50 cm** au-dessus du niveau d'écoulement à plein-bord des cours d'eau,
- D'en assurer une **transparence écologique** en les réalisant **sans toucher au lit mineur** (lit et berges du cours d'eau), en réalisant les **fondations de part et d'autre du cours d'eau**,
- De les réaliser en déplaçant le chantier via un accès de chaque côté du cours d'eau, donc **sans mise en place d'un franchissement busé temporaire**,
- De leur donner une **largeur de 6m**, sans impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique,
- De ne pas soustraire de **surface d'expansion de crue par le creusement de chenaux de décharge** permettant la libre circulation des écoulements de crue au droit des ponts,
- De raccorder le tablier au terrain naturel de part et d'autre par des **rampes très courtes de moins de 20 m de long**.
- De prévoir la mise en place des **compensations hydrauliques et environnementales au plus proche des ouvrages**.

2. CONTEXTE

Plusieurs visites de terrain ont été réalisées en 2020, 2021 et 2022 afin de définir les objectifs des projets et les contraintes des différents sites par :

- Les présidents des Associations Foncières ;
- Les bureaux d'études ARTELIA, SINBIO, EGIS et Atelier des Territoires.

2.1. PONT n°1 PFETTISHEIM-TRUCHTERSHEIM sur le KOLBSENBACH :

Fig. 2. Emplacement projeté de l'ouvrage de franchissement agricole sur le KOLBSENBACH à PFETTISHEIM

<u>Le ruisseau du KOLBSENBACH (A2920430)</u> :

Ce cours d'eau prend sa source dans les coteaux de KIENHEIM. Il traverse les communes de REITWILLER et PFETTISHEIM, avant d'arriver sur LAMPERTHEIM. Il se jette dans le LEISBACH, avant de confluer 300 m plus loin avec la SOUFFEL juste en aval de route de MUNDOLSHEIM. A LAMPERTHEIM son débit est en moyenne de 45 l/s (mesures SOGREAH en 2001). **Au droit du GCO, son débit d'étiage est estimé à 8 l/s et son débit en crue centennale à 2,8 m^3/s (étude APS GCO).**

De même que le LEISBACH, la zone inondable de ce cours d'eau est limitée à un débordement exceptionnel, restreint uniquement au fond de vallon.

Le KOLBSENBACH s'écoule en plaine agricole. Des rectifications anciennes l'ont fortement dégradé (peu de sinuosité avec des largeur et profondeur uniformes). Sa ripisylve est quasi absente, son substrat est fin, vaseux et colmatant. Ses écoulements sont homogènes, laminaires plutôt lentiques. Très peu de végétation aquatique se développe. Sa largeur en eau est d'environ un mètre avec des profondeurs de 10 à 40 cm.

Le peuplement piscicole est très peu diversifié avec seulement 2 espèces piscicoles ubiquistes et tolérantes : la Loche franche (85% des effectifs) et le Goujon. La densité est de 170 ind/100m² et la biomasse assez faible de 1,1 kg/100m². On note l'absence de carnassiers. La classe de qualité IPR est « mauvaise » (IPR = 33,6 avec surdensité d'individus tolérants et absence d'espèces lithophiles et rhéophiles).

Les habitats piscicoles sont très peu diversifiés avec seulement de la végétation rivulaire. Les potentialités de frayères de ce cours d'eau sont faibles. (Données DAU-COS, 2017).

Au droit du futur pont, le **bassin-versant** intercepté en amont de l'ouvrage à une superficie d'environ **7,3 km²**.

Les emplacements de l'ouvrage de franchissement et des chemins d'accès projetés sont schématisés ci-dessous.

Fig. 3. Tracé du projet n°1 sur fond d'ortho photographie

Les constats suivants ont été réalisés lors des visites :

- Les chemins d'accès au futur ouvrage de franchissement du KOLBSENBACH sont déjà tracés, et ne seront pas remis en question par l'AFAFE.
- Les arbres présents le long du cours d'eau sont en dehors du tracé du projet et ne seront pas impactés.
- Le cours d'eau est souvent quasiment à sec en été. La végétation des berges est banale, avec des plants d'Impatiens Glandulifera, classée comme espèce exotique envahissante.

Fig. 4. Photo d'Impatiens Glandulifera prise sur la berge au droit du site 1.

La figure ci-dessous montre les prises de vues réalisées le 03/09/20.

Fig. 5. Prises de vue réalisée lors de la visite du 03/09/20

L'ouvrage devra respecter les préconisations suivantes :

- L'emplacement de l'ouvrage est fixé. La largeur projetée est de 6m, pour assurer le passage d'engins agricoles de 4,5m d'envergure. Le poids maximal des engins agricoles est estimé à 40 tonnes.
- Bien que l'ouvrage projeté ne soit pas destiné au passage de piétons, il ne peut être exclu que celui-ci soit emprunté à l'avenir par des promeneurs. Ainsi des gardes corps seront inclus au projet.

Impact sur les zones humides :

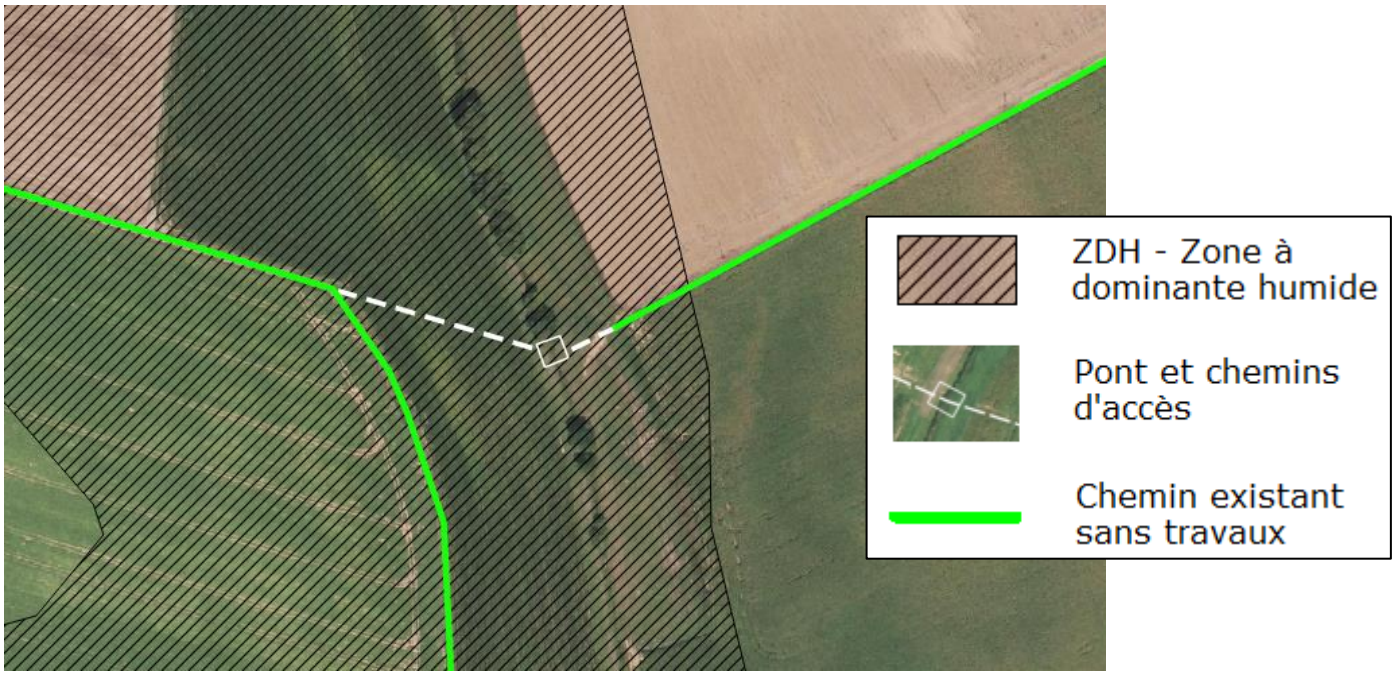


Fig. 6. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°1

Fig. 7. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°1

L'impact des travaux sur les zones humides est mesuré en croisant les superficies des travaux d'artificialisation du milieu avec les données issues de la BdZDH-CIGAL (base de données des Zones à Dominante Humide)

La qualification des ZDH s'appuie à la fois sur :

- Les surfaces en eau permanentes extraites de la Base de données d'Occupation du Sol de 2008 (BdOCS2008-CIGAL),
- L'interprétation de zones comportant des caractéristiques humides basées sur l'hydromorphie des sols, la topographie et la végétation,
- La définition des zones humides des arrêtés ministériels de la Directive Cadre sur l'Eau : Articles L.211-1, L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.

Le Comité Alsacien de la Biodiversité (CAB) réuni le 28 novembre 2011, a décidé de retenir la BdZDH2008-CIGAL comme la cartographie d'alerte et de signalement des zones humides en Alsace, devant servir d'appui à l'inventaire des zones humides tel que prévu dans le SDAGE.

Pour cet ouvrage n°1, l'impact des travaux sur les zones à dominante humide porte sur une superficie de 190 m² qui résulte de :

- La création des chemins d'accès de part et d'autre du pont consistant à l'empierrement sur 40 cm d'épaisseur, 4 m de large et 40 m de long, soit une superficie de 160 m² ;
- La création du pont sur 6 m de large et 5 m de portée, soit une superficie de 30 m².

En rive droite, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité dans une **parcelle cultivée en labours**.
En rive gauche, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité dans une **parcelle cultivée en prairie permanente partiellement remblayée** sur 10 m de long dans la partie orientale de l'emprise du futur chemin.

<u>Impact sur les habitats d'espèces</u> :

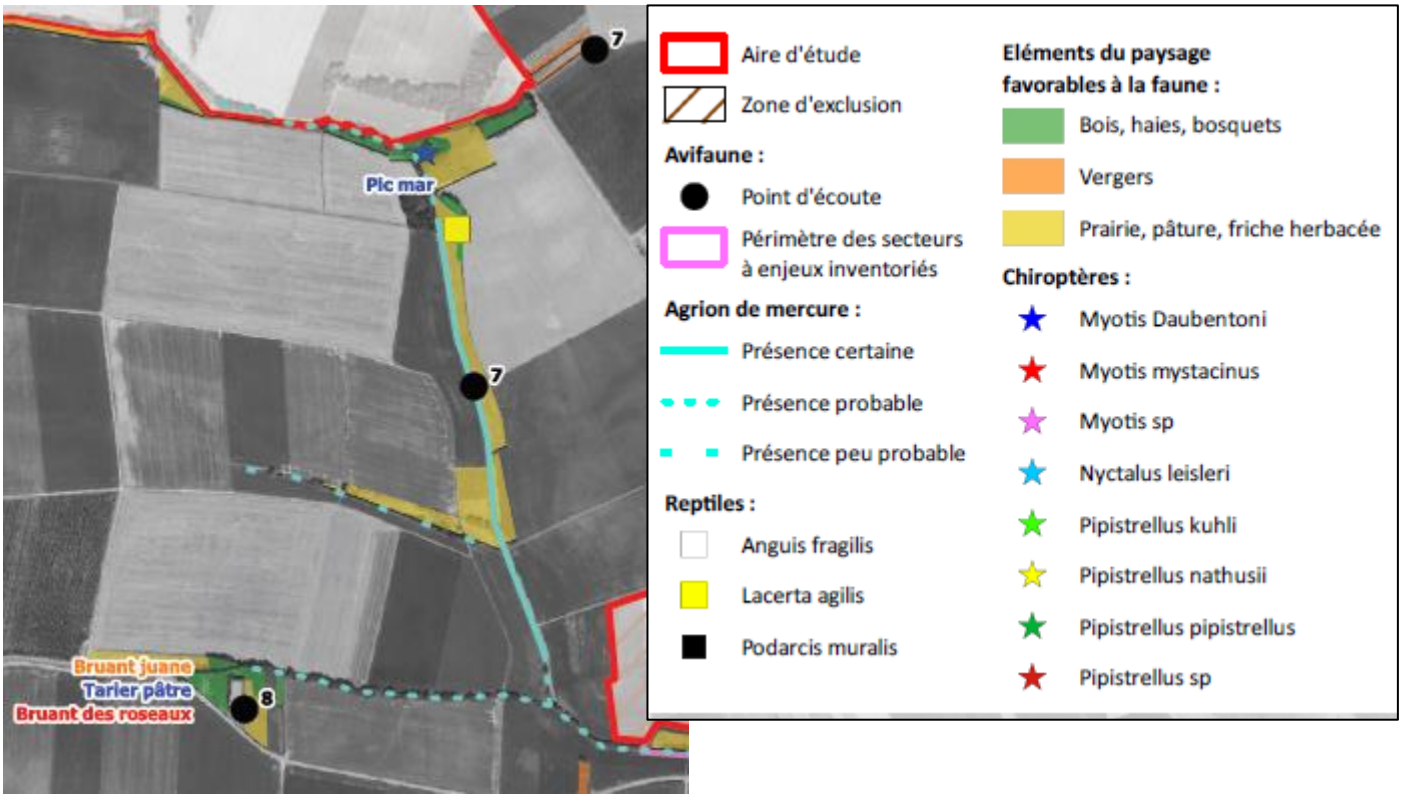


Fig. 8. Inventaire faunistique aux abords de l'ouvrage n°1

La présence de l'Agrion de Mercure a été attestée en 2019 sur ce tronçon du KOLBSENBACH par le bureau d'études Atelier des Territoires dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact de l'AFAFE.

2.2. PONT n°2 PFULGRIESHEIM-LAMPERTHEIM sur le KOLBSENBACH :

Fig. 9. Emplacement projeté de l'ouvrage de franchissement agricole n°2 sur le KOLBSENBACH entre PFULGRIESHEIM et LAMPERTHEIM

Le ruisseau du KOLBSENBACH (A2920430) :

Ce cours d'eau prend sa source dans les coteaux de KIENHEIM. Il traverse les communes de REITWILLER et PFETTISHEIM, avant d'arriver sur LAMPERTHEIM. Il se jette dans le LEISBACH, avant de confluer 300 m plus loin avec la SOUFFEL juste en aval de route de MUNDOLSHEIM. A LAMPERTHEIM son débit est en moyenne de 45 l/s (mesures SOGREAH en 2001). **Au droit du GCO, son débit d'étiage est estimé à 8 l/s et son débit en crue centennale à 2,8 m³/s (étude APS GCO).**

De même que le LEISBACH, la zone inondable de ce cours d'eau est limitée à un débordement exceptionnel, restreint uniquement au fond de vallon.

Le KOLBSENBACH s'écoule en plaine agricole. Des rectifications anciennes l'ont fortement dégradé (peu de sinuosité avec des largeur et profondeur uniformes). Sa ripisylve est quasi absente, son substrat est fin, vaseux et colmatant. Ses écoulements sont homogènes, laminaires plutôt lentiques. Très peu de végétation aquatique se développe. Sa largeur en eau est d'environ un mètre avec des profondeurs de 10 à 40 cm.

Le peuplement piscicole est très peu diversifié avec seulement 2 espèces piscicoles ubiquistes et tolérantes : la Loche franche (85% des effectifs) et le Goujon. La densité est de 170 ind/100m² et la biomasse assez faible de 1,1 kg/100m². On note l'absence

de carnassiers. La classe de qualité IPR est « mauvaise » (IPR = 33,6 avec surdensité d'individus tolérants et absence d'espèces lithophiles et rhéophiles).

Les habitats piscicoles sont très peu diversifiés avec seulement de la végétation rivulaire. Les potentialités de frayères de ce cours d'eau sont faibles. (Données DAU-COS, 2017).

Au droit du futur pont, le **bassin-versant** intercepté en amont de l'ouvrage à une superficie d'environ **14,5 km²**.

Les emplacements de l'ouvrage de franchissement et des chemins d'accès projetés sont schématisés ci-dessous.

Fig. 10. Tracé du projet n°2 sur fond d'ortho photographie

Les constats suivants ont été réalisés lors des visites :

- Les chemins d'accès au futur ouvrage de franchissement du KOLBSENBACH sont déjà tracés, et ne seront pas remis en question par l'AFAFE.
- Les arbres présents le long du cours d'eau sont en dehors du tracé du projet et ne seront pas impactés.
- Le cours d'eau est souvent quasiment à sec en été. La végétation des berges est banale, avec des plants d'Impatiens Glandulifera, classée comme espèce exotique envahissante.

L'ouvrage devra respecter les préconisations suivantes :

- L'emplacement de l'ouvrage est fixé. La largeur projetée est de 6m, pour assurer le passage d'engins agricoles de 4,5m d'envergure. Le poids maximal des engins agricoles est estimé à 40 tonnes.
- Bien que l'ouvrage projeté ne soit pas destiné au passage de piétons, il ne peut être exclu que celui-ci soit emprunté à l'avenir par des promeneurs. Ainsi des gardes corps seront inclus au projet.

<u>Impact sur les zones humides</u> :

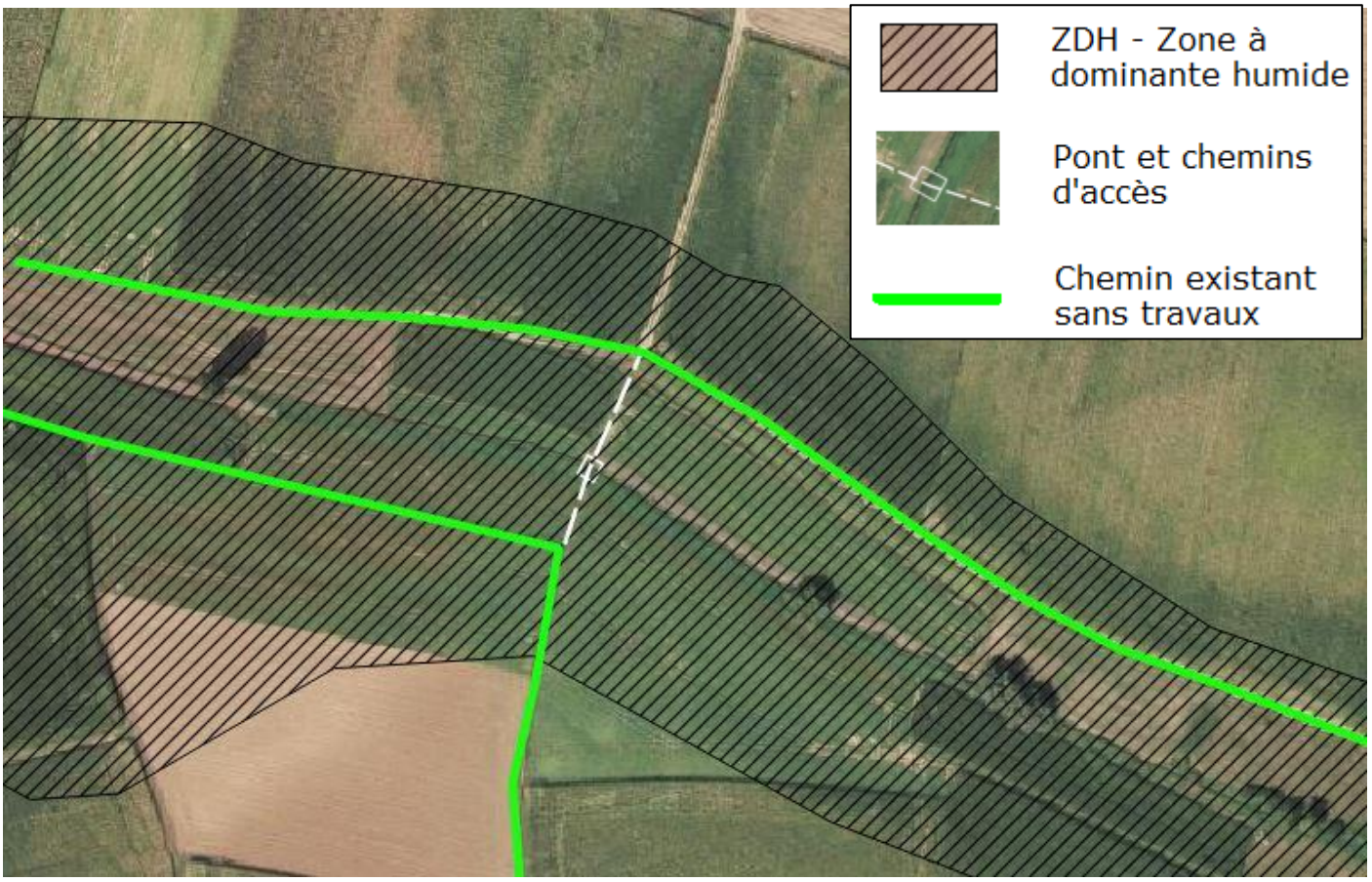


Fig. 11. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°2

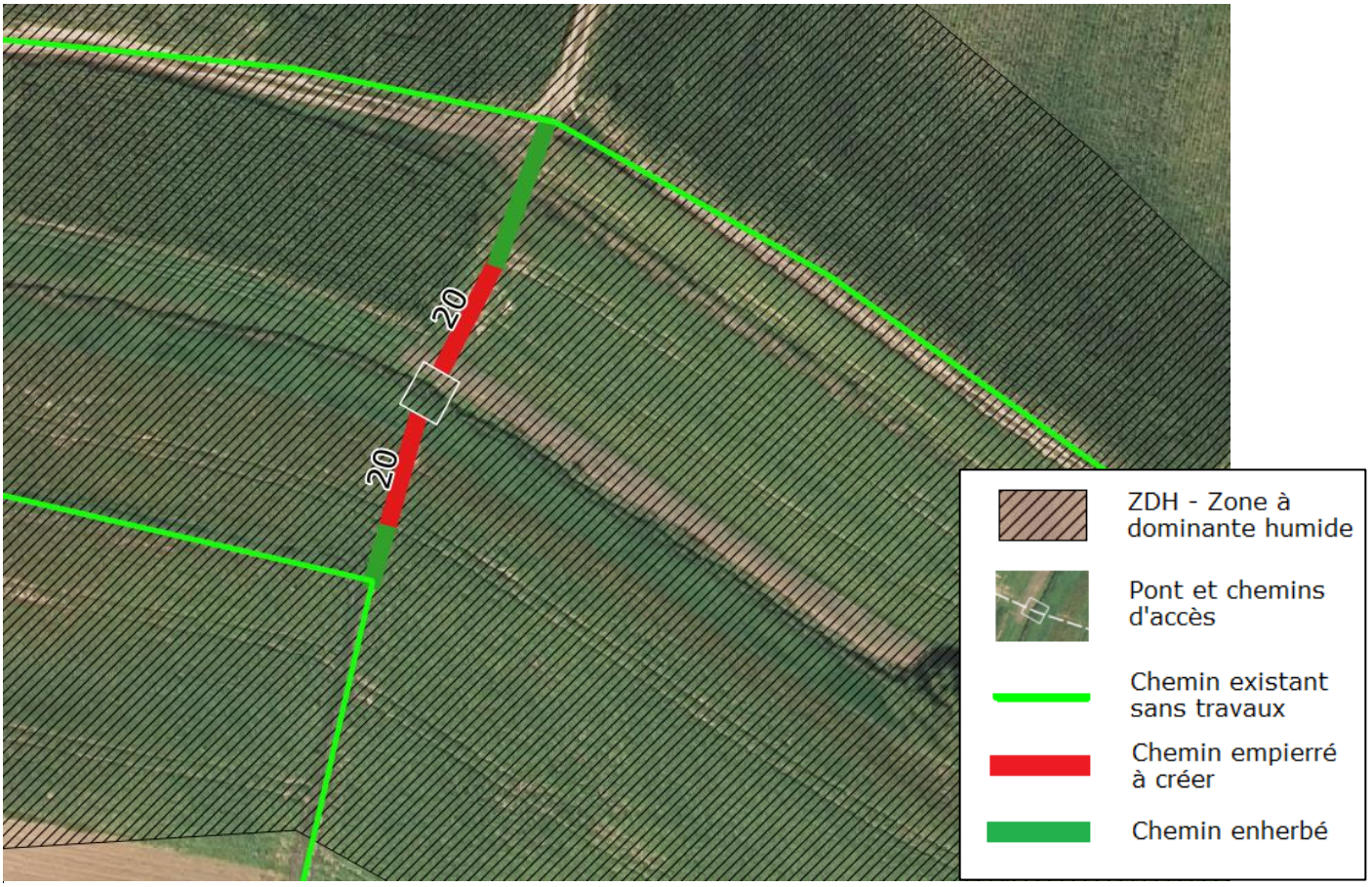


Fig. 12. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°2

Pour cet ouvrage n°2, l'impact des travaux sur les zones à dominante humide porte sur une superficie de 196 m² qui résulte de :

- La création des chemins d'accès de part et d'autre du pont consistant à l'empierrement sur 40 cm d'épaisseur, 4 m de large et 40 m de long, soit une superficie de 160 m² ;
- La création du pont sur 6 m de large et 6 m de portée, soit une superficie de 36 m².

En rive droite, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité dans une **parcelle cultivée en labours**.
En rive gauche, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité dans une parcelle cultivée en labours.

<u>Impact sur les habitats d'espèces</u> :

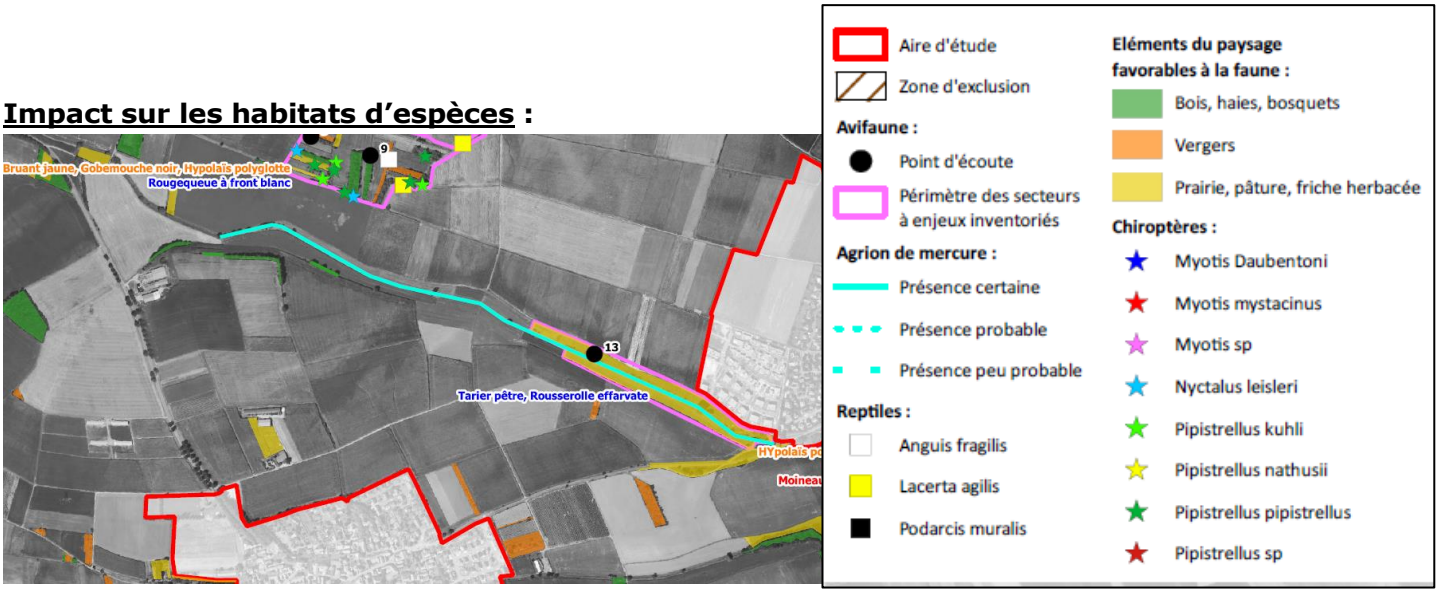


Fig. 13. Inventaire faunistique aux abords de l'ouvrage n°2

La présence de l'Agrion de Mercure a également été attestée en 2019 sur ce tronçon du KOLBSENBACH par le bureau d'études Atelier des Territoires dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact de l'AFAFE.

2.3. PONT n°3 STUTZHEIM-OFFENHEIM sur la SOUFFEL:

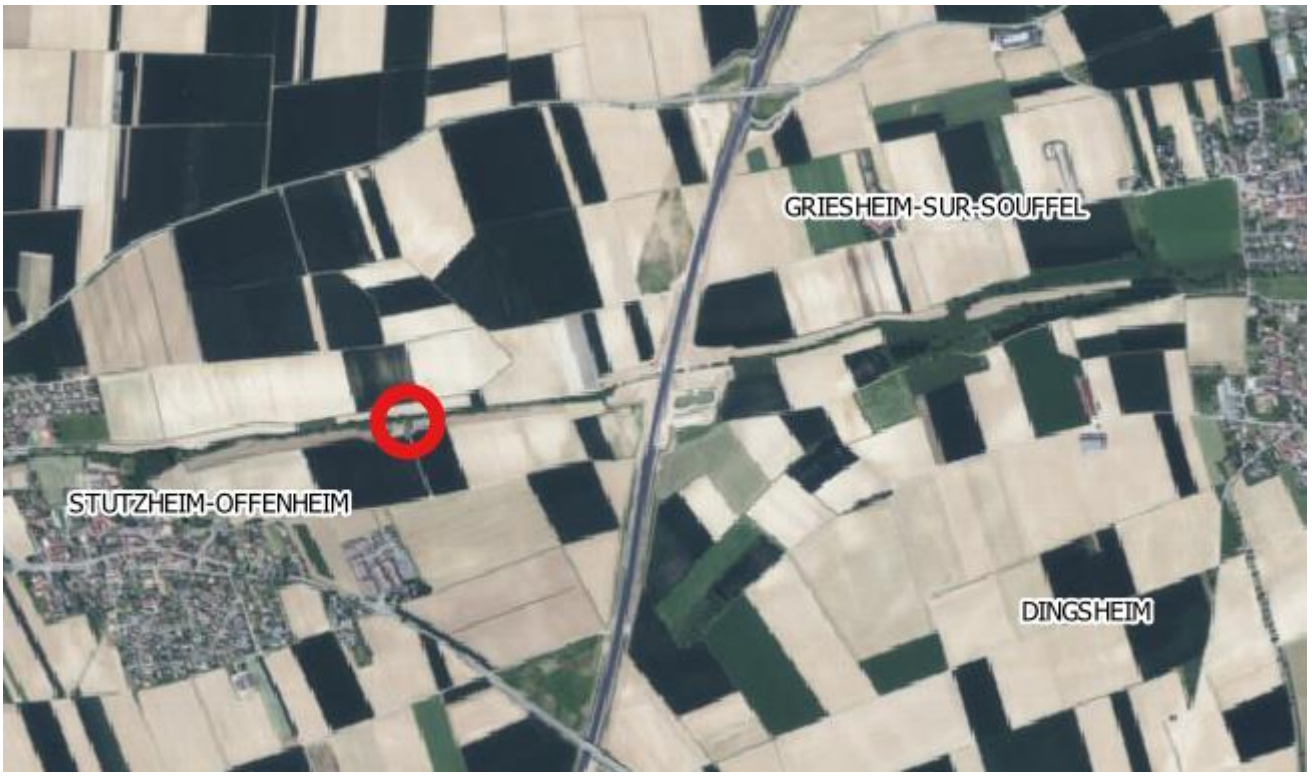


Fig. 14. Emplacement projeté de l'ouvrage de franchissement agricole n°3 sur la SOUFFEL à STUTZHEIM-OFFENHEIM

<u>Le ruisseau de la SOUFFEL (A2900200) :</u>

Ce cours d'eau d'une longueur de 27,5 km, collecte les eaux de ruissellement d'un bassin hydrographique de 130 km2, avant de confluer en rive gauche de l'ILL.

Elle prend sa source sur les collines du KOCHERSBERG au nord-est de WASSELONE. Elle s'écoule vers l'est, et reçoit les eaux du MUSAUBACH puis du PLAETZERBACH, avant de traverser la commune de STUTZHEIM-OFFENHEIM puis GRIESHEIM-SUR-SOUFFEL.

Les débits de la SOUFFEL, au niveau de la station de MUNDOLSHEIM, sont les suivants :

- débit moyen : 300 l/s.
- débit d'étiage : 80 l/s.
- débit instantané maximum de retour 50 ans : 6,4 m3/s

Les débits d'étiage quinquennaux de la SOUFFEL à SCHNERSHEIM sont de 5 à 10 l/s, tandis qu'ils s'élèvent à 20 à 50 l/s à la confluence du LEISBACH.

La qualité biologique est jugée mauvaise, en particulier par rapport aux Invertébrés et à l'hydromorphologie. Des polluants identifiés concernent les pesticides et les Métaux (Arsenic, Chrome, Cuivre ou Zinc). L'état chimique du cours d'eau est évalué inférieur au bon état, avec la présence de nombreux polluants chimiques : Ethylhexylphtalate, Benzo(k)fluoranthène, Indéno(123cd)pyrène, Benzo(g,h,i)pérylène, Benzo(b)fluoranthène.

La SOUFFEL dans ce secteur est fortement dégradée par des rectifications et un encaissement de son lit, un impluvium agricole, ainsi qu'une ripisylve très peu présente, perchée et clairsemée. Ses écoulements laminaires lentiques et ses hauteurs d'eau sont très peu variés. Le fond est colmaté par des substrats fins. Largeur en eau d'environ 2 m.

Le peuplement piscicole est peu diversifié avec seulement 6 espèces ubiquistes et tolérantes. La principale est le Goujon, accompagné de la Loche franche, de l'Épinoche, du Chevaine, du Gardon et du Rotengle. La densité est de 122 ind/100m² et la biomasse d'environ 2kg/100m². On note l'absence de carnassiers. La classe de qualité IPR est « mauvaise » (IPR = 27,7 avec absence d'espèces lithophiles et rhéophiles).

Les habitats piscicoles sont constitués uniquement de quelques massifs de végétation aquatique. Les potentialités de frayères de ce cours d'eau sont faibles. (Données DAU-COS, 2017)

Au droit du futur pont, le **bassin-versant** intercepté en amont de l'ouvrage à une superficie d'environ **34,4 km²**.

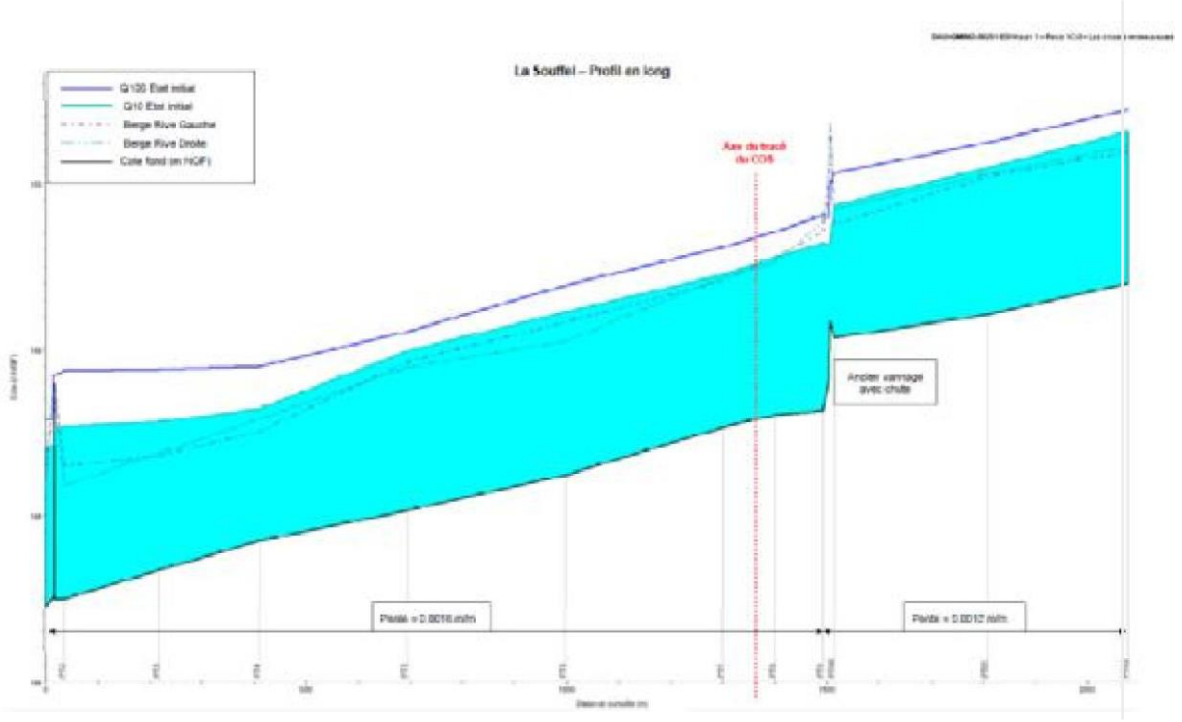
<u>Données hydrauliques (bureau d'études SINBIO)</u> :

Afin de rester cohérent avec les données de débits utilisées pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques du GCO, il est possible d'utiliser les résultats hydrauliques utilisés par le bureau d'études INGEROP fournis dans le cadre de l'enquête publique du GCO.

Cours d'eau	Superficie du BV (km²)	Débit décennal (m³/s)	Débit centennal (m³/s)
La SOUFFEL	37,8	7,2	14,3

La modélisation hydraulique réalisée par INGEROP avec le logiciel HecRas débute directement en aval de la STEP soit au droit du projet.

Nota :
Cette modélisation hydraulique ne prend cependant pas en considération le projet de renaturation ni l'abaissement de l'ouvrage hydraulique situé environ 580 m en aval du site. Elle permet cependant d'avoir une première idée de l'importance des débordements sur cette zone et de fournir un état initial.
Le profil en long ci-dessous représente la situation hydraulique d'INGEROP.



On relèvera principalement une cote de crue centennale estimée en limite aval de la STEP à 150,89 m. Sur la base de ces éléments, le niveau d'eau d'une Q100 en limite amont de la STEP est estimé à 151,00 m.

<u>Topographie du site (</u>bureau d'études SINBIO) :

Des relevés topographiques partiels existent au niveau de la station d'épuration qui présentent un degré de précision de l'ordre du centimètre ainsi que des données MNT qui présentent un degré de précision de plus ou moins 10 à 15 cm.

Les données topographiques font ressortir :

- Un TN en limite de zone clôturée de la STEP (rive droite) comprise entre 150,78 m (limite amont de la STEP) et 150,68 m (limite aval de la STEP),
- Un TN en rive gauche légèrement supérieur en limite amont de la STEP (150,81 m) mais inférieur en limite aval de la STEP (150,60 m).

Sur la base de la hauteur d'eau estimée pour une Q100 et des relevés topographiques la STEP est susceptible d'être inondée sur ces parties basses sur une emprise de 8 à 10 m.

La rive gauche est également inondable sur une emprise de l'ordre de 8 m depuis son sommet de berge.
Autrement dit, le champ d'expansion d'une crue centennale de la Souffel en situation actuelle est de l'ordre de 30 m en intégrant le lit mineur ce qui représente globalement l'ensemble du fond de vallée.

L'analyse hydraulique fournie par INGEROP se base sur un profil réalisé en aval immédiat de la STEP. La modélisation hydraulique permet de détailler la répartition des débits au droit de chaque profil tels que définis dans le tableau ci-dessous dans le dossier d'autorisation unique du GCO.

3.2.3.5.2. *CRUE CENTENNALE*

Le débit centennal a été évalué à 14.3 m³/s. Il est simulé en régime permanent.

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus au droit du projet.

Profil en travers concerné	Commentaires	Caractéristiques de l'écoulement de la ligne d'eau						
		Niveau d'eau atteint (mNGF)	Débit (m³/s)			Vitesse (m/s)		
			Lit majeur RG	Lit mineur	Lit majeur RD	Lit majeur RG	Lit mineur	Lit majeur RD
PT12	Aval du chemin menant à la STEP	150.89	1.46	12.5	0.37	0.40	1.64	0.28
PT11	-	150.50	6.57	7.6	0.2	0.27	0.87	0.11
PT10	Amont de l'ancien vannage	150.12	2.29	10.4	1.66	0.28	1.12	0.24
PT9	Aval de l'ancien vannage	149.62	0.64	13.7	0.01	0.23	1.37	0.09
PT8	Amont du projet	149.42	0.79	11.3	2.29	0.24	1.27	0.31
PT7	Aval du projet	149.23	3.17	9.6	1.58	0.33	1.2	0.26
PT6	-	148.77	1.12	10.2	3.06	0.24	1.07	0.29
PT5	-	148.22	0.65	9.5	4.12	0.27	1.32	0.36
PT4	-	147.80	0.64	7.3	6.38	0.23	0.92	0.44
PT3	-	147.76	5.42	4.0	4.93	0.21	0.38	0.20
PT2	Amont OH1	147.74	3.15	3.9	7.28	0.14	0.32	0.19
PT1	Aval OH1	147.15	0.97	9.0	4.37	0.22	1.08	0.51

Ce tableau fait ressortir que la très grande majorité des débits passe dans la section du lit mineur ce qui n'est pas le cas pour des profils en travers situés en aval du PT12 (aval du chemin menant à la STEP). Ces éléments laissent à penser que le lit majeur est relativement limité au droit du PT12.

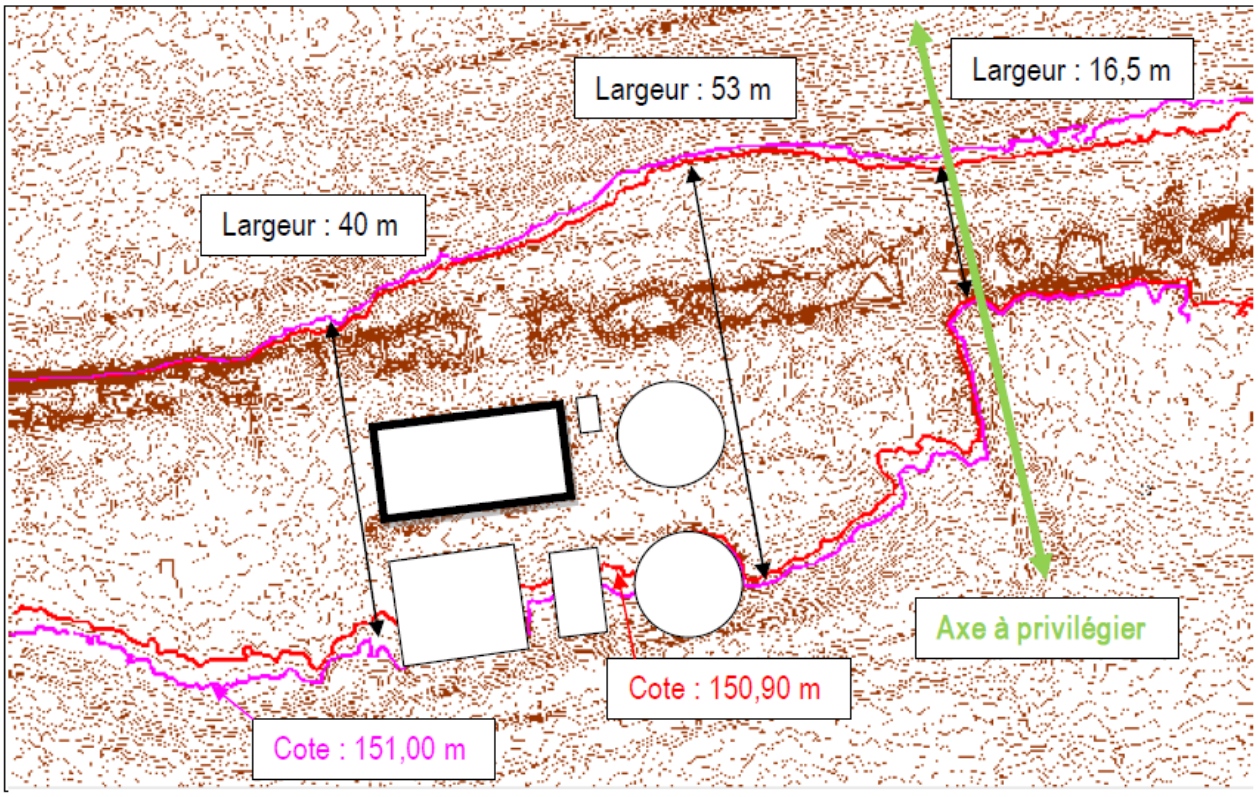
Compte tenu de ces premières analyses, le bureau d'études SINBIO a utilisé la modélisation du terrain à l'aide du MNT fourni par le SDEA dans le cadre du programme de restauration de la SOUFFEL et de ses affluents.

Afin de faciliter la compréhension et la visualisation du modelé de terrain, le bureau d'études SINBIO a fait ressortir des courbes de niveau présentant un espacement altimétrique de 5 cm. La courbe de niveau en rouge fait ressortir la cote altimétrique de 150,90 m et la cote en magenta fait ressortir la cote de 151,00 m. Pour rappel, ces deux cotes correspondent respectivement au niveau d'eau de la Q100 estimé en limite aval et amont de la STEP.

La modélisation du terrain permet de constater un pincement des écoulements au droit de l'implantation du chemin d'exploitation envisagé et qui se situe directement en aval de la STEP.

On obtient une largeur du lit majeur de la SOUFFEL de 16,5 m. Le lit mineur dans cette zone avoisine les 6,5 m de large (Distance entre les deux sommets de berges avant débordement). Ces éléments expliquent les résultats obtenus dans le cadre de la modélisation hydraulique d'INGEROP.

La carte ci-dessous représente le résultat de la modélisation du terrain sur la base du MNT avec la mise en place de courbes de niveaux espacées de 5 cm :



Nota :
Les courbes de niveaux représentées mettent en évidence l'inondabilité du terrain sans pour autant impacter les infrastructures de la STEP.

L'analyse de l'état initial démontre que l'implantation d'un ouvrage de franchissement tel qu'envisagé est pertinent par rapport à la topographie du site.

Il apparaît nécessaire d'envisager un ouvrage de franchissement **d'une portée minimale de 7 m.**

<u>ESTIMATION DE LA HAUTEUR D'EAU VERS LA LIMITE AMONT DE LA RENATURATION (BUREAU D'ETUDES SINBIO)</u> :

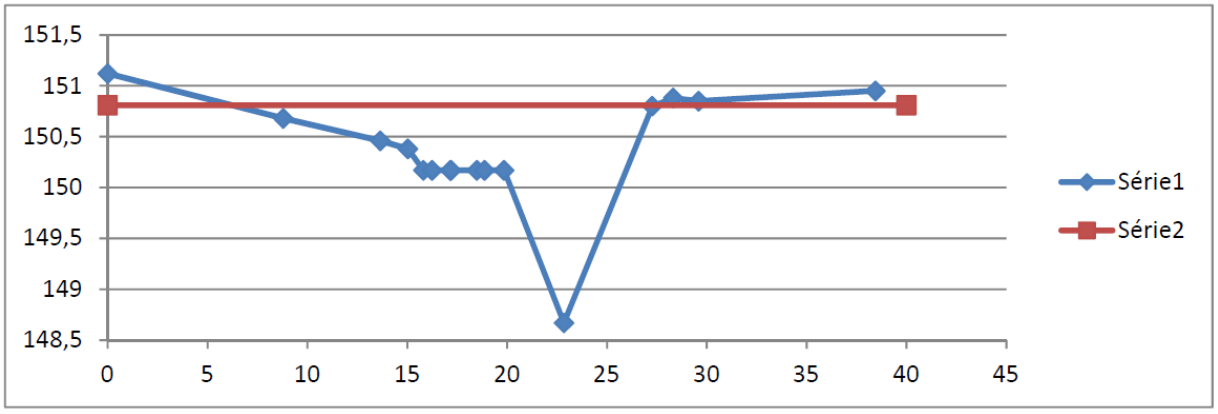
La situation projetée reprend le principe du projet de renaturation à l'achèvement des travaux avec les terrassements des berges en 2H/1V de manière à présenter un profil triangulaire.

Le fond de l'ancien lit est comblé jusqu'au sommet de berge rive droite ce qui permet une augmentation de la capacité hydraulique du lit majeur.

Le fond du lit correspond à une cote de **148,67 m** soit une **pente du lit moyen de 1,6 ‰.** A noter que cette cote est 6 cm au-dessus de la cote du fond de l'ancien lit au droit du PT15.

Il est conservé un **Ks de 34** afin de rester cohérent par rapport à l'estimation de la situation actuelle.

Le profil ci-dessous illustre le profil PT15 en situation projetée à l'achèvement des travaux mais il est clair que ce dernier va évoluer pour tendre vers une section hydraulique présentant un équilibre dynamique naturel.



Sur la base de ces éléments, nous obtenons un débit de 14,3 m^3/s pour une hauteur d'eau de 150,81 m soit la cote approximative du niveau d'eau estimé dans la modélisation d'INGEROP.

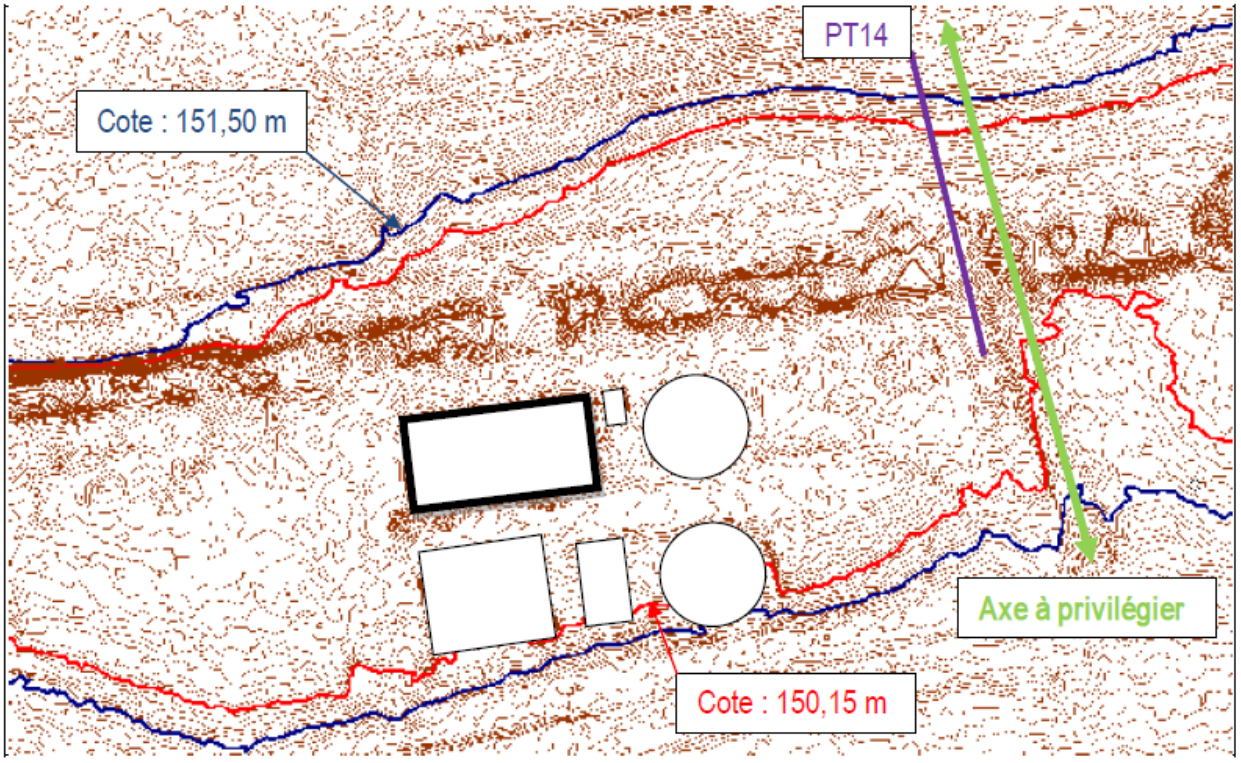
Compte tenu de cette analyse hydraulique, il ressort les éléments ci-dessous
:

- Le terrassement du nouveau lit corrélé à un comblement de l'ancien jusqu'au sommet de berge permet une augmentation de la capacité hydraulique du lit majeur permettant de fait de réduire la lame d'eau en crue. Cette réduction est variable puisque le tracé du lit renaturé rejoint régulièrement son lit actuel, réduisant de fait l'augmentation de la capacité hydraulique du lit majeur. Afin de garantir le résultat obtenu au travers de cette analyse, il apparaît nécessaire de procéder au décapage du TN situé entre les sinuosités de la renaturation de la Souffel afin d'augmenter la capacité hydraulique du lit majeur ;

- La pente projet de 1,6 ‰ possible grâce à l'aménagement de l'ouvrage hydraulique permet une augmentation de la capacité hydraulique par rapport à la situation actuelle mais est variable dans le temps en fonction de l'évolution naturelle du tracé de la Souffel. Il apparaît nécessaire de prendre cet élément en considération et de fixer une marge de sécurité par rapport aux résultats obtenus.

Au vu de ces conclusions, le bureau d'études SINBIO propose de prendre une **marge de sécurité de + 40 cm par rapport au niveau de la Q100 estimée** au niveau du PT15 (151,11 m) et de conserver une **revanche supplémentaire minimum de 10 cm pour conserver une capacité hydraulique maximum** au niveau de l'ouvrage de franchissement. **Cela ramène à un tablier de pont à une cote minimum de 151,61 m.**

La carte ci-dessous représente le résultat de la modélisation du terrain sur la base du MNT avec la mise en place de courbes de niveaux estimées par SINBIO au droit du PT15 et avec une revanche de sécurité de 40 cm :



DIMENSIONNEMENT DE LA SECTION D'ECOULEMENT DE L'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT :

Rappel des éléments de dimensionnement

Le dimensionnement de l'ouvrage reprend les conclusions partielles des analyses précédentes à savoir :

- Un tablier de pont à une cote minimum de **151,61 m**.
- Un ouvrage de franchissement d'une portée de **7 m**.

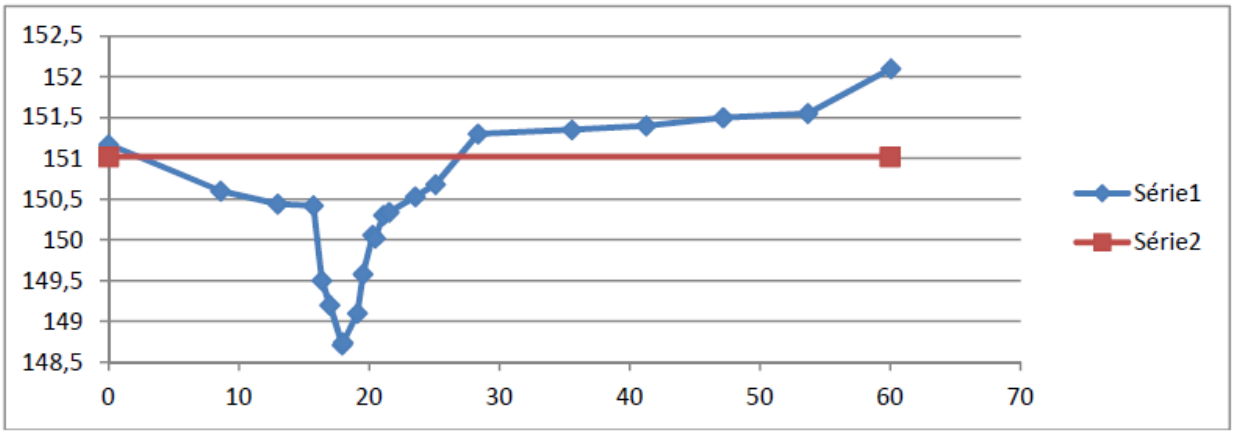
Dimensionnement de l'ouvrage

Afin de pouvoir dimensionner au plus juste l'ouvrage, SINBIO a utilisé le profil en travers PT14 réalisé par le SDEA. Ce profil se situe en limite aval de la STEP soit juste avant le resserrement observé sur les relevés MNT.

Ce profil permet d'avoir une section hydraulique du lit mineur de la SOUFFEL la plus cohérente possible par rapport à l'implantation et au dimensionnement de l'ouvrage de franchissement. Le TN en rive gauche de la SOUFFEL reste cohérent avec les éléments MNT. Il apparaît cependant nécessaire de corriger le TN en rive droite pour prendre en considération la levée de terre située environ 4 m en aval de ce profil.

Afin de réaliser une situation initiale, nous avons estimé la hauteur d'eau au droit de ce profil à l'aide de la formule de Manning Strickler pour une pente de 1,2 ‰ et un Ks de

34. Nous obtenons une hauteur d'eau de 151,02 m pour un débit de 14,5 m^3/s soit sensiblement le débit de la Q100 estimé par INGEROP.
Nous obtenons un profil en travers tel que représenté ci-dessous avec en rouge la lame d'eau à Q100 et en bleu le profil en travers adapté :



Le dimensionnement hydraulique proposé prend en considération :

- Un écoulement d'une partie du débit en lit majeur avec la nécessité de prendre en considération le terrain naturel pour une bonne intégration de l'ouvrage d'écoulement de crue.

- La préservation de la section hydraulique du lit mineur afin de conserver une concentration des écoulements en basses eaux. En effet, la pose d'un ouvrage cadre avec destruction momentanée de la section naturelle permettrait une augmentation de la capacité hydraulique mais à long terme, cette section hydraulique viendrait à se colmater au moins pour partie de manière naturelle et réduirait de fait la capacité hydraulique estimée à l'installation de l'ouvrage.

L'estimation de la capacité hydraulique a été réalisée en prenant en considération :

- Un Ks variable pour prendre en considération qu'une partie de la section d'écoulement se fait sur du béton,

- Une pente de 1,6 ‰.

Nous avons estimé la nécessité de mettre en place :

- Un ouvrage de franchissement d'une portée de 7 m.

Le profil en travers ci-dessous illustre de manière schématique l'adaptation du profil en travers nécessaire pour obtenir une capacité hydraulique adéquate :

Les emplacements de l'ouvrage de franchissement et des chemins d'accès projetés sont schématisés ci-dessous.

Fig. 15. Tracé du projet n°3 sur fond d'ortho photographie

Les constats suivants ont été réalisés lors des visites :

- Les chemins d'accès au futur ouvrage de franchissement de la SOUFFEL sont déjà tracés, et ne seront pas remis en question par l'AFAFE.
- Des **arbres** présents le long du cours d'eau sont en dehors du tracé du projet et ne seront **pas impactés**, notamment **un vieux saule à cavités** situé en amont immédiat du projet.

L'ouvrage devra respecter les préconisations suivantes :

- L'emplacement de l'ouvrage est fixé. La largeur projetée est de 6m, pour assurer le passage d'engins agricoles de 4,5m d'envergure. Le poids maximal des engins agricoles est estimé à 40 tonnes.
- Bien que l'ouvrage projeté ne soit pas destiné au passage de piétons, il ne peut être exclu que celui-ci soit emprunté à l'avenir par des promeneurs. Ainsi des gardes corps seront inclus au projet.

<u>Impact sur les zones humides</u> :

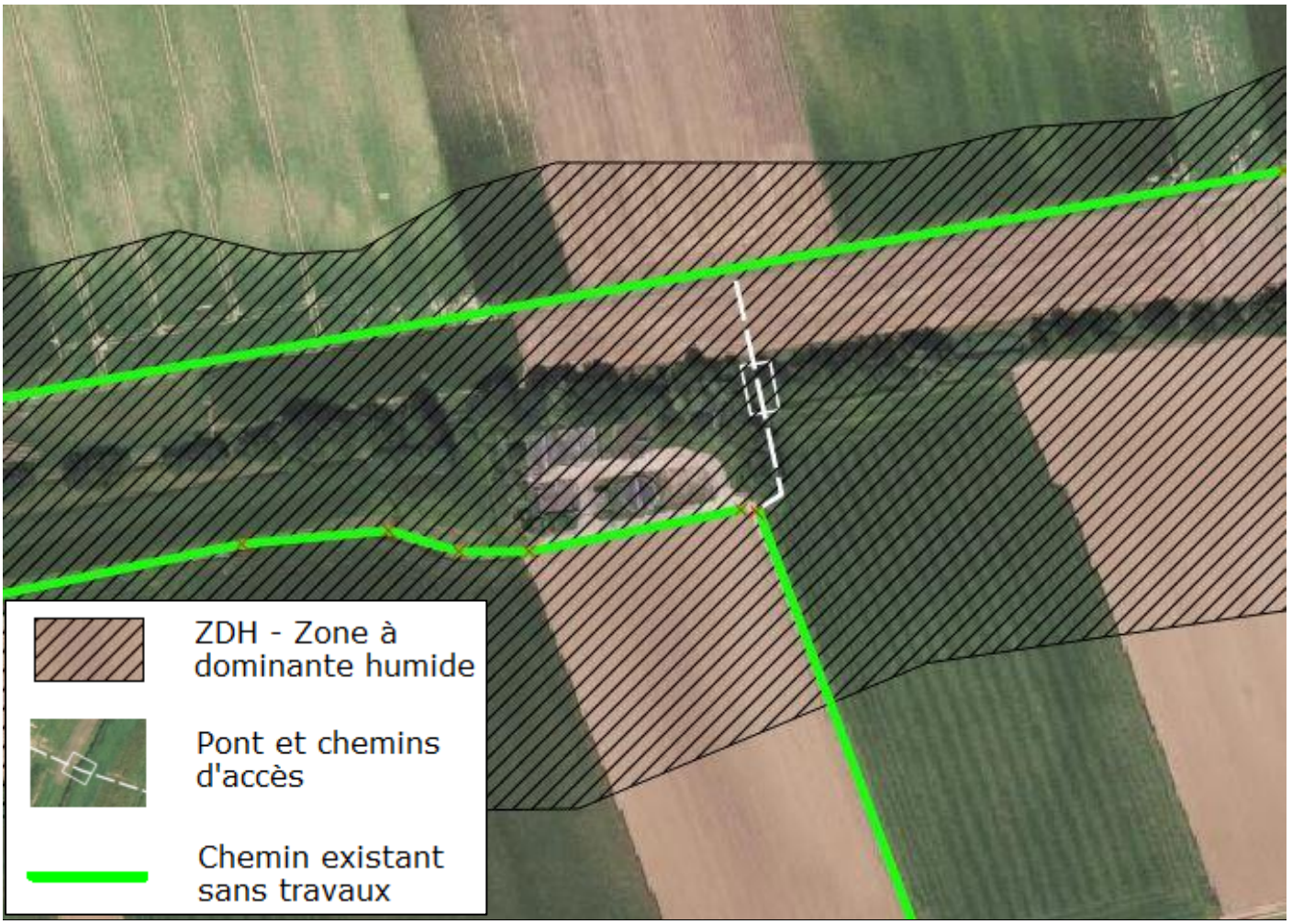


Fig. 16. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°3

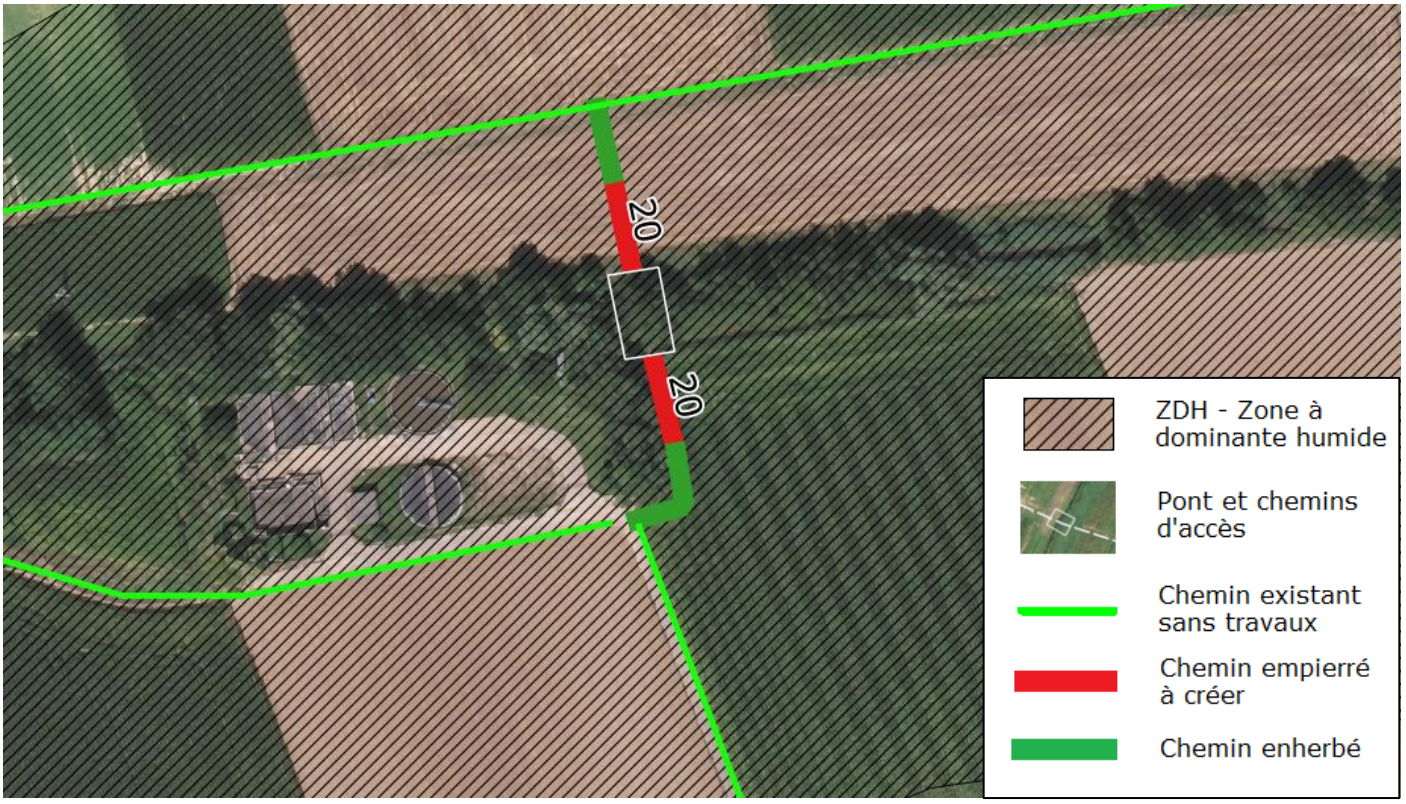


Fig. 17. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°3

Pour cet ouvrage n°3, l'impact des travaux sur les **zones à dominante humide** porte sur une superficie de **202 m²** qui résulte de :

- La création des chemins d'accès de part et d'autre du pont consistant à l'empierrement sur 40 cm d'épaisseur, 4 m de large et 40 m de long, soit une superficie de 160 m2 ;
- La création du pont sur 6 m de large et 7 m de portée, soit une superficie de 42 m2.

En rive droite, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité dans une **parcelle remblayée** anciennement occupée par des constructions précaires illégales (cabanes).
En rive gauche, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité dans une **parcelle cultivée en labours**.

<u>Impact sur les habitats d'espèces</u> :

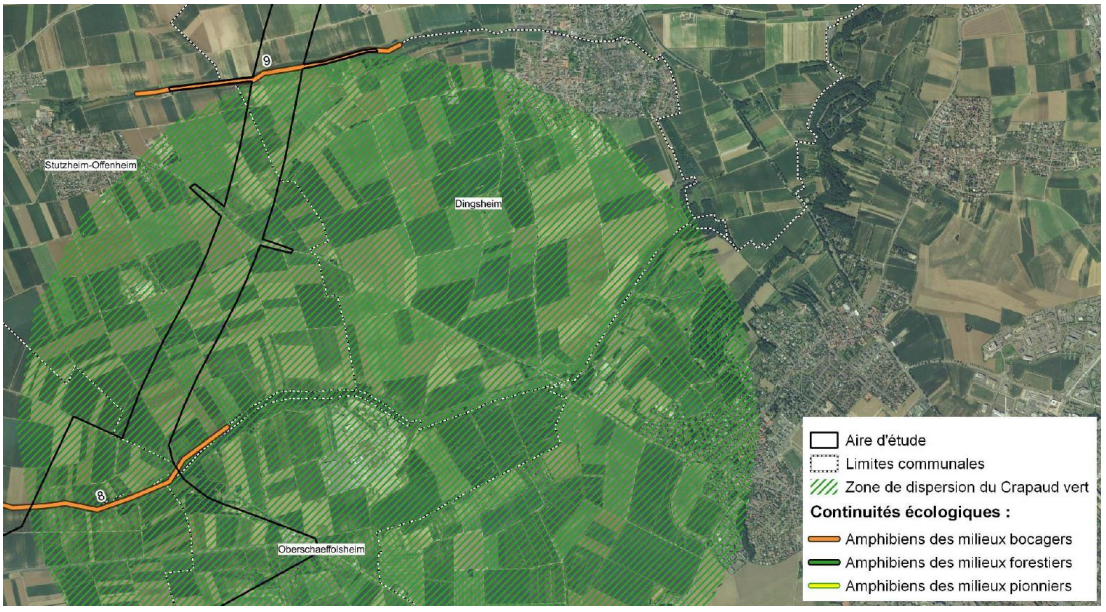


Fig. 18. Zone de dispersion et continuités écologiques Crapaud vert (extrait DAU GCO) aux abords de l'ouvrage n°3

Une zone de dispersion de 2,4 km autour des zones de reproduction du **Crapaud vert** a été estimée et retenue comme continuité écologique. Ainsi, sur l'aire d'étude on distingue une grande zone de dispersion pour le Crapaud vert.

La présence de l'Agrion de Mercure a également été attestée en 2019 sur ce tronçon de la SOUFFEL par le bureau d'études EGIS dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact de l'AFAFE.

2.4. PONT n°4 ITTENHEIM-HURTIGHEIM sur le MUSAUBACH :

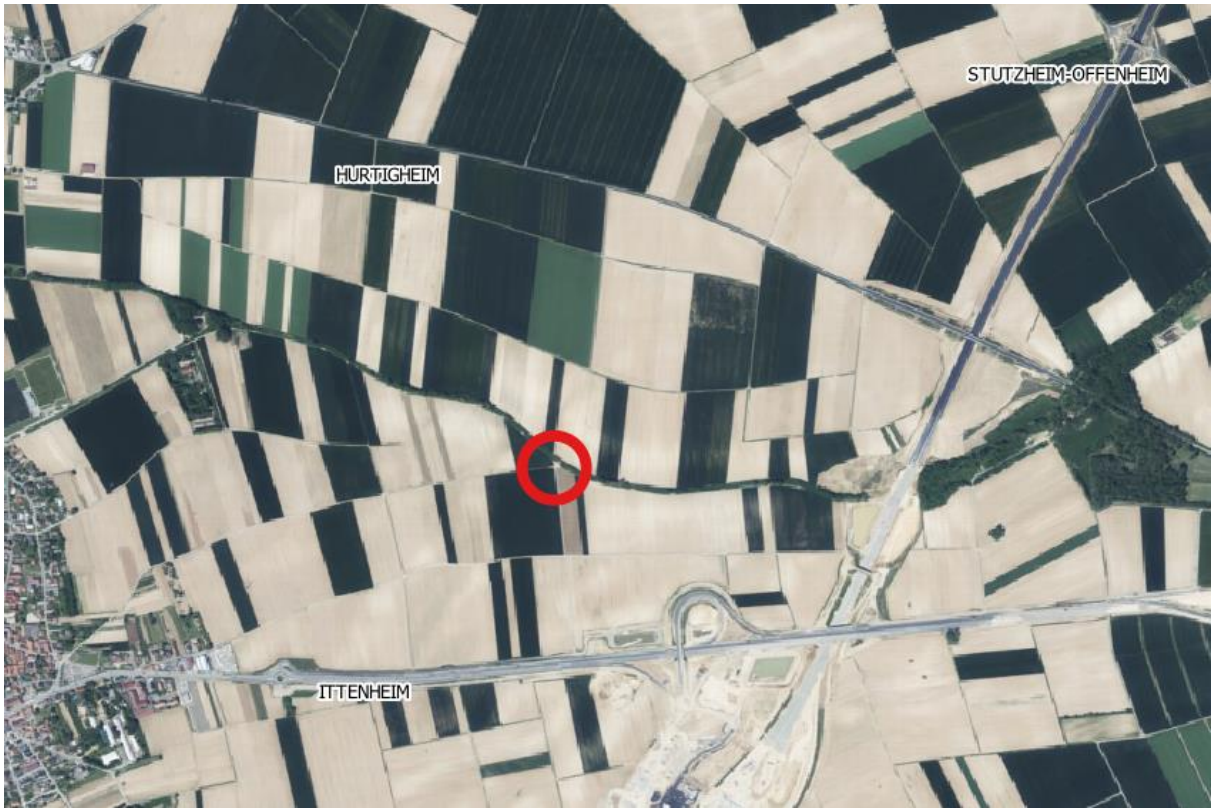


Fig. 19. Emplacement projeté de l'ouvrage de franchissement agricole n°4 sur le MUSAUBACH entre ITTENHEIM et HURTIGHEIM

<u>Le ruisseau du MUSAUBACH (A2920430)</u> :

Le MUSAUBACH rejoint la SOUFFEL à GRIESHEIM-SUR-SOUFFEL, après avoir cheminé le long de la limite Sud des communes de QUATZENHEIM, HURTIGHEIM, STUTZHEIM-OFFENHEIM et DINGSHEIM.

De même que le KOLBSENBACH, la zone inondable de ce cours d'eau est limitée à un débordement exceptionnel, restreint uniquement au fond de vallon.

Le MUSAUBACH s'écoule sur un impluvium très agricole. Il est très dégradé du fait de calibrations et rectifications de son lit mineur. Il présente des allures de fossé rectiligne avec un écoulement très homogène (plats lents peu profonds) et un fond argilo-limoneux largement colmaté. Sa ripisylve est discontinue. Sa largeur en eau est de l'ordre d'un mètre.

Le peuplement piscicole est très réduit, à seulement une espèce : la Loche franche (seulement 2 individus capturés sur une longueur de 80 m). La densité et la biomasse sont extrêmement faibles (1 ind/100m² et biomasse très faible de 0,01 kg/100m²). On note l'absence de carnassiers. L'extrême pauvreté du peuplement traduit la forte dégradation du cours d'eau. La classe de qualité IPR est « très mauvaise » (IPR = 42,6) (Données DAU-COS, 2017).

Les habitats piscicoles sont très peu diversifiés avec de rares embâcles. Les potentialités de frayères de ce cours d'eau sont faibles.

Au droit du futur pont, le **bassin-versant** intercepté en amont de l'ouvrage à une superficie d'environ **15,4 km²**.

Le tableau ci-dessous reprend les **débits caractéristiques de la SOUFFEL et du MUSAUBACH** sur et aux abords du secteur d'étude.
Ces valeurs sont tirées de la base de données HYDRO (www.hydro.eaufrance.fr), des données diffusées par la DREAL concernant les eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse, de données de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, ainsi que des études d'APS du projet du Grand Contournement Ouest de Strasbourg.

Cours d'eau	Station	BV (km²)	Module (m3/s)	Débit d'étiage quinquennal (m3/s)	Débit de crue décennale (m3/s)	Débit de crue centennale (m3/s)
Souffel	Hurtigheim	20,3	0,046	0,018	-	-
	Aval Plaetzerbach	31,3	0,069	0,026	-	-
	Dingsheim amont	38,92	0,097	0,025	3,8	6,1
	Aval Musaubach	69,5	0,146	0,035	-	-
	Mundolsheim	119	0,3	0,076	4,8	7,5
Musaubach	Hurtigheim amont	8,53	0,016	0,005	1,6	2,6
	Stutzheim-Offenheim aval RD 228	22,56	0,041	0,014	2,5	3,9
	Confluence Souffel	28,8	0,052	0,002	-	-

Fig. 20. Débits de référence des cours d'eau SOUFFEL et MUSAUBACH

Les emplacements de l'ouvrage de franchissement et des chemins d'accès projetés sont schématisés ci-dessous.

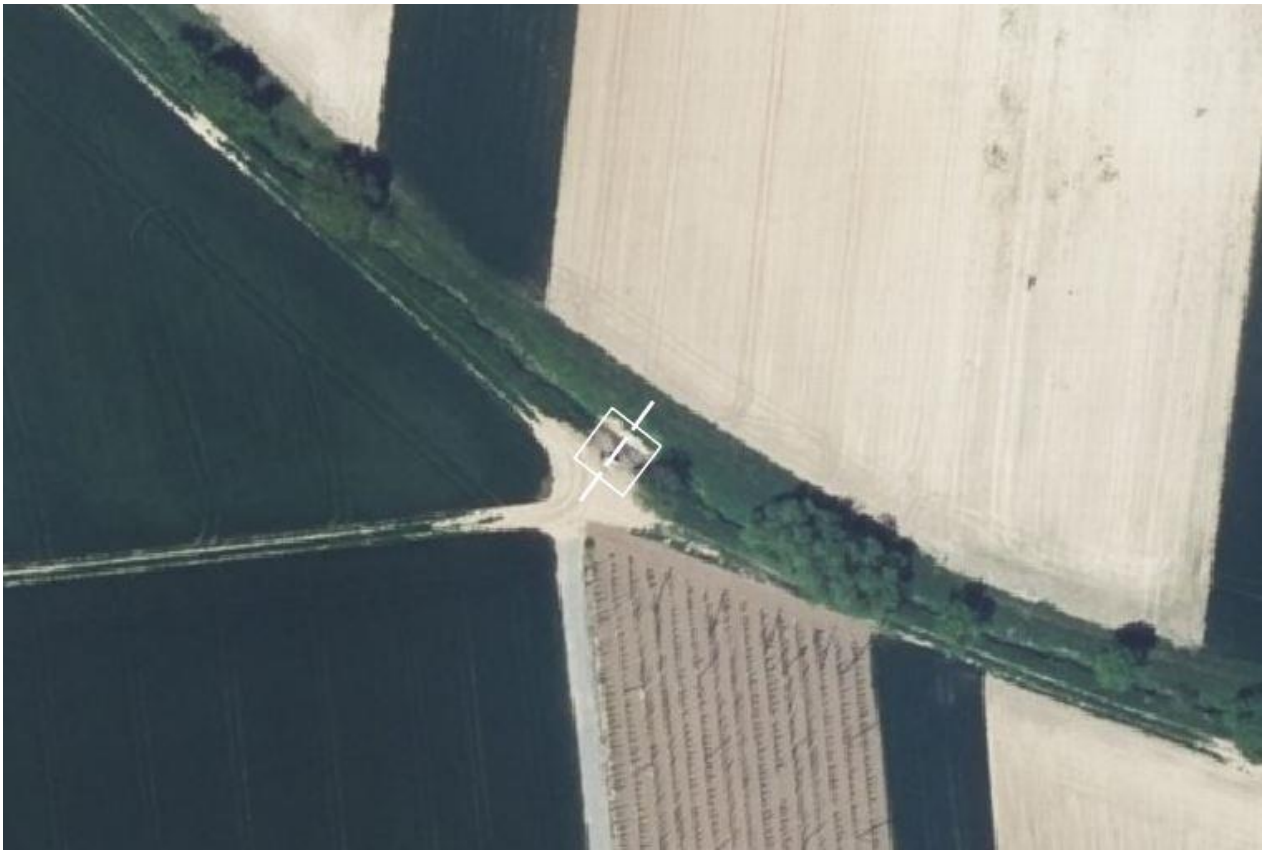


Fig. 21. Tracé du projet n°4 sur fond d'ortho photographie

Les constats suivants ont été réalisés lors des visites :

- Les chemins d'accès au futur ouvrage de franchissement du MUSAUBACH sont déjà tracés, et ne seront pas remis en question par l'AFAFE.
- Les arbres présents le long du cours d'eau sont en dehors du tracé du projet et ne seront pas impactés.
- Le cours d'eau est souvent quasiment à sec en été. La végétation des berges est banale.

L'ouvrage devra respecter les préconisations suivantes :

- L'emplacement de l'ouvrage est fixé. La largeur projetée est de 6m, pour assurer le passage d'engins agricoles de 4,5m d'envergure. Le poids maximal des engins agricoles est estimé à 40 tonnes.
- Bien que l'ouvrage projeté ne soit pas destiné au passage de piétons, il ne peut être exclu que celui-ci soit emprunté à l'avenir par des promeneurs. Ainsi des gardes corps seront inclus au projet.

<u>Impact sur les zones humides</u> :

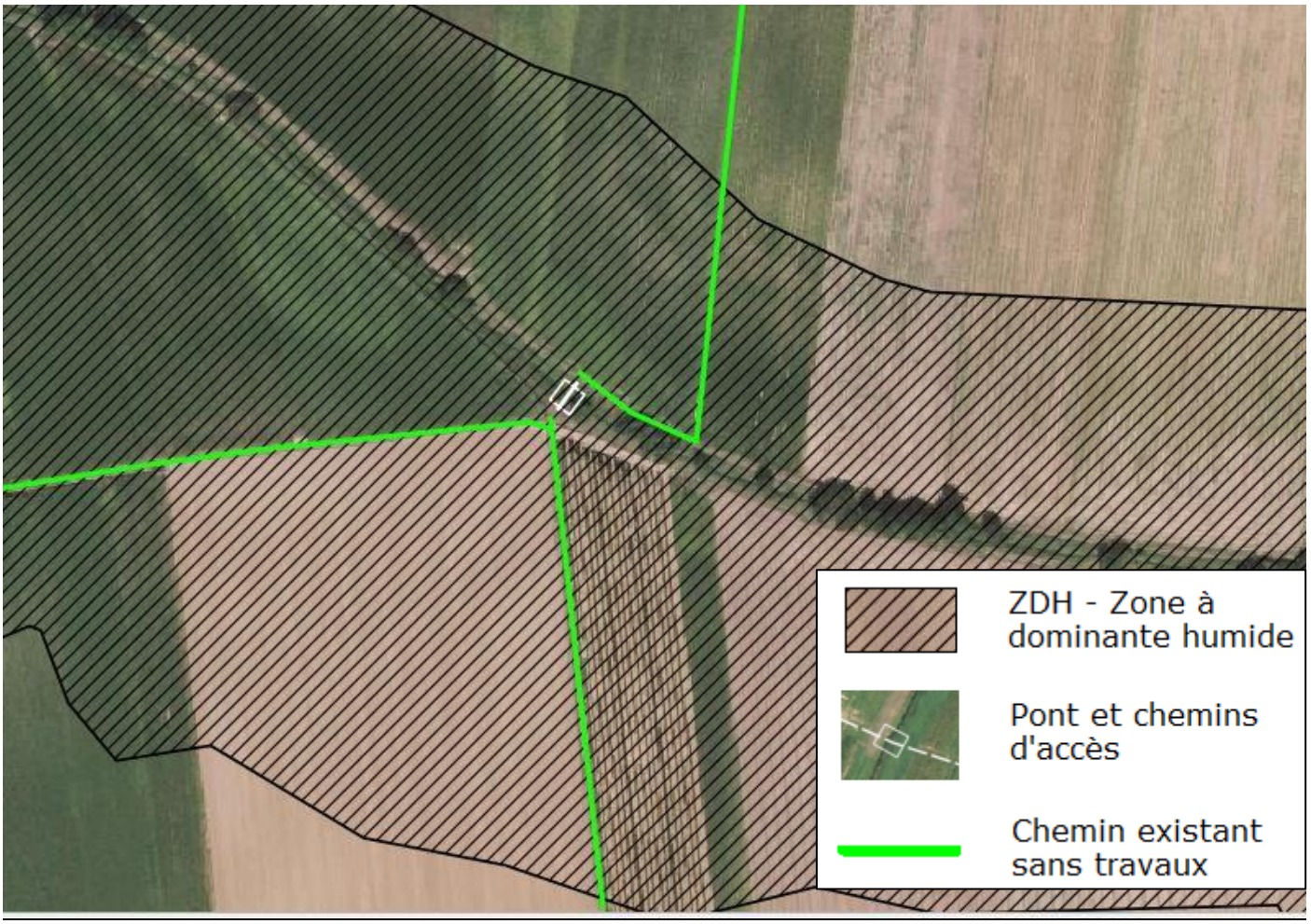


Fig. 22. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°4

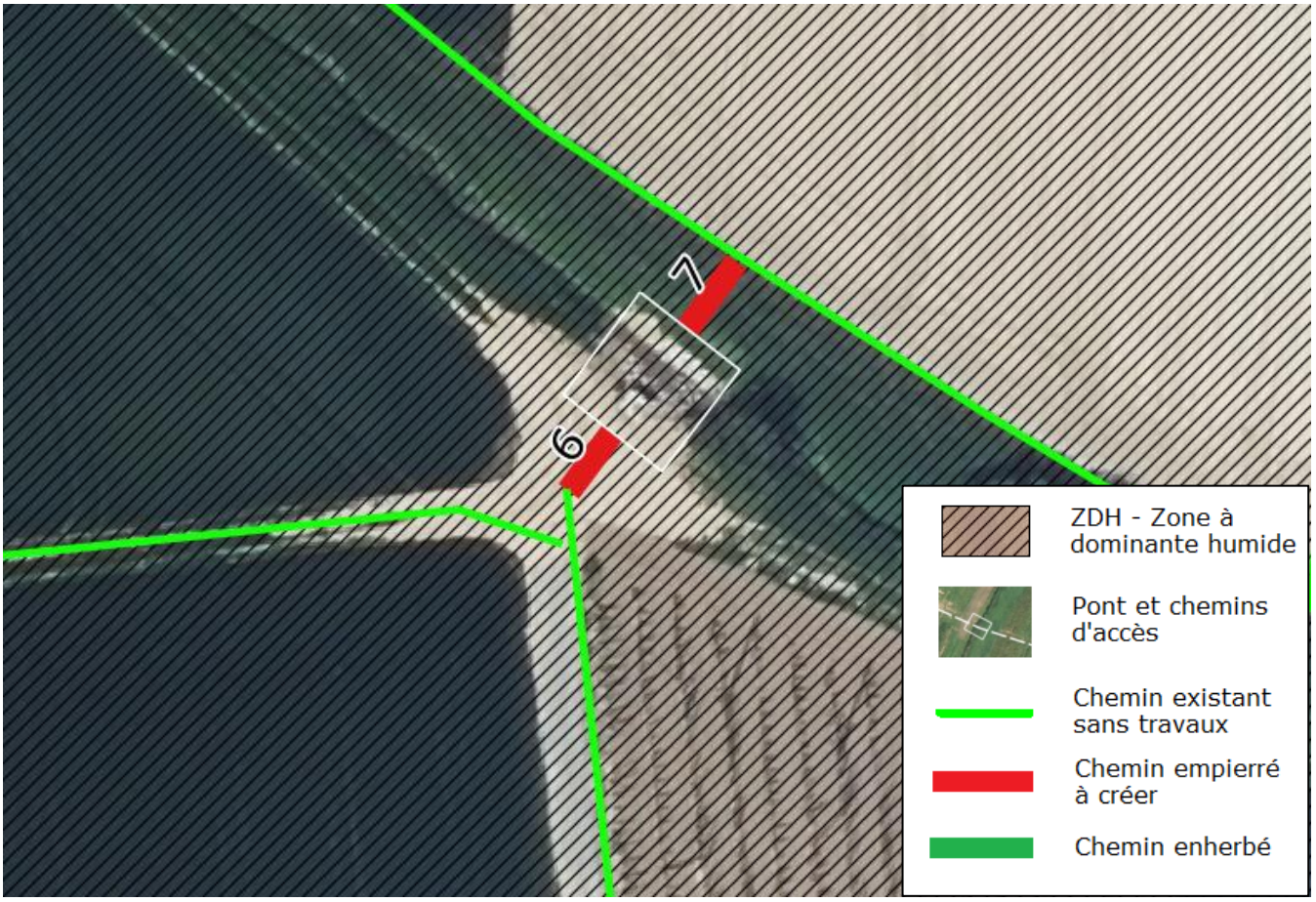


Fig. 23. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°4

Pour cet ouvrage n°4, l'impact des travaux sur les zones à dominante humide porte sur une superficie de 88 m² qui résulte de :

- La création des chemins d'accès de part et d'autre du pont consistant à l'empierrement sur 40 cm d'épaisseur, 4 m de large et 13 m de long, soit une superficie de 52 m² ;
- La création du pont sur 6 m de large et 6 m de portée, soit une superficie de 36 m².

En rive droite, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité sur des **terrains remblayés**.
En rive gauche, l'emprise du chemin d'accès est située en grande partie sur des **terrains remblayés**.

<u>Impact sur les habitats d'espèces</u> :

Fig. 24. Zone de dispersion et continuités écologiques Crapaud vert (extrait DAU GCO) aux abords de l'ouvrage n°4

La présence de l'Agrion de Mercure a également été attestée en 2019 sur ce tronçon du MUSAUBACH par le bureau d'études EGIS dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact de l'AFAFE.

2.5. PONT n°5 BREUSCHWICKERSHEIM sur le MUEHLBACH :

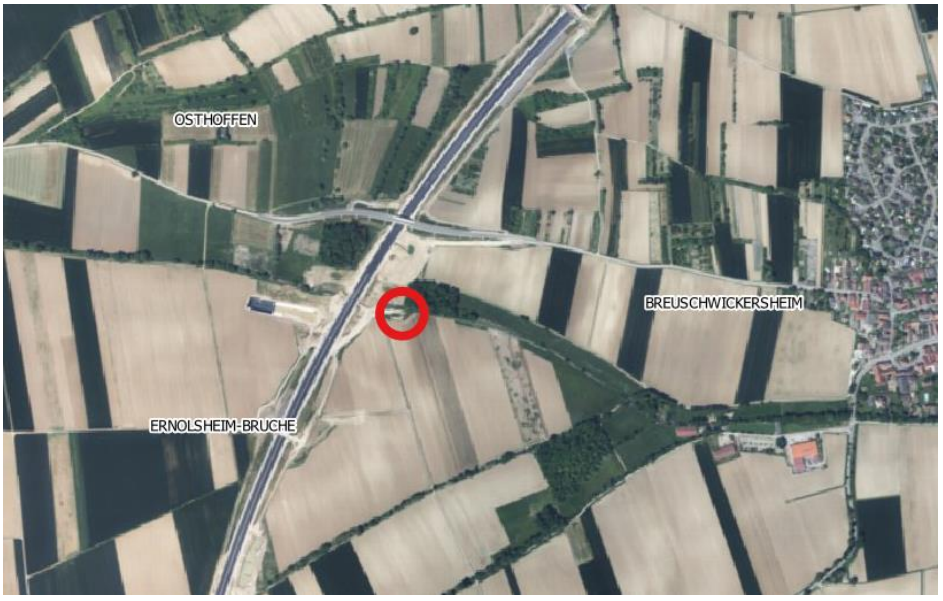


Fig. 25. Emplacement projeté de l'ouvrage de franchissement agricole n°5 sur le MUEHLBACH à BREUSCHWICKERSHEIM

<u>Le MUEHLBACH de BREUSCHWICKERSHEIM</u> :

Le MUEHLBACH chemine sur le secteur d'étude d'Ouest en Est en suivant tout d'abord la limite entre les communes d'OSTHOFFEN et D'ERNOLSHEIM-BRUCHE, puis après avoir accueilli les eaux du BRUCHGRABEN et du NEUGRABEN, en traversant BREUSCHWICKERSHEIM. Plus à l'Est, ce cours d'eau rejoint le canal de la Bruche. Le MUEHLBACH concerne donc les communes d'OSTHOFFEN, d'ERNOLSHEIM-BRUCHE et de BREUSCHWICKERSHEIM.

Le **MUEHLBACH** s'écoule en plaine agricole (céréales). Il est très dégradé : rectification de son lit mineur et colmatage du fond avec de faibles profondeurs d'eau (15 à 40 cm). Ses berges accueillent une ripisylve clairsemée avec des roseaux. Ses écoulements s ont légèrement courants mais peu diversifiés. Largeur d'environ de 1,8 à 2,5 m.

Le peuplement piscicole est peu diversifié avec seulement 5 espèces ubiquistes et tolérantes. La Loche franche domine les effectifs (près de la moitié) et le Goujon représente le tiers des biomasses. Le peuplement est complété par de l'Épinoche, du Gardon et du Rotengle (cette espèce pourrait provenir d'un étang en aval connecté au Muehlbach). La densité est de 33 ind/100m² et la biomasse est faible (0,6 kg/100m²). On note l'absence de carnassiers. La classe de qualité IPR est « médiocre » (IPR = 24,8 avec absence d'espèces lithophiles et rhéophiles, densité globale d'individus trop élevée).

Les habitats piscicoles sont constitués de quelques trous, fosses, embâcles et végétation rivulaire. Les potentialités de frayères de ce cours d'eau sont faibles. (Données DAU-COS, 2017).

Les habitats piscicoles sont très peu diversifiés avec de rares embâcles. Les potentialités de frayères de ce cours d'eau sont faibles.

Au droit du futur pont, le **bassin-versant** intercepté en amont de l'ouvrage à une superficie d'environ **14,4 km²**.

Le tableau ci-dessous reprend les **débits caractéristiques du MUEHLBACH de BREUSCHWICKERSHEIM**. (Données DAU-COS, 2017).

Nom de l'écoulement	Source	Superficie du BV (km²)	Débit décennal (m³/s)	Débit centennal (m³/s)
Le Muehlbach-Bruche	Etude actuelle Annexe technique du DAU - Pièce 1C-1	13.8	3.2	8.7

Fig. 20. Débits de référence du MUEHLBACH de BREUSCHWICKERSHEIM

Les emplacements de l'ouvrage de franchissement et des chemins d'accès projetés sont schématisés ci-dessous.

Fig. 26. Tracé du projet n°5 sur fond d'ortho photographie

Les constats suivants ont été réalisés lors des visites :

- Les chemins d'accès au futur ouvrage de franchissement du **MUEHLBACH** sont déjà tracés, et ne seront pas remis en question par l'AFAFE.
- Les arbres présents le long du cours d'eau sont en dehors du tracé du projet et ne seront pas impactés.
- Le cours d'eau est souvent quasiment à sec en été. La végétation des berges est banale.

L'ouvrage devra respecter les préconisations suivantes :

- L'emplacement de l'ouvrage est fixé. La largeur projetée est de 6m, pour assurer le passage d'engins agricoles de 4,5m d'envergure. Le poids maximal des engins agricoles est estimé à 40 tonnes.
- Bien que l'ouvrage projeté ne soit pas destiné au passage de piétons, il ne peut être exclu que celui-ci soit emprunté à l'avenir par des promeneurs. Ainsi des gardes corps seront inclus au projet.

<u>Impact sur les zones humides</u> :

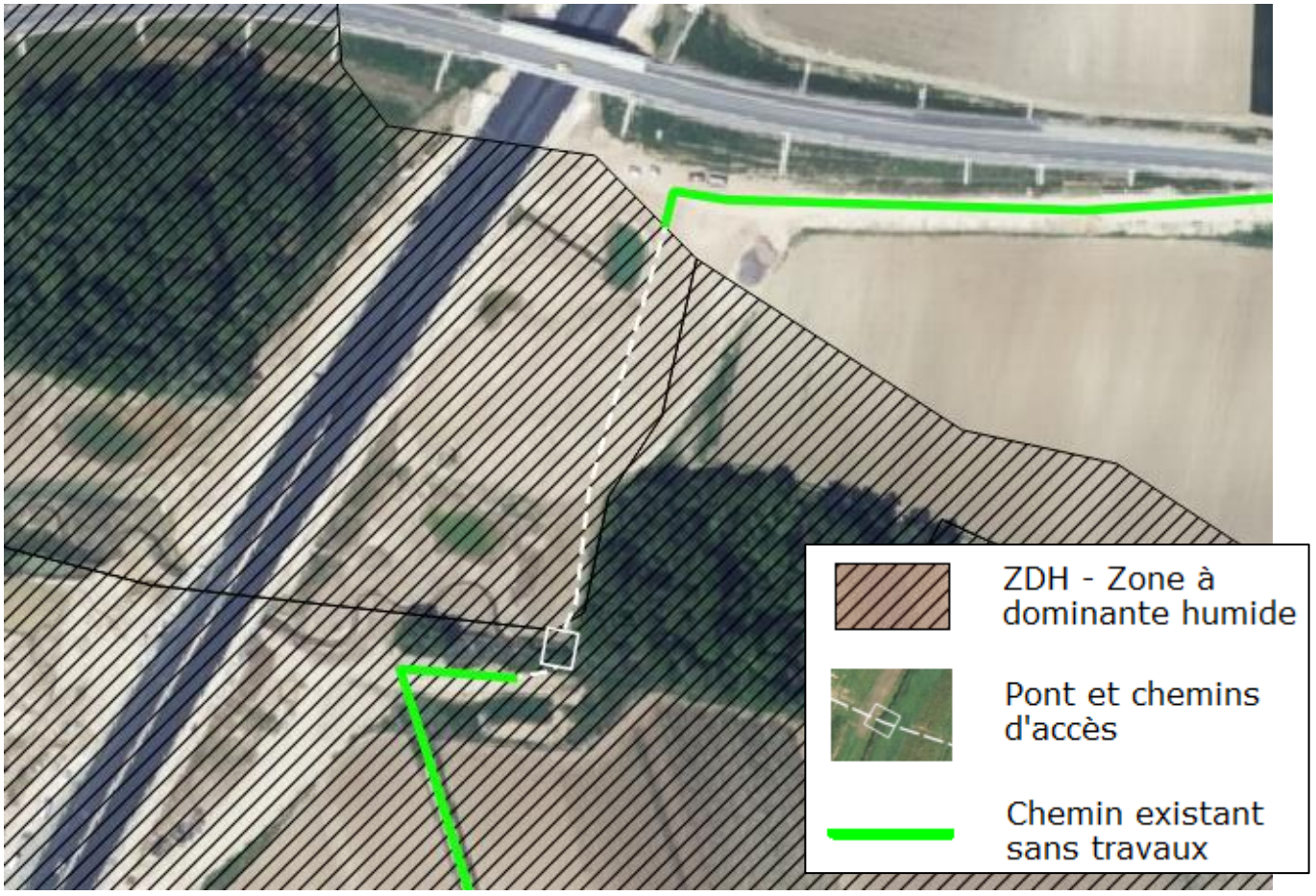


Fig. 27. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°5

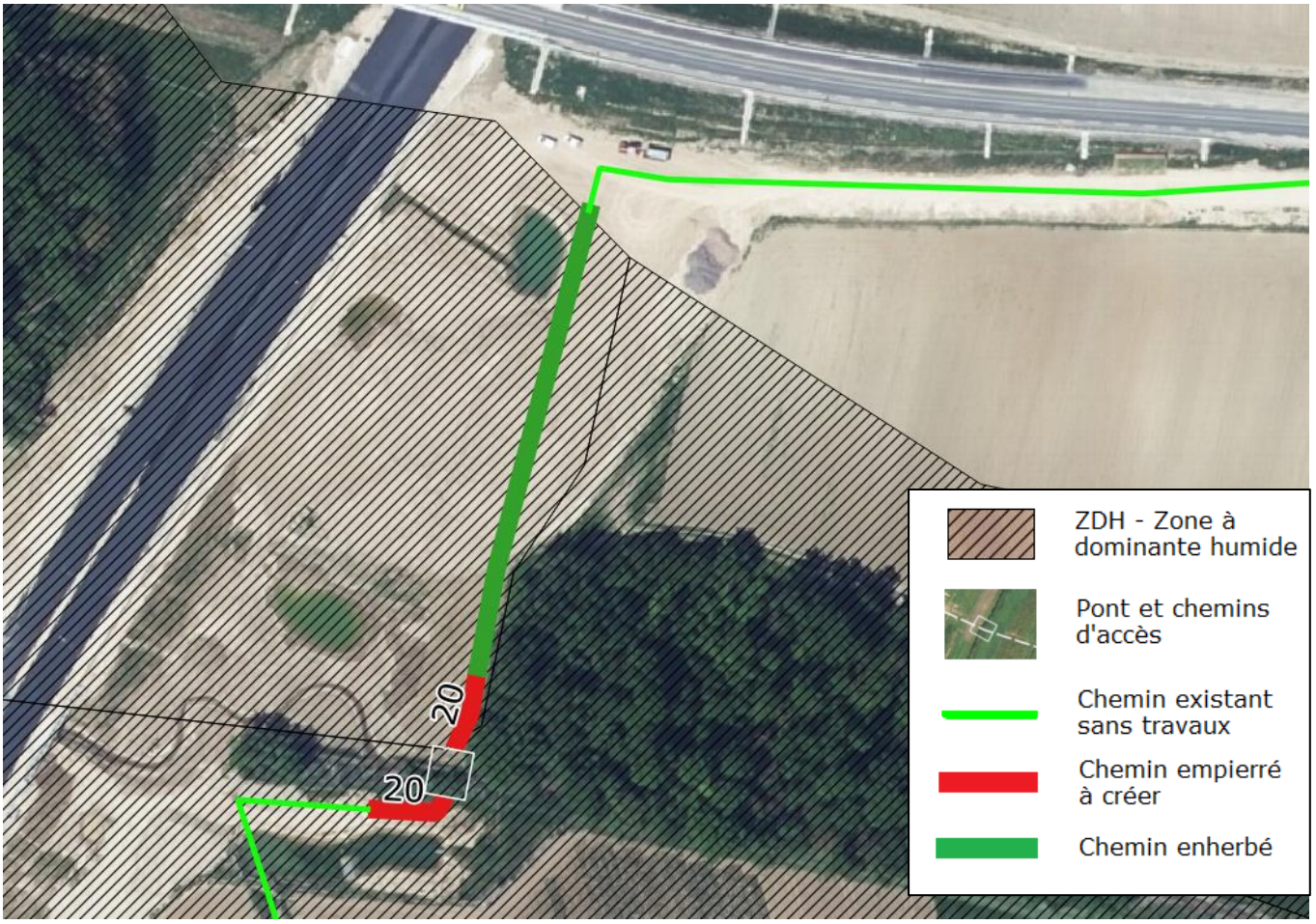


Fig. 28. ZDH-Zone à Dominante humide aux abords de l'ouvrage n°5

Pour cet ouvrage n°5, l'impact des travaux sur les zones à dominante humide porte sur une superficie de 196 m² qui résulte de :

- La création des chemins d'accès de part et d'autre du pont consistant à l'empierrement sur 40 cm d'épaisseur, 4 m de large et 40 m de long, soit une superficie de 160 m² ;
- La création du pont sur 6 m de large et 6 m de portée, soit une superficie de 36 m².

En rive droite, l'emprise du chemin d'accès est située en intégralité sur des **terrains remblayés**. En rive gauche, l'emprise du chemin d'accès est située en grande partie sur des **terrains remblayés sur lesquels une prairie humide s'est développé depuis 2021**.

<u>Impact sur les habitats d'espèces</u> :

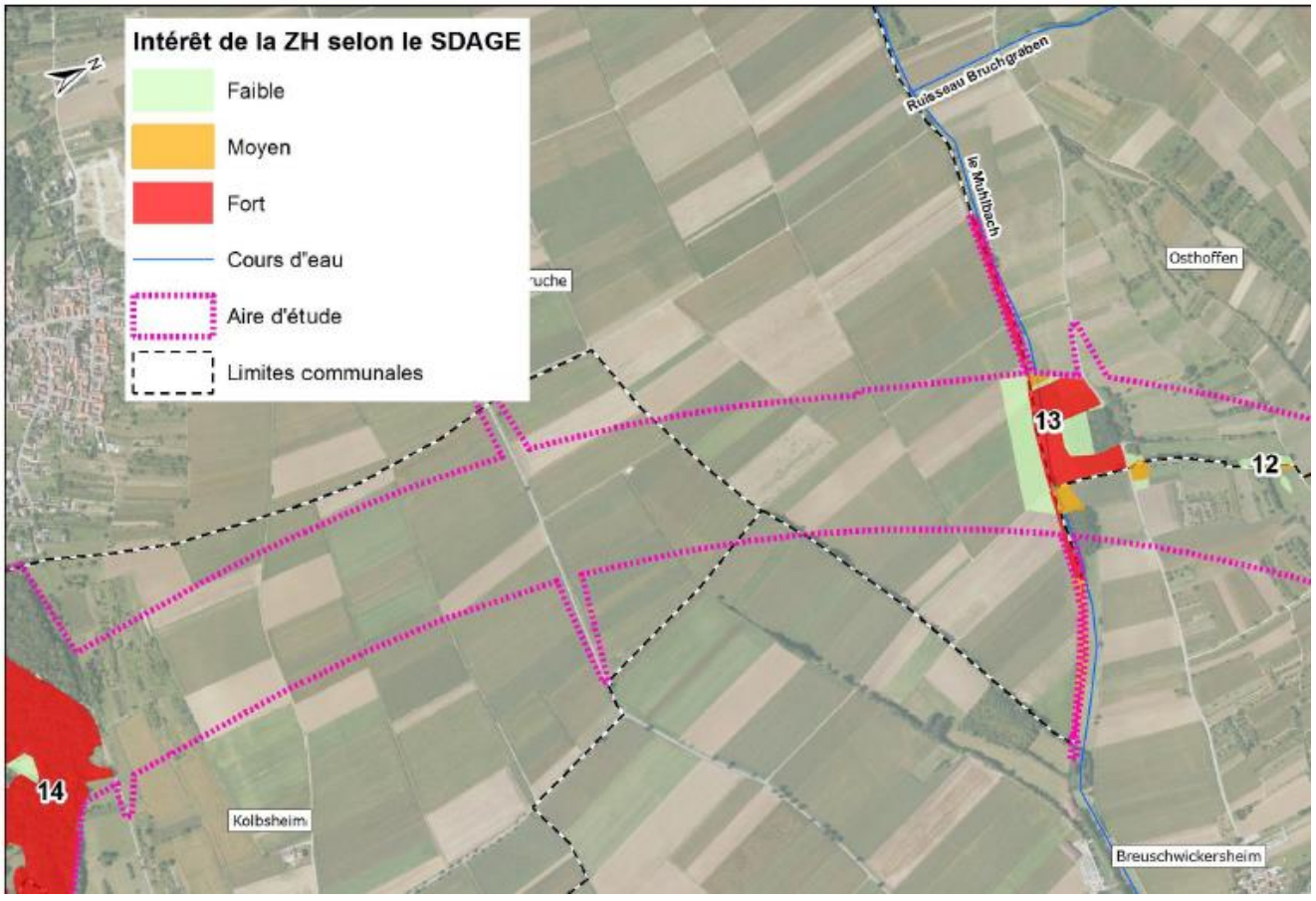


Fig. 29. Intérêt de la ZH (extrait DAU GCO) aux abords de l'ouvrage n°5

La présence de l'Agrion de Mercure a également été attestée en 2019 sur ce tronçon du MUEHLBACH par le bureau d'études EGIS dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact de l'AFAFE.

3. COMPENSATIONS DES IMPACTS HYDRAULIQUES ET SUR LES ZONES HUMIDES

Les ouvrages de franchissement seront dimensionnés afin :

- De supporter les charges lourdes liées aux passages d'engins agricoles,
- D'en assurer une **transparence hydraulique** au niveau du cours d'eau par la mise en place d'une **revanche de 50 cm** au-dessus du niveau d'écoulement à plein-bord des cours d'eau et de **chenaux de décharge** permettant la libre circulation des écoulements de crue au droit des ponts,
- D'en assurer une **transparence écologique** en les réalisant **sans toucher au lit mineur** (lit et berges du cours d'eau), en réalisant les **fondations de part et d'autre du cours d'eau**,
- De les réaliser en déplaçant le chantier via un accès de chaque côté du cours d'eau, donc **sans mise en place d'un franchissement busé temporaire**,
- De leur donner une **largeur de 6m**, sans impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique,
- De ne pas soustraire de **surface d'expansion de crue par le creusement de chenaux de décharge** permettant la libre circulation des écoulements de crue au droit des ponts,
- De raccorder le tablier au terrain naturel de part et d'autre par des **rampes très courtes de moins de 20 m de long**.
- De prévoir la mise en place des **compensations hydrauliques et environnementales au plus proche des ouvrages**.

3.1 IMPACTS HYDRAULIQUES

3.1.1. <u>Gestion du cours d'eau</u> :

Les travaux n'auront pas d'interaction avec le cours d'eau, car les ouvrages :

- Seront réalisés **sans toucher au lit mineur** (lit et berges du cours d'eau) en réalisant les **fondations de part et d'autre du cours d'eau**, via un accès de chaque côté du cours d'eau, donc **sans mise en place d'un franchissement busé temporaire**,

- Auront une **transparence hydraulique** au niveau du cours d'eau par la mise en place d'une **revanche de 50 cm** au-dessus du niveau d'écoulement à plein-bord des cours d'eau et de **chenaux de décharge** permettant la libre circulation des écoulements de crue au droit des ponts,

- Auront ont une **largeur de 6 m, inférieure à 10 m** et n'ont pas un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique.

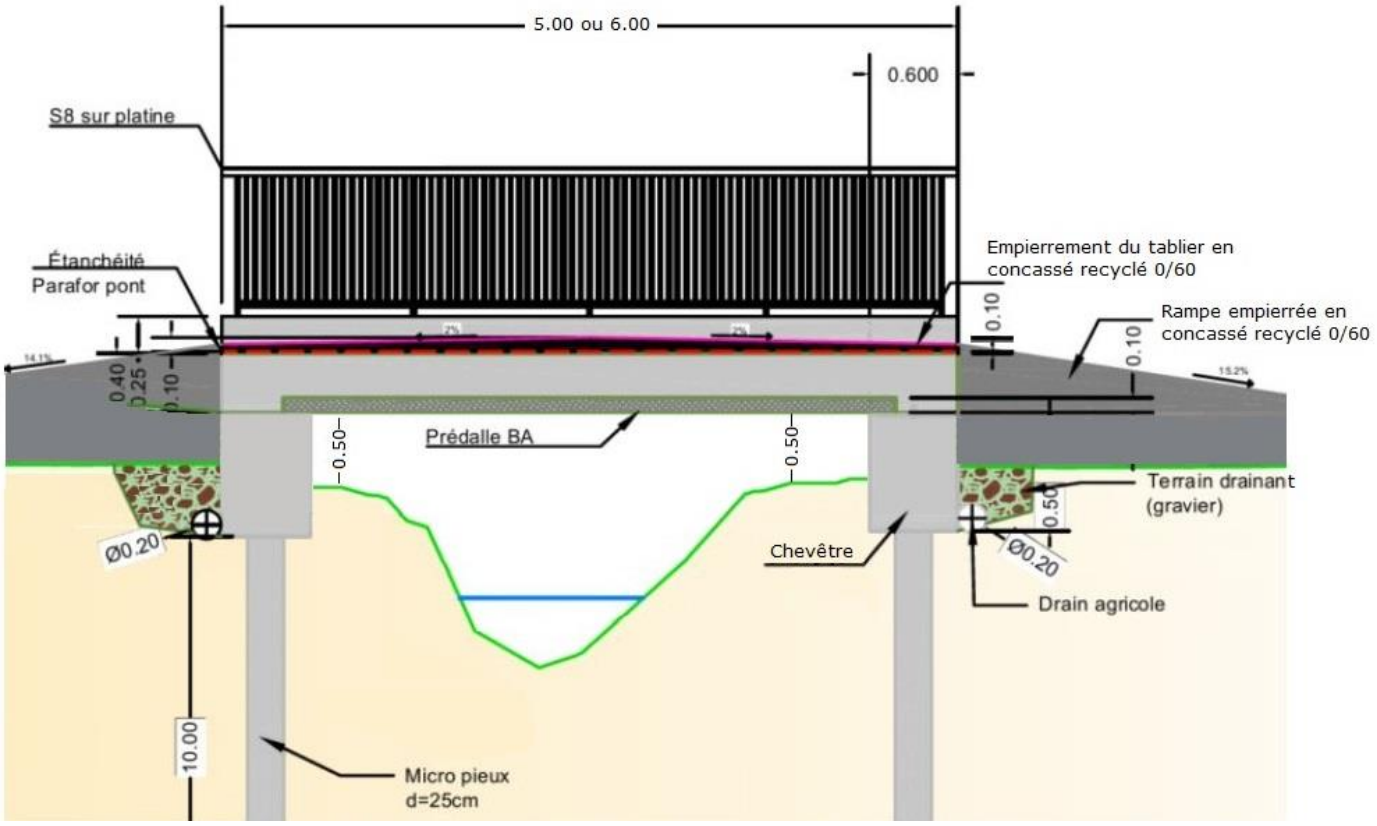


Fig. 30. Type d'ouvrage prévu

3.1.2. <u>Zones d'expansion de crue</u> :

Les ouvrages seront implantés dans le lit majeur des cours d'eau (surface recouverte par le cours d'eau en période de crue). Cependant, ils ne soustrairont pas de **surface d'expansion de crue grâce au creusement de chenaux de décharge** permettant la libre circulation des écoulements de crue au droit des ponts.

Ces chenaux de décharge seront dimensionnés afin de permettre leur **mise en charge en cas de crue** entrainant un **débordement hors du lit mineur du cours d'eau**.

La mise en place de ces chenaux de décharge permettront également, en complément de la mise en œuvre d'une **revanche de 50 cm** pour le tablier du pont au-dessus du niveau d'écoulement à plein-bord des cours d'eau, de **limiter très fortement le risque de formation d'un frein hydraulique par formation d'embâcles au droit du pont**.

Le type d'ouvrage prévu et **l'adaptation du profil en travers du lit majeur** afin d'avoir un **bilan équilibré de la surface d'expansion de crue** sont schématisés ci-dessous :

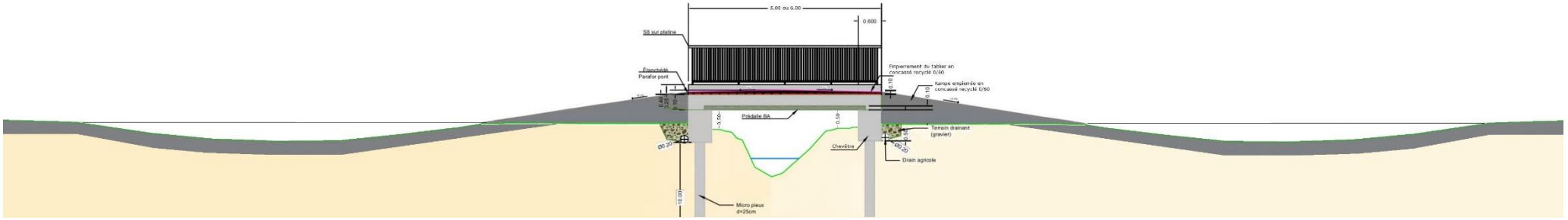


Fig. 31. ***Type d'ouvrage prévu et adaptation du profil en travers du lit majeur afin d'avoir un bilan équilibré de la surface d'expansion de crue***

3.1 IMPACTS SUR LES ZONES HUMIDES

3.2.1. Impacts sur les zones humides :

L'impact des travaux sur les zones humides est mesuré en croisant les superficies des travaux d'artificialisation du milieu avec les données issues de la BdZDH-CIGAL (base de données des Zones à Dominante Humide)

La qualification des ZDH s'appuie à la fois sur :

- Les surfaces en eau permanentes extraites de la Base de données d'Occupation du Sol de 2008 (BdOCS2008-CIGAL),
- L'interprétation de zones comportant des caractéristiques humides basées sur l'hydromorphie des sols, la topographie et la végétation,
- La définition des zones humides des arrêtés ministériels de la Directive Cadre sur l'Eau : Articles L.211-1, L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement.

Le Comité Alsacien de la Biodiversité (CAB) réuni le 28 novembre 2011, a décidé de retenir la BdZDH2008-CIGAL comme la cartographie d'alerte et de signalement des zones humides en Alsace, devant servir d'appui à l'inventaire des zones humides tel que prévu dans le SDAGE.

Pour les 5 ouvrages, l'impact de l'ensemble des travaux sur les zones à dominante humide porte sur une superficie totale de 872 m² :

- Pont n°1 : 190 m²,
- Pont n°2 : 196 m²,
- Pont n°3 : 202 m²,
- Pont n°4 : 88 m²,
- Pont n°5 : 196 m².

Les parcelles impactées sont très majoritairement cultivées en **labours de grande culture ou remblayées** et des **lambeaux de prairies eutrophes rudéralisées correspondant aux bandes enherbées** bordant les cultures.

3.2.2. Compensations :

Les **compensations ZH** qui seront mises en place sur une **superficie totale de 2600 m²** ont pour objectifs de :

→ **Recréer des habitats d'espèces protégées** : Agrion de mercure (reproduction), avifaune des milieux aquatiques, chiroptères, flore des milieux humides, mammifères, reptiles, etc.
→ **Restaurer et créer des zones humides.**

L'objectif est de créer des zones humides caractérisées actuellement par de la grande culture et d'obtenir une zone humide attenante au cours d'eau. La mesure consiste en un **modelé de terrain non régulier**, partant de la côte minimale, au niveau du cours d'eau, et en créant des légères dépressions aléatoires dans le sens de l'écoulement préférentiel des eaux de ruissellement.
Ces dépressions favorisent une **diversité d'habitats et prolongent le temps de parcours de l'eau vers le cours d'eau** (épuration des polluants agricoles).

Le **décaissement** est de l'ordre de 50 cm à 200 cm à partir de la côte minimale, au niveau du lit mineur. La terre végétale est stockée en talus sur le site pour être remise en place une fois le terrassement effectué. Aucun apport de terre végétale n'est ainsi nécessaire, limitant les risques de « pollution » végétale par des espèces invasives. Une fois le terrassement effectué, la surface est végétalisée.

Le choix de la **technique d'ensemencement** pour les surfaces en pente (talus et berges) s'orientera préférentiellement vers un ensemencement hydraulique ou hydro-ensemencement, cette technique permettant aux graines de germer dans un court délai et de se développer de manière optimale. Le principe consiste à mélanger dans une grande quantité d'eau un paillis hydraulique, de la colle, un fertilisant et le mélange de semence choisi. Ce mélange est ensuite projeté sur la surface à semer grâce à une machine pourvue d'une puissante pompe.

Les **périodes** optimales de semis sont : le printemps et l'automne. Les travaux de semis sont réalisés le plus tôt possible après les travaux de terrassement pour éviter le ruissellement et l'érosion et installer un couvert limitant l'installation des rudérales et des espèces exotiques.

Il s'agira d'être attentif à l'origine des graines en préférant toujours des **graines issues de production proche** géographiquement afin de conserver les souches locales adaptées au contexte régional :

Végétalisation à l'aide d'un mélange grainier de type prairie humide (prairie mésohygrophile)

Densité 15 g/m²
Espèces %

Graminées 94 %

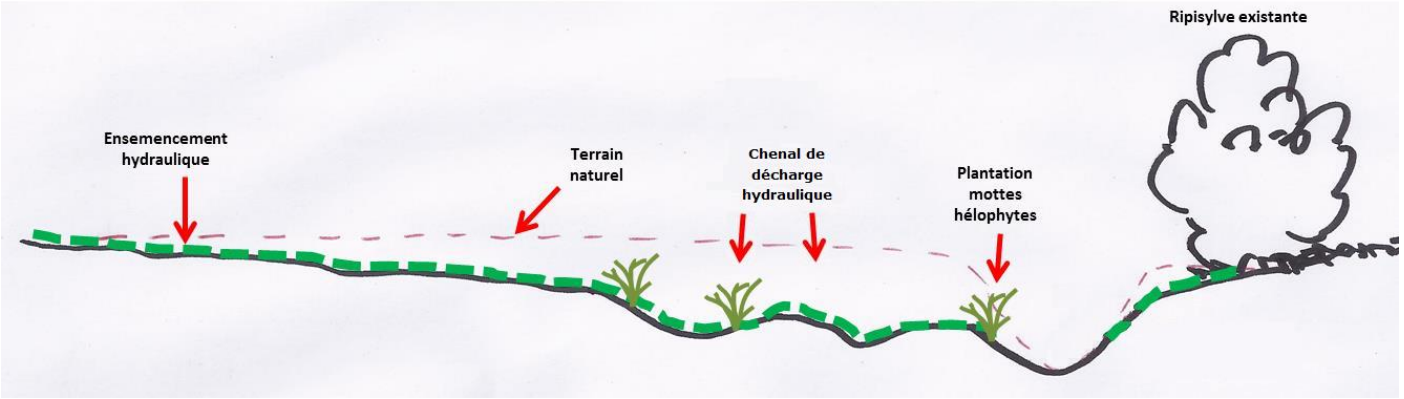
Festuca arundinacea Fétuque faux-roseau 15
Alopecurus pratensis Vulpin des prés 12
Poa trivialis Pâturin commun 11
Holcus lanatus Houlque laineuse 10
Festuca rubra subsp. Commutata Fétuque rouge gazonnante 7
Festuca rubra subsp. Rubra Fétuque rouge traçante 7
Festuca pratensis Fétuque des prés 6
Phalaris arundinacea Baldingère 5
Anthoxanthum odoratum Flouve odorante 5
Cynosurus cristatus Crételle des prés 4
Deschampsia cespitosa Canche cespiteuse 4
Phleum pratense Fléole des prés 4
Poa pratensis Pâturin des prés 2
Agrostis stolonifera Agrostide stolonifère 1,5

Mélange grainier (suite)

Dicotylédones (Fabacées) 3%
Lotus corniculatus subsp. Corniculatus ou subsp.tenuis Lotier corniculé 1
Trifolium hybridum Trèfle hybride 1
Trifolium pratense Trèfle des prés 1

Autres Dicotylédones 3%
Achillea millefolium Achillée millefeuille 0,5
Achillée sternutatoire Achillea ptarmica 0,5
Plantago media Plantain moyen 0,5
Cardamine pratensis Cardamine des prés 0,2
Centaurea jacea (gr. pratensis) Centaurée Jacée (Centaurée des prés) 0,2
Eupatorium cannabinum Eupatoire chanvrine 0,2
Filipendula ulmaria Filipendula ulmaria 0,2
Galium verum Gaillet jaune 0,2
Rhinanthus minor Rhinanthe Crête-de-coq 0,1
Silene flos-cuculi Silène Fleur de coucou 0,2
Tragopogon pratensis Salsifis des prés 0,2

La figure ci-dessous détaille les options de végétalisation préconisées, le but étant d'implanter une **prairie méso-hygrophile** sur l'ensemble de la surface :



Gestion et entretien de ces surfaces compensatoires :

Une fauche exclusive est à privilégier afin d'obtenir un cortège diversifié.

Les premières années, la proportion en adventices, rudérales diverses ou espèces invasives peut être importante, celles-ci étant favorisées par la richesse en azote et phosphore. La première année, effectuer une à plusieurs coupes de « nettoyage » consistant en une fauche à 8 - 10 cm avec exportation du produit de fauche, visant à épuiser et éliminer les plantes indésirables (cirse des champs, rumex, etc.).

Les années suivantes, une à deux fauches sont nécessaires pour maintenir une pression adaptée au développement d'une prairie riche en espèces. La première fauche aura lieu au plus tôt mi-juin et jusque mi-juillet voire mi-août si la végétation est basse – quand les marguerites (Leucanthemum vulgare) sont en graines. La seconde fauche aura lieu entre fin août et début octobre quand la floraison des centaurées jacées (Centaurea jacea) est terminée.

L'exportation du produit de fauche est nécessaire afin d'appauvrir le sol. On pourra retenir également, qu'il faut :

- Que toute utilisation de produits chimiques (produits phytosanitaires) et la fertilisation minérale ou organique soient proscrites ;
- Ne pas faucher trop bas (autour de 10 cm).

Le foin est laissé au sol quelques jours pour permettre aux graines de tomber au sol. Les trois premières années, les coupes seront laissées sur place pour favoriser le semis des dicotylédones.

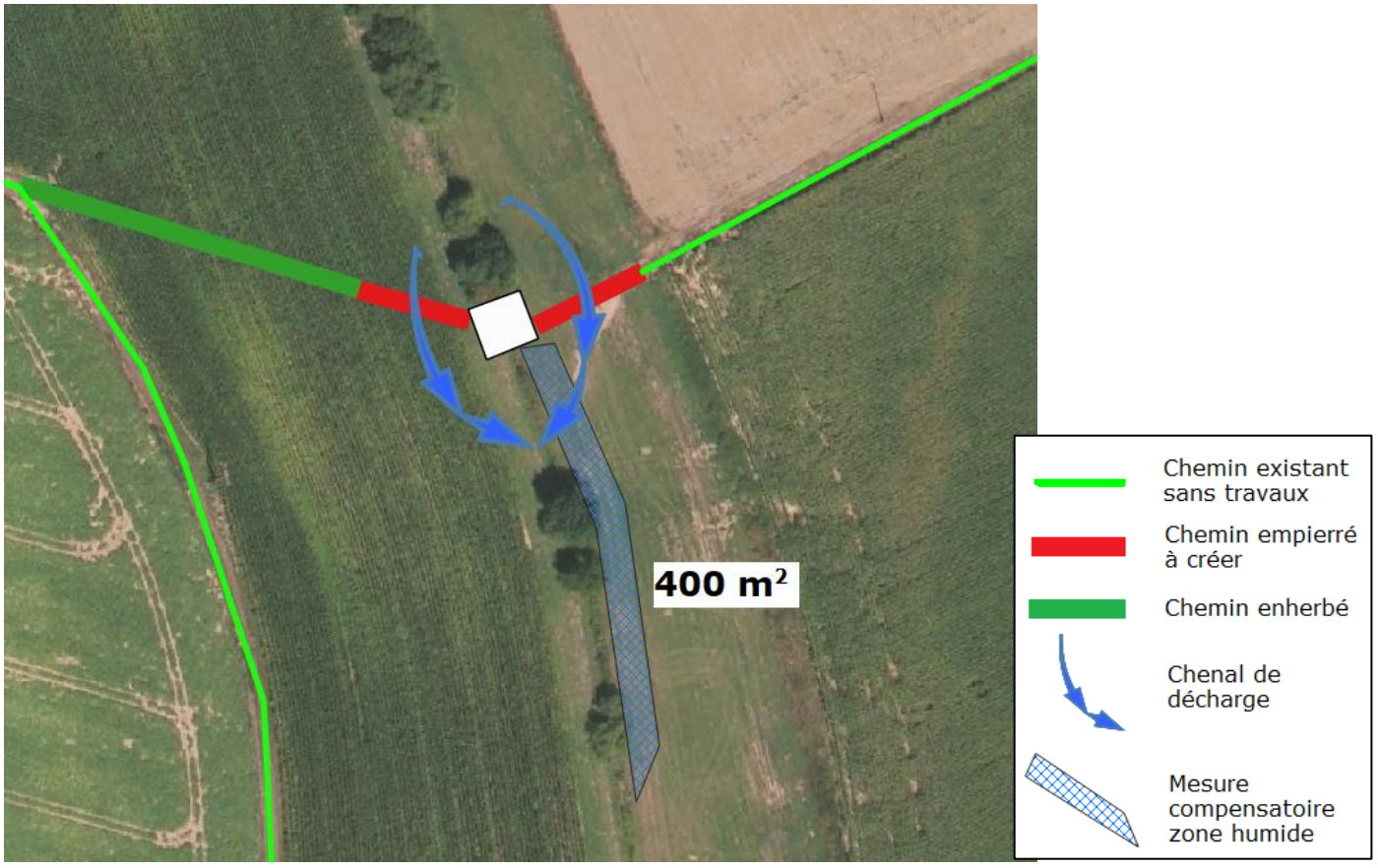


Fig. 32. Pont n°1 sur le KOLBSENBACH à PFETTISHEIM : chenaux de décharge de part et d'autre de l'ouvrage et mesure compensatoire ZH de 400 m²

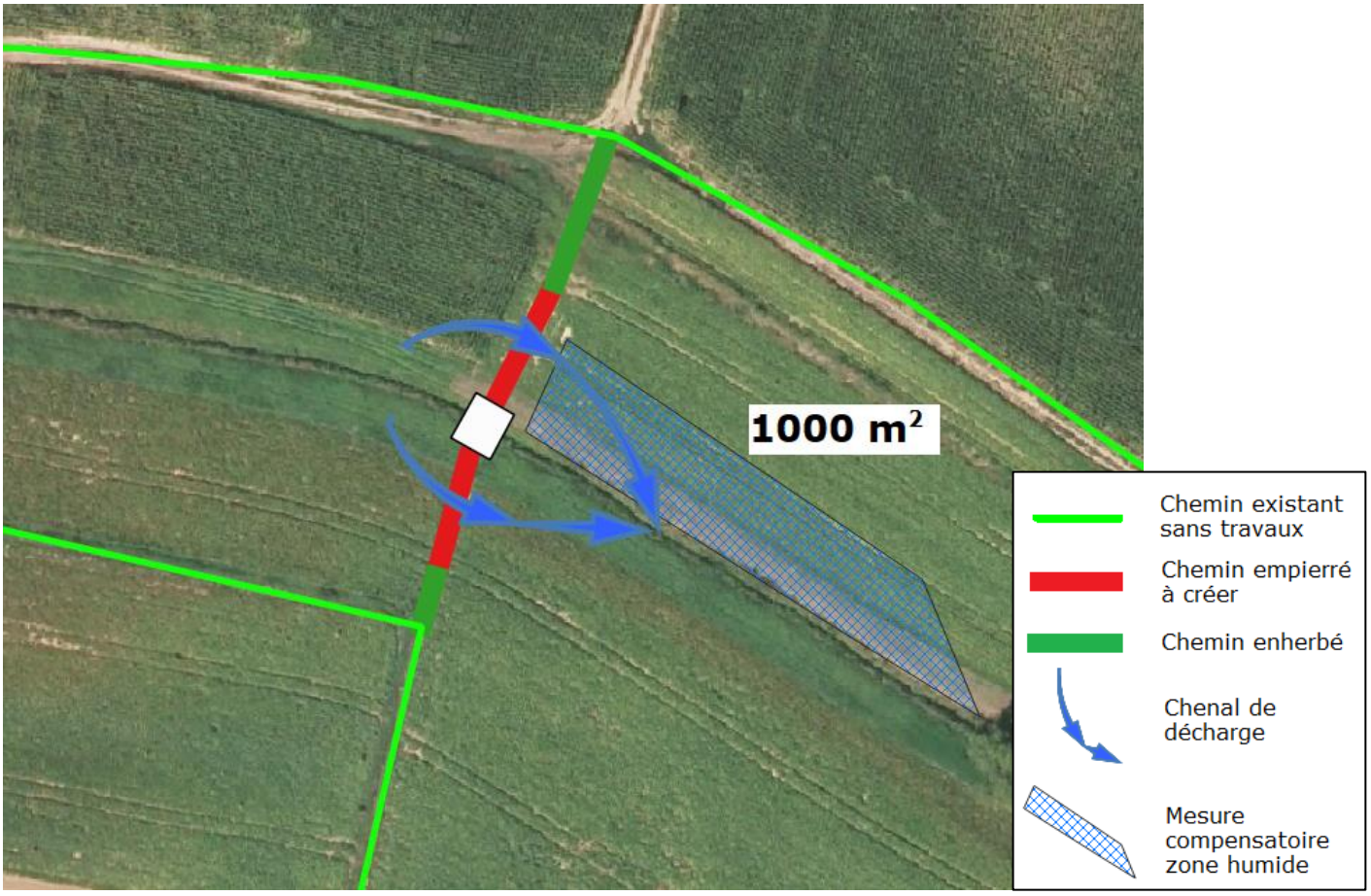


Fig. 33. ***Pont n°2 sur le KOLBSENBACH entre PFULGRIESHEIM et LAMPERTHEIM : chenaux de décharge de part et d'autre de l'ouvrage et mesure compensatoire ZH de 1000 m2***

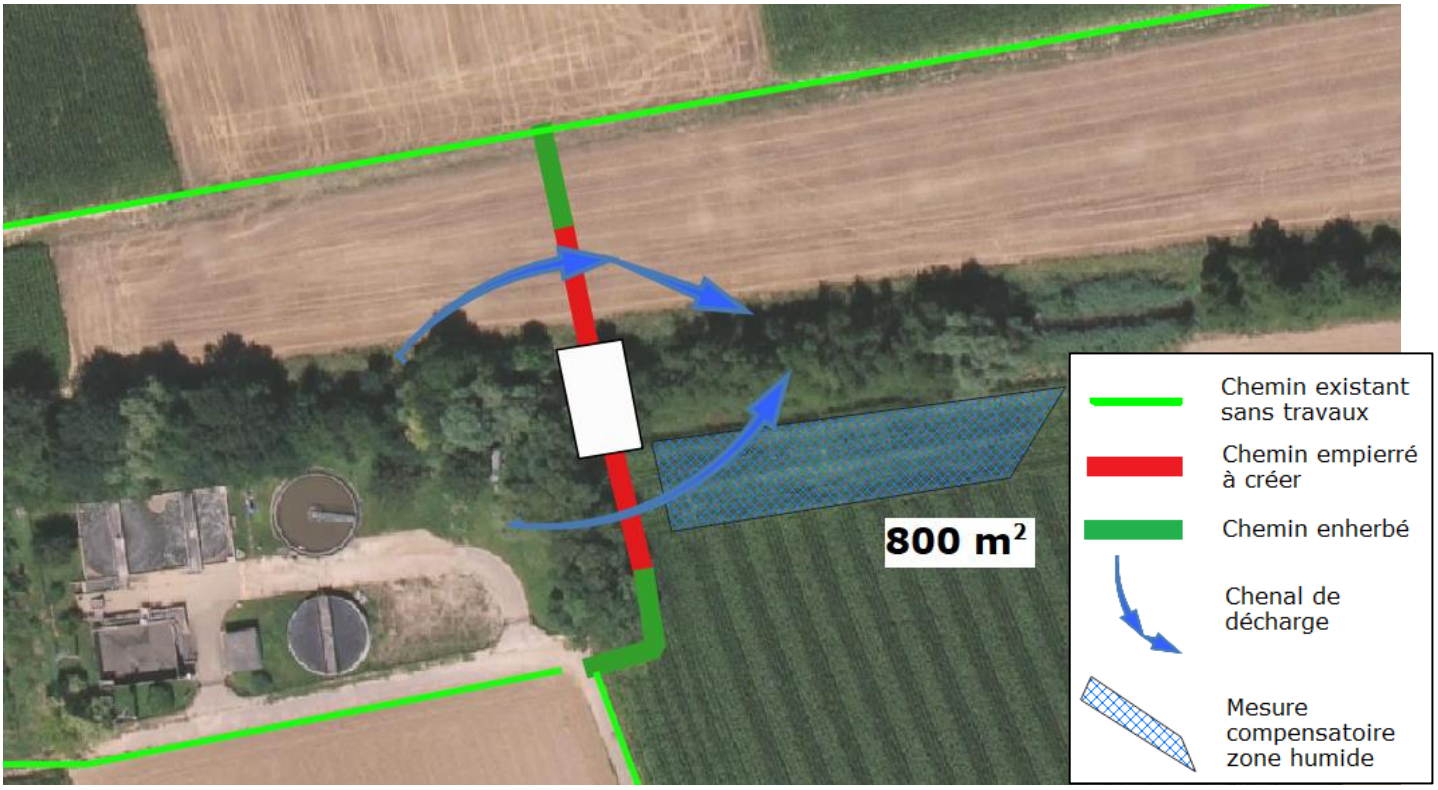


Fig. 34. ***Pont n°3 sur la SOUFFEL à STUTZHEIM-OFFENHEIM : chenaux de décharge de part et d'autre de l'ouvrage et mesure compensatoire ZH de 800 m2***

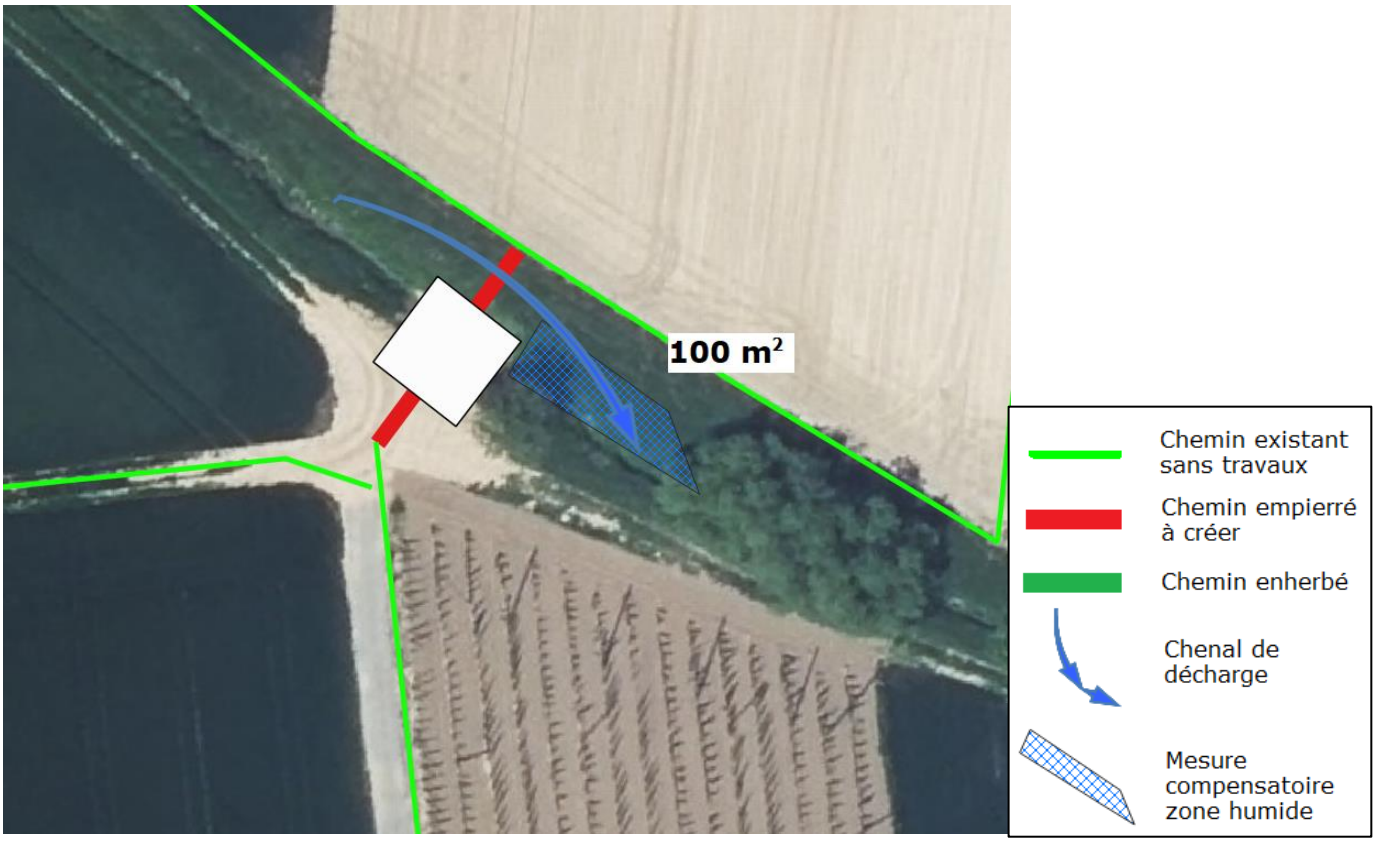


Fig. 35. ***Pont n°4 sur le MUSAUBACH entre ITTENHEIM et HURTIGHEIM : chenal de décharge en rive gauche (présence de réseau en rive droite) et mesure compensatoire ZH de 100 m2***

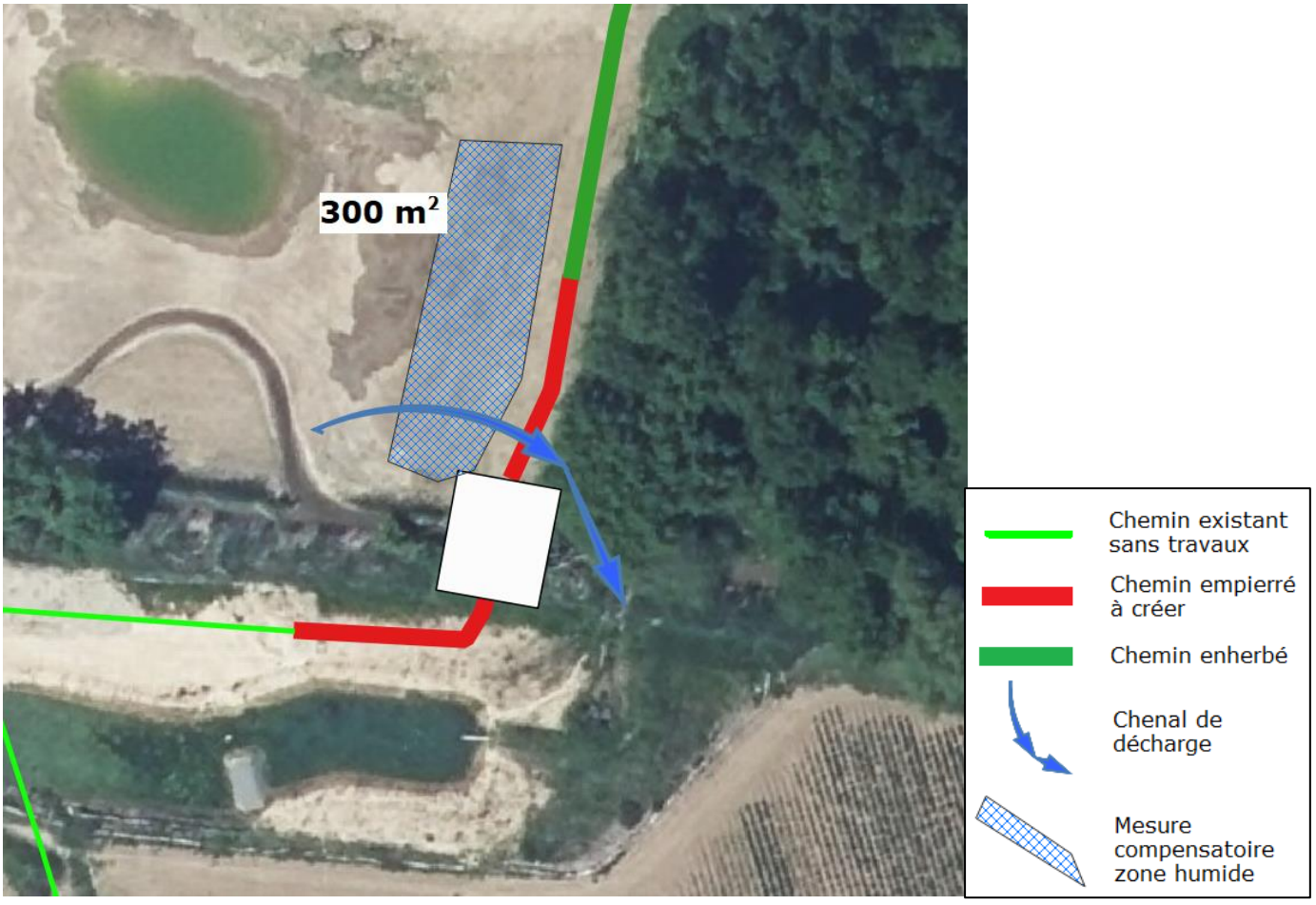


Fig. 36. ***Pont n°5 sur le MUEHLBACH à BREUSCHWICKERSHEIM : chenal de décharge en rive gauche (présence de réseau en rive droite) et mesure compensatoire ZH de 300 m2***

ANNEXE :

Exemple d’éléments techniques pour l’aménagement du pont n°1

1. EXEMPLE D'AMENAGEMENT POUR LE PONT n°1

1.1. Contexte général du site

L'ouvrage est situé dans une zone agricole. Les emprises sont libres de toute mitoyenneté.
Le site est constitué, sous une faible couche de terre végétale, de lœss d'âge Quaternaire puis d'alluvions limoneuses.
Le loess est un matériau très sensible à l'eau et les alluvions étant des dépôts discontinus, il est possible de rencontrer des lentilles de sol de granulométrie et de compacité variable.

1.2. Réseaux

Des déclarations de projet de travaux devront être envoyées aux gestionnaires de réseaux qui seraient potentiellement impactés par les travaux via la plateforme SOGELINK ;

1.3. Contexte pédologique et géotechnique

Pour le pont n°1, une étude géotechnique de conception Phase Avant-Projet a été réalisée par le bureau d'étude géotechnique GINGER CEBTP en novembre 2021.
Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Profondeur/TN
Sondage destructif avec enregistrement en continu et prélèvement de cuttings	1	7
Exécution d'essais pressiométriques Norme NF P94-110-1	5	

Fig. 10. Sondages géotechniques réalisés

Les coupes des sondages ont été fournies, avec les renseignements suivants :

- Sondages semi-destructifs à la tarière continue
  - o Coupe des sols
  - o Formation géologique correspondantes ;
- Essais pressiométriques :
  - o Module pressiométriques : E_M (MPA)
  - o Pression limite nette : p_l* (MPA)
  - o Pression de fluage nette : p_f* (MPA) o
  - Rapport E_M/p_l*

Le secteur du projet est situé dans un thalweg, à proximité immédiate du ruisseau. Dans un contexte limoneux et en présence d'eau, **les caractéristiques mécaniques des sols sont très faibles.**

Les sondages ont mis en évidence les formations suivantes :

- o Limons bruns terreux (terre végétale) sur une profondeur de 20 cm
- o Limons organiques bruns à noirâtre, **hautement compressibles, jusqu'à une profondeur de 3.10 m. Les caractéristiques mécaniques de cette strate sont très faibles. De plus, la présence de matériaux organiques rend cette couche évolutive ;**
- o Limons bruns, jusqu'à une profondeur de 5.4 m. Cette couche présente des **caractéristiques mécaniques faibles ;**
- o Limons bruns à jaunes-verdâtres, jusqu'à la fin des sondages. Les **caractéristiques mécaniques moyennes ;**
- o Niveau d'eau observé à partir de 0.8 m de profondeur

L'aléa sismique est modéré. Les sols en place présentent un **risque de liquéfaction** non négligeable, qui serait **à caractériser lors d'une étude de projet**.
En conclusion des points décrits précédemment, les modes constructifs suivants sont à privilégier :

- Les fondations des ouvrages devront traverser les sols compressibles ;
- En l'absence d'horizon porteur superficiel, les fondations seront profondes par pieux ou micro pieux.

Le mode de fondation nécessaire nécessite la réalisation de sondages complémentaires plus profonds, afin de pouvoir dimensionner ces fondations.

1.4. Topographie locale

L'ouvrage n°1 est situé en fond de vallons. Les terrains sont plats. Le cours d'eau a une profondeur approximative de 1.5 m et une largeur de 3,5 m de berge à berge.
Des relevés topographiques ont été réalisés sur emprise de l'ouvrage par le cabinet de géomètres-experts ROTH SIMLER. Le plan masse et le profil en travers de la zone est donc à disposition.

2. DIMENSIONNEMENT STRUCTUREL DE L'OUVRAGE n°1

2.1. Principes constructifs

Les ouvrages devront laisser libre le passage du cours d'eau et ne pas impacter ses berges.
Les travaux devront limiter au maximum les impacts sur les écoulements.
Les ouvrages auront les caractéristiques suivantes :

- Portée minimale: 5 m ;
- Largeur hors tout : 6 m ;
- Type de tablier : béton armé ;
- Type de chaussée : empierrée 0/60 ;
- Traitement des eaux de pluie : par pendage longitudinal du tablier 2% ;
- Sécurisation de l'ouvrage : gardes corps S8
- Type de fondation : profonde

<u>DEFINITION DE L'OUVRAGE</u> :
La solution retenue est un tablier béton armé. Les culées de l'ouvrages sont constitués de chevêtres béton armé fondés sur pieu.

<u>DEFINITION DES BETONS</u> :
Les spécifications destinées à assurer la durabilité du béton sont celles données dans la norme NF EN 206-1/CN complétées par les indications des articles suivants en fonction des classes d'exposition des différentes parties d'ouvrage.

Parties d'ouvrage	Classes d'exposition	Classe de résistance	Teneur minimale en liant équivalent vis-à-vis de la durabilité (1) (2)	Caractéristiques complémentaires du ciment vis-à-vis de la durabilité	Eeff/Leq vis-à-vis de la durabilité (8)	Caractéristiques complémentaires (3)
Béton de propreté			250kg			
Béton de culée	XC2	C30/37	330 kg	PM	0.50	RAG RSI Cs
Béton du tablier	XC4 XF3	C35/45	350 kg		0.50	EQP RAG RSI Bs

L'ouvrage est de classe structurale S5.

2.2. Charges à prendre en compte

CHARGES :

L'ouvrage sera dimensionné conformément aux EUROCODES.

Les charges suivantes seront à étudier :

- Charges permanentes (poids propre);
- Charges de neige ;
- Charge de Traffic (convoi agricole 44 T)

De plus, le site étudié est classé en zone de sismicité 3 (modérée). L'application des règles parasismiques est obligatoire. Il faut se reporter à l'EUROCODE 8 (Norme NF EN 1998 – Calcul des structures pour leur résistance au séisme).
Les poids volumiques suivants ont été pris en compte :

MATERIAUX	CHARGE	UNITE
BETON	25.00	KN/m^3
ETANCHEITE	23.50	kN/m^3
ENROBE	23.50	kN/m^3
GARDES CORPS	1.00	kN/ml

En pré-dimensionnement, une charge d'exploitation de 33 Kn/m^2 est estimée.

DESCENTES DE CHARGES SUR APPUIS :

Les chevêtres devront reprendre une charge de 185 kN/ml au ELU ET 130 kN/ml au ELS. Le dimensionnement des fondations profondes devra permettre de supporter cette charge.

2.3. Dimensions des éléments

TABLIER :
Le tablier sera composé par une dalle en béton armé de 40 cm d'épaisseur, conformément aux plans. Il sera réalisé au moyen de prédalles béton armé. Le tablier reposera sur les chevêtres de rives, et rendu solidaire par l'intermédiaire de goujons.
Les longrines latérales permettront de réaliser le relevé d'étanchéité et la pose de garde-corps S8.
Il présentera une pente longitudinale de 2% afin de permettre l'évacuation des eaux de pluie. Les eaux de pluies seront drainées en arrière des chevêtres au moyens de tranchées drainantes en matériaux drainant 8/16, et restituées au cours d'eau au moyen de drains agricole D100.

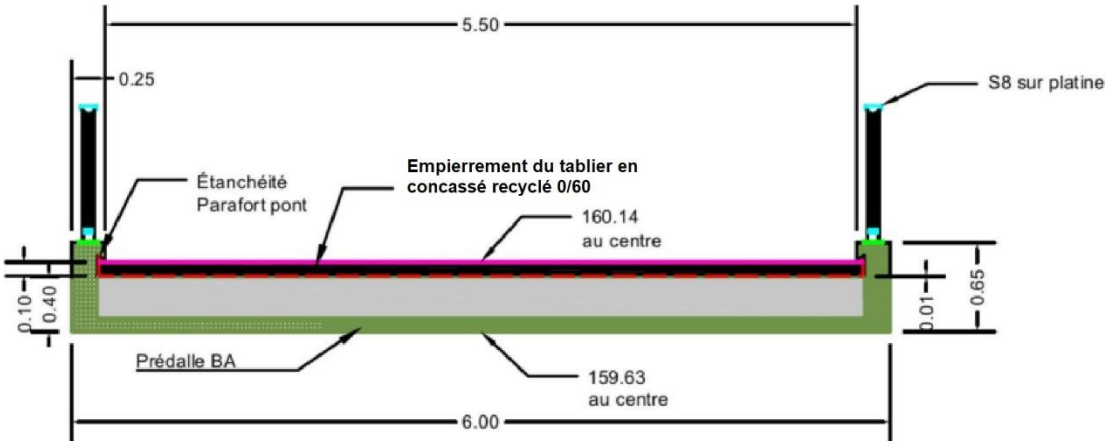


Fig. 32. Coupe type du tablier

ETANCHEITE :
L'étanchéité du tablier est réalisée conformément au fascicule 67 titre I du CCTG par une chape en asphalte coulé bicouche.
La technique utilisée pour les relevés est proposée par le titulaire et soumise à l'acceptation du maître d'œuvre.
La protection des relevés d'étanchéité est assurée par un enduit de ciment grillagé.
Le système mis en œuvre doit être titulaire d'un avis technique sur les étanchéités des ponts-routes avec support en béton, délivré par le SETRA.

EMPIERREMENT POUR COUCHE DE ROULEMENT :
La couche de roulement de l'ouvrage est constituée par un empierrement en concassé recyclé de granularité 0/60.
Epaisseur minimal 10 cm.

FONDATIONS :
Compte tenu de la présence de sols organiques et/ou de caractéristiques mécaniques très faible, des fondations profondes par micropieux injecté seront à réaliser.
Les micropieux devront être ancrés dans les sols plus consistants au-delà de 7m de profondeur.
Le dimensionnement des fondations profonde nécessite la réalisation de sondages plus profonds. Une mission PRO sera à réaliser afin de dimensionner les fondations.
En l'absence de données précises, les hypothèses suivantes ont été prises pour la réalisation des plans et des chiffrages :

- La solution micropieux comprend la réalisation de pieux de type II. Les micropieux de type II sont des pieux forés tubés de diamètre inférieur à 250 mm. Le forage est équipé d'une armature et rempli d'un coulis ou mortier de scellement par gravité ou sous une très faible pression au

moyen d'un tube plongeur. Si les micropieux sont constitués seulement d'une simple barre de faible inertie, ils ne peuvent pas reprendre d'effort horizontal significatif. Les moments sont à reprendre par un couple de micropieux en traction compression.

- Micropieux de diamètre : 25 cm maximal
- Profondeur : 10 m
- 6 micropieux par culés.

Le tablier sera posé sur un chevêtre béton armé, permettant de répartir les charges aux micropieux.

Le tablier sera bloqué en translation par un système de goujons.

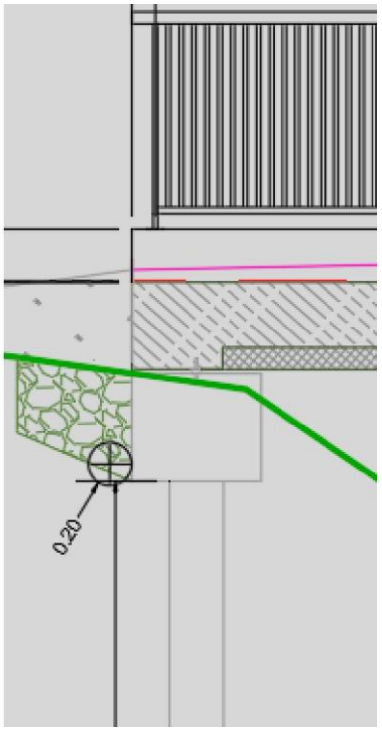


Fig. 33. Zoom sur les systèmes d'appuis

GARDES CORPS :

Les garde-corps sont conformes aux plans joints. Il s'agit de garde-corps pour piétons de type S8 tels que définis dans la norme XP P 98-405.

Les éléments constitutifs des garde-corps sont conformes aux prescriptions de la norme XP P 98- 405. La protection contre la corrosion, y compris celle de la boulonnerie, est assurée par galvanisation à chaud en atelier.

3. ORGANISATION OPERATIONNELLE

3.1. MODALITE DES TRAVAUX

3.1.1. Accès

De manière générale, pour l'organisation de l'accès aux emplacements des ouvrages, un contact devra être pris avec M. le Président de l'AF de PFETTISHEIM.

L'accès à l'ouvrage n°1 s'effectue depuis la D31 en direction de REITWILLER, en tournant à gauche avant l'exploitation agricole, via un chemin agricole orienté Sud-ouest.

L'accès est possible en véhicule (type 4*4) sur le chemin agricole.

Afin d'éviter de poser un ouvrage de franchissement busé temporaire, un accès à la deuxième berge est possible depuis la RD220 et les chemins agricoles existants.

Fig. 34. Accès à l'ouvrage n°1

3.1.2. Installation de chantier

Les installations de chantier seront positionnées à proximité immédiate des zones de travaux.

3.1.3. Phasage

Le phasage suivant est considéré :

- Traitement de la végétation et retrait des plantes invasives sur l'emprise des travaux ;
- Installation de chantier ;
- Pré-terrassement des culées ;
- Amenée d'un atelier de micropieux ;
- Mise en œuvre des micropieux ;
- Béton de propreté des culées ;
- Ferraillage, coffrage et coulage des chevêtres ;
- Pose des prédalles du tablier ;
- Ferraillage et coulage du tablier (yc mise en place gaine électrique tpc) ;
- Mise en œuvre de l'étanchéité ;
- Mise en œuvre d'un drain en arrière de la culée ;
- Réalisation des rampes d'accès en empierrement ;
- Mise en œuvre de l'empierrement sur le pont ;
- Pose des garde-corps
- Remise en état et évacuation de chantier.

3.2. PLANNING DE REALISATION DE L'OUVRAGE N°1

Il est estimé un planning prévisionnel de 4 mois, comprenant :

- 2 mois de période de préparation de chantier ;
- 2 mois de période d'exécution par ouvrage.

3.3. CHIFFRAGE ESTIMATIF DE L'OUVRAGE N°1

Le chiffrages et plan de l'ouvrage sont réalisés sur la base des plans topographiques, et selon une hypothèse de 6 micropieux d'une profondeur de 10 m par appuis. La réalisation se fait sans ouvrage temporaire busé, avec transport des équipements d'une berge à l'autre par les chemins qui seront réalisés au préalable.

La réalisation de l'ouvrage n°1 de franchissement du KOLBSENBACH a été estimée à 107 440 € HT, soit :

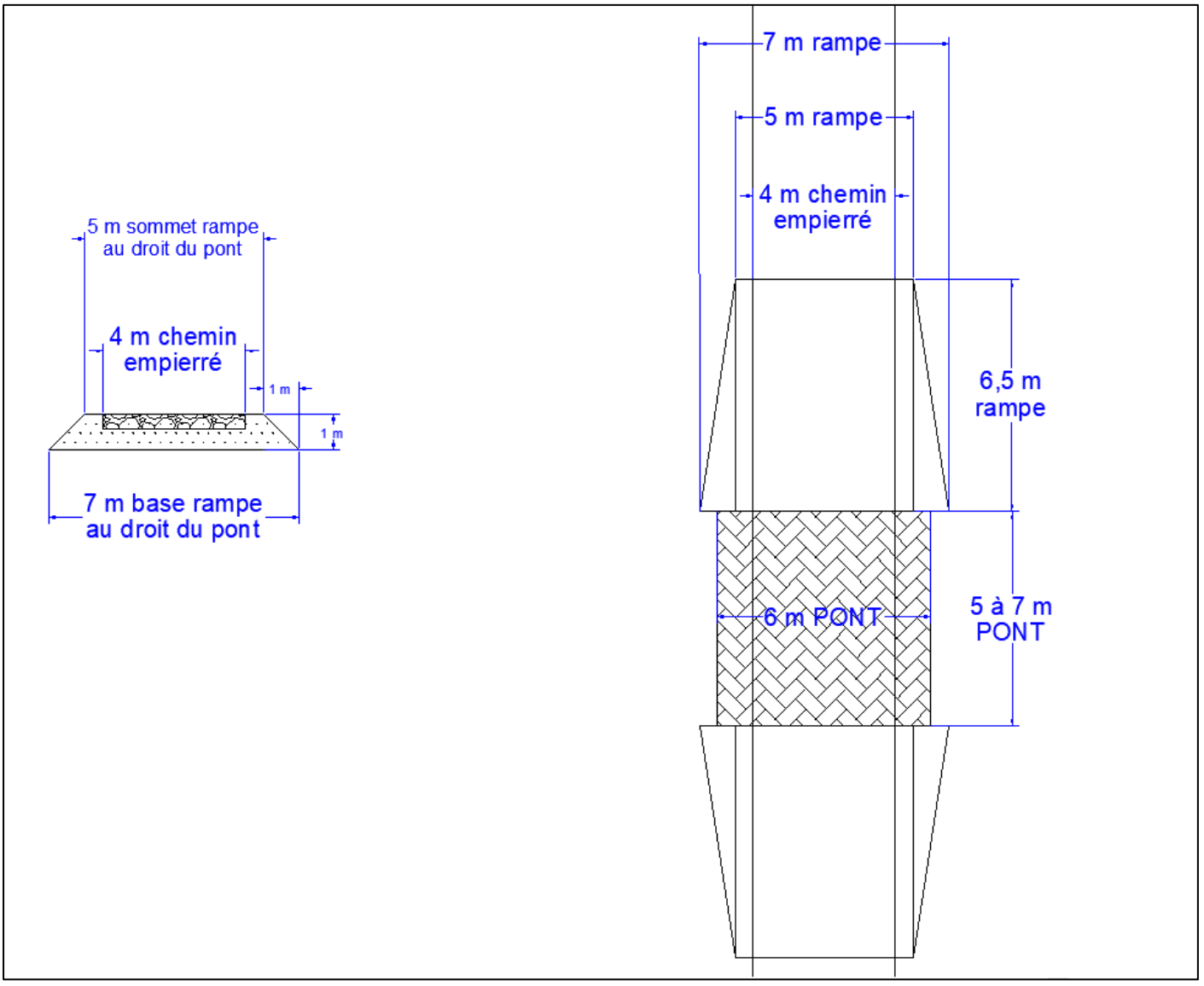
- Frais généraux : 25 000 € HT ;
- OUVRAGE NO : 68 700 € HT ;
- Divers et imprévus : 13 740 € HT.

REMBLAIS EN LIT MAJEUR

Pour les **cinq ponceaux**, il y aura des rampes de part et d'autre, soit **dix rampes** d'accès au pont au total.

Profil en travers au droit du pont :

Vue en plan :



Superficie des remblais en lit majeur :

La superficie au niveau du TN de chaque rampe est de 39 m^2, **soit pour les dix rampes un total de superficie au sol au niveau du TN de 390 m^2.**

Volume des remblais en lit majeur :

Le volume au niveau du TN de chaque rampe est de 22,75 m^3, **soit pour les dix rampes un total de volume au sol au niveau du TN de 227,5 m^3.**