



Aménagement de la RD1059 entre Saint-Dié-des-Vosges et Sélestat
Déviation de la RD1059 à Châtenois (67)

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

Pièce F : Éléments utiles à la compréhension



Octobre 2024

SOMMAIRE DE LA PIECE F

1	VOLUME DE REMBLAIS EN ZONE INONDABLE	407
2	DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	408
2.1	BASSINS VERSANTS	408
2.1.1	Bassins versants naturels.....	408
2.1.2	Bassins versants routiers.....	408
2.1.3	Hypothèses de dimensionnement.....	410
2.1.4	Ouvrages de stockage.....	410
2.1.4.1	Bassin n°0	414
2.1.4.2	Bassin n°1	418
2.1.4.3	Bassin n°2	422
2.1.4.4	Bassin n°3	424
2.1.4.5	Bassin n°4	426
2.1.5	Ouvrages de transfert.....	428
2.1.6	Dimensionnement des ouvrages pour la gestion des pollutions.....	432
2.1.6.1	Principe	432
2.1.6.2	Vérification du dimensionnement des ouvrages pour la gestion de la pollution chronique	432
3	DELIMITATION DES ZONES HUMIDES SUR L'AIRES D'ETUDE	438
3.1	RAPPEL DE L'HISTORIQUE DU DOSSIER	438
3.1.1	Rappel méthodologique.....	438
3.1.2	Délimitation des zones humides selon l'arrêté de 2008, modifié en 2009.....	439
3.1.2.1	Délimitation des zones humides selon l'étude réalisée par ESOPE	439
3.1.2.2	Délimitation des zones humides selon l'étude réalisée par ESOPE complétée par BIOTOPE	440
DIAGNOSTIC FONCTIONNEL DES ZONES HUMIDES IMPACTEES		447
3.1.3	Aspects méthodologiques.....	447
3.1.4	Contexte et évaluation des enjeux.....	449
3.1.5	Diagnostic fonctionnel du complexe de zones humides impacté.....	449
3.1.5.1	Contexte et synthèse des résultats	449
3.1.5.2	Fonctions hydrologiques	450
3.1.5.3	Fonctions biogéochimiques	450
3.1.5.4	Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces	450
3.1.5.5	Présentation de la valeur des indicateurs pour le complexe de zones humides impactées	452
3.2	PRESENTATION DE LA STRATEGIE COMPENSATOIRE POUR LES ZONES HUMIDES ET DIAGNOSTIC FONCTIONNEL	453
3.2.1	Présentation générale.....	453
3.2.2	Diagnostic fonctionnel du site compensatoire.....	456
3.2.2.1	Contexte et synthèse des résultats	456
3.2.2.2	Diagnostic fonctionnel du complexe de zones humides de compensation et évolution des fonctions au regard de la mise en œuvre des mesures compensatoires	457
3.2.2.3	Fonctions hydrologiques	457
3.2.2.4	Fonctions biogéochimiques	457
3.2.2.5	Fonctions biologiques	457
3.2.2.6	Présentation de la valeur des indicateurs pour le complexe des sites de compensation	459
3.2.3	Vérification des principes de proximité géographique, d'équivalence et d'additionnalité.....	460
3.2.3.1	Respect du principe de proximité géographique	460
3.2.3.2	Respect du principe d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité écologique	461
3.2.3.3	Focus sur l'identification des fonctions prioritaires	463
3.2.3.4	Justifications des indicateurs non renseignés, biaisés ou non pertinents	464
4	MODELISATION HYDRAULIQUE DU PROJET ET DES AMENAGEMENTS A METTRE EN ŒUVRE	465
4.1	METHODOLOGIE	465
4.2	DONNEES COLLECTEES	465

4.3	INVESTIGATIONS DE TERRAIN	466
4.3.1	Matériel.....	466
4.3.2	Nature des relevés.....	466
4.3.3	Traitement des données.....	467
4.4	ANALYSE HYDROLOGIQUE	467
4.4.1	Etudes ISL.....	467
4.4.2	Etude HYDRATEC.....	469
4.4.3	Hydrogrammes centennaux utilisés pour la modélisation.....	471
4.5	CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE	472
4.5.1	Construction du modèle 2D.....	472
4.5.1.1	Construction du maillage	472
4.5.1.2	Intégration des ponts et des ouvrages hydrauliques	474
4.5.1.3	Coefficients de rugosité	478
4.5.1.4	Conditions aux limites	480
4.5.2	Calage du modèle.....	481
4.5.2.1	Données de calage	481
4.5.2.2	Résultats du calage du modèle 2D	482
4.5.2.3	Conclusion	489
4.5.3	Niveaux d'eau à prendre en compte pour le projet.....	489
4.6	MODELISATION DU PROJET	490
4.6.1	Méthodologie.....	490
4.6.2	Intégration du projet 1 dans le modèle 2D.....	491
5	ETUDE D'INCIDENCES HYDRAULIQUE DE LA DEVIATION DE CHATENOIS	497
5.1	METHODOLOGIE	497
5.2	PRESENTATION DU MODELE	497
5.3	DONNEES SOURCES	498
5.4	PRISE EN COMPTE DU PROJET ROUTIER ET DE SES OUVRAGES	498
6	CALCULS DES CHARGES ET CONCENTRATIONS EN POLLUANTS	499
6.1	CALCULS DE CONCENTRATIONS EN POLLUANTS EN SITUATION MOYENNE ANNUELLE	499
6.1.1	Evaluation des masses polluantes.....	499
6.1.2	Calcul des charges polluantes annuelles véhiculées par les eaux de ruissellement.....	499
6.2	CALCULS DE CONCENTRATIONS EN POLLUANTS EN PERIODE DE POINTE	501
7	GESTION DES MATIERES EN SUSPENSION EN PHASE CHANTIER	502
8	ELEMENTS GRAPHIQUES	503

1 VOLUME DE REMBLAIS EN ZONE INONDABLE

L'illustration ci-dessous localise les zones où le projet intercepte la zone inondable. Sur ces zones, il a été calculé le volume de la zone en bleue comme ci-contre.

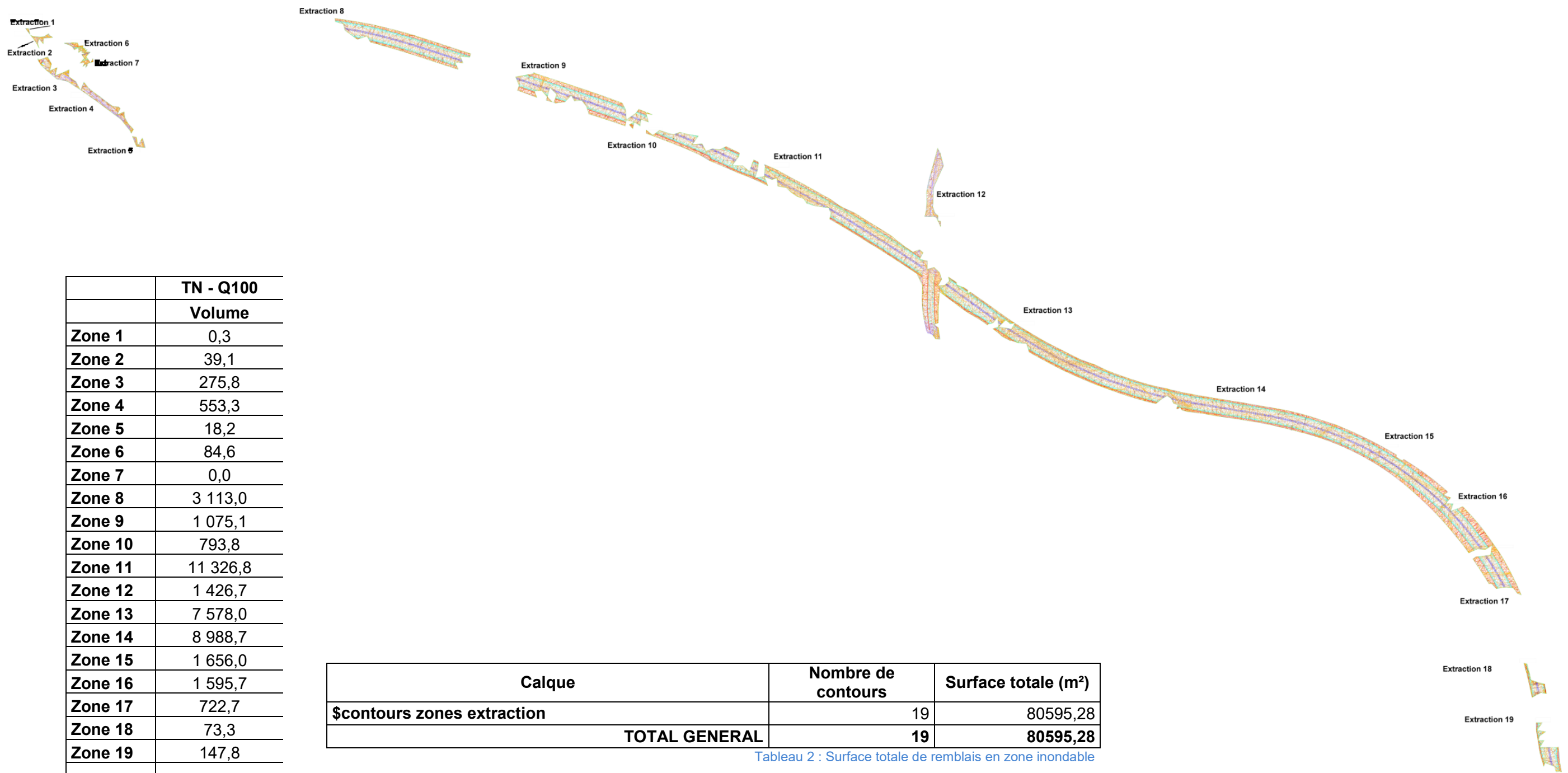


Tableau 1 : Volume total de remblais en zone inondable

Tableau 2 : Surface totale de remblais en zone inondable

Illustration 1 : Localisation des remblais en zone inondable

2 DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

2.1 BASSINS VERSANTS

2.1.1 Bassins versants naturels

Le projet intercepte le bassin versant naturel sur la partie Ouest, zone où le projet est en déblai (au droit du bassin versant routier n°0).

Le principe est de créer un fossé en crête de talus permettant de récupérer les eaux du BVN pour les faire transiter jusqu'au fossé actuel le long de la RD1059 et donc d'assurer une séparation totale entre les eaux du bassin versant routier et du bassin versant naturel.

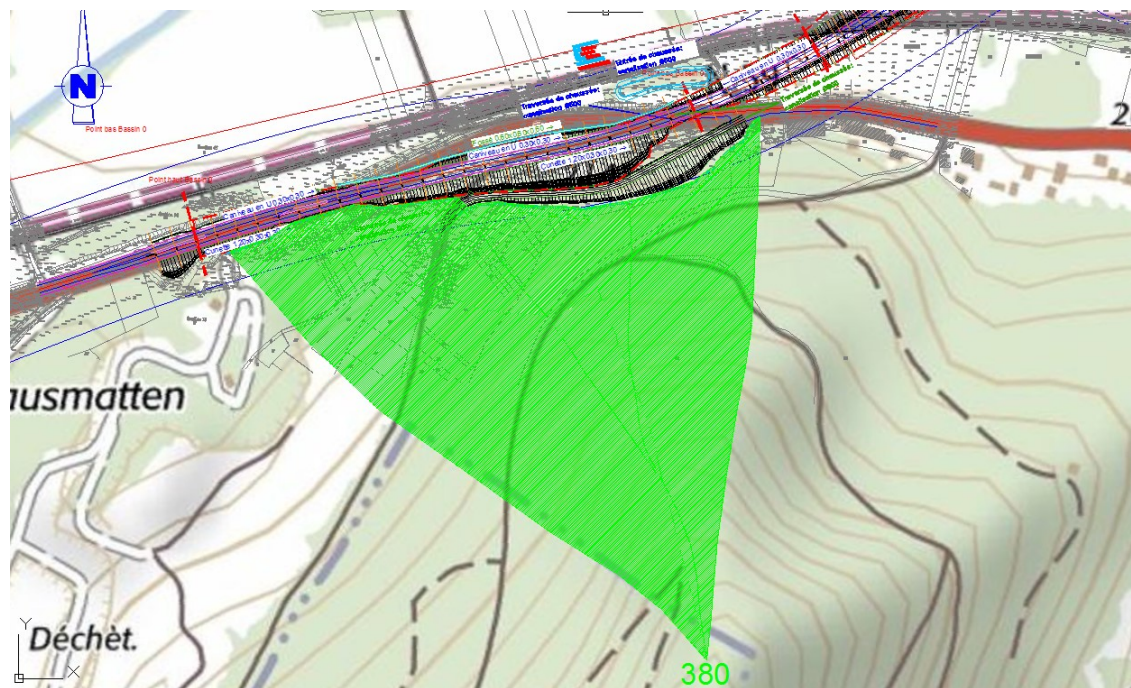


Illustration 2 : Bassin versant intercepté

Le coefficient de ruissellement est de 0,50. La surface du Bassin versant naturel (BVN) est de 122 140 m², soit 12,21 ha. Le reste du projet se situe en remblai, il est situé entre le Giessen et le Muelbach qui sont les exutoires des eaux de ruissellement du BVN.

2.1.2 Bassins versants routiers

Bassin versant n°0 :

Il commence au début de la déviation à l'ouest et se termine au niveau du point haut situé à environ 265 m au Sud-Ouest du giratoire avec la RD424.

- Coefficient de ruissellement : 0,72 ;
- Surface du bassin : 20 630 m² = 2,06 ha ;
- Exutoire fossé le long de la voie SNCF (dont l'exutoire est le Muelbach) via le bassin n°0.

Bassin versant n°1 :

Il commence à la fin du BV n°0 et se termine au niveau du point haut au droit de l'OA2.

- Coefficient de ruissellement : 1 ;
- Surface du bassin : 29 560 m² = 2,95 ha ;
- Exutoire Giessen via bassin n°1.

Bassin versant n°2 :

Il commence à la fin du BV n°1 (OA2) et se termine une soixantaine de mètres après l'OA4 (RD35).

- Coefficient de ruissellement : 1 ;
- Surface du bassin : 23 750 m² = 2,37 ha ;
- Exutoire Muelbach via bassin n°2.

Bassin versant n°3 :

Il démarre à la fin du bassin versant n°2 jusqu'à l'OA5.

- Coefficient de ruissellement : 1,00 ;
- Surface du bassin : 26 250 m² = 2,63 ha ;
- Exutoire Muelbach via bassin n°3.

Bassin versant n°4 :

Il est compris entre l'OA5 et le giratoire RD1059.

- Coefficient de ruissellement : 1,00 ;
- Surface du bassin : 13 907 m² = 1,39 ha ;
- Exutoire fossé via bassin n°4.

Compte tenu de l'absence d'exutoire à proximité, les eaux seront transférées via une canalisation vers le bassin n°4.

Bassin versant n°5 :

- Coefficient de ruissellement : 1,00 ;
- Surface du bassin : 17 489 m² = 1,75 ha ;
- Exutoire fossé via bassin n°4.

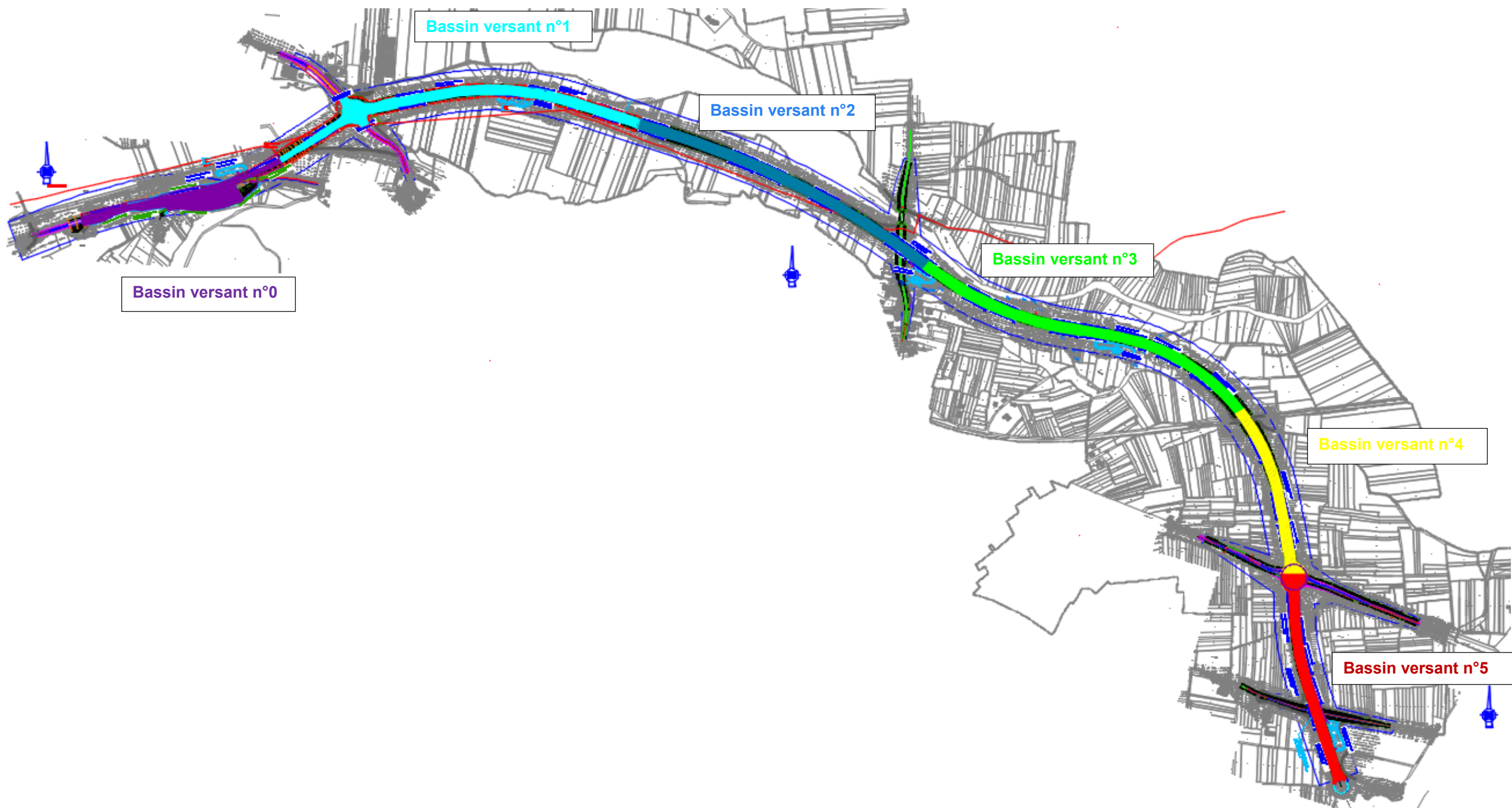


Illustration 3 : Synoptique des bassins versants routiers

2.1.3 Hypothèses de dimensionnement

L'ensemble des ouvrages hydrauliques sont dimensionnés pour une pluie d'occurrence 10 ans. Les débits des bassins versants sont calculés avec la méthode rationnelle :

$$Q = C \times A \times I$$

Avec :

- A la surface du bassin versant
- C le coefficient de ruissellement
- I l'intensité de précipitation déterminé par la formule de Montana $I = a \times t - b$

a et b sont les coefficients de Montana. Ils dépendent du lieu des intempéries et sont calculés par un ajustement statistique entre les durées et les intensités de pluie ayant une durée de retour donnée.

On utilise les coefficients de Montana de Météo France de la station de Colmar Meyenheim.

Période de retour	6 min < T < 30 min		15 min < T < 6 h	
	a	b	a	b
10 ans	197	0,396	650	0,777

Tableau 3 : Coefficients de Montana à la Station Colmar-Meyenheim (source : Météo France)

2.1.4 Ouvrages de stockage

□ CALCULS DES DEBITS DE FUITE DES BASSINS DE RETENTION

D'après la note de doctrine relative à la gestion des eaux pluviales issues d'une imperméabilisation nouvelle, le débit de fuite doit être calculé sur la base du débit biennal de ruissellement sur la surface de l'emprise du projet sans urbanisation.

Le coefficient d'imperméabilisation est pris égal à 0,1 pour le terrain naturel. Pour une période de retour de 2 ans, les coefficients de Montana sur la station de Colmar- Meyenheim sont les suivants :

Période de retour	6 min < T < 3 h	
	a	b
2 ans	417,9	0,76

Tableau 4 : Coefficients de Montana pour une pluie de 2 ans à la Station Colmar-Meyenheim (source : Météo France)

Le temps de concentration est calculé avec la formule suivante :

$$T_c = \left(\frac{1}{60}\right) * \left(\frac{l}{v}\right)$$

Avec :

- L : Longueur de cheminement de pente constante (en m) ;
- V : Vitesse d'écoulement (en m/s).

Ces vitesses d'écoulement sont données dans « les recommandations pour l'assainissement routier (SETRA 1982) » en fonction du type de sol du bassin versant :

Pente du BV en %	Vitesse d'écoulement en m/s		
	Pâturage (partie supérieure du BV)	Bois (partie supérieure du BV)	Impluvium naturel mal défini
0 à 3	0,45	0,30	0,30
4 à 7	0,90	0,60	0,90
8 à 11	1,30	0,90	1,50
12 à 15	1,30	1,05	2,40

Tableau 5 : Vitesses d'écoulements issues du guide SETRA de 1982

L'intensité de la pluie se calcul ensuite à l'aide de la formule de Montana :

$$I(t) = a * T_c^{-b}$$

- I(t) : Intensité de la pluie (en mm/min) ;
- Tc : Temps de concentration (en min) ;
- a et b : Coefficients de Montana.

Le débit de fuite se calcul enfin avec la méthode rationnelle comme indiquée ci-dessus. Les résultats des débits de fuite de chacun des bassins versants sont regroupés dans le tableau suivant.

	Bassin 0	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4+5
S(ha) avec talus	2,83	4,36	3,22	3,54	3,89
C	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pente(%)	1,6	0,6	0,5	0,5	0,3
L(m) Plus long chemin hydraulique	625	810	550	450	750
V(vitesse d'écoulement)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Tc (min)	23,15	30,00	20,37	16,67	27,78
a (T=2 ans)	417,9	417,9	417,9	417,9	417,9
b (T=2 ans)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
i(t) (mm/h)	38,37	31,51	42,29	49,26	33,41
Q2 (l/sec) Fuite	10,86	13,74	13,62	17,44	13,00
Débit de fuite retenue	10,00	15,00	15,00	15,00	15,00

Tableau 6 : Débits de fuite de chaque bassin versant

Si ce n'est pour le bassin n°0, le calcul de l'ensemble des débits de fuite des différents bassins sont compris entre 13 et 17 l/s. Afin de créer des ouvrages de fuite rustiques et d'avoir une homogénéité de traitement entre bassins pour faciliter l'entretien ultérieur, **il a été décidé d'attribuer un débit de fuite commun de 15 l/s pour les bassins 1 à 4+5 et de 10 l/s pour le bassin n°0.**

□ DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE RETENTION

Le dimensionnement des ouvrages de rétention s'effectue sur les bases de l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations, conformément à la doctrine.

A partir du débit de fuite calculé précédemment pour chacun des bassins versants, on détermine le débit de fuite en hauteur d'eau équivalente q :

$$q = 360 \cdot Q_{\text{fuite}} / S_a$$

Avec :

- Q_{fuite} : Débit de fuite (m³/sec) ;
- S_a : Surface active (ha) ;
- q : Débit de fuite en hauteur équivalente : ha (mm/h) ;

L'abaque suivant donne alors la hauteur spécifique de stockage.

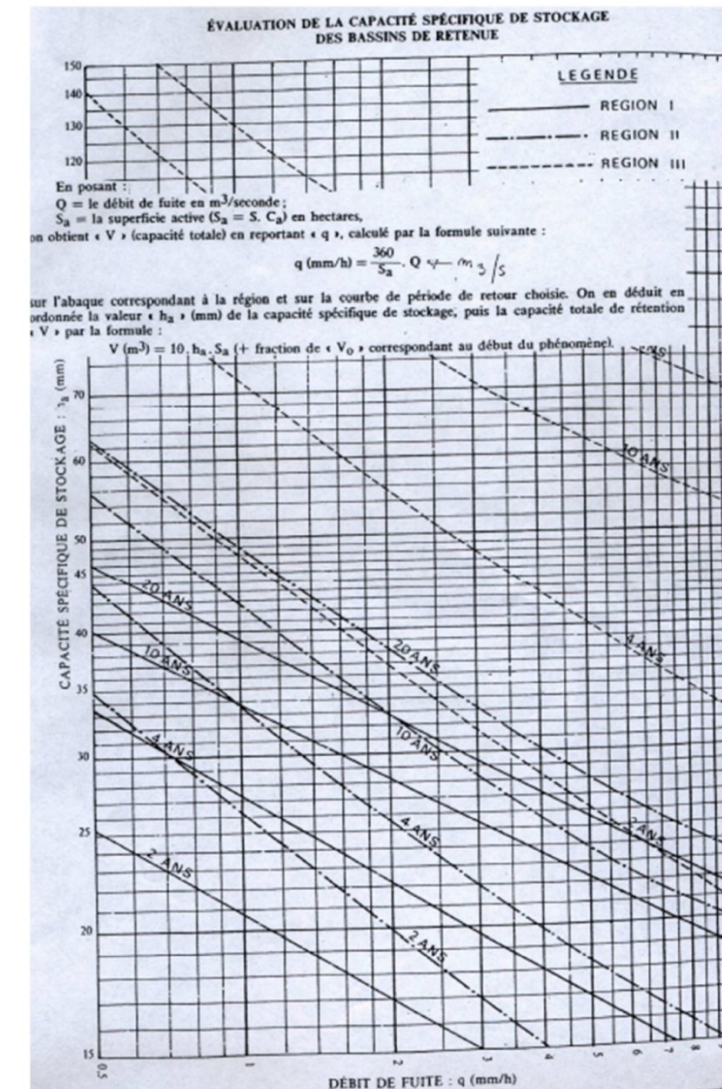


Illustration 4 : Abaque des capacités de stockage des ouvrages

On en déduit alors le volume de stockage :

$$V = 10 \cdot h_s \cdot S_a$$

On obtient ainsi les volumes de rétention nécessaires :

	Bassin 0	Bassin 1	Bassin 2	Bassin 3	Bassin 4+5
S	2,06	2,95	2,37	2,63	3,14
S_a (ha)	1,515	2,95	2,37	2,63	3,14
Q_{fuite} (m ³ /sec)	0,0100	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150
q (mm/h)	2,4	1,8	2,3	2,1	1,7
Hauteur spécifique de stockage (mm) ha	25,5	29	27,5	28,5	29,5
V(en m³) – méthode doctrine MISEN	386,3	855,5	651,8	749,6	926,3

Tableau 7 : Volumes de rétention nécessaires selon la doctrine MISEN

Suite au contrôle extérieur du CEREMA, sur l'AVP, il a été fait deux vérifications pour confirmer ces résultats :

- Utilisation de la méthode des pluies pour le calcul des volumes de rétention et comparaison ;
- Comparaison du calcul en utilisant les coefficients de Montana de Strasbourg plutôt que Colmar.

Les résultats sont cohérents et très proches de ceux trouvés par la méthode de la doctrine MISEN.

Les volumes de la méthode des pluies avec les coefficients de Montana de Colmar qui sont très légèrement supérieurs à ceux de la première méthode ainsi qu'à ceux avec les coefficients de Strasbourg ont donc été retenus et car plus « sécuritaire ».

V(en m³) – méthode des pluies – Coeff Colmar	415	872	657	752	945
V(en m ³) – méthode des pluies – Coeff Strasbourg	414	867	656	749	939

Tableau 8 : Volumes de rétention nécessaires selon la méthode des pluies

Pour info les coefficients de Montana pris en compte dans les calculs pour Strasbourg sont les suivants :



COEFFICIENTS DE MONTANA
(ajustement par les hauteurs)

STATION DE STRASBOURG-ENTZHEIM

NUMERO INSEE : 67124001

PERIODE : 1972-2002

DUREE DE RETOUR	DUREE DES PLUIES 15 minutes à 6 heures	
	a	b
2 ans	6.267	0.756
5 ans	9.248	0.776
10 ans	11.223	0.784
20 ans	13.182	0.790
25 ans	13.753	0.792
30 ans	14.247	0.793
50 ans	15.660	0.796
75 ans	16.719	0.798
100 ans	17.531	0.800

Illustration 5 : Coefficients de Montana station météo France de Strasbourg

Les ouvrages ont donc été dimensionné avec une marge de sécurité. Le calcul dimensionnant est l'écrêtement, à l'exception du bassin de rétention BR0a, pour lequel le calcul de pollution a été l'élément dimensionnant.

□ RECOURS A L'INFILTRATION

Le SAGE nous demande de privilégier l'infiltration lorsque cela est possible avec des conditions restrictives.

L'infiltration ne sera possible que si la perméabilité du sol est compatible avec ce procédé et que le projet n'est pas situé :

- dans une zone inondable^c,
- à proximité d'une source de pollution atmosphérique,
- dans le panache d'une pollution de la nappe ou sur un site dont le sol est susceptible d'être pollué,
- dans un périmètre de protection rapproché de captage d'eau potable.

Les bassins n°1, 2 et 3 se trouvant en zone inondable, ils seront étanches et ne font pas l'objet de l'étude d'infiltration. En revanche pour les bassins n°0 et n°4, des essais d'infiltration de type Matsuo ont été effectués. L'étude géotechnique préconise les valeurs suivantes :

3.2 Bassin n°0

L'essai Mat2, réalisé à 2,5 m de profondeur dans des sables et graviers donne une perméabilité :

$$k = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

3.3 Bassin n°4

L'essai Mat3, réalisé à 1,7 m de profondeur dans des sables et graviers argileux donne une perméabilité :

$$k = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

3.5 Conclusion

La perméabilité des sables et graviers est variable, selon la granulométrie des éléments qui les constituent et la présence ou l'absence d'une matrice fine. Les essais réalisés donnent des valeurs de perméabilité comprises entre $1,6 \cdot 10^{-5}$ et $6,4 \cdot 10^{-4}$ m/s pour une moyenne géométrique de $7 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Pour le dimensionnement des ouvrages dont le fond serait constitué par les sables et graviers, nous recommandons de considérer une valeur moyenne prudente de :

$$k = 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Le principe d'assainissement des bassins 0 et 4 sera finalement basé sur un système de doubles bassins en série. Les eaux sont dirigées vers le premier bassin de rétention qui assure le traitement de la pollution accidentelle et chronique. Le fonctionnement de ce bassin routier avec volume mort est issu du guide technique sur la pollution d'origine routière (SETRA – 2007).

Après traitement, les eaux sont évacuées vers le second bassin, qui assure l'infiltration des eaux. Le fonctionnement et le dimensionnement est le suivant à chaque point de rejet :

- Un premier bassin permettra de gérer la pollution accidentelle et chronique. Celui-ci sera dimensionné pour une période de retour 2 ans avec un débit de fuite de 10 l/s pour le bassin n°0 et de 15 l/s pour le bassin n°4 ;
- Un second bassin d'infiltration, qui sert d'exutoire, est dimensionné pour une pluie décennale.

Les résultats de ce dimensionnement sont récapitulés ci-après :

- Bassin n°0 :
 - Bassin 0a $V=260 \text{ m}^3$;
 - Bassin 0b $V=180 \text{ m}^3$ et $S=950 \text{ m}^2$;
- Bassin n°4 :
 - Bassin 4a $V=800 \text{ m}^3$;
 - Bassin 4b $V=530 \text{ m}^3$ et $S=420 \text{ m}^2$;

Les illustrations pages suivantes présentent chaque ouvrage rétention.

2.1.4.1 Bassin n°0

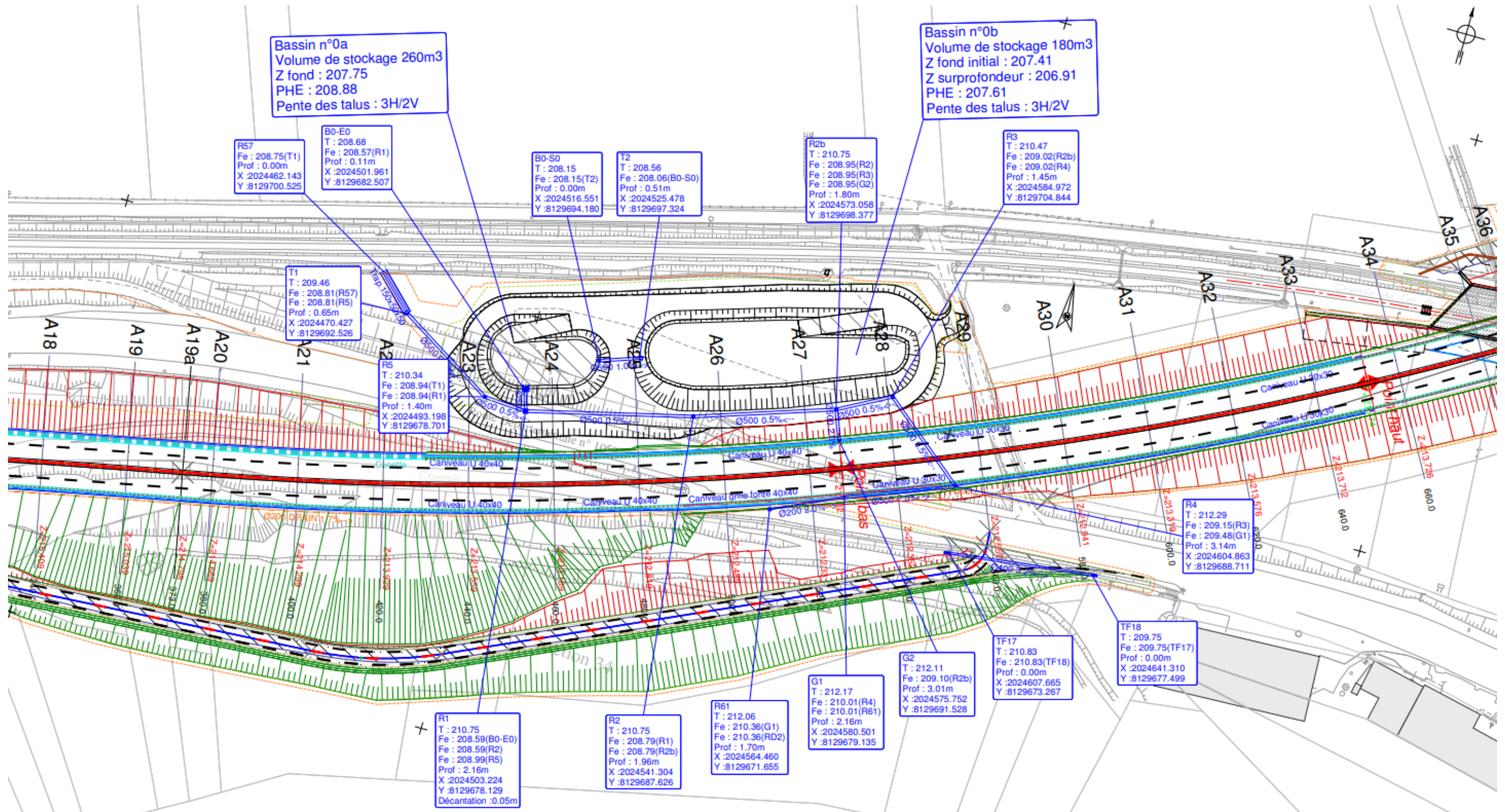


Illustration 6 : Vue en plan du bassin d'infiltration n°0

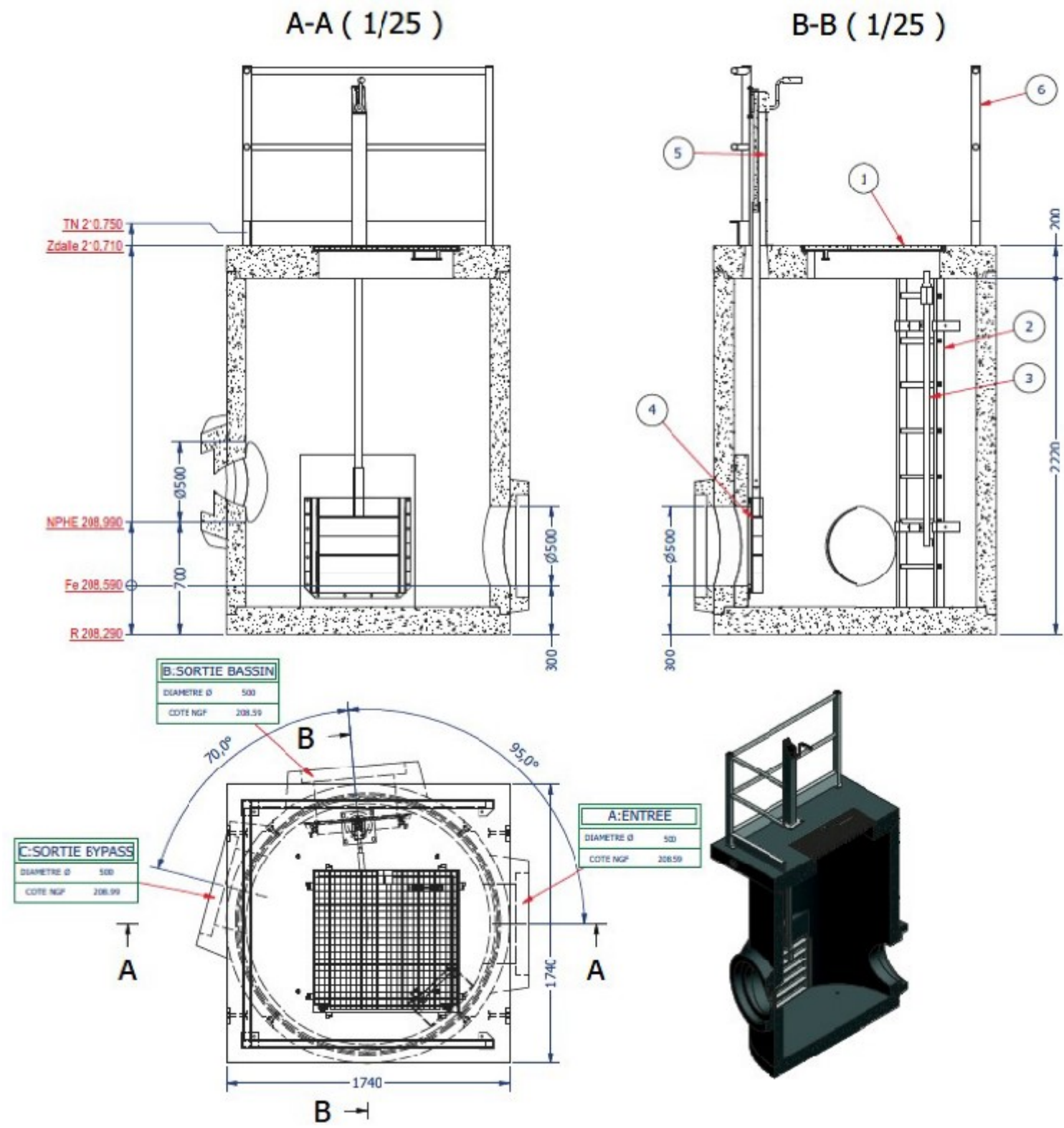


Illustration 7 : Ouvrage de dérivation du bassin d'infiltration n°0

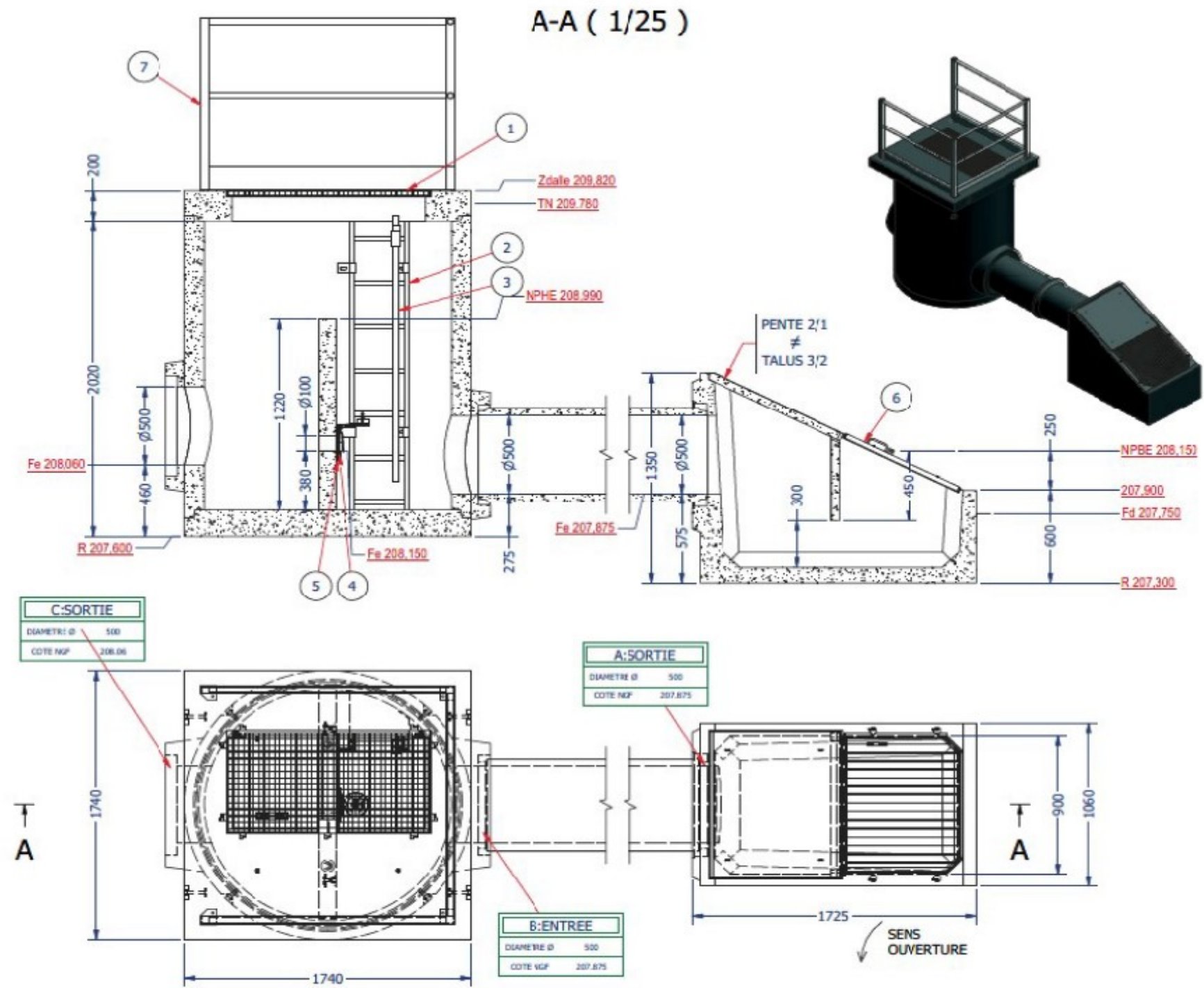


Illustration 8 : Ouvrage de régulation du bassin d'infiltration n°0

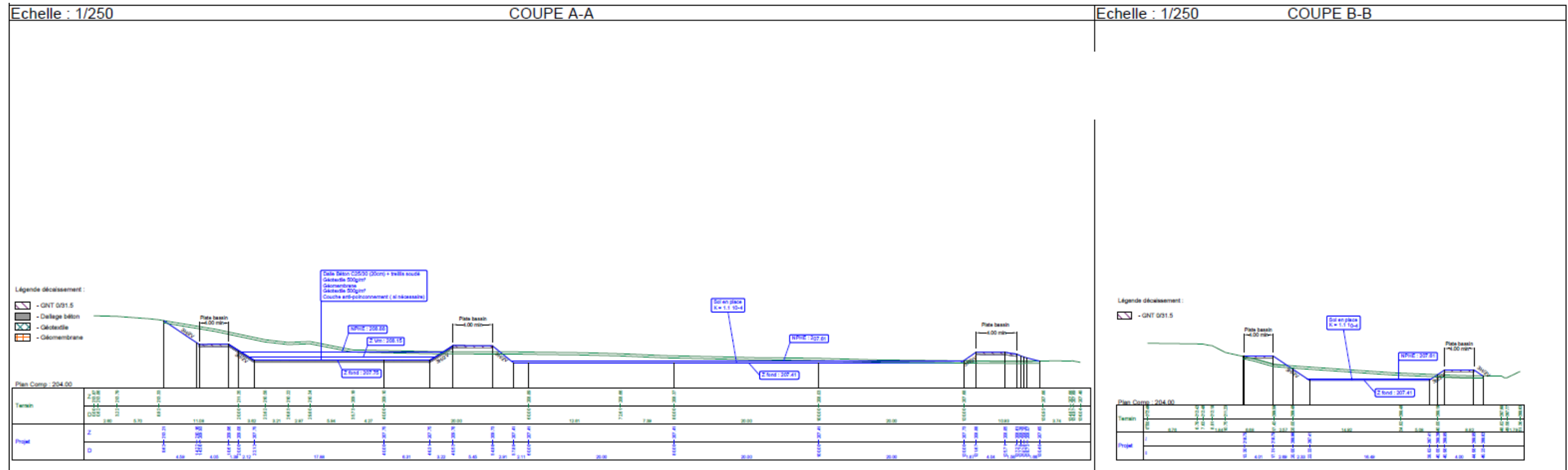


Illustration 9 : Vue en coupe du bassin d'infiltration n°0

2.1.4.2 Bassin n°1

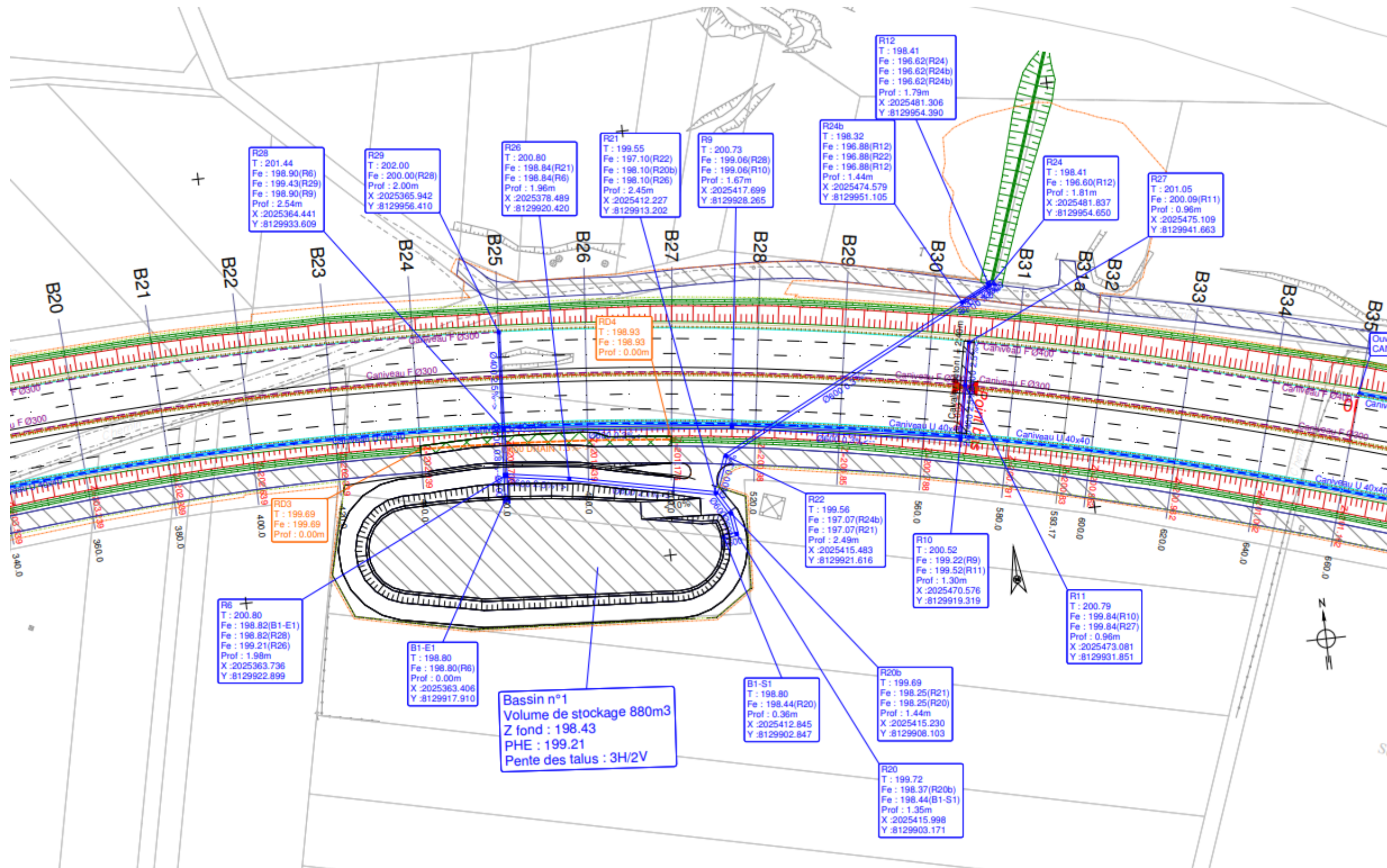


Illustration 10 : Vue en plan du bassin de rétention n°1

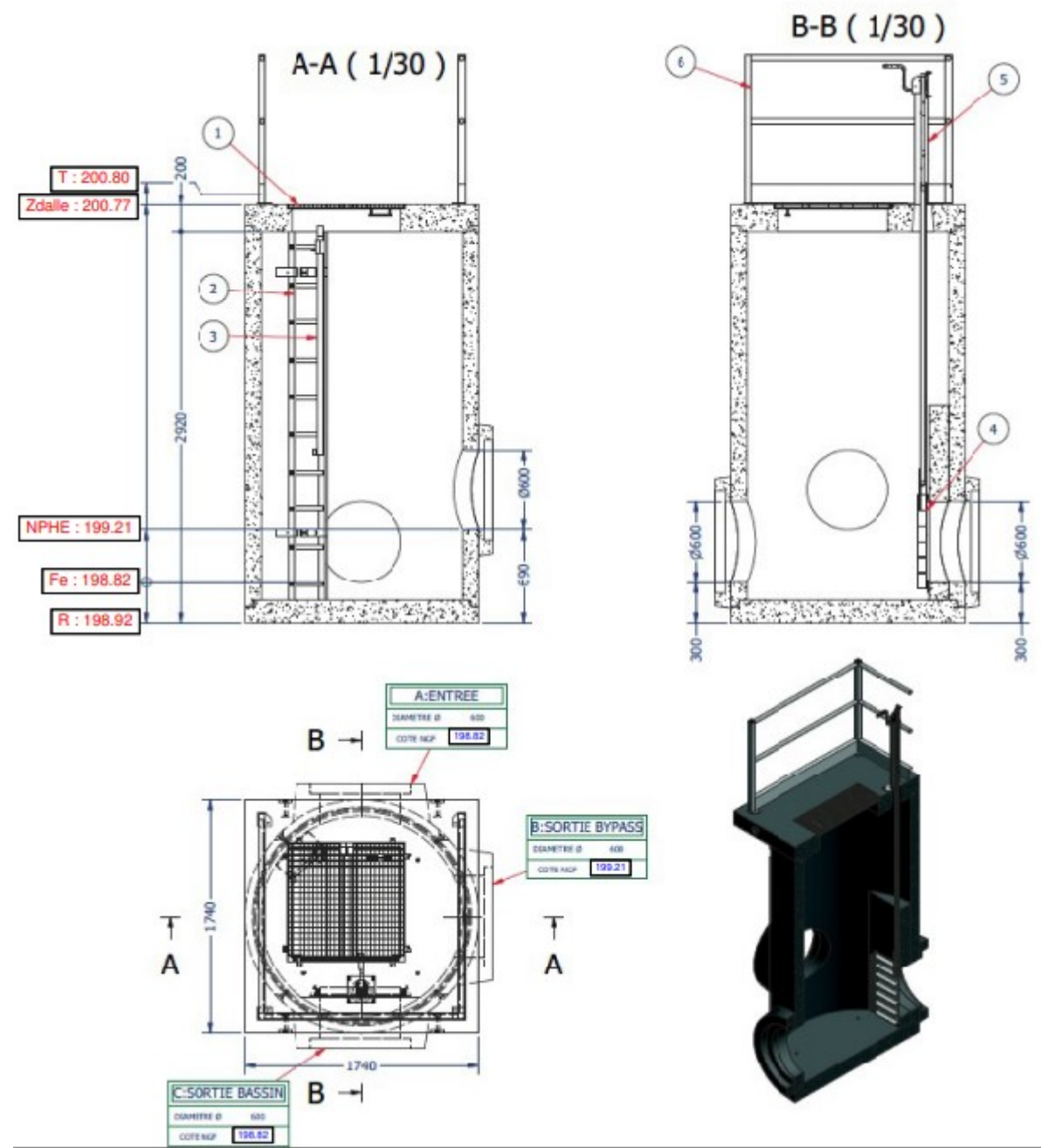


Illustration 11 : Ouvrage de dérivation du bassin de rétention n°1

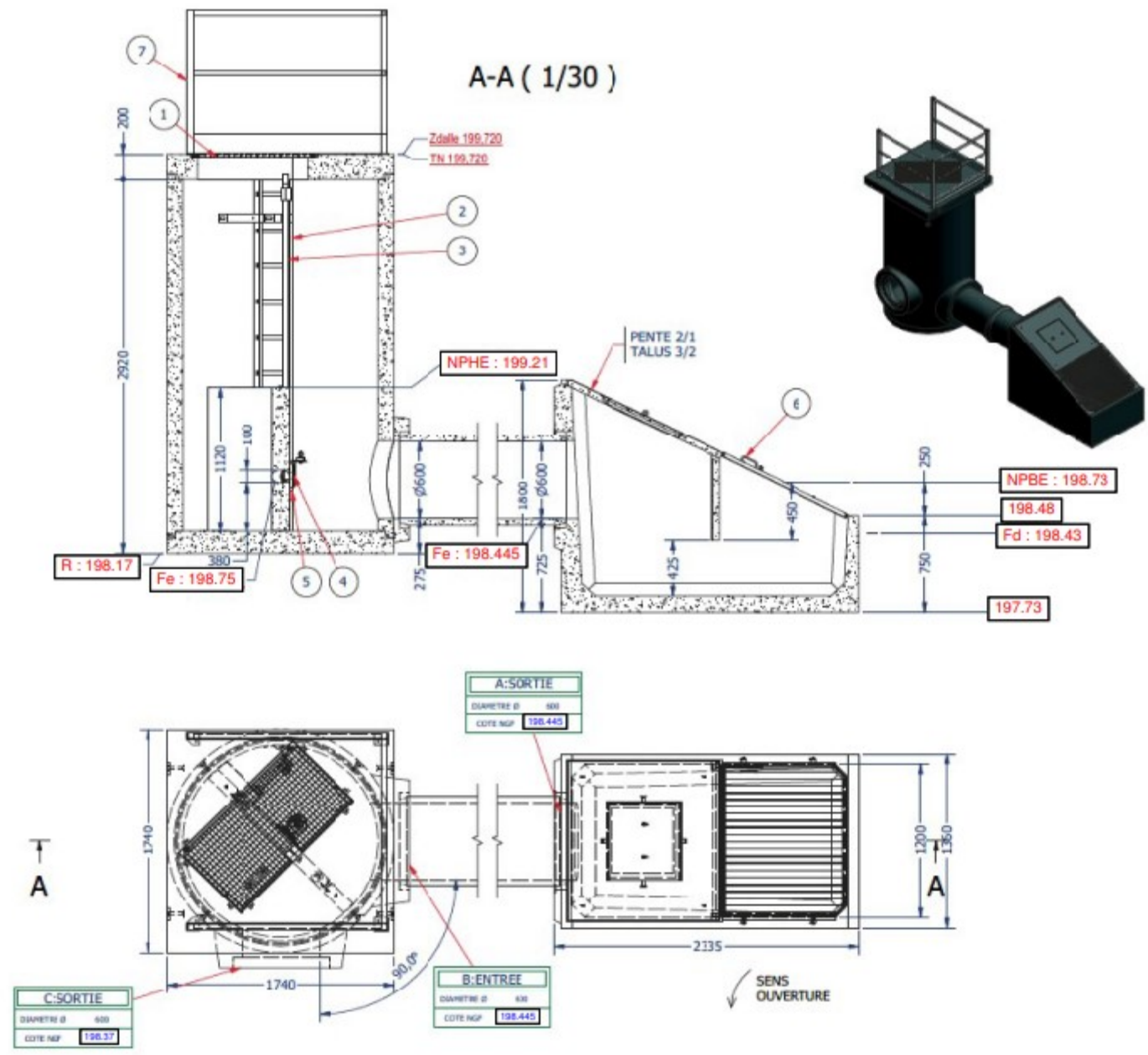


Illustration 12 : Ouvrage de régulation du bassin de rétention n°1

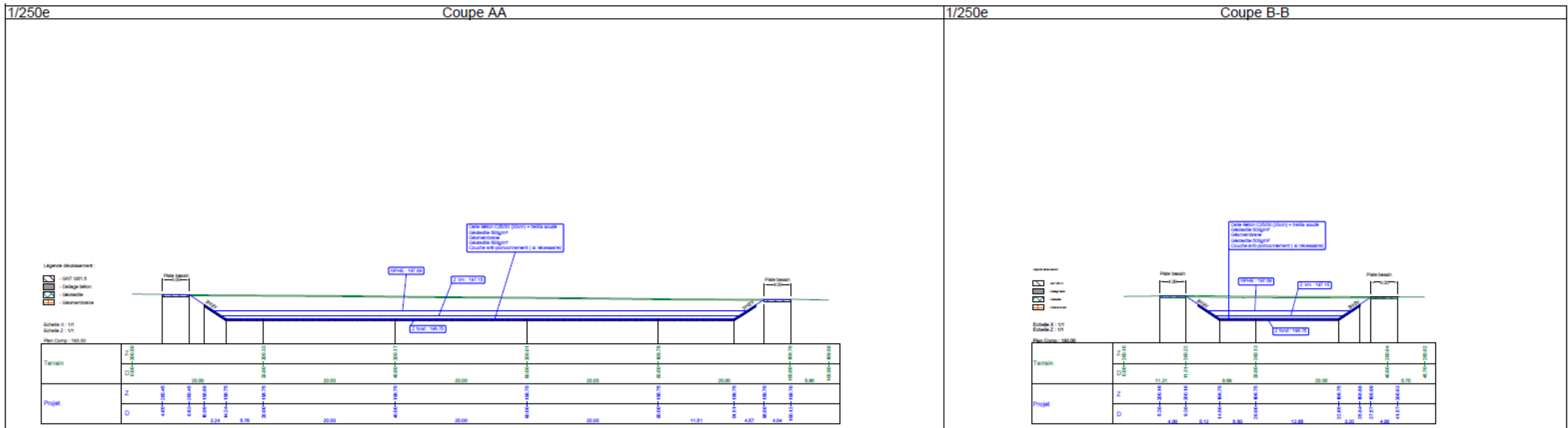


Illustration 13 : Vue en coupe du bassin de rétention n°1

2.1.4.3 Bassin n°2

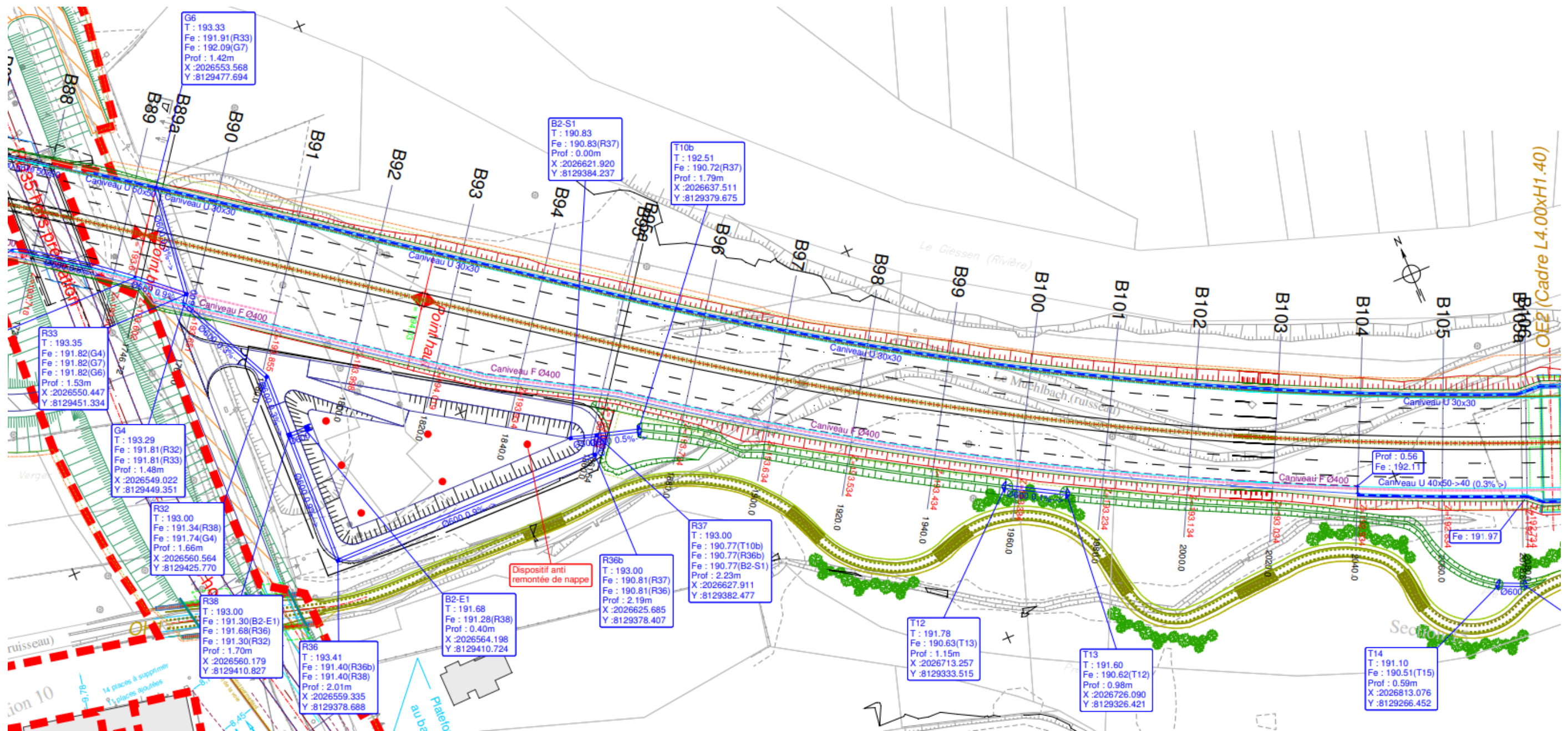


Illustration 14 : Vue en plan du bassin de rétention n°2

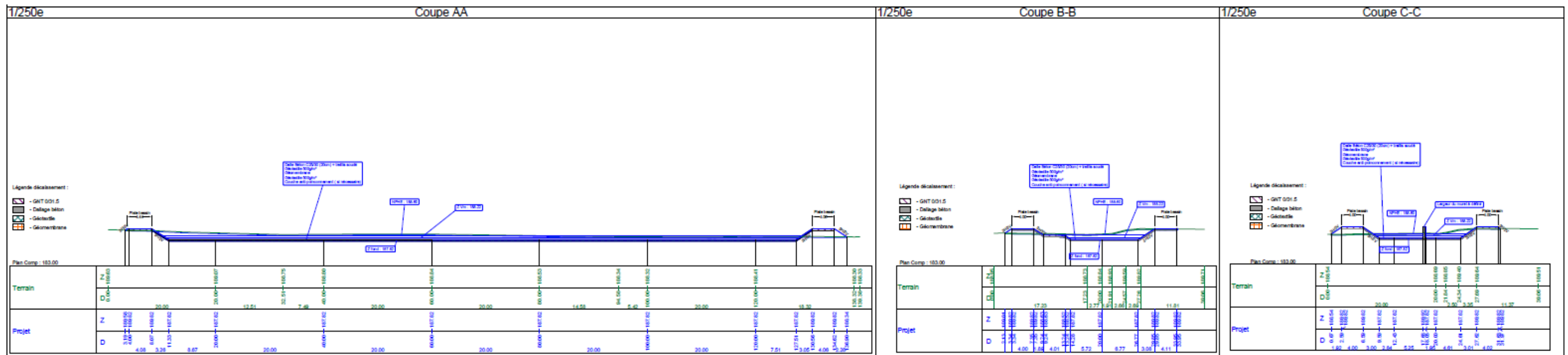


Illustration 17 : Vue en coupe du bassin de rétention n°3

2.1.4.5 Bassin n°4

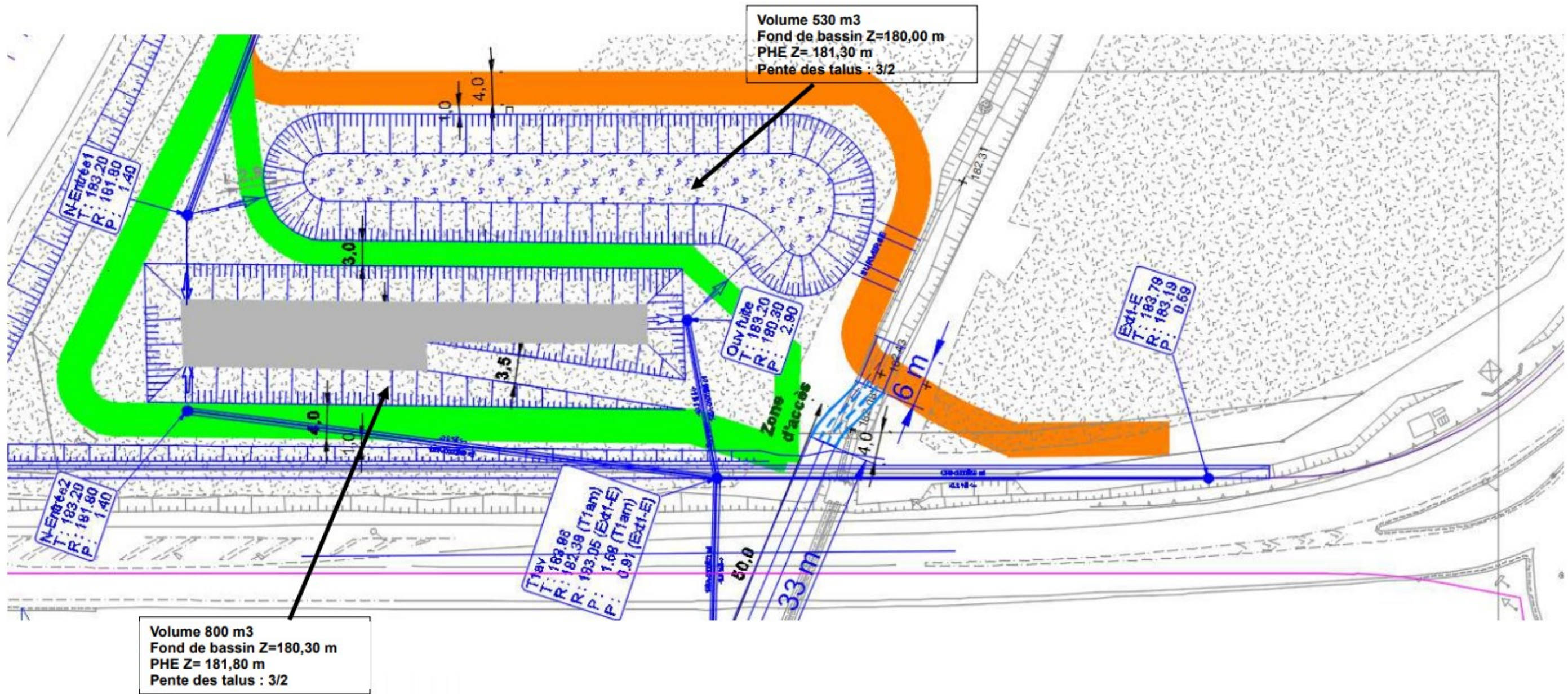


Illustration 18 : Vue en plan du bassin d'infiltration n°4

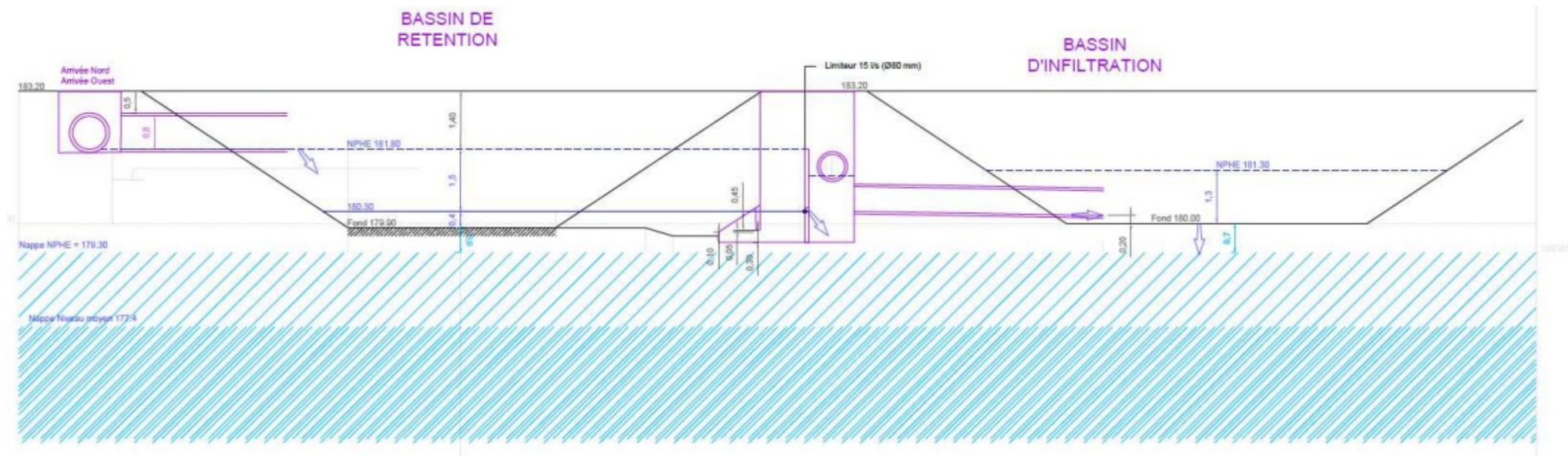


Illustration 19 : Vue en coupe du bassin d'infiltration n°4

2.1.5 Ouvrages de transfert

Ce dimensionnement est issu de la comparaison entre les débits décennaux calculés sur la base de la méthode rationnelle avec les débits capables des ouvrages de transfert.

CALCUL DES DEBITS DES BASSINS VERSANTS ROUTIERS ET DES PETITS BASSINS VERSANTS NATURELS														
Région		Ville		T retour Montana		<input type="checkbox"/> Manuel		* La vérification est positive si le débit capable du dispositif est supérieur au débit à évacuer						
						a= 197 b= 0,396		<input checked="" type="checkbox"/> Hauteur d'eau optimale (Tuyau)						
Nota : Calcul de l avec t = 6mn minimum (marqué par ⌚) t < 6 mn														
REPERE DU BASSIN	COEF. DE RUISSSEL. POND.	SUPER-FICIE	LONG.	$V = \frac{K.RH^{2/3}.p^{1/2}}{100}$ dans l'ouvr. d'écoult.	$t = \frac{1}{60} \times L/V$	$-b$ $l = a \times t$ pour $6 < t < 30mn$	DEBIT Q $1/3600 \times C \times l \times A$	DISPOSITIF ADOPTE		HAUTEUR D'EAU	PENTE MOY.	SECT. MOUILL.	PERIM. MOUILLÉ	DEBIT CAPABLE
	C	A (m²)	L	V (m/s)	t	l	l/s *		Larg. fond ou ø en m	m	%	m²	m	l/s *
Cunette droite A3 - A26	0,65	15 621	460	2,37	3,23 ⌚	96,90	273	Cunette B	0,30	0,281	1,80	0,198	1,56	470
Traversée chaussée - A26	0,65	15 621	475	1,56	5,07 ⌚	96,90	273	Tuyau	0,50	0,469	0,50	0,191	1,32	299
Caniveau gauche A3 - A26	1,00	3 512	485	2,31	3,50 ⌚	96,90	95	Caniveau	0,30	0,300	1,80	0,090	0,90	208
Caniveau gauche A26 - A27	0,71	19 133	500	3,08	2,70 ⌚	96,90	368	Caniveau	0,50	0,400	1,80	0,200	1,30	616
Caniveau gauche A27 - A34	1,00	1 497	230	2,11	1,82 ⌚	96,90	40	Caniveau	0,30	0,300	1,50	0,090	0,90	190
Cana vers bassin n°0	0,74	20 630	520	3,12	2,78 ⌚	96,90	408	Tuyau	0,50	0,469	2,00	0,191	1,32	597
Caniveau droit A35 - giratoire RD424	1,00	2 515	240	2,94	1,36 ⌚	96,90	68	Tuyau	0,30	0,281	3,50	0,069	0,79	202
Caniveau gauche A35 - giratoire RD424	1,00	2 005	240	2,94	1,36 ⌚	96,90	54	Tuyau	0,30	0,281	3,50	0,069	0,79	202
Caniveau gauche Giratoire RD424 - A56	1,00	6 630	490	2,33	3,50 ⌚	96,90	178	Tuyau	0,40	0,375	1,50	0,122	1,05	285
Caniveau fente TPC A56 - A67	1,00	10 068	765	2,21	5,77 ⌚	96,90	271	Tuyau	0,50	0,469	1,00	0,191	1,32	422
Caniveau droit giratoire RD424 - A67	1,00	10 578	765	2,33	5,47 ⌚	96,90	285	Tuyau	0,40	0,375	1,50	0,122	1,05	285
Caniveau droit A67 - A79	1,00	3 750	300	1,35	3,71 ⌚	96,90	101	Tuyau	0,40	0,375	0,50	0,122	1,05	165
Caniveau gauche A70 - A79	1,00	2 813	225	1,11	3,38 ⌚	96,90	76	Tuyau	0,30	0,281	0,50	0,069	0,79	76
Caniveau fente TPC A67 - A70	1,00	3 750	300	1,35	3,71 ⌚	96,90	101	Tuyau	0,40	0,375	0,50	0,122	1,05	165
Traversée demi chaussée A67	1,00	13 818	765	3,49	3,65 ⌚	96,90	372	Tuyau	0,50	0,469	2,50	0,191	1,32	668
Cana vers bassin n°1	1,00	28 145	765	3,94	3,23 ⌚	96,90	758	Tuyau	0,60	0,563	2,50	0,276	1,58	1086

**CALCUL DES DEBITS DES BASSINS VERSANTS ROUTIERS
ET
DES PETITS BASSINS VERSANTS NATURELS**

* La vérification est positive si le débit capable du dispositif est supérieur au débit à évacuer

Nota : Calcul de l avec t = 6mn minimum (marqué par ⌚ si t < 6 mn)

a= 197
b= 0,396

3/4 pour tuyau

REPERE DU BASSIN	COEF. DE RUISSEL. POND, C	SUPER-FICIE A (m²)	LONG. L	V= $\frac{2}{3} \frac{1}{2} KxRH x P$ dans l'ouvr. d'écoult. V (m/s)	t= $\frac{1}{60} x L/V$ t	- b $l = a x t$ pour 6<t<30mn l	DEBIT Q10 $\frac{1}{3600} x C x l x A$ l/s *	DISPOSITIF ADOPTE		HAUTEUR D'EAU m	PENTE MOY. %	SECT. MOUILL. m²	PERIM. MOUILL. E m	DEBIT CAPABLE l/s *
									Larg. fond ou Ø					
Caniveau gauche A79-A94	1,00	4 688	375	1,93	3,25 ⌚	96,90	126	Tuyau	0,30	0,281	1,50	0,069	0,79	132
Caniveau gauche A79-A96	1,00	5 313	425	2,33	3,04 ⌚	96,90	143	Tuyau	0,40	0,375	1,50	0,122	1,05	285
Caniveau droit A79-A96	1,00	5 313	425	2,33	3,04 ⌚	96,90	143	Tuyau	0,40	0,375	1,50	0,122	1,05	285
Caniveau gauche A96-A101	1,00	6 875	550	1,53	5,97 ⌚	96,90	185	Tuyau	0,40	0,375	0,65	0,122	1,05	188
Caniveau gauche A96-A116	1,00	11 063	885	1,78	8,29	85,27	262	Tuyau	0,50	0,469	0,65	0,191	1,32	341
Caniveau droit A96-A116	1,00	11 063	885	1,78	8,29	85,27	262	Tuyau	0,50	0,469	0,65	0,191	1,32	341
Caniveau gauche A116-A118	1,00	875	70	1,57	0,74 ⌚	96,90	24	Tuyau	0,30	0,281	1,00	0,069	0,79	108
Caniveau droit A116-A118	1,00	875	70	1,57	0,74 ⌚	96,90	24	Tuyau	0,30	0,281	1,00	0,069	0,79	108
Traversée chaussée A116	1,00	11 938	885	1,56	9,45	80,95	268	Tuyau	0,50	0,469	0,50	0,191	1,32	299
Caniveau vers bassin n°2	1,00	23 875	885	2,49	5,92 ⌚	96,90	643	Tuyau	0,60	0,563	1,00	0,276	1,58	687

**CALCUL DES DEBITS DES BASSINS VERSANTS ROUTIERS
ET
DES PETITS BASSINS VERSANTS NATURELS**

* La vérification est positive si le débit capable du dispositif est supérieur au débit à évacuer

Nota : Calcul de l avec t = 6mn minimum (marqué par ⌚ si t < 6 mn)

a= 197
b= 0,396

REPERE DU BASSIN	COEF. DE RUISSEL. POND, C	SUPER-FICIE A (m²)	LONG. L	V= $\frac{2}{3} \frac{1}{2} KxRH \times P$ dans l'ouvr. d'écoulmt. V (m/s)	t= $\frac{1}{60} \times L/V$ t	l = a x t - b pour 6<t<30mn l	DEBIT Q10 $\frac{1}{3600} \times C \times l \times A$ l/s *	DISPOSITIF ADOPTE		HAUTEUR D'EAU m	PENTE MOY. %	SECT. MOUIL. m²	PERIM. MOUILLE m	DEBIT CAPABLE l/s *
									Larg. fond ou Ø					
Caniveau gauche A118-A127	1,00	2 813	225	1,11	3,38 ⌚	96,90	76	Tuyau	0,30	0,281	0,50	0,069	0,79	76
Caniveau droit A118-A127	1,00	2 813	225	1,11	3,38 ⌚	96,90	76	Tuyau	0,30	0,281	0,50	0,069	0,79	76
Caniveau gauche A127-A138	1,00	6 250	500	1,35	6,19	95,70	166	Tuyau	0,40	0,375	0,50	0,122	1,05	165
Caniveau droit A127-A138	1,00	6 250	500	1,35	6,19	95,70	166	Tuyau	0,40	0,375	0,50	0,122	1,05	165
Caniveau gauche A138-A143	1,00	7 813	625	1,56	6,67	92,91	202	Tuyau	0,50	0,469	0,50	0,191	1,32	299
Caniveau TPC A143-A145	1,00	8 438	675	1,56	7,21	90,12	211	Tuyau	0,50	0,469	0,50	0,191	1,32	299
Caniveau droit A138-A145	1,00	8 438	675	1,56	7,21	90,12	211	Tuyau	0,50	0,469	0,50	0,191	1,32	299
Caniveau TPC A147-A154	1,00	2 188	175	1,57	1,86 ⌚	96,90	59	Tuyau	0,30	0,281	1,00	0,069	0,79	108
Caniveau TPC A154-A160	1,00	1 875	150	1,57	1,59 ⌚	96,90	50	Tuyau	0,30	0,281	1,00	0,069	0,79	108
Caniveau droit A152-A154	1,00	4 375	225	1,79	2,09 ⌚	96,90	118	Tuyau	0,30	0,281	1,30	0,069	0,79	123
Caniveau droit A147-A152	1,00	5 938	325	1,90	2,85 ⌚	96,90	160	Tuyau	0,40	0,375	1,00	0,122	1,05	233
Caniveau droit A145-A147	1,00	8 750	550	1,56	5,87 ⌚	96,90	236	Tuyau	0,50	0,469	0,50	0,191	1,32	299
Caniveau droit A154-A160	1,00	1 875	150	1,57	1,59 ⌚	96,90	50	Tuyau	0,30	0,281	1,00	0,069	0,79	108
Passage OH3 droit	1,00	3 750	150	2,22	1,13 ⌚	96,90	101	Tuyau	0,30	0,281	2,00	0,069	0,79	153
Passage OH2 droit	1,00	8 125	675	1,56	7,20	90,12	203	Tuyau	0,50	0,469	0,50	0,191	1,32	299
Caniveau vers bassin n°3	1,00	25 938	725	3,05	3,96 ⌚	96,90	698	Tuyau	0,60	0,563	1,50	0,276	1,58	841

**CALCUL DES DEBITS DES BASSINS VERSANTS ROUTIERS
ET
DES PETITS BASSINS VERSANTS NATURELS**

* La vérification est positive si le débit capable du dispositif est supérieur au débit à évacuer

Nota : Calcul de l avec t = 6mn minimum (marqué par ⌚ si t < 6 mn)

a= 197
b= 0,396

3/4 pour tuyau

REPÈRE DU BASSIN	COEF. DE RUISSEL. POND, C	SUPERFICIE A (m²)	LONG. L	V= $\frac{2/3 \text{ } \frac{1}{2} KxRH \times P}{\dots}$ dans l'ouvr. d'écoulmt. V (m/s)	t= $\frac{1}{60xL/V}$ t	- b $l = a \times t$ pour 6<t<30mn l	DEBIT Q10 $\frac{1}{3600} \times C \times l \times A$ l/s *	DISPOSITIF ADOPTE		HAUTEUR D'EAU m	PENTE MOY. %	SECT. MOUIL. m²	PERIM. MOUIL. E m	DEBIT CAPABLE l/s *
									Larg. fond ou Ø					
Caniveau TPC A160-A170	1,00	3 125	250	2,22	1,88 ⌚	96,90	84	Tuyau	0,30	0,281	2,00	0,069	0,79	153
Caniveau droit A160-A174	1,00	4 375	350	2,22	2,63 ⌚	96,90	118	Tuyau	0,30	0,281	2,00	0,069	0,79	153
Caniveau gauche A170-A174	1,00	4 375	350	2,22	2,62 ⌚	96,90	118	Tuyau	0,30	0,281	2,00	0,069	0,79	153
Caniveau droit A174-A181	1,00	3 063	175	1,65	1,77 ⌚	96,90	82	Tuyau	0,30	0,281	1,10	0,069	0,79	113
Caniveau gauche A174-A181	1,00	3 063	175	1,65	1,77 ⌚	96,90	82	Tuyau	0,30	0,281	1,10	0,069	0,79	113
Traversée chaussée A170	1,00	7 438	350	2,45	2,39 ⌚	96,90	200	Tuyau	0,40	0,375	1,65	0,122	1,05	299
Cana vers PB Bassin 5	1,00	14 875	525	1,58	5,55 ⌚	96,90	400	Tuyau	0,60	0,563	0,40	0,276	1,58	434
Caniveau droit A181-A187	1,00	2 313	150	1,28	1,96 ⌚	96,90	62	Tuyau	0,30	0,281	0,66	0,069	0,79	88
Caniveau gauche A181-A190	1,00	3 250	225	1,28	2,94 ⌚	96,90	87	Tuyau	0,30	0,281	0,66	0,069	0,79	88
Caniveau TPC A187-A190	1,00	3 250	225	1,28	2,94 ⌚	96,90	87	Tuyau	0,30	0,281	0,66	0,069	0,79	88
Caniveau gauche A190-A194	1,00	4 500	325	1,55	3,50 ⌚	96,90	121	Tuyau	0,40	0,375	0,66	0,122	1,05	189
Caniveau TPC A190-A194	1,00	4 500	325	1,55	3,50 ⌚	96,90	121	Tuyau	0,40	0,375	0,66	0,122	1,05	189
Caniveau gauche A194-A203	1,00	11 813	550	1,79	5,11 ⌚	96,90	318	Tuyau	0,50	0,469	0,66	0,191	1,32	343
Caniveau gauche A194-A203 - solution B	1,00	11 813	550	1,62	5,64 ⌚	96,90	318	Caniveau	0,50	0,400	0,50	0,200	1,30	325
Caniveau droit A194-A203	1,00	2 813	225	1,28	2,94 ⌚	96,90	76	Tuyau	0,30	0,281	0,66	0,069	0,79	88
Cana vers bassin n°4	1,00	14 625	550	1,37	6,71	92,68	377	Tuyau	0,60	0,563	0,30	0,276	1,58	376

2.1.6 Dimensionnement des ouvrages pour la gestion des pollutions

2.1.6.1 Principe

En plus du dimensionnement à l'écrêtement, présenté au paragraphe 2.1.4, page 410, les bassins sont dimensionnés conformément au Guide Technique Pollution d'Origine Routière (GTPOR) pour contenir une pollution accidentelle lors d'une pluie de période de retour de 2 ans, avec l'ouvrage de sortie fermé.

$$V_u = S_a \times h_{(T,t)} + V_{PA}$$

avec

- V_u = volume utile, en m^3
- S_a = surface active de l'impluvium routier, en m^2
- $h_{(T,t)}$ = hauteur d'eau de la pluie de période de retour T et de durée t, en m
- V_{PA} = volume de la pollution accidentelle, $V_{PA} = 50 m^3$

Ces bassins sont également dimensionnés pour être compatibles avec le délai d'intervention des agents pour fermer l'orifice de sortie. Le délai pris en compte est de 1 heure.

Les bassins ont été vérifiés vis-à-vis de la pollution chronique conformément au GTPOR. Les fichiers de vérification sont consultables ci-après.

Chaque ouvrage de stockage (rétention et infiltration) sera muni, d'un ouvrage d'entrée composé d'une vanne martelière et d'un by-pass permettant de shunter le bassin en cas de pollution accidentelle. Chaque bassin sera également muni d'un ouvrage de sortie composée d'un dégrilleur, d'une cloison siphonée, d'une vanne martelière et d'un orifice de sortie dont le diamètre d'ajutage correspond au débit de fuite du bassin.

Pour les deux bassins d'infiltration, le principe sera de piéger la pollution accidentelle dans l'ouvrage de stockage mis en place (isolé par une vanne martelière). Dans le cas où ce dispositif ne suffise pas, le traitement ultérieur à la pollution nécessitera une intervention curative sur le fond du bassin pour évacuer les zones polluées.

2.1.6.2 Vérification du dimensionnement des ouvrages pour la gestion de la pollution chronique

Ces éléments ont été introduits dans le dossier à la suite du mémoire en réponse à la demande de précisions formulée par la DDT à l'automne 2018.

CalBass
Aide ?

Remise à zéro

Bassin n°

Vulnérabilité au point de rejet

Ouvrage de traitement minimum (GTPOR) Par sécurité Bassin avec volume mort

Surface active de l'impluvium ($S_a = S.C$) m²

Débit de fuite autorisé (Q_{fa}) l/s

Choix du dimensionnement

Pour les pollutions

Pour l'écrêtement

Pour les pollutions et l'écrêtement

Volume utile du bassin (V_u) 311 m³

Volume utile retenu ($V_{u(re)}u$) 311 m³

L et l en fond de bassin L(m)= 25,1 l(m)= 12,6

Calcul du volume utile pour la pollution accidentelle ?

Choix d'une période de retour

Choix automatique (GTPOR) 2 ans

Saisie manuelle

Station météo Colmar

Intervalle de validité des coefficients de Montana

	6	mn	3	h
a (2 ans)	6,041			
b (2 ans)	0,781			

Choix d'une durée de pluie

Choix automatique (GTPOR) 120 mn

Saisie manuelle

H(T,t) 0,017 m

Volume pollution accidentelle (V_{pa}) 50 m³

Volume utile pollution accidentelle ($V_{u(pa)}$) 311 m³

Calcul du volume mort ?

Hauteur d'eau utile dans le bassin (h_u) m

Hauteur du volume mort (h_m) m

Choix de la pente des talus du volume utile

Choix dans liste déroulante 3H/2V

Autres choix

Longueur et largeur au miroir du volume mort

Calcul automatique (GTPOR)

Saisie manuelle

	2	
Rapport L/l (X)		
Largeur (l)	12,57	m
Longueur (L)	25,13	m

Attention : X < 6

Surface au miroir du volume mort (S_b) 316 m²

Calcul du volume mort

Parois verticales (GTPOR) **Volume mort (V_{mort})** 157,9 m³

Même pente que les talus du volume ut

Choix du Ø de l'orifice de sortie et calcul du temps de propagation de la pollution

Entrer le temps d'intervention pour la fermeture de la vanne (Ti) h mn
 Débit de fuite maxi à mi-hauteur utile (Qfmax(hu/2)) l/s
 Entrer le diamètre de l'orifice de sortie (Ø) mm

Choix du coefficient d'ajutage
 Ajutage rentrant (exemple GTPOR) $\mu =$
 Autre choix

Calcul du débit de fuite (Qf) l/s
OK : $Qf \leq Qfa$

Calcul du débit de fuite à hu/2 (Qf(hu/2)) l/s
OK : $Qf(hu/2) \leq Qfmax(hu/2)$

Temps de propagation de la pollution (Tp)
OK : $Ti < Tp$

Calcul de la surface pour le traitement de la pollution chronique

Débit de pointe décennal à l'entrée du bassin (Q10ans) m³/s
 Choix de la période de retour ans
 $Q2 = 0,6 \cdot Q10$ m³/s
 Choix de la vitesse de sédimentation (Vs) m/h
 Vitesse horizontale maximum (Vhmax) m/s
 Calcul de la vitesse horizontale (Vh) m/s
OK : $Vh \leq Vhmax$

Calcul de la surface minimum du bassin (Smini) m²
OK : $Smini \leq Sb$

Calcul du volume utile pour l'écrêtement des débits

Choix du débit de fuite du bassin
 Débit de fuite issu des calculs précédents
 Débit de fuite autorisé (Qfa)
 Autre débit de fuite

Colmar					
10 ans					
15	mn	6	h	6	h 24

Volume(s) utile(s) d'écrêtement corrigé(s)

Choix du volume utile
 Valider Vu(e)1 Valider Vu(e)2 Calculer la moyenne

[Voir les dimensions du bassin](#)

Dimensionnement du bassin d'écrêtement

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur en fond de bassin
 Calcul automatique
 Saisie manuelle

CalBass

[Aide ?](#)

[Remise à zéro](#)

Bassin n°

Vulnérabilité au point de rejet
 Ouvrage de traitement minimum (GTPOR) **Par sécurité Bassin avec volume mort**

Surface active de l'impluvium (Sa = S.C) m²
 Débit de fuite autorisé (Qfa) l/s

Choix du dimensionnement
 Pour les pollutions
 Pour l'écrêtement
 Pour les pollutions et l'écrêtement

Volume utile du bassin (Vu) m³
 Volume utile retenu (Vu_(retenu)) m³
 L et l en fond de bassin L(m)= l(m)=

Calcul du volume utile pour la pollution accidentelle

Choix d'une période de retour
 Choix automatique (GTPOR) ans
 Saisie manuelle

Station météo
 Intervalle de validité des coefficients de Montana
 a (2 ans) mn h
 b (2 ans)

Choix d'une durée de pluie
 Choix automatique (GTPOR) mn
 Saisie manuelle

H(T,t) m
 Volume pollution accidentelle (Vpa) m³
 Volume utile pollution accidentelle (Vu(pa)) m³

Calcul du volume mort

Hauteur d'eau utile dans le bassin (hu) m
 Hauteur du volume mort (hm) m

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur au miroir du volume mort
 Calcul automatique (GTPOR) Rapport L/l (X)
 Saisie manuelle Largeur (l) m
 Longueur (L) m

Surface au miroir du volume mort (Sb) m²

Calcul du volume mort
 Parois verticales (GTPOR) Volume mort (Vmort) m³
 Même pente que les talus du volume ut

Choix du Ø de l'orifice de sortie et calcul du temps de propagation de la pollution

Entrer le temps d'intervention pour la fermeture de la vanne (Ti) h mn
 Débit de fuite maxi à mi-hauteur utile (Qfmax(hu/2)) l/s
 Entrer le diamètre de l'orifice de sortie (Ø) mm

Choix du coefficient d'ajutage
 Ajutage rentrant (exemple GTPOR) $\mu = 0,5$
 Autre choix

Calcul du débit de fuite (Qf) l/s
 OK : $Qf \leq Qfa$

Calcul du débit de fuite à hu/2 (Qf(hu/2)) l/s
 OK : $Qf(hu/2) \leq Qfmax(hu/2)$

Temps de propagation de la pollution (Tp)
 OK : $Ti < Tp$

Calcul de la surface pour le traitement de la pollution chronique

Débit de pointe décennal à l'entrée du bassin (Q10ans) m³/s
 Choix de la période de retour ans
 $Q2 = 0,6 \cdot Q10$ m³/s

Choix de la vitesse de sédimentation (Vs) m/h
 Vitesse horizontale maximum (Vhmax) m/s
 Calcul de la vitesse horizontale (Vh) m/s
 OK : $Vh \leq Vhmax$

Calcul de la surface minimum du bassin (Smini) m²
 OK : $Smini \leq Sb$

Calcul du volume utile pour l'écrêtement des débits

Choix du débit de fuite du bassin
 Débit de fuite issu des calculs précédents
 Débit de fuite autorisé (Qfa)
 Autre débit de fuite

						Colmar		
						10 ans		
15	mn	6	h	6	h	24	h	
								10,833
								5,317
								0,777
								0,667

Volume(s) utile(s) d'écrêtement corrigé(s)

Choix du volume utile
 Valider Vu(e)1 Valider Vu(e)2 Calculer la moyenne

Voir les dimensions du bassin

Dimensionnement du bassin d'écrêtement

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur en fond de bassin
 Calcul automatique
 Saisie manuelle

CalBass Aide ?

Remise à zéro

Bassin n°

Vulnérabilité au point de rejet
 Ouvrage de traitement minimum (GTPOR) Par sécurité Bassin avec volume mort

Surface active de l'impluvium (Sa = S.C) m²
 Débit de fuite autorisé (Qfa) l/s

Choix du dimensionnement
 Pour les pollutions
 Pour l'écrêtement
 Pour les pollutions et l'écrêtement

Volume utile du bassin (Vu) m³
 Volume utile retenu (Vu_(retenu)) m³
 L et l en fond de bassin L(m)= l(m)=

Calcul du volume utile pour la pollution accidentelle

Choix d'une période de retour
 Choix automatique (GTPOR) ans
 Saisie manuelle

Station météo
 Intervalle de validité des coefficients de Montana
 a (2 ans) mn h
 b (2 ans)

Choix d'une durée de pluie
 Choix automatique (GTPOR) mn
 Saisie manuelle

H(T,t) m
 Volume pollution accidentelle (Vpa) m³
 Volume utile pollution accidentelle (Vu(pa)) m³

Calcul du volume mort

Hauteur d'eau utile dans le bassin (hu) m
 Hauteur du volume mort (hm) m

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur au miroir du volume mort
 Calcul automatique (GTPOR) Rapport L/l (X)
 Saisie manuelle Largeur (l) m
 Longueur (L) m

Surface au miroir du volume mort (Sb) m²

Calcul du volume mort
 Pariois verticales (GTPOR) Volume mort (Vmort) m³
 Même pente que les talus du volume ut

Choix du Ø de l'orifice de sortie et calcul du temps de propagation de la pollution

Entrer le temps d'intervention pour la fermeture de la vanne (Ti) h mn
 Débit de fuite maxi à mi-hauteur utile (Qfmax(hu/2)) l/s
 Entrer le diamètre de l'orifice de sortie (Ø) mm

Choix du coefficient d'ajutage
 Ajutage rentrant (exemple GTPOR) $\mu =$
 Autre choix

Calcul du débit de fuite (Qf) l/s
OK : $Qf \leq Qfa$

Calcul du débit de fuite à hu/2 (Qf(hu/2)) l/s
OK : $Qf(hu/2) \leq Qfmax(hu/2)$

Temps de propagation de la pollution (Tp)
OK : $Ti < Tp$

Calcul de la surface pour le traitement de la pollution chronique

Débit de pointe décennal à l'entrée du bassin (Q10ans) m³/s

Choix de la période de retour ans
 $Q2 = 0,6 \cdot Q10$ m³/s

Choix de la vitesse de sédimentation (Vs) m/h

Vitesse horizontale maximum (Vhmax) m/s

Calcul de la vitesse horizontale (Vh) m/s
OK : $Vh \leq Vhmax$

Calcul de la surface minimum du bassin (Smini) m²
OK : $Smini \leq Sb$

Calcul du volume utile pour l'écrêtement des débits

Choix du débit de fuite du bassin
 Débit de fuite issu des calculs précédents
 Débit de fuite autorisé (Qfa)
 Autre débit de fuite

Colmar					
10 ans					
15	mn	6	h	6	h 24

Volume(s) utile(s) d'écrêtement corrigé(s)

Choix du volume utile
 Valider Vu(e)1 Valider Vu(e)2 Calculer la moyenne

[Voir les dimensions du bassin](#)

Dimensionnement du bassin d'écrêtement

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur en fond de bassin
 Calcul automatique
 Saisie manuelle

CalBass

[Aide ?](#)

[Remise à zéro](#)

Bassin n°

Vulnérabilité au point de rejet
 Ouvrage de traitement minimum (GTPOR) **Par sécurité Bassin avec volume mort**

Surface active de l'impluvium (Sa = S.C) m²
 Débit de fuite autorisé (Qfa) l/s

Choix du dimensionnement
 Pour les pollutions
 Pour l'écrêtement
 Pour les pollutions et l'écrêtement

Volume utile du bassin (Vu) m³
 Volume utile retenu (Vu_(retenu)) m³
 L et l en fond de bassin L(m)= l(m)=

Calcul du volume utile pour la pollution accidentelle

Choix d'une période de retour
 Choix automatique (GTPOR) ans
 Saisie manuelle

Station météo
 Intervalle de validité des coefficients de Montana
 a (2 ans) mn h
 b (2 ans)

Choix d'une durée de pluie
 Choix automatique (GTPOR) mn
 Saisie manuelle

H(T,t) m
 Volume pollution accidentelle (Vpa) m³
Volume utile pollution accidentelle (Vu(pa)) m³

Calcul du volume mort

Hauteur d'eau utile dans le bassin (hu) m
 Hauteur du volume mort (hm) m

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur au miroir du volume mort
 Calcul automatique (GTPOR) Rapport L/l (X)
 Saisie manuelle Largeur (l) m
 Longueur (L) m

Surface au miroir du volume mort (Sb) m²

Calcul du volume mort
 Parois verticales (GTPOR) **Volume mort (Vmort)** m³
 Même pente que les talus du volume ut

Choix du Ø de l'orifice de sortie et calcul du temps de propagation de la pollution

Entrer le temps d'intervention pour la fermeture de la vanne (Ti) h mn
 Débit de fuite maxi à mi-hauteur utile (Qfmax(hu/2)) l/s
 Entrer le diamètre de l'orifice de sortie (Ø) mm

Choix du coefficient d'ajutage
 Ajutage rentrant (exemple GTPOR) $\mu =$
 Autre choix

Calcul du débit de fuite (Qf) l/s
OK : $Qf \leq Qfa$

Calcul du débit de fuite à hu/2 (Qf(hu/2)) l/s
OK : $Qf(hu/2) \leq Qfmax(hu/2)$

Temps de propagation de la pollution (Tp)
OK : $Ti < Tp$

Calcul de la surface pour le traitement de la pollution chronique

Débit de pointe décennal à l'entrée du bassin (Q10ans) m³/s
 Choix de la période de retour ans
 $Q2 = 0,6 \cdot Q10$ m³/s
 Choix de la vitesse de sédimentation (Vs) m/h
 Vitesse horizontale maximum (Vhmax) m/s
 Calcul de la vitesse horizontale (Vh) m/s
OK : $Vh \leq Vhmax$

Calcul de la surface minimum du bassin (Smini) m²
OK : $Smini \leq Sb$

Calcul du volume utile pour l'écrêtement des débits

Choix du débit de fuite du bassin
 Débit de fuite issu des calculs précédents l/s
 Débit de fuite autorisé (Qfa)
 Autre débit de fuite

Station météo
 Choix de la période de retour ans
 Intervalle de validité des coefficients de Montana

	15 mn	6 h	6 h	24 h
a (10 ans)	10,833		5,317	
b (10 ans)	0,777		0,667	

Détermination du temps de remplissage (Tr) mn mn

Volume utile d'écrêtement m³ m³
 Coefficient majorateur avec $\alpha = 0,5$

Volume(s) utile(s) d'écrêtement corrigé(s)	Vu(e)1	Vu(e)2
	895	906

Choix du volume utile
 Valider Vu(e)1 Valider Vu(e)2 Calculer la moyenne

Volume utile d'écrêtement corrigé retenu (Vu(e)) m³

Vu(e) > Vu(pol) - Le bassin a été redimensionné. [Voir les dimensions du bassin](#)

Dimensionnement du bassin d'écrêtement

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur en fond de bassin
 Calcul automatique
 Saisie manuelle

CalBass

[Aide ?](#)

Remise à zéro **Bassin n°**

Vulnérabilité au point de rejet
 Ouvrage de traitement minimum (GTPOR) **Par sécurité Bassin avec volume mort**

Surface active de l'impluvium (Sa = S.C) m²
 Débit de fuite autorisé (Qfa) l/s

Choix du dimensionnement
 Pour les pollutions
 Pour l'écrêtement
 Pour les pollutions et l'écrêtement

Volume utile du bassin (Vu) m³
Volume utile retenu (Vu_(retenu)) m³
L et l en fond de bassin L(m)= l(m)=

Calcul du volume utile pour la pollution accidentelle

Choix d'une période de retour
 Choix automatique (GTPOR) ans
 Saisie manuelle

Station météo
 Intervalle de validité des coefficients de Montana

	6 mn	3 h
a (2 ans)	6,041	
b (2 ans)	0,781	

Choix d'une durée de pluie
 Choix automatique (GTPOR) mn
 Saisie manuelle

H(T,t) m
 Volume pollution accidentelle (Vpa) m³

Volume utile pollution accidentelle (Vu(pa)) m³

Calcul du volume mort

Hauteur d'eau utile dans le bassin (hu) m
 Hauteur du volume mort (hm) m

Choix de la pente des talus du volume utile
 Choix dans liste déroulante
 Autres choix

Longueur et largeur au miroir du volume mort
 Calcul automatique (GTPOR) Rapport L/l (X)
 Saisie manuelle Largeur (l) m
 Longueur (L) m

Surface au miroir du volume mort (Sb) m²

Calcul du volume mort
 Parois verticales (GTPOR) **Volume mort (Vmort)** m³
 Même pente que les talus du volume ut

Choix du Ø de l'orifice de sortie et calcul du temps de propagation de la pollution ?

Entrer le temps d'intervention pour la fermeture de la vanne (Ti) 1 h 0 mn
Débit de fuite maxi à mi-hauteur utile (Qfmax(hu/2)) 41,9 l/s
Entrer le diamètre de l'orifice de sortie (Ø) 90 mm

Choix du coefficient d'ajutage µ = 0,5

Ajutage rentrant (exemple GTPOR)
 Autre choix

Calcul du débit de fuite (Qf) 12,6 l/s
OK : Qf ≤ Qfa

Calcul du débit de fuite à hu/2 (Qf(hu/2)) 8,7 l/s
OK : Qf(hu/2) ≤ Qfmax(hu/2)

Temps de propagation de la pollution (Tp) 4 h 50 mn
OK : Ti < Tp

Calcul de la surface pour le traitement de la pollution chronique ?

Débit de pointe décennal à l'entrée du bassin (Q10ans) 0,565 m³/s
Choix de la période de retour 2 ans
 $Q2 = 0,6 \cdot Q10$ 0,339 m³/s

Choix de la vitesse de sédimentation (Vs) 1 m/h
Vitesse horizontale maximum (Vhmax) 0,15 m/s
Calcul de la vitesse horizontale (Vh) 0,002 m/s
OK : Vh ≤ Vhmax

Calcul de la surface minimum du bassin (Smini) 275 m²
OK : Smini ≤ Sb

Calcul du volume utile pour l'écrêtement des débits ?

Choix du débit de fuite du bassin

Débit de fuite issu des calculs précédents
 Débit de fuite autorisé (Qfa)
 Autre débit de fuite

Colmar						
10 ans						
15	mn	6	h	6	h	24
		10,833			5,317	
		0,777			0,667	

Volume(s) utile(s) d'écrêtement corrigé(s) : _____

Choix du volume utile

Valider Vu(e)1 Valider Vu(e)2 Calculer la moyenne

Voir les dimensions du bassin

Dimensionnement du bassin d'écrêtement ?

Choix de la pente des talus du volume utile : _____

Choix dans liste déroulante _____
 Autres choix

Longueur et largeur en fond de bassin

Calcul automatique _____
 Saisie manuelle

3 DELIMITATION DES ZONES HUMIDES SUR L'AIRES D'ETUDE

3.1 RAPPEL DE L'HISTORIQUE DU DOSSIER

Une étude spécifique sur les zones humides a été menée en 2011 par ESOPE dans le cadre de la réactualisation de la DUP (les résultats sont consultables dans l'étude d'impact, en annexe du dossier d'autorisation unique).

Des expertises complémentaires ont été réalisées en 2016 et au printemps 2017 par BIOTOPE pour confirmer et préciser certains relevés ressortant à l'époque comme « non déterminés ».

Ces deux inventaires ont été réalisés sous la réglementation de délimitation des zones humides d'après l'arrêté ministériel 2008, modifié 2009 (avec critères alternatifs).

3.1.1 Rappel méthodologique

La méthodologie de délimitation des zones humides utilisée par BIOTOPE lors de ces passages est la suivante¹.

Dans un premier temps une cartographie de la végétation est entreprise. Celle-ci permet de couvrir la majorité des surfaces étudiées en caractérisant les habitats d'après la nomenclature CORINE Biotopes ou Prodrome des végétations de France (cf. annexe de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement).

Trois types d'habitats en découlent :

- Les habitats « humides » (H) ;
- Les habitats « potentiellement ou partiellement humides » (pro parte, p) ;
- Les habitats « non caractéristiques » (NC).

Dans un second temps, les habitats « pro parte » et « non caractéristiques » font l'objet d'une étude de sol. Précisons que des sondages pédologiques sont réalisés en prenant compte de la topographie du site d'étude et le type de sol observé (d'après le tableau GEPPA, 1981 et la description des sols en annexe de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009) afin de déterminer *in fine* le caractère humide de la zone. Les zones fortement anthropisées, telles que les habitations, n'ont pas fait l'objet de sondages pédologiques et sont dites zones « non concernées ».

Le schéma suivant résume la méthodologie globale adoptée par BIOTOPE dans le cadre de la délimitation des zones humides du site d'étude.

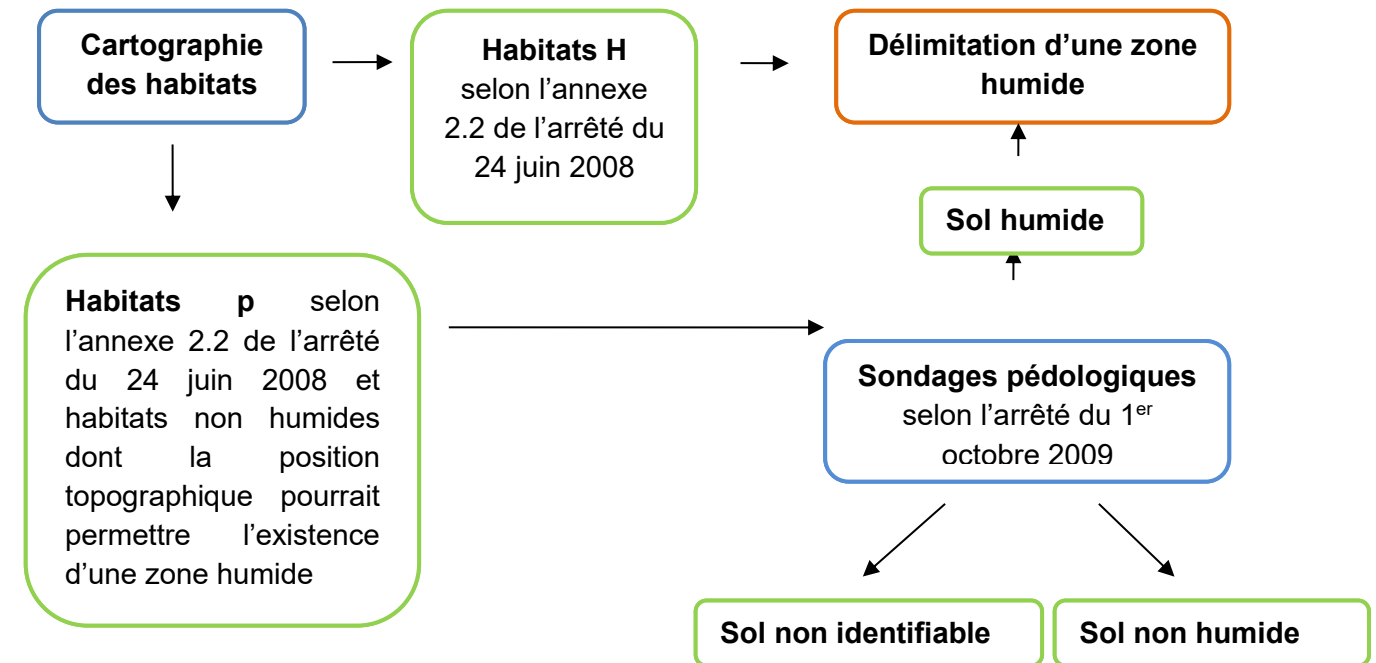


Illustration 20 : Schéma de la méthode de caractérisation des zones humides d'après l'arrêté ministériel de 2008, modifié 2009.

¹ Ce paragraphe est un résumé de la méthodologie expliquée en détail dans le dossier de dérogation consultable en pièce H du présent dossier.

3.1.2 Délimitation des zones humides selon l'arrêté de 2008, modifié en 2009

3.1.2.1 Délimitation des zones humides selon l'étude réalisée par ESOPE

D'après l'étude ESOPE finalisée en 2012² sur un périmètre élargi (voir Figure 10), un peu plus de 100 ha peuvent être considérés comme "Zones humides avérées sur critère habitat" sur la base de la cartographie des habitats (nomenclatures CORINE Biotopes et phytosociologique) et des relevés phytosociologiques.

Les habitats humides recensés sur le secteur sont listés dans l'illustration ci-dessous.

Code CORINE Biotopes	Habitat selon CORINE Biotopes	Arrêté du 24 juin 2008	Surface en ha	% de la zone	
24.226	Gravier des rivières de plaines	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	1,86	0,33	102,75 ha soit 18,20 % de la zone
37.1	Communauté à Reine des prés et communautés associées	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	0,48	0,08	
37.214	Prairie humide à Séneçon aquatique	Zone humide selon critère phytosociologique (Relevés 2005, 2011 et 2012)	9,06	1,60	
37.214	Prairie humide à Séneçon aquatique	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	1,96	0,35	
37.25	Prairie humide de transition à hautes herbes	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	0,22	0,04	
37.71	Ourlet des cours d'eau	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	5,44	0,96	
38.22	Prairie des plaines médio-européennes à fourrage	Zone humide selon critère phytosociologique (Relevés 2005, 2011 et 2012)	22,80	4,04	
38.22	Prairie des plaines médio-européennes à fourrage	Zone humide selon critère phytosociologique (typologie des habitats)	1,66	0,29	
44.	Forêt riveraine	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	0,87	0,15	
44.13	Saulaie arborescente à Saule blanc	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	4,18	0,74	
44.331	Bois de Frênes et d'Aulnes des rivières à eaux lentes	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	14,54	2,57	
44.331 x 83.324	Bois de Frênes et d'Aulnes des rivières à eaux lentes x Plantation de Robinier	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	39,42	6,98	
53.21	Communauté à grandes laïches	Zone humide selon nomenclature CORINE Biotopes	0,26	0,05	
	Autres habitats	Potentiellement humide	461,96	81,80	
	Total		564,71	100,00	

Illustration 21 : Extrait du rapport ESOPE 2012 listant les habitats humides selon CORINE biotopes sur le secteur d'étude étendu (Extrait du tableau 7 du rapport cité : synthèse des zones humides sur la base de la végétation).

Des analyses pédologiques ont par ailleurs été réalisées sur ce périmètre élargi aboutissant à une superficie de **108 ha** de zones humides.

Le critère végétation a été majoritairement utilisé pour délimiter ces zones humides (103.05 ha contre 4.86 ha sur critère pédologique) en raison des difficultés à réaliser et interpréter les sondages pédologiques dans certains secteurs (nappes bien oxygénées empêchant l'apparition de traces d'oxydo-réduction).

Les cartes ainsi obtenues sont présentées ci-dessous.

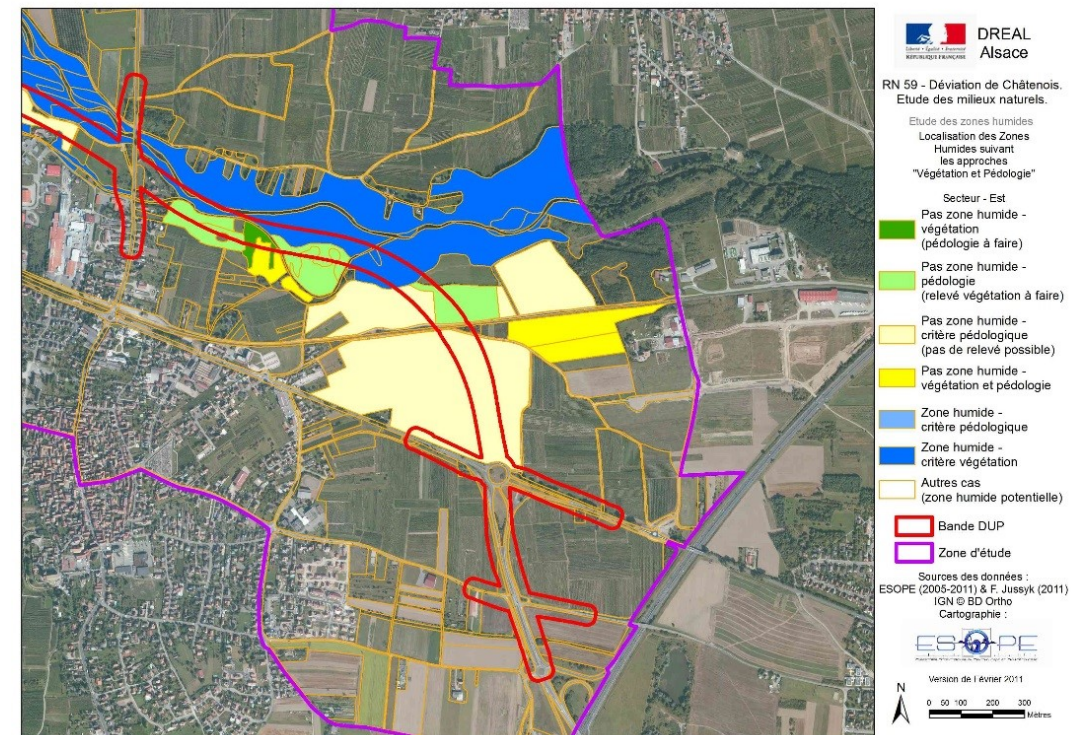
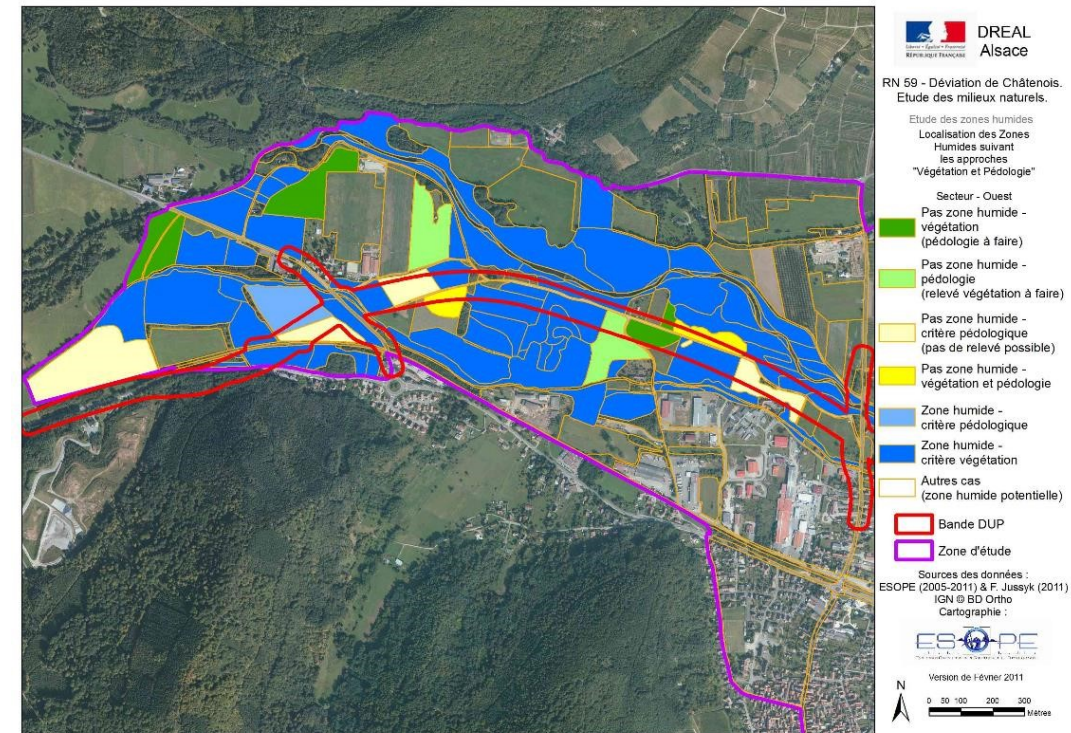


Illustration 22 : Localisation des zones humides sur critères alternatifs (végétation et pédologie) d'après l'étude ESOPE 2012.

² Juszyk, Esope. 2012. RD1059 Déviation de Châtenois. Inventaire des Zones humides. 25 p.

Sur la base de ces cartes et à partir de l'emprise chantier actuelle, une superficie totale de 6.6 ha de zones humides serait potentiellement impactée par le projet d'aménagement (critères alternatifs – critère végétation ou pédologique).

A noter que l'emprise chantier n'a pas été couverte intégralement par l'étude ESOPE : seul 90% du périmètre est en effet couvert (voir Tableau 2 et section ci-dessous).

Tableau 9 - Superficie des zones humides délimitées par Esope en 2012 sur l'emprise du projet actuelle (source : Esope 2012).

Synthèse	Superficie (ha)	% de l'emprise chantier actuelle
Non concerné	4.9	20.0
Non conclusif (pro parte sans pédologie)	3.5	14.4
Non ZH (critère pédologique)	5.3	21.7
Non ZH (critère végétation)	1.6	6.4
Non ZH (critères cumulatifs)	0.1	0.6
ZH (critère pédologique)	0.2	0.8
ZH (critère végétation)	6.4	26.2
Total général	22.1	90.3

Nota : La catégorie « non conclusif » se réfère aux habitats pro-parte pour lesquels aucun sondage n'a été réalisé ou, si le sondage a été réalisé, aucune conclusion n'a pu être formulée (sondage indéterminé : remblai, refus de tarière etc.).

Les catégories « Non ZH » sur critère pédologique ou végétation concluent à l'absence de caractère humide sur l'un ou l'autre des deux critères.

3.1.2.2 Délimitation des zones humides selon l'étude réalisée par ESOPE complétée par BIOTOPE

Comme mentionné ci-avant, certains secteurs n'ont pas été couverts par les prospections réalisées par Esope car l'emprise du projet a évolué depuis 2012. Ceci porte principalement sur le secteur Ouest du projet tel qu'indiqué sur l'illustration ci-dessous.

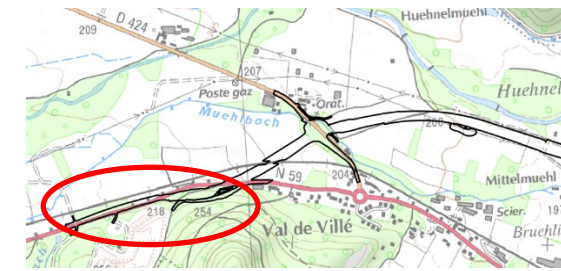


Illustration 23 : Secteur non concerné par l'étude d'Esope en 2012 (liseré rouge sur la carte ci-contre).

Des compléments ont donc été réalisés par Biotope en 2016/2017 pour délimiter les zones humides sur l'emprise totale du projet (délimitation sur critères alternatifs). Ces compléments ont également concerné certains secteurs considérés comme non conclusifs par Esope.

Ce travail complémentaire a permis d'enrichir la cartographie des habitats sur le secteur ouest sur 2.3 ha et confirmer - voire, le cas échéant, modifier - l'identification de certains habitats cartographiés alors par ESOPE.

Un bilan de ces modifications est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 - Descriptifs des compléments/modifications apportés par Biotope lors des prospections de terrain 2016/2017.

Extraits cartographiques	Modifications / compléments
	<p>A l'ouest de l'emprise du projet, sur le secteur non couvert par Esope, l'ensemble de la zone est considéré comme non humide sur critère habitat et/ou pédologique.</p> <p>(1) Les habitats rencontrés sont soit anthropiques (voie de communication, zone anthropique) soit <i>pro parte</i> (chênaies hêtraies collinéennes, bosquet, plantation de robiniers). Les sondages pédologiques ne révèlent pas de traces d'hydromorphie. La superficie totale de ces habitats est de 2.3 ha.</p> <p>(2) Au nord, une roselière a été identifiée (habitat H – polygone bleu) pour une surface de 0.02 ha. Cet habitat était initialement défini comme une haie par ESOPE (catégorie « non conclusif »).</p> <p>(3) Enfin au nord-est du secteur, alors qu'ESOPE avait considéré cet habitat comme humide sur critère pédologique (terrain en friche – habitat pro parte) les analyses complémentaires ont révélé l'absence de traces d'hydromorphie (deux sondages ont été réalisés - n°22 et 23). Cet habitat a donc été déclassé en non humide (0.21 ha).</p>

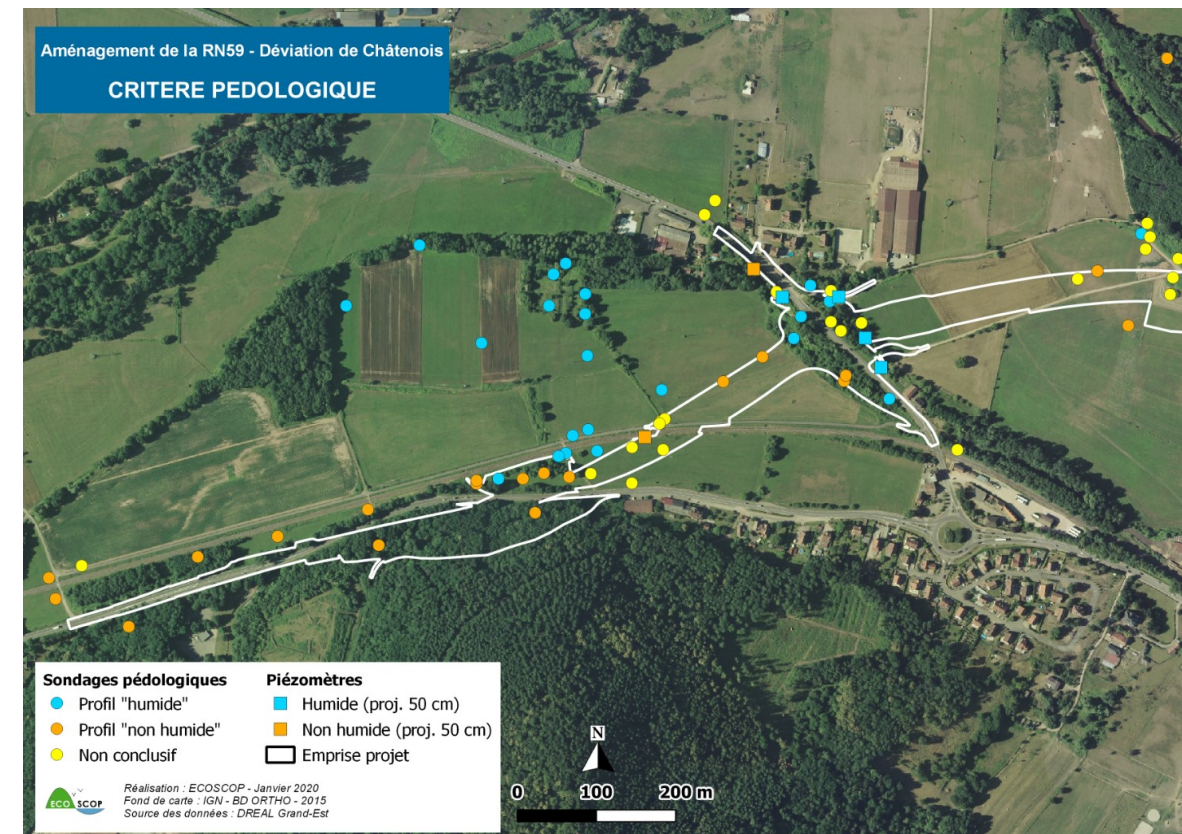
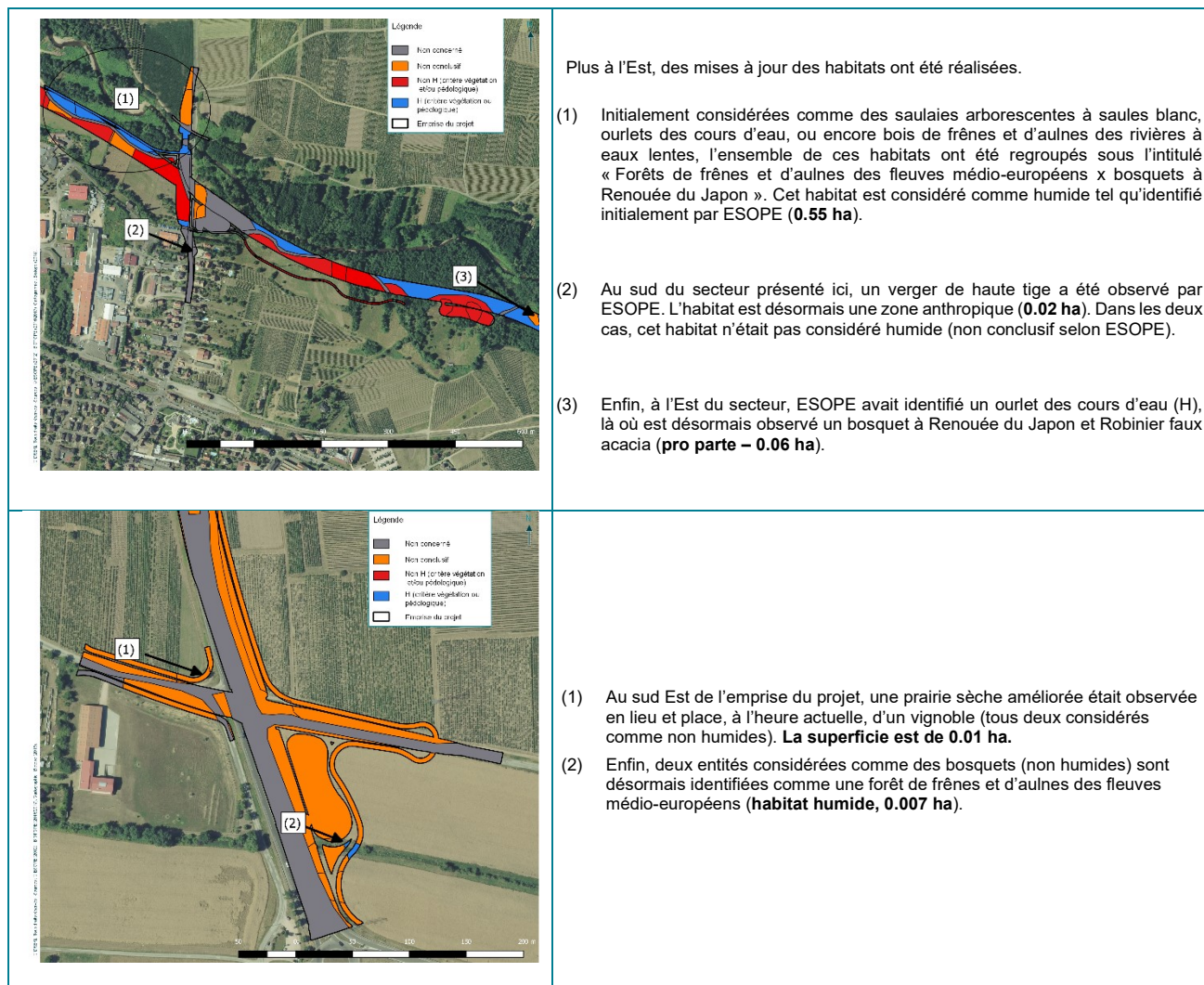


Illustration 24 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 1)

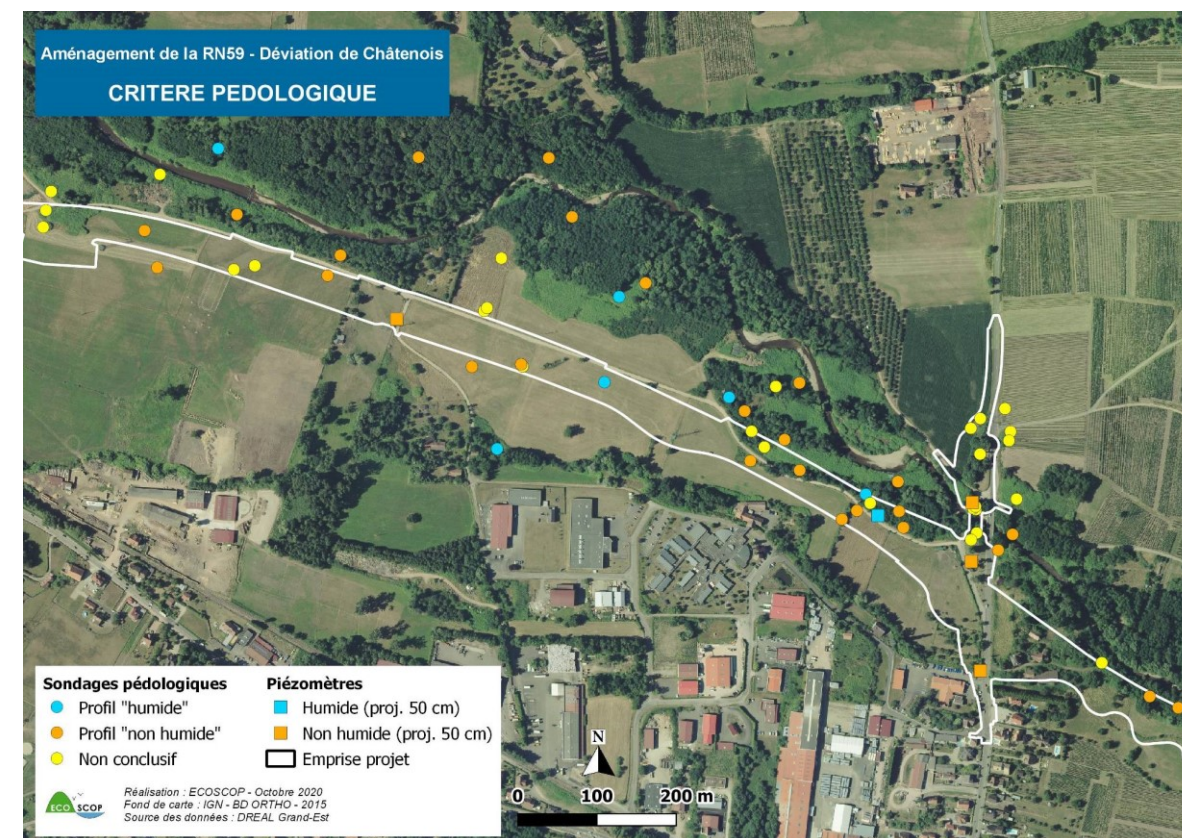


Illustration 25 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 2)

Ces données ont ensuite été reprises par le bureau d'études ECOSCOPE en 2020 afin notamment de mettre à jour l'emprise projet.

Les cartes suivantes caractérisent donc finalement le critère pédologique des zones humides.

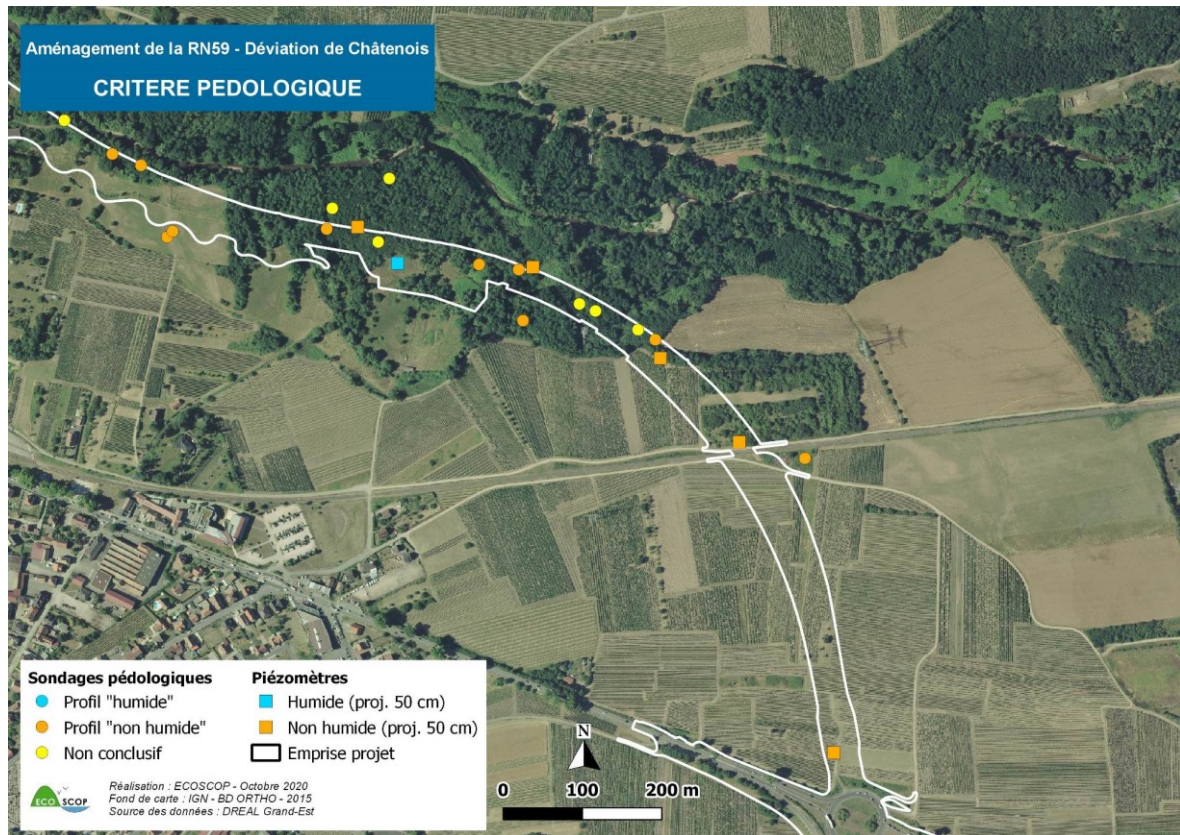


Illustration 26 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 3)

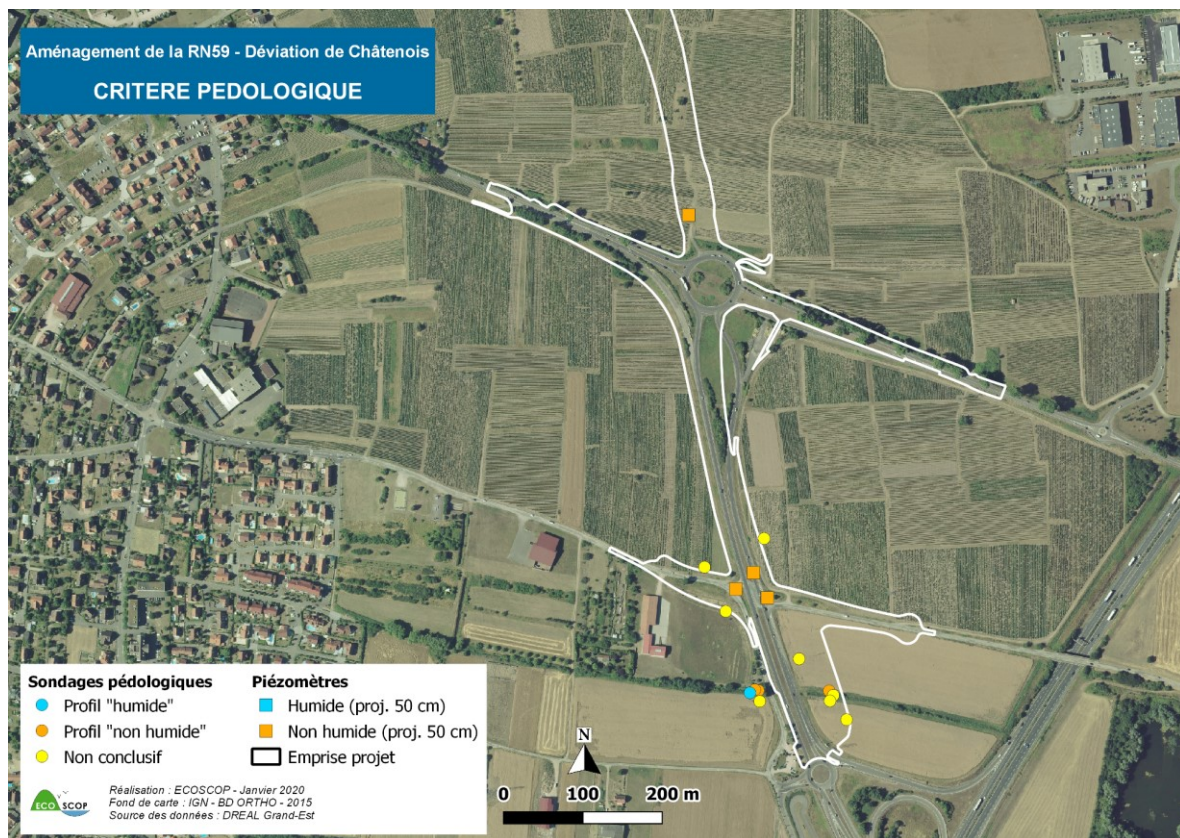


Illustration 27 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 4)

La caractérisation du critère floristique des zones humides est illustrée sur les cartes suivantes.

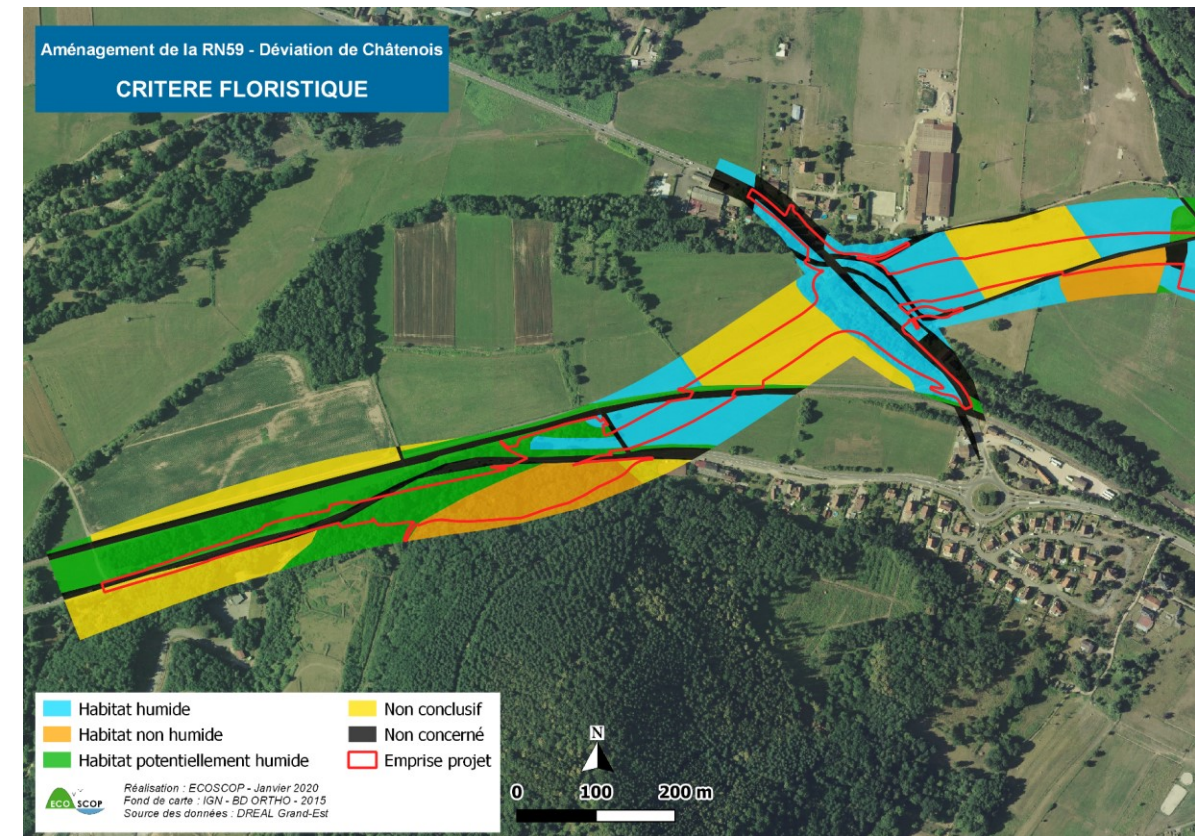


Illustration 28 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 1)

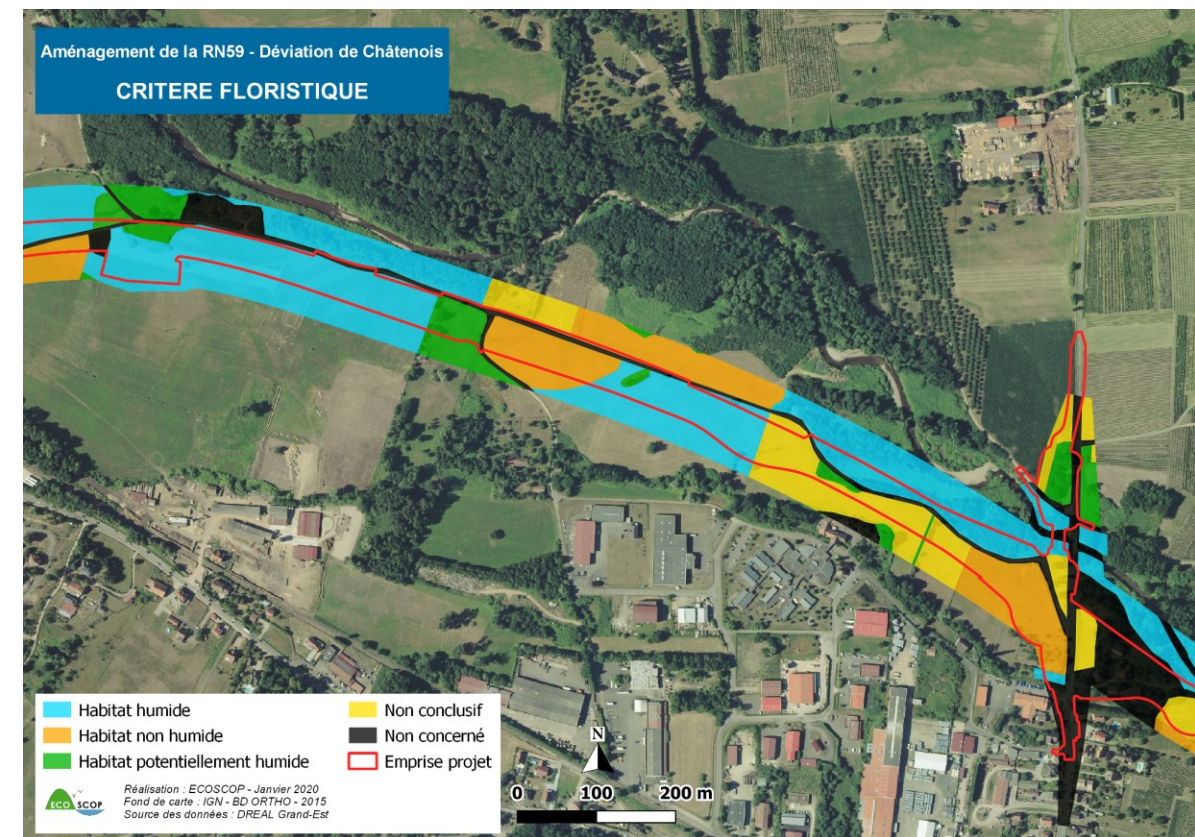


Illustration 29 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 2)

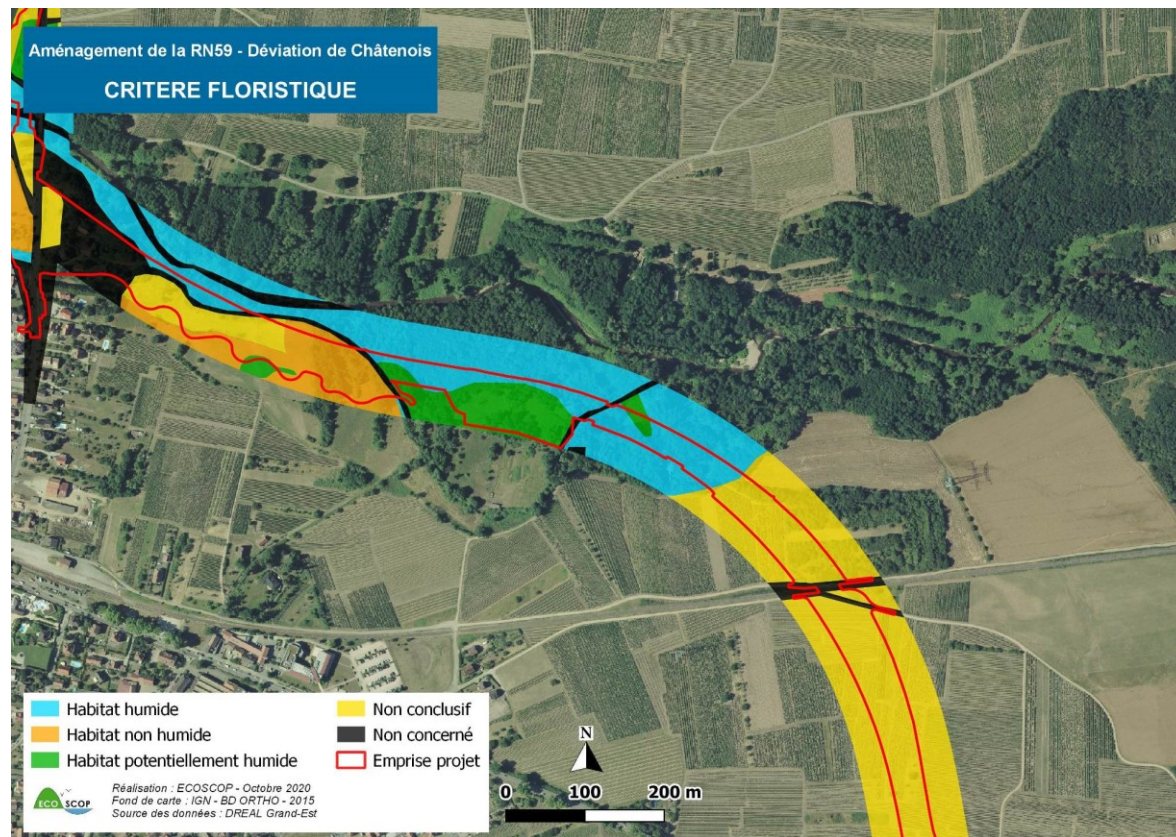


Illustration 30 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 3)

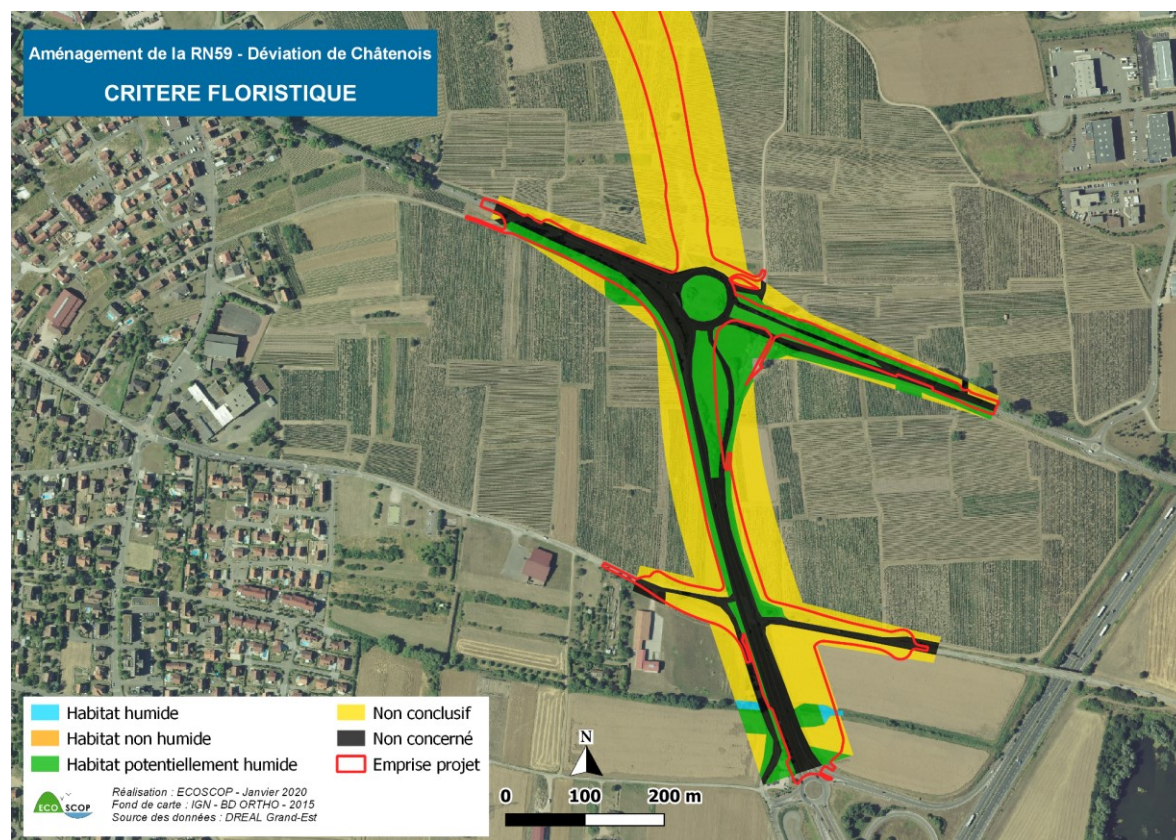


Illustration 31 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 4)

Au final, un total de 7,16 ha de zones humides sont présentes dans l'emprise du projet et 1,81 ha dans l'emprise chantier (tampon de 5 m autour de l'emprise projet pour permettre la réalisation des travaux). Les habitats humides présents sont presque exclusivement des boisements et des prairies. Les habitats de milieux semi-ouverts (roselières et cariçaie) sont peu représentés dans les emprises projet et chantier (0,04 ha au total).

Seules les surfaces de zones humides présentes dans l'emprise projet sont impactées. Une mesure d'évitement des zones humides situées dans l'emprise chantier (mesure d'évitement E01 – «Évitement strict des zones humides en phase chantier dans la bande de 5 m réservée aux travaux (en lien avec R09 et R12) ») permet l'absence d'impacts sur les surfaces concernées, à l'exception de 0,06 ha de zones humides situées dans la bande tampon de 5 m qui sont impactées temporairement pour les besoins des travaux du rétablissement de la RD424 (déviation provisoire de la RD424 et déviation provisoire du Muehlbach). Ainsi, sur les 1,81 ha de zones humides présentes en emprise chantier, 1,75 ha sont évités.

Tableau 11 - Zones humides présentes dans l'emprise de la déviation de Châtenois

	Superficie de zones humides (en ha)			
	Boisements	Milieux semi-ouverts	Prairies	Total
Zones humides impactées				
Emprise projet	3,09	0,03	4,04	7,16
Zones humides impactées temporairement				
Emprise "déviation provisoire RD 424"	0,07 (dont 0,04 dans la bande tampon 5 m)	-	0,04 (dont 0,02 dans la bande tampon 5 m)	0,11
Zones humides évitées				
Emprise chantier	0,97	0,01	0,77	1,75

Les cartes ci-après présentent la totalité des zones humides avérées sur l'emprise du projet (sur critères alternatifs).

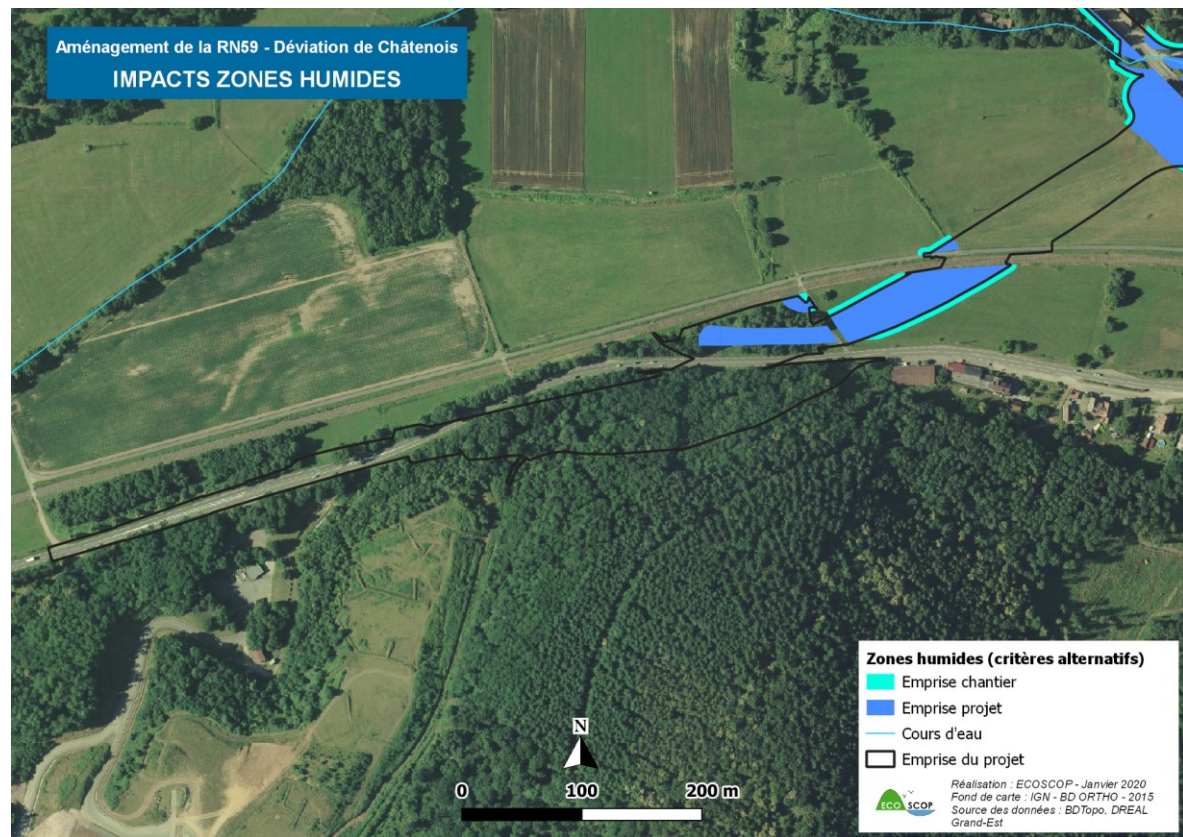


Illustration 32 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 1)

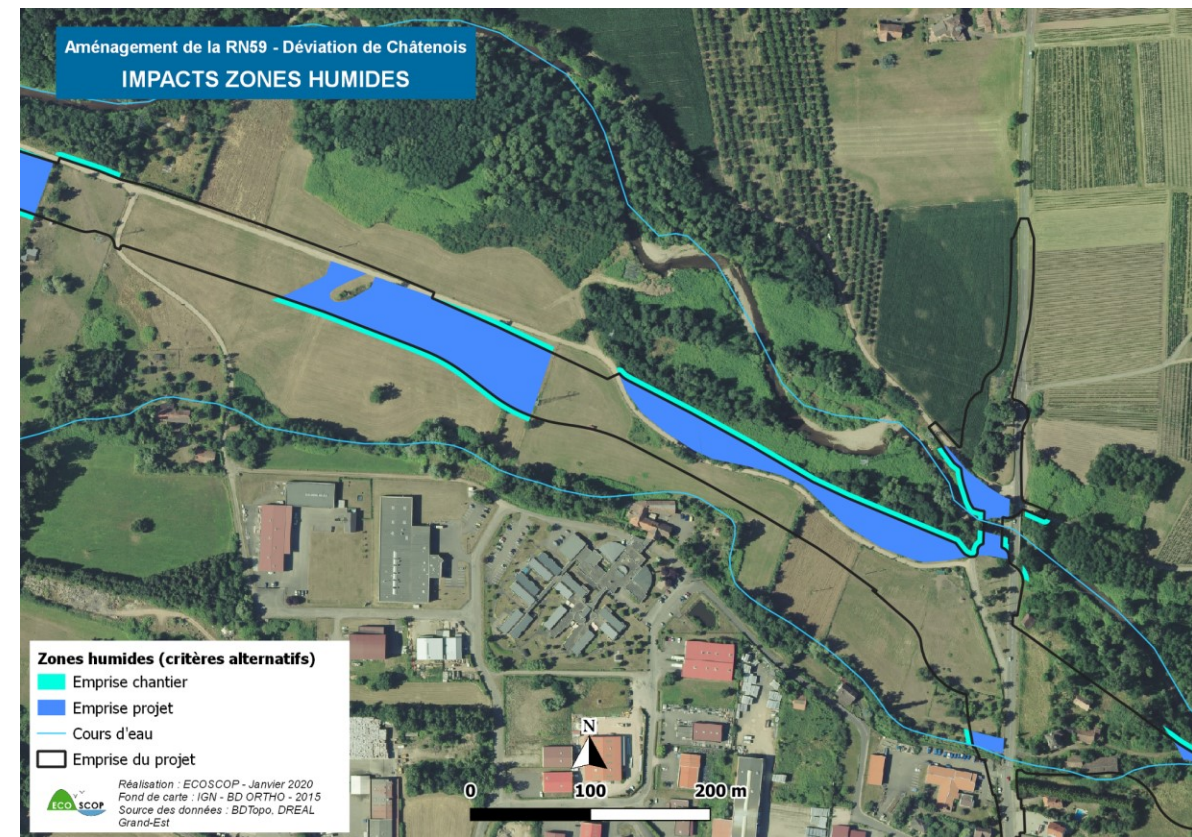


Illustration 34 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 3)

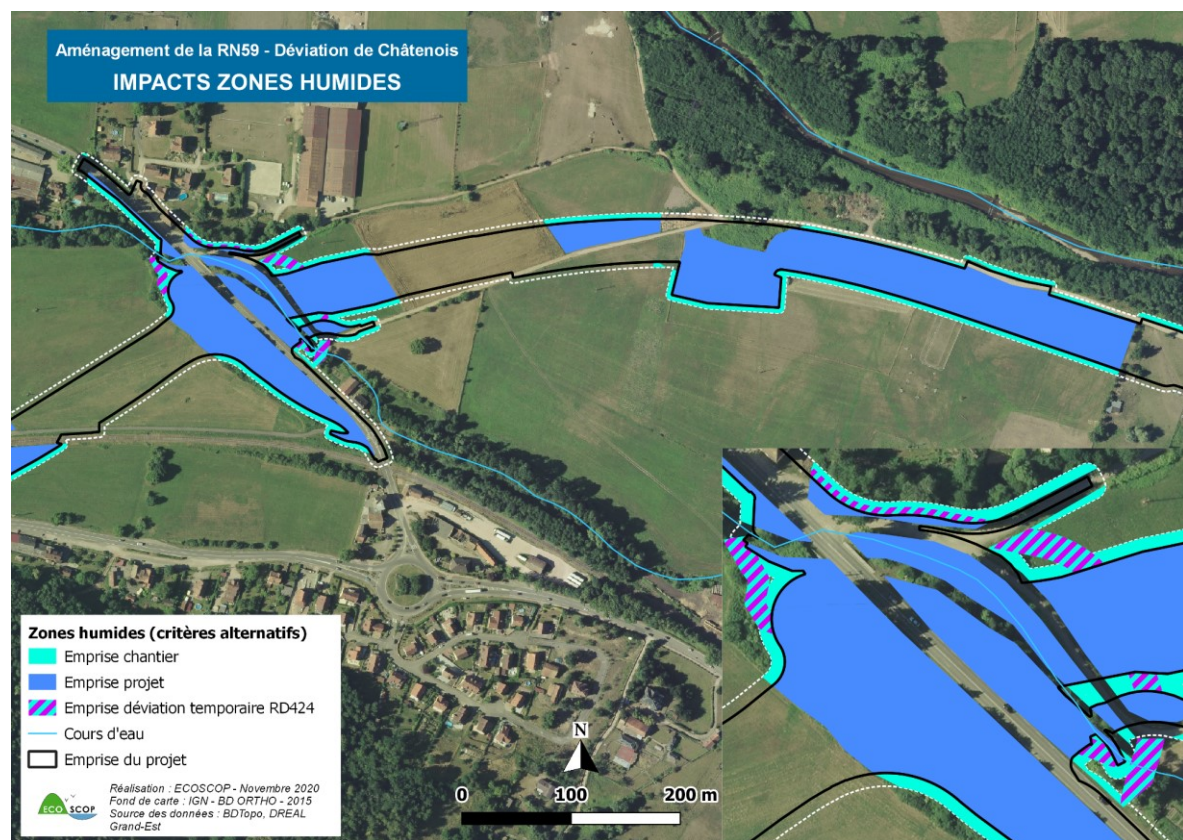


Illustration 33 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 2)

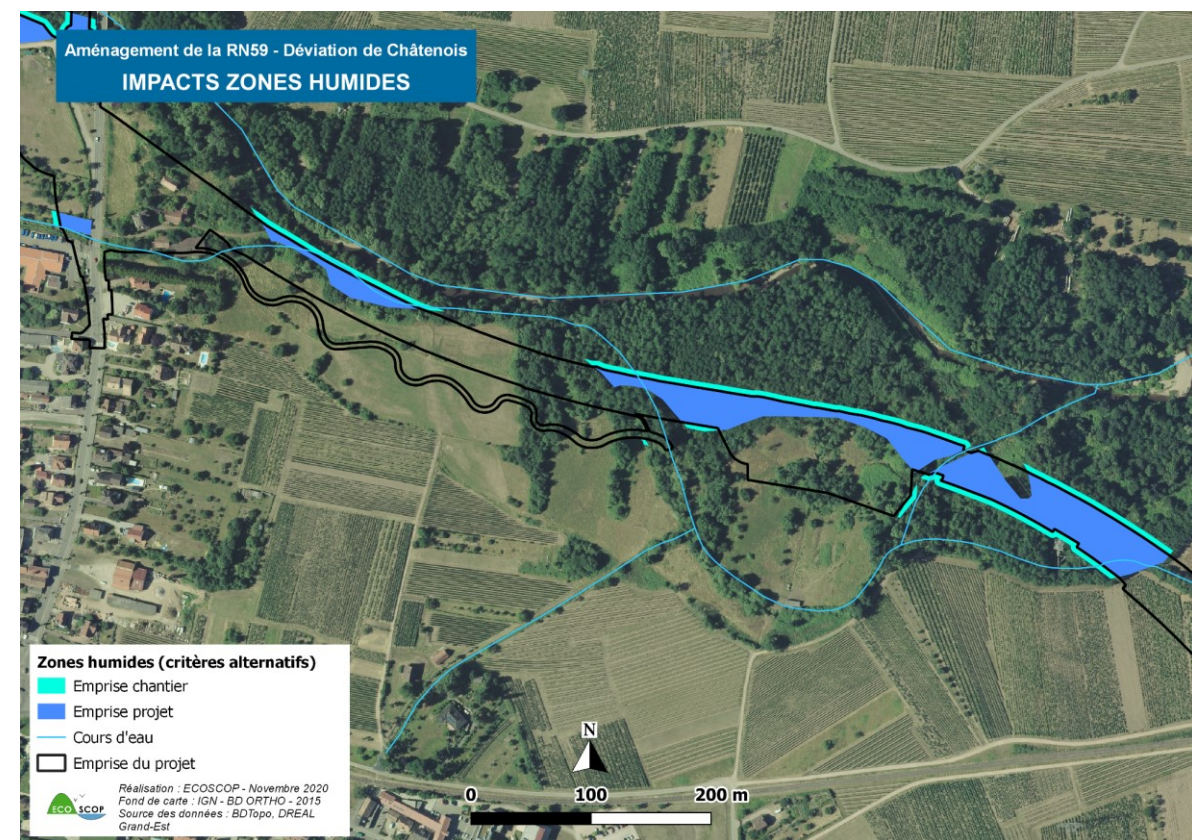


Illustration 35 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 4)

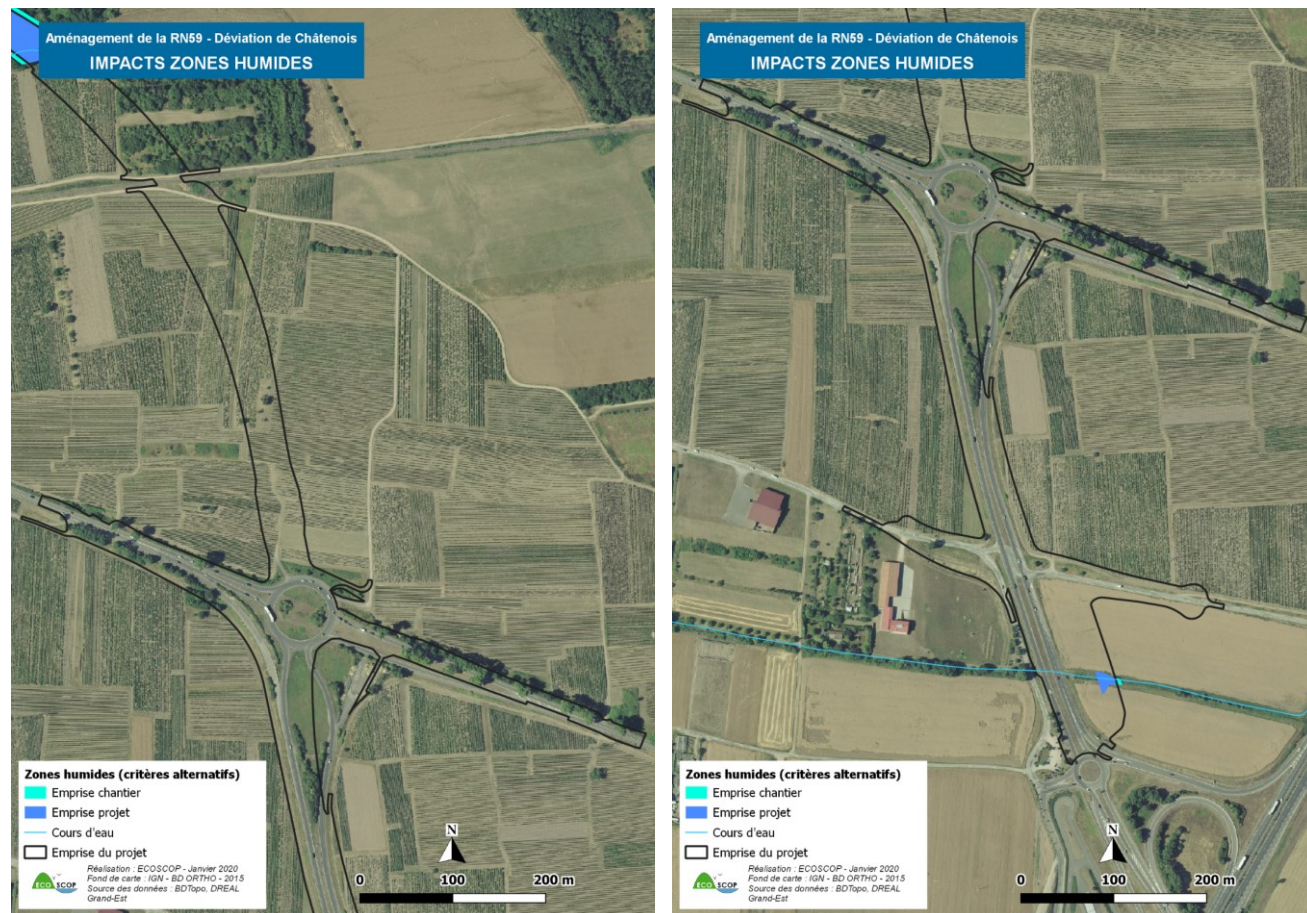
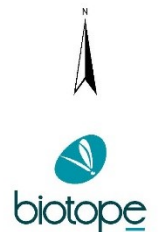


Illustration 36 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 5 et 6)

Légende

Habitats naturels et semi naturels :

- Bois de Frênes et d'aulnes des rivières à eaux lentes (44.331)
- Bois de Frênes et d'aulnes des rivières à eaux lentes (44.331) x Plantation de Robinier (83.324)
- Bosquet (84.3)
- Bosquets à Renouée du Japon et Robinier faux-acacia (84.3)
- Chenaies hêtraies collinéennes (41.13)
- Chênaies fraîches hygrophiles (41.2)
- Culture (82.1)
- Forêt de Frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens (44.3)
- Forêt de Frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens (44.3) X Bosquet à Renouée du Japon (84.3)
- Forêt de Frênes et d'aulnes des fleuves médio-européens (44.3) X Plantation de Robinier (83.324)
- Forêt riveraine (44)
- Fourré medio-européen sur sol fertile (31.8)
- Haie (84.2)
- Lit de rivière : Le Muehlbach avec végétation du Ranunculon fluitantis et du Callitrichio-Batrachion (24 x 24.4)
- Pelouse semi-aride medio-europeenne à Bromus erectus (34.322)
- Peuplement d'espèces invasives (87.2)
- Plantation de Robiniers (83.324)
- Prairie améliorée (81)
- Prairie humide a Sénéçon aquatique (37.214)
- Prairie sèche améliorée (81.1)
- Prairies de fauche des plaines medio-europeennes (38.22)
- Pâture mésophile (38.1)
- Roselières (53.1)
- Terrain en friche (87.1)
- Verger de haute tige (83.15)
- Vignoble (83.21)
- Voie de communication (86)
- Zone anthropique (86)



Enfin, les illustrations suivantes font état de la cartographie des habitats actualisés.

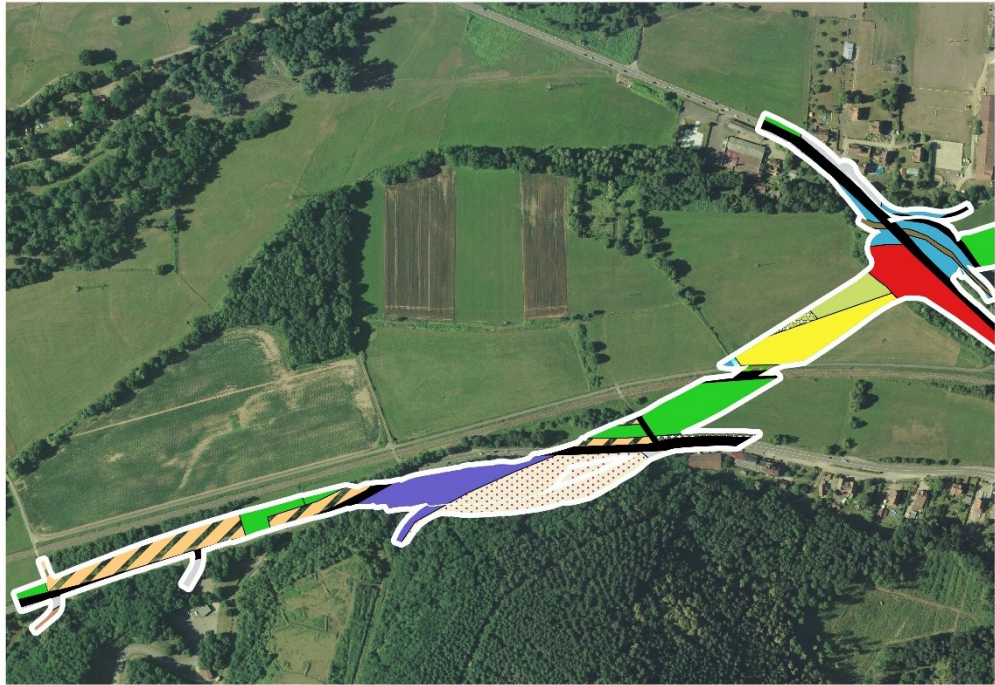


Illustration 37 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 1/5

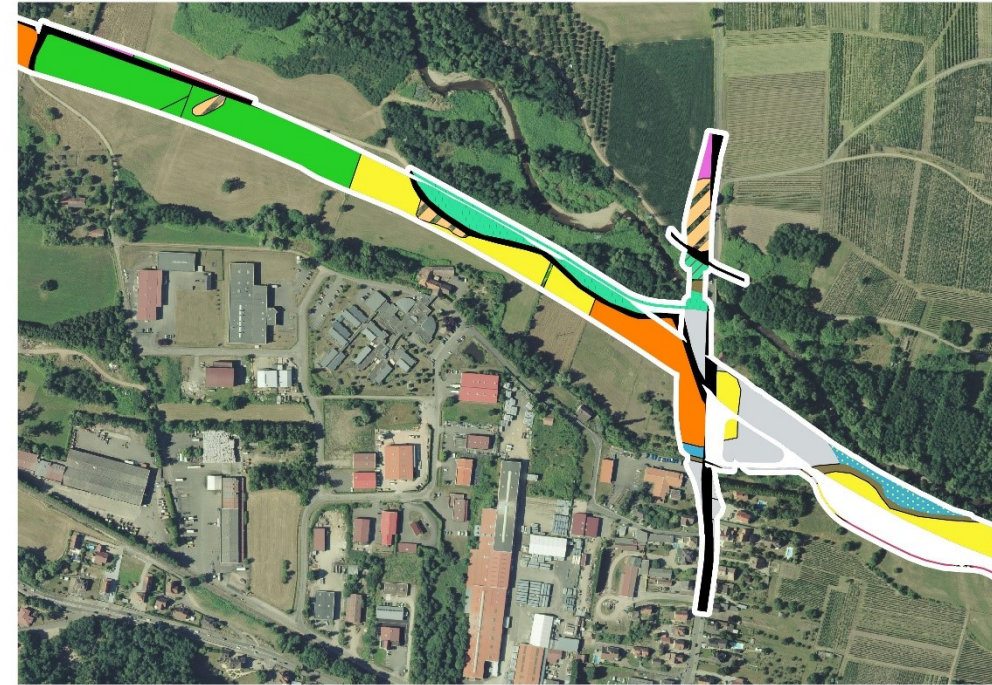


Illustration 39 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 3/5

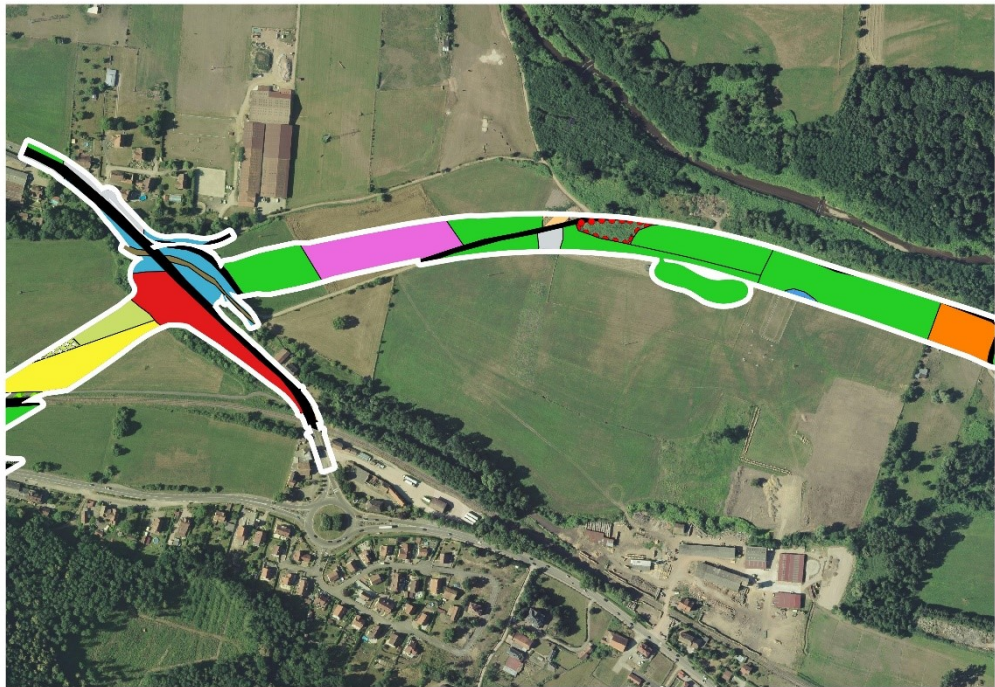


Illustration 38 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 2/5

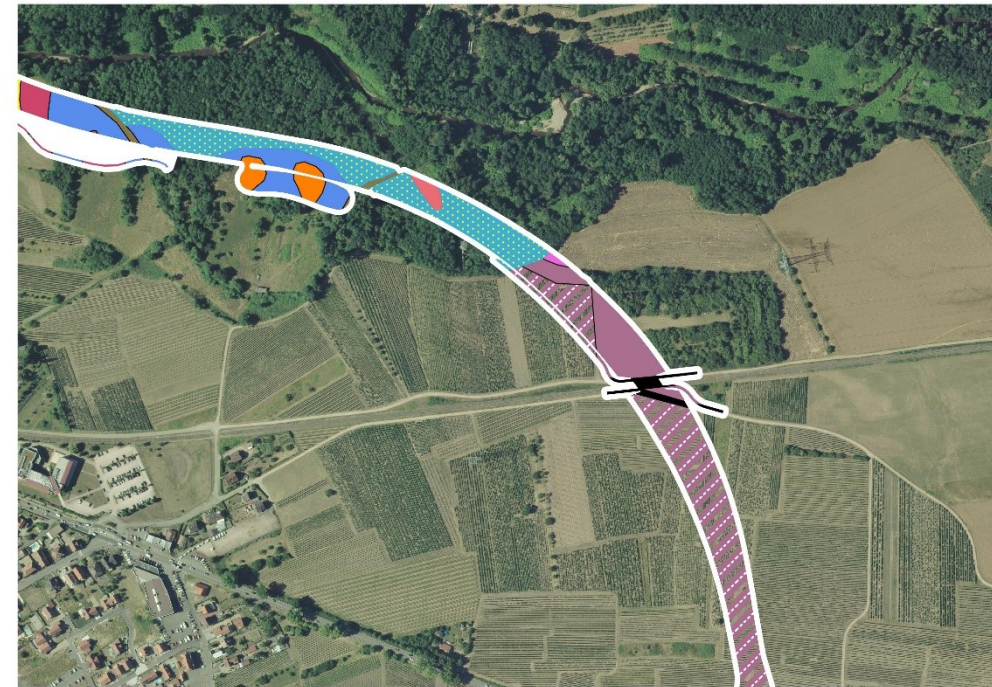


Illustration 40 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 4/5

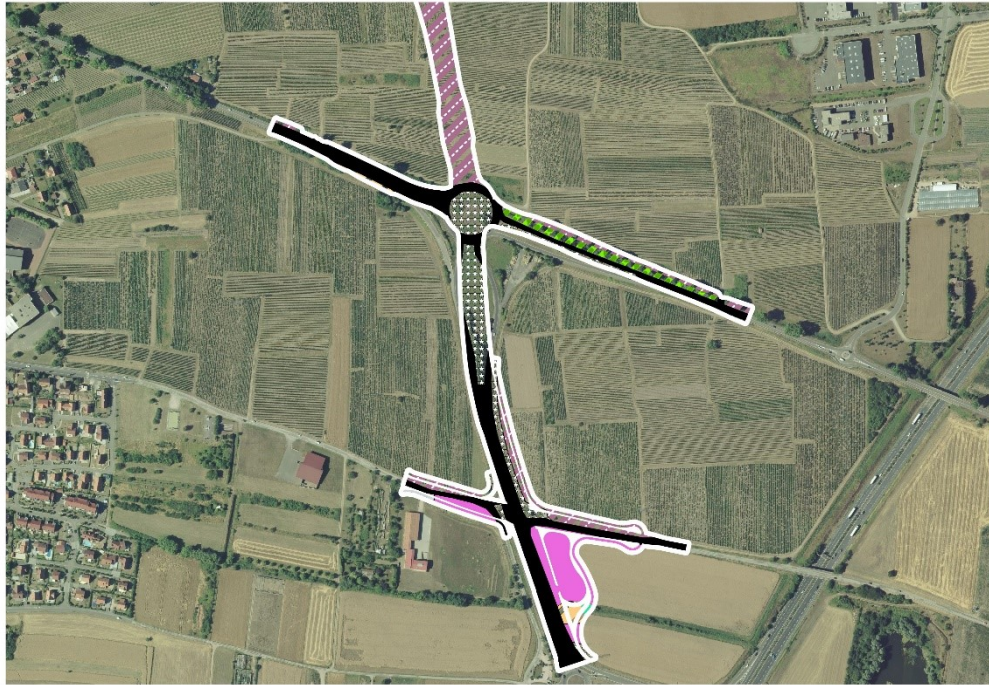


Illustration 41 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 5/5

DIAGNOSTIC FONCTIONNEL DES ZONES HUMIDES IMPACTÉES

3.1.3 Aspects méthodologiques

La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides publiée en mai 2016 est appliquée afin d'évaluer les fonctions des zones humides impactées et des zones prévues pour la compensation.

Cette méthode permet d'évaluer les fonctions suivantes :

- **Fonctions hydrologiques** : ralentissement des ruissellements, recharge des nappes, rétention des sédiments ;
- **Fonctions biogéochimiques** : dénitrification, assimilation végétale de l'azote, adsorption, précipitation du phosphore, assimilation végétale des orthophosphates, séquestration du carbone ;
- **Fonctions d'accomplissement du cycle de vie des espèces** : supports des habitats, connexion des habitats.

Le niveau d'expression des fonctions est déterminé par l'analyse d'indicateurs faisant chacun l'objet d'une interprétation indépendante. Ainsi, aucun score synthétique par fonction n'est produit à l'issue de la méthode. En revanche, une analyse narrative permet de caractériser le niveau fonctionnel général de la zone humide.

Dans le cas de l'étude de la zone impactée, il est donc possible d'évaluer la perte liée au projet d'aménagement. Dans le cas de l'étude du site compensatoire, il est ainsi possible d'évaluer le gain lié aux actions écologiques envisagées.

La méthode AFB s'applique sur les zones ayant été préalablement délimitées comme étant en zone humide au sens de la réglementation.

Deux types d'indicateurs sont produits. Des indicateurs dits relatifs dont la valeur est comprise entre 0 et 1, 1 étant le plus favorable aux fonctions ; des indicateurs absolus qui sont calculés en multipliant les indicateurs relatifs par la superficie du site impacté ou du site de compensation. La perte fonctionnelle ou le gain fonctionnel se base sur l'évolution des indicateurs absolus après impact ou après mesures compensatoires.

La mise en œuvre de la méthode AFB d'évaluation des fonctions implique par ailleurs une analyse à des échelles plus larges incluant (Illustration 42) :

- Une zone paysagère pour l'analyse de la fonction biologique dans un rayon de 1 km autour de chacun des deux sites ;
- Une zone dite « contributive » (équivalent d'un « bassin versant » théorique) qui s'appuie sur les données de la BD CARTHAGE, de la BD TOPO et sur une analyse de la topographie (SCAN 25) ;
- Une zone tampon de 50 m autour des deux sites ;
- Et le cours d'eau, lorsque la zone humide est de type alluvial.

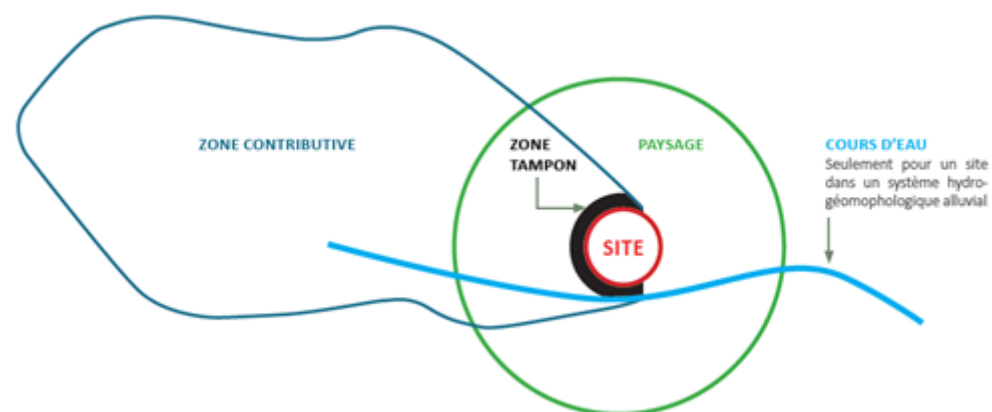


Illustration 42 : Les zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides.

L'analyse réalisée sur ces différents périmètres permet d'évaluer **l'opportunité de la zone humide à exprimer un certain nombre de fonctions**, au regard du contexte dans lequel elle s'insère. Par exemple, une zone humide en secteur alluvial a une opportunité plus forte à jouer dans un rôle de ralentissement des ruissellements (alimentation en eau provenant d'une grande zone contributive) qu'une zone humide de plateau pour laquelle la zone contributive est en général restreinte.

L'analyse d'un certain nombre de paramètres sur la zone humide elle-même évalue **la capacité potentielle d'expression de ces fonctions, au regard des caractéristiques propres du site**. Par exemple, une zone humide de boisement présente une rugosité plus élevée qu'une prairie humide, sa capacité potentielle de remplir une fonction de résistance à l'écoulement est donc plus importante.

La méthode nationale sur les zones impactées a été mise en œuvre par Carine BOSSARD, chargée d'étude et Florence BAPTIST, ingénieur de recherche. Le travail a consisté en une étude préparatoire de caractérisation des sites (remplissage du tableur d'évaluation à partir d'une analyse par SIG) et une étude de terrain réalisée le 22 mars 2017 (analyse pédologique et vérification des éléments obtenus par analyse cartographique). Cette étude a été réalisée sur l'emprise de la DUP et avant le changement de réglementation concernant la délimitation réglementaire des zones humides.

Suite à l'évolution de la réglementation, l'analyse de fonctionnalité a été reprise par Stéphanie LONGA, Florence BAPTIST et Christelle BASTIDE au printemps / été 2018, puis par le bureau d'étude ECOSCO en 2020.

Contrairement à l'approche proposée initialement, les zones humides impactées ont été regroupées en une seule et même entité. Il en est de même concernant les parcelles destinées à la mise en œuvre des mesures compensatoires.

Ce regroupement s'appuie sur la question 3 des FAQ de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides et est rendu possible par le fait que l'ensemble des parcelles présente un système hydrogéomorphologique similaire (alluvial) et un diagnostic de contexte équivalent.

Cette approche permet donc de comparer dans un seul et même tableur les pertes associées au projet d'aménagement et les gains liés aux mesures compensatoires sur les différentes parcelles sélectionnées.

Les sondages pédologiques ont été réalisés lors des prospections terrain le 22 mars 2017. Des sondages complémentaires ont été réalisés en octobre 2017.

Pour plus de rigueur, pour le complexe des zones humides impacté, seuls les sondages présents sur les périmètres des zones humides redélimitées ont été pris en compte lors de la mise à jour du diagnostic fonctionnel. Des extrapolations ont cependant parfois été réalisées sur le complexe des sites de compensation, en l'absence de sondage sur des habitats de surface réduite. Les extrapolations se basent sur des sondages réalisés à proximité, et sont indiquées dans le tableur joint au dossier.

Le substrat géologique de l'ensemble du périmètre d'étude est globalement homogène (alluvions quaternaires de la Vallée vosgienne de la Liepvrette). La présence de ces alluvions a limité la possibilité d'aller en profondeur lors des sondages pédologiques (profondeur moyenne atteinte : 50 cm). Ces difficultés techniques expliquent pourquoi les indicateurs liés au sol n'ont pu être calculés.

Les résultats obtenus sur quelques sondages et la géologie du site ont tout de même été pris en compte dans l'analyse du fonctionnement de ces zones.

3.1.4 Contexte et évaluation des enjeux

Le complexe de zones humides est situé à proximité de la masse d'eau du Giessen (FRCR113 - GIESSEN 2) et de celle de la Liepvrette (FRCR117 - LIEPVRETTE 3). Il est également associé au cours d'eau du Muehlbach. Cette zone est concernée par le SAGE Giessen – Liepvrette, approuvé en avril 2016. Ce complexe est ainsi principalement alimenté par ces cours d'eau et par les nappes qui leur sont associées. Les variations saisonnières des deux cours d'eau causent d'importantes fluctuations au niveau de leur nappe souterraine. Ces fluctuations peuvent parfois atteindre plusieurs mètres dans certains secteurs. Le Giessen et la Lièpvrette sont des cours d'eau torrentiels aux crues soudaines pouvant engendrer des dégâts importants (©Conseil Général du Bas-Rhin).

Sur la base des éléments présentés ci-dessus, le complexe présente un fonctionnement hydrogéomorphologique de type alluvial (en suivant la nomenclature de Brinson tel que proposé par la méthode AFB).

La classification retenue par la méthode nationale propose cinq principaux systèmes hydrogéomorphologiques : (1) alluvial, (2) riverain des étendues d'eau, (3) de dépression, (4) de versant et bas-versant et (5) de plateau. Cette classification permet de caractériser le mode d'alimentation en eau principal de la zone humide étudiée.

Ce complexe présente globalement un niveau d'opportunité modéré à fort pour les fonctions hydrologiques en fonction des sites du complexe (milieux humides localisés en situation de nappe affleurante et à la confluence de deux cours d'eau qui peuvent donner lieu à des inondations en aval). Les sites du complexe ne bordant pas le cours d'eau, avec un lit incisé, présentent un niveau d'opportunité modéré.

En termes de fonctions biogéochimiques et bien que la superficie du bâti et des zones cultivées soient relativement faibles au sein de la zone contributive, la qualité des cours d'eau, notamment de la Lièpvrette est considérée passable au regard du phosphore mais également de l'azote (diagnostic du Sage gessien et Liepvrette, 2009). Les enjeux au niveau du Gessien concernent principalement les composés phosphorés. L'opportunité pour ces zones humides de jouer un rôle épuratoire est donc élevée.

Enfin, ces complexes sont considérés comme des cœurs de biodiversité / corridors écologiques d'après le SRCE alsace (adopté suite à la délibération du Conseil Régional du 21 novembre 2014 et par arrêté préfectoral n°2014/92 du 22 décembre 2014). L'opportunité pour ces zones humides de jouer un rôle en termes de fonctions biologiques est donc élevée.

L'analyse de l'opportunité (ou encore des enjeux liés à la présence de ces zones humides) souligne l'importance de ce complexe au regard de l'ensemble de fonctions biologiques, hydrologiques et biogéochimiques.

3.1.5 Diagnostic fonctionnel du complexe de zones humides impacté

3.1.5.1 Contexte et synthèse des résultats

Le complexe est rattaché aux masses d'eau du Giessen et de la Liepvrette. Certains secteurs se situent à proximité du Muehlbach.

La totalité de ce complexe sera impactée, soit une superficie totale de 7,16 ha.

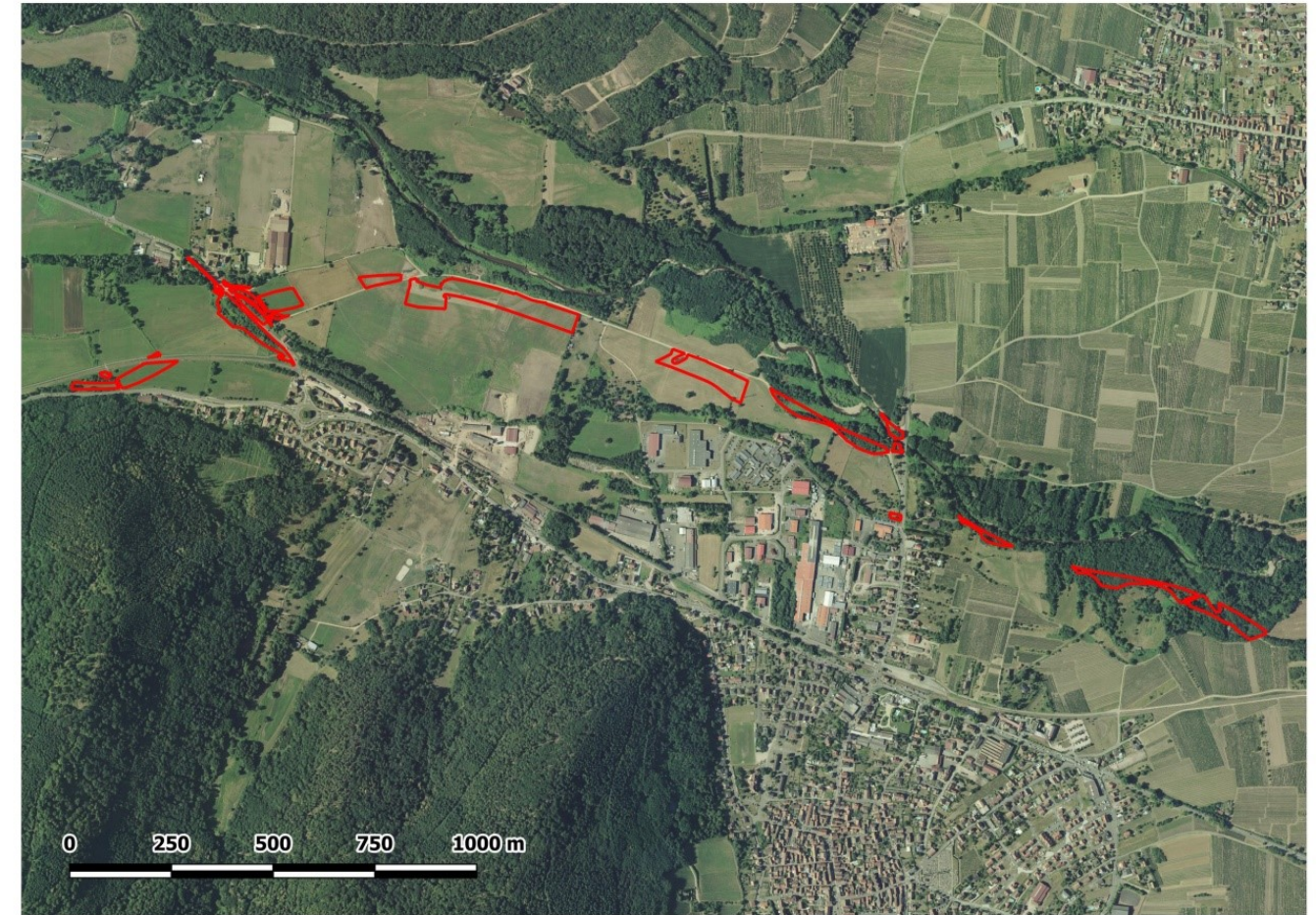


Illustration 43: Complexe des zones humides impactées

Les habitats composant ces zones humides sont illustrés ci-après.

Habitat EUNIS Niv.3 Description du site selon la MNEFZH : seules les zones humides sont incluses dans la description du "site impacté" au sens de la MNEFZH	Superficie (ha)	Part du total	
D5.1 - Roselières normalement sans eau libre *	0,02	0,3%	0,6%
D5.2 - Formations à grandes cypéracées normalement sans eau libre *	0,02	0,3%	
E2.2 - Prairies de fauche de basse et moyenne altitude	3,99	55,8%	56,4%
E3.4 - Prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses **	0,04	0,6%	
G1.2 - Forêts riveraines mixtes des plaies inondables et forêts galeries mixtes *	3,09	43,0%	43,0%

* Habitat humide ; ** Habitat partiellement humide

Tableau 12 : Habitats composant le complexe des zones humides impacté

La zone contributive de ce complexe comprend le bassin versant du cours d'eau du Giessen ainsi que celui de la Liepvrette dont le Muehlbach (Illustration 44).

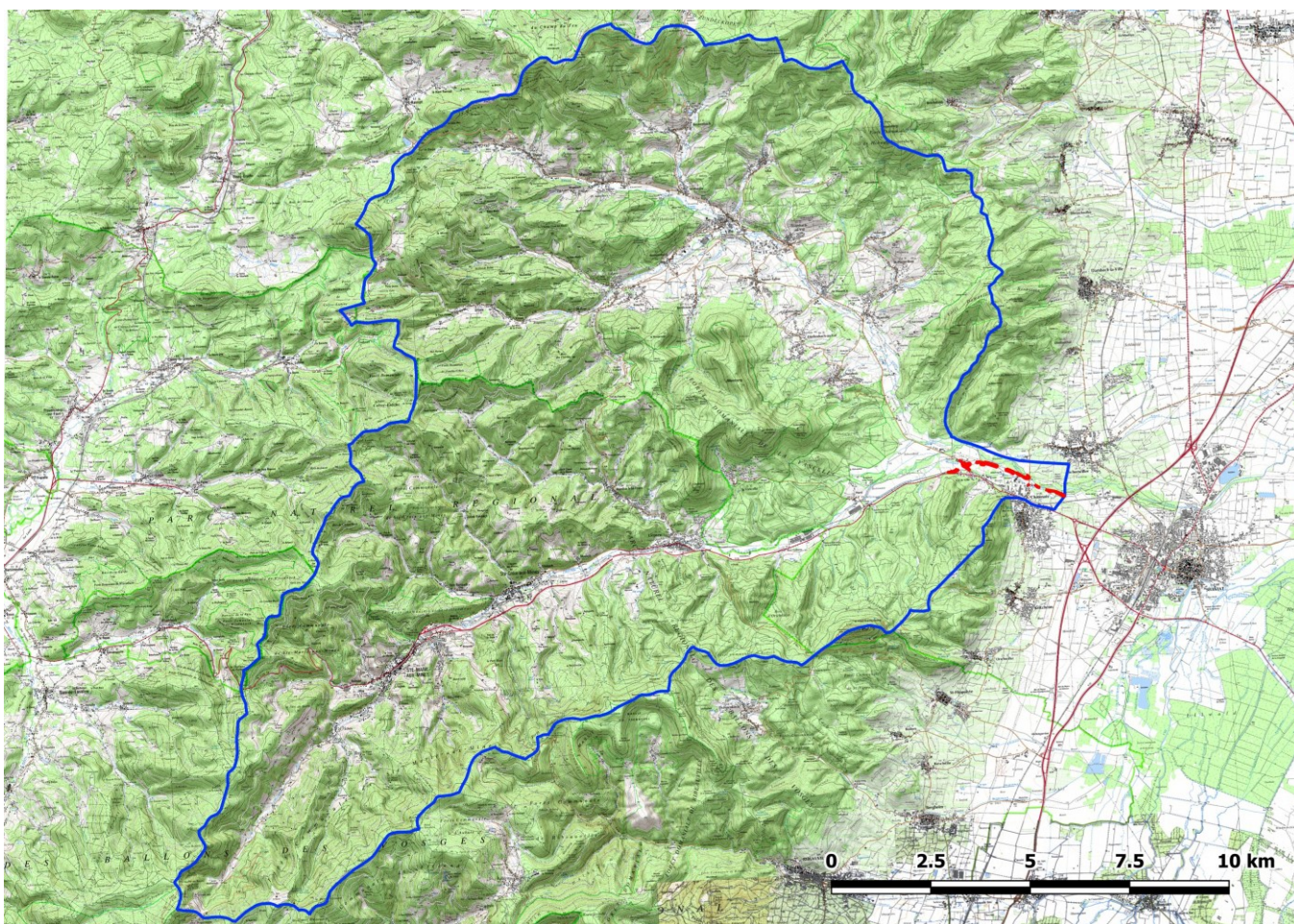


Illustration 44 : Zone contributive du complexe de zones humides impactées

Cette zone a une superficie de 26 655 ha environ. Elle se caractérise par une densité très importante de forêt (environ 80% de la superficie). Cette zone est assez peu anthropisée, seulement 0,5% correspond à des surfaces construites. La densité des infrastructures de transport est de même assez réduite (483 km). Peu de cultures sont présentes (170 ha) mais presque 11% de la zone est dominé par des prairies enherbées.

Les éléments et le tableau mettent en regard l'opportunité de cette zone humide à remplir les fonctions et sa capacité potentielle à les exprimer. Cette synthèse est construite par interprétation, à dire d'expert, des résultats par indicateur issus de la méthode.

Le niveau général d'expression des fonctions est relativement bon excepté pour certaines sous-fonctions biogéochimiques dépendantes en partie des caractéristiques du sol (assimilation végétale de l'azote, dénitrification, séquestration du carbone).

Dans tous les cas, le projet aura pour incidence la suppression totale de la zone humide et donc de l'ensemble des fonctions qui lui sont associées.

3.1.5.2 Fonctions hydrologiques

La présence d'un couvert diversifié (arboré, arbustif et herbacé), la végétalisation des berges et l'absence de fossés suggèrent une capacité marquée du complexe à ralentir les ruissellements et à retenir les sédiments. Néanmoins, le cours d'eau est assez incisé, les périodes de débordement sont donc vraisemblablement rares.

Le niveau de conductivité hydraulique en surface est faible, mais probablement plus élevé en profondeur (présence de graviers sableux).

Les deux paramètres évoqués précédemment permettent de considérer la capacité d'expression de la fonction de recharge de nappe comme faible à modérée. Ce point nécessiterait toutefois une investigation approfondie du sol à plus forte profondeur.

3.1.5.3 Fonctions biogéochimiques

La présence d'un couvert végétal permanent et diversifié indique une capacité d'assimilation importante du complexe notamment vis-à-vis de l'azote, malgré un horizon humifère très mince. Le pH se révélant légèrement acide (pH égal à 5), l'assimilation des orthophosphate par la végétation est vraisemblablement modérée. La fonction d'adsorption, précipitation du phosphore présente également un niveau d'expression modéré à fort. La texture limono-argileuse en surface, ainsi que la végétalisation du site, favorisent la fonction de dénitrification. Cette fonction présente vraisemblablement un niveau d'expression modéré étant donné l'hydromorphie très réduite et la faible épaisseur de matière organique dans le sol.

Enfin, la fonction de séquestration du carbone s'exprime de manière faible à modérée sur ce site comme l'attestent la présence d'un couvert végétal diversifié (présence de couvert arboré à hauteur de 47%) et la présence d'un sol humifère mince en moyenne, notamment au niveau des prairies.

3.1.5.4 Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces

Le complexe présente une diversité d'habitats modérée. En effet, deux grands habitats sont représentés dans ce complexe de zones humides : les prairies et les boisements. Toutefois, au sein des prairies, il est possible de retrouver des roselières (Cf. Contexte et synthèse des résultats) et des types de prairies plus ou moins humides. Enfin, les boisements se composent de ripisylves et de boisements alluviaux. Ajouté à l'importance des lisières et à la rareté de l'artificialisation, en termes de déplacement d'espèces, le niveau d'expression de la fonction de support d'habitat est considéré comme modéré à fort.

Toutefois, une partie des milieux observés sont des prairies de fauche et présentent un état de dégradation important. De plus, ces milieux sont colonisés par des espèces invasives (*Impatiens glandulifera*, *Robinia pseudoacacia*, *Reynoutria japonica*, *Solidago gigantea*). Avec un très faible isolement des habitats et une assez forte densité de lisières, la connectivité des habitats est considérée comme modérée.

Tableau 13 - Opportunité du complexe de zones humides à remplir les fonctions et capacité intrinsèque (propre) à les exprimer.

Fonctions (Méthode AFB, 2016)		Opportunité d'expression de la fonction	Capacité vraisemblable d'expression de la fonction <u>avant impact</u>		
		Interprétation BIOTOPE			
Fonctions hydrologiques (dont rôle de la zone humide quant au risque inondation)	Ralentissement des ruissellements	Modéré à fort	Le complexe est en situation de nappe affleurante et à la confluence de deux cours d'eau qui peuvent donner lieu à des inondations en aval.	Modéré à fort	La présence d'un couvert végétal globalement diversifié (herbacé et arborescent – facteur de rugosité du couvert végétal) et l'absence de fossés permettent d'effectuer un ralentissement efficace des écoulements et de retenir les sédiments. La présence d'un horizon superficiel limono-argileux et la faible conductivité en surface n'est pas favorable à la recharge des nappes.
	Recharge des nappes			Faible à modéré	
	Rétention des sédiments			Modéré à fort	
Fonctions biogéochimiques (= fonctions épuratoires et de stockage du carbone)	Dénitrification	Modéré à fort	Bien que la superficie du bâti et des zones cultivées soient relativement faibles au sein de la zone contributive, la qualité des cours d'eau, notamment de la Liépvrette est considérée passable notamment au regard du phosphore mais également de l'azote (SAGE Giessen et Liepvrette, 2009). Les enjeux au niveau du Giessen concernent principalement les composés phosphorés.	Modéré	Le couvert végétal permanent présent sur la totalité du complexe, l'absence de systèmes de drainage et la présence d'une texture argilo-limoneuse sont favorables à cette fonction, en dépit d'un horizon humifère très mince (12 cm en moyenne).
	Assimilation végétale de l'azote			Modéré	La présence d'un couvert végétal diversifié favorise l'expression de cette fonction. Il est à noter que la gestion par la fauche des prairies permet également l'exportation des nutriments. Le très mince horizon humifère limite néanmoins cette fonction.
	Adsorption, précipitation du phosphore			Modéré à fort	Le pH légèrement acide du sol (pH 5) favorise légèrement cette fonction, soutenue par la présence d'une végétation importante.
	Assimilation végétale des orthophosphates			Modéré	Le pH légèrement acide du sol limite la capacité de la végétation à assimiler le phosphore, toutefois la végétalisation du site permet de compenser légèrement.
	Séquestration du carbone	NA	Faible à modéré	La présence d'habitats arborés est favorable à la séquestration du carbone. L'horizon humifère globalement mince (notamment au niveau des prairies) indique cependant un niveau d'expression limité pour cette fonction.	
Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces	Support des habitats	Fort	Zones considérées comme des cœurs de biodiversité / corridors écologiques d'après le SRCE alsace (2014).	Modéré à fort	Le complexe présente une diversité d'habitat modérée, avec des prairies et des boisements comme seuls grands types d'habitats. Toutefois, des habitats secondaires sont présents et permettent de diversifier les caractéristiques des deux grands ensembles ponctuellement La densité de lisières est assez importante. Cependant, le site est occupé par endroit d'espèces exotiques envahissantes et certaines prairies apparaissent comme étant fortement dégradées.
	Connectivité			Modéré	

Légende : Niveau faible / moyen / fort qualifiant l'opportunité d'expression de la fonction au regard de son environnement et la capacité potentielle d'expression de la fonction au regard des caractéristiques propres du complexe humide. NA : il n'est pas possible d'évaluer l'opportunité d'exprimer ces fonctions dans le cadre de l'application de cette méthode.

3.1.5.5 Présentation de la valeur des indicateurs pour le complexe de zones humides impactées

Propriétés générales de l'indicateur			Mesures de l'indicateur dans le site impacté		Sous-fonctions associées										
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le couvert végétal															
Végétalisation du site	41	... la part du site avec un couvert végétal permanent est très faible	... la part du site avec un couvert végétal permanent est très forte	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couvert vég. permanent très important (100 %). Site détruit (0 ha).										
Couvert végétal 1	56	... le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	... le couvert végétal est principalement herbacé avec export de biomasse et/ou arbustif et/ou arborescent	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou arbustif et/ou arborescent. Site détruit (0 ha).										
Couvert végétal 2	56	... le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	... le couvert végétal est principalement arborescent	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couverts intermédiaires. Site détruit (0 ha).										
Rugosité du couvert végétal	56	... le couvert végétal est absent ou principalement bas	... le couvert végétal est principalement arborescent	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Couvert végétal intermédiaire. Site détruit (0 ha).										
Les systèmes de drainage															
Rareté des rigoles	60	... la densité de rigole est très élevée	... les rigoles sont absentes ou à très faible densité	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence de rigoles. Site détruit (0 ha).										
Rareté des fossés	60	... la densité de fossé est très élevée	... les fossés sont absents ou à très faible densité	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence de fossés. Site détruit (0 ha).										
Rareté des fossés profonds	60	... la densité de fossé profond est très élevée	... les fossés profonds sont absents ou à très faible densité	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence de fossés profonds. Site détruit (0 ha).										
Végétalisation des fossés et fossés profonds	60	... les fossés et fossés profonds sont pas ou très peu végétalisés	... les fossés et fossés profonds sont très végétalisés	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Non renseigné, pas de fossés et fossés prof. Site détruit (0 ha).										
Rareté des drains souterrains	64	... la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très importante	... il n'y a pas de drain souterrain ou quand la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très faible	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Non renseigné, méconnaissance présence de drains sout. Site détruit (0 ha).										
L'érosion															
Rareté du ravinement	66	... la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très importante	... il n'y a pas de ravines, ou quand la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très faible	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence de ravinement. Site détruit (0 ha).										
Végétalisation des berges	71 et 72	... la part du linéaire de berges érodée ou non stabilisée est très importante	... la part du linéaire de berges végétalisée ou stabilisée par des aménagements est très importante	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Berges nues très réduites (0 %). Site détruit (0 ha).										

Propriétés générales de l'indicateur			Mesures de l'indicateur dans le site impacté		Sous-fonctions associées										
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Le sol															
Acidité du sol 1	73	... le pH moyen du sol est très acide ou très basique	... le pH moyen du sol est compris entre [6-7]	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Sol généralement ni acide ni basique. Site détruit (0 ha).										
Acidité du sol 2	73	... le pH moyen du sol est compris entre [6-7]	... le pH moyen du sol est très acide ou très basique	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Sol généralement ni acide ni basique. Site détruit (0 ha).										
Matière organique incorporée en surface	73	... l'épisolium humifère en surface est absent ou très peu épais	... l'épisolium humifère en surface est très épais	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Episolium humifère mince (moy. = 28 cm). Site détruit (0 ha).										
Matière organique enfouie	73	... il n'y a pas d'horizon humifère enfoui ou très peu épais	... l'horizon humifère enfoui est très épais	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Horizon humifère enfoui non renseigné dans tout le site. Site détruit (0 ha).										
Tourbe en surface	73	... il n'y a pas d'horizon histique ou très peu épais et/ou très décomposé	... l'horizon histique est épais et peu décomposé	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence d'horizon histique (tourbe). Site détruit (0 ha).										
Tourbe enfouie	73	... il n'y a pas d'horizon histique enfoui ou très peu épais et/ou très décomposé	... l'horizon histique enfoui est épais et peu décomposé	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Absence d'horizon histique (tourbe). Site détruit (0 ha).										
Texture en surface 1	73	... la texture est principalement limoneuse entre 0 et 30 cm de profondeur	... la texture est principalement argileuse et/ou sableuse entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Granulométrie majoritairement limoneuse. Site détruit (0 ha).										
Texture en surface 2	73	... la texture est principalement sableuse entre 0 et 30 cm de profondeur	... la texture est principalement argileuse entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Granulométrie intermédiaire. Site détruit (0 ha).										
Texture en profondeur	73	... la texture est principalement sableuse entre 30 et 120 cm de profondeur	... la texture est principalement argileuse entre 30 et 120 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Texture en profondeur non renseignée dans tout le site. Site détruit (0 ha).										
Conductivité hydraulique en surface	73	... la conductivité hydraulique est très réduite entre 0 et 30 cm de profondeur	... la conductivité hydraulique est très importante entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Faible conductivité hydraulique en surface. Site détruit (0 ha).										
Conductivité hydraulique en profondeur	73	... la conductivité hydraulique est très réduite entre 30 et 120 cm de profondeur	... la conductivité hydraulique est très importante entre 30 et 120 cm de profondeur	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Type de matériau en profondeur non renseigné dans tout le site. Site détruit (0 ha).										
Hydromorphie	73	... l'hydromorphie est très réduite (traits rédoxyques)	... l'hydromorphie est très élevée (traits histiques)	Avant impact Avec impact envisagé Après impact	Hydromorphie en profondeur non connue dans tout le site. Site détruit (0 ha).										

Propriétés générales de l'indicateur			Mesures de l'indicateur dans le site impacté		Sous-fonctions associées										
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les habitats															
Richesse des grands habitats	39	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 est très réduit	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 est très important	Avant impact	3 grands habitats.										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Equipartition des grands habitats	39	... un ou quelques habitats EUNIS niveau 1 sont largement dominants sur les autres	... la part relative des habitats EUNIS niveau 1 est similaire à celle des autres	Avant impact	Equitabilité de répartition des grands habitats élevée (E=0,65).										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Proximité des habitats	77, 78	... les unités d'habitats EUNIS niveau 1 du site sont très isolées des autres unités d'habitats similaires	... les unités d'habitats EUNIS niveau 1 du site sont très proches des autres unités d'habitats similaires	Avant impact	Très faible isolement des habitats (dist. moy. 0 km).										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Similarité avec le paysage	22, 39	... la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très différente	... la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très similaire	Avant impact	Habitats très différents du paysage (coef. sim.=0,39).										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Richesse des habitats	39	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 3 est très réduit	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 3 est très important	Avant impact	5 habitats.										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Equipartition des habitats	39	... un ou quelques habitats EUNIS niveau 3 sont largement dominants sur les autres	... la part relative des habitats EUNIS niveau 3 est similaire à celle des autres	Avant impact	Equitabilité de répartition des habitats assez réduite (E=0,47).										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Rareté des lisières	76	... les lisières entre les habitats EUNIS niveau 3 sont très importantes	... les lisières entre les habitats EUNIS niveau 3 sont très réduites	Avant impact	Assez forte densité de lisières (432,2 m/ha).										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Rareté de l'artificialisation de l'habitat	39, 57 et 58	... les perturbations anthropiques sont extrêmes	... les perturbations anthropiques sont modérées à quasi-absentes.	Avant impact	Perturbations anthropiques modérées à quasi-absentes.										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											
Rareté des invasions biologiques végétales	55	... la part du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques est élevée	... la part du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques est réduite ou absente	Avant impact	Emprise d'esp. inv. vég. très élevée (28 %).										
				Avec impact envisagé	Site détruit (0 ha).										
				Après impact											

3.2 PRESENTATION DE LA STRATEGIE COMPENSATOIRE POUR LES ZONES HUMIDES ET DIAGNOSTIC FONCTIONNEL

3.2.1 Présentation générale

La méthode nationale a également été appliquée sur les sites de compensation identifiés comme étant un complexe de zones humides. Ceux-ci ont été caractérisés suite à une analyse des habitats humides d'après les données de ESOPE 2011, la reprise des données DUP Biotope et l'inventaire des zones humides du bassin versant du Giessen réalisé par l'ONF.

Plusieurs sites de compensation zone humide ont été étudiés afin de répondre au mieux à la « dette » zone humide et retrouver les fonctionnalités perdues.

La carte ci-dessous présente les premiers sites étudiés.

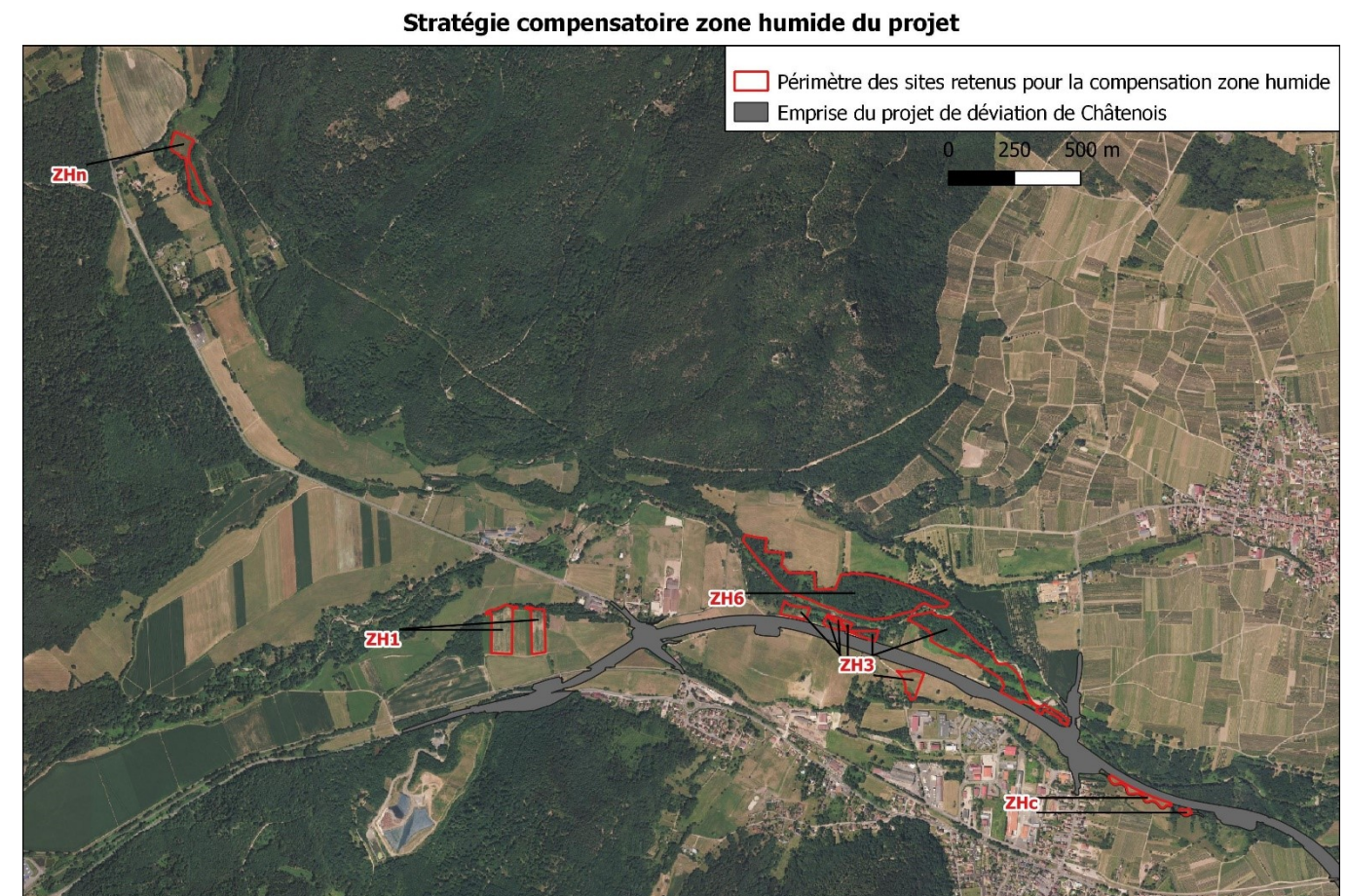

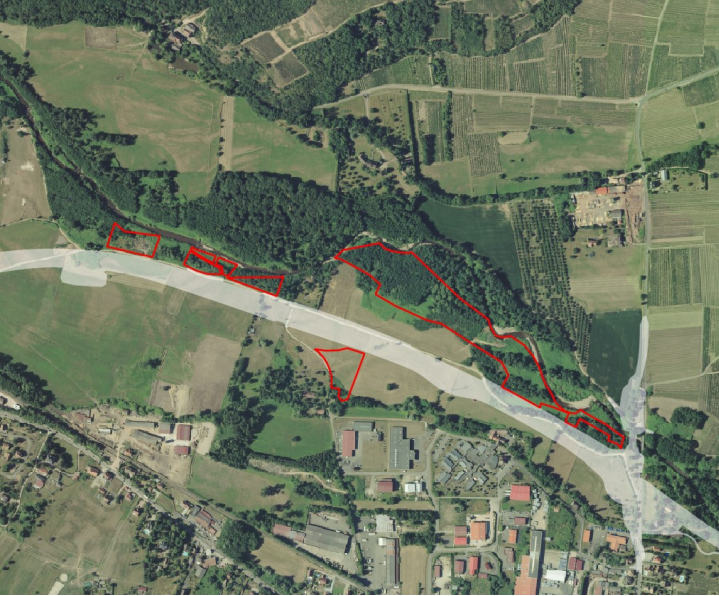






Illustration 45 : Sites compensatoires zone humide étudiés dans le cadre de la stratégie compensatoire présentée en décembre 2017.

Chaque site de compensation zone humide, faisant partie du complexe, a fait l'objet d'une étude préparatoire de caractérisation des sites (remplissage du tableur d'évaluation à partir d'une analyse par SIG) et d'une étude de terrain.

Tableau 14 : Sites compensatoires zones humides étudiés pour atteindre l'équivalence fonctionnelle.

Site de compensation	Caractéristiques de la zone
<p>ZH1 (site compensatoire, zone humide 1)</p> 	<p><u>Surface</u> : 2,28 ha</p> <p><u>HGM</u> : alluvial bordé par le Muehlbach</p> <p><u>Habitat</u> : 3 habitats : culture, ripisylve, lisière</p> <p><u>Espèce envahissante</u> : présence de la Renouée du japon</p> <p><u>Pédologie</u> : 2 sondages humides. Structure du sol assez homogène (sablo-limoneux ou Limono-sableux).</p> <p>Site retenu pour compenser la destruction du complexe de zones humides.</p>
<p>ZH3 (site compensatoire, zone humide 3)</p> 	<p><u>Surface</u> : 5,66 ha</p> <p><u>HGM</u> : alluvial, bordée par le Giessen et le Muehlbach</p> <p><u>Habitat</u> : 6 habitats : prairie de fauche, forêt riveraine (aulne, peuplier, saule), forêt riveraine mixte, prairies humides, zone de décharge, berges à végétation clairsemée.</p> <p><u>Espèce envahissante</u> : présence de Robinier faux acacia et de Renouée du japon</p> <p>Présence d'une décharge sauvage sur le site (0.327ha)</p> <p><u>Pédologie</u> : 9 sondages dont deux humides. Zone peu propice à la pédologie dû à la présence importante d'alluvion dans le sol. La moyenne des profondeurs atteintes est de 50 cm.</p> <p>Site retenu pour compenser la destruction du complexe de zones humides.</p>

Site de compensation	Caractéristiques de la zone
<p>ZH6 (site compensatoire 7 zone humide 6)</p> 	<p><u>Surface</u> : 7,55 ha</p> <p><u>HGM</u> : alluvial, bordé par le Giessen</p> <p><u>Habitat</u> : 2 habitats : plantations forestières et forêt riveraine mixte</p> <p><u>Espèce envahissante</u> : présence du Robinier faux acacia, Renouée du japon, Solidage et Balsamine.</p> <p><u>Pédologie</u> : 5 sondages dont un sondage humide. Zone peu propice à la pédologie en raison de la présence importante d'alluvion dans le sol. La moyenne de la profondeur réalisée est de 60 cm</p> <p>Site retenu pour compenser la destruction du complexe de zones humides.</p>
<p>ZH7 (site compensatoire, zone humide 7)</p> 	<p><u>Surface</u> : 5,5 ha</p> <p><u>HGM</u> : alluvial, cours d'eau intermittent traversant le site</p> <p><u>Habitat</u> : 4 habitats : forêt riveraines mixtes, forêt marécageuse, lisière et prairies humides, prairies humides ou mouilleuses (mégaphorbiaie).</p> <p><u>Espèce envahissante</u> : non</p> <p><u>Pédologie</u> : 8 sondages dont 5 humides, zone remblayée en bordure de route (0.179 ha).</p> <p>Site retenu pour la gestion de la zone humide en bon état. En effet, les mesures à mettre en place n'apportent que peu de plus-value écologique, c'est pourquoi ce site est retiré de la stratégie compensatoire pour les zones humides.</p>

Site de compensation	Caractéristiques de la zone
<p>ZHc</p> 	<p><u>Surface</u> : 0,51 ha</p> <p><u>HGM</u> : alluvial, bordée par le Muehlbach</p> <p><u>Habitat</u> : 2 habitats : prairie sèche de fauche, pelouse.</p> <p><u>Espèce envahissante</u> : non</p> <p><u>Pédologie</u> : Aucun sondage dans le site. 4 sondages non humides à proximité. Zone peu propice à la pédologie dû à la présence importante d'alluvion dans le sol.</p> <p>Site retenu pour compenser la destruction du complexe de zones humides.</p>
<p>ZHn</p> 	<p><u>Surface</u> : 1,11 ha</p> <p><u>HGM</u> : alluvial, bordée par le Giessen</p> <p><u>Habitat</u> : 3 habitats : prairie de fauche, friche arbustive, lisière.</p> <p><u>Espèce envahissante</u> : Renouée du Japon, Solidage géant</p> <p><u>Pédologie</u> : Aucun sondage. Zone peu propice à la pédologie dû à la présence importante d'alluvion dans le sol.</p> <p>Site retenu pour compenser la destruction du complexe de zones humides.</p>

Pour ces sites, les mesures proposées consistent à :

- Mise en défens du cours d'eau ;
- Préservation des haies existantes et plantation d'un linéaire de haie ;
- Reconversion des cultures en prairie ;
- Restauration de mégaphorbiaie ;
- Elargissement et gestion de la ripisylve ;
- Mise en place de techniques de lutte afin de limiter la propagation des Espèces Exotiques Envahissantes (EEE), dont la Renouée du Japon ;
- Reconversion d'une plantation de peuplier en boisement alluvial ;
- Gestion de milieux semi-ouverts ;
- Création de boisements alluviaux ;
- Transformation d'une décharge en milieu ouvert.

Le substrat géologique de l'ensemble du périmètre d'étude est globalement homogène (alluvions quaternaires de la Vallée vosgienne de la Liepvrette et socle du massif vosgien sud). La présence de ces alluvions et l'affleurement des roches cristallines hercyniennes a limité la possibilité d'aller en profondeur pour de nombreux sondages pédologiques comme pour les zones humides impactées.

De ce fait, certains indicateurs liés au sol ne sont pas renseignés dans les tableaux associés à la méthode nationale. Néanmoins, les caractéristiques du sol ont été prises en compte dans l'analyse des fonctions.

Au final, cinq sites ont été retenus dans le cadre de la mise en œuvre des mesures compensatoires :

- ZH3 (site compensatoire, zone humide 3) de superficie : 5,66 ha ;
- ZH1 (site compensatoire, zone humide 1) de superficie : 2,28 ha ;
- ZH6 (site compensatoire, zone humide 6) de superficie : 7,55 ha ;
- ZHc de superficie : 0,51 ha ;
- ZHn : de superficie : 1,11 ha.

3.2.2 Diagnostic fonctionnel du site compensatoire

3.2.2.1 Contexte et synthèse des résultats

Le site compensatoire est rattaché aux masses d'eau du Giessen et de la Liepvrette. Il se situe donc dans le même bassin versant que le complexe impacté. Son fonctionnement hydrologique est analogue à celui des zones humides impactées (système alluviale). Il se situe également en bordure du Giessen et du Muehlbach (l'illustration suivante présente la stratégie compensatoire définitive retenue pour les zones humides ; unités encadrées en rouge).

L'ensemble du complexe de compensation représente une surface de 17,1 ha.

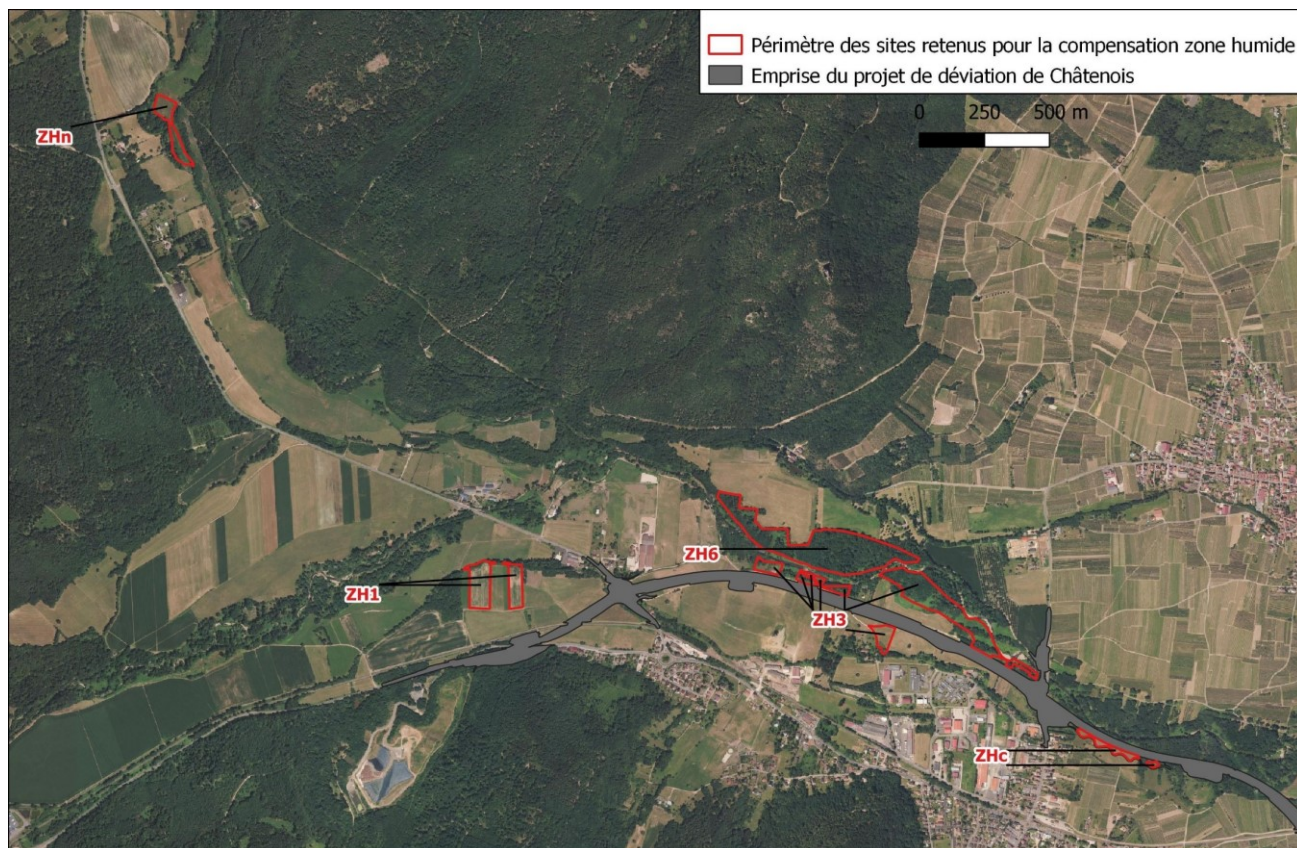


Illustration 46 : Complexé des sites de compensation

Sa zone contributive est similaire à celle du complexe de zones humides impactées. Elle comprend donc le bassin versant du cours d'eau de la Liepvrette, dont le Muehlbach ainsi que celui du Giessen.



Illustration 47: Zone contributive du site de compensation

Cette zone contributive a une superficie de 26 655 ha. Elle se caractérise par une densité très importante de forêt (environ 80% de la superficie). Cette zone est peu anthropisée, seulement 0,5% correspond à des zones bâties. La densité des infrastructures de transport est assez réduite. Peu de cultures sont présentes mais 11% de la zone est dominée par des prairies enherbées.

Ce complexe de sites a été sélectionné dans le but d'y réaliser des actions visant à améliorer sa fonctionnalité. La proximité géographique a également été un objectif important.

Ce site présente des enjeux de restauration conformes aux dispositions du SDAGE et ne fait l'objet d'aucune action publique ou privée en termes de compensation envers les zones humides ou plus globalement de gestion favorable à l'expression des fonctions des zones humides. Le principe d'additionnalité aux engagements publics est donc respecté.

Cet engagement porte sur une durée de 50 ans à compter de la mise en œuvre des mesures.

Les habitats composant ce site sont précisés dans le tableau ci-après.

Habitat EUNIS Niv.3 du site de compensation	Superficie (ha)	Part du total	
<i>Description du site selon la MNEFZH : seules les zones humides sont incluses dans la description du "site de compensation" au sens de la MNEFZH</i>			
E2.2 - Prairies de fauche de basse et moyenne altitude	0,91	6,5%	24,8%
E3.4 - Prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses **	2,09	14,8%	
E5.4 - Lisières et prairies humides ou mouilleuses à grandes herbacées et à fougères *	0,49	3,5%	2,7%
F9.3 - Galeries et fourrés riverains méridionaux	0,4	2,7%	
G1.1 - Forêts riveraines et forêts galeries, avec dominance d'Alnus, Populus, ou Salix*	0,87	6,2%	59,2%
G1.2 - Forêts riveraines mixtes des plaines inondables et forêts galeries mixtes *	7,49	53,0%	
I1.1 - Monocultures intensives	1,88	13,3%	13,3%

* Habitat humide ; ** Habitat partiellement humide

Tableau 15. Présentation des habitats présents sur le complexe des sites de compensation.

Le complexe de compensation se caractérise par la présence de milieux dégradés par le développement d'espèces exotiques envahissantes. Des surfaces fortement anthropisées (décharge sauvage) ou de cultures intensives (monoculture) s'observent également. Cependant, ce complexe présente un intérêt écologique avec la présence de la Gagée jaune (plante protégée au niveau national) et d'un secteur favorable à des espèces protégées de papillons liés aux milieux humides.

Secteurs ouest du complexe (ZH1) :

Le secteur le plus à l'ouest du complexe était jusqu'en 2016 une zone favorable pour des espèces de papillons rares et protégés (Cuivré des marais, Azuré des paluds, Azuré de la Sanguisorbe). La plante hôte spécifique à certaines espèces était présente sur les prairies humides au nord de la zone. En 2016, certaines prairies ont été retournées afin d'y cultiver du blé et du maïs, ce qui a perturbé le cycle biologique de ces espèces.

Quelques espèces exotiques envahissantes ont été observées, particulièrement la Renouée du Japon qui se retrouve pour le moment sur 2% de ce secteur ouest. Sa capacité de dispersion étant très rapide, celle-ci peut se propager sur une grosse partie du site.

Secteur central – nord du complexe (ZH6) :

Le secteur central, le plus au nord, est assez altéré par la présence de plantations de peuplier avec une sous strate en friche. Une forte présence d'espèces exotiques envahissantes est à noter sur ce site. Quelques fourrés à Renouée du Japon sont présents et les berges du Giessen en sont couvertes. De nombreuses plantations de Robinier faux acacia ont été repérées au niveau de ce secteur du complexe de compensation. Ce secteur présente un intérêt écologique majeur puisqu'il abrite la Gagée jaune (géographiquement sur la partie est) et se situe en bordure immédiate du cours d'eau.

Secteurs est du complexe (ZH3) :

Ce secteur est globalement en mauvais état. La majorité des habitats sont caractérisés par un nombre important d'espèces exotiques envahissantes. Les parcelles correspondant à des lisières et prairies humides ou mouilleuses à grandes herbacées et à fougères (habitat E5.4) sont complètement envahies par la Renouée du Japon (fourré). De plus, les habitats boisés (G1.2 et G1.1) sont eux aussi partiellement envahis par des espèces telles que le Robinier faux acacia et la Solidage. Une décharge sauvage (accumulation de déchets verts, de construction et ménagés) est présente à l'ouest de ce secteur.

Le site au sud semble être le mieux conservé, malgré le renfermement d'une mégaphorbiaie à l'ouest. Beaucoup d'embâcles sont présents dans le cours d'eau. S'ils peuvent être intéressants (abris pour la faune piscicole, diversification du lit mineur notamment), il faut veiller à ce qu'ils n'obstruent pas complètement le cours d'eau.

3.2.2.2 Diagnostic fonctionnel du complexe de zones humides de compensation et évolution des fonctions au regard de la mise en œuvre des mesures compensatoires

Cette synthèse est construite par interprétation, à dire d'expert, des résultats par indicateur issus de la méthode AFB (voir paragraphe 0).

Etant localisé dans le même bassin versant (Giessen et Liepvrette), les enjeux observés, et les opportunités, au niveau du complexe de compensation sont similaires à ceux présentés pour les zones humides impactées.

3.2.2.3 Fonctions hydrologiques

Le niveau d'expression des fonctions hydrologiques du complexe est globalement modéré à fort.

Fonctions biogéochimiques

Le niveau d'expression est considéré comme faible à modéré pour la sous-fonction de séquestration de carbone. Malgré la présence de d'un couvert arboré et arbustif, l'absence de matière organique en surface et la faible hydromorphie limitent l'expression.

Le niveau d'expression de la dénitrification des nitrates, de l'assimilation de l'azote et de l'assimilation des orthophosphates par la végétation est plutôt faible à modéré. La présence d'un pH acide ne permet pas à la végétation de l'assimiler correctement. A l'inverse, l'expression est forte pour l'adsorption/précipitation du phosphore (pH légèrement acide).

3.2.2.4 Fonctions biologiques

Les fonctions biologiques sont très impactées par l'artificialisation et la présence en grande quantité d'espèces exotiques. Malgré la bonne diversité des habitats et des lisières, le niveau d'expression de la fonction biologique est considéré comme modéré à fort car impacté par l'état de conservation actuels des habitats.

Les actions de compensation qui seront mises en place permettront d'augmenter la fonctionnalité d'un point de vue biologique en priorité (rareté de l'artificialisation et des espèces exotiques sur le site). Toutefois, ces actions auront également une incidence sur les fonctions hydrologique et biogéochimique (rugosité, couvert végétal).

Les actions écologiques proposées dans la section suivante favoriseront principalement les fonctions hydrologiques et dans une moindre mesure les fonctions biologiques et biogéochimiques.

Légende : Niveau faible / moyen / fort qualifiant l'opportunité d'expression de la fonction au regard de son environnement et la capacité potentielle d'expression de la fonction au regard des caractéristiques propres du complexe humide. NA : il n'est pas possible d'évaluer l'opportunité d'exprimer ces fonctions dans le cadre de l'application de cette méthode

Fonctions (Méthode AFB, 2016)		Opportunité d'expression de la fonction		Capacité vraisemblable d'expression de la fonction <u>avant action écologique envisagée</u>	
		Interprétation BIOTOPE			
Fonctions hydrologiques (dont rôle de la zone humide quant au risque inondation)	Ralentissement des ruissellements	Modéré à fort	Le complexe est en situation de nappe affleurante et à la confluence de deux cours d'eau qui peuvent donner lieu à des inondations en aval.	Modéré à fort	La présence d'un couvert végétal diversifié (forte rugosité) et l'absence de système de drainage permettent d'effectuer un ralentissement très efficace des écoulements et de retenir les sédiments. Néanmoins, le cours d'eau est particulièrement incisé, les périodes de débordement sont donc vraisemblablement rares, notamment sur les zones humides éloignées du cours d'eau.
	Recharge des nappes			Fort	
	Rétention des sédiments			Modéré à fort	
Fonctions biogéochimiques (= fonctions épuratoires et de stockage du carbone)	Dénitrification	Modéré à fort	Bien que la superficie du bâti et des zones cultivées soient relativement faibles au sein de la zone contributive, la qualité des cours d'eau, notamment de la Liépvrette est considérée passable notamment au regard du phosphore mais également de l'azote (Sage gessien et Liepvrette, 2009). Les enjeux au niveau du Gessien concernent principalement les composés phosphorés.	Faible	La présence d'un horizon humifère peu développé et la présence d'une texture sablo-limoneuse limitent l'expression de cette fonction, malgré la présence d'un couvert végétal permanent et l'absence de fossés.
	Assimilation végétale de l'azote			Faible à modéré	La présence d'un couvert végétal diversifié (herbacé et arboré) favorise cette fonction.
	Adsorption, précipitation du phosphore			Fort	Le pH acide favorise cette fonction.
	Assimilation végétale des orthophosphates			Faible à modéré	Le pH acide limite la capacité de la végétation à assimiler le phosphore.
	Séquestration du carbone	NA	Faible à modéré	La présence d'un couvert végétal diversifié favorise cette fonction (carbone stocké dans la végétation important). En revanche, l'horizon humifère peu marqué limite la capacité d'expression de cette fonction.	
Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces	Support des habitats	Fort	Zones considérées comme des cœurs de biodiversité / corridors écologiques d'après le SRCE alsace (2014).	Modéré à fort	Ce site présente une diversité d'habitat intéressante. 11 habitats composent le complexe. Cependant, ce site est fortement occupé par des espèces exotiques envahissantes. De plus, une décharge sauvage est présente sur le site, et certaines prairies ont été converties en cultures. Les actions écologiques proposées permettront d'augmenter les fonctions biologiques du complexe (conversion de la décharge en prairie, reconversion des cultures en prairies, élargissement d'une mégaphorbiaie, lutte contre les espèces exotiques envahissantes).
	Connectivité			Modéré à fort	

Tableau 16 - Opportunité du complexe à remplir les fonctions et capacité intrinsèque (propre) à les exprimer.

3.2.2.5 Présentation de la valeur des indicateurs pour le complexe des sites de compensation

Propriétés générales de l'indicateur			Mesures de l'indicateur dans le site de compensation		Sous-fonctions associées										
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.															
Le couvert végétal															
Végétalisation du site	41	... la part du site avec un couvert végétal permanent est très faible	... la part du site avec un couvert végétal permanent est très forte	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Couvert vég. permanent très important (87 %). Couvert vég. permanent très important (100 %).										
Couvert végétal 1	56	... le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	... le couvert végétal est principalement herbacé avec export de biomasse et/ou arbusatif et/ou arborescent	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou arbusatif et/ou arborescent. Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou arbusatif et/ou arborescent.										
Couvert végétal 2	56	... le couvert végétal est principalement clairsemé ou muscinal	... le couvert végétal est principalement arborescent	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Couvert surtout arborescent. Couvert surtout arborescent.										
Rugosité du couvert végétal	56	... le couvert végétal est absent ou principalement bas	... le couvert végétal est principalement arborescent	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Couvert végétal intermédiaire. Couvert surtout arborescent.										
Les systèmes de drainage															
Rareté des rigoles	60	... la densité de rigole est très élevée	... les rigoles sont absentes ou à très faible densité	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Absence de rigoles. Absence de rigoles.										
Rareté des fossés	60	... la densité de fossé est très élevée	... les fossés sont absents ou à très faible densité	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Absence de fossés. Absence de fossés.										
Rareté des fossés profonds	60	... la densité de fossé profond est très élevée	... les fossés profonds sont absents ou à très faible densité	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Absence de fossés profonds. Absence de fossés profonds.										
Végétalisation des fossés et fossés profonds	60	... les fossés et fossés profonds sont pas ou très peu végétalisés	... les fossés et fossés profonds sont très végétalisés	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Non renseigné, pas de fossés et fossés prof. Non renseigné, pas de fossés et fossés prof.										
Rareté des drains souterrains	64	... la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très importante	... il n'y a pas de drain souterrain ou quand la part du site et de la zone tampon drainée par des drains souterrains est très faible	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Non renseigné, méconnaissance présence de drains sout. Site et zone tampon très peu ou pas drainés (0 %).										
L'érosion															
Rareté du ravinement	66	... la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très importante	... il n'y a pas de ravines, ou quand la part du site ravinée sans couvert végétal permanent est très faible	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Absence de ravinement. Absence de ravinement.										
Végétalisation des berges	71 et 72	... la part du linéaire de berges érodée ou non stabilisée est très importante	... la part du linéaire de berges végétalisée ou stabilisée par des aménagements est très importante	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Berges nues très réduites (0 %). Berges nues très réduites (0 %).										

Propriétés générales de l'indicateur			Mesures de l'indicateur dans le site de compensation		Sous-fonctions associées										
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Ralentissement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.															
Le sol															
Acidité du sol 1	73	... le pH moyen du sol est très acide ou très basique	... le pH moyen du sol est compris entre [6-7]	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Sol généralement ni acide ni basique. Sol généralement ni acide ni basique.										
Acidité du sol 2	73	... le pH moyen du sol est compris entre [6-7]	... le pH moyen du sol est très acide ou très basique	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Sol généralement ni acide ni basique. Sol généralement ni acide ni basique.										
Matière organique incorporée en surface	73	... l'épisolum humifère en surface est absent ou très peu épais	... l'épisolum humifère en surface est très épais	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Episolum humifère mince (moy =28 cm). Episolum humifère assez mince (moy =42 cm).										
Matière organique enfouie	73	... il n'y a pas d'horizon humifère enfoui ou très peu épais	... l'horizon humifère enfoui est très épais	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Horizon humifère enfoui non renseigné dans tout le site. Absence d'horizon humifère enfoui.										
Tourbe en surface	73	... il n'y a pas d'horizon histique ou très peu épais et/ou très décomposé	... l'horizon histique est épais et peu décomposé	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Absence d'horizon histique (tourbe). Absence d'horizon histique (tourbe).										
Tourbe enfouie	73	... il n'y a pas d'horizon histique enfoui ou très peu épais et/ou très décomposé	... l'horizon histique enfoui est épais et peu décomposé	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Absence d'horizon histique (tourbe). Absence d'horizon histique (tourbe).										
Texture en surface 1	73	... la texture est principalement limoneuse entre 0 et 30 cm de profondeur	... la texture est principalement argileuse et/ou sableuse entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Granulométrie majoritairement limoneuse. Granulométrie majoritairement limoneuse.										
Texture en surface 2	73	... la texture est principalement sableuse entre 0 et 30 cm de profondeur	... la texture est principalement argileuse entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Granulométrie intermédiaire. Granulométrie intermédiaire.										
Texture en profondeur	73	... la texture est principalement sableuse entre 30 et 120 cm de profondeur	... la texture est principalement argileuse entre 30 et 120 cm de profondeur	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Texture en profondeur non renseignée dans tout le site. Granulométrie intermédiaire.										
Conductivité hydraulique en surface	73	... la conductivité hydraulique est très réduite entre 0 et 30 cm de profondeur	... la conductivité hydraulique est très importante entre 0 et 30 cm de profondeur	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Assez faible conductivité hydraulique en surface. Faible conductivité hydraulique en surface.										
Conductivité hydraulique en profondeur	73	... la conductivité hydraulique est très réduite entre 30 et 120 cm de profondeur	... la conductivité hydraulique est très importante entre 30 et 120 cm de profondeur	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Type de matériau en profondeur non renseigné dans tout le site. Faible conductivité hydraulique en profondeur.										
Hydromorphie	73	... l'hydromorphie est très réduite (traits rédoxiques)	... l'hydromorphie est très élevée (traits histiques)	Avant action écologique Avec act. écol. envisagée Après action écologique	Hydromorphie en profondeur non connue dans tout le site. Hydromorphie en profondeur non connue dans tout le site.										

Propriétés générales de l'indicateur			Mesures de l'indicateur dans le site de compensation		Sous-fonctions associées										
Nom	Question associée	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont moins fortes quand...	La valeur de l'indicateur et l'intensité des sous-fonctions sont plus fortes quand...	Valeur de l'indicateur indépendante de la superficie du site [0-1]	Commentaire	Rafraîchissement des ruisselements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Dénitrification des nitrates	Assimilation végétale de l'azote	Adsorption, précipitation du phosphore	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats
Les habitats															
Richesse des grands habitats	39	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 est très réduit	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 1 est très important	Avant action écologique	4 grands habitats.										
				Avec act. écol. envisagée	3 grands habitats.										
				Après action écologique											
Equipartition des grands habitats	39	... un ou quelques habitats EUNIS niveau 1 sont largement dominants sur les autres	... la part relative des habitats EUNIS niveau 1 est similaire à celle des autres	Avant action écologique	Equitabilité de répartition des grands habitats élevée (E=0,74).										
				Avec act. écol. envisagée	Equitabilité de répartition des grands habitats réduite (E=0,39).										
				Après action écologique											
Proximité des habitats	77, 78	... les unités d'habitats EUNIS niveau 1 du site sont très isolées des autres unités d'habitats similaires	... les unités d'habitats EUNIS niveau 1 du site sont très proches des autres unités d'habitats similaires	Avant action écologique	Très faible isolement des habitats (dist. moy. 0,2 km).										
				Avec act. écol. envisagée	Très faible isolement des habitats (dist. moy. 0,1 km).										
				Après action écologique											
Similarité avec le paysage	22, 39	... la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très différente	... la composition des habitats EUNIS niveau 1 dans le site et dans le paysage est très similaire	Avant action écologique	Habitats assez similaires au paysage (coef. sim.=0,73).										
				Avec act. écol. envisagée	Habitats assez similaires au paysage (coef. sim.=0,64).										
				Après action écologique											
Richesse des habitats	39	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 3 est très réduit	... le nombre d'habitats EUNIS niveau 3 est très important	Avant action écologique	7 habitats.										
				Avec act. écol. envisagée	5 habitats.										
				Après action écologique											
Equipartition des habitats	39	... un ou quelques habitats EUNIS niveau 3 sont largement dominants sur les autres	... la part relative des habitats EUNIS niveau 3 est similaire à celle des autres	Avant action écologique	Equitabilité de répartition des habitats élevée (E=0,75).										
				Avec act. écol. envisagée	Equitabilité de répartition des habitats assez réduite (E=0,4).										
				Après action écologique											
Rareté des lisières	76	... les lisières entre les habitats EUNIS niveau 3 sont très importantes	... les lisières entre les habitats EUNIS niveau 3 sont très réduites	Avant action écologique	Faible densité de lisières (346 m/ha).										
				Avec act. écol. envisagée	Assez forte densité de lisières (442,2 m/ha).										
				Après action écologique											
Rareté de l'artificialisation de l'habitat	39, 57 et 58	... les perturbations anthropiques sont extrêmes	... les perturbations anthropiques sont modérées à quasi-absentes.	Avant action écologique	Perturbations anthropiques modérées à quasi-absentes.										
				Avec act. écol. envisagée	Perturbations anthropiques modérées à quasi-absentes.										
				Après action écologique											
Rareté des invasions biologiques végétales	55	... la part du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques est élevée	... la part du site occupée par des espèces végétales associées à des invasions biologiques est réduite ou absente	Avant action écologique	Emprise d'esp. inv. vég. très élevée (37 %).										
				Avec act. écol. envisagée	Absence d'esp. inv.										
				Après action écologique											

3.2.3 Vérification des principes de proximité géographique, d'équivalence et d'additionnalité

3.2.3.1 Respect du principe de proximité géographique

Le tableau suivant présente le diagnostic de contexte obtenu par le biais de la méthode AFB.

Critères	Complexe impacté	Complexe de compensation	Conforme ?
Superficie des zones humides	7,12 ha	17,12 ha	✓
Appartenance au même sous-bassin versant (ou même masse d'eau)	FRCR113 – Giessen et FRCR117 - Liepvrette	FRCR113 – Giessen et FRCR117 - Liepvrette	✓
Pressions anthropiques similaires dans la zone contributive	La zone contributive des zones humides impactées est similaire à la zone contributive du complexe des sites de compensation (la surface et l'occupation du sol sont sensiblement les mêmes). Dans l'ensemble, ces zones sont soumises à peu de pressions anthropiques : peu de culture, beaucoup de zones enherbées et de bois, et la densité de bâtis et infrastructures de transport est faible.		✓
Paysages similaires	Paysage équivalent entre les sites, quelques légères variations (Zones bâties et agricoles de 1,5 à 5 points plus importantes)		✓
Même système hydromorphogéologique	Alluvial	Alluvial	✓
Habitats présents sur les sites	<p>D5.1 Roselières normalement sans eau libre (0,3% soit environ 0,02 ha)</p> <p>D5.2 Formations à grandes cypéracées normalement sans eau libre (0,3% soit environ 0,02 ha)</p> <p>E2.2 Prairies de fauche de basse et moyenne altitude (55,8 % soit environ 3,97 ha)</p> <p>G1.1 Forêts riveraines et forêts galeries, avec dominance d'<i>Alnus</i>, <i>Populus</i> ou <i>Salix</i> (0,6% soit environ 0,04 ha)</p> <p>G1.2 Forêts riveraines mixtes des plaines inondables et forêts galeries mixtes (43% soit environ 3,06 ha)</p>	<p>E1.2 Pelouses calcaires vivaces et steppes riches en bases (1,6 % soit environ 0,3 ha) ⇒ Habitat voué à la reconversion en G1.2</p> <p>E2.2 Prairies de fauche de basse et moyenne altitude (6 % soit environ 1 ha) ⇒ Habitat voué à la reconversion en G1.2</p> <p>E2.6 Prairies améliorées, réensemencées et fortement fertilisées (1,3 % soit environ 0,2 ha) ⇒ Habitat voué à la reconversion en G1.2</p> <p>E5.4 Lisières et prairies humides ou mouilleuses à grandes herbacées et à fougères (2,6 % soit environ 0,5 ha) ⇒ Habitat voué à restauration sur les secteurs dégradés</p> <p>F9.35 Formations riveraines d'arbustes invasifs (9,2 % soit environ 1,6 ha)</p> <p>G1.1 Forêts riveraines et forêts galeries, avec dominance d'<i>Alnus</i>, <i>Populus</i> ou <i>Salix</i> (5,7 % soit environ 1 ha) ⇒ Habitat voué à restauration sur les secteurs dégradés</p> <p>G1.2 Forêts riveraines mixtes des plaines inondables et forêts galeries mixtes (53,3 % soit environ 9,1 ha) ⇒ Habitat voué à restauration sur les secteurs dégradés</p> <p>G1.C Plantations forestières très artificielles de feuillus caducifoliés (5,7 % soit environ 1 ha) ⇒ Habitat voué à la reconversion en G1.2</p> <p>I1.1 Monocultures intensives (12,4 % soit environ 2,1 ha) ⇒ Habitat voué à la reconversion en E3.4</p> <p>J6.2 Déchets ménagers et sites d'enfouissement (2 % soit environ 0,3 ha) ⇒ Habitat voué à la reconversion en G1.2</p> <p>Remarque : les surfaces indiquées correspondent à l'état initial des unités de compensation. A ne pas confondre avec les habitats présents dans le(s) site(s) de compensation « avant action écologique » au sens de la méthode d'évaluation des fonctions qui n'intègre(nt) pas toutes les surfaces compensatoires.</p>	✓

Tableau 17 : Contexte géographique des zones humides impactées et du complexe de compensation - Evaluation du respect du principe de proximité géographique.

Les résultats obtenus indiquent que :

- Les zones humides impactées et le complexe de compensation sont situés dans les mêmes masses d'eau et donc dans les mêmes sous-bassins versants ;
- Le contexte géographique (paysage et zone contributive) apparaît équivalent entre les zones humides impactées et le complexe de compensation ;
- Les zones humides impactées et le complexe de compensation présentent un fonctionnement hydrogéomorphologique similaire.

Par ailleurs, la mise en œuvre des mesures compensatoires permettra de restaurer les mêmes habitats que ceux détruits ainsi que des habitats supplémentaires dont la restauration apporte une plus-value écologique. En termes surfacique, la compensation devra viser au minimum 14,32 ha (ratio de 200%). Au regard de la superficie des sites de compensation proposé (17,1 ha), la réglementation du SDAGE est donc respectée (ratio d'environ 240%).

D'après ces différents éléments, le principe de proximité géographique est respecté ainsi que la réglementation du SDAGE (au regard des ratios surfaciques).

La méthode AFB peut être mise en œuvre afin de vérifier si les principes d'additionnalité et d'équivalence fonctionnelle nécessaires pour la recevabilité des mesures sont également respectés.

3.2.3.2 Respect du principe d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité écologique

Il est proposé d'appliquer ici un ratio d'équivalence fonctionnelle de 1,3 pour 1 pour la mise en œuvre de la méthode. L'objectif des mesures compensatoires est en effet de compenser 130% des pertes fonctionnelles de la zone humide impactée.

Le tableau de résultat de la méthode indique que l'équivalence fonctionnelle est atteinte pour 4 indicateurs sur les 16 renseignés. Si 12 indicateurs indiquent une non équivalence fonctionnelle, 3 en fait ne présentent pas de gain fonctionnel sur le site compensatoire.

A noter également que le ratio surfacique atteint 242%. Le projet compensatoire, hors problématique d'équivalence fonctionnelle, est donc compatible avec la valeur guide de 200% recommandée par le SDAGE Rhin-Meuse.

❖ Fonctions hydrologiques

Concernant les indicateurs relatifs aux **fonctions hydrologiques**, les résultats indiquent :

- Un gain **avec** équivalence fonctionnelle pour la rugosité du couvert végétal (ratio : 1,3) ;
- Un gain **avec** équivalence fonctionnelle pour la végétalisation des berges (ratio : 12,3) ;
- Un gain **avec** équivalence fonctionnelle pour la matière organique incorporée en surface (ratio : 1,6) ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la végétalisation du site (ratio : 0,7) ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la conductivité hydraulique en surface (ratio : 0,4).

Ces résultats permettent d'atteindre l'équivalence pour deux sous-fonctions pour lesquelles le site impacté présente un intérêt particulier, le ralentissement des ruissellements et la rétention des sédiments.

Il est toutefois à noter que la restauration des milieux rivulaires (boisements) entraînera un gain écologique important sur la fonctionnalité et la naturalité des milieux alluviaux, ainsi que sur le fonctionnement de la dynamique latérale. En effet, les mesures consistent à accentuer ou rétablir un niveau de fonctionnalité latérale plus intéressant entre le cours d'eau, ses berges et le lit majeur. Les actions sont principalement orientées sur la végétalisation des sites afin d'augmenter la capacité de rétention. Une zone sera également réhabilitée (enlèvement de remblai, implantation de ligneux indigènes...) en lieu et place d'une décharge sauvage. Ces éléments liés à l'amélioration de la qualité écologique des milieux ne sont pas pris en compte par la méthode.

De plus, en ce qui concerne la fonctionnalité hydrologique du secteur impacté, il faut considérer le projet dans sa globalité (mesures de compensation et conception du projet). Les aménagements hydrauliques du projet routier (restauration du Muehlbach, ouvrages, bassins de rétention, ...) participent à la restauration des sous-fonctions impactées (rétention des sédiments et ralentissement des ruissellements). De même que précédemment, ces éléments ne sont pas pris en compte par la méthode.

Ainsi, on considère que l'équivalence fonctionnelle est maintenue.

❖ Fonctions biogéochimiques

Pour les **fonctions biogéochimiques**, trois équivalences fonctionnelles sont obtenues pour trois indicateurs. Les résultats montrent :

- Un gain **avec** équivalence fonctionnelle pour la rugosité du couvert végétal (ratio : 1,3) ;
- Un gain **avec** équivalence fonctionnelle pour la végétalisation des berges (ratio : 12,3) ;
- Un gain **avec** équivalence fonctionnelle pour la matière organique incorporée en surface (ratio : 1,6) ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la végétalisation du site (ratio : 0,7), les couverts végétaux (ratios : 0,4 et 0,9) ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle a été obtenu sur l'acidité du sol (pH) (ratio : 0,4) ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la texture en surface (ratio : 0,4).

Ces résultats permettent d'atteindre l'équivalence pour les 5 sous-fonctions biogéochimiques : la dénitrification des nitrates, l'assimilation végétale de l'azote, l'adsorption / précipitation du phosphore, l'assimilation végétale des orthophosphates et la séquestration du carbone.

Il est à noter que les mesures compensatoires visent davantage les milieux boisés que les milieux ouverts. Les milieux boisés permettent une meilleure assimilation des éléments biochimiques (nitrates, phosphates, carbone) que les prairies.

Ainsi, on considère que l'équivalence fonctionnelle est maintenue.

❖ Fonctions biologiques

Concernant les **fonctions biologiques**, une équivalence fonctionnelle est obtenue pour un seul indicateur ciblé :

- Rareté des invasions biologiques végétales (ratio : 28) ;

Bien que des gains soient permis, l'équivalence fonctionnelle n'est pas obtenue pour :

- Richesse des habitats (ratio : 0) ;
- Rareté de l'artificialisation de l'habitat (ratio : 0,6) ;

Pour rappel, seule la sous-fonction « support des habitats » est traitée dans le présent dossier.

Il est à noter que la restauration d'une mégaphorbiaie, la reconversion de milieux artificialisés (monocultures, décharge sauvage, ...) en prairies et boisements à forte richesse spécifique et favorables à la présence d'espèces patrimoniales, ainsi que la suppression des espèces exotiques envahissantes représentent un gain écologique non négligeable sur la qualité des milieux et leur diversité intra-spécifique. Ce gain écologique n'est toutefois pas pris en compte par la méthode.

De plus, pour rappel, les gains associés aux indicateurs de richesse des habitats correspondent dans le cas présent à des améliorations de la diversité en habitats *patrimoniaux*, c'est-à-dire des habitats à même d'être de bons supports de biodiversité. Le boisement alluvial constitue par ailleurs l'habitat naturellement présent dans le secteur et qui se développe spontanément, sans intervention humaine.

La compensation des fonctions écologiques sera également effective par la recréation de prairies sur des espaces artificialisés et la plantation de haies/ripisylves (création de nouveaux habitats favorables) et la gestion des boisements alluviaux (amélioration d'habitats existants).

Ainsi, on considère que l'équivalence fonctionnelle est maintenue.

Le principe d'équivalence fonctionnelle est globalement atteint d'après la méthodologie employée (cf. résultats détaillés en annexes). On peut considérer, en tenant compte des gains non détectés, et à l'inverse en relativisant certaines pertes, notamment celles liées aux fonctions hydrologiques qui doivent être appréciées au regard du projet dans sa globalité, que les fonctions majeures du site impacté seront bien retrouvées grâce à la mise en œuvre des mesures de compensation.

Le tableau ci-après présente les indicateurs ciblés par les mesures compensatoires en lien avec les fonctions dont la perte est à compenser (indicateurs issus de la méthode AFB). En parallèle, le tableau montre également l'incidence indirecte des actions sur les indicateurs des fonctions biogéochimiques.

Les résultats, permettant d'estimer la perte ou le gain, dépendent de la valeur relative de l'indicateur (par unité de surface) et de la superficie du site impacté et/ou de compensation.

Fonctions	Paramètres associés	Complexe de zones humides impactées	Complexe de compensation	Equivalence pour l'indicateur	Equivalence fonctionnelle pour les fonctions
Fonctions hydrologiques	Végétalisation du site	Perte (7,12)	Gain (4,87)	Gain sans équivalence (ratio : 0,7)	
	Rugosité du couvert végétal	Perte (4,02)	Gain (5,24)	Gain avec équivalence (ratio : 1,3)	✓
	Rareté des rigoles	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Rareté des fossés	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Rareté des fossés profonds	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	

Fonctions	Paramètres associés	Complexe de zones humides impactées	Complexe de compensation	Equivalence pour l'indicateur	Equivalence fonctionnelle pour les fonctions
	Rareté du ravinement	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Végétalisation des berges	Perte (0,27)	Gain (3,32)	Gain avec équivalence (ratio : 12,3)	✓
	Matière organique incorporée en surface	Perte (1,94)	Gain (3,06)	Gain avec équivalence (ratio : 1,6)	✓
	Conductivité hydraulique en surface	Perte (2,85)	Gain (1,10)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Gain écologique important sur la fonctionnalité des milieux alluviaux et du fonctionnement de la dynamique latérale avec la restauration de milieux rivulaires. (Ce gain écologique n'est toutefois pas pris en compte par la méthode).				
Fonctions d'accomplissement du cycle de vie des espèces (fonctions biologiques)	Rareté des invasions biologiques végétales	Perte (0,61)	Gain (17,12)	Gain avec équivalence (ratio : 28)	✓
	Rareté de l'artificialisation de l'habitat	Perte (6,41)	Gain (3,96)	Gain sans équivalence (ratio : 0,6)	
	Similarité avec le paysage	Perte (2,79)	Gain (0,52)	Gain sans équivalence (ratio : 0,2)	
	Richesse des habitats	Perte (5,94)	Gain (0,14)	Gain sans équivalence (ratio : <0,1)	
	Proximité des habitats	Perte (7,01)	Gain (2,68)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Gain écologique important sur la qualité des milieux et la diversité intra-spécifique du fait de la restauration de mégaphorbiaie, de reconversion de milieux artificialisés (culture, plantation peuplier, décharge...) en prairie et boisement alluvial (ce gain écologique n'est toutefois pas pris en compte par la méthode) et de l'éradication partielle des espèces exotiques envahissantes.				
Fonctions biogéochimiques (gains indirects)	Végétalisation du site	Perte (7,12)	Gain (4,87)	Gain sans équivalence (ratio : 0,7)	
	Couvert végétal 1	Perte (7,11)	Gain (3,17)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Couvert végétal 2	Perte (4,69)	Gain (4,39)	Gain sans équivalence (ratio : 0,9)	
	Rugosité du couvert végétal	Perte (4,02)	Gain (5,24)	Gain avec équivalence (ratio : 1,3)	✓

Fonctions	Paramètres associés	Complexe de zones humides impactées	Complexe de compensation	Equivalence pour l'indicateur	Equivalence fonctionnelle pour les fonctions
	Rareté des rigoles	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Rareté des fossés	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Rareté des fossés profonds	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Rareté du ravinement	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Végétalisation des berges	Perte (0,27)	Gain (3,32)	Gain avec équivalence (ratio : 12,3)	✓
	Acidité du sol 1	Perte (7,12)	Gain (2,99)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Acidité du sol 2	Perte (0,71)	Gain (0,30)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	
	Matière organique incorporée en surface	Perte (1,94)	Gain (3,06)	Gain avec équivalence (ratio : 1,6)	✓
	Texture en surface 2	Perte (4,04)	Gain (1,66)	Gain sans équivalence (ratio : 0,4)	

Tableau 18 : Tableau récapitulatif des pertes et gains occasionnés avec les diverses actions

3.2.3.3 Focus sur l'identification des fonctions prioritaires

Concernant l'identification des **fonctions prioritaires** (c'est-à-dire les fonctions « à enjeux ») dans l'analyse des résultats de la MNEFZH, il convient de préciser que **la fonction hydrologique est la fonction prioritaire** (notamment vis-à-vis de la prise en compte du risque d'inondation dans le contexte de fond de vallée).

Dans le tableau complet des résultats de la méthode, on peut constater les résultats suivants :

- Pour la **fonction prioritaire hydrologique**, l'équivalence est atteinte pour 2 sous-fonctions sur 3. L'équivalence est donc atteinte pour la fonction ;

En ne considérant que les indicateurs pertinents (c'est-à-dire en excluant les indicateurs non renseignés, non pertinents et biaisés – cf. justifications en partie suivante), on observe que **l'équivalence est obtenue pour 3 indicateurs sur les 6 associés à la fonction prioritaire. Le nombre d'indicateurs pertinents à l'équivalence est donc satisfaisant.**

Les 3 indicateurs qui permettent de valider une équivalence pour la fonction *hydrologique* sont pertinents dans le contexte local :

- ✓ La *rugosité du couvert végétal* : un couvert végétal arboré en contexte alluvial ralentit plus les écoulements, retient plus les sédiments et les nutriments que les couverts arbustifs et que les couverts bas.

Dans le contexte de Châtenois, le site impacté et plusieurs sites compensatoires sont concernés par des boisements.

- ✓ La *végétalisation des berges* : la stabilisation des berges dans les sites alluviaux limite l'évacuation des sédiments et le lessivage des sédiments vers l'aval.

Dans le contexte de Châtenois, le site impacté et plusieurs sites compensatoires sont concernés par des boisements ripariens.

- ✓ La *matière organique incorporée en surface* : un épisolum humifère épais (matière organique) fixe les sédiments et réduit l'érosion. Il fournit du carbone pour la dénitrification et indique la séquestration du carbone provenant de la matière organique.

Dans le contexte de Châtenois, il existe des enjeux vis-à-vis des flux sédimentaires issus de et vers le Giessen.

Remarque : la sous-fonction vis-à-vis de laquelle l'équivalence n'est pas atteinte est la recharge des nappes. Toutefois, des aménagements hydrauliques ont été mis en œuvre dans le cadre du projet afin de conserver le fonctionnement de la nappe d'accompagnement du Giessen, or la MNEFZH ne tient pas compte de ces aménagements.

- Pour la fonction *biogéochimique*, l'équivalence est atteinte pour les 5 sous-fonctions. L'équivalence est atteinte pour la fonction ;

Dans un contexte de vallée, avec des zones humides associées à la nappe d'accompagnement d'un cours d'eau (nappe circulante), cette fonction n'est pas considérée comme prioritaire.

Malgré tout, en ne considérant que les indicateurs pertinents (c'est-à-dire en excluant les indicateurs non renseignés, non pertinents et biaisés – cf. justifications en partie suivante), on observe que **l'équivalence est obtenue pour 3 indicateurs sur les 9 associés à la fonction.** Le nombre d'indicateurs à l'équivalence est donc satisfaisant.

- Pour la fonction *d'accomplissement du cycle biologique*, l'équivalence est atteinte pour 1 sous-fonction sur 2. L'équivalence est atteinte pour la fonction.

Dans un contexte de milieux humides boisés fortement dégradés par la présence d'espèces exotiques envahissantes, cette fonction n'est pas considérée comme prioritaire. De plus, la méthode fait principalement reposer cette fonction sur les notions de diversité et de connectivité des différents types d'habitats en présence, sans tenir compte de la patrimonialité des habitats ni des espèces caractéristiques de zones humides.

Malgré tout, en ne considérant que les indicateurs pertinents (c'est-à-dire en excluant les indicateurs non renseignés, non pertinents et biaisés – cf. justifications en partie suivante), on observe que **l'équivalence est obtenue pour 1 indicateur sur les 5 associés à la fonction.** La méthode telle qu'elle a été conçue (minimum 1 indicateur par fonction) permet donc là aussi d'affirmer qu'il y a une équivalence pour cette fonction.

L'indicateur qui permet de valider une équivalence pour la fonction *d'accomplissement du cycle biologique (rareté des invasions biologiques végétales)* est pertinent dans le contexte local car il concerne les conditions d'habitat vis-à-vis des espèces autochtones dont, par exemple, la Gagée jaune.

3.2.3.4 Justifications des indicateurs non renseignés, biaisés ou non pertinents

La méthode MNEFZH consiste à répondre à des séries de questions posées par l'outil.

A noter que seuls les indicateurs biaisés ou non pertinents sont écartés à « dire d'expert » par la personne qui l'utilise. Les indicateurs « non renseignés » sont quant à eux identifiés comme tel directement par l'outil, sur la base des réponses aux questions posées. Il n'est ainsi pas toujours possible d'expliquer clairement pourquoi certains indicateurs apparaissent comme « non renseignés » par l'outil.

1. Justification des indicateurs non renseignés

Dans le cas du présent dossier, la mention « non renseigné » apparaît pour les indicateurs suivants :

- *Végétalisation des fossés et fossés profonds*

Le site n'est pas concerné par cet indicateur. Les fossés sont indiqués comme étant absents.

- *Rareté des drains souterrains*

L'obtention de données relatives aux drains souterrains est impossible, sauf à décaper avant même le démarrage des travaux l'intégralité de la zone de chantier sur plusieurs dizaines de centimètres afin de constater ou non la présence de drains. Un tel diagnostic, qui devrait être réalisé plusieurs années avant le démarrage des travaux, engendrerait donc avant même le démarrage du chantier des impacts identiques à ceux de l'infrastructure elle-même. De plus, la non prise en compte de cet indicateur ne remet pas en question les résultats de la méthode.

- *Matière organique enfouie*

Le site n'est pas concerné par cet indicateur en lien avec les horizons histiques (« tourbe »).

- *Texture en profondeur*

L'explication de la mention « non renseigné » de la méthode pour cet indicateur n'est pas connue. En tout état de cause, la *Texture en profondeur* renvoie uniquement à la fonction *biogéochimique*, définie comme non prioritaire dans le cadre de l'analyse. Sa non prise en compte ne remet pas en question les résultats de la méthode.

- *Conductivité hydraulique en profondeur*

L'explication de la mention « non renseigné » de la méthode pour cet indicateur n'est pas connue. En tout état de cause, la *Conductivité hydraulique en profondeur* renvoie uniquement à la fonction *hydrologique* – sous-fonction *Recharge des nappes*.

Dans le cadre de l'analyse il est précisé que certaines caractéristiques du projet (aménagement hydrauliques) ne sont pas prises en compte par la méthode vis-à-vis de cette sous-fonction. Sa non prise en compte ne remet pas en question les résultats de la méthode.

- *Hydromorphie*

L'explication de la mention « non renseigné » de la méthode pour cet indicateur n'est pas connue. En tout état de cause, la *Texture en profondeur* renvoie uniquement à la fonction *biogéochimique*, définie comme non prioritaire dans le cadre de l'analyse. Sa non prise en compte ne remet pas en question les résultats de la méthode.

Aucun indicateur n'a volontairement fait l'objet d'un défaut de renseignement.

2. Justification des indicateurs biaisés ou non pertinents

Préciser les raisons qui ont mené à écarter certains indicateurs ne devrait techniquement pas avoir lieu d'être. Néanmoins, pour apporter une réponse complète, les justifications sont présentées ci-dessous.

Indicateurs relatifs aux systèmes de drainage

- *Rareté des rigoles*
- *Rareté des fossés et des fossés profonds*

Dans le tableur de la MNEFZH, aux questions 60, 61 et 62 qui concernent les rigoles et les fossés, il est indiqué que ces éléments sont absents sur le site impacté et sur le site compensatoire. **Ces indicateurs sont considérés comme biaisés.**

Indicateurs relatifs à l'érosion

- *Rareté du ravinement*

Dans le tableur de la MNEFZH, à la question 66 qui concerne les ravines, il est indiqué qu'aucune ravine n'est présente sur le site impacté ni sur le site compensatoire. **Cet indicateur est considéré comme biaisé.**

Indicateurs relatifs aux habitats

- *Equipartition des grands habitats*
- *Proximité des habitats*
- *Similarité avec le paysage*
- *Equipartition des habitats*

Ces indicateurs renvoient aux concepts de Trame Verte et Bleue ou de fonctionnalité écologique des habitats d'espèces, c'est-à-dire les continuités et les réseaux de milieux similaires interconnectés (ex : trame des milieux (humides) boisés, trame des milieux (humides) ouverts, trame des milieux aquatiques, ...). Ils sont basés sur une analyse quantitative surfacique réalisée à partir de bases de données d'occupation du sol destinées aux systèmes de cartographie informatisée. Cette analyse prend en compte la diversité de tous les types d'habitats en présence et leur proportion dans le paysage.

Cependant, la méthode ne tient pas compte des caractéristiques des habitats (habitat de zone humide ou non), ni de leur patrimonialité, ni de leur état de conservation, ni de la présence d'espèces inféodées aux milieux humides, ni des continuités écologiques de milieux humides, ni des éléments de fragmentation (ruptures de continuités écologiques), ni des réservoirs de biodiversité de zone humide, ... Ils ne permettent donc aucune analyse écologique sérieuse de la trame des milieux humides impactés/compensés.

Dans le cadre du dossier d'autorisation environnementale (demande de dérogation au titre des espèces protégées), la question de la fonctionnalité écologique des milieux humides a été traitée dans le volet consacré aux espèces et habitats d'espèces et a été prise en compte dans la séquence éviter-réduire-compenser. L'analyse a été menée selon des critères qualitatifs bien plus adaptés au traitement de cette thématique.

Ces indicateurs sont considérés comme non pertinents dans le cadre de cette méthode car limités à une analyse surfacique brute.

4 MODELISATION HYDRAULIQUE DU PROJET ET DES AMENAGEMENTS A METTRE EN ŒUVRE

4.1 METHODOLOGIE

L'étude hydraulique sera menée à travers une modélisation 2D sur la zone d'étude établie par ISL, depuis Lièpvre jusqu'à Scherwiller, incluant le Giessen, son affluent la Lièpvrette et le Muelbach.

La réalisation de cette modélisation passe par les étapes suivantes :

- Investigations de terrain (levés bathymétriques et topographiques complémentaires) ;
- Analyse hydrologique (caractérisation des hydrogrammes de la crue centennale) ;
- Construction et calage du modèle 2D ;
- Simulations de la crue centennale avec et sans projet de déviation de la RD1059 puis comparaison des résultats.

Il est à noter que l'objectif premier du modèle était de déterminer l'impact purement hydraulique du projet, en termes d'élévation des niveaux d'eau en amont du projet et de modifications éventuelles de la zone inondable. La prise en compte des phénomènes de remontée de nappe dans les simulations de crue est complexe :

- Soit les phénomènes sont clairement quantifiés et dans ce cas, il peut être possible de prendre des hypothèses simplificatrices à intégrer dans le modèle hydraulique de base ;
- Soit ce n'est pas le cas, et alors il faut construire un modèle intégrant à la fois le milieu souterrain et le milieu superficiel.

Le modèle hydraulique réalisé par BIEF n'a pas pris en compte les phénomènes de remontée de nappe car cela n'avait pas été abordé à l'époque et pour les raisons citées précédemment.

4.2 DONNEES COLLECTEES

Les données récupérées et utilisées pour l'étude hydraulique sont listées ci-après :

- RN59 - Etude hydraulique du Giessen/Lièpvrette - ISL, 1998 ;
- Etude hydraulique de l'aménagement de la RN59 entre Lièpvre et Châtenois - ISL, 2005 ;
- Etude hydraulique de l'aménagement de la RN59, contournement de Châtenois - ISL, 2007 ;
- Etude hydraulique de l'aménagement de la RN59, complément à la déviation routière de Châtenois - ISL, 2008 ;
- Déviation de la RN59 à Châtenois, Etude hydraulique, Compléments - ISL, 2009 ;
- Etude de l'aléa inondation dans le bassin versant du Giessen - HYDRATEC, 2014 ;
- Ligne de Sélestat à Lesseux Frapelle, Programme de régénération « ouvrages d'art », Notice explicative - SNCF, 2011 ;
- Données hydrologiques à la station de Lièpvre - Banque Hydro ;
- Données hydrologiques à la station de Thanvillé - Banque Hydro ;
- MNT (LIDAR) sur la zone d'étude - DDT67, 2007 ;
- Cartographie sous SIG de l'occupation des sols selon la nomenclature CORINE Land Cover ;
- Cartographie sous SIG de l'aléa inondation (source <http://cartorisque.prim.net/>) ;
- Orthophotographies numériques issues de la BD ORTHO® de l'IGN (résolution 5 m).

4.3 INVESTIGATIONS DE TERRAIN

D'après les éléments recueillis dans l'étude ISL de 2005, le modèle hydraulique établi à l'époque a été réalisé sur la base de profils en travers datés de 1995 (amont du modèle jusqu'à Bois l'Abbesse), 1997 (entre Hurst et la confluence avec le Giessen) et 1992 (aval du modèle). Ces données sont trop anciennes pour être correctement représentatives des cours d'eau actuels, le lit mineur et le lit majeur ayant très probablement évolué depuis.

De plus, ces profils en travers sont insuffisants pour la réalisation d'une modélisation 2D qui nécessite de disposer de données bathymétriques et topographiques précises et denses sur la zone d'étude. Pour ces raisons, il s'est avéré nécessaire de réaliser des investigations de terrain poussées (relevés bathymétriques et topographiques). Les levés ont été effectués en décembre 2014.

4.3.1 Matériel

Les levés bathymétriques et topographiques ont été réalisés à l'aide du matériel suivant :

- GPS GNSS conçu pour réaliser des levés topographiques d'une précision inférieure au centimètre ;
- Tachéomètre Builder 409 permettant de lever des points là où le GPS ne le permet plus ;
- Positionnement par GPS Trimble R6 et contrôleur Trimble TSC2.

4.3.2 Nature des relevés

Les relevés suivants ont été effectués par notre équipe (cf. figures ci-après) :

- Levés bathymétriques sur la Lièpvrette, le Giessen et le Muelbach ;
- Levé topographique sur le secteur à casiers identifié par ISL ;
- Levé topographique de la voie verte et de la voie ferrée sur le secteur à casiers ;
- Levé topographique des ouvrages hydrauliques (seuils, vannes) ;
- Levé topographique des ponts ;
- Levé topographique des ouvrages de décharge sous la voie verte, la voie ferrée et la RD1059 sur le secteur à casiers.

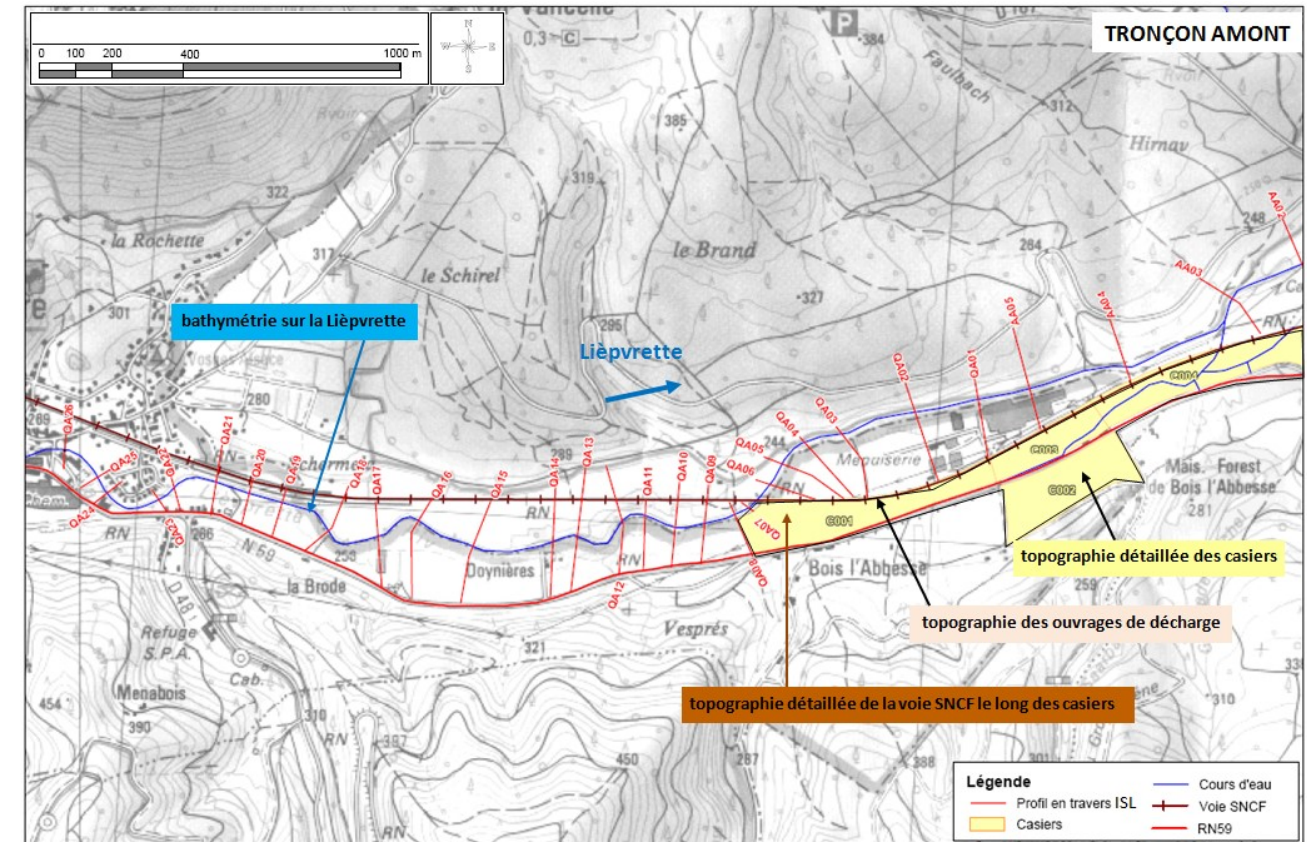


Illustration 48 : Levés complémentaires réalisés par BIEF sur le tronçon amont de la zone d'étude.

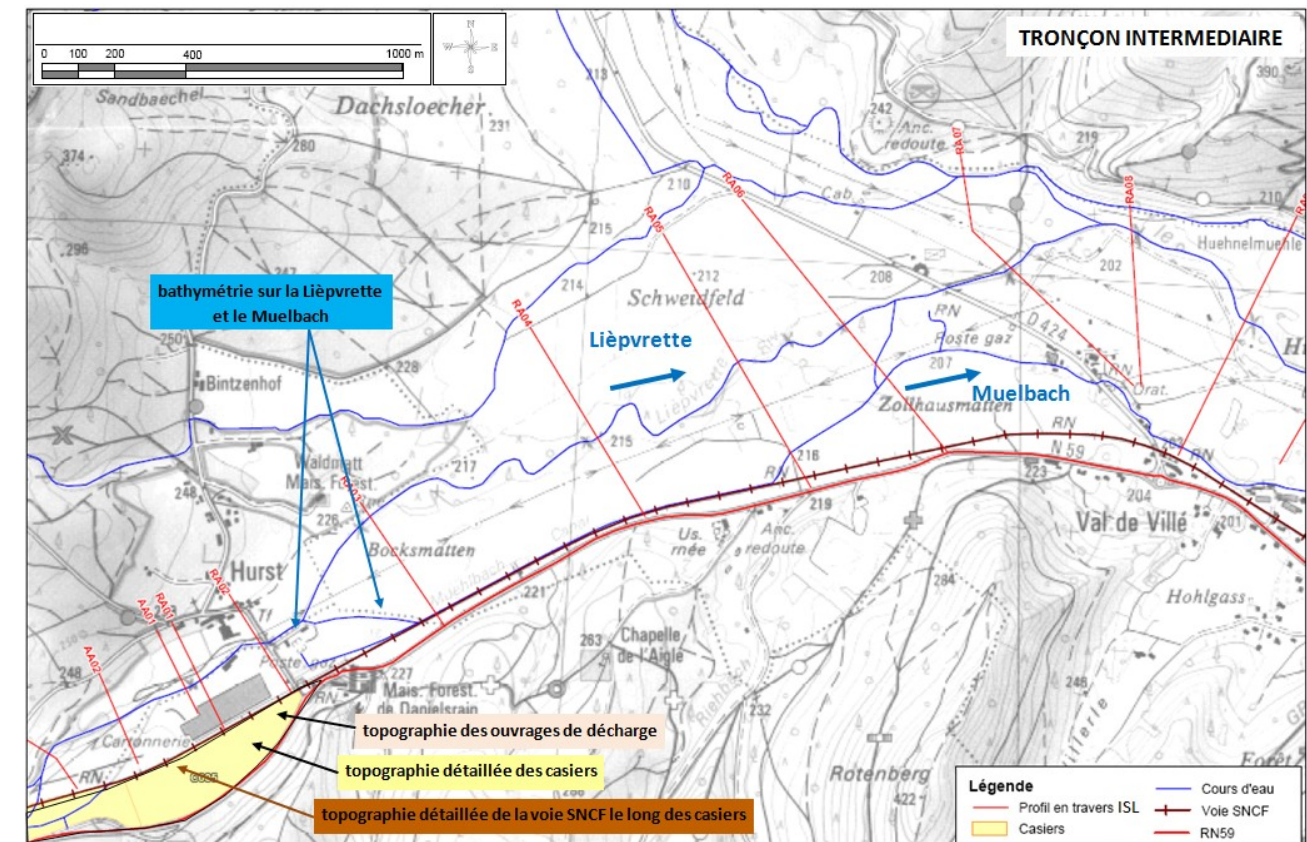


Illustration 49 : Levés complémentaires réalisés par BIEF sur le tronçon intermédiaire de la zone d'étude.

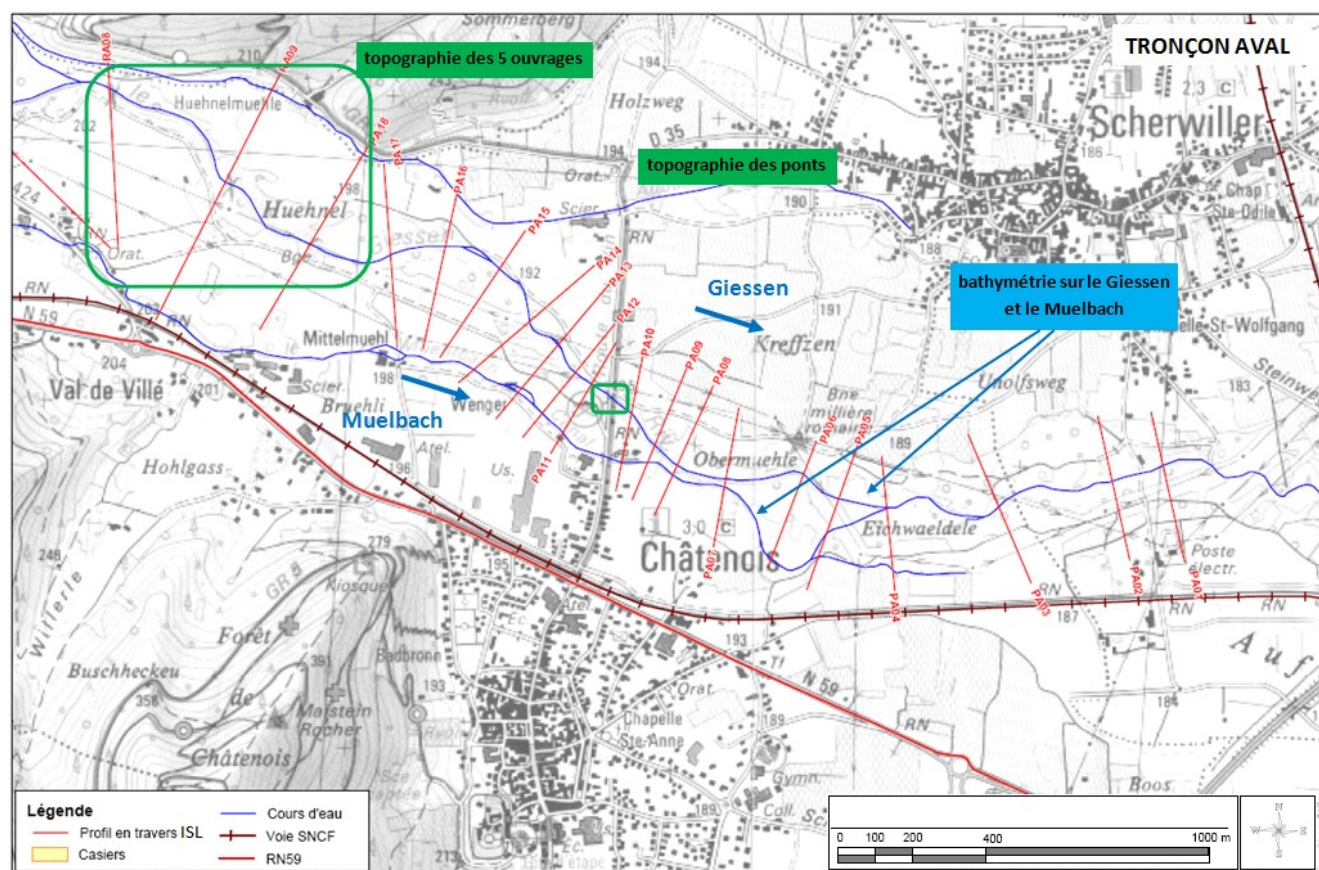


Illustration 50 : Levés complémentaires réalisés par BIEF sur le tronçon aval de la zone d'étude

4.3.3 Traitement des données

Les données ont été compilées sous Autocad afin d'établir un plan complet de la zone d'étude ainsi qu'au format XYZ de manière à pouvoir les importer facilement au logiciel de modélisation.

4.4 ANALYSE HYDROLOGIQUE

4.4.1 Etudes ISL

Le Bureau d'Etudes ISL a mené plusieurs études hydrologiques et hydrauliques entre 1998 et 2012 pour la Direction Départementale de l'Équipement du Bas-Rhin - Service des Grands Travaux, dans le cadre du projet de la déviation de la RD1059 à Châtenois.

Une analyse détaillée de l'hydrologie sur la zone d'étude a ainsi été réalisée par ISL à partir de la méthodologie suivante :

- Caractérisation des bassins versants,
- Analyse des pluies pour obtenir les hyétogrammes décennaux et centennaux,
- Analyse des débits pour obtenir le débit de pointe décennal,
- Réalisation d'un modèle pluie-débit calé sur le débit décennal et permettant d'obtenir le débit centennal.

Le tableau ci-après synthétise les débits de pointe obtenus par ISL :

Stations hydrométriques	Superficie du bassin versant (km ²)	Durée de la crue (h)	Q ₁₀₀ instantané (m ³ /s)	Volume de la crue (millions de m ³)
Thanvillé	99	25	72,1	2,49
Sélestat (amont)	260	41	186,2	13,2
Lièpvre	108	24	95,4	2,92

Les hydrogrammes correspondants sont les suivants :

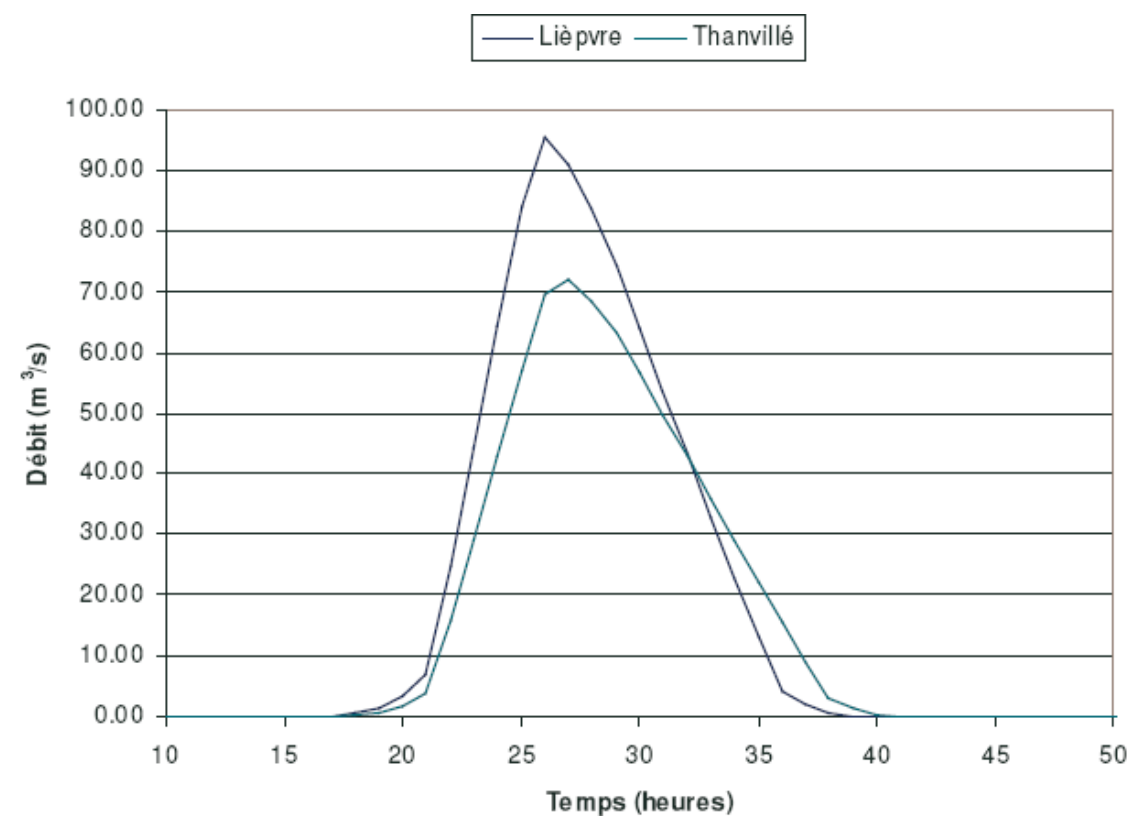


Illustration 51 : Hydrogrammes centennaux établis par ISL sur le Giessen et la Lièpvrette

D'après les différents rapports d'ISL, l'hydrogramme du Giessen de Thanvillé a été transposé à l'amont de la confluence avec la Lièpvrette à partir de la formule de Myer, ce qui donne les résultats suivants :

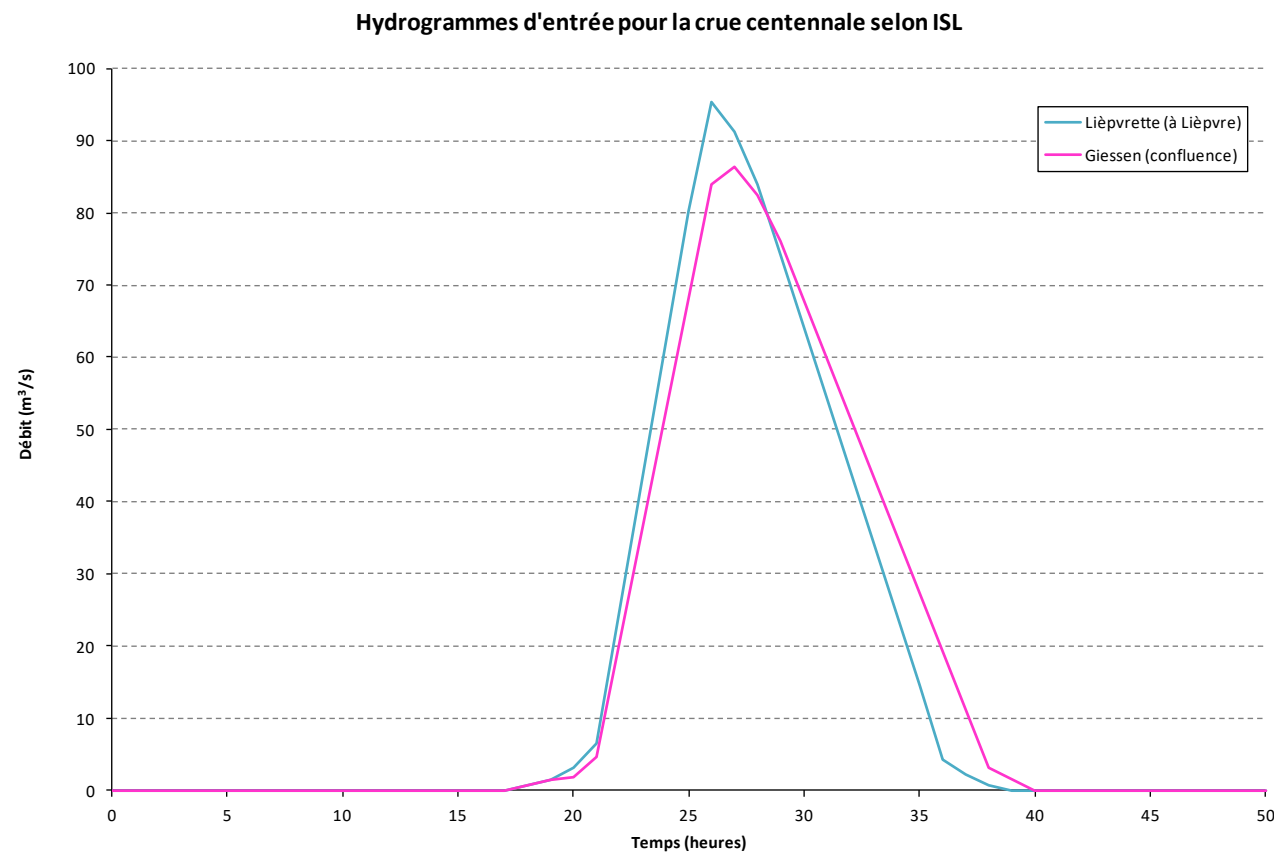


Illustration 52 : Hydrogrammes centennaux injectés dans le modèle HEC-RAS par ISL

Ces hydrogrammes devaient être utilisés par le bureau d'études pour la nouvelle modélisation. Cependant, en les étudiant de plus près, on se rend compte qu'ils ne sont pas représentatifs des crues sur les bassins de la Lièpvrette et du Giessen. Si les débits de pointe semblent corrects et cohérents avec les précédentes estimations réalisées sur le secteur (étude ENGEES, PPRi), les durées de crue semblent avoir été sous-estimées. Pour s'en rendre compte, il suffit de comparer ces hydrogrammes synthétiques avec les hydrogrammes de la crue historique de février 1990 (crue la plus importante répertoriée jusqu'à présent) : cf. graphes ci-après.

En raison des doutes qui planent ainsi sur la cohérence des hydrogrammes centennaux établis par ISL, ces données ne seront pas utilisées pour la modélisation.

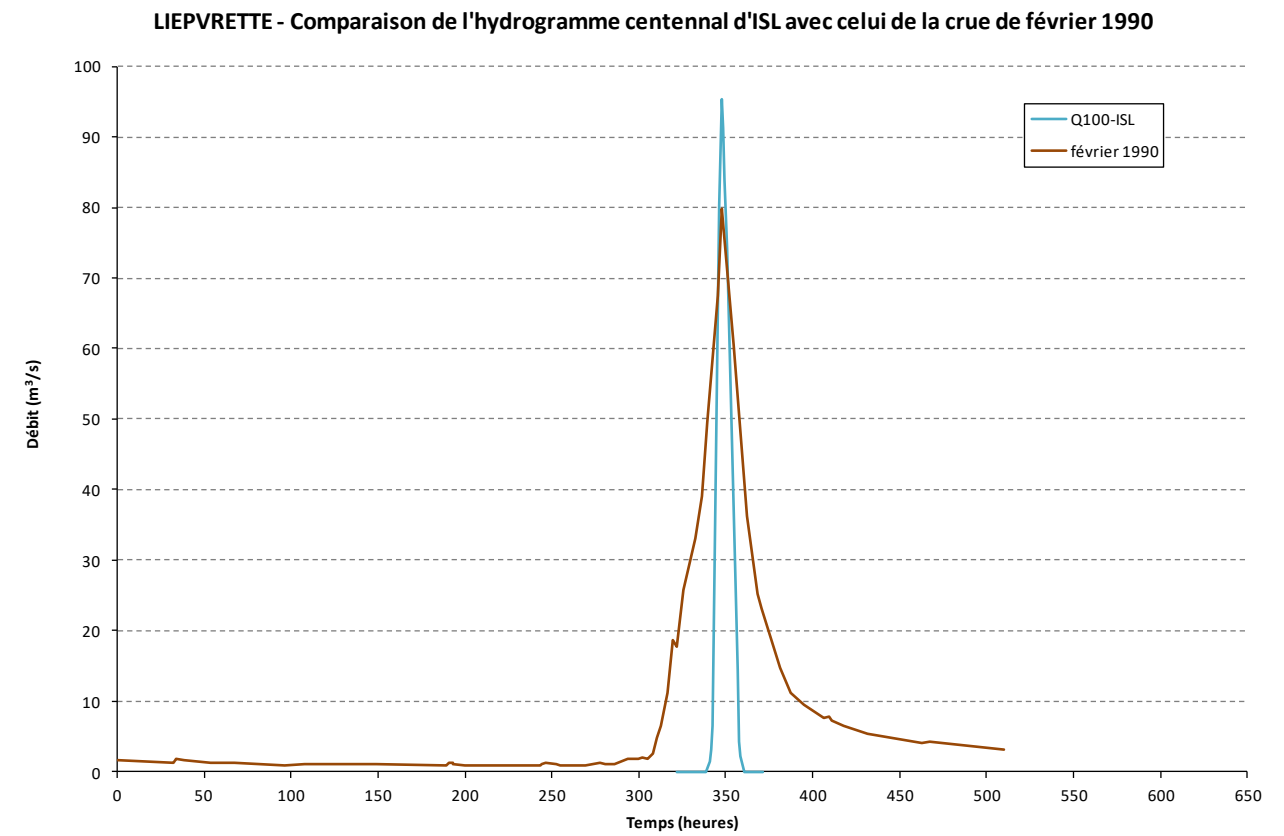


Illustration 53 : Superposition des hydrogrammes de la crue de février 1990 et la crue centennale d'ISL sur la Lièpvrette

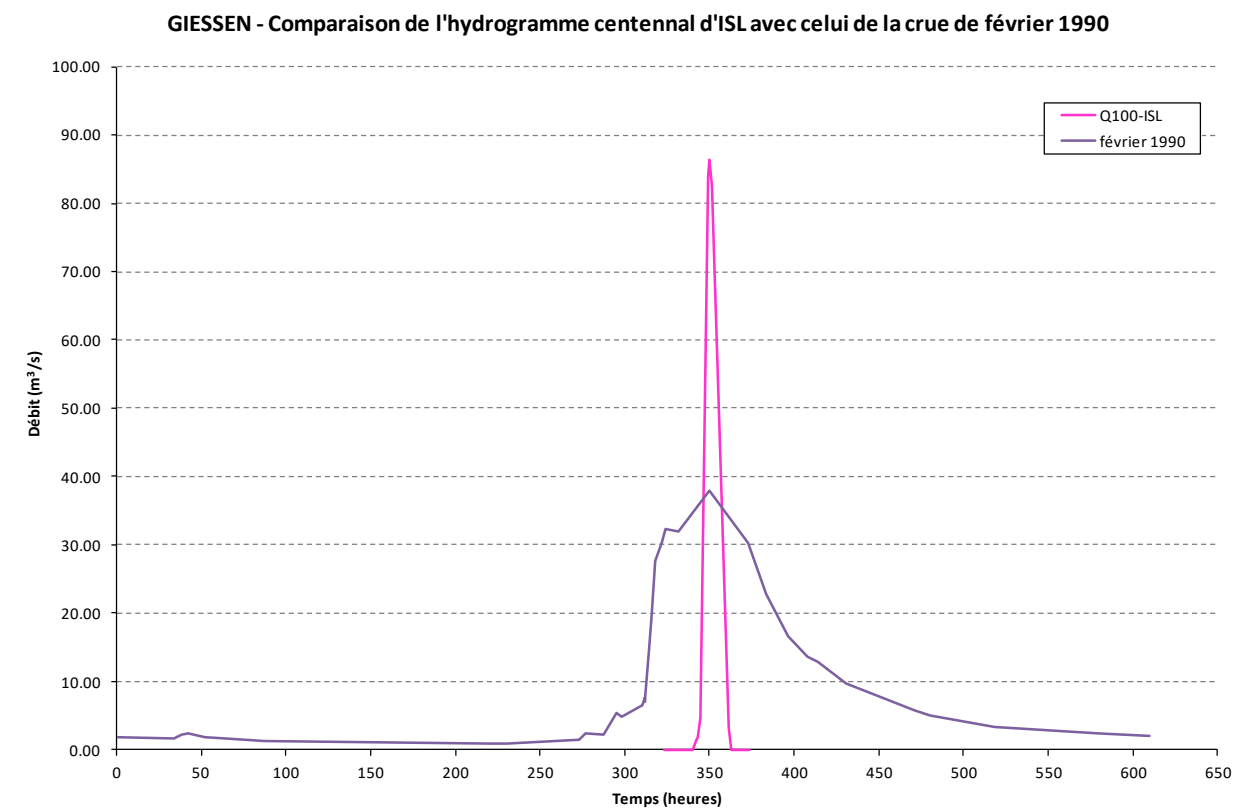


Illustration 54 : Superposition des hydrogrammes de la crue de février 1990 et la crue centennale d'ISL sur le Giessen

4.4.2 Etude HYDRATEC

Lors de la réalisation de la modélisation du projet et des aménagements nécessaires, l'étude de l'aléa inondation dans le bassin versant du Giessen était en cours de réalisation par le bureau d'études HYDRATEC pour le compte de la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin (DDT67). Cette dernière a transmis le rapport provisoire de l'étude hydrologique effectuée par HYDRATEC en septembre 2014. Le périmètre de l'étude HYDRATEC est présenté sur la figure ci-après. Il comprend la totalité des communes concernées par le débordement des cours d'eau suivants :

- Le Breitenbach, de l'amont de Breitenbach à sa confluence avec le Giessen ;
- Le Giessen de Steige, depuis Haut de Steige jusqu'à sa confluence avec le Giessen d'Urbeis à Villé ;
- Le Giessen d'Urbeis depuis le Haut d'Urbeis jusqu'à sa confluence avec le Giessen de Steige à Villé ;
- Le Giessen depuis Villé jusqu'à l'autoroute A35 à Scherwiller ;
- La Lièpvrette, depuis Sainte-Marie-Aux-Mines (Echery, pont sous la tour de l'horloge) jusqu'à sa confluence avec le Giessen de Châtenois ;
- Le Rombach de l'amont de Rombach-le-Franc à sa confluence avec la Lièpvrette.

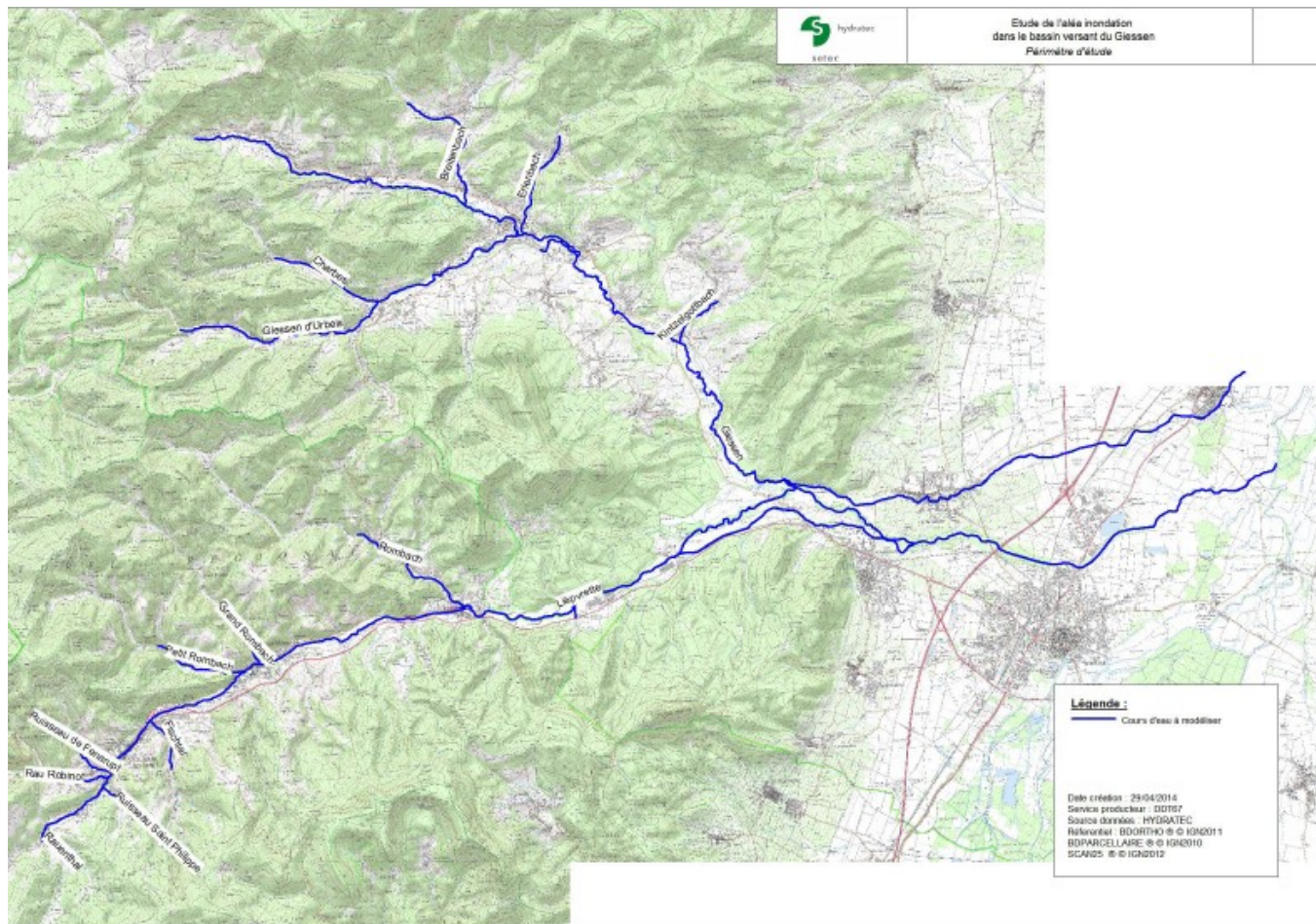


Illustration 55 : Périmètre de l'étude HYDRATEC

L'étude hydrologique d'HYDRATEC avait pour but d'estimer les hydrogrammes de crue de projet des cours d'eau listés ci-avant.

Cette analyse a été menée selon plusieurs étapes :

- Traitement statistique des données de débits instantanés maximum sur 4 stations hydrométriques existantes sur le linéaire d'étude :
 - ajustement de Gumbel pour la caractérisation des crues de faible période de retour,
 - méthode du Gradex pour l'extrapolation des débits extrêmes.
- Analyse des hydrogrammes des crues historiques.

Les débits de pointe définis par ces calculs et retenus pour le PPRi sont les suivants :

Période de retour	Thanvillé	Sélestat	Lièpvre
10 ans	30	102	51
20 ans	39	128	63
50 ans	51	162	78
100 ans	60	188	89

Les hydrogrammes de projet ont ensuite été construits à partir de la méthode du CEMAGREF pour laquelle les paramètres (durée de Socose et coefficient de forme) ont été déterminés grâce à l'analyse des hydrogrammes des crues historiques.

Les hydrogrammes ainsi obtenus sur la Lièpvrette et le Giessen sont les suivants :

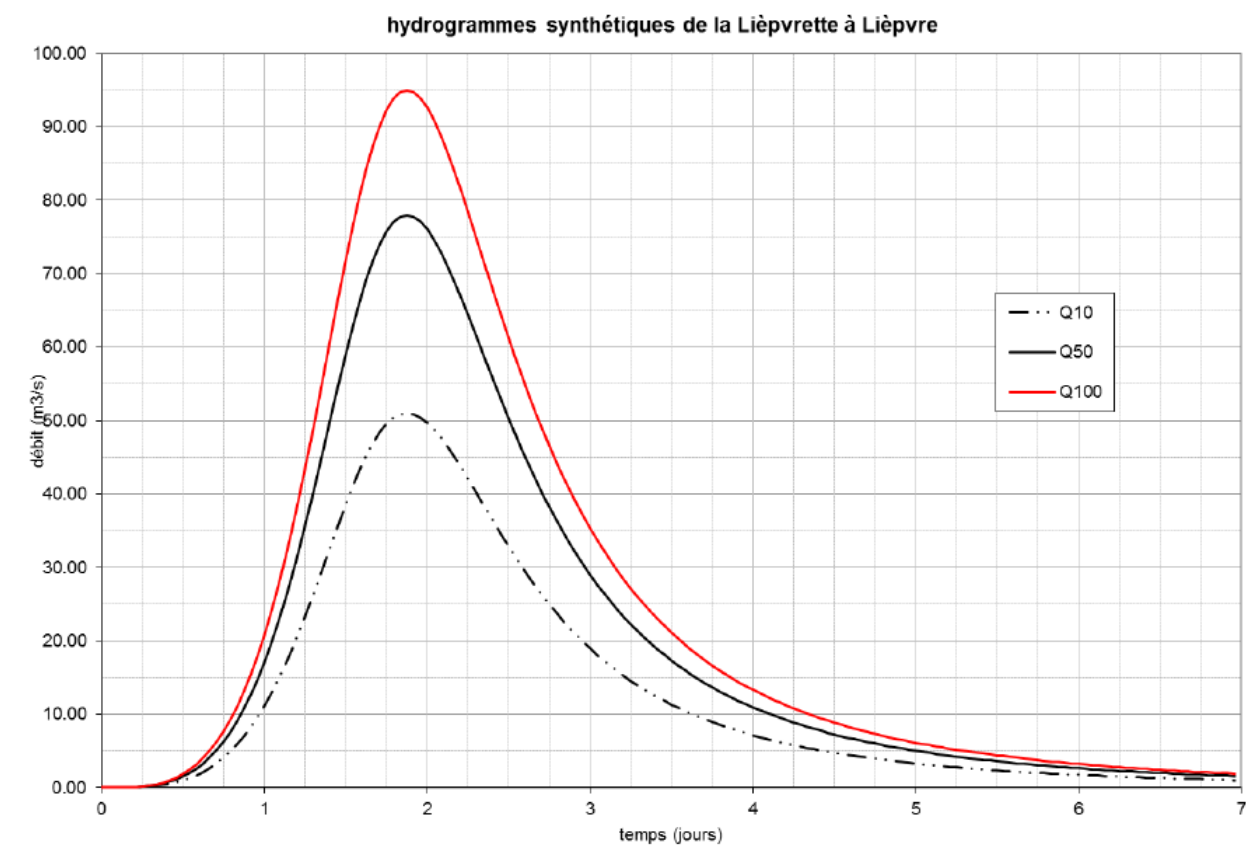


Illustration 56 : Hydrogrammes synthétiques de la Lièpvrette à Lièpvre obtenus par HYDRATEC

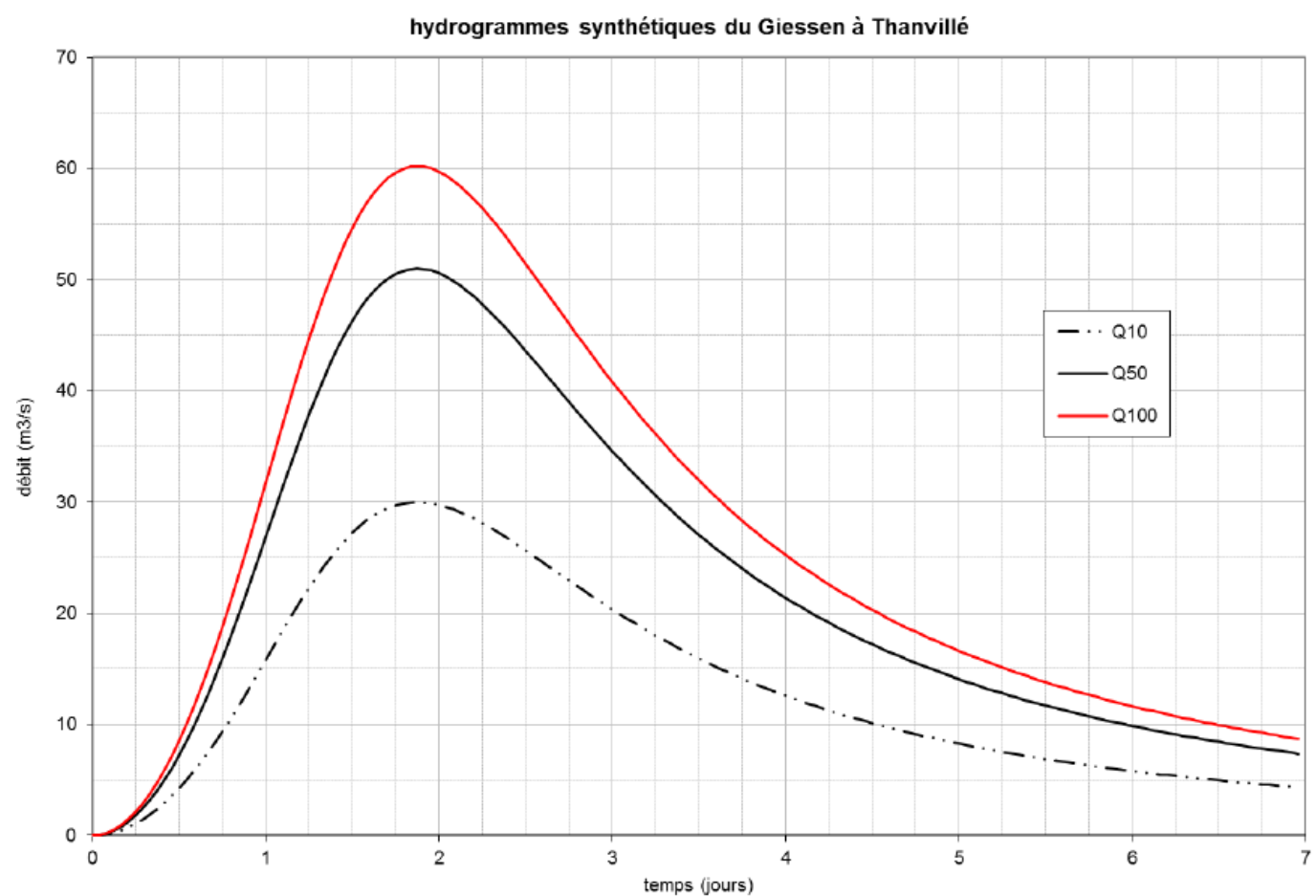


Illustration 57 : Hydrogrammes synthétiques du Giessen à Thanvillé obtenus par HYDRATEC

Les hydrogrammes d'apport des affluents sont présentés ci-après.

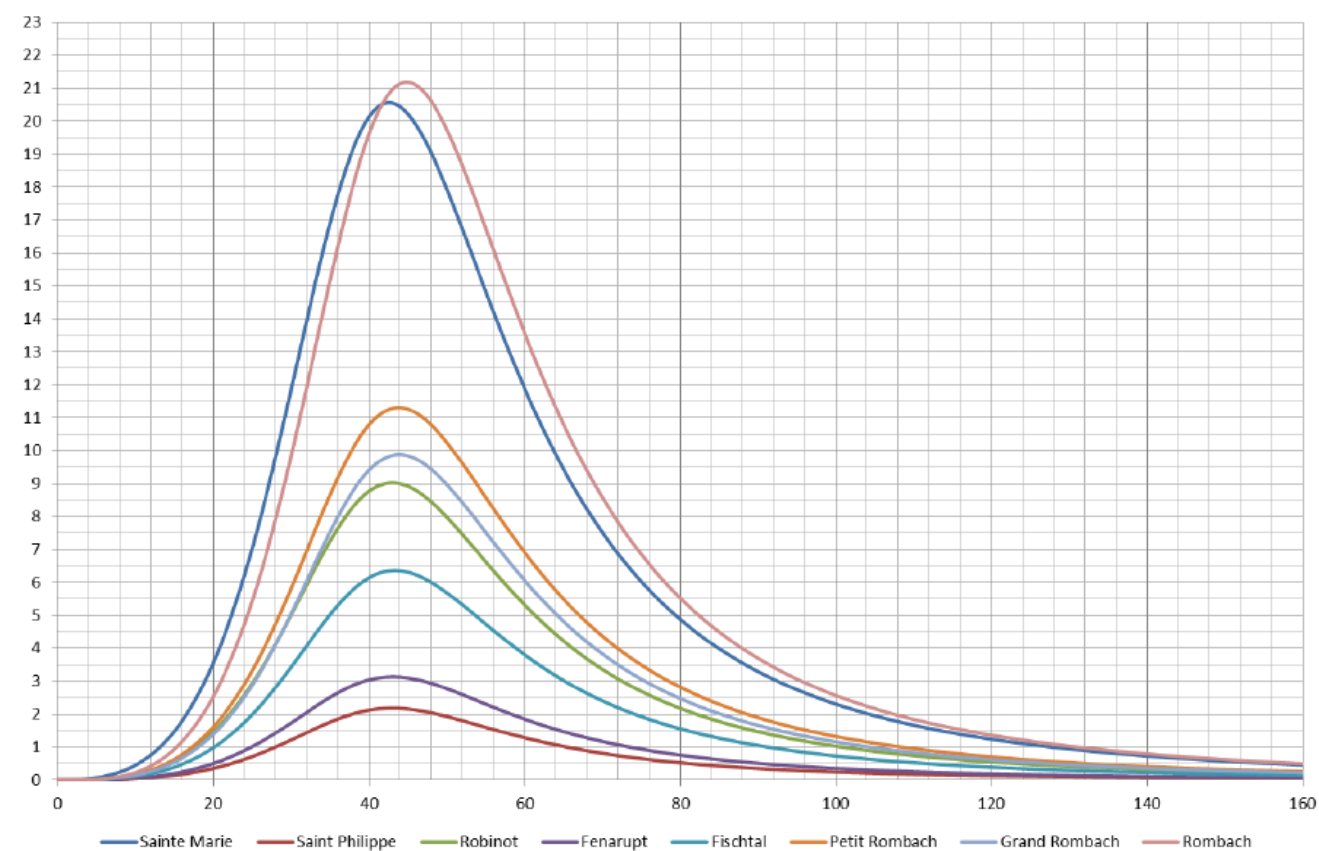


Illustration 58 : Hydrogrammes des sous-bassins versants de la Lièpvrette pour la crue centennale

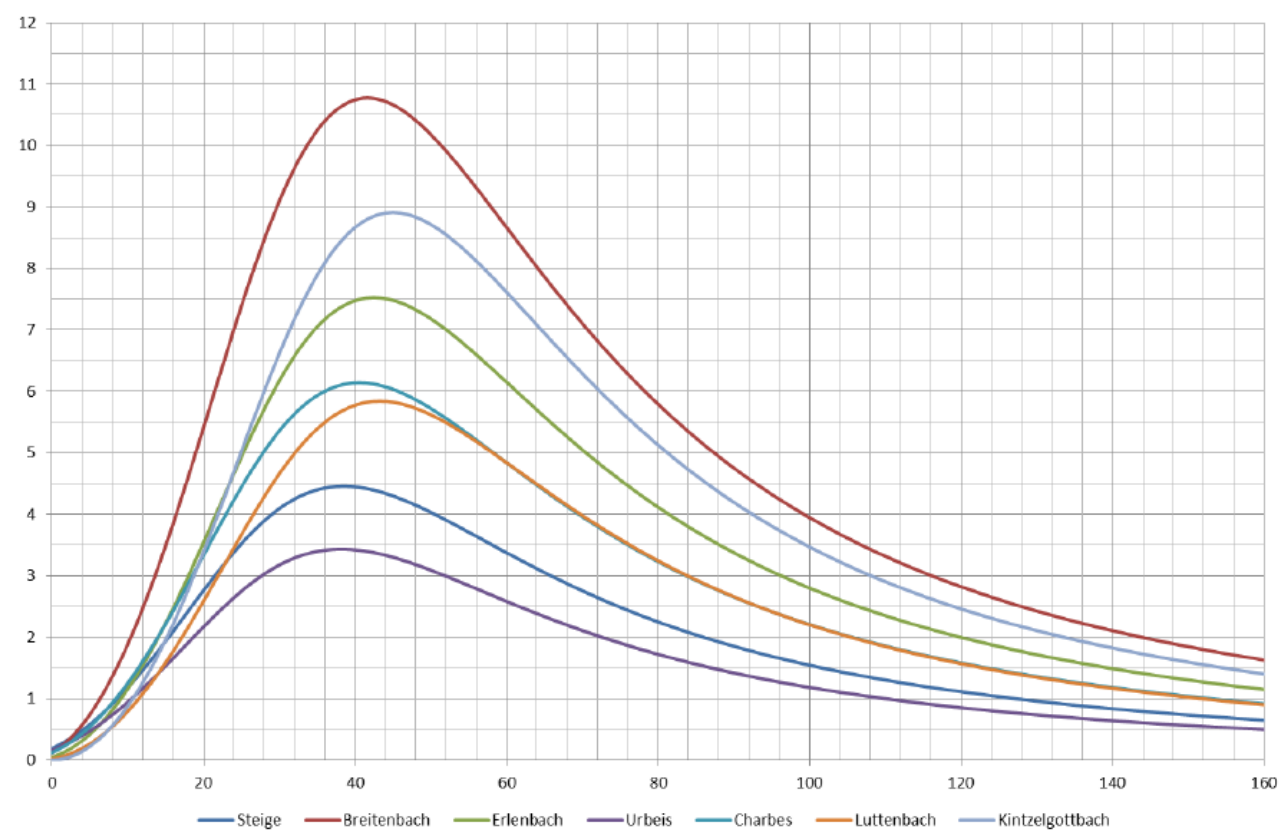


Illustration 59 : Hydrogrammes des sous-bassins versants du Giessen pour la crue centennale

HYDRATEC a également analysé la concomitance des crues entre la Lièpvrette et le Giessen à la confluence et a retenu une crue centennale sur les deux cours d'eau en même temps lors de la modélisation de la crue de projet.

4.4.3 Hydrogrammes centennaux utilisés pour la modélisation

La méthodologie employée par HYDRATEC pour l'estimation des hydrogrammes de crue de projet est tout à fait satisfaisante car elle est basée sur des traitements statistiques couramment utilisés en hydrologie et sur l'analyse des crues historiques de la Lièpvrette et du Giessen. Les hydrogrammes obtenus sont ainsi bien représentatifs des crues sur ces deux cours d'eau.

Les hydrogrammes d'entrée du modèle 2D sont au nombre de cinq, ils ont été directement extraits de la modélisation d'HYDRATEC (cf. figures ci-après) :

- Hydrogrammes sur les cours d'eau principaux :
 - Giessen amont : débit de pointe = 104.35 m³/s ;
 - Lièpvrette amont : débit de pointe = 95.45 m³/s ;
- Hydrogrammes intermédiaires résultant des apports des affluents :
 - Vancelle : débit de pointe = 3.51 m³/s ;
 - Lièpvrette-Vancelle : débit de pointe = 9.23 m³/s ;
 - Lièpvrette-confluence : débit de pointe = 9.42 m³/s.

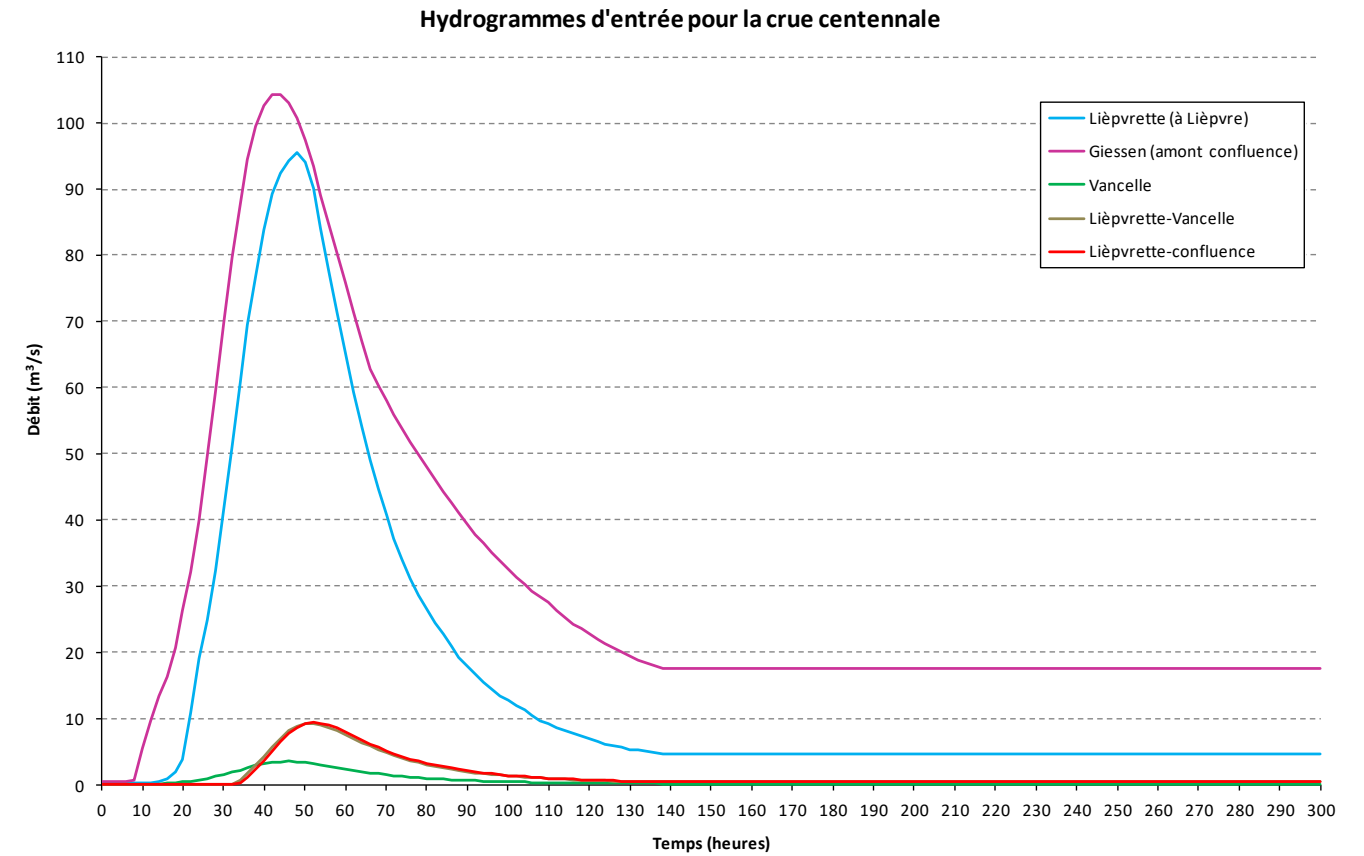


Illustration 61 : Hydrogrammes d'entrée pour la crue centennale (source HYDRATEC 2015)

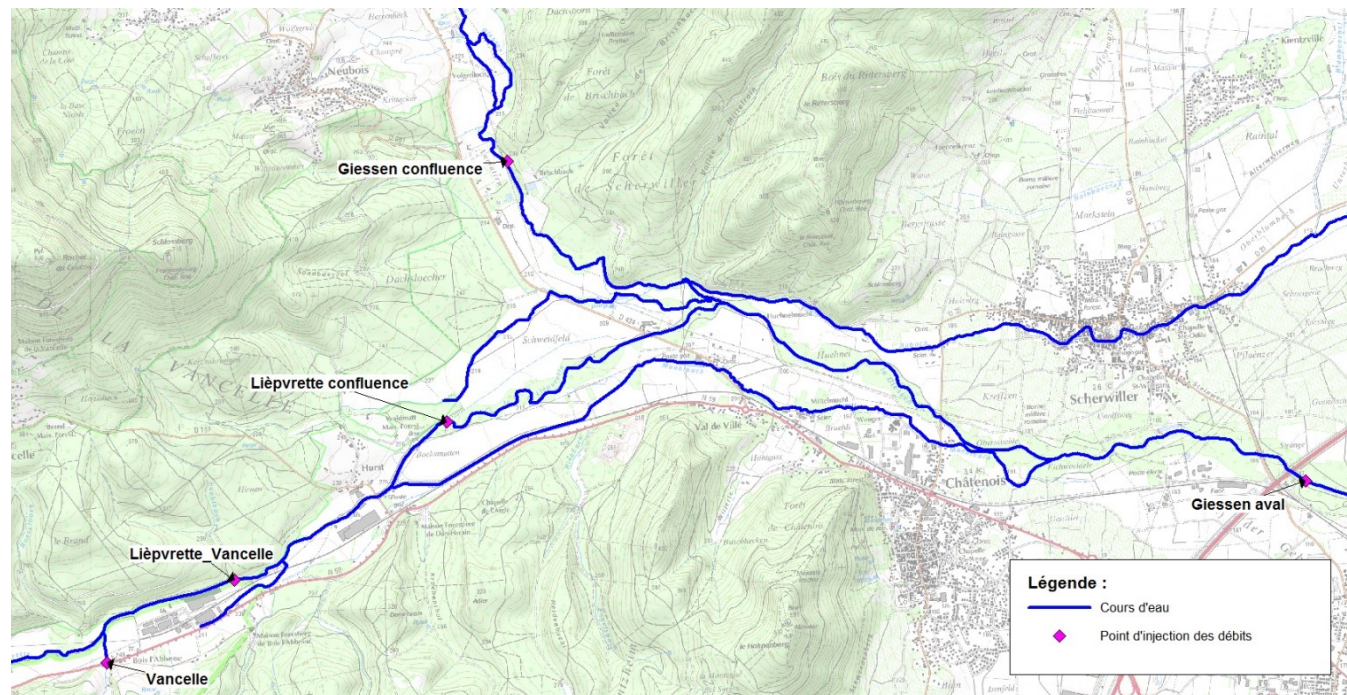


Illustration 60 : Localisation des hydrogrammes d'apport intermédiaires (source HYDRATEC 2015)

4.5 CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

Le logiciel utilisé pour la réalisation du modèle est MIKE 21, suite logicielle professionnelle de modélisation numérique 2D des écoulements à surface libre développée par DHI Eau & Environnement.

4.5.1 Construction du modèle 2D

4.5.1.1 Construction du maillage

La construction du maillage s'effectue en plusieurs étapes :

❑ 1ERE : DEFINITION DES CONTOURS

Les contours du modèle ont été définis sur la base des relevés bathymétriques et topographiques effectués en décembre 2014 et du LIDAR.

Plusieurs zones ont été différenciées (lits mineurs, voie verte et voie ferrée) ce qui a permis par la suite d'affiner le maillage sur ces zones.

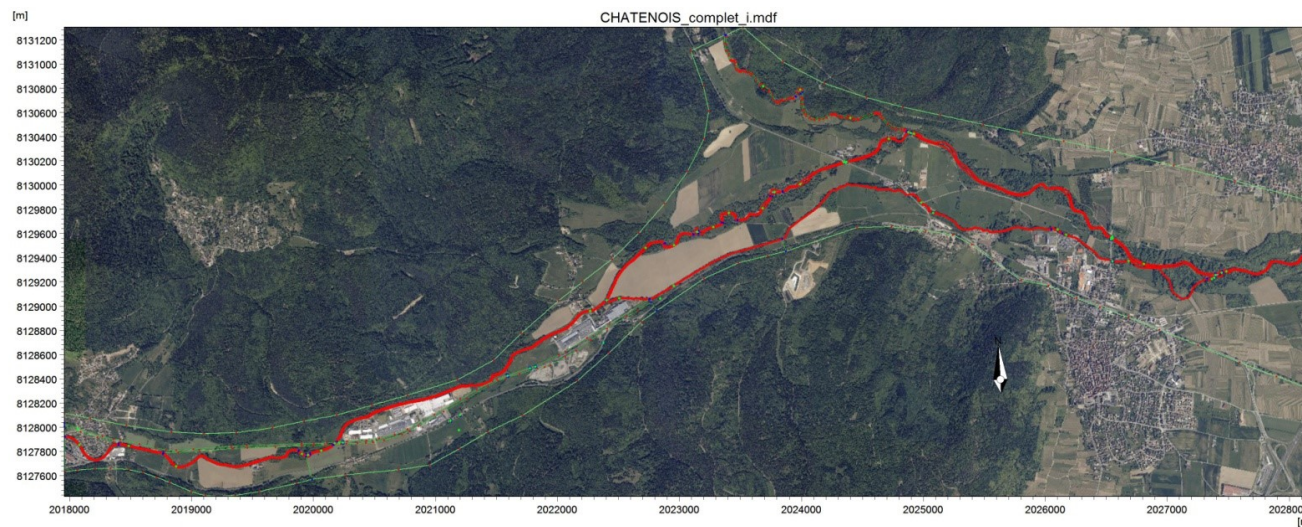


Illustration 62 : Définition des contours du modèle

❑ 2EME ETAPE : IMPORTATION DES DONNEES

Une fois les limites du modèle définies, l'ensemble des données bathymétriques et topographiques ont été importées.

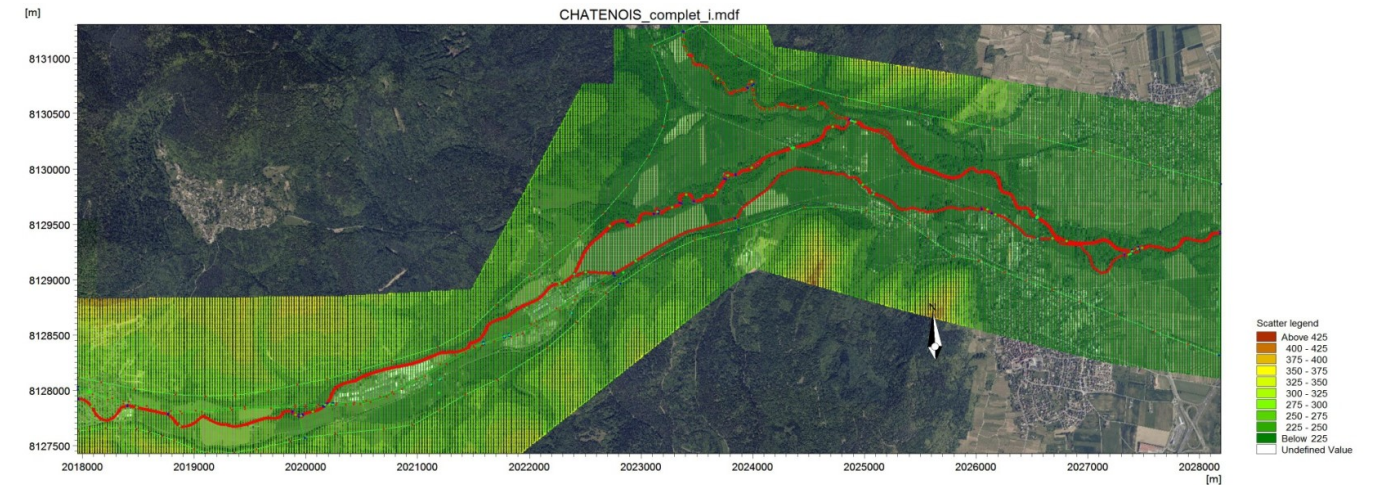


Illustration 63 : Importation des données bathymétriques et topographiques

❑ 3EME ETAPE : DEFINITION DU MAILLAGE

La troisième étape consiste à définir le maillage du modèle. Celui-ci est constitué d'éléments de tailles et de formes diverses qui permettent de représenter la géométrie de la zone d'étude de façon fine et souple.

La précision des calculs est liée au maillage défini lors de la construction du modèle : plus le maillage est fin, plus la précision est grande. Cependant, plus le maillage est fin et plus les temps de calcul sont élevés. Il convient donc de trouver le bon compromis entre la taille des mailles et les temps de calcul qui doivent demeurer acceptables.

Ainsi, un maillage rectangulaire a été adopté en lit mineur ce qui permet de limiter les temps de calcul et les instabilités, tout en maintenant une précision correcte. En lit majeur, un maillage triangulaire a été retenu.

Par la suite, les nœuds du maillage constitueront des points de calcul entre lesquels l'écoulement se répartira automatiquement par résolution des équations de Barré Saint Venant décrites dans les deux dimensions de l'espace.

Le nombre total de mailles est de 147 435 mailles.

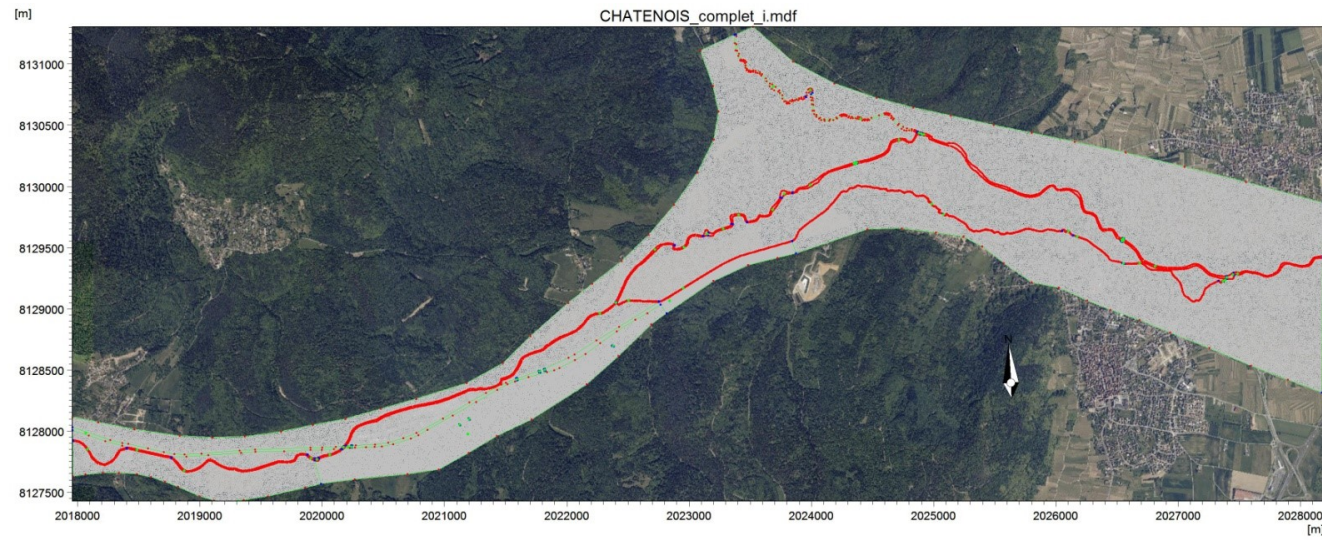


Illustration 64 : Maillage global

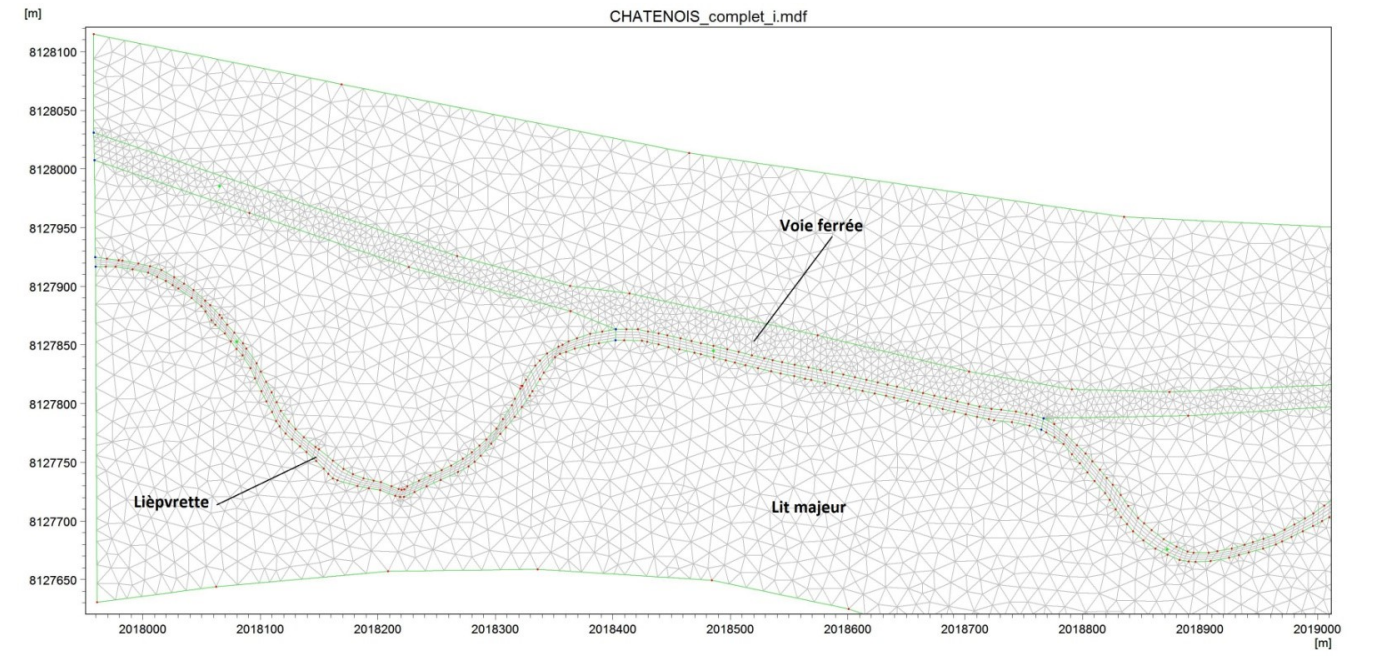


Illustration 66 : Zoom sur le maillage de la Lièpvrette en amont du modèle

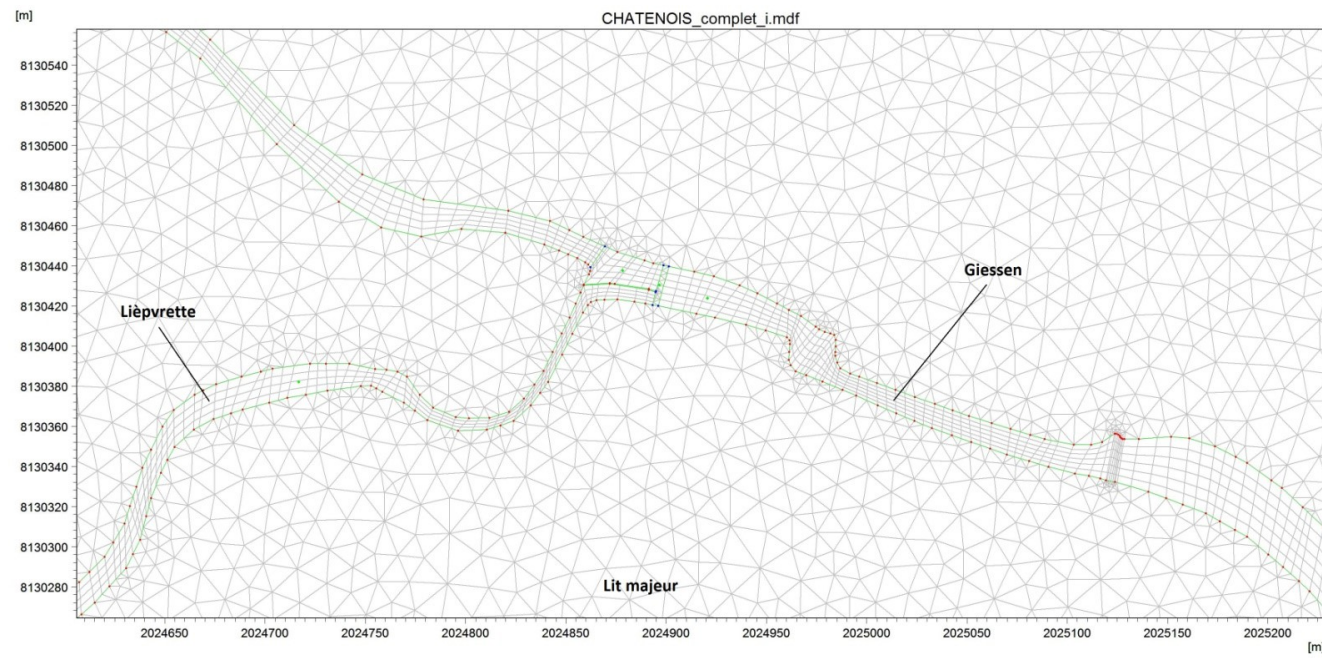


Illustration 65 : Zoom sur le maillage au droit de la confluence

□ 4EME ETAPE : INTERPOLATION

Une fois le maillage terminé, les données bathymétriques et topographiques ont été interpolées.

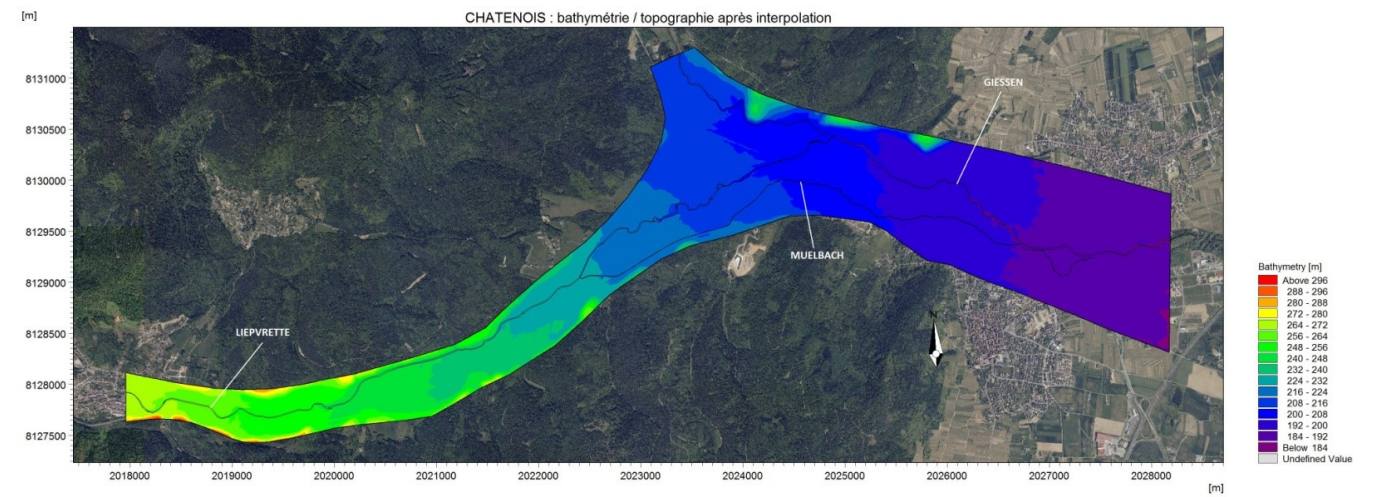


Illustration 67 : Résultat après interpolation des données bathymétriques et topographiques

4.5.1.2 Intégration des ponts et des ouvrages hydrauliques

□ PONTS

Sur la Lièpvrette, 4 ponts et passerelles ont été localisés et levés sur le terrain.

Ces ouvrages et leurs principales caractéristiques sont synthétisés dans le tableau ci-après (d'amont en aval). Les cotes atteintes par la crue centennale selon HYDRATEC sont également indiquées ce qui permet de les comparer à la hauteur libre sous chaque ouvrage et ainsi de déterminer s'il y a mise en charge ou non du pont considéré lors d'une crue centennale :







- Les 2 passerelles situées à Bois-L'Abbesse ont une hauteur libre sous tablier suffisante et ne possèdent pas de pile en rivière. Ainsi, ces ouvrages ne représentent pas d'obstacle aux écoulements pour la crue centennale et n'ont pas besoin d'être intégrés au modèle ;
- En revanche, les ponts de la D167 et de la D424 présentent une hauteur libre insuffisante, ce qui implique une mise en charge du pont en cas de crue centennale mais sans débordement au-dessus du tablier.

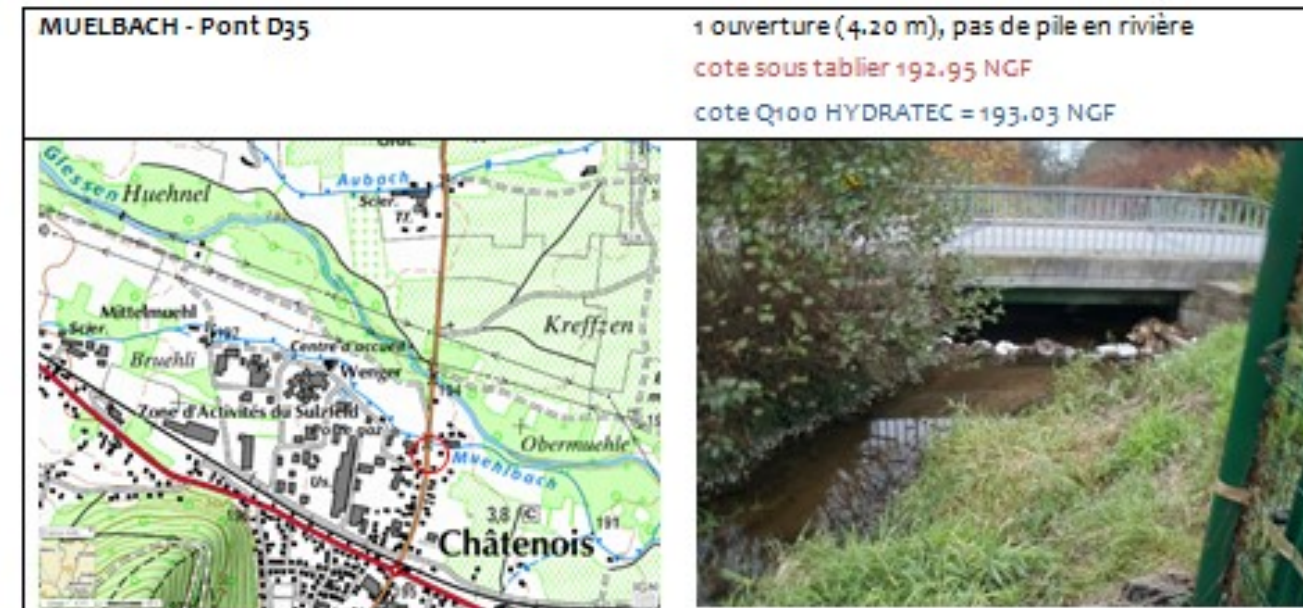
Compte tenu de ces éléments :

- Le pont de la D424 a été modélisé par :
 - Deux orifices représentant les écoulements sous le tablier du pont de chaque côté de la pile,
 - Une pile en rivière ;

Le pont de la D167 a été modélisé par :

- Un orifice représentant les écoulements sous le tablier du pont.

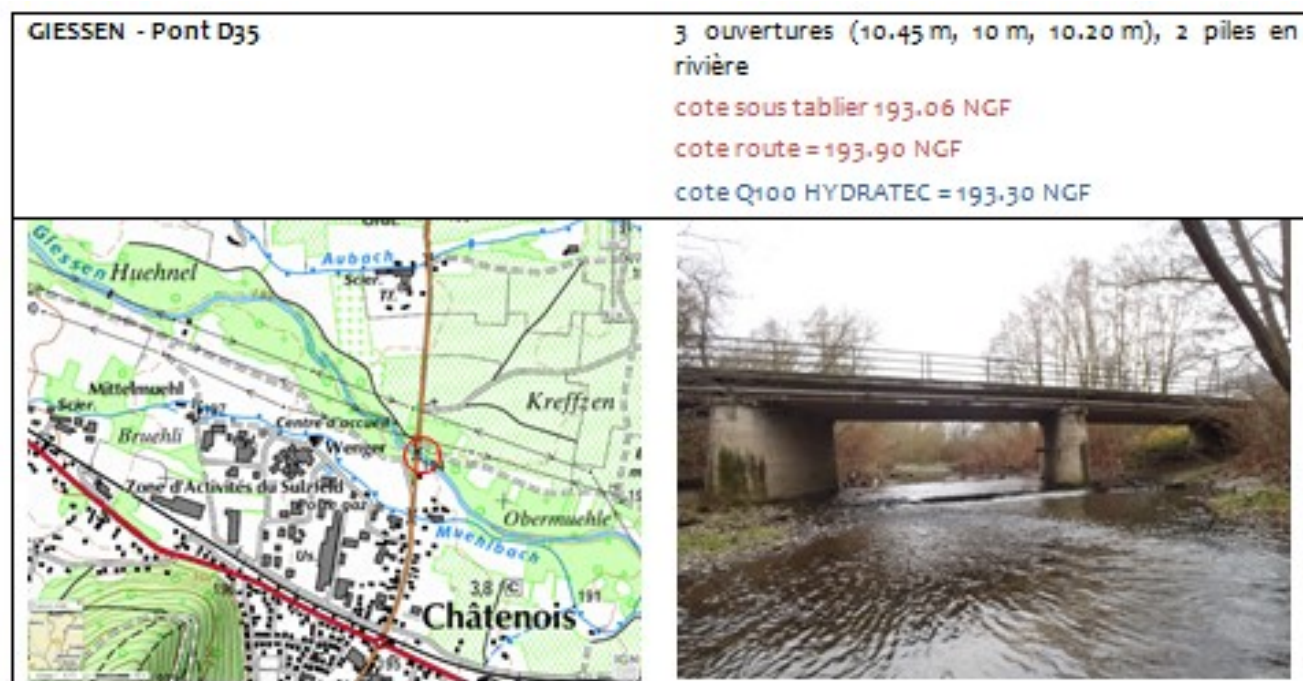
<p>LIEPVRETTE - Passerelle (piste cyclable)</p> 	<p>1 ouverture (17.60 m), pas de pile en rivière cote sous canalisation 247.74 NGF cote Q100 HYDRATEC = 246.90 NGF</p> 
<p>LIEPVRETTE - Passerelle (piste cyclable)</p> 	<p>1 ouverture (20 m), pas de pile en rivière cote sous tablier 243.33 NGF en rive gauche à 241.75 NGF en rive droite cote Q100 HYDRATEC = 241.80 NGF</p> 
<p>LIEPVRETTE - Pont D167</p> 	<p>1 ouverture (12 m), pas de pile en rivière cote sous tablier 227.42 NGF cote route = 228.49 NGF cote Q100 HYDRATEC = 227.87 NGF</p> 



Sur le Giessen, 1 pont a été localisé et levé sur le terrain. Il s'agit du pont de la D35 dont les principales caractéristiques sont synthétisées dans le tableau ci-après. D'après les éléments recueillis, ce pont est mis en charge sans toutefois être submergé en cas de crue centennale.

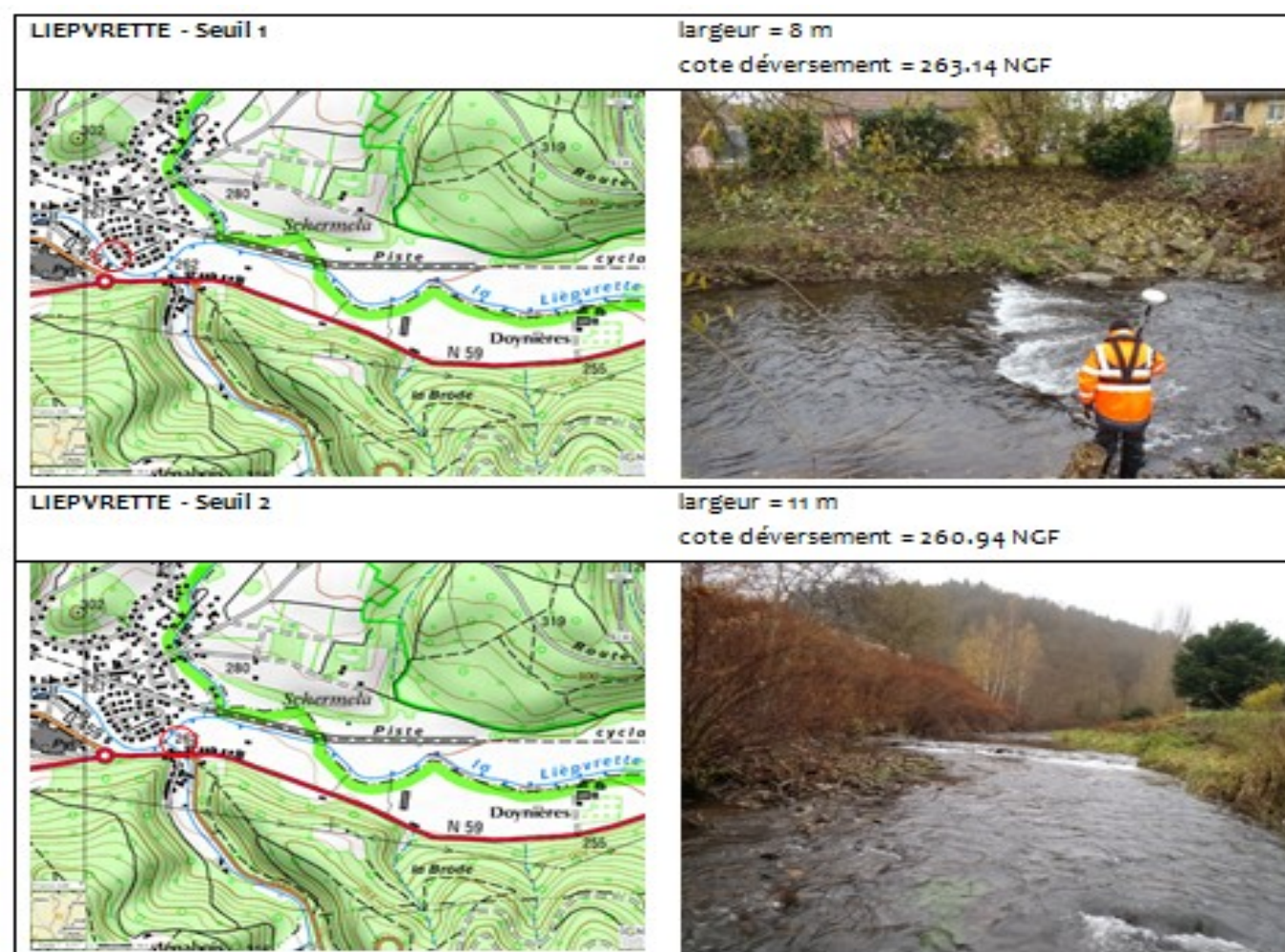
Pour ces raisons, le pont de la D35 a été modélisé par :

- 3 orifices représentant les écoulements sous le tablier du pont de chaque côté des 2 piles,
- 2 piles en rivière.



La D35 franchit également le Muelbach (cf. ci-contre). Le pont est représenté dans le modèle par un orifice représentant les écoulements sous le tablier du pont.

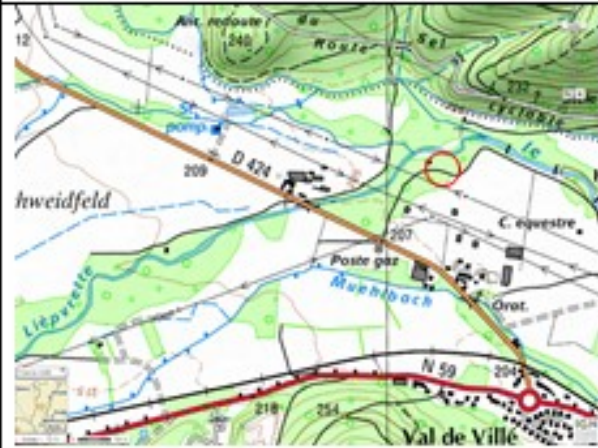
□ SEUILS



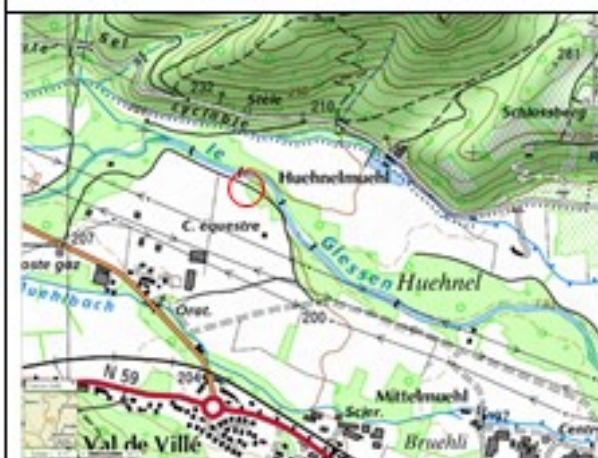
LIEPVRETTE - Seuil 3 largeur = 9,50 m
cote déversement = 224,19 NGF



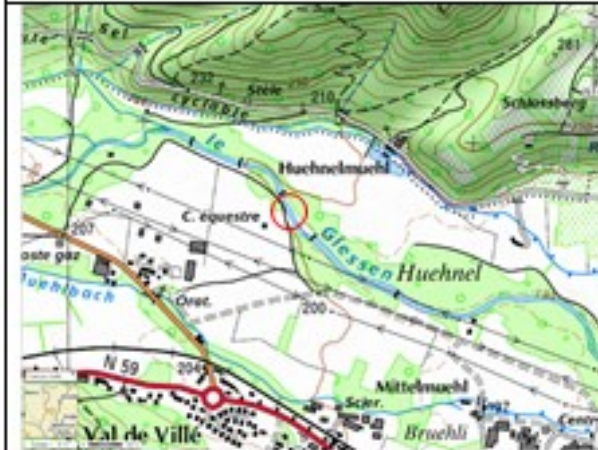
LIEPVRETTE - Seuil 4 largeur = 11 m
cote déversement = 201,85 NGF



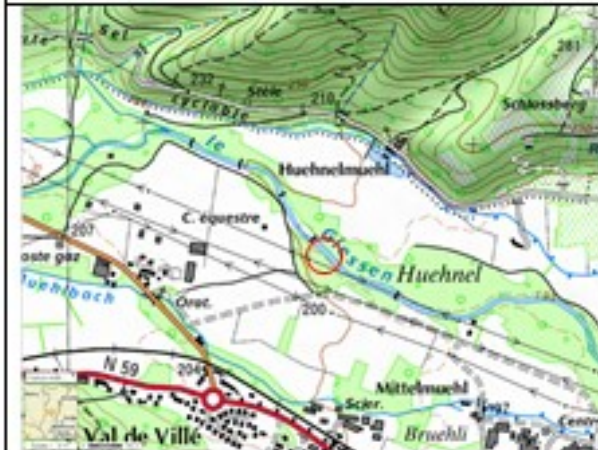
GIESSEN - Seuil 2 largeur = 24 m / 23 m
cote déversement = 199,19 NGF / 198,94 NGF



GIESSEN - Seuil 3 largeur = 17 m / 16 m / 12 m
cote déversement = 198,40 NGF / 198,15 NGF / 197,84 NGF



GIESSEN - Seuil 4 largeur = 23 m / 24 m
cote déversement = 197,59 NGF / 196,76 NGF



Sur le Giessen, 5 seuils ont été intégrés au modèle. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-après (d'amont en aval).

GIESSEN - Seuil 1 largeur = 25 m / 25 m
cote déversement = 200,25 NGF / 199,93 NGF



GIESSEN - Seuil 5

largeur = 24 m / 24 m

cote déversement = 195.46 NGF / 195.13 NGF



❑ VANNAGE DU MUELBACH

Le vannage situé à l'entrée du Muelbach pour dériver une partie des eaux de la Lièpvrette est composé de deux vannes :

- 1 vanne de largeur 2.22 m ;
- 1 vanne de largeur 1.21 m.

La hauteur des vannes est de 2.85 m, le radier est à la cote 224.03 NGF.



Illustration 68 : Vannage en entrée du Muelbach

Les études ISL fournies ne font pas mention de ce vannage, il n'y a donc aucune information concernant la manœuvre des vannes.

HYDRATEC a de son côté modélisé les vannes comme quasiment fermées.

Par conséquent, cet ouvrage a été intégré dans le modèle 2D selon la même hypothèse, à l'aide d'orifices avec un radier calé à 224.03 NGF.

❑ OUVRAGES DE DECHARGE

Les ouvrages de décharge situés sous la voie verte, la voie ferrée et la RD1059 dans la zone à casiers définie par ISL ont été répertoriés et levés sur le terrain. Les ouvrages obstrués ne sont pas représentés dans le modèle.

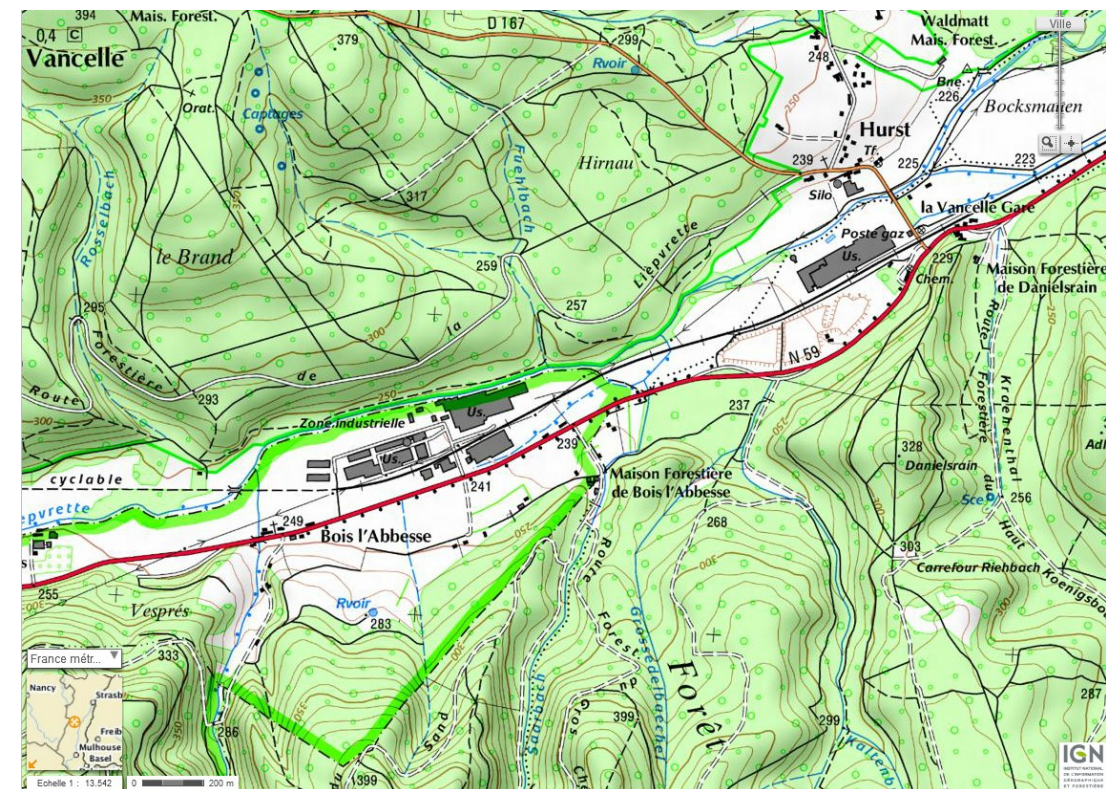





Illustration 69 : Localisation des ouvrages de décharge dans la zone à casiers

Localisation	Dimensions de l'ouverture	Cotes caractéristiques	Photo	Commentaire
① Voie verte	6,00 x 1,40 m	voie = 247,65 NGF radier = 245,33 NGF		modélisé
② Voie verte	inconnues	voie = 244,75 NGF radier = 243,75 NGF		obstrué non modélisé
③ Voie verte	1,00 x 0,75 m	voie = 246,38 NGF haut = 245,11 NGF radier = 244,36 NGF		obstrué non modélisé
④ Voie ferrée	0,95 x 0,43 m	voie = 232,59 NGF haut = 231,92 NGF radier = 231,49 NGF		modélisé
⑤ Voie ferrée	1,00 x 0,89 m	voie = 232,83 NGF haut = 231,75 NGF radier = 230,86 NGF		modélisé
⑥ Voie ferrée	1,20 x 0,55 m 1,20 x 0,74 m	voie = 234,73 NGF haut = 233,97 NGF radier = 233,42 NGF		modélisé
⑦ Voie ferrée	0,80 x ?	voie = 237,50 NGF haut = 236,85 NGF		obstrué non modélisé
⑧ RN59	Ø 0,60 m	route = 238,75 NGF haut = 237,65 NGF radier = 237,05 NGF		modélisé
⑨ RN59	Ø 0,60 m	route = 237,87 NGF radier = 237,27 NGF		modélisé

4.5.1.3 Coefficients de rugosité

Dans un premier temps, les coefficients de rugosité spécifiés dans le modèle ont été définis à partir de la bibliographie et des informations recueillies.

Pour le lit mineur de la Lièpvrette, du Giessen et du Muelbach, un coefficient de Strickler (K) de 23 a été adopté, ce qui correspond bien à des cours d'eau à forte pente avec un fond de graviers et blocs rocheux. A titre comparatif, ISL avait opté pour des coefficients de Strickler de 20 à 25 en lit mineur.

Pour le lit majeur, les coefficients de rugosité ont été définis à partir de la carte d'occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 présentée ci-après.

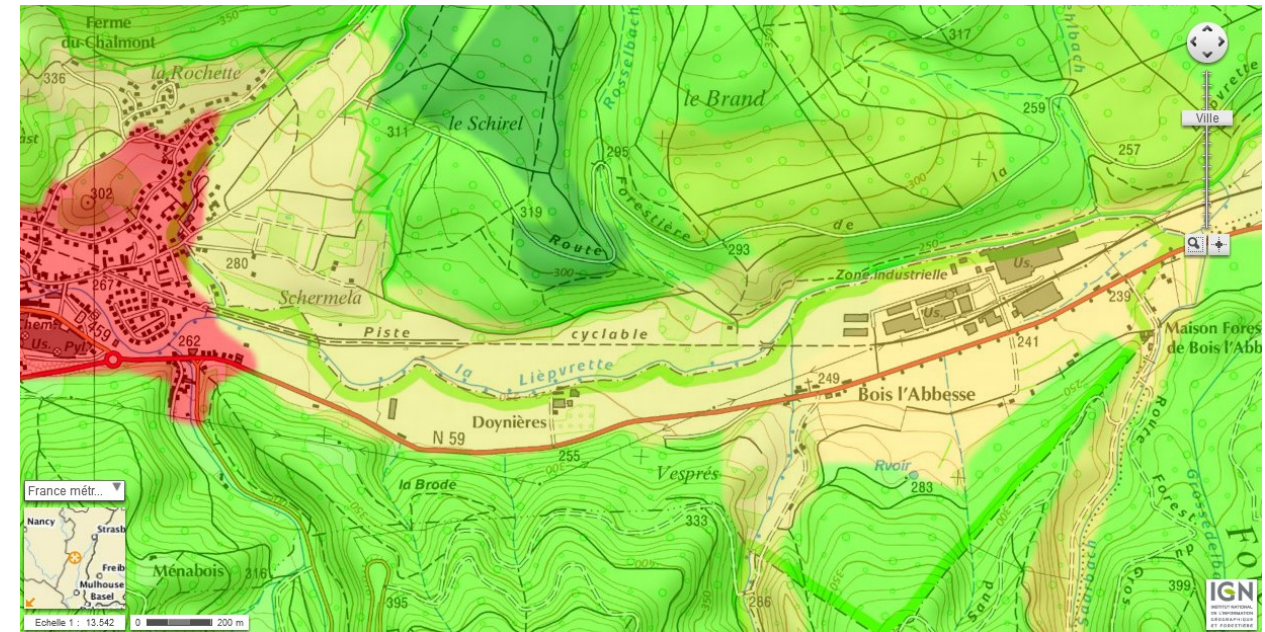


Illustration 70 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (amont)

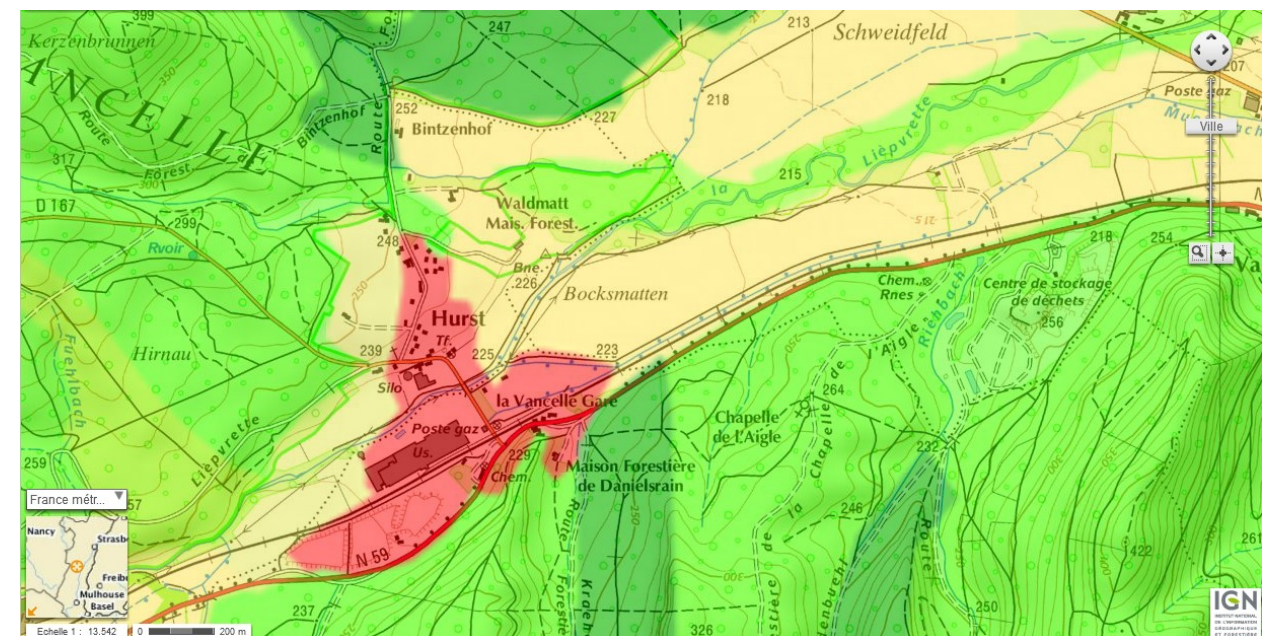


Illustration 71 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (Hurst)

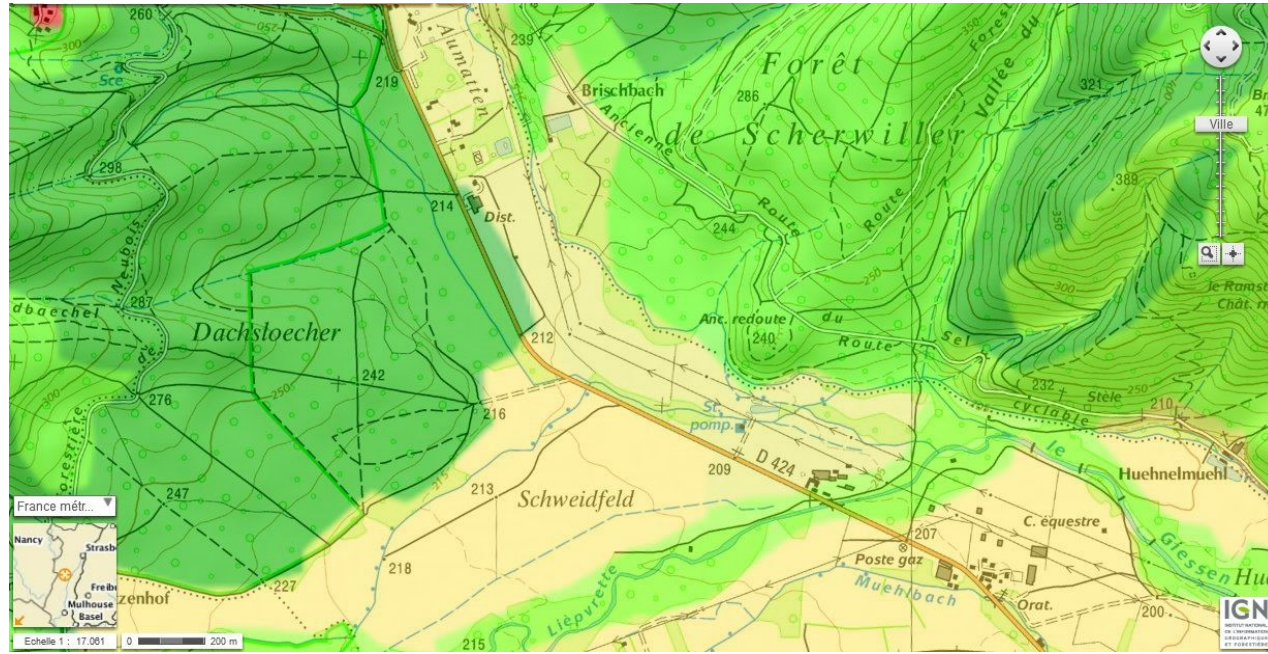


Illustration 72 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (confluence)

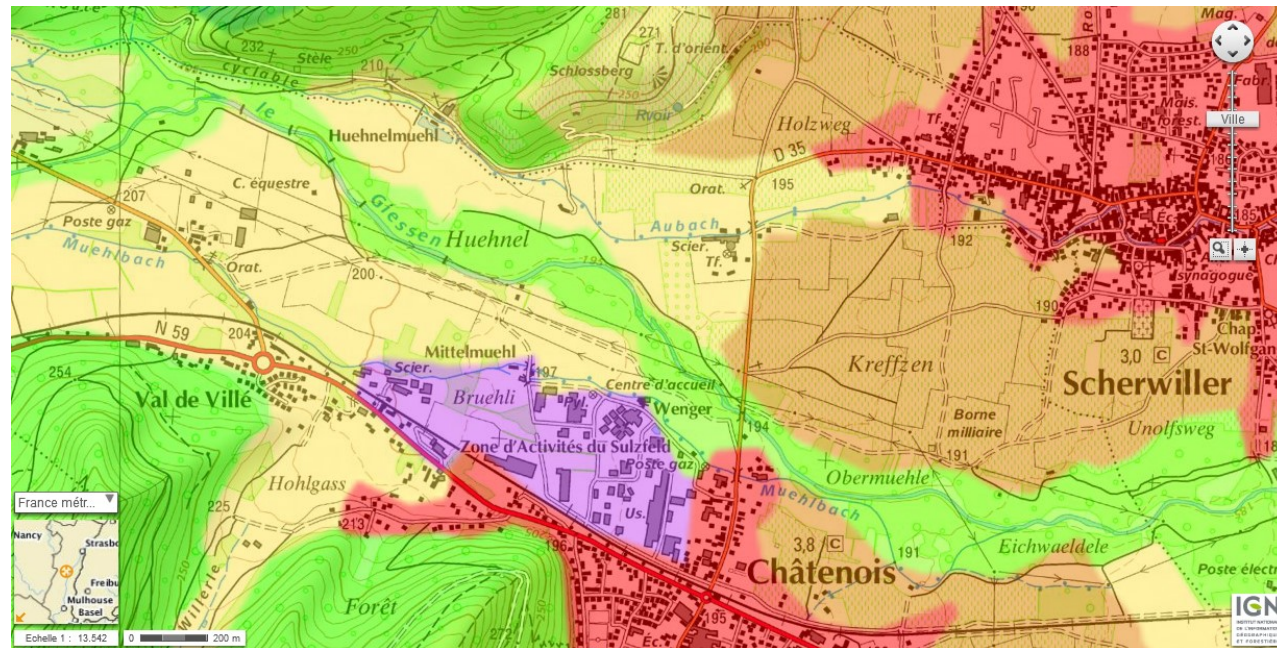


Illustration 73 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (aval)

1	Territoires artificialisés
1.1	Zones urbanisées
1.1.2	Tissu urbain discontinu Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes coexistent avec des surfaces végétalisées et du sol nu, qui occupent de manière discontinue des surfaces non négligeables.
1.2	Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication
1.2.1	Zones recouvertes artificiellement (zones cimentées, goudronnées, asphaltées ou stabilisées : terre battue par exemple), sans végétation occupant la majeure partie du sol. Ces zones comprennent aussi des bâtiments et/ou de la végétation.
2	Territoires agricoles
2.2	Cultures permanentes
2.2.1	Vignobles Surfaces plantées de vignes.
2.3	Prairies
2.3.1	Prairies Surfaces enherbées denses de composition floristique composées principalement de graminacées, non incluses dans un assolement. Principalement pâturées, mais dont le fourrage peut être récolté mécaniquement. Y compris des zones avec haies (bocages).
2.4	Zones agricoles hétérogènes
2.4.2	Systèmes culturaux et parcellaires complexes Juxtaposition de petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, de prairies et/ou de cultures permanentes complexes.
3	Forêts et milieux semi-naturels
3.1	Forêts
3.1.1	Forêts de feuillus Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominent les espèces forestières feuillues.
3.1.3	Forêts mélangées Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où ni les feuillus ni les conifères ne dominent.
3.2.4	Forêts et végétation arbustive en mutation Végétation arbustive ou herbacée avec arbres épars, formations pouvant résulter de la dégradation de la forêt ou d'une recolonisation / régénération par la forêt.

Les coefficients de Strickler définis pour le lit majeur sont les suivants :

Occupation des sols	Coefficient de Strickler
Zones urbanisées	K = 10
Vignobles	K = 14
Prairies & zones agricoles hétérogènes	K = 7
Forêts	K = 12

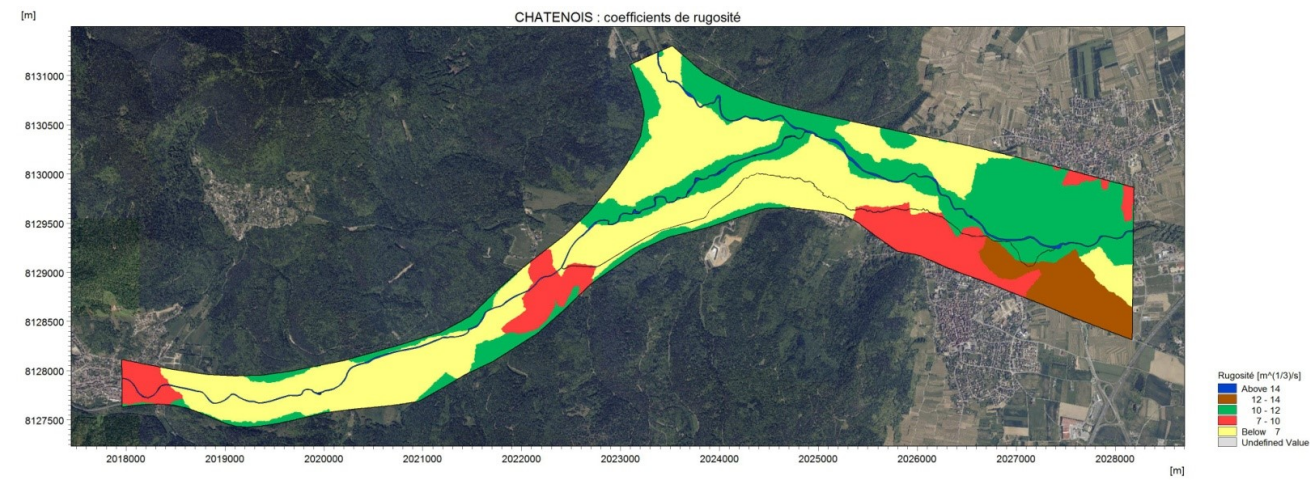


Illustration 74 : Coefficient de rugosité dans le modèle 2D

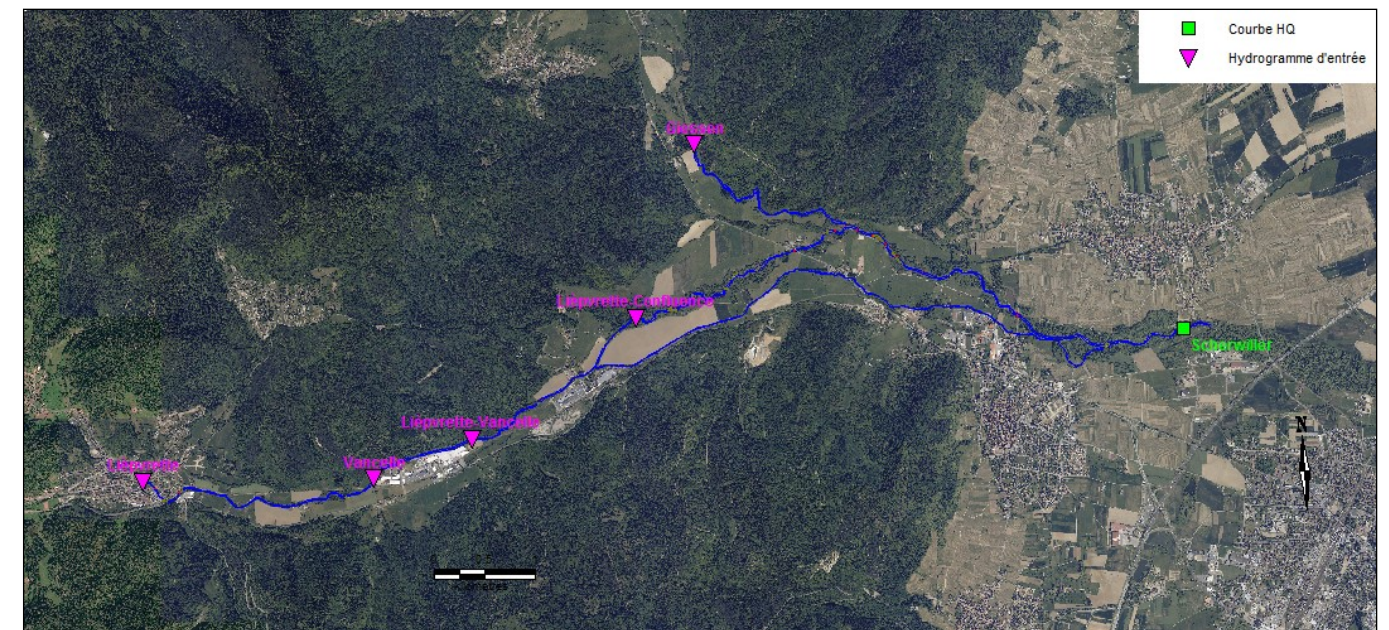


Illustration 76 : Localisation des conditions aux limites du modèle 2D

4.5.1.4 Conditions aux limites

Le modèle 2D comporte 3 conditions aux limites :

- Une condition limite amont sur la Lièpvrette, correspondant à l'hydrogramme de la crue centennale défini dans l'analyse hydrologique ;
- Une condition limite amont sur le Giessen, correspondant également à l'hydrogramme de la crue centennale ;
- Une condition limite aval constituée d'une courbe de tarage à Scherwiller.

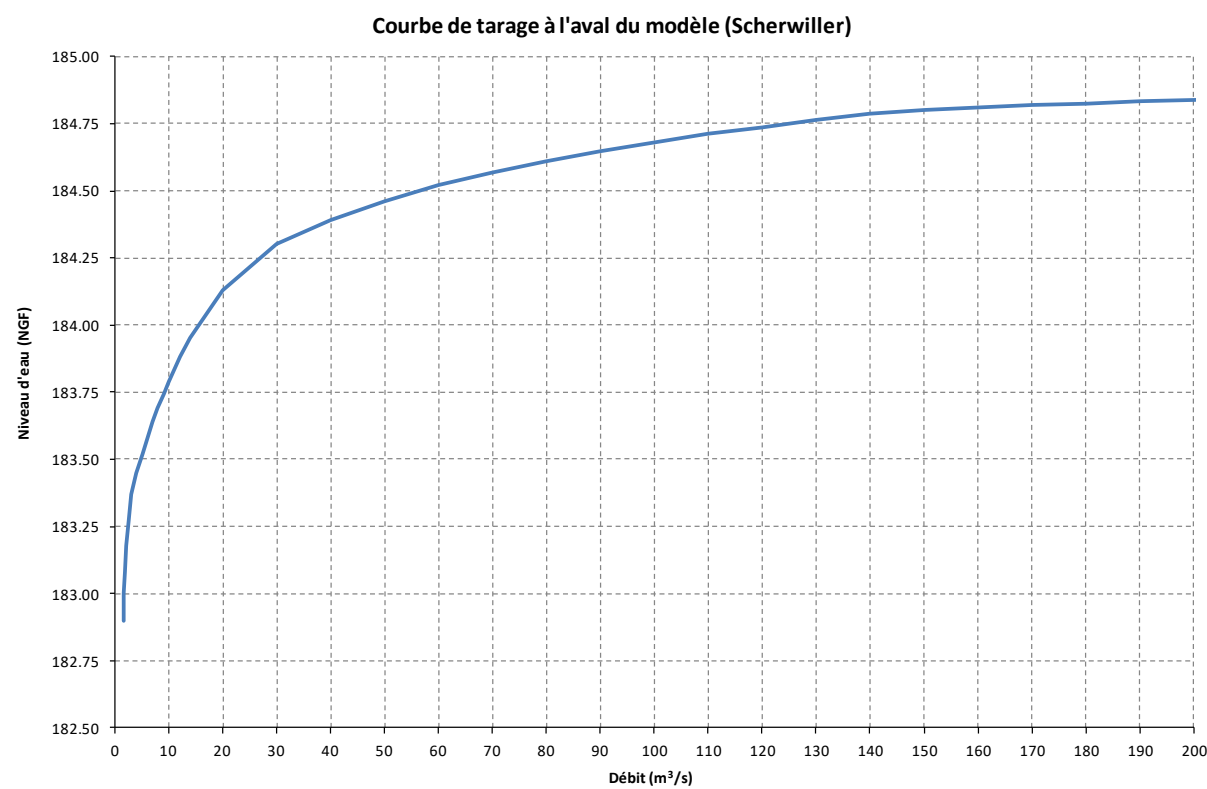


Illustration 75 : Courbe H/Q reconstituée par ISL à Scherwiller

4.5.2 Calage du modèle

Le calage du modèle consiste à ajuster différents paramètres afin que les niveaux d'eau calculés par le modèle approchent le mieux possible les niveaux d'eau connus sur le site. Ces paramètres sont les coefficients de rugosité et les coefficients de débit des déversoirs.

Dans le cas présent, le calage s'effectue sur les résultats de la simulation de la crue centennale réalisée par HYDRATEC dans le cadre de son étude de l'aléa inondation dans le bassin versant du Giessen pour le compte de la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin (DDT67).

4.5.2.1 Données de calage

Afin de caler le modèle 2D, les éléments suivants ont été fournis par HYDRATEC :

- La cartographie de la zone inondable sur fond IGN au droit du secteur d'étude de la déviation de Châtenois (au format PDF) ;
- Les résultats de leur modélisation sous SIG et tableur (niveaux d'eau en lit mineur et dans les casiers).

DDT 67
Service
Environnement
Gestion des
Espaces

Emprise de la zone inondable au droit de l'emprise projetée de la contournante de Châtenois

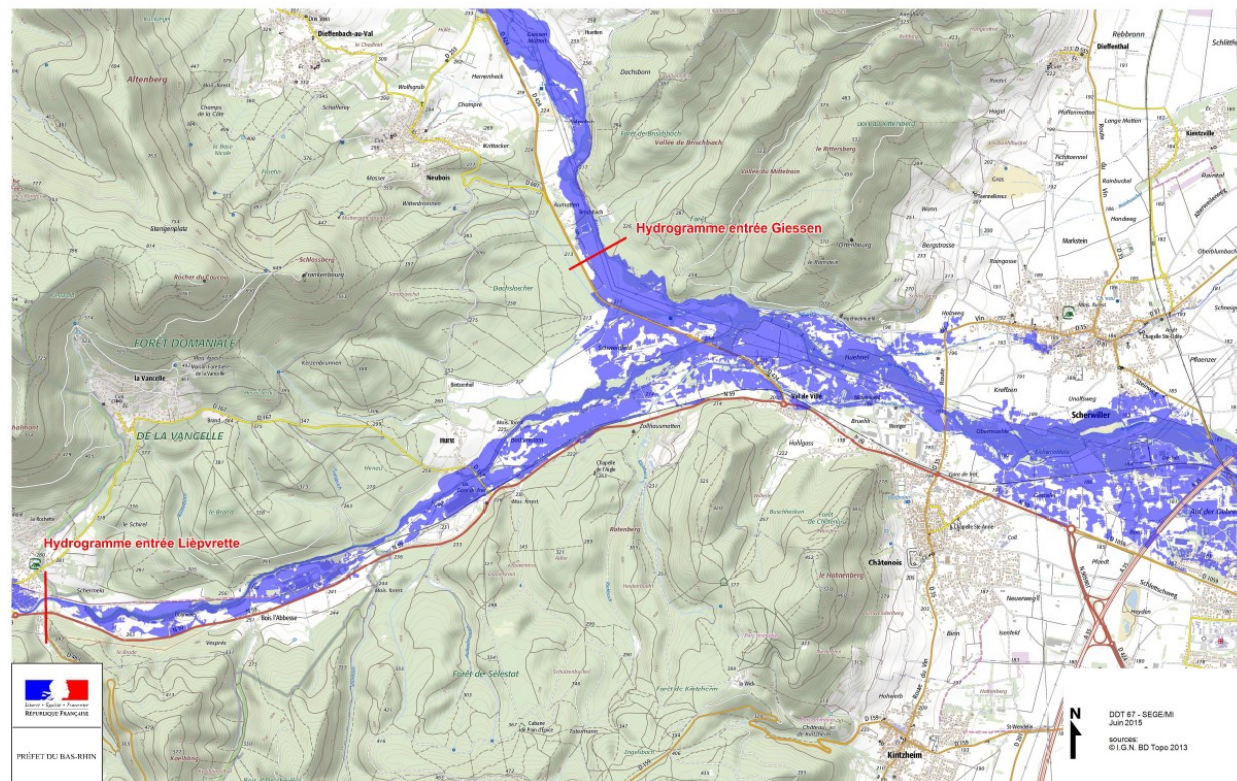


Illustration 77 : Emprise de la zone inondable fournie par HYDRATEC

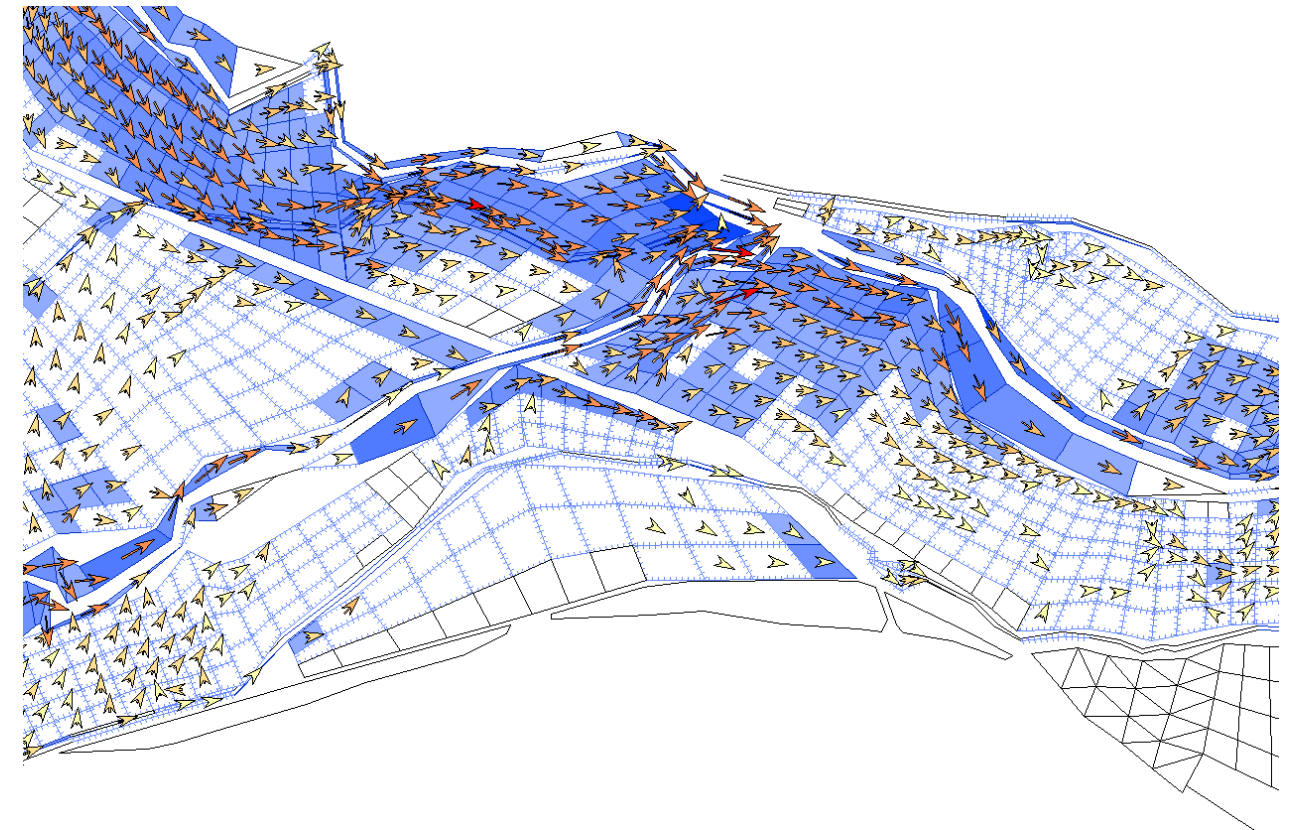


Illustration 78 : Extrait des données SIG fournies par HYDRATEC (zone de la confluence)

A la vue des données fournies par HYDRATEC, des différences notables de modélisation et d'exploitation des résultats apparaissent et méritent d'être d'ores et déjà soulignées car elles peuvent être responsables d'écart entre les résultats d'HYDRATEC et ceux du modèle 2D.

1^{ère} différence : Le modèle d'HYDRATEC résulte d'un couplage 1D-2D établi sur la base de profils en travers régulièrement espacés en lit mineur (partie 1D) et d'un MNT pour la définition du lit majeur en 2D. Dans le cas présent, le modèle réalisé est un modèle 2D intégral, ce qui implique une meilleure précision.

2nde différence : La zone inondable définie par HYDRATEC a été calculée en confrontant les résultats issus de leur modèle 1D-2D avec le MNT par un traitement sous SIG. Dans le cas présent, le modèle 2D réalisé calcule directement la zone inondable à partir du MNT intégré dans le modèle.

3^{ème} différence : La précision du maillage en lit majeur (taille et forme des mailles) joue un rôle important. Comme on peut le voir sur la figure précédente (figure 38), HYDRATEC a adopté un maillage rectangulaire avec une taille de maille plus grossière que dans le modèle 2D dans lequel les mailles sont triangulaires et plus petites. La topographie est ainsi décrite plus finement dans le cas du modèle 2D ce qui a une influence dans le calcul des niveaux d'eau et de la zone inondable et pourrait ainsi expliquer des écarts de 5-10 cm entre les 2 modèles.

Rappelons également que la précision du maillage est choisie entre autres en fonction des objectifs de l'étude : dans le cas présent, il est nécessaire d'adopter un maillage plus fin pour obtenir des résultats plus précis dans le calcul de l'impact du projet, alors que les études plus globales comme les Plans de Prévention du Risque inondation n'ont pas besoin d'un maillage aussi précis.

4.5.2.2 Résultats du calage du modèle 2D

□ POINTS DE CALAGE

Dans un premier temps, le profil en long de la ligne d'eau calculé par le modèle 2D a été comparé aux résultats d'HYDRATEC.

Ces points de calage du modèle 2D sont localisés sur la figure ci-après (L01 à L10 sur la Lièpvrette, G01 à G10 sur le Giessen).



Illustration 79 : Localisation des points de calage

Les résultats obtenus sur le Giessen et la Lièpvrette sont récapitulés dans les tableaux ci-après :

LABEL	X (m)	Y (m)	Z (NGF)	NE MIKE 21 (NGF)	NE HYDRATEC (NGF)	Ecart (cm)
G01	2023394.46	8131095.58	209.64	212.29	212.26	+3.1
G02	2023876.53	8130705.15	206.88	208.31	208.27	+3.2
G03	2024311.72	8130567.17	203.23	205.13	205.17	-3.7
G04	2024627.11	8130590.92	201.09	203.92	204.02	-10.1
G05	2024995.72	8130379.95	198.80	202.34	202.32	+2.8
G06	2025646.99	8129963.08	194.23	197.63	197.67	-4.0
G07	2026243.18	8129789.24	191.54	194.46	194.47	-1.3
G08	2026567.55	8129548.73	189.34	193.00	193.00	+0.8
G09	2027468.94	8129289.15	185.54	188.16	188.08	+8.1
G10	2027821.52	8129312.60	183.70	186.53	186.61	-7.8

Tableau 19 : Résultats du calage sur le Giessen

LABEL	X (m)	Y (m)	Z (NGF)	NE MIKE 21 (NGF)	NE HYDRATEC (NGF)	Ecart (cm)
L01	2018038.48	8127897.16	263.48	266.60	266.59	+0.5
L02	2018543.44	8127830.16	258.61	261.23	261.29	-5.6
L03	2019250.94	8127689.16	251.70	254.28	254.31	-3.3
L04	2020014.61	8127796.11	245.30	247.82	247.71	+10.3
L05	2020800.01	8128208.43	237.77	240.11	240.21	-9.4
L06	2021637.41	8128595.29	229.89	232.33	232.32	+1.5
L07	2022160.13	8128905.14	225.88	228.49	228.62	-12.2
L08	2023216.84	8129629.74	215.03	217.03	217.16	-12.5
L09	2023868.00	8129952.76	207.91	210.19	210.14	+4.7
L10	2024386.90	8130195.39	204.12	206.77	206.72	+4.5

Tableau 20 : Résultats du calage sur la Lièpvrette

Les écarts sont compris dans une fourchette de ± 10 cm sur le Giessen et ± 12 cm sur la Lièpvrette, ce qui est tout à fait satisfaisant.

□ ZONE INONDABLE

Dans un second temps, la zone inondable calculée par le modèle 2D a été comparée aux résultats d'HYDRATEC.

La zone inondable obtenue par le modèle 2D est exposée sur la figure ci-après. Différents zooms sont également présentés afin de faciliter la comparaison des résultats obtenus avec ceux d'HYDRATEC.

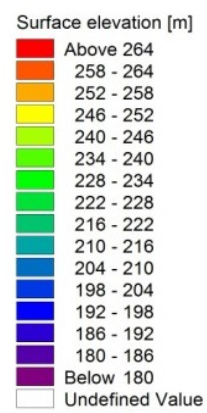
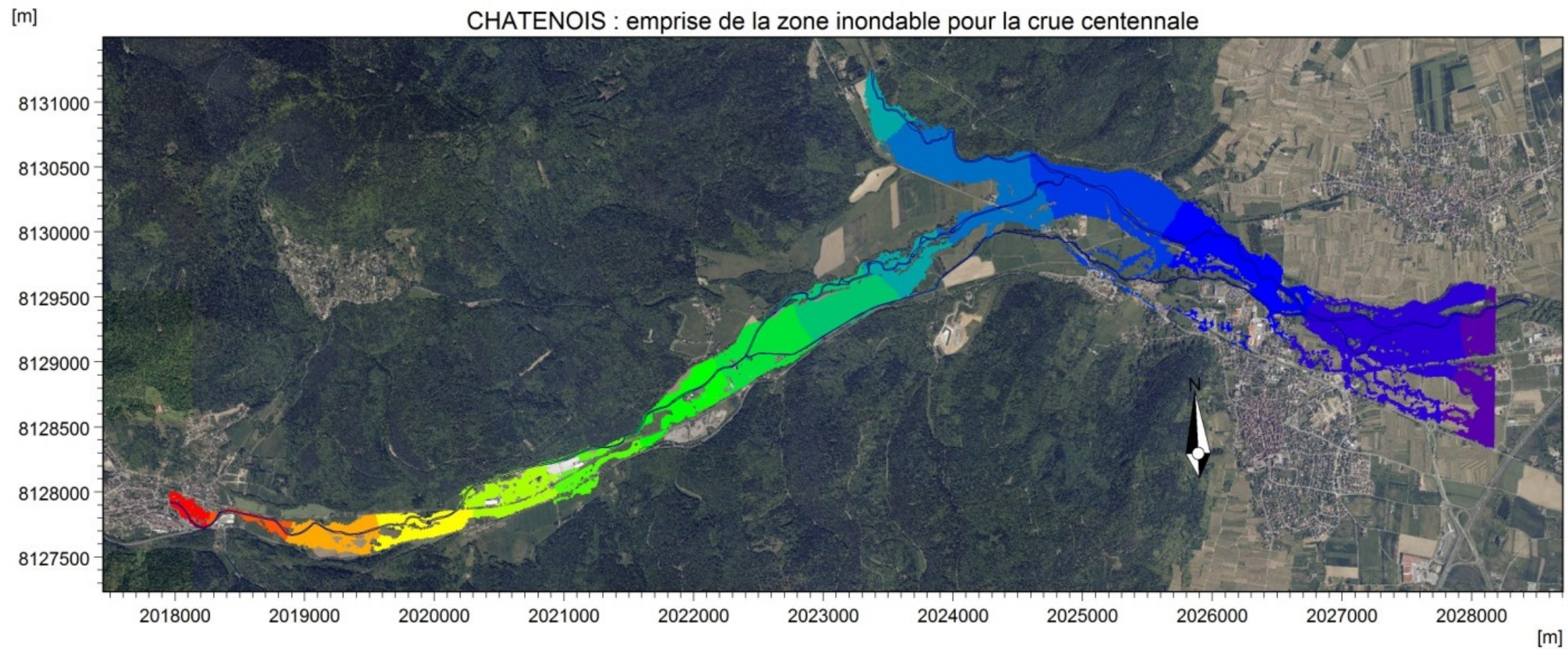


Illustration 80 : Emprise de la zone inondable calculée par le modèle 2D

ZOOM 1 : la Lièpvrette entre Lièpvre et Doynières



Illustration 81 : La Lièpvrette entre Lièpvre et Doynières

Sur la Lièpvrette, entre Lièpvre et Doynières, la zone inondable calculée par le modèle 2D est proche de celle d'HYDRATEC. Les débordements sont similaires en rive gauche mais un peu différents à Doynières : localement, l'inondation est plus importante dans le lit majeur en rive droite de la Lièpvrette limité par la RD1059. Le modèle 2D semble ainsi plus contraignant sur ce secteur.

La différence de maillage adopté peut être à l'origine de ces écarts et influencer le calcul des niveaux d'eau et de la zone inondable.

Ainsi, les figures ci-dessous permettent d'illustrer ce constat : elles présentent les résultats issus directement du modèle HYDRATEC avant traitement sous SIG et les résultats du modèle 2D. Dans le méandre pris pour exemple, le lit majeur est décomposé en deux casiers pour lesquels les niveaux d'eau calculés sont de 256.644 et 255.054 NGF ; alors que le modèle 2D, où le maillage est beaucoup fin, indique des niveaux allant de 256.75 à 254.60 NGF.

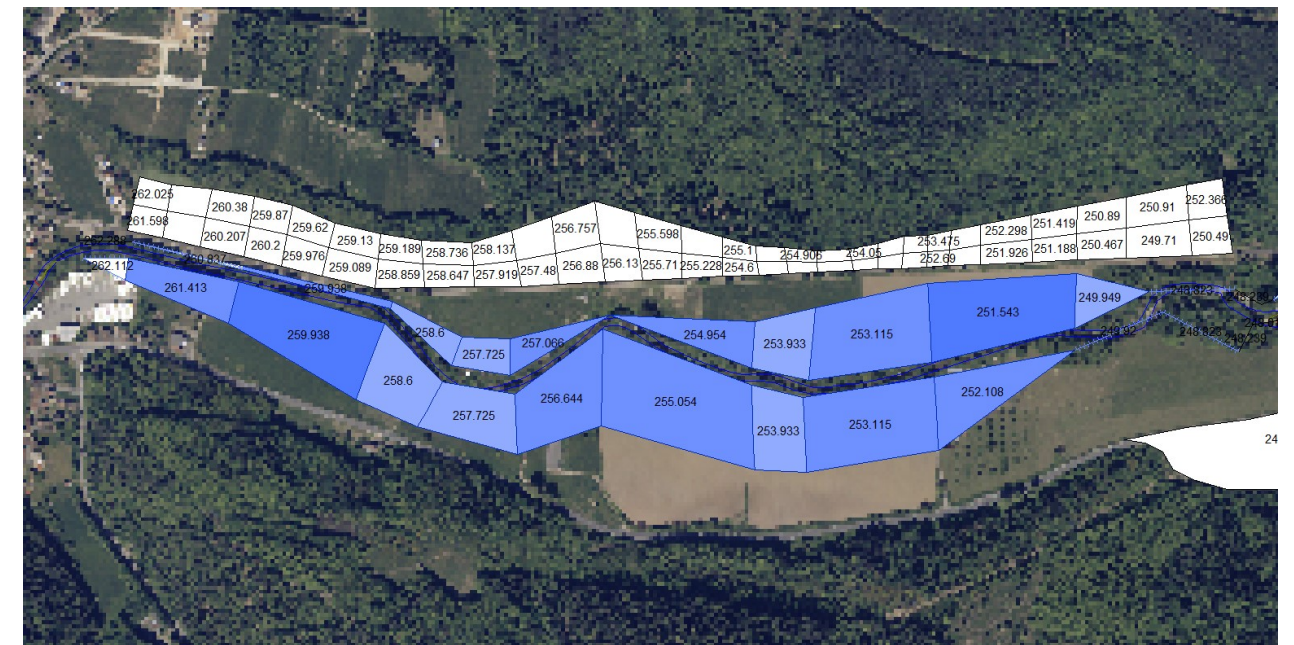


Illustration 83 : Résultats du modèle HYDRATEC avant traitement sous SIG

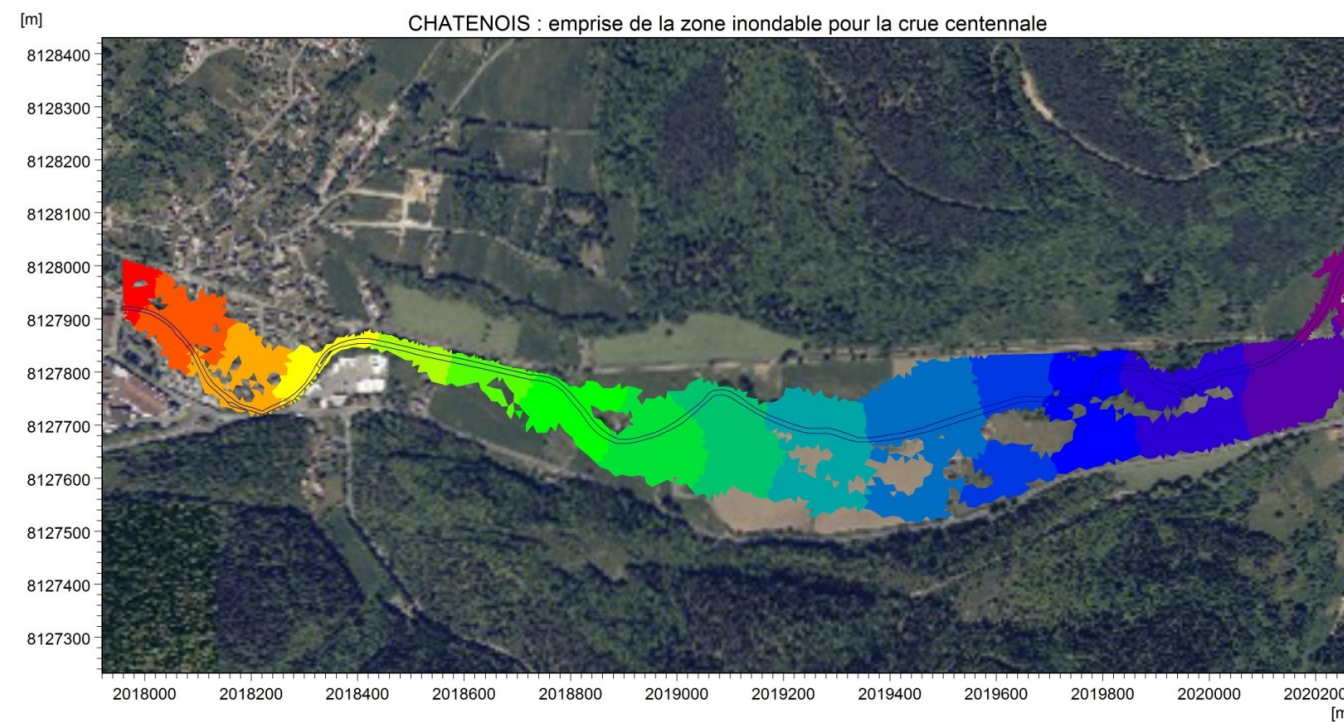


Illustration 82 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Lièpvre et Doynières

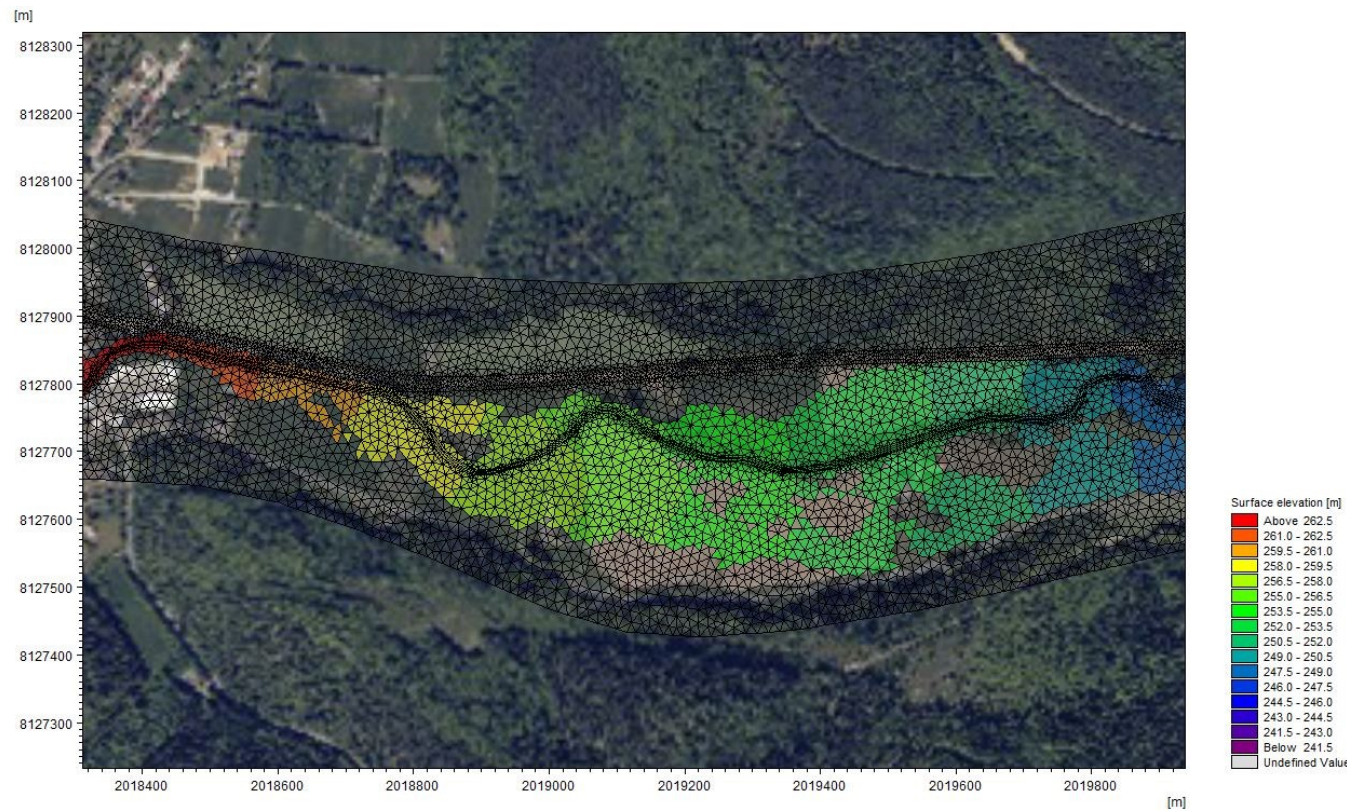


Illustration 84 : Résultats du modèle 2D

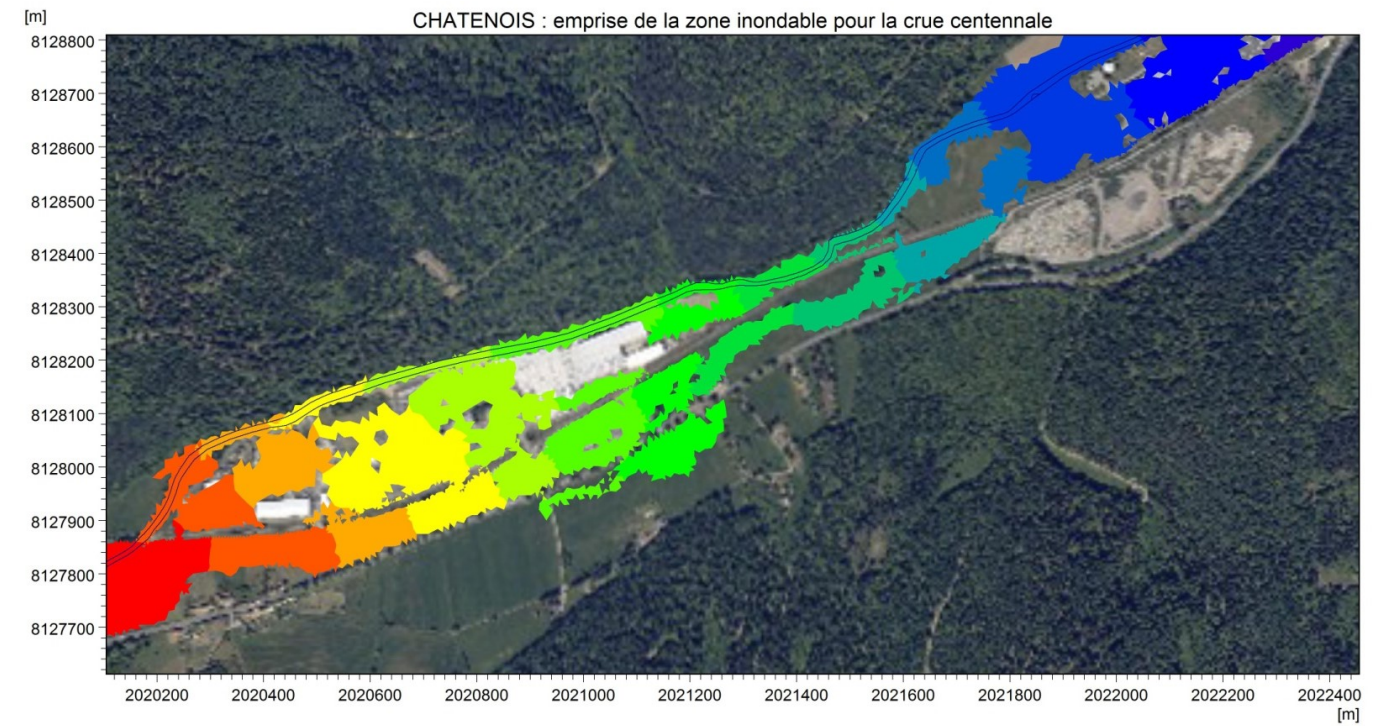


Illustration 86 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Bois l'Abbesse et Hurst

Sur la Lièpvrette, entre Bois l'Abbesse et Hurst, la zone inondable calculée par le modèle 2D est similaire à celle d'HYDRATEC. Quelques nuances sont toutefois observables :

- En rive droite entre la Lièpvrette et la RD1059 : les différences sont visiblement liées à une topographie du lit majeur plus précise dans le modèle 2D.
- Au-delà de la RD1059 : le modèle 2D simule une inondation non observable sur la cartographie d'HYDRATEC. Cet écart est dû à l'intégration d'ouvrages de décharge sous la RD1059 dans le modèle 2D et a priori non pris en compte par HYDRATEC.

ZOOM 2 : la Lièpvrette entre Bois-L'Abbesse et Hurst

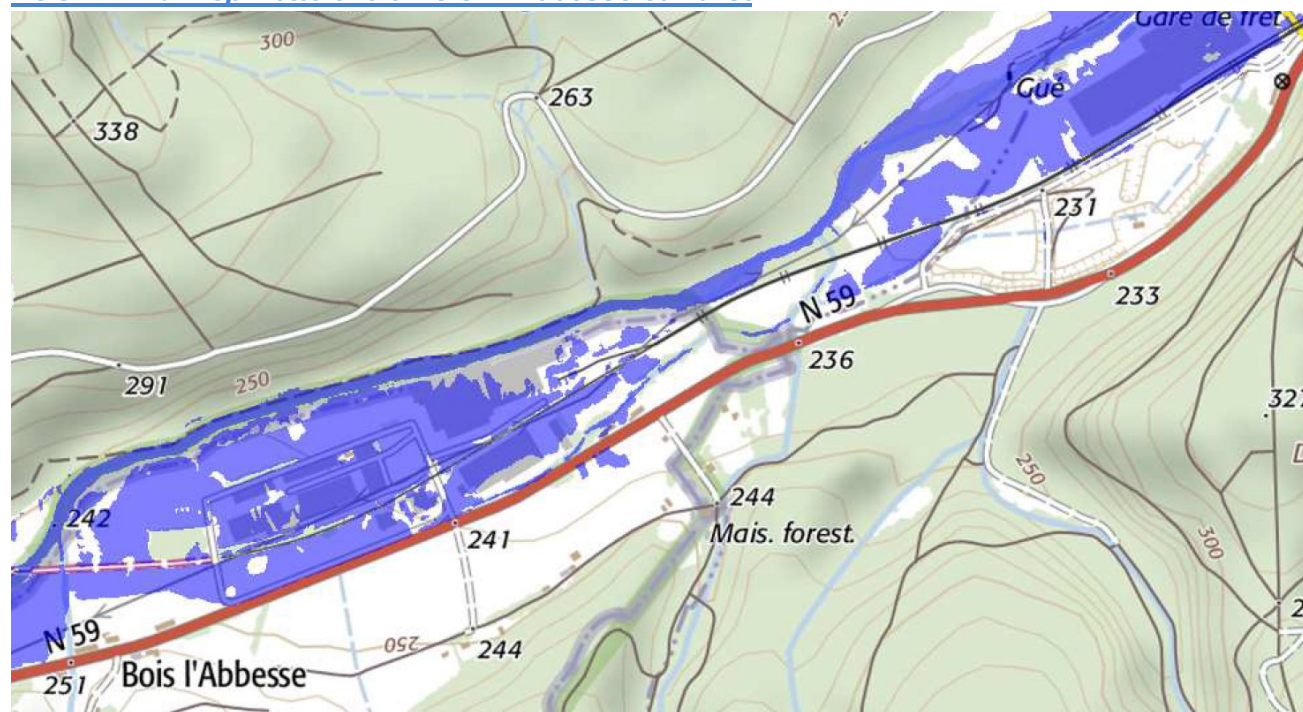


Illustration 85 : La Lièpvrette entre Bois l'Abbesse et Hurst

ZOOM 3 : la Lièpvrette entre Hurst et Schweidfeld

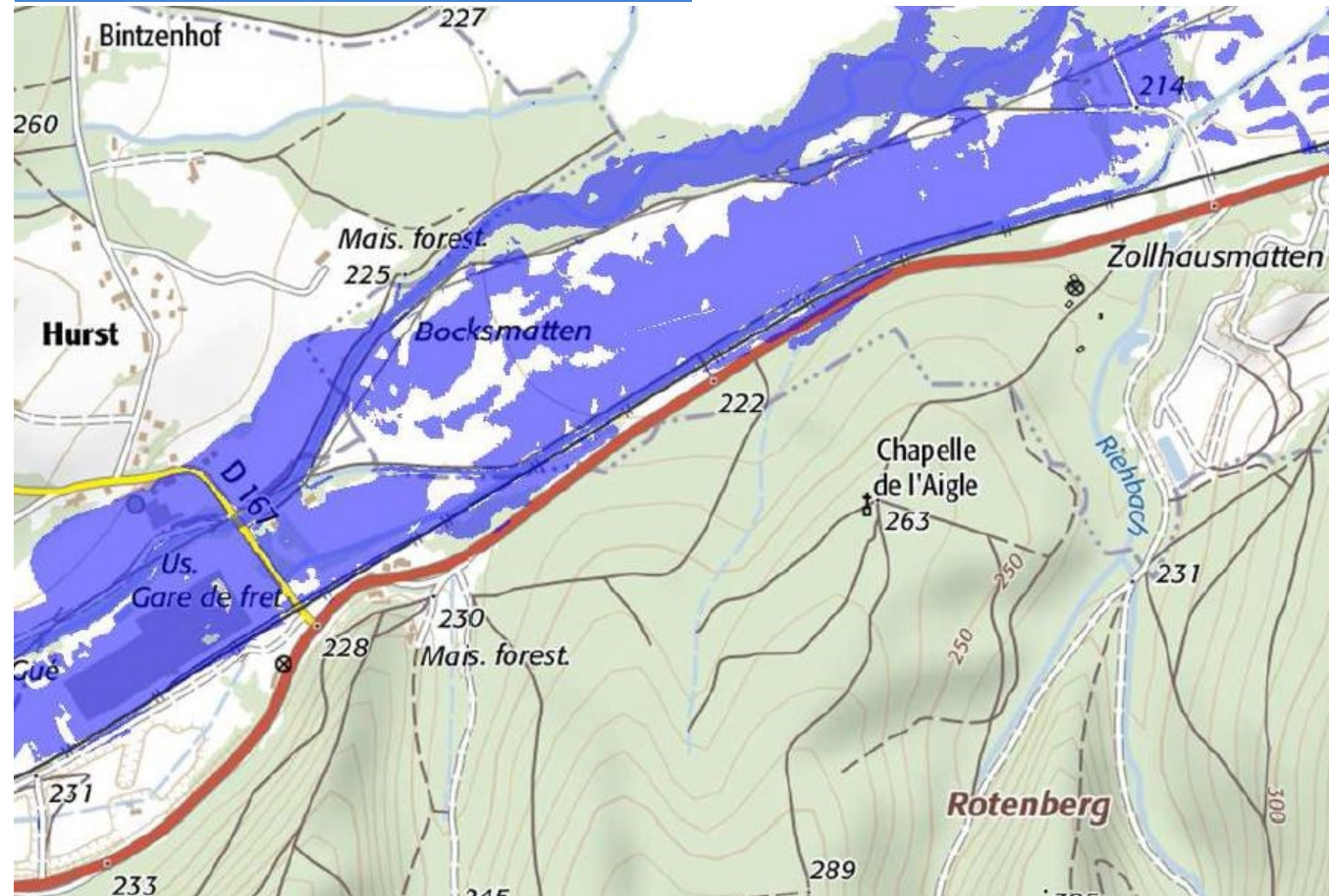


Illustration 87 : La Lièpvrette entre Hurst et Schweidfeld

Sur la Lièpvrette, entre Hurst et Schweidfeld, la zone inondable calculée par le modèle 2D est plus importante que celle d'HYDRATEC avec des hauteurs d'eau plus élevées à la déflue avec le Muehlbach. Le modèle 2D semble ainsi plus contraignant sur ce secteur.

ZOOM 4 : la Lièpvrette et le Giessen entre Schweidfeld et Val de Villé

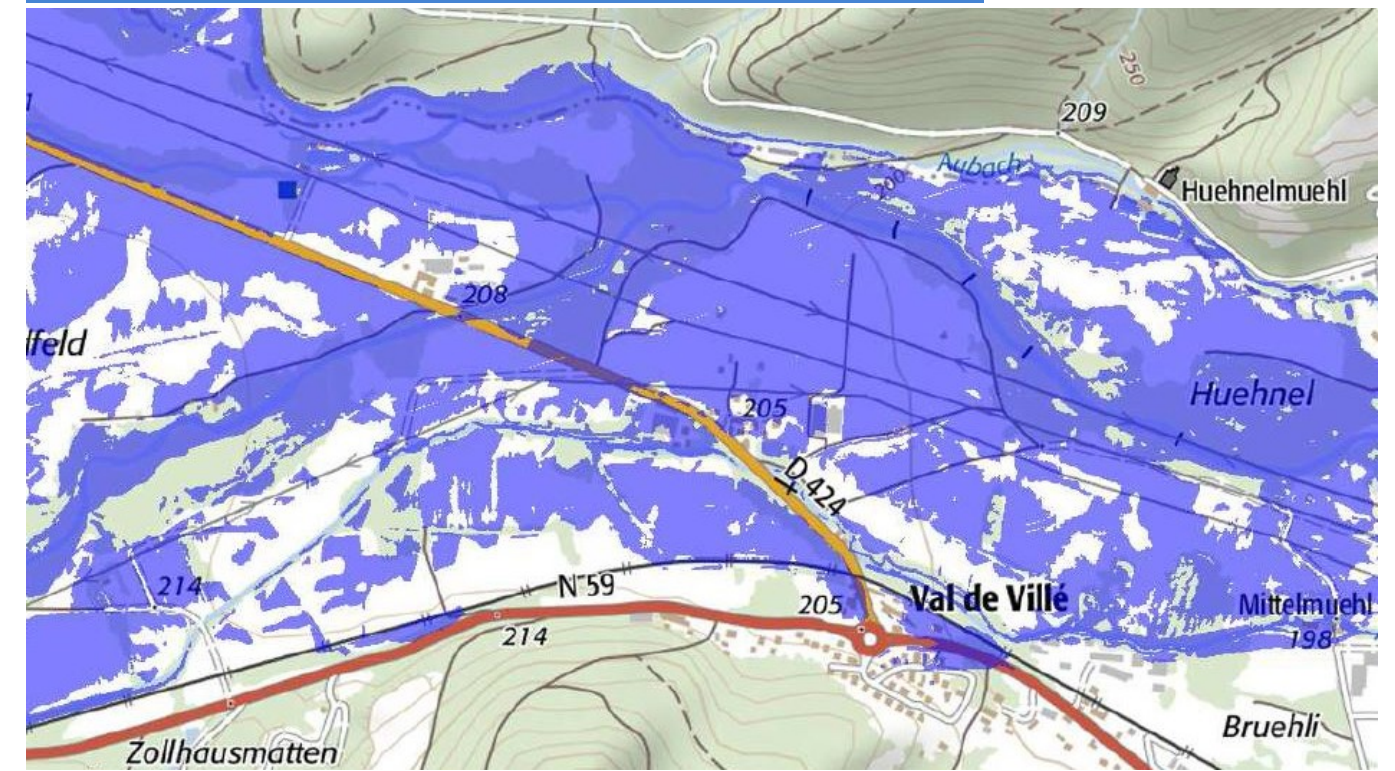


Illustration 89 : La Lièpvrette et le Giessen, entre Schweidfeld et Val de Villé

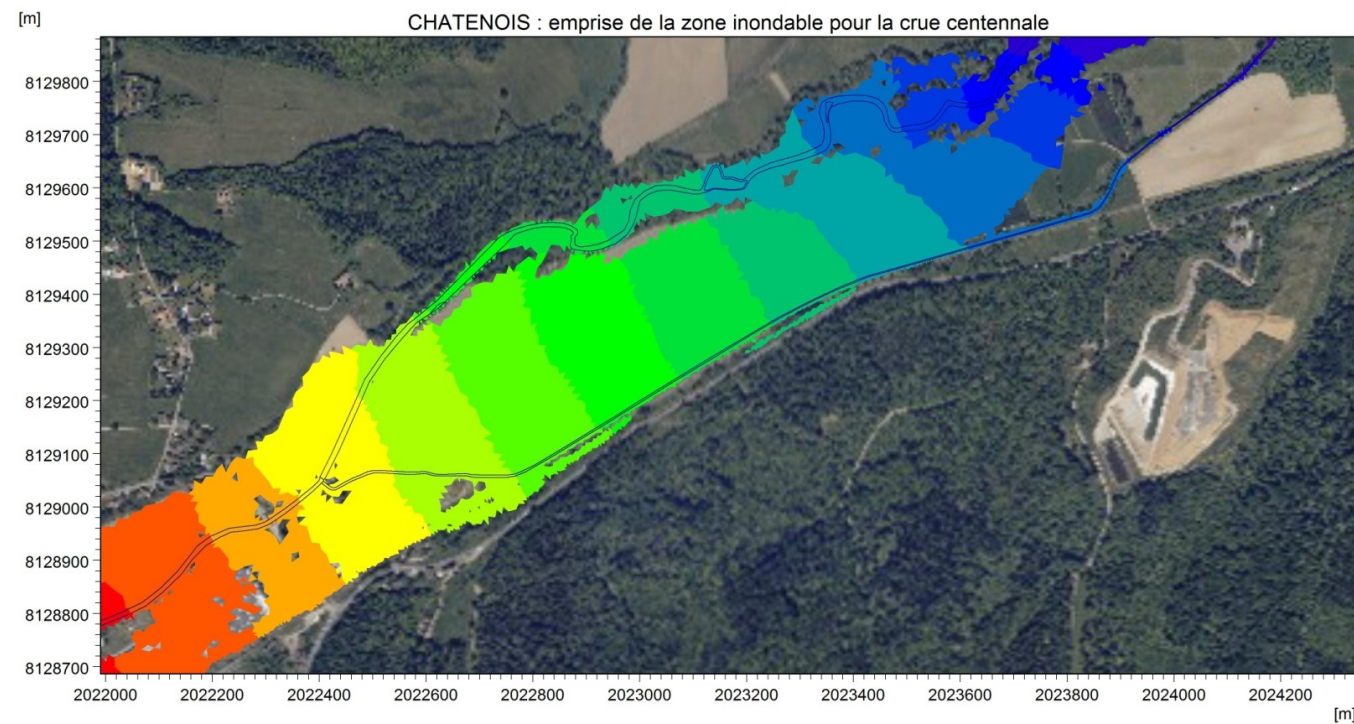


Illustration 88 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Hurst et Schweidfeld

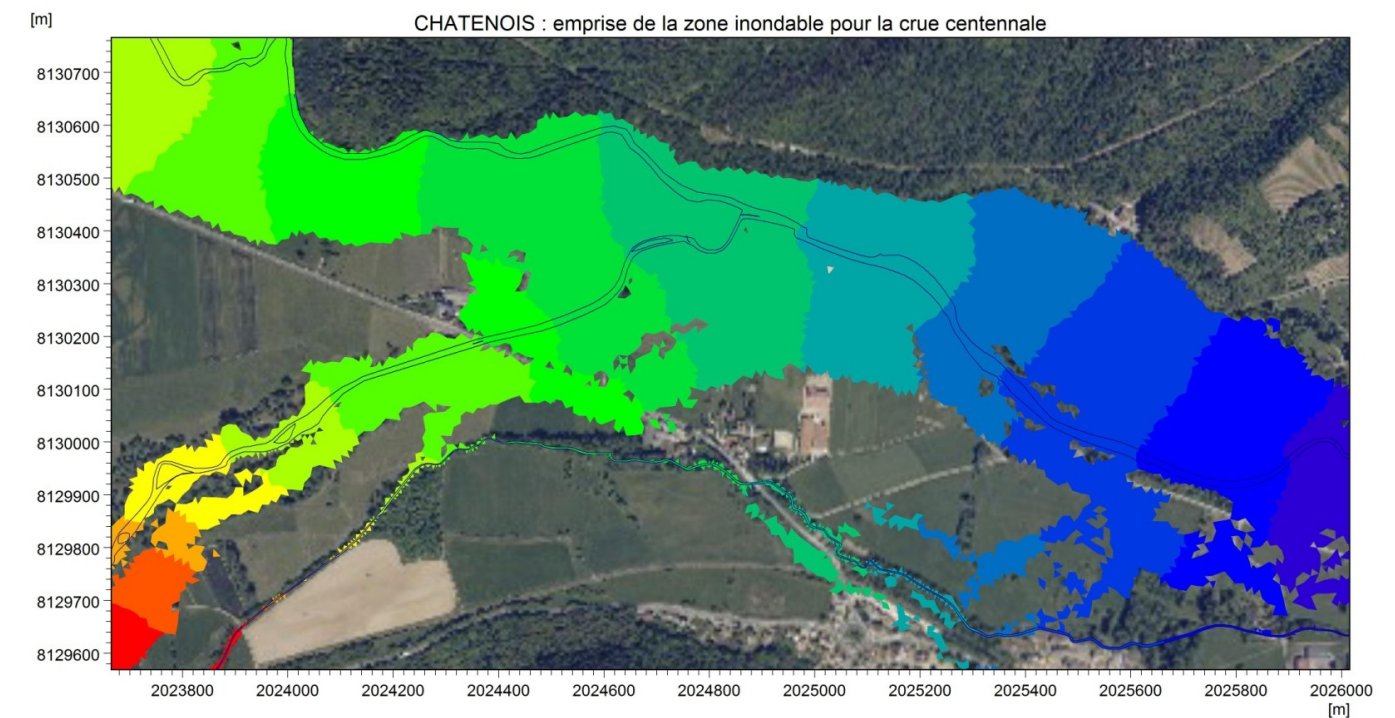


Illustration 90 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Schweidfeld et Val de Villé

Sur la Lièpvrette, entre Schweidfeld et Val de Villé, la zone inondable calculée par le modèle 2D est plus faible en amont de la RD424, en rive gauche de la Lièpvrette et en rive droite du Muelbach. Les hauteurs d'eau calculées par HYDRATEC ne sont que de 3 à 10 cm.

Ces différences sont minimes et peuvent s'expliquer par la différence de méthodologie appliquée et par la précision du maillage en lit majeur (taille et forme des mailles) comme illustré par les figures ci-après.

Différences de maillages en amont du pont de la RD424 en rive gauche de la Lièpvrette (Schweidfeld) :

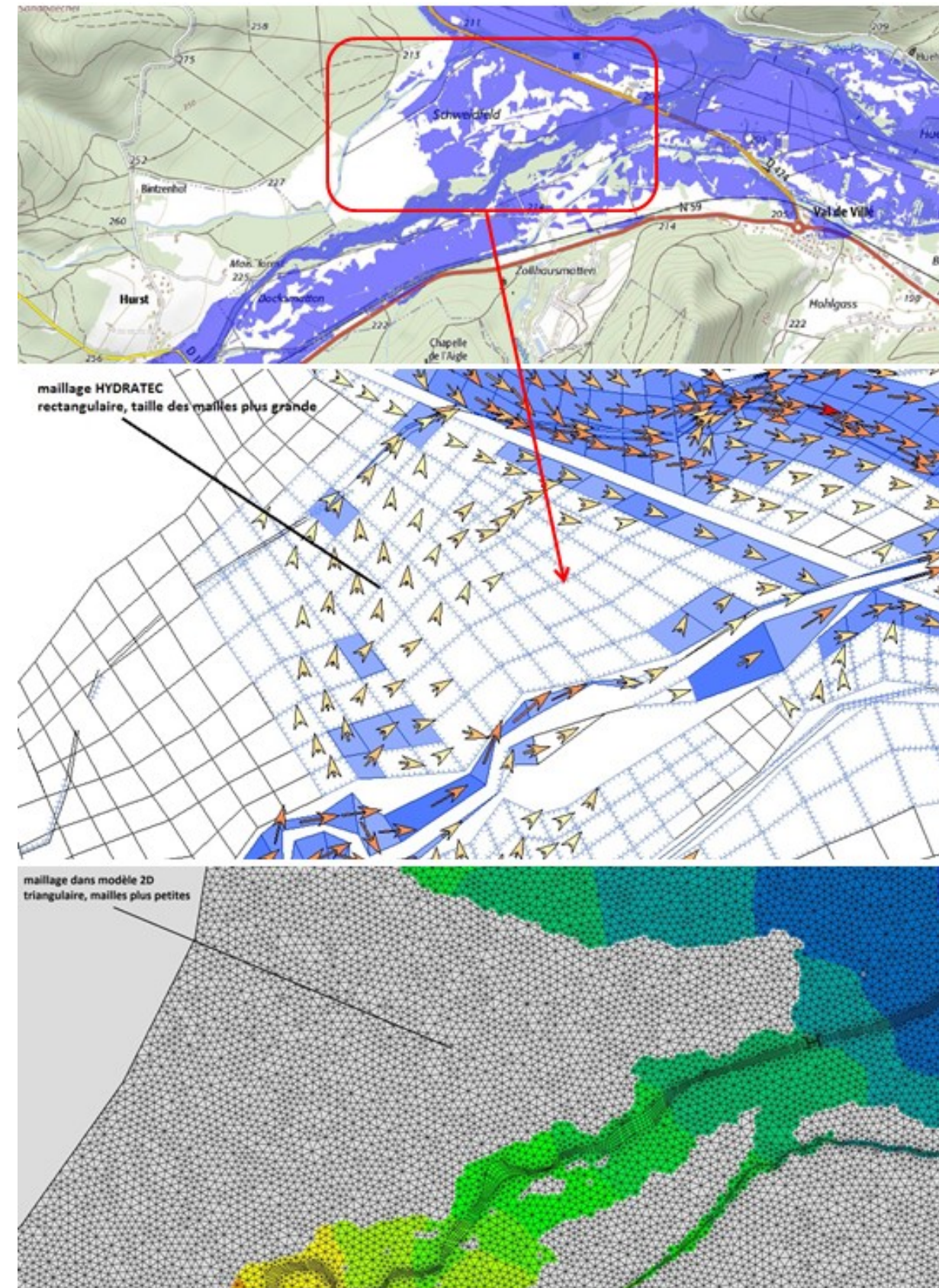


Illustration 91 : Comparaison des maillages définis par HYDRATEC et dans le modèle 2D en amont du pont de la RD424 en rive gauche de la Lièpvrette

Différences de maillages en amont du pont de la RD424 entre le Muehlbach et la RD1059 :

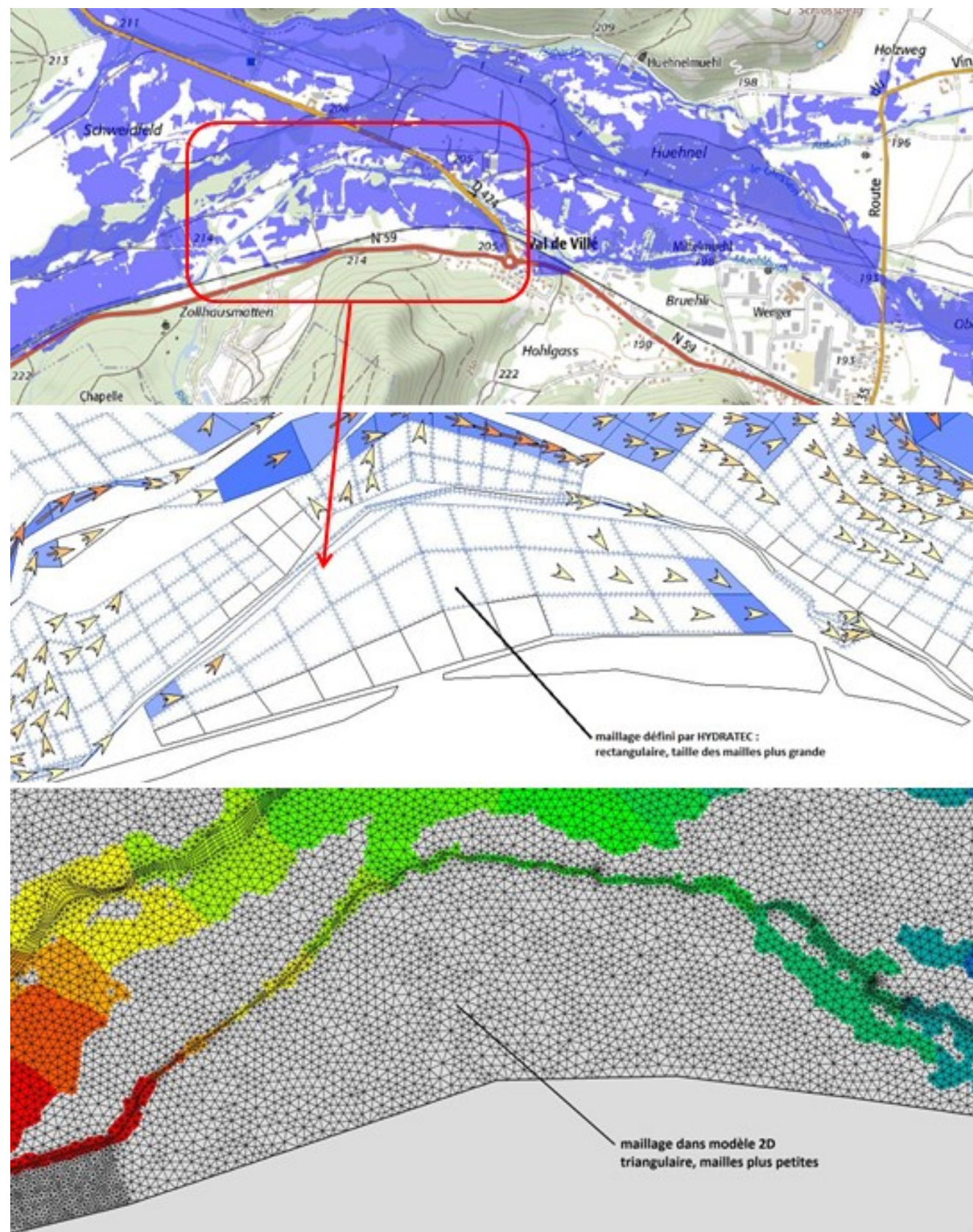


Illustration 92 : Comparaison des maillages définis par HYDRATEC et dans le modèle 2D en amont du pont de la RD424 entre le Muehlbach et la RD1059

ZOOM 5 : le Giessen entre Val de Villé et Scherwiller

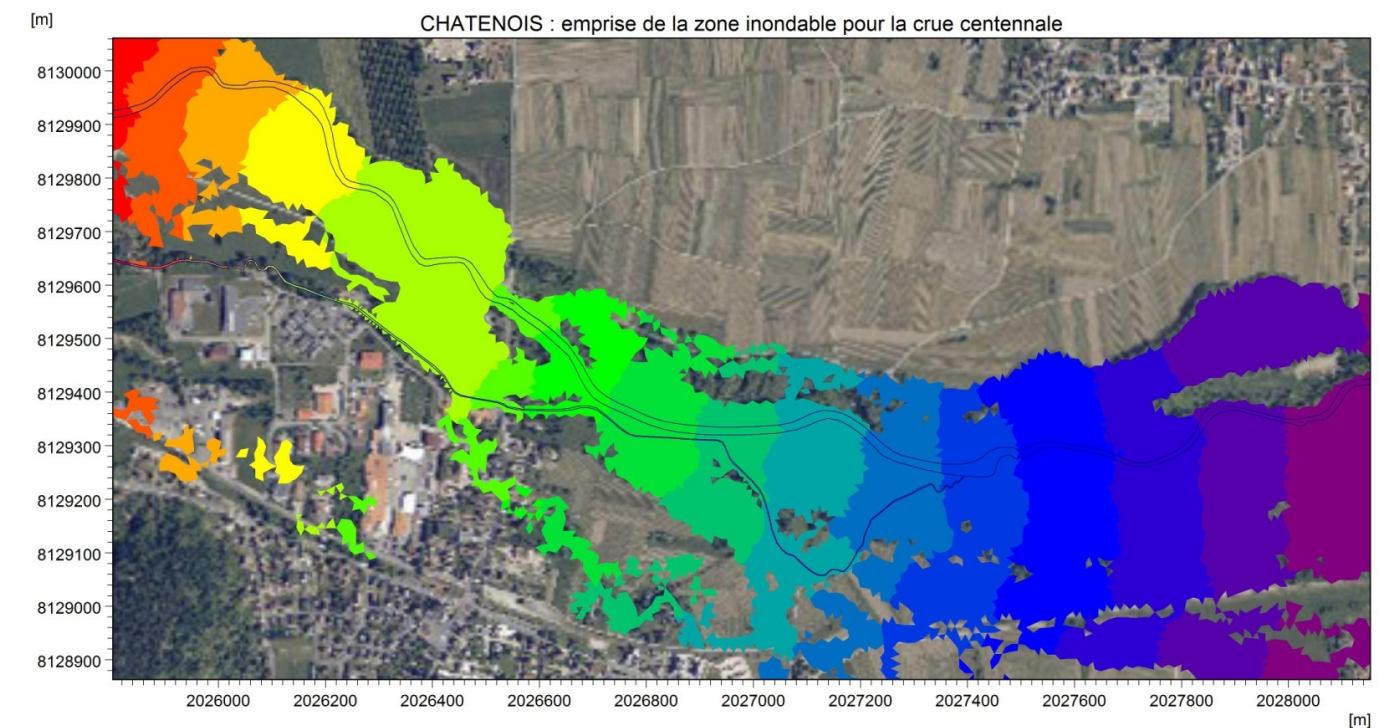
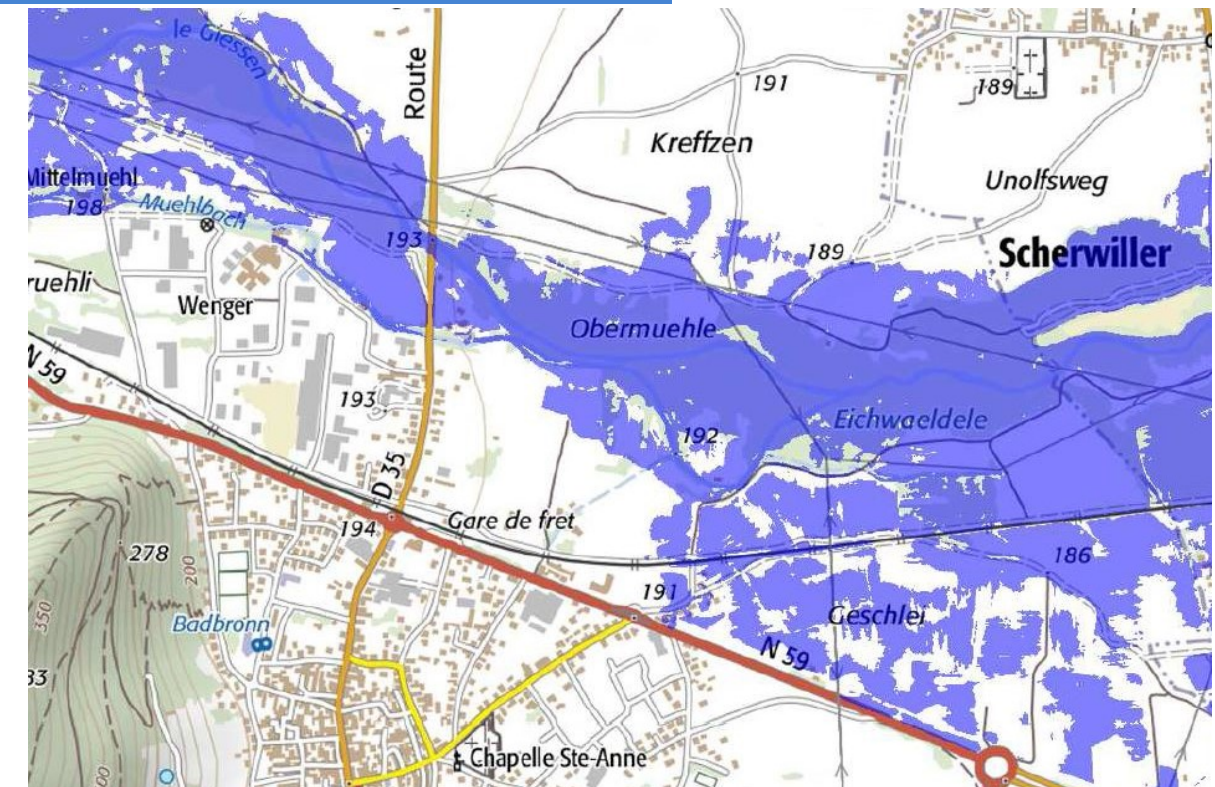


Illustration 93 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Val de Villé et Scherwiller

Sur le Giessen et le Muehlbach, entre Val de Villé et Scherwiller, les zones inondables sont similaires malgré quelques poches d'inondations calculées par le modèle 2D en rive droite à proximité de la RD35. Ces écarts avec HYDRATEC sont clairement dus à la précision de la topographie qui est plus fine dans le modèle 2D.

4.5.2.3 Conclusion

Les résultats du calage aboutissent aux observations suivantes :

- En termes de profil en long des niveaux d'eau, les écarts sont compris dans une fourchette de ± 10 cm sur le Giessen et ± 12 cm sur la Lièpvrette, ce qui est tout à fait satisfaisant.
- La zone inondable calculée par le modèle 2D est comparable à celle définie par HYDRATEC malgré quelques différences dans certains secteurs qui sont faiblement inondés d'après HYDRATEC et qui ne le sont pas d'après le modèle 2D, ces différences minimales pouvant s'expliquer :
- D'une part, par le type de modèle utilisé et la méthodologie d'exploitation des résultats qui en résulte.
- D'autre part, par la précision du maillage en lit majeur (taille et forme des mailles) et donc la définition de la topographie : celle-ci est plus fine dans le cas du modèle 2D, ce qui a une influence dans le calcul des niveaux d'eau et de la zone inondable et peut ainsi expliquer des écarts de 5-10 cm entre les 2 modèles.

L'ensemble de ces éléments permet de considérer que le modèle 2D est correctement calé.

Pour la poursuite de l'étude, les résultats de cette simulation vont servir d'état initial et donc de référence pour définir l'impact du projet. En effet, le modèle sera mis à jour en intégrant les caractéristiques du projet de déviation de Châtenois, la simulation de la crue centennale sera relancée et les résultats obtenus seront comparés à ceux de l'état initial.

4.5.3 Niveaux d'eau à prendre en compte pour le projet

Le projet de contournement de Châtenois prévoit un ensemble d'ouvrage de franchissement (de cours d'eau ou de voies existantes) et d'ouvrages d'équilibre.

Le dimensionnement de ces ouvrages doit tenir compte des niveaux d'eau établis par le modèle 2D au droit de chacun des ouvrages et récapitulés dans le tableau ci-après.

OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT				
OUVRAGE	VOIE PORTÉE	FRANCHISSEMENT	TYPE	NIVEAU D'EAU
OA1	RD1059	Voie ferrée	Poutrelles enrobées	Hors zone inondable
OA1 BIS	RD424	Muelbach	Portique ouvert	204.00 NGF
OA1 Ter	RD1059	Muelbach	Portique ouvert	203.65 NGF
OA2	RD1059	Chemin Mittelmaelweg	Cadre fermé	197.20 NFG
OA3	RD35	Giessen	Poutrelles enrobées	193.57 NGF
OA4	RD35	RD1059	Double portique ouvert	193.65NGF
OA5	RD1059	Voie ferrée	Poutrelles enrobées	187.70 NGF
OA6	RD1059	Chemin Schlettsweg	Portique ouvert	Hors zone inondable
OH1	RD35	Muelbach	Portique ouvert	193.45 NGF
OH2	RD1059	Muelbach	Portique ouvert	189.45 NGF
OH3	RN60	Muelbach	Cadre fermé	188.35 NGF
OH4	RN61	Muelbach	Portique ouvert	203.34 NGF
OH4 bis	Piste cyclable	Muelbach	Portique ouvert	203.34 NGF
OUVRAGES D'ÉQUILIBRE				
OE1	RD1059	-	Cadre fermé	193.76 NGF
OE2	RD1059	-	Cadre fermé	192.75 NGF
OE4	RD1059	-	Multi-cadres fermés	187.27 NGF

4.6 MODELISATION DU PROJET

4.6.1 Méthodologie

L'avant-projet de la déviation de Châtenois prévoit les aménagements suivants :

- Réalisation du remblai routier de la déviation (solution 2x2 voies),
- Déviation du Muelbach à l'aval de la RD35,
- Réalisation d'ouvrages de franchissement et d'équilibre.

Le dimensionnement des ouvrages de franchissement et d'équilibre a été défini dans l'APSM et repris par SEGIC dans son avant-projet.

L'objectif est de modéliser le projet sur la base de ces premiers dimensionnements afin de déterminer l'impact hydraulique du projet sur la crue centennale, puis de rechercher les solutions pour minimiser cet impact et ainsi optimiser le projet.

Plusieurs simulations de la crue centennale ont ainsi été réalisées, en partant du projet initial défini dans l'APSM et repris par SEGIC jusqu'à obtenir un projet final acceptable hydrauliquement.

Le diagramme ci-après présente la méthodologie adoptée.

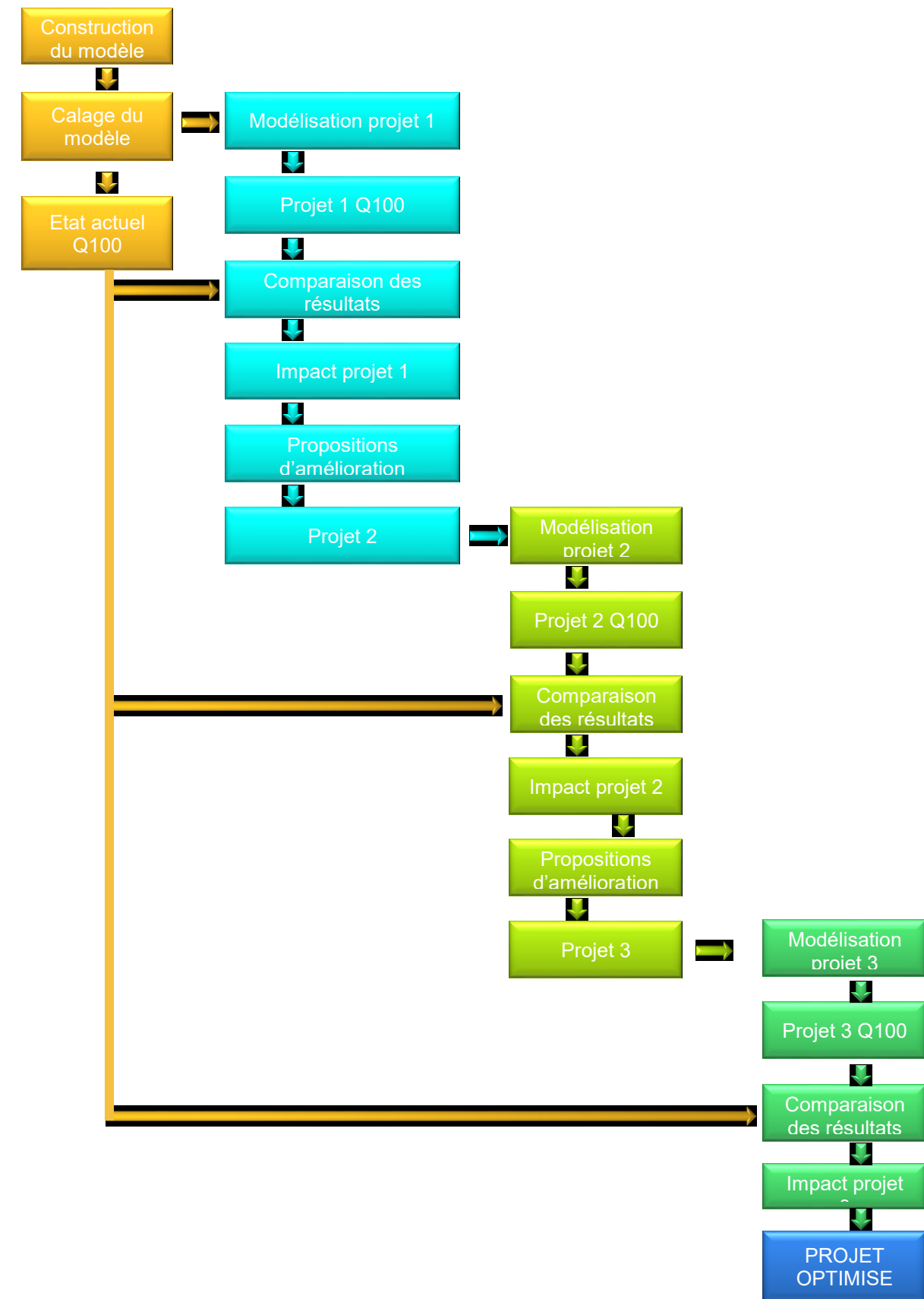


Illustration 94 : Méthodologie adoptée pour l'optimisation du projet

4.6.2 Intégration du projet 1 dans le modèle 2D

□ INTEGRATION DU REMBLAI ROUTIER

Dans un premier temps, le maillage du modèle a été repris afin de l'affiner au droit du remblai routier projeté. Les données topographiques du remblai projeté ont également été intégrées au modèle.

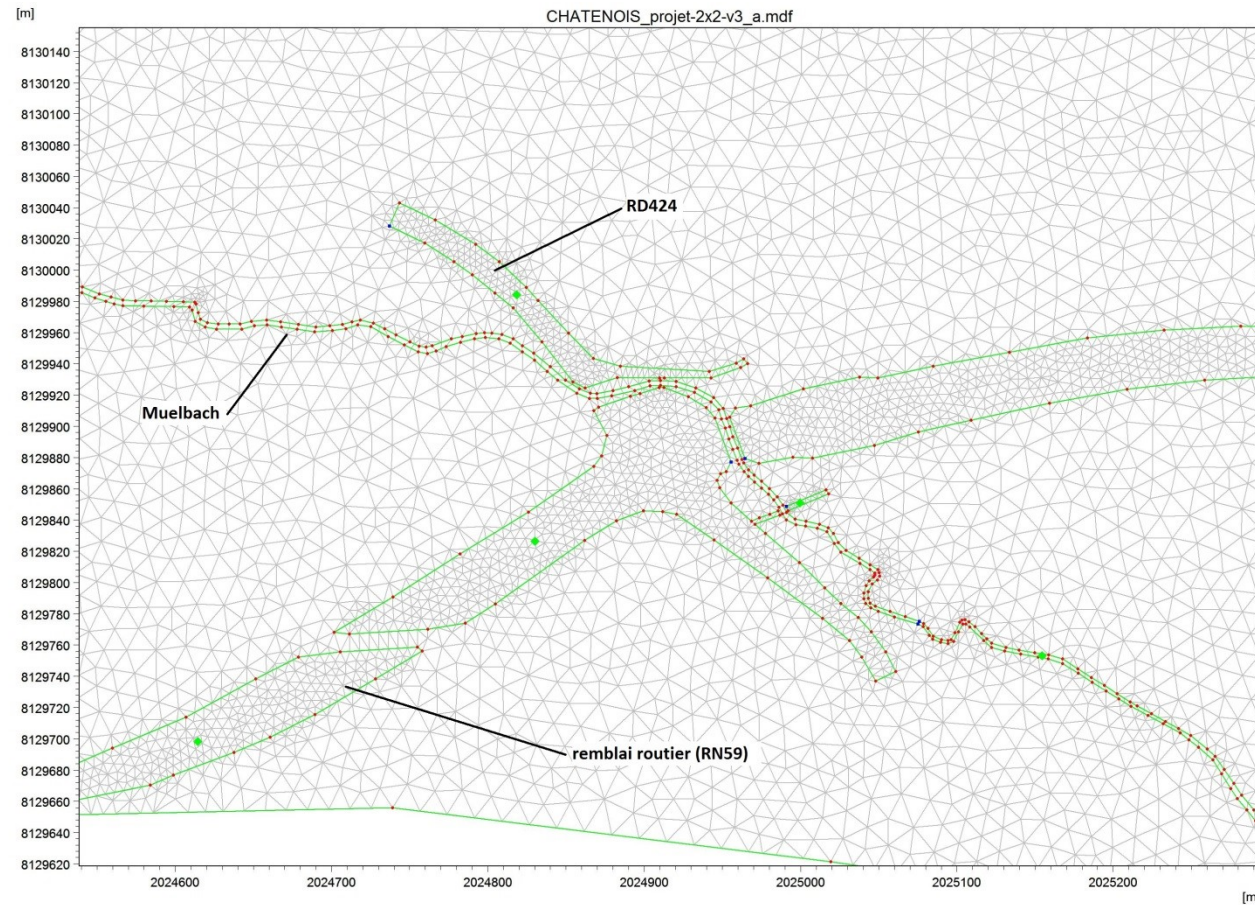


Illustration 95 : Maillage affiné au droit du remblai

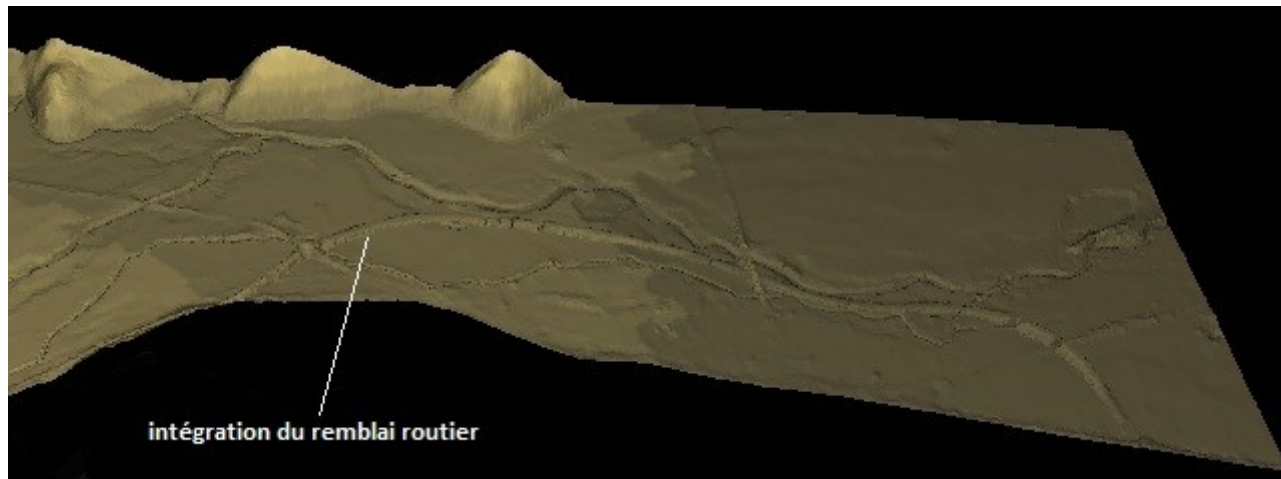


Illustration 96 : Vue 3D du modèle après intégration du remblai

□ DEVIATION DU MUEHLBACH

Ces éléments ont été intégrés au modèle par modification du maillage et comblement du tronçon actuel.

□ OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DE VOIES

Ouvrage OA1

L'ouvrage OA1 porte la RD1059, il franchit la voie ferrée et un chemin agricole faisant également office de piste cyclable.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 11.10 m ;
- Ouverture biaisée = 14.04 m ;
- Largeur = 54.09 m ;
- Cote sous-poutre = 212.06 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé en dehors de la zone inondable mais a toutefois été intégré au modèle. Etant donné qu'il n'y a aucun risque de mise en charge, l'ouvrage OA1 a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

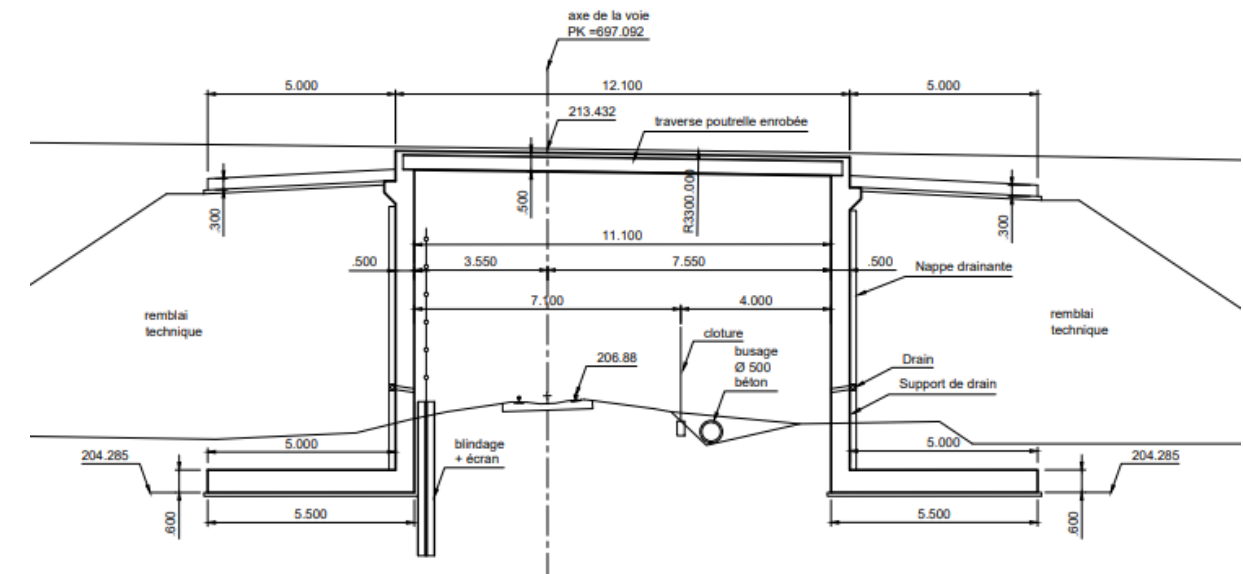


Illustration 97 : Coupe transversale de l'ouvrage OA1

Ouvrage OA2

L'ouvrage OA2 porte la RD1059, il franchit le chemin agricole dit « Mittelmaelweg ».

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 8.00 m ;
- Largeur = 25.98 m ;
- Cote sous-poutre = 201.26 NGF ;

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 197.20 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OA2 a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

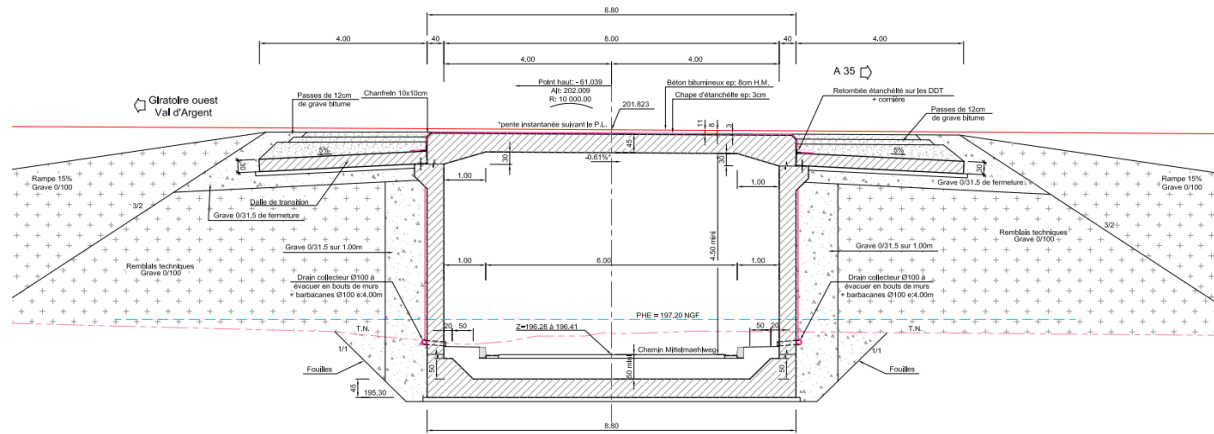


Illustration 98 : Coupe transversale de l'ouvrage OA2

Ouvrage OA4

L'ouvrage OA4 permet le rétablissement du franchissement de la RD35 en passage supérieur à la RD1059. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 25.722 m (2 travées de 12.861 m) ;
- Ouverture biaisée = 27.51 m ;
- Largeur = 15.193 m ;
- Cote RD1059 = 193.72 NGF ;
- Cote sous-poutre = 198.76 NGF.

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 193.65 NGF.

Hypothèse de modélisation : La cote de la RD1059 étant supérieure au niveau de la crue centennale, l'ouvrage OA4 n'a pas été modélisé.

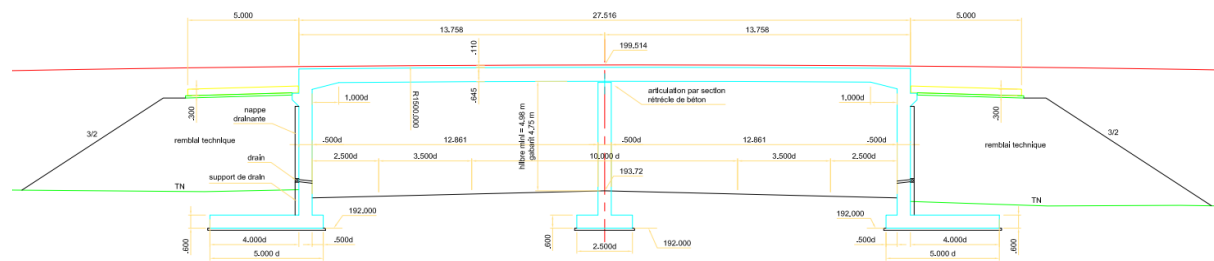


Illustration 99 : Coupe transversale de l'ouvrage OA4

Ouvrage OA5

L'ouvrage OA5 porte la RD1059, il franchit la voie ferrée et deux chemins agricoles faisant office de piste cyclable.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 15.10 m ;
- Ouverture biaisée = 18.509 m ;
- Largeur = 25.86 m ;
- Cote sous-poutre = 193.591 NGF.

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 187.70 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OA5 a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

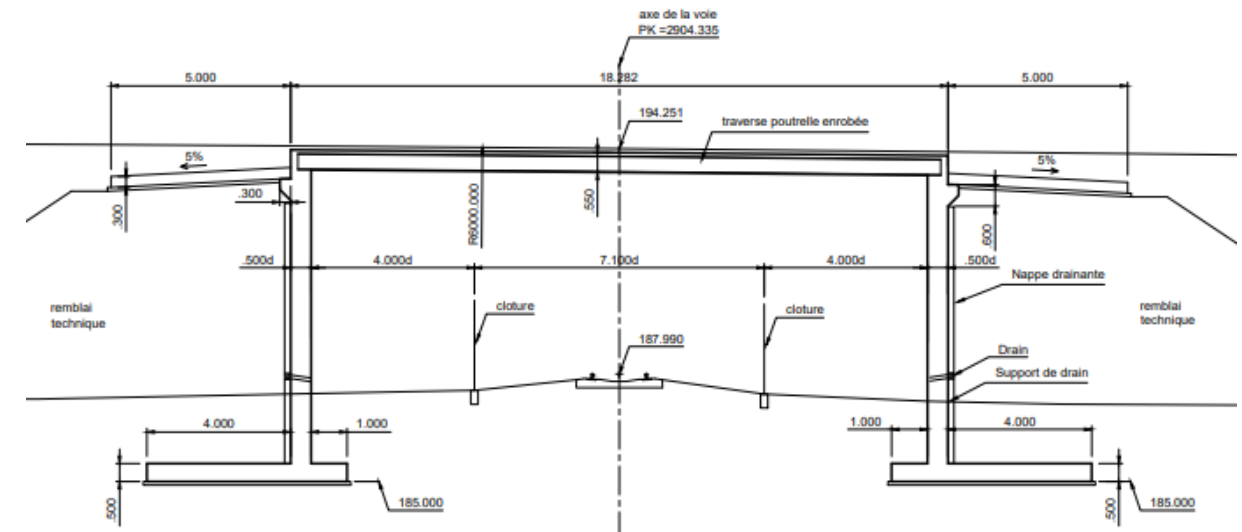


Illustration 100 : Coupe transversale de l'ouvrage OA5

Ouvrage OA6

Pour rappel, l'ouvrage OA6 permet le rétablissement en passage inférieur du Schlettsweg.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 8.22 m ;
- Largeur = 29.47 m.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage n'a pas été modélisé car il est situé en dehors de la zone inondable.

❑ OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT DU GIESSEN

Ouvrage OA3

L'ouvrage OA3 permet le rétablissement du franchissement de la RD35 sur le Giessen, l'ouvrage actuel étant intégralement démoli.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 31 m ;
- Largeur = 12.7 m ;
- Cote sous-poutre = 195.31 NGF.

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 193.57 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OA3 a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage). L'ouvrage actuel a été supprimé du modèle.

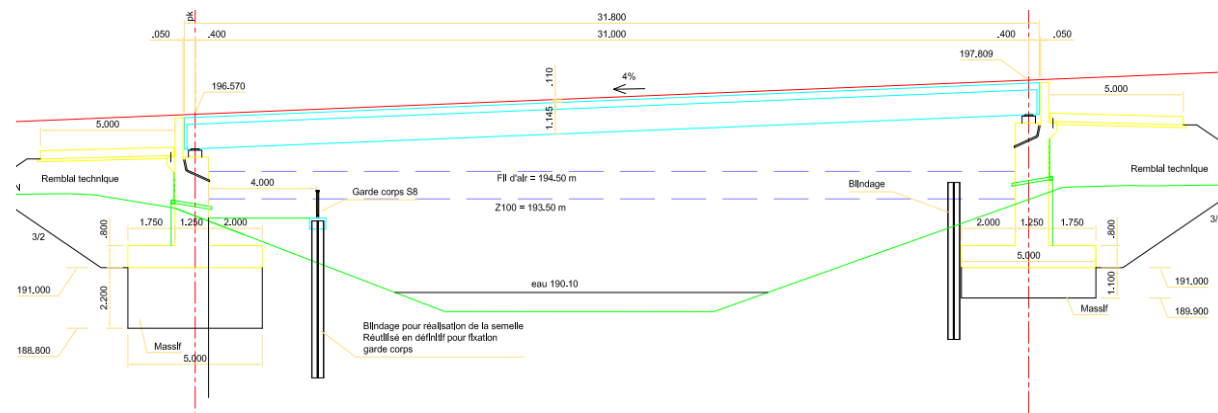


Illustration 101 : Coupe transversale de l'ouvrage OA3

❑ OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT DU MUEHLBACH

Ouvrage OA1bis

L'ouvrage OA1bis porte la RD424, il franchit le Muehlbach et une piste piétons/cycles.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 14 m ;
- Largeur = 23.766 à 26.351 m ;
- Cote sous-poutre = 206.80 NGF à l'axe.

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 204.00 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OA1bis a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

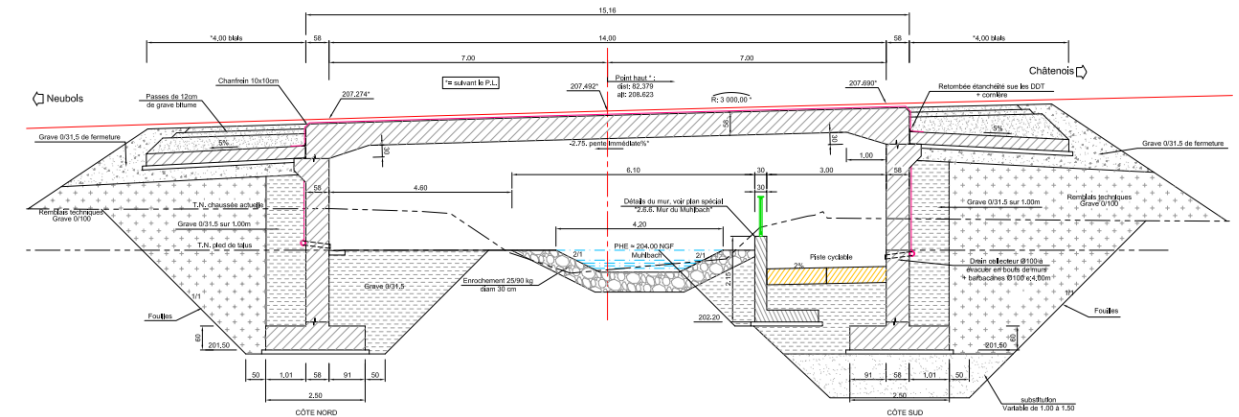


Illustration 102 : Coupe transversale de l'ouvrage OA1bis

Ouvrage OA1ter

L'ouvrage OA1ter porte la RD1059, il franchit le Muelbach et une piste piétons/cycles. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 9.20 m ;
- Largeur = 26.94 à 28.595 m ;
- Cote sous-poutre = 206.864 NGF à l'axe.

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 203.65 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OA1ter a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

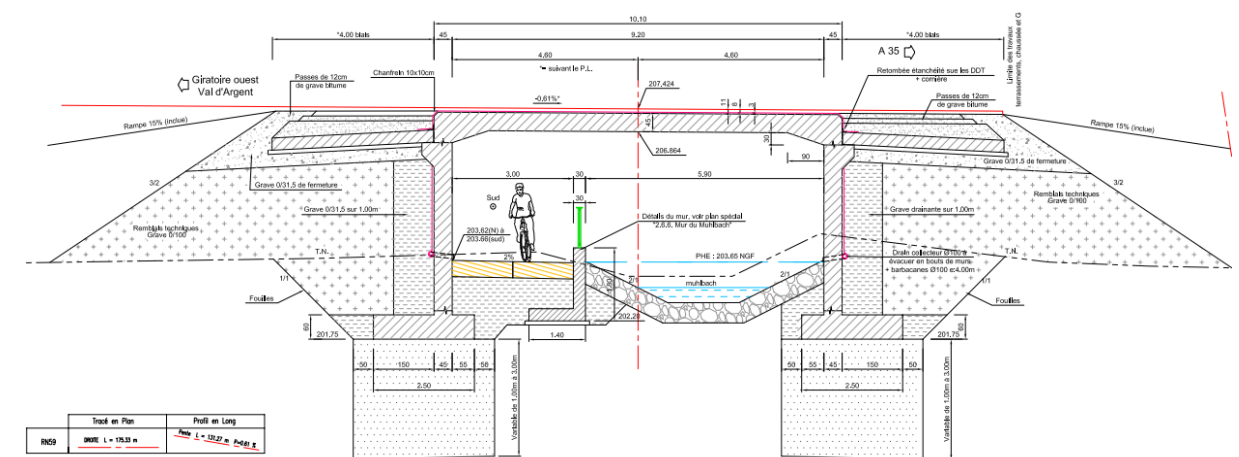


Illustration 103 : Coupe transversale de l'ouvrage OA1ter

Ouvrage OH1

L'ouvrage OH1 porte la RD35 et franchit le Muehlbach. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 7.45 m ;
- Largeur = 22.15 à 23.46 m ;
- Cote sous-poutre = 194.65 NGF.

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 193.45 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OH1 a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

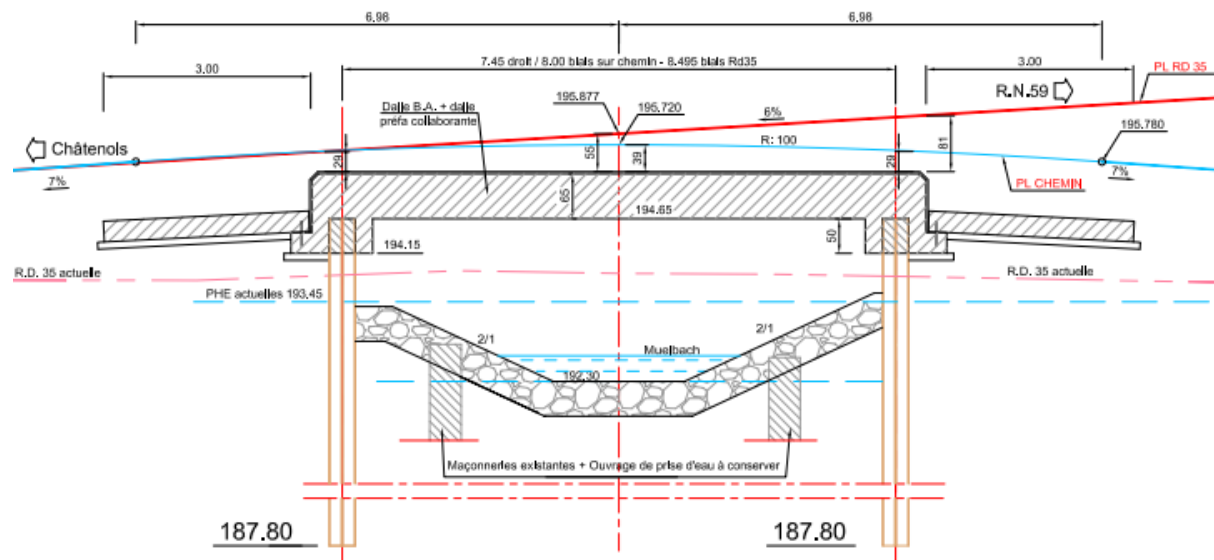


Illustration 104 : Coupe transversale de l'ouvrage OH1

Ouvrage OH2

L'ouvrage OH2 porte la RD1059 et franchit le Muehlbach.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 6 m ;
- Largeur = 25.58 m ;
- Cote sous-poutre = 190.088 NGF à l'axe.

Le niveau d'eau centennal calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 189.45 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OH2 a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

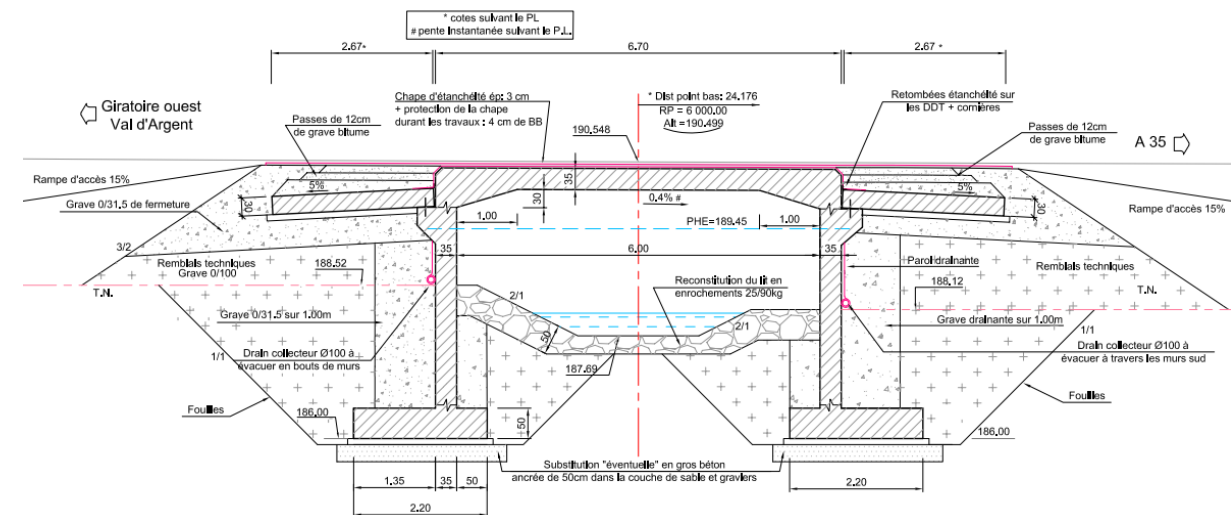


Illustration 105 : Coupe transversale de l'ouvrage OH2

Ouvrage OH3

L'ouvrage OH3 porte la RD1059 et franchit un bras du Muehlbach.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- cadre de dimensions 2 x 2 m ;
- longueur = 71.25 m ;
- radier amont = 187.54 NGF ;
- radier aval = 187.02 NGF ;
- cote sous-poutre amont = 189.54 NGF ;
- cote sous-poutre aval = 189.02 NGF.

Hypothèse de modélisation : L'ouvrage OH3 a été modélisé en tant qu'orifice.

La mise en place d'un cadre fait suite à des échanges pour améliorer également la continuité écologique.

Ouvrage OH4

L'ouvrage OH4 permet le rétablissement d'un chemin agricole (servant également de piste cyclable) et franchit le Muehlbach.

Il s'agit d'un ouvrage d'ouverture 6 m et de longueur 7 m. La cote de sous-poutre est à 204.646 NGF.

Le niveau d'eau centennal actuel calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 203.34 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable mais il n'y a aucun risque de mise en charge (la cote de sous-poutre est largement supérieure au niveau de la crue centennale). L'ouvrage OH4 a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

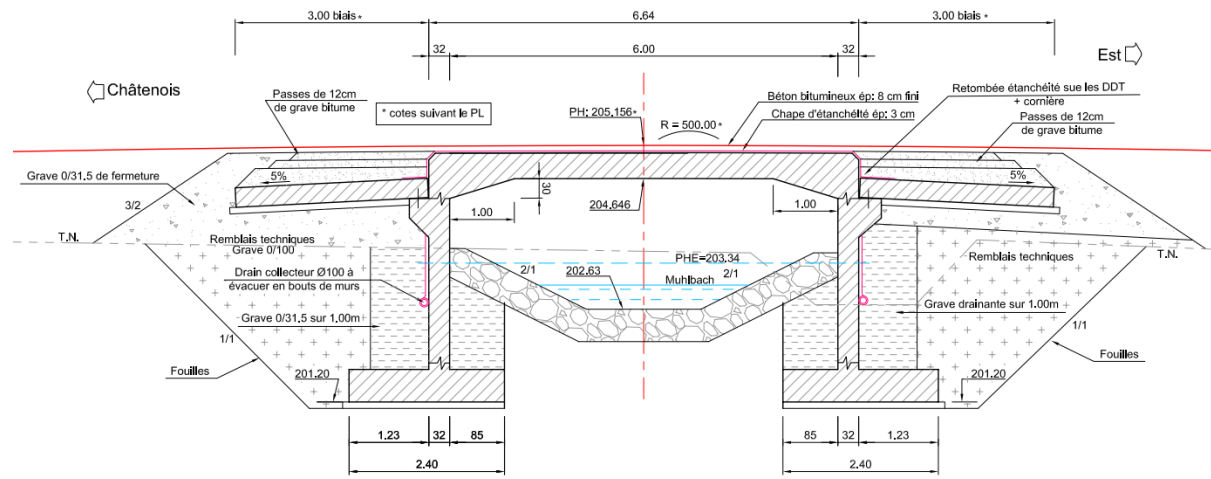


Illustration 106 : Elévation de principe de l'ouvrage OH4

Ouvrage OH4bis

L'ouvrage OH4bis permet le rétablissement d'une piste cyclable et franchit le Muehlbach. Il est localisé entre les ouvrages OA1bis et OA1ter. Ses caractéristiques sont les suivantes : ouverture de 6.10 m et de longueur 3.60 m. La cote de sous-poutre est à 203.83 NGF.

Hypothèse de modélisation : De la même manière que pour l'ouvrage OH4, cet ouvrage a été modélisé en tant qu'ouverture dans le remblai (prise en compte uniquement de l'ouverture de l'ouvrage).

OUVRAGES D'ÉQUILIBRE

Ouvrage OE1

L'ouvrage OE1 est un ouvrage d'équilibre situé sous la RD1059 de type cadre fermé.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 2.50 m ;
- Hauteur = 1 m ;
- Largeur = 27 m ;
- Cote sous-poutre = 193.95 NGF.

Le niveau d'eau centennal calculé par le modèle 2D au droit de cet ouvrage est 193.76 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable et a été modélisé en tant qu'orifice (prise en compte de l'ouverture et de la hauteur de l'ouvrage).

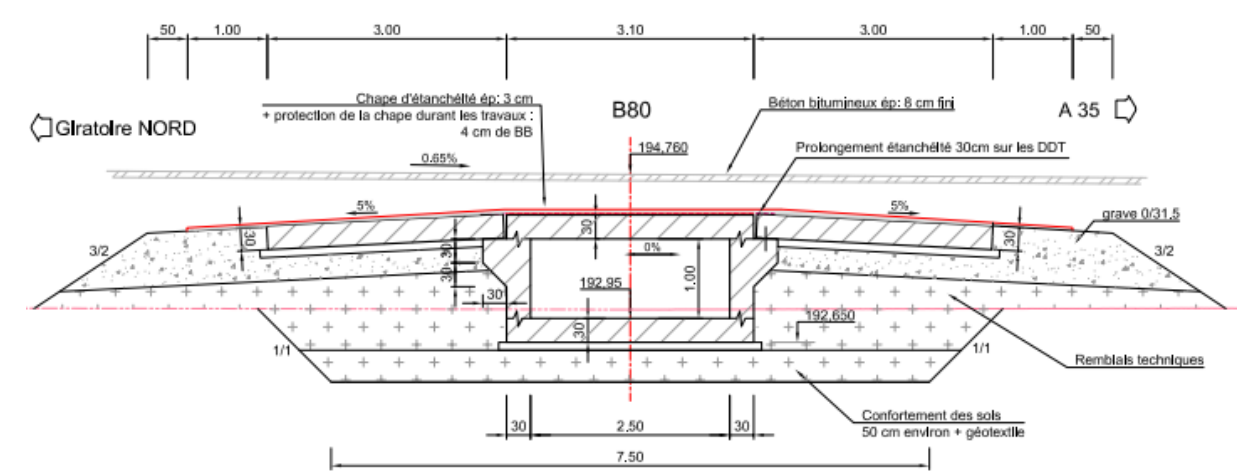


Illustration 107 : Elévation de principe de l'ouvrage OE1

Ouvrage OE2

L'ouvrage OE2 est un ouvrage d'équilibre situé sous la RD1059 de type cadre fermé.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Ouverture droite = 4 m ;
- Hauteur = 1.40 m ;
- Largeur = 27 m ;
- Cote sous-poutre = 191.95 NGF.

Hypothèse de modélisation : Cet ouvrage est situé au sein de la zone inondable et a été modélisé en tant qu'orifice (prise en compte de l'ouverture et de la hauteur de l'ouvrage).

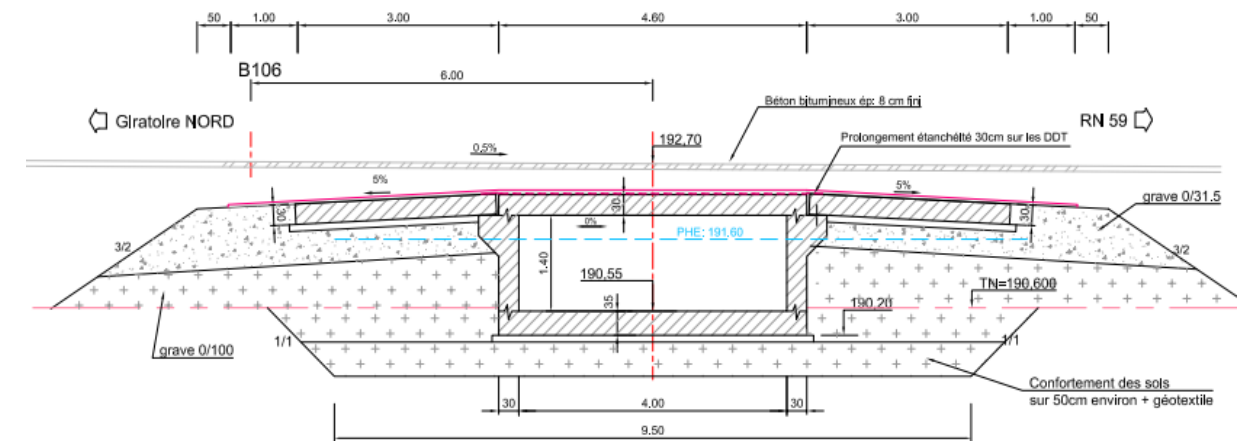


Illustration 108 : Elévation de principe de l'ouvrage OE2

Ouvrage OE4

Les ouvrages OE4 sont des ouvrages d'équilibre au nombre de 8, situés à une cinquantaine de mètres du rond-point de la déviation.

Les ouvrages sont identiques et ont pour caractéristiques :

- Ouverture droite = 4 m ;
- Hauteur = 1.10 m ;
- Largeur = 30.10 m ;
- Cote sous-poutre = 186.70 NGF.

Hypothèse de modélisation : Ces ouvrages ont été modélisés en tant qu'orifices (prise en compte de l'ouverture et de la hauteur de l'ouvrage).

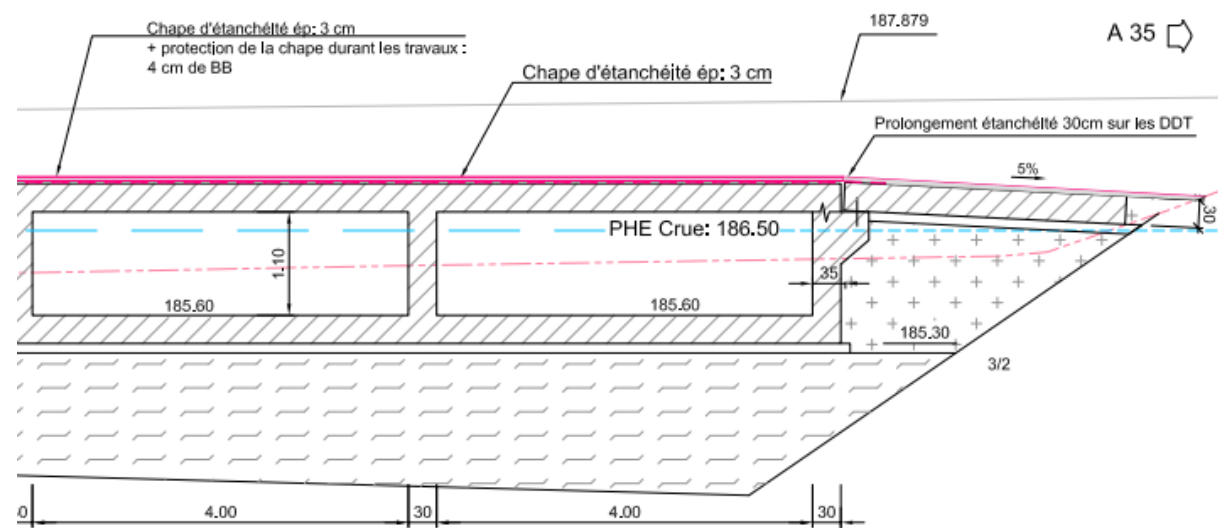
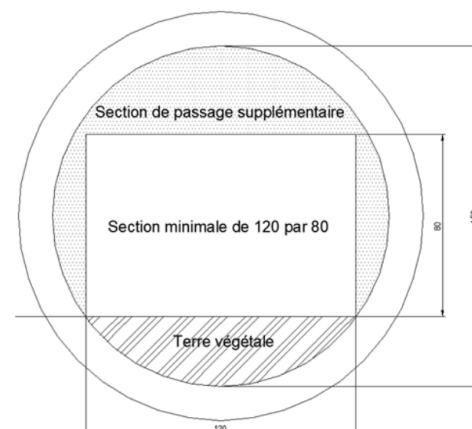


Illustration 109 : Elévation de principe de l'ouvrage OE4

□ OUVRAGES POUR LE PASSAGE DE LA PETITE FAUNE

Les ouvrages de passage pour la petite faune sont au nombre de 3. Il s'agit de buses de Ø1500 avec nappage du fond en terre végétale (la section minimale à l'intérieur de chaque cadre sera donc de 1,2m de large par 0,8m de haut :



Hypothèse de modélisation : Ces ouvrages ont été modélisés en tant qu'orifices (prise en compte de l'ouverture et de la hauteur de l'ouvrage).

□ BASSINS DE RETENTION

Pour le contournement il est prévu la création de bassins de rétention :

- Bassin n°0 : situé au début de la déviation, côté nord et à l'ouest de la RD424 : 415 m³ ;
- Bassin n°1 situé entre le giratoire RD424 et la RD35 : 880 m³ ;
- Bassin n°2 situé au point bas au droit de la RD35 : 660 m³ ;
- Bassin n°3 situé au point bas entre la RD35 et l'OA5 : 755 m³ ;
- Bassin n°4 situé entre l'OA6 et le giratoire A35 reprenant également les eaux du bassin versant du point bas situé entre l'OA5 et le giratoire RD1059 : 1330 m³.

Les bassins n°0 et n°4 étant situés en dehors de la zone inondable, ils n'ont pas été intégrés au modèle.

5 ETUDE D'INCIDENCES HYDRAULIQUE DE LA DEVIATION DE CHATENOIS

Les éléments suivants sont issus du rapport de SETEC/HYDRATEC de novembre 2017 permettant d'étudier l'impact hydraulique du futur aménagement sur les champs d'expansion des crues du Giessen. L'objectif de l'étude est de quantifier l'impact de l'ouvrage pour les crues décennale, cinquantennale, centennale et millénaire du Giessen.

L'étude complète figure en annexe du présent dossier. Les paragraphes ci-dessous reprennent la méthodologie utilisée et la conception du modèle

5.1 METHODOLOGIE

La méthodologie mise en œuvre pour réaliser cette étude est la suivante :

- Représentation de la contournante et de ses ouvrages hydrauliques dans le modèle numérique (SETEC HYDRATEC possédait le modèle du Giessen, créé pour l'étude d'établissement du PPRi) ;
- Modélisation des Q10, Q50, Q100 et Q1000 de la situation projet ;
- Mise en évidence des incidences de l'aménagement par comparaison des résultats de l'état initial avec les résultats de l'état aménagé ;
- Cartographie de ces résultats.

5.2 PRESENTATION DU MODELE

Le modèle hydrodynamique utilisé pour réaliser cette étude est celui du PPRi du Giessen. Le Giessen, affluent de l'Ill, a une longueur totale de 36 km et draine un bassin versant de 273 km². Il prend sa source dans le massif des Vosges à 650 m d'altitude au pied du Climont à Urbeis. Il se jette dans l'Ill à Ebersheim. Le Giessen traverse de nombreuses zones urbanisées : Villé, Chatenois, Sélestat...

Il possède deux grands affluents : le Giessen de Steige avec lequel il conflue à Villé et la Lièpvrette avec laquelle il conflue à Chatenois. Le réseau secondaire de ces cours d'eau est relativement dense. Les principaux affluents sont :

- Le Breitenbach ;
- L'Erlenbach ;
- Le Luttenbach ;
- Le Kintzelgottbach ;
- Le ruisseau Robinot ;
- Le grand et le petit Rombach ;
- Le Rombach...

Jusqu'à Thanvillé, la pente est relativement forte, environ 1% voire plus et à partir de Chatenois la rivière devient un cours d'eau de plaine avec une pente relativement faible d'environ 3‰. A partir de Sélestat et jusqu'à sa confluence avec l'Ill, le Giessen est endigué.

Géologiquement, le Giessen prend sa source sur des formations de gneiss puis de granites, de grès et d'argiles. Ces couches sont peu perméables. Le ruissellement est donc favorisé au détriment de l'infiltration. Le cours d'eau conflue ensuite avec l'Ill dans des couches de sable perméables et est en contact avec la nappe alluviale d'Alsace. Les crues du Giessen sont principalement des crues pluvio-nivales faisant intervenir des phénomènes complexes : topographie, précipitations, températures, neige et effet de Foehn...



Illustration 110 : Zoom sur la partie du modèle concernée par l'étude

L'emprise totale du modèle est présentée en annexe, la partie concernée par l'étude est présentée sur l'illustration ci-dessous. Le modèle complet concerne la totalité des communes concernées par le débordement des cours d'eau suivants :

- Le Breitenbach, de l'amont de Breitenbach à sa confluence avec le Giessen ;
- Le Giessen de Steige, depuis Haut de Steige jusqu'à sa confluence avec le Giessen d'Urbeis à Villé ;
- Le Giessen d'Urbeis depuis le Haut d'Urbeis jusqu'à sa confluence avec le Giessen de Steige à Villé ;
- Le Giessen depuis Villé jusqu'à l'autoroute A35 à Scherwiller ;
- La Lièpvrette, depuis Sainte-Marie-Aux-Mines (Echery, pont sous la tour de l'horloge) jusqu'à sa confluence avec le Giessen de Chatenois ;
- Le Rombach de l'amont de Rombach-le-Franc à sa confluence avec la Lièpvrette.

Les rencontres avec les trois communautés de communes du bassin versant ont permis d'identifier les grandes crues historiques du bassin versant :

- 1910 ;
- Décembre 1919, durant laquelle le centre-ville de Villé a été inondé ;
- 1933, durant laquelle la médiathèque de Sainte-Croix-Aux-Mines avait ses fondations à la limite du champ d'inondation et le ruisseau du Rombach a arraché la route qui le longe ;
- Janvier 1936 ;

- Janvier 1955 ;
- Février et mai 1983 ;
- Février 1990 ;
- Décembre 1991 ;
- Décembre 2001 ;
- 2002 ;
- Octobre 2006 ;
- 2010.

La crue de février 1990 est la crue la plus importante de ces dernières décennies. Elle a fait suite à une fonte rapide du manteau neigeux et à de fortes précipitations. Lors de cette crue, toutes les communes riveraines du Giessen et de la Lièpvrette ont été touchées.

L'étude hydrologique a mis en évidence un fort gradient pluviométrique sur le bassin versant lié au relief. En effet, la pluviométrie annuelle varie de 1 500 mm sur les crêtes vosgiennes à 700 mm dans la plaine d'Alsace. La présence de la neige en altitude peut influencer l'hydrologie des cours d'eau.

L'étude hydrologique a permis d'identifier les débits de crue retenus dans le cadre du PPRi et réutilisés pour cette étude. Ces débits ont été déterminés à partir des méthodes de Gumbel et du Gradex.

Période de retour	Thanvillé	Sélestat	Lièpvre
10 ans	30	102	51
20 ans	39	128	63
50 ans	51	162	78
100 ans	60	188	95

Tableau 21 : Valeurs de débits retenues pour le PPRi

Le modèle hydraulique concerne les cours d'eau précédemment cités. Le modèle hydraulique du bassin versant du Giessen combine modélisation filaire et modélisation bidimensionnelle.

Le lit mineur du Giessen est modélisé en filaire de Steige et d'Urbeis jusqu'à sa confluence avec l'III. De même, la Lièpvrette est modélisée depuis Sainte-Marie-Aux-Mines jusqu'à sa confluence avec le Giessen. Par ailleurs, au vu des profils de vallées, tous les affluents ont été modélisés en filaire. La modélisation bidimensionnelle est couplée à la modélisation filaire précédemment citée. Afin de prendre en compte la topographie des différents secteurs et les possibles échanges entre les cours d'eau, les secteurs suivants ont été modélisés en 2D :

- Maisons Goutte ;
- Villé (de l'entrée dans la commune sur le Giessen de Steige et du camping sur le Giessen d'Urbeis jusqu'à la fin de la zone d'activités de Triembach-au-val) ;
- Thanvillé (confluence entre le Giessen et le Kientzelgottbach) ;
- Giessen de la passe à poissons à Neubois jusqu'à la confluence avec l'III ;
- Sainte Croix aux mines (centre-ville) ;
- Lièpvre (centre-ville) ;
- Secteur de Bois l'Abbesse ;
- Lièpvrette de la zone d'activités de Hurst jusqu'à la confluence avec le Giessen.

Dans les secteurs à enjeux (secteurs urbanisés, camping, zones d'activités), la taille des mailles est de 20 mètres. Leur cote moyenne a été calculée à partir du semis de point du LIDAR. Les mailles sont connectées entre elles et aux biefs filaires par des liaisons hydrauliques de frottement ou de surverse.

Enfin, des casiers sont modélisés dans les zones d'accumulation potentielles du lit majeur (zones enclavées derrière remblais ou routes) pour représenter les écoulements avec faibles vitesses. Les lois de remplissage des casiers ont également été déterminées à partir du LIDAR.

Les différents secteurs modélisés en 1D et en 2D sont représentés en annexe au sein de l'étude complète à la fin de ce dossier.

Le calage du modèle hydraulique est réalisé sur la crue de février 1990, crue la plus importante pour laquelle nous avons suffisamment de données.

Afin de bien représenter les échanges avec l'III, condition limite aval du modèle du Giessen, hydratec ayant également modélisé l'III dans le cadre du schéma de gestion, les deux modèles ont été couplés. L'étude hydrologique du PPRi a déterminé la concomitance des crues des deux cours d'eau et a conclu que des crues de même période de retour pouvaient être envisagées, au décalage temporel près.

5.3 DONNÉES SOURCES

Du fait de l'utilisation du modèle du Giessen crée pour l'étude PPRi, cette étude n'a nécessité ni recherche bibliographique, ni levé de terrain. Toutes les données étaient à disposition. De même le calage du modèle est déjà validé.

Les seules données utilisées concernent la représentation de l'état projeté du modèle et notamment les ouvrages hydrauliques de passage sous la contournante. Ces données ont été collectées dans les documents suivants :

- « Etude hydraulique pour l'aménagement de la RN59 – Section Lièpvre / Châtenois » de juin 2016 réalisée par le bureau d'études BIEF – Cariçaie ;
- Les plans projet de l'aménagement fournis par le bureau d'études SEGIC Ingénierie.

5.4 PRISE EN COMPTE DU PROJET ROUTIER ET DE SES OUVRAGES

Le projet routier a été intégré au modèle de la manière suivante : les cotes des liaisons permettant la jonction entre les domaines 2D de part et d'autre de la route ont été calculées grâce aux données des plans projet fournis par SEGIC et les ouvrages ont été renseignés dans le domaine filaire ou dans le domaine 2D (en fonction de leur position) en tenant compte de leurs dimensions fournies dans les plans de SEGIC ou dans le rapport de BIEF. L'illustration suivante représente l'intégration du projet dans le modèle.

6 CALCULS DES CHARGES ET CONCENTRATIONS EN POLLUANTS

6.1 CALCULS DE CONCENTRATIONS EN POLLUANTS EN SITUATION MOYENNE ANNUELLE

6.1.1 Evaluation des masses polluantes

L'évaluation des masses polluantes a pour base le document « L'Eau et la Route » du SETRA, édité en novembre 1993 et la note du SETRA sur le « calcul des charges de pollution chronique des eaux de ruissellement des plates-formes routières » de juillet 2006. Ces notes ont été complétées par le guide technique « Pollution d'origine routière, conception des ouvrages de traitement des eaux », d'août 2007. Ce guide présente les charges polluantes à prendre en compte d'après les tendances des études effectuées depuis 1992 par le SETRA, l'ASFA et le LCPC, pour les trafics globaux (qui regroupent la somme des trafics de chacun des deux sens de circulation) pour les chaussées non constituées d'enrobés drainants.

Les charges polluantes sont calculées uniquement pour les polluants d'origine routière pouvant contribuer à la non-atteinte du bon état des eaux fixés par la Directive Cadre sur l'Eau. Pour ces polluants, les valeurs seuils admissibles pour ne pas porter atteinte au bon état des eaux sont les suivantes :

Paramètre	Valeurs seuils de la classe de bon état
MES : matières en suspension] 25-30] mg/l
DCO : demande chimique en oxygène] 20-30] mg/L
Zn : Zinc	43 µg/L
Cu : cuivre	1,4 µ/L
Cd : cadmium	0,08 µg/L
Hc : hydrocarbures totaux	5 mg/L
HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques	0,3 µg/L

Tableau 22 : Valeurs seuils pour l'atteinte du bon état écologique

6.1.2 Calcul des charges polluantes annuelles véhiculées par les eaux de ruissellement

La charge polluante annuelle se calcule proportionnellement :

- au trafic global ;
- à la surface imperméabilisée.

Le projet de déviation de Châtenois a fait l'objet d'une étude de trafic réalisée par le CETE de l'Est pour le compte de la DREAL Alsace et restituée dans un rapport daté de septembre 2011. Cette étude définit des niveaux de trafic à l'échéance 2030. Pour une déviation à 2*2 voies, le trafic est de 18 500 véhicules/jour. On se référera à l'illustration suivante.



Illustration 111 : Maillage du modèle et tracé du projet routier

Tous les ouvrages (ouvrages sur les cours d'eau et ouvrages de décharge) ont été modélisés soit par des ouvrages cadres dans le cas des ouvrages sur les cours d'eau ou par des buses pour les ouvrages de décharge.

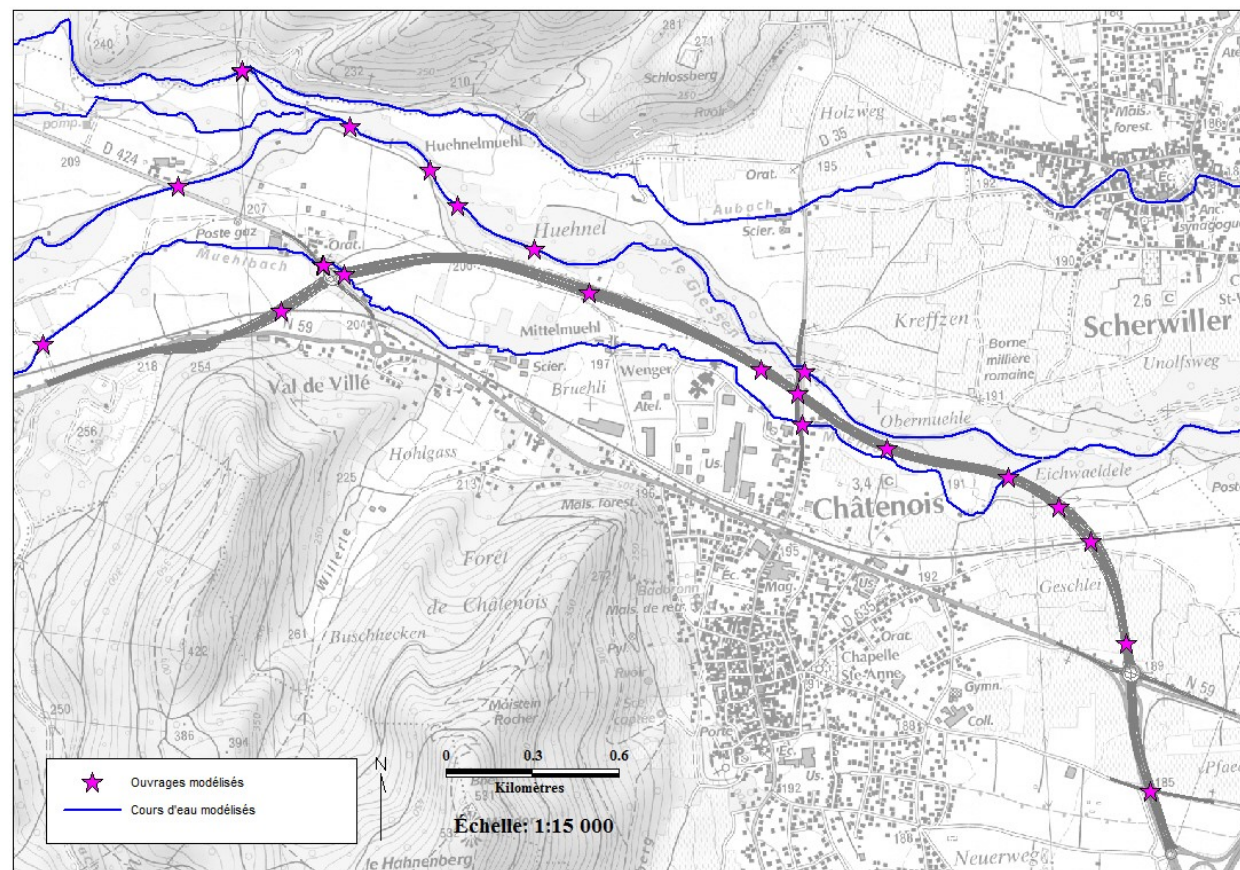


Illustration 112 : Ouvrages modélisés (source : SETEC/HYDRATEC)

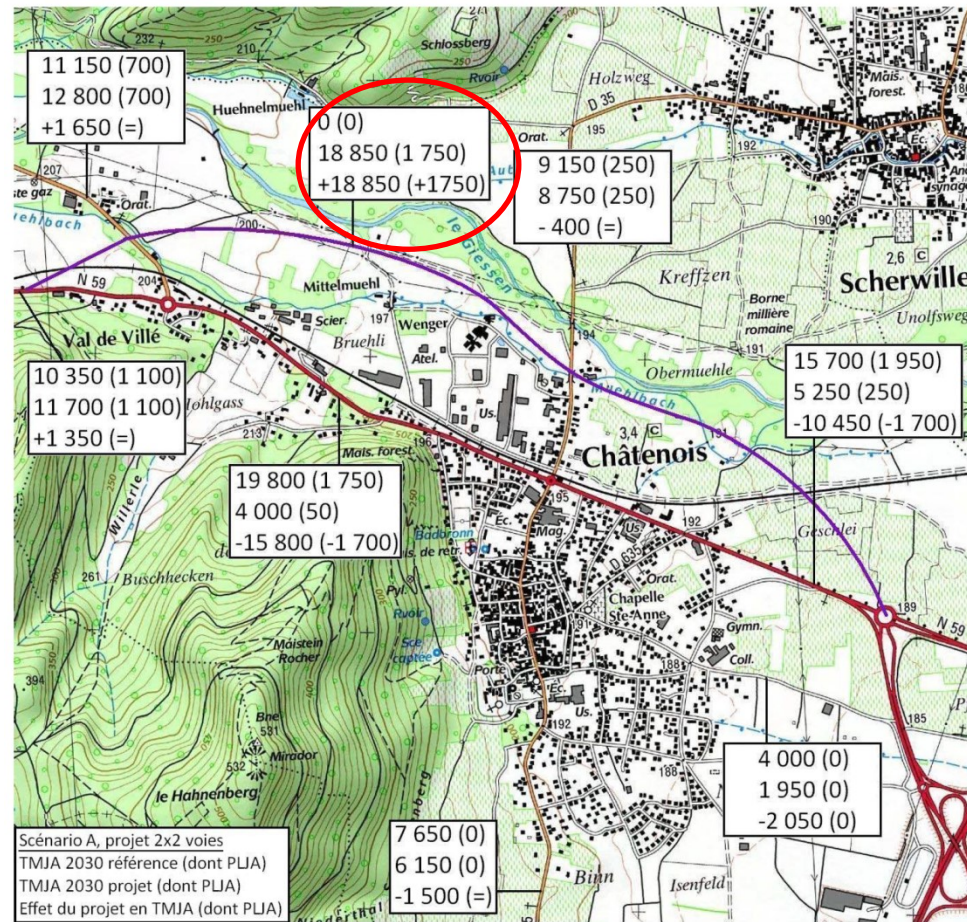


Illustration 113 : Trafic moyen journalier annuel (source : Etude d'impact)

C'est cette valeur qui a été utilisée pour le calcul de la charge polluante générée par le projet. Celle-ci est donnée, pour un trafic global supérieur à 10 000 véhicules jours, par la formule suivante :

$$Ca_{polluant} = \left[(10 \times Cu_{polluant}) + Cs_{polluant} \times \left(\frac{T - 10000}{1000} \right) \right] \times S$$

Avec,

- Ca = charge annuelle, en kg ;
- Cu = charge unitaire annuelle en kg/ha pour 1 000 v/j, applicable pour un trafic global < 10 000 v/j ;
- Cs = charge annuelle supplémentaire à l'hectare pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j ;
- T = trafic global en v/j ;
- S = surface imperméabilisée en ha.

Les valeurs des charges unitaires annuelles (**Cu**) à l'hectare imperméabilisé pour 1 000 v/j, applicables pour un trafic global < 10 000 v/j, sont les suivantes :

Charges unitaires annuelles Cu à l'ha imperméabilisé pour 1 000 v/j	MES kg	Dco kg	Zn kg	Cu kg	Cd g	Hc Totaux g	Hap g
Site ouvert	40	40	0,4	0,02	2	600	0,08

Tableau 23 : Charges unitaires annuelles par ha applicables pour un trafic global ≤ 10 000 v/j (source : SETRA)

Et les valeurs de charges annuelles supplémentaires (**Cs**) à l'hectare imperméabilisé pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j, sont les suivantes

Charge polluante annuelle unitaire supplémentaire Cs à l'ha imperméabilisé pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j	MES kg	Dco kg	Zn kg	Cu kg	Cd g	Hc Totaux g	HAP g
Cs (en sites ouvert et restreint)	10	4	0,0125	0,011	0,3	400	0,05

Tableau 24 : Charges supplémentaires annuelles par ha imperméabilisé pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j pour sites ouverts et restreints (source : SETRA)

La surface imperméabilisée par le projet est de 29,36 ha. Compte tenu de la composition des formules du SETRA, la surface du projet global a été retenue pour présenter le calcul des polluants. En effet, celle-ci est présente dans le calcul de la charge polluante (numérateur) et se retrouve au dénominateur pour le calcul de la concentration moyenne et de pointe (comme évoqué plus bas). De plus, les ouvrages de rétention mis en œuvre ont tous le même taux d'abattement par polluant.

Le calcul ci-dessous illustre les résultats pour la charge polluante en MES :

$$Ca \text{ (MES)} = [(10 \times 40) + 10 \times \left(\frac{18500 - 10000}{1000} \right)] \times 29,36$$

$$Ca \text{ (MES)} = 14 239,60 \text{ kg.}$$

Les autres charges polluantes (Ca) obtenues sont indiquées ci-dessous en kg :

MES	DCO	Zn	Cu	Cd	Hc	HAP
14239,60	12742,24	120,5595	8,61716	0,662068	275,984	0,035966

Tableau 25 : Charges polluantes générées par le projet

Calcul de la concentration moyenne annuelle des rejets d'eau pluviale

A partir des charges annuelles de polluants, la concentration moyenne annuelle des effluents routiers émis vers l'exutoire, peut être définie. Cette concentration moyenne annuelle **Cm** est calculée de la manière suivante :

$$Cm = \frac{Ca \times (1 - \text{Taux d'abattement des ouvrages})}{9 \times S \times H}$$

Avec,

- Cm = concentration moyenne annuelle en mg/l ;
- Ca = charge annuelle en kg ;
- t = taux d'abattement des ouvrages ;
- S = surface imperméabilisée en ha ;
- H = hauteur de pluie moyenne annuelle en m.

Il est admis que 10 % de hauteur de pluie annuelle n'entraîne pas de ruissellement sur la plateforme, ce qui explique le chiffre 9 au dénominateur. La hauteur de pluie moyenne annuelle prise en compte est de 0,670 m à la station Météo France de Strasbourg.

Les taux d'abattement des ouvrages pris en compte, d'après le guide technique du SETRA d'août 2007, sont les suivants :

	MES	DCO	Cu, Cd, Zn	Hc et HAP
Bassin routier avec volume mort	85 %	75 %	80 %	65 %

Tableau 26 : Taux d'abattement de l'ouvrage de rétention

Le calcul ci-dessous illustre le cas des Matières en suspension (MES) :

$$Cm(MES) = \frac{14239,60 \times (1 - 0,85)}{9 \times 29,36 \times 0,670}$$

$$Cm(MES) = 12,06 \text{ mg/L.}$$

Les autres résultats obtenus sont les suivants :

Paramètre	Concentration moyenne annuelle après traitement	Objectifs de bon état écologique
MES	12,06 mg/l]25-30] mg/l
DCO	17,99 mg/l]20-30] mg/l
Zn	136,19 µg/l	43 µg/l
Cu	9,73 µg/l	1,4 µg/l
Cd	0,75 µg/l	0,08 µg/l
Hc	0,55 mg/l	5 mg/l
HAP	0,07 µg/l	0,3 µg/l

Tableau 27 : Concentration moyenne annuelle en pollution au sein des eaux rejetées par les bassins de rétention

6.2 CALCULS DE CONCENTRATIONS EN POLLUANTS EN PERIODE DE POINTE

Les impacts maximaux sont générés par une pluie d'été en période d'étiage. Les charges polluantes hivernales ne sont donc pas prises en compte. La concentration émise (**Ce**) par un événement pluvieux de pointe est la suivante :

$$Ce = \frac{2.3 \times Ca \times (1 - \text{Taux d'abattement des ouvrages})}{10 \times S}$$

Pour le cas des MES, le résultat est détaillé ci-dessous :

$$Ce(MES) = \frac{2,3 \times 14239,60 \times (1 - 0,85)}{10 \times 29,36}$$

$$Ce(MES) = 16,73 \text{ mg/L.}$$

Les autres résultats obtenus sont les suivants :

Paramètre	Concentration de pointe après traitement	Objectifs de bon état écologique
MES	16,73 mg/l]25-30] mg/l
DCO	24,96 mg/l]20-30] mg/l
Zn	188,89 µg/l	43 µg/l
Cu	13,50 µg/l	1,4 µg/l
Cd	1,04 µg/l	0,08 µg/l
Hc	0,76 mg/l	5 mg/l
HAP	0,10 µg/l	0,3 µg/l

Tableau 28 : Concentration en période de pointe en pollution au sein des eaux rejetées par les bassins de rétention

7 GESTION DES MATIERES EN SUSPENSION EN PHASE CHANTIER

Le guide des bonnes pratiques environnementales – Protection des milieux aquatiques en phase chantier, réalisé par l'Agence Française de Biodiversité en février 2018, est donné en annexe au présent dossier.

8 ELEMENTS GRAPHIQUES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Volume total de remblais en zone inondable.....	407
Tableau 2 : Surface totale de remblais en zone inondable.....	407
Tableau 3 : Coefficients de Montana à la Station Colmar-Meyenheim (source : Météo France).....	410
Tableau 4 : Coefficients de Montana pour une pluie de 2 ans à la Station Colmar-Meyenheim (source : Météo France).....	410
Tableau 5 : Vitesses d'écoulements issues du guide SETRA de 1982.....	410
Tableau 6 : Débits de fuite de chaque bassin versant.....	410
Tableau 7 : Volumes de rétention nécessaires selon la doctrine MISEN.....	411
Tableau 8 : Volumes de rétention nécessaires selon la méthode des pluies.....	412
Tableau 9 - Superficie des zones humides délimitées par Esope en 2012 sur l'emprise du projet actuelle (source : Esope 2012).	440
Tableau 10 - Descriptifs des compléments/modifications apportés par Biotope lors des prospections de terrain 2016/2017. ...	440
Tableau 11 - Zones humides présentes dans l'emprise de la déviation de Châtenois.....	443
Tableau 12 : Habitats composant le complexe des zones humides impacté.....	449
Tableau 13 - Opportunité du complexe de zones humides à remplir les fonctions et capacité intrinsèque (propre) à les exprimer.	451
Tableau 14 : Sites compensatoires zones humides étudiés pour atteindre l'équivalence fonctionnelle.	454
Tableau 15. Présentation des habitats présents sur le complexe des sites de compensation.	456
Tableau 16 - Opportunité du complexe à remplir les fonctions et capacité intrinsèque (propre) à les exprimer.	458
Tableau 17 : Contexte géographique des zones humides impactées et du complexe de compensation - Evaluation du respect du principe de proximité géographique.....	460
Tableau 18 : Tableau récapitulatif des pertes et gains occasionnés avec les diverses actions.....	463
Tableau 19 : Résultats du calage sur le Giessen.....	482
Tableau 20 : Résultats du calage sur la Lièpvrette.....	482
Tableau 21 : Valeurs de débits retenues pour le PPRi.....	498
Tableau 22 : Valeurs seuils pour l'atteinte du bon état écologique.....	499
Tableau 23 : Charges unitaires annuelles par ha applicables pour un trafic global $\leq 10\ 000$ v/j (source : SETRA).....	500
Tableau 24 : Charges supplémentaires annuelles par ha imperméabilisé pour $1\ 000$ v/j au-delà de $10\ 000$ v/j pour sites ouverts et restreints (source : SETRA).....	500
Tableau 25 : Charges polluantes générées par le projet.....	500
Tableau 26 : Taux d'abattement de l'ouvrage de rétention.....	501
Tableau 27 : Concentration moyenne annuelle en pollution au sein des eaux rejetées par les bassins de rétention.....	501
Tableau 28 : Concentration en période de pointe en pollution au sein des eaux rejetées par les bassins de rétention.....	501

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1 : Localisation des remblais en zone inondable.....	407
Illustration 2 : Bassin versant intercepté.....	408
Illustration 3 : Synoptique des bassins versants routiers.....	409
Illustration 4 : Abaque des capacités de stockage des ouvrages.....	411
Illustration 5 : Coefficients de Montana station météo France de Strasbourg.....	412
Illustration 6 : Vue en plan du bassin d'infiltration n°0.....	414
Illustration 7 : Ouvrage de dérivation du bassin d'infiltration n°0.....	415
Illustration 8 : Ouvrage de régulation du bassin d'infiltration n°0.....	416
Illustration 9 : Vue en coupe du bassin d'infiltration n°0.....	417
Illustration 10 : Vue en plan du bassin de rétention n°1.....	418
Illustration 11 : Ouvrage de dérivation du bassin de rétention n°1.....	419
Illustration 12 : Ouvrage de régulation du bassin de rétention n°1.....	420
Illustration 13 : Vue en coupe du bassin de rétention n°1.....	421
Illustration 14 : Vue en plan du bassin de rétention n°2.....	422
Illustration 15 : Vue en coupe du bassin de rétention n°2.....	423
Illustration 16 : Vue en plan du bassin de rétention n°3.....	424
Illustration 17 : Vue en coupe du bassin de rétention n°3.....	425
Illustration 18 : Vue en plan du bassin d'infiltration n°4.....	426
Illustration 19 : Vue en coupe du bassin d'infiltration n°4.....	427
Illustration 20 : Schéma de la méthode de caractérisation des zones humides d'après l'arrêté ministériel de 2008, modifié 2009.	438
Illustration 21 : Extrait du rapport ESOPE 2012 listant les habitats humides selon CORINE biotopes sur le secteur d'étude étendu (Extrait du tableau 7 du rapport cité : synthèse des zones humides sur la base de la végétation).	439
Illustration 22 : Localisation des zones humides sur critères alternatifs (végétation et pédologie) d'après l'étude ESOPE 2012.	439
Illustration 23 : Secteur non concerné par l'étude d'Esope en 2012 (liseré rouge sur la carte ci-contre).	440
Illustration 24 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 1).....	441
Illustration 25 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 2).....	441
Illustration 26 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 3).....	442
Illustration 27 : Critère pédologique pour la définition des zones humides (planche 4).....	442
Illustration 28 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 1).....	442
Illustration 29 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 2).....	442
Illustration 30 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 3).....	443
Illustration 31 : Critère floristique pour la définition des zones humides (planche 4).....	443
Illustration 32 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 1).....	444
Illustration 33 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 2).....	444
Illustration 34 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 3).....	444
Illustration 35 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 4).....	444
Illustration 36 : Carte des zones humides avérées sur critères alternatifs (planche 5 et 6).....	445
Illustration 37 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 1/5.....	446
Illustration 38 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 2/5.....	446
Illustration 39 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 3/5.....	446
Illustration 40 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 4/5.....	446
Illustration 41 : Cartographie des habitats actualisés par Biotope (2016 / 2017) 5/5.....	447
Illustration 42 : Les zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides.....	448
Illustration 43: Complexe des zones humides impactées.....	449
Illustration 44 : Zone contributive du complexe de zones humides impactées.....	450
Illustration 45 : Sites compensatoires zone humide étudiés dans le cadre de la stratégie compensatoire présentée en décembre 2017.	453
Illustration 46 : Complexe des sites de compensation.....	456
Illustration 47: Zone contributive du site de compensation.....	456
Illustration 48 : Levés complémentaires réalisés par BIEF sur le tronçon amont de la zone d'étude.....	466
Illustration 49 : Levés complémentaires réalisés par BIEF sur le tronçon intermédiaire de la zone d'étude.....	466
Illustration 50 : Levés complémentaires réalisés par BIEF sur le tronçon aval de la zone d'étude.....	467
Illustration 51 : Hydrogrammes centennaux établis par ISL sur le Giessen et la Lièpvrette.....	467
Illustration 52 : Hydrogrammes centennaux injectés dans le modèle HEC-RAS par ISL.....	468

Illustration 53 : Superposition des hydrogrammes de la crue de février 1990 et la crue centennale d'ISL sur la Lièpvrette	468	Illustration 94 : Méthodologie adoptée pour l'optimisation du projet	490
Illustration 54 : Superposition des hydrogrammes de la crue de février 1990 et la crue centennale d'ISL sur le Giessen	468	Illustration 95 : Maillage affiné au droit du remblai	491
Illustration 55 : Périmètre de l'étude HYDRATEC	469	Illustration 96 : Vue 3D du modèle après intégration du remblai	491
Illustration 56 : Hydrogrammes synthétiques de la Lièpvrette à Lièpvre obtenus par HYDRATEC	469	Illustration 97 : Coupe transversale de l'ouvrage OA1	491
Illustration 57 : Hydrogrammes synthétiques du Giessen à Thanvillé obtenus par HYDRATEC	470	Illustration 98 : Coupe transversale de l'ouvrage OA2	492
Illustration 58 : Hydrogrammes des sous-bassins versants de la Lièpvrette pour la crue centennale	470	Illustration 99 : Coupe transversale de l'ouvrage OA4	492
Illustration 59 : Hydrogrammes des sous-bassins versants du Giessen pour la crue centennale	470	Illustration 100 : Coupe transversale de l'ouvrage OA5	492
Illustration 60 : Localisation des hydrogrammes d'apport intermédiaires (source HYDRATEC 2015)	471	Illustration 101 : Coupe transversale de l'ouvrage OA3	493
Illustration 61 : Hydrogrammes d'entrée pour la crue centennale (source HYDRATEC 2015)	471	Illustration 102 : Coupe transversale de l'ouvrage OA1bis	493
Illustration 62 : Définition des contours du modèle	472	Illustration 103 : Coupe transversale de l'ouvrage OA1ter	493
Illustration 63 : Importation des données bathymétriques et topographiques	472	Illustration 104 : Coupe transversale de l'ouvrage OH1	494
Illustration 64 : Maillage global	473	Illustration 105 : Coupe transversale de l'ouvrage OH2	494
Illustration 65 : Zoom sur le maillage au droit de la confluence	473	Illustration 106 : Elévation de principe de l'ouvrage OH4	495
Illustration 66 : Zoom sur le maillage de la Lièpvrette en amont du modèle	473	Illustration 107 : Elévation de principe de l'ouvrage OE1	495
Illustration 67 : Résultat après interpolation des données bathymétriques et topographiques	473	Illustration 108 : Elévation de principe de l'ouvrage OE2	495
Illustration 68 : Vannage en entrée du Muelbach	477	Illustration 109 : Elévation de principe de l'ouvrage OE4	496
Illustration 69 : Localisation des ouvrages de décharge dans la zone à casiers	477	Illustration 110 : Zoom sur la partie du modèle concernée par l'étude	497
Illustration 70 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (amont)	478	Illustration 111 : Maillage du modèle et tracé du projet routier	499
Illustration 71 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (Hurst)	478	Illustration 112 : Ouvrages modélisés (source : SETEC/HYDRATEC)	499
Illustration 72 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (confluence)	479	Illustration 113 : Trafic moyen journalier annuel (source : Etude d'impact)	500
Illustration 73 : Occupation des sols selon le CORINE Land Cover 2006 (aval)	479		
Illustration 74 : Coefficient de rugosité dans le modèle 2D	480		
Illustration 75 : Courbe H/Q reconstituée par ISL à Scherwiller	480		
Illustration 76 : Localisation des conditions aux limites du modèle 2D	480		
Illustration 77 : Emprise de la zone inondable fournie par HYDRATEC	481		
Illustration 78 : Extrait des données SIG fournies par HYDRATEC (zone de la confluence)	481		
Illustration 79 : Localisation des points de calage	482		
Illustration 80 : Emprise de la zone inondable calculée par le modèle 2D	483		
Illustration 81 : La Lièpvrette entre Lièpvre et Doynières	484		
Illustration 82 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Lièpvre et Doynières	484		
Illustration 83 : Résultats du modèle HYDRATEC avant traitement sous SIG	484		
Illustration 84 : Résultats du modèle 2D	485		
Illustration 85 : La Lièpvrette entre Bois l'Abbesse et Hurst	485		
Illustration 86 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Bois l'Abbesse et Hurst	485		
Illustration 87 : La Lièpvrette entre Hurst et Schweidfeld	486		
Illustration 88 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Hurst et Schweidfeld	486		
Illustration 89 : La Lièpvrette et le Giessen, entre Schweidfeld et Val de Villé	486		
Illustration 90 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Schweidfeld et Val de Villé	486		
Illustration 91 : Comparaison des maillages définis par HYDRATEC et dans le modèle 2D en amont du pont de la RD424 en rive gauche de la Lièpvrette	487		
Illustration 92 : Comparaison des maillages définis par HYDRATEC et dans le modèle 2D en amont du pont de la RD424 entre le Muelbach et la RD1059	488		
Illustration 93 : Comparaison des zones inondables HYDRATEC et modèle 2D entre Val de Villé et Scherwiller	488		