

Mise à 2x2 voies de la RN164 Aménagement du secteur de Plémet



Vue du bourg de Plémet et de la ZA du Ridor depuis le sud-ouest de l'aire d'étude

ETUDE D'IMPACT – ANNEXE

PIECE E4 : ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT

E4-2 : Etude hydraulique

RÉVISIONS DE CE DOCUMENT

0	07/07/2015	Première émission	S.VATAN	A.DESMOULINS	S.GUILLOT
INDICE	DATE	MODIFICATIONS	ÉTABLI PAR	VÉRIFIÉ PAR	APPROBATION

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	5		
1.1 Présentation de l'opération	5		
1.2 Objet de l'étude.....	5		
2 HYDROLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE.....	6		
2.1 Méthodologie pour l'estimation des débits caractéristiques.....	6		
2.1.1 Introduction	6		
2.1.2 Cas des bassins versants jaugés	6		
2.1.3 Cas des bassins versants non jaugés.....	6		
2.1.3.1 Cas des bassins versants de superficie supérieure à 10 km ²	6		
2.1.3.2 Cas des bassins versants de superficie inférieure à 1 km ²	7		
2.1.3.1 Cas des bassins versants de superficie comprise entre 1 et 10 km ²	8		
2.2 Détermination des données pluviométriques	8		
2.2.1 Hauteur de précipitation journalière.....	8		
2.2.2 Les courbes intensité-durée-fréquence	8		
2.2.3 Coefficients pluviométriques retenus	9		
2.3 Détermination des coefficients hydrologiques	9		
2.3.1 Détermination du coefficient régional R de la formule CRUPEDIX	9		
2.3.2 Détermination du coefficient $b = Q_{100}/Q_{10}$	9		
2.3.3 Détermination des coefficients de ruissellement.....	9		
2.4 Détermination des débits.....	11		
2.5 Détermination des hydrogrammes de crue.....	11		
2.5.1 Méthodologie.....	11		
2.5.2 Résultats	12		
3 DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT ACTUEL DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DE FRANCHISSEMENT ET PROPOSITION D'OUVRAGES POUR L'ETAT PROJET.....	13		
3.1 Note sur la méthodologie du diagnostic	13		
3.2 Note sur la méthodologie du dimensionnement d'ouvrages neufs.....	13		
3.3 Thalweg 1	15		
3.3.1 Description du site	15		
3.3.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	15		
3.3.2.1 Hypothèses retenues	15		
3.3.2.2 Résultats	16		
3.3.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet	16		
3.3.3.1 Caractéristiques géométriques	16		
3.3.3.2 Résultats	17		
3.4 Thalweg 2	19		
3.4.1 Description du site.....	19		
3.4.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	20		
3.4.2.1 Hypothèses retenues	20		
3.4.2.2 Résultats	20		
3.4.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet	20		
3.4.3.1 Caractéristiques géométriques	20		
3.4.3.2 Résultats	21		
3.5 Thalweg 3	23		
3.5.1 Description du site.....	23		
3.5.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	23		
3.5.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet	23		
3.6 Thalweg 4	25		
3.6.1 Description du site.....	25		
3.6.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	25		
3.6.2.1 Hypothèses retenues	25		
3.6.2.2 Résultats	26		
3.6.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet	26		
3.6.3.1 Caractéristiques géométriques	26		
3.6.3.2 Résultats	26		
3.7 Thalweg 5	29		
3.7.1 Description du site.....	29		
3.7.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	29		
3.7.2.1 Hypothèses retenues	29		
3.7.2.2 Résultats	30		
3.7.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet	30		
3.7.3.1 Caractéristiques géométriques	30		
3.7.3.2 Résultats	31		
3.8 Thalweg 6	33		
3.8.1 Description du site.....	33		
3.8.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	33		
3.8.2.1 Hypothèses retenues	33		
3.8.2.2 Résultats	33		
3.8.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet	34		
3.8.3.1 Caractéristiques géométriques	34		
3.8.3.1 Résultats	35		
3.9 Thalweg 7	37		

3.9.1 Description du site	37
3.9.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	37
3.9.2.1 Hypothèses retenues.....	37
3.9.2.2 Résultats	37
3.9.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet.....	38
3.9.3.1 Caractéristiques géométriques	38
3.9.3.2 Résultats	38
3.10 Thalweg 9	39
3.10.1 Diagnostic du fonctionnement actuel	39
3.10.2 Proposition d'ouvrage pour l'état projet.....	39
3.11 Thalweg 10.....	41
3.11.1 Diagnostic du fonctionnement actuel	41
3.11.1.1 Hypothèses retenues.....	41
3.11.1.2 Résultats	41
3.11.2 Proposition d'ouvrage pour l'état projet.....	41
3.12 Le Ninian (thalweg 8).....	43
3.12.1 Description du site.....	43
3.12.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	44
3.12.2.1 Hypothèses retenues.....	44
3.12.2.2 Résultats	44
3.12.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet.....	44
3.12.3.1 Caractéristiques géométriques	44
3.12.3.2 Résultats	45
3.13 Le ruisseau de Plémet.....	47
3.13.1 Description du site.....	47
3.13.2 Diagnostic du fonctionnement actuel	48
3.13.2.1 Hypothèses retenues.....	48
3.13.2.2 Résultats	48
3.13.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet.....	49
3.13.3.1 Caractéristiques géométriques	49
3.13.3.2 Résultats	50
4 CONCLUSION.....	52
5 ANNEXE : SPATIALISATION GEOGRAPHIQUE DES PLUIES EXTREMES EN REGION BRETAGNE	54
6 ANNEXE : FICHE DE SYNTHESE DE LA STATION « LE LIE A PRENESSAY »	55
7 ANNEXE : FICHES HYDROLOGIQUES	56

8 DETAIL DES RESULTATS DE CALCUL DU NINIAN.....	67
9 DETAIL DES RESULTATS DE CALCUL DU PLEMET.....	68

1 INTRODUCTION

1.1 Présentation de l'opération

La RN 164 relie la RN 12 au droit de Montauban de Bretagne à la RN 165 au niveau de Châteaulin sur une longueur de 162 kilomètres environ. Elle se situe sur les départements d'Ille et Vilaine, des Côtes d'Armor et du Finistère en desservant les agglomérations de Saint Méen le Grand, Loudéac, Mur de Bretagne, Carhaix – Plouguer, Châteauneuf du Faou et Pleyben. Elle constitue un axe d'intérêt local et régional irriguant le centre Bretagne.

Les études portent sur la section de la RN 164 en déviation de Plémet et assurant la liaison entre deux sections aménagées à 2 x 2 voies : à l'ouest « Loudéac-La Prénessaye » et à l'est « La lande aux chiens » sur la commune de Laurenan. La liaison se déroule sur environ 8 km, constituée pour moitié par une section en déviation au sud de Plémet, et l'autre moitié par une section en rase campagne.

1.2 Objet de l'étude

A l'occasion de la mise à 2 x 2 voies de la section de la RN164 en déviation de Plémet, il est réalisé une étude des ouvrages hydrauliques de franchissement des cours d'eau. Ceci afin de diagnostiquer le fonctionnement actuel des ouvrages existants de la RN 164, et de proposer des aménagements à associer à la mise à 2 x 2 voies.

Il est alors abordé successivement dans ce rapport :

- Une analyse de l'hydrologie du secteur d'étude afin de définir les hydrogrammes de crue ;
- Un diagnostic du fonctionnement des ouvrages hydrauliques existants lors des crues considérées ;
- Le dimensionnement d'ouvrage pour l'état projet (pour la variante retenue exclusivement).

2 HYDROLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE

2.1 Méthodologie pour l'estimation des débits caractéristiques

2.1.1 Introduction

La présente étude hydrologique a pour finalité la détermination des débits de crue caractéristiques des cours d'eau en interaction avec le projet.

Pour évaluer de tels débits, il sera étudié :

- Les débits provenant de stations hydrométriques situées à proximité du secteur d'étude. Ces stations permettent, à partir de hauteurs d'eau relevées fréquemment et à partir de « jaugeages » (mesure du débit du cours d'eau pour une hauteur donnée), d'obtenir des chroniques de débit importantes. Ces chroniques sont ensuite analysées à l'aide d'outils statistiques afin de définir les débits caractéristiques.

Ces analyses permettent de caractériser les conditions d'écoulement du cours d'eau, et de caler les paramètres hydrologiques utilisés par la suite pour les cours d'eau non jaugés.

- L'ensemble des paramètres hydrologiques nécessaires à la détermination des débits caractéristiques des bassins versants non jaugés. Ces paramètres hydrologiques sont en grande partie issus de l'analyse des stations hydrométriques existantes.

Les paragraphes suivants développent la méthodologie exposée ci-dessus brièvement.

2.1.2 Cas des bassins versants jaugés

L'étude des bassins versants « jaugés » est à la base de l'analyse hydrologique. Est entendu par « jaugé » que le bassin versant dispose d'une station hydrométrique au droit du cours d'eau le drainant.

Une station hydrométrique est en fait une échelle graduée où est relevée, à intervalle de temps régulier, la hauteur de l'eau. La détermination de la hauteur peut être visuelle ou électronique.

La hauteur observée est ensuite associée à un débit, ceci au moyen d'une « courbe de tarage », constituée de multiples mesures de débit pour des hauteurs d'eau variables. Disposant ainsi d'une vaste série de débit sur une chronique de temps élevé, il est alors possible de traiter statistiquement ces éléments afin d'en dégager des débits caractéristiques.

A l'issue de cette analyse, nous disposons alors d'une bonne connaissance du fonctionnement hydrologique du cours d'eau jaugé, au droit de la station hydrométrique. Il s'agit alors de transposer les résultats obtenus au bassin versant interférant avec le projet objet de l'étude.

Ceci est l'objet du chapitre suivant.

2.1.3 Cas des bassins versants non jaugés

La méthodologie développée par la suite est issue du document « Guide technique – Assainissement routier – SETRA – octobre 2006 ».

2.1.3.1 Cas des bassins versants de superficie supérieure à 10 km²

Il sera utilisé, selon leur pertinence, soit une formule de type Crupédix, soit une formule de type Myer.

- Formule de type Myer

Cette formule relie débit et surface de bassin versant. Elle est exprimée comme suit :

$$Q_{BV\text{projet}} = Q_{station} \times \left(\frac{S_{BV\text{projet}}}{S_{station}} \right)^b$$

Avec Q : débit en m³/s

S : surface du bassin versant en km²

b : coefficients de calage (b = 0,8 pour les débits de crue et b = 1 pour les débits d'étiage).

- Formule de type Crupédix

Le débit décennal peut être évalué au moyen de la formule dite « CRUPEDIX » :

$$Q_{10} = \left(\frac{P_{10}}{80} \right)^2 \cdot R \cdot A^{0,8}$$

avec : Q₁₀ : débit décennal en m³/s,

R : coefficient régional traduisant l'aptitude au ruissellement,

P₁₀ : pluie journalière décennale non centrée en mm,

A : superficie du bassin versant en km².

L'évaluation de P_{10} est issue d'une étude pluviométrique portant sur le large secteur d'étude. Cette analyse sera l'objet du chapitre 2.2. Le P_{10} choisi sera caractéristique du bassin versant étudié.

L'évaluation du coefficient R sera issue de l'étude des cours d'eau jaugés disponibles (cf. chapitre 2.3). En effet, ce coefficient R est considéré comme constant pour tous les bassins versants présentant une typologie (caractérisée par un substratum géologique, une occupation des sols, des caractéristiques morphologiques) similaire.

Le débit centennial sera évalué à l'aide du rapport $b = Q_{100}/Q_{10}$ usuellement considéré comme constant pour des bassins versants de typologie similaire. Connaissant ce rapport au droit des bassins versants jaugés, il sera possible de l'utiliser pour les bassins versants non jaugés (cf. chapitre 2.3).

2.1.3.2 Cas des bassins versants de superficie inférieure à 1 km²

Les débits de crues d'occurrence T sont étudiés à l'aide de la formule dite « rationnelle » :

$$Q_T = \frac{C_T \times i_T \times A}{3,6}$$

avec : Q_T : débit de crue de période de retour T en m³/s,

C_T : coefficient de ruissellement pondéré pour la période de retour T,

i_T : intensité moyenne en mm/h pour la période de retour T,

A : surface totale de bassin versant en km².

Les différents paramètres sont décrits ci-dessous :

a) Coefficients de ruissellement (C_T) :

Le choix du coefficient de ruissellement provient d'une analyse croisée entre des valeurs fournies dans des abaques et la ruissabilité du bassin versant telle qu'estimée lors de l'étude des bassins versants jaugés (cf. chapitre 2.3).

➤ C_{10} (pour T = 10 ans)

La valeur des coefficients dépend de la couverture du sol (bois, pâturage, culture, routes, ...), du degré de perméabilité et de rétention des sols constituant le bassin versant.

➤ C_T (pour T > 10 ans)

Pour un coefficient de ruissellement inférieur à 0,80, le coefficient de ruissellement C_T sera calculé par la formule suivante :

$$C_T = 0,80 \times \left(1 - \frac{P_0}{P_T}\right)$$

avec : P_0 : rétention initiale en mm ;

P_T : pluie journalière de période de retour T en mn.

b) Intensités moyennes (i_T) :

Celles-ci sont calculées à partir de la formule de MONTANA :

$$i_T = a_T \times t_{c_T}^{-b_T}$$

avec : i_T : intensité moyenne en mm/h de période retour T ;

t_{c_T} : temps de concentration de période de retour T en mn.

Les paramètres a_T et b_T sont issus d'une analyse statistique du (des) poste(s) pluviographique(s) présent(s) à proximité du secteur d'étude (Cf. Chapitre 2.2).

c) Les temps de concentration (t_{c_T}) :

Le temps de concentration est le temps du plus long trajet hydraulique au sein du bassin versant étudié. Ce temps correspond également à la durée de pluie conduisant à la génération du débit de pointe du bassin versant étudié.

➤ $t_{c_{10}}$ (pour T = 10 ans)

Celui-ci est estimé par la formule suivante :

$$t_{c_{10}} = \sum \frac{L_j}{V_j}$$

avec : L_j : la longueur d'écoulement élémentaire (en m) ;

V_j : la vitesse d'écoulement (en m/s).

➤ tc_T (pour $T > 10$ ans)

$$tc_T = tc_{10} \times \left(\frac{P_T - P_0}{P_{10} - P_0} \right)^{-0,23}$$

avec : tc_T : temps de concentration pour la période de retour T en mn ;

tc_{10} : temps de concentration pour la période décennale en mn,

P_{10} : pluie journalière décennale en mm,

P_T : pluie journalière de période de retour T ,

P_0 : rétention initiale en mm.

2.1.3.1 Cas des bassins versants de superficie comprise entre 1 et 10 km²

Le débit associé au bassin versant est calculé à la fois par la méthode rationnelle et par la méthode Crupédix.

Le débit est alors déterminé par la formule suivante :

$$Q = \alpha \times Q_{\text{rationnelle}} + \beta \times Q_{\text{Crupédix}}$$

Où : $\alpha = 1$ et $\beta = 0$ pour une superficie de 1 km² ;

$\alpha = 0$ et $\beta = 1$ pour une superficie de 10 km².

2.2 Détermination des données pluviométriques

2.2.1 Hauteur de précipitation journalière

Un poste pluviométrique est présent sur la commune de Plémet. Les hauteurs de précipitation journalière d'occurrence $T = 10$ ans (nommé P_{j10}) et d'occurrence $T = 100$ ans (nommé P_{j100}) à ce poste sont issues d'une synthèse réalisée par Météo France en 2000 sur les postes pluviométriques nationaux.

Les valeurs de P_{10} et P_{100} au poste pluviométrique de Plémet sont respectivement de 46 mm et de 62 mm.

2.2.2 Les courbes intensité-durée-fréquence

La définition des coefficients de Montana applicables sur la zone d'étude s'est appuyée sur le document « Conception des projets et constitution des dossiers d'autorisation et de déclaration au titre de la Police de l'eau – Les eaux pluviales dans les aménagements en Bretagne - Recommandations Techniques » rédigé par le club de la police de l'eau de la région Bretagne en Février 2008.

Ce document fait apparaître les résultats de l'exploitation statistique des données de pluies locales réalisée par Météo-France à la demande de la DIREN Bretagne en 2007. Celle-ci a abouti à la définition de 5 classes de spatialisation géographique des pluies extrêmes sur le territoire de la Bretagne. Pour chacune de ces classes, les coefficients de Montana pour les périodes de retour 5 ans, 10 ans, 20 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans ont été calculés (pour i en mm/min et t en min).

La commune de Plémet se situe dans la Zone 5. Les coefficients de Montana fournis dans le document sont les suivants (seuls les coefficients $T = 10$ ans et $T = 100$ ans sont utilisés) :

Tableau 1 : Coefficients de Montana de la zone 4 (Extrait : Recommandations Techniques - Club de la Police de l'eau de la région Bretagne)

	T = 10 ans	T = 100 ans
a (6'-60') =	4,833	10,739
b (6'-60') =	0,629	0,692
a (30'-1440') =	5,286	11,195
b (30'-1440') =	0,660	0,739

La commune de Plémet étant située en limite de la zone 5, les coefficients de Montana précédents ont été réajustés au contexte pluviométrique local via les P_{j10} et P_{j100} du poste pluviométrique de Plémet fournis par Météo-France.

Les valeurs de P_{j10} et P_{j100} correspondent à des pluies non centrées. L'ajustement des coefficients de Montana nécessitant l'utilisation de pluie centrée de durée 24h, celles-ci sont corrigées par le coefficient de Weiss ($P_{24h} = 1,14 \times P_j$).

2.2.3 Coefficients pluviométriques retenus

Les coefficients de Montana retenus pour la suite de l'étude correspondent aux coefficients de la zone 5 réajustés à partir des pluies journalières du poste pluviométrique de Plémet.

Ainsi, les coefficients de Montana retenus sont :

Tableau 2 : Coefficients de Montana retenus

	T = 10 ans	T = 100 ans
$a_{(6',30')} =$	3,941	8,524
$b_{(6',30')} =$	0,629	0,692
$a_{(30',1440')} =$	4,387	10,64
$b_{(30',1440')} =$	0,660	0,739

Les pluies journalières correspondent à celle du poste de Plémet :

Tableau 3 : Pluies journalières retenues

P_{j10}	P_{j100}
46 mm	62 mm

2.3 Détermination des coefficients hydrologiques

2.3.1 Détermination du coefficient régional R de la formule CRUPEDIX

Les thalwegs étudiés ainsi que le ruisseau de Plémet sont des affluents de la rivière le Lié (le ruisseau de Plémet conflue avec le Lié environ 3 km à l'Ouest de la zone d'étude). Cette dernière est pourvue d'une station hydrométrique dans l'environnement du secteur d'étude, sur la commune de Prenessaye. Cette station, « **Le Lié à Prenessaye** », a été retenue comme **station de référence**.

Le ruisseau du Ninian est équipé d'une station de jaugeage à Ploërmel depuis 2012. Toutefois, du fait de l'installation récente de cette station, aucune donnée n'est exploitable. Ainsi, la station « Le Ninian à Ploërmel » n'a pu être retenue pour la présente étude.

Le bassin versant du Ninian, présentant une géologie similaire à celle du Lié, la station « **Le Lié à Prenessaye** » a également été jugé représentatif du bassin versant du Ninian.

Tableau 4 : Détermination du coefficient régional R

Station	Chronique	Surface (km ²)	P_{j10} (mm)	Q_{10} (m ³ /s)	R
Le Lié à Prenessaye	1982-2015	296	46	65	2,07

Il est alors une valeur de **R = 2,07**.

2.3.2 Détermination du coefficient $b = Q_{100}/Q_{10}$

Il est recherché le coefficient b pour la station de jaugeage indiquée ci-dessus. Dans le cas où aucune valeur de Q_{100} n'est disponible à une station, celle-ci est alors extrapolée selon une loi de Gumbel à partir des débits d'occurrence T = 5, 10, 20 et 50 ans connus à la station.

Il est alors trouvé :

Tableau 5 : Détermination du coefficient $b = Q_{100}/Q_{10}$

Cours d'eau	Chronique	Q_{10}	Q_{100}	b
Le Lié à Prenessay	1982-2015	46	97,6	1,5

Une valeur de **b = 1,5** est retenue.

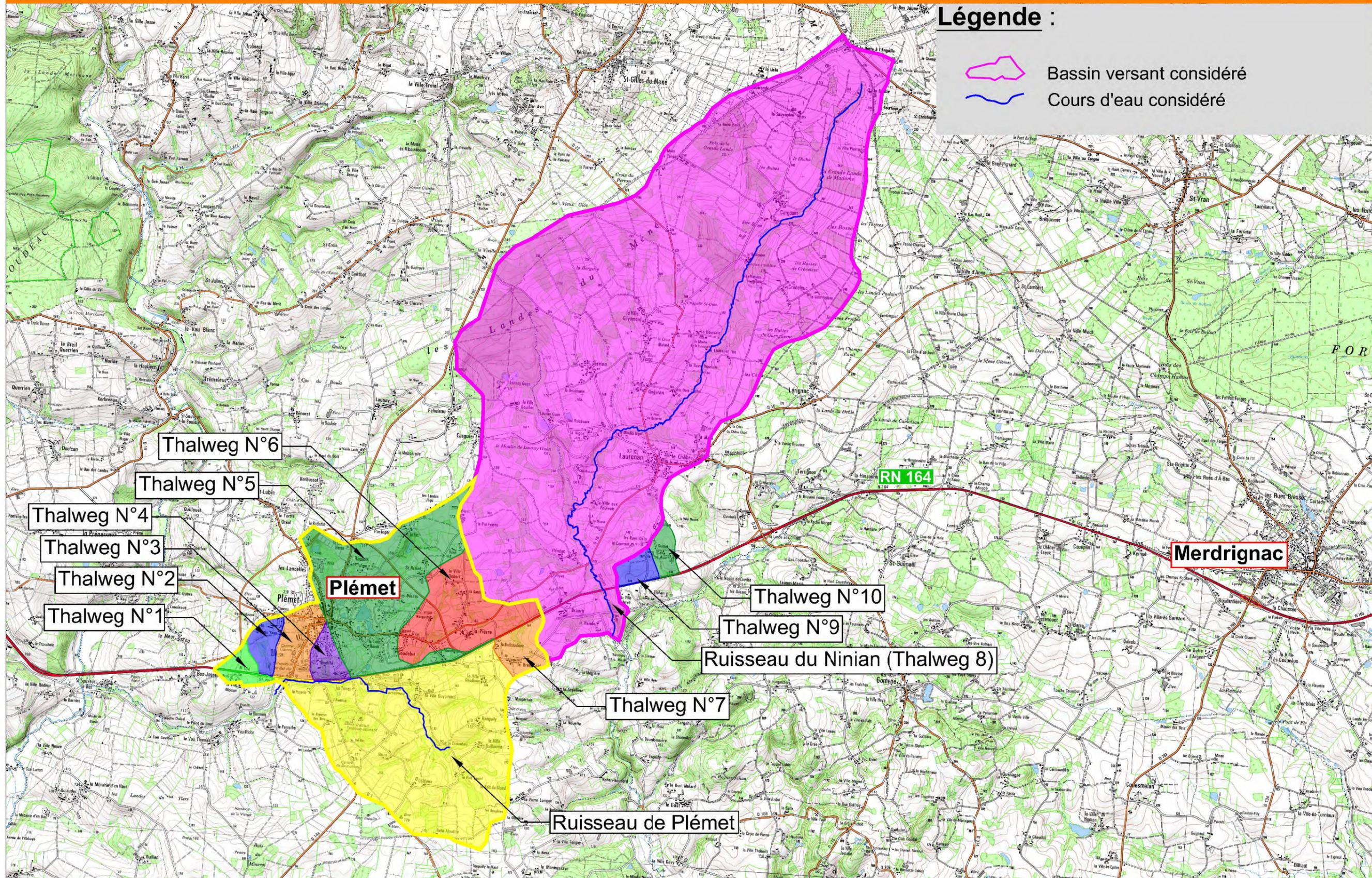
La méthodologie du SETRA précise que cette valeur de b n'est utilisée que pour les bassins versants de superficie supérieure à 20 km². Pour une superficie inférieure à 20 km², il est utilisé le rapport Q_{100}/Q_{10} où les débits proviennent de la méthode rationnelle.

2.3.3 Détermination des coefficients de ruissellement

Les bassins versants interceptés par le projet étant globalement relativement imperméables et comportant des pentes globalement modérées (de quelques pourcents), les coefficients suivants ont été retenus :

- Pour les zones naturelles $C_{T=10 \text{ ans}} = 0,3$;
- Pour les zones urbanisées $C_{T=10 \text{ ans}} = 0,6$.

BASSINS VERSANTS ETUDIES - Echelle : 1/50.000



Légende :

-  Bassin versant considéré
-  Cours d'eau considéré

Thalweg N°6

Thalweg N°5

Thalweg N°4

Thalweg N°3

Thalweg N°2

Thalweg N°1

Plémet

Thalweg N°10

Thalweg N°9

Ruisseau du Ninian (Thalweg 8)

Thalweg N°7

Ruisseau de Plémet

RN 164

Merdrignac



Liberté - Égalité - Fraternité
REPUBLIQUE FRANÇAISE



Direction régionale
de l'Environnement,
de l'Aménagement
et du Logement
BRETAGNE



2.4 Détermination des débits

A partir de la méthodologie et des données exposées ci avant, sont alors calculés les débits de référence des bassins versants interceptés par le projet. Les contours des bassins versants sont indiqués en page ci-contre.

Tableau 6 : Débits décennal et centennal des cours d'eau interceptés par le projet

Cours d'eau	Surface (km ²)	C ₁₀	Tc ₁₀ (min)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
Thalweg 1	0,24	0,3	35	0.5	1,48
Thalweg 2	0,27	0,3	37	0,55	1,59
Thalweg 3	0,51	0,6	69	1,37	2,75
Thalweg 4	0,26	0,6	27	1,29	2,61
Thalweg 5	2,99	0,5	272	2,47	4,79
Thalweg 6	1,84	0,3	80	2,13	5,85
Thalweg 7	0,38	0,3	25	0,99	2,77
Thalweg 9	0,2	0,3	21	0,46	1,26
Thalweg 10	0,2	0,3	59	0,30	0,84
Le Ninian (thalweg 8)	24,95	X	90	9,0	13,5
Le ruisseau de Plémet	10,94	0,36	192	4,6	7

Les estimations de débit réalisées ne tiennent pas compte des effets d'écrêtement des plans d'eau existants sur les bassins versants étudiés. La non-prise en compte de ces phénomènes engendre une majoration des débits de crue et permet de se positionner dans le sens de la sécurité.

➤ Cas du ruisseau de Plémet :

Dans le cadre du projet d'aménagement du carrefour giratoire à l'intersection de la RN 164, des RD 1 et RD 792 sur la commune de Plémet, un dossier loi sur l'eau a été rédigé en 2009 du fait de la création d'ouvrages hydrauliques sur le ruisseau de Plémet (également nommé ruisseau de Ridor).

Lors de l'élaboration de ce dossier, validé par l'administration, les débits de crues décennale et centennale du ruisseau de Plémet au droit de la RD 1 ont été estimés via la formule de Myer appliquée à la station de la Prenessaye. Le débit décennal de référence alors retenu à la station en 2009 était de 45 m³/s. Or, depuis 2009, les estimations de débit à la station de Prenessaye ont fortement évolué. En effet, en 2015, le débit décennal à la station est de 65 m³/s. Cette forte évolution des débits de référence impose une mise à jour des débits de crues du ruisseau de Plémet déclarés en 2009.

Ainsi, les débits de crues décennale et centennale du ruisseau de Plémet ont été actualisés sur la base de la méthodologie retenue en 2009 (formule de Myer) et les données de débits à la station de Prenessaye en 2015.

2.5 Détermination des hydrogrammes de crue

L'objet de ce chapitre est de déterminer les hydrogrammes de crues de chaque cours d'eau qui seront utilisés lors de la modélisation.

2.5.1 Méthodologie

Les hydrogrammes de crue retenus sont de type « triangulaire » qui définit l'aide des débits de pointes (Q₁₀ et Q₁₀₀) de chaque cours d'eau et du temps de concentration du bassin versant associé.

La figure ci-dessous représente un hydrogramme « triangulaire » type. Celui-ci se décompose en deux parties :

- Montée de crue depuis une valeur seuil jusqu'au débit de pointe (Q₁₀ ou Q₁₀₀). Le temps de montée est égal au temps de concentration du bassin versant du cours d'eau étudié (Tc).
- Décrue depuis le débit de pointe atteint lors de la montée de la crue jusqu'au débit initial. Le temps de décrue est égal à deux fois le temps de concentration du bassin versant du cours d'eau étudié.

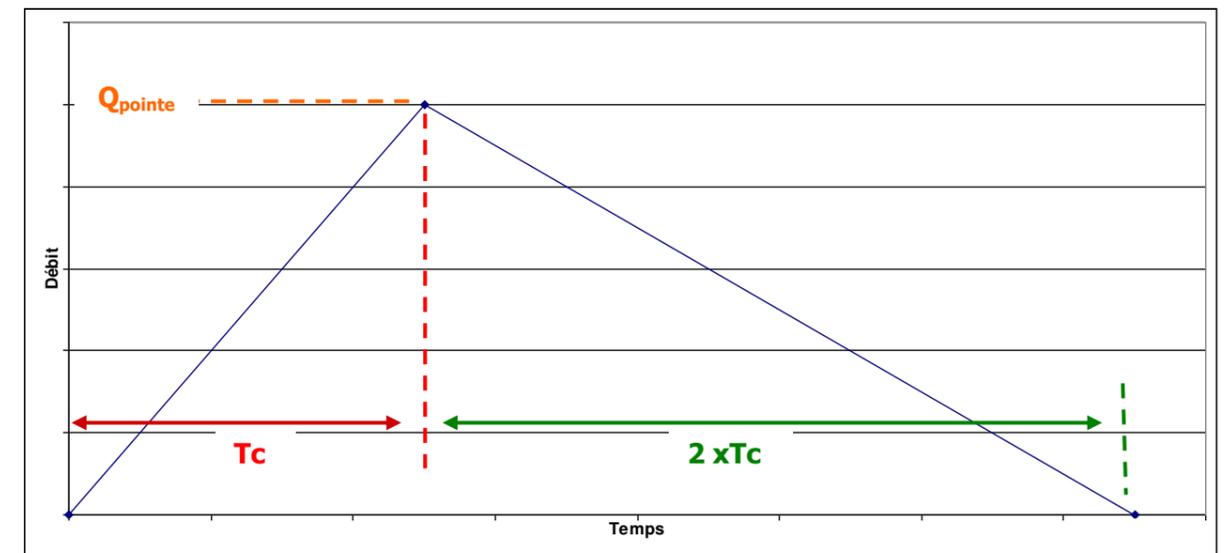


Figure 1 : Hydrogramme triangulaire type

2.5.2 Résultats

Les hydrogrammes de crue des cours d'eau en interaction avec le projet sont présentés en Annexe.

3 DIAGNOSTIC DU FONCTIONNEMENT ACTUEL DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DE FRANCHISSEMENT ET PROPOSITION D'OUVRAGES POUR L'ETAT PROJET

3.1 Note sur la méthodologie du diagnostic

Pour la réalisation du diagnostic du fonctionnement des ouvrages hydrauliques, il est pris un certain nombre d'hypothèses, rappelées ci-dessous :

- Le diagnostic est réalisé avec un logiciel de modélisation exploité en régime transitoire. Ce type de diagnostic permet de définir assez finement les niveaux d'eau en amont d'ouvrage hydraulique fonctionnant comme des verrous hydraulique, ce qui est le cas des ouvrages étudiés. De plus, une exploitation en régime transitoire permet de quantifier les « sur débits » générés par la réalisation d'un ouvrage plus capacitif par rapport à la situation actuel.
- Ensuite, l'absence de laisse de crues sur le secteur d'étude, il n'est pas possible de « caler » finement le logiciel hydraulique. Il est alors utilisé des abaques permettant de définir des coefficients usuels. Le comportement hydraulique de l'ouvrage étudié est alors « dégrossi », mais les lignes d'eau obtenues ne sont pas à considérer avec une précision centimétrique.
- Concernant les données géométriques des ouvrages, il est utilisé le plan topographique fourni par le maître d'ouvrage complété par des levés topographiques effectués dans le cadre de la présente étude. L'ensemble de ces éléments permettent de définir assez finement les ouvrages de rétablissement hydraulique. De plus, des profils en travers des cours d'eau ont été levés afin de définir au plus juste les conditions d'écoulements en amont et en aval de ces ouvrages.
- Enfin, dans le cas d'ouvrages hydrauliques fonctionnant en charge lors des crues importantes, il sera examiné l'état de l'ouvrage suite à l'inspection visuelle de l'ouvrage. Néanmoins, même si l'état semble correct, et étant donné qu'un fonctionnement en charge n'est pas le fonctionnement nominal de l'ouvrage, cette étude ne pourra pas statuer sur le fait que l'ouvrage d'art ou le remblai sont conçus pour qu'une rétention s'effectue en amont de l'ouvrage hydraulique. Seuls des ouvragistes et des géotechniciens pourront statuer sur le fonctionnement satisfaisant de l'infrastructure routière lors des crues.

Le présent diagnostic permet donc de définir avec une précision relativement bonne le comportement hydraulique d'un ouvrage hydraulique lors des crues. Il peut être ainsi identifié de manière relativement précise les ouvrages ayant un comportement acceptable ou insatisfaisant et réalisé un dimensionnement et un calage altimétrique fin des ouvrages projetés.

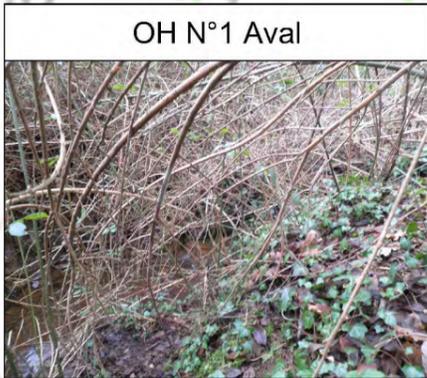
3.2 Note sur la méthodologie du dimensionnement d'ouvrages neufs

Il est recherché un dimensionnement permettant de respecter les objectifs suivants :

- Fonctionnement de l'ouvrage à surface libre ;
- Une largeur d'ouvrage similaire à celle du lit mineur du cours d'eau ;
- Une pente d'ouvrage identique à la pente naturelle du cours d'eau ;
- Vérification de vitesses d'écoulements au sein de l'ouvrage inférieures à 4 m/s ;
- Non aggravation des risques d'inondation en aval des ouvrages ;
- Recherche d'ouvrage franchissable par la faune aquatique et semi aquatique en fonction des préconisations issues des études faune/flore;
- Réalisation de radier naturel reconstitué de 30 cm de hauteur minimale (la hauteur de lit naturel peut varier par ouvrage afin d'avoir une dimension de dalot « standardisée »).

Egalement, il sera recherché une amélioration de la ligne d'eau en amont des ouvrages projetés, afin de répondre aux objectifs de « transparence hydraulique ». Néanmoins, étant donné que nous partons d'un état initial où des ouvrages existent déjà, il ne sera pas recherché de « trop » rabaisser la ligne d'eau amont afin de conserver un rôle d'écrêtement par les ouvrages projetés. Dans le cas où l'ouvrage projeté entraînerait un abaissement de la ligne d'eau amont, l'incidence sur les débits en aval de l'ouvrage est étudiée. Ainsi, les ouvrages proposés sont un compromis entre la protection de la voirie et la non aggravation du risque d'inondation en aval de celle-ci.

Thalweg 1 - Echelle : 1/5.000



3.3 Thalweg 1

3.3.1 Description du site

En amont de la RN 164, le thalweg 1 draine un bassin versant agricole d'une superficie de 0,24 km². Il s'inscrit dans un vallon boisé fortement avec une pente de l'ordre de 4 %.

Au droit de la RN 164, ce thalweg présente une largeur d'environ 0,5 m. L'ouvrage de franchissement de la RN 164 (OH1) est constitué d'une buse béton Ø 400m. Au droit du franchissement, la RN 164 est en remblai, à environ 4 m au-dessus du terrain naturel. En sortie de l'ouvrage, on note la présence d'une chute d'environ 10 cm.

En aval, le tracé du thalweg longe la RN 164 jusqu'à confluer avec le thalweg 2.

Aucun enjeu sensible n'a été recensé sur le périmètre d'étude.



Photographie 1 : Thalweg 1 en amont de la RN 164



Photographie 2 : Tête amont de l'OH 1



Photographie 3 : Thalweg 1 en aval de la RN164

3.3.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.3.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Thalweg		
Lit mineur	15	
Lit majeur : bois	10	
Ouvrage		
Buse béton	60	0,8

3.3.2.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

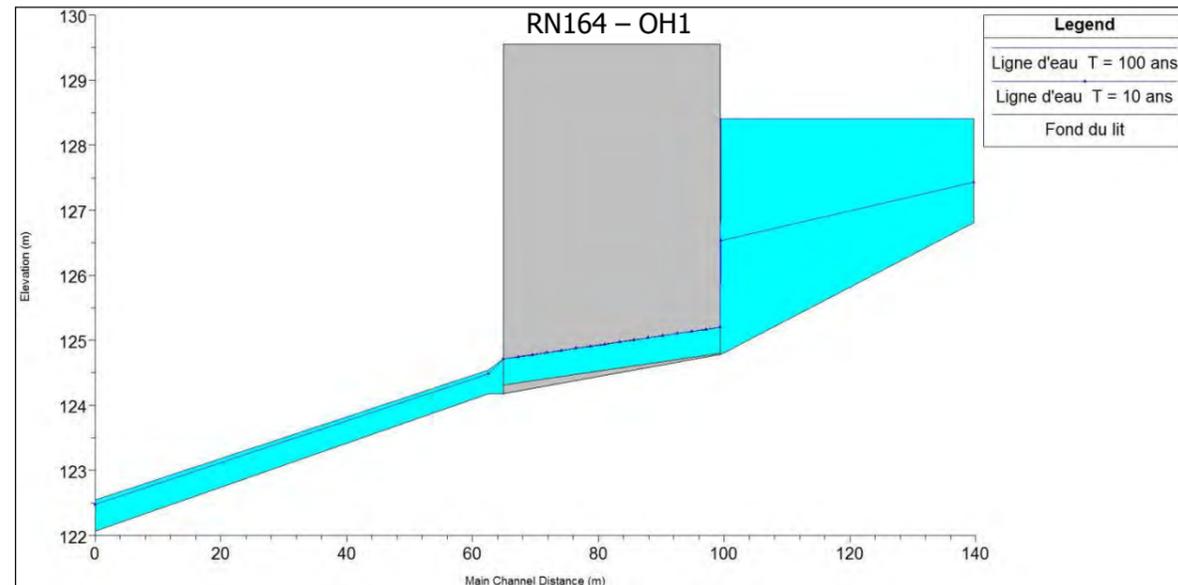


Figure 2 : Thalweg 1 - Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat initial

Il est constaté :

- Des vitesses allant de 2,5 à 3,5 m/s dans l'ouvrage hydraulique sous la RN 164 ;
- Un fonctionnement en charge de l'ouvrage en crue décennale et centennale sans toutefois engendrer de submersion de la RN 164. Il persiste une revanche d'environ 2,5 m en crue décennale et d'environ 0,5 m en crue centennale.

L'ouvrage existant apparaît comme sous-dimensionné car il présente une mise en charge pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans sans toutefois induire d'inondation de la RN 164. Toutefois, en l'absence d'enjeux en amont de la RN 21 et en l'absence de surverse sur la RN 21, son fonctionnement peut être jugé comme satisfaisant.

3.3.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.3.3.1 Caractéristiques géométriques

La mise à 2 x 2 voies de la RN 164 s'accompagne de la création d'un échangeur à l'Ouest de Plémet impliquant la création d'un nouveau franchissement du thalweg 1 en aval du premier franchissement existant.

En aval de la RN 164, les écoulements du thalweg 1 sont contraints entre la RN 164 au Nord et la bretelle C de l'échangeur Ouest au Sud.

Le plan ci-dessous illustre la nouvelle configuration du site après aménagement.

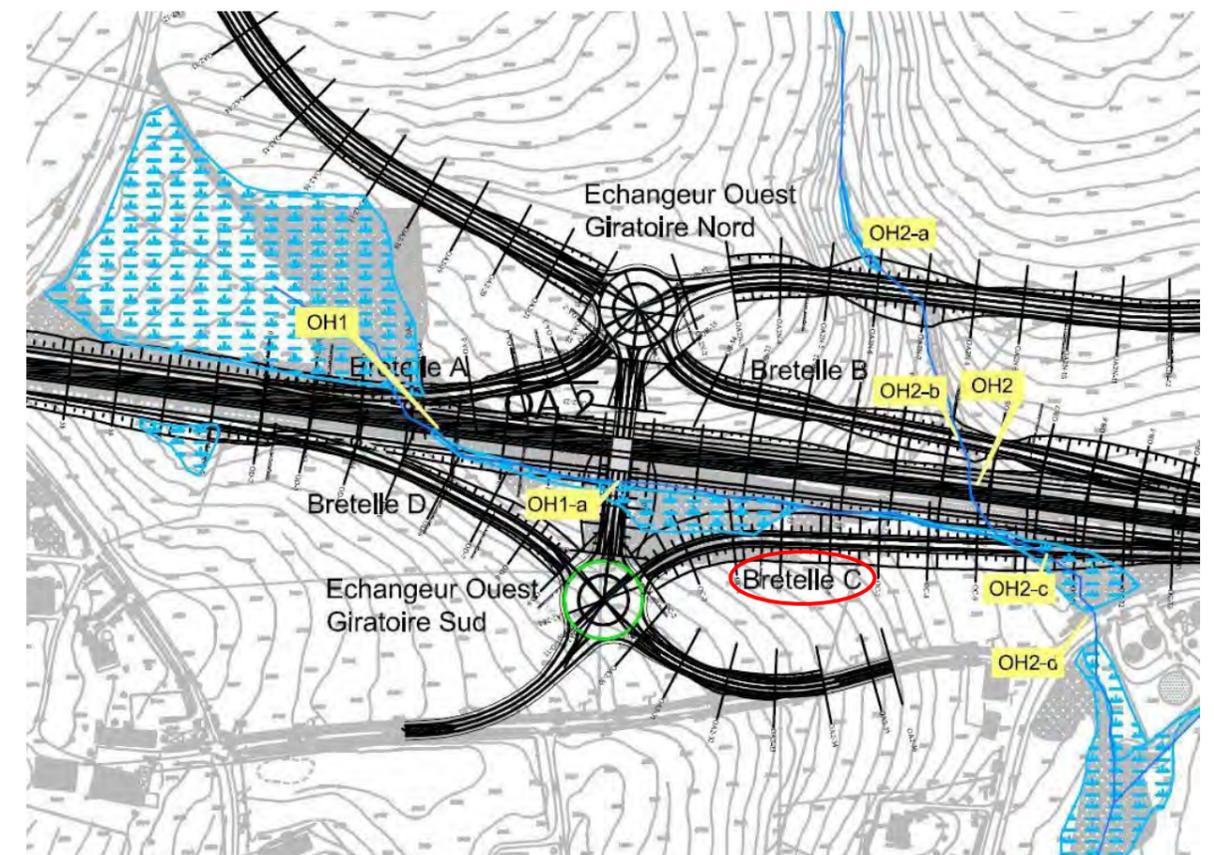


Figure 3 : Thalweg 1 - situation après aménagement

Lors du diagnostic de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence que l'OH1 fonctionne en charge pour les crues Q_{10} et Q_{100} sans toutefois induire un risque de surverse sur la RN 164. Le fonctionnement en charge de cet ouvrage permet de limiter les débits en aval de la RN 164 sans induire d'inondation d'enjeux sensibles en amont. Ainsi, il a été fait le choix de conserver l'ouvrage OH1 existant.

Dans le cas de l'OH1-a, un ouvrage neuf de type dalot a été dimensionné. Suivant les recommandations des études faunes/flores, aucun aménagement pour le passage de la petite faune n'est prévu.

Les aménagements retenus sont les suivants :

- OH 1 : prolongement du Ø 400 existant de 5 m vers l'amont et de 9,5 m vers l'aval.
- OH 1a : pose d'un dalot 0,5 x 1 m d'une longueur de 36,7 m avec une pente de 3,4 %. Un lit naturel reconstitué de 0,5 m d'épaisseur est aménagé dans le radier de l'ouvrage.

Le plan ci-dessous présente une coupe de l'OH 1a projeté ainsi que son calage altimétrique.

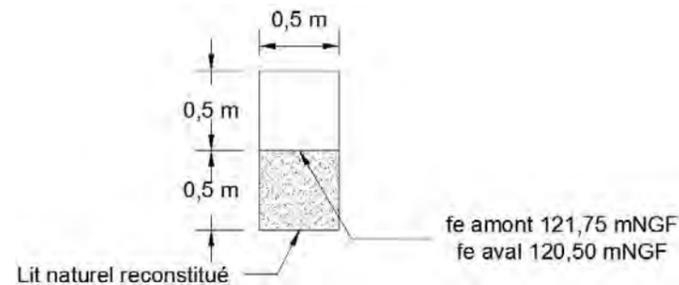


Figure 4 : Thalweg 1 - OH1a

3.3.3.2 Résultats

Les résultats en termes de ligne d'eau figurent ci-dessous :

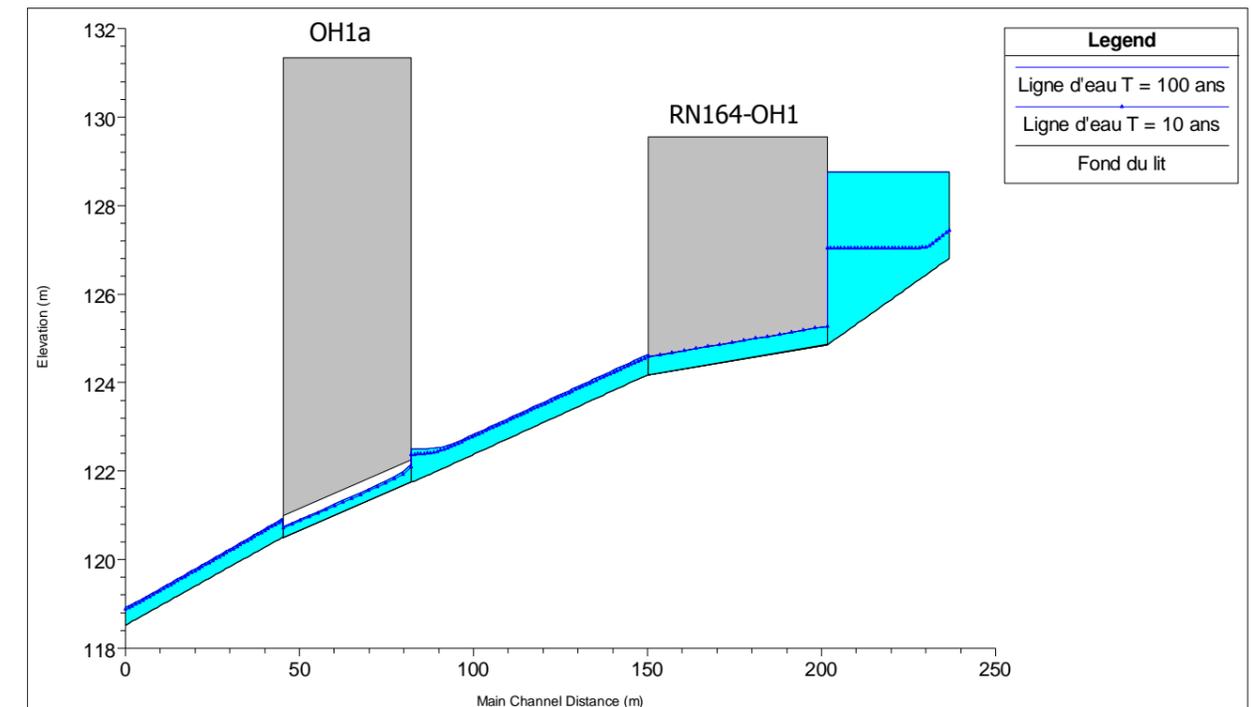


Figure 5 : Thalweg 1 : Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat projet

Il est constaté :

- Pour T = 10 ans

Un fonctionnement en charge de l'OH 1 sans risque de surverse sur la RN 164, il persiste une revanche d'environ 2,5 m.

Un fonctionnement à surface libre de l'OH 1a avec un tirant d'air de 16 cm.

- Pour T = 100 ans

Un fonctionnement en charge de l'OH 1 sans risque de surverse sur la RN 164, il persiste une revanche d'environ 80 cm.

Un fonctionnement à surface libre de l'OH1a avec un tirant d'air de 9 cm.

Du fait du maintien de l'ouvrage existant sous la RN 164, le projet est sans incidence sur les écoulements en crue du thalweg 1.

Thalweg 2 - Echelle : 1/5.000



3.4 Thalweg 2

3.4.1 Description du site

En amont de la RN 164, le thalweg 2 draine un bassin versant agricole d'une superficie de 0,27 km². Il s'inscrit dans un vallon envahi de broussaille et fortement penté, de l'ordre de 4 %. On note la présence d'un plan d'eau sur la tête amont du bassin versant.

Au droit de la RN 164, ce thalweg s'apparente à un profond fossé d'environ 2 m de profondeur. L'ouvrage de franchissement de la RN 164 (OH 2) est constitué d'une buse béton Ø 400m. Au droit du franchissement, la RN 164 est en léger remblai, à environ 1 m au-dessus du terrain naturel. En sortie de l'ouvrage, on note la présence d'une chute d'environ 30 cm.

En aval immédiat de la voirie, le thalweg 2 reçoit en rive droite les écoulements du thalweg 1. A partir de ce point, le thalweg 2 présente des caractéristiques proches de celle d'un cours d'eau. Il possède un lit mineur d'environ 1 m de largeur pour une profondeur moyenne de 0,6 m.

A 60 m en aval de la RN 164, le thalweg 2 est franchi par une voirie locale puis longe le site de la station d'épuration de Plémet avant de rejoindre le ruisseau de Plémet. L'ouvrage de franchissement de la voirie locale (OH 2-d) est constitué d'un dalot en pierre de 0,85 m de hauteur et 0,5 m de largeur. La voirie locale en aval de la RN 164 et la station d'épuration constituent deux enjeux susceptibles d'être inondés par les débordements de thalweg 2.



Photographie 4 : Thalweg 2 en amont de la RN 164



Photographie 5 : Tête amont de l'OH 2



Photographie 6 : Tête aval de l'OH 2



Photographie 7 : Thalweg 2 en aval de la RN 164



Photographie 8 : Tête amont de l'OH 2-d



Photographie 9 : Tête aval de l'OH 2-d



Photographie 10 : Thalweg 2 en aval de la voirie locale (Station d'épuration à droite sur la photographie)

3.4.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.4.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Thalweg		
Lit mineur	15	
Lit majeur : bois	10	
Lit mineur : prairie	17	
Ouvrage (OH2 et OH2-d)		
Buse béton	60	0,8

3.4.2.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

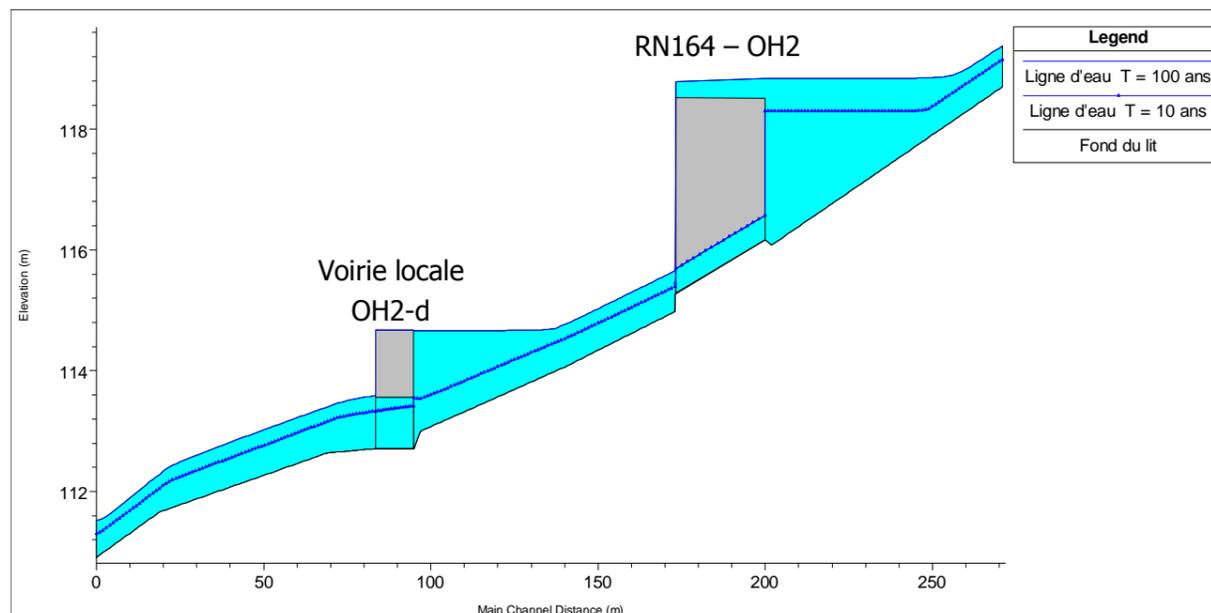


Figure 6 : Thalweg 2 - Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat initial

Il est constaté :

- Des vitesses allant de 2,5 à 3,5 m/s dans l'ouvrage hydraulique sous la RN 164 ;
- Pour T = 10 ans, un fonctionnement en charge de l'ouvrage de la RN 164 à la limite de débordement. Un fonctionnement à surface libre du dalot disposé sous la voirie locale ;
- Pour T = 100 ans, un phénomène de surverse sur la RN 164 avec une lame d'eau d'une dizaine de centimètre. L'ouvrage sous la voirie locale est en limite de débordement et les niveaux de crue sont en limite de la plateforme de la station d'épuration.

Le fonctionnement de l'ouvrage sous la RN 164 est jugé insatisfaisant du fait de la submersion de la RN 164 pour une crue d'occurrence T = 100 ans.

3.4.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.4.3.1 Caractéristiques géométriques

La mise à 2 x 2 voies de la RN 164 s'accompagne de la création d'un échangeur à l'Ouest de Plémet impliquant la création de trois nouveaux franchissements du thalweg 2. Deux en amont du premier franchissement existant (OH2-a et OH2-b) et un en aval (OH2-c).

Le plan ci-dessous illustre la nouvelle configuration du site après aménagement.

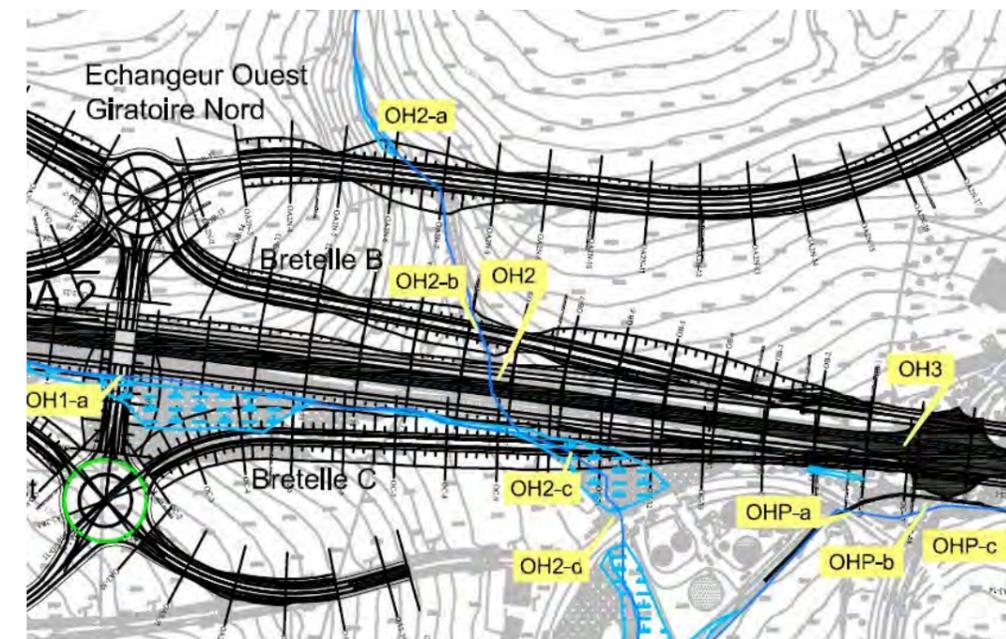


Figure 7 : Thalweg 2 - situation après aménagement

Lors du diagnostic de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence que l'OH2 fonctionne en charge pour les crues Q_{10} et Q_{100} avec un risque de surverse sur la RN 164. De ce fait, il a été fait le choix de remplacer l'ouvrage OH2 existant.

Suivant les recommandations des études faunes/flores, une banquette calée au-dessus des niveaux de crue Q_{10} est mise en place dans chacun des ouvrages afin d'assurer la circulation de la petite faune.

Les aménagements retenus sont les suivants :

- OH2a : pose d'un dalot de 1 x 2 m d'une longueur de 46,5 m et une pente de 4,5 %. Ce dalot est équipé d'un lit naturel reconstitué de 0,35 m et d'une banquette de 0,5 m de largeur ;
- OH2b : pose d'un dalot de 1,5 x 2 m d'une longueur de 24 m et une pente de 1,95 %. Ce dalot est équipé d'un lit naturel reconstitué de 0,35 m et d'une banquette de 0,5 m de largeur ;
- OH2 : pose d'un dalot de 1,5 x 2 m d'une longueur de 29 m et une pente de 3,8 %. Ce dalot est équipé d'un lit naturel reconstitué de 0,35 m et d'une banquette de 1 m de largeur ;
- OH2c : pose d'un dalot de 1,5 x 2 m d'une longueur de 46 m et une pente de 2,7 %. Ce dalot est équipé d'un lit naturel reconstitué de 0,35 m et d'une banquette de 1 m de largeur ;
- OH2d : fonçage d'une buse \varnothing 400 m pour éviter la création d'une surverse sur la voirie locale du fait de la mise en place des ouvrages neufs (fe amont : 113,67 m NGF et fe aval : 113,65 m NGF).

Les banquettes des ouvrages OH2b, OH2 et OH2c ont été élargies à 1 afin d'augmenter la capacité hydraulique des ouvrages en crue centennale et abaisser les niveaux de crue entre les différentes voiries.

Les plans ci-dessous présentent les coupes des ouvrages projetés ainsi que leur calage altimétrique.

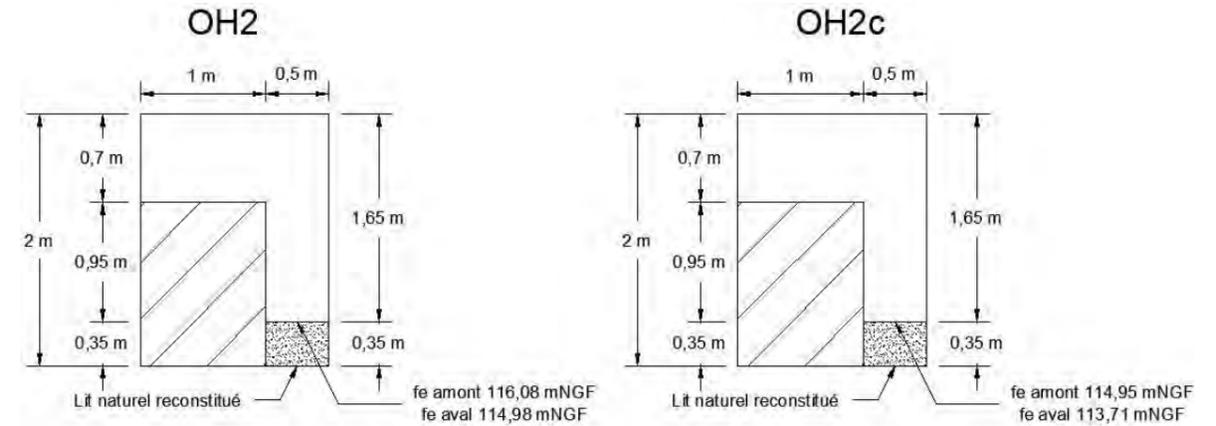
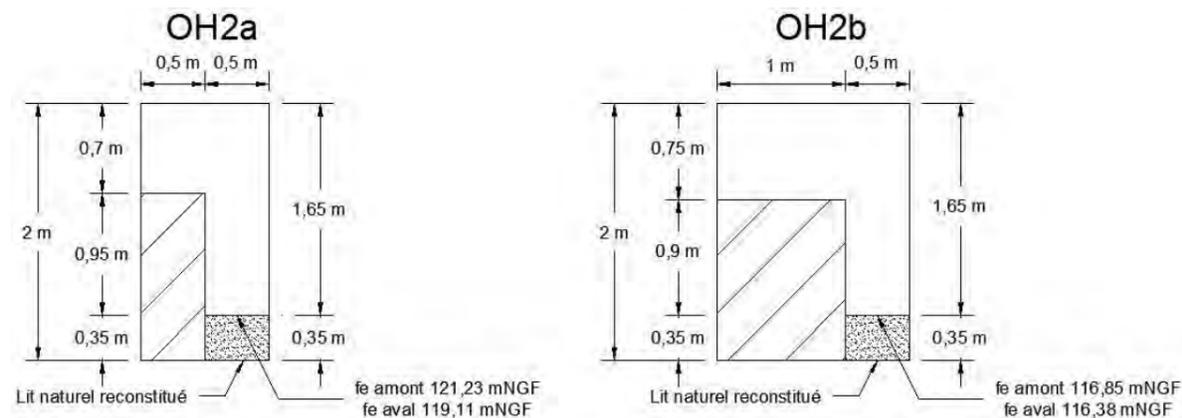


Figure 8 : Thalweg 2 - ouvrages projet

3.4.3.2 Résultats

Les résultats en termes de ligne d'eau figurent ci-dessous :

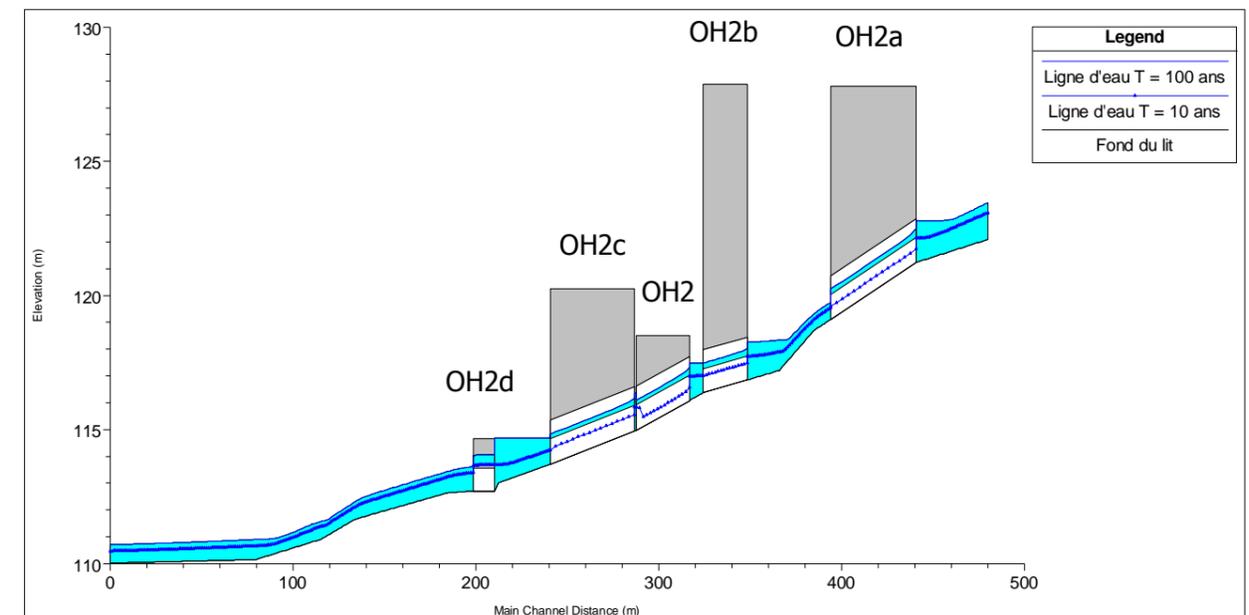


Figure 9 : Thalweg 2 - Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat projet

Il est constaté :

- Pour T = 10 ans

Un léger abaissement des niveaux de crue en amont de la RN 164 de 2 à 3 cm. Dans le même temps, les conditions d'écoulement en aval de la RN 164 sont inchangées.

L'ensemble des ouvrages fonctionnent à surface libre.

- Pour T = 100 ans

Un abaissement notable de la ligne d'eau en amont de l'ouvrage (passe de 118,83 m NGF pour l'état initial à 117,47 m NGF pour l'état projet).

Cet abaissement de la ligne d'eau entraîne un sur-débit en aval de l'ouvrage de 0,20 m³/s qui s'accompagne d'une augmentation des niveaux d'eau de 0,04 m. Cette incidence impacterait uniquement des terrains non bâtis, occupés par des prairies. La réalisation d'un fonçage sous la voirie locale permet de garantir l'absence de surverse sur celle-ci en crue centennale et l'absence d'inondation de la station d'épuration par le thalweg.

Ainsi, les aménagements projetés permettent de garantir la non-aggravation des inondations.

Une vitesse d'écoulement de l'ordre de 2,5 à 3 m/s dans les ouvrages. Les vitesses d'écoulement obtenues nécessitent la mise en place de protection de berge en enrochement en amont et en aval direct de l'ouvrage.

Un fonctionnement à surface libre de l'ensemble des ouvrages neufs avec un tirant d'air de variant 25 à 50 cm en fonction des ouvrages.

Nota :

La non-réalisation du fonçage sous la voirie locale induit une surverse sur la voirie locale desservant la station d'épuration en cas de crue centennale. La lame d'eau sur la voirie locale serait d'environ 2 cm. Cette lame d'eau serait alors susceptible d'impacter également la station d'épuration.

Les ouvrages projetés permettent une amélioration du fonctionnement hydraulique de l'ouvrage de la RN 164 et une sécurisation des usagers en supprimant les risques d'inondation de la RN 164. De plus, la mise en place d'un lit naturel reconstitué en fond d'ouvrage, la suppression de la chute en sortie d'ouvrage et la réalisation de banquettes permettant le passage de la faune semi-aquatique améliore le fonctionnement écologique du thalweg 2.

Les aménagements projetés induisent toutefois une élévation maximale des niveaux de crue centennale de 4 cm en aval de la voirie. Cependant, l'exhaussement de ces niveaux de crue n'entraîne pas de risque d'inondation de zones à enjeux fort (bâtis, voirie,...).

3.5 Thalweg 3

3.5.1 Description du site

Le thalweg 3 draine un bassin versant urbanisé de l'Ouest de la commune de Plémet d'environ 0,51 km².

Le fond de vallon de ce thalweg est occupé par la rue de la Liberté. Ainsi, au droit de la RN 164, ce thalweg ne présente pas d'axe d'écoulement principal marqué. En particulier, aucun fossé n'a été identifié lors de la visite de site.

A la lecture des plans DCE du projet de création du giratoire RN 164/RD 1 de Juillet 2009, il apparaît que les eaux de ruissellement de ce thalweg sont recueillies dans le réseau d'eau pluviale communale et que celui-ci franchit la RN 164 via une buse Ø800 mm. Ce réseau se rejette ensuite dans le ruisseau de Plémet.

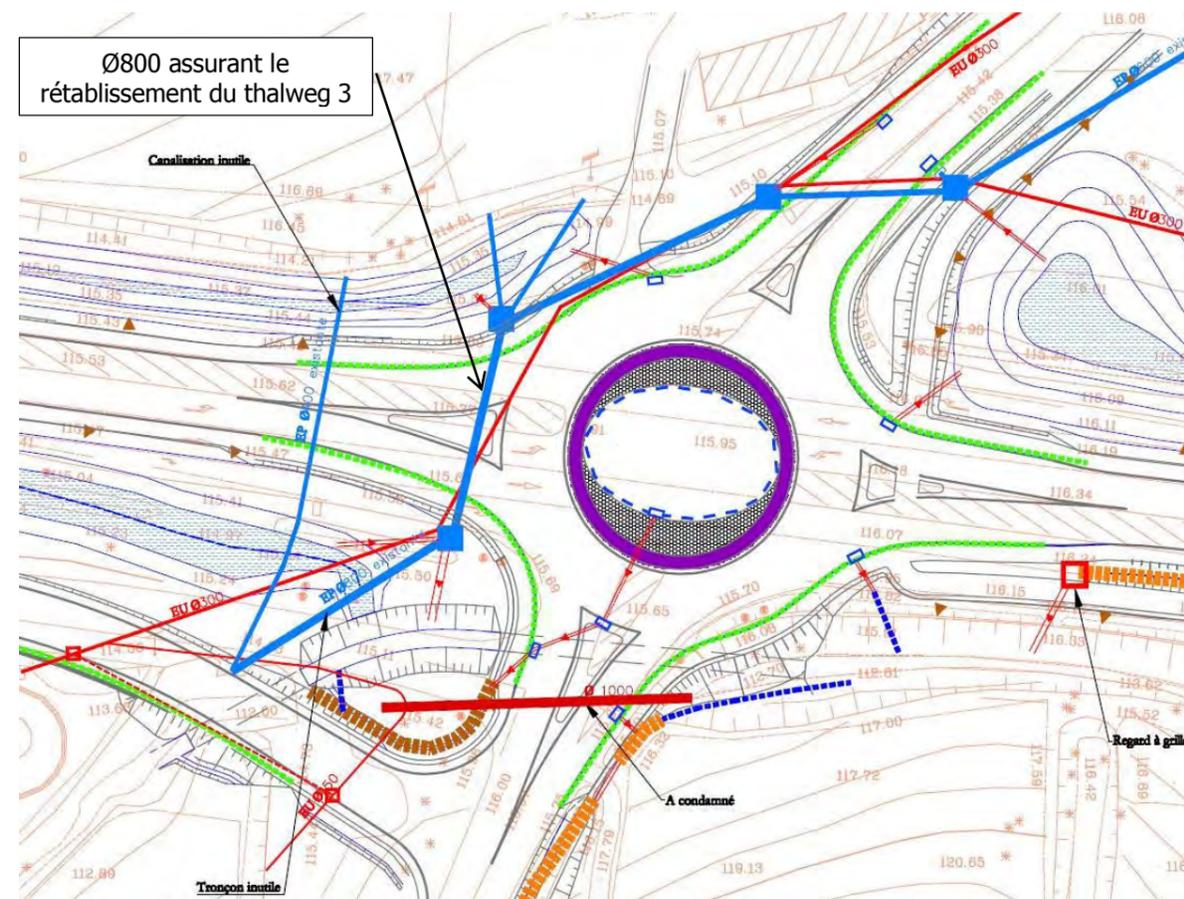


Figure 10 : Extrait du plan DCE du giratoire RN164/RD1 au droit du thalweg 3

Lors de la visite de site, l'exutoire de ce réseau n'a pas été localisé. De même, les levés topographiques réalisés dans le cadre des études de la mise à 2 x 2 voies de la RN 164 ne font pas apparaître ce réseau.

Ainsi, aucune information précise sur le positionnement en plan et le calage altimétrique de ce réseau n'est disponible.

3.5.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

En l'absence de donnée sur le positionnement et le calage altimétrique de la buse Ø 800 permettant le rétablissement du thalweg 3 sous la RN 164, la capacité hydraulique de la canalisation ne peut pas être vérifiée.

La capacité théorique du réseau existant en fonction de différente hypothèse de pente a été calculée à partir de la formule de Manning Strickler. Il est par ailleurs fait l'hypothèse que la canalisation est de type béton armée avec un coefficient de rugosité $K = 70$.

Tableau 7 : Estimation de la capacité hydraulique d'un Ø800 en fonction de la pente

Pente	Débit capable à plein remplissage (m ³ /s)	Capacité suffisante pour faire transiter Q ₁₀ (1,37m ³ /s)	Capacité suffisante pour faire transiter Q ₁₀ (2,75m ³ /s)
0,5 %	0,91	Non	Non
1 %	1,29	Non	Non
1,2 %	1,41	Oui	Non
4 %	2,59	Oui	Non
4,5 %	2,75	Oui	Oui

Il ressort du tableau précédent que :

- Pour une pente supérieure ou égale à 1,2 %, la canalisation permet de faire transiter Q₁₀ ;
- Pour une pente supérieure ou égale à 4,5 %, la canalisation permet de faire transiter Q₁₀₀.

3.5.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

Le thalweg 3 est quasi-entièrement collecté par le réseau pluvial communal et celui-ci franchit la RN 164 via un réseau enterré existant. La mise à 2 x 2 voies de la RN 164 n'est pas de nature à impacter le réseau existant.

Le réseau existant est donc à conserver

Thalweg 4 - Echelle : 1/5.000



3.6 Thalweg 4

3.6.1 Description du site

Le thalweg 4 draine un bassin versant urbanisé du Sud de la commune de Plémet d'environ 0,26 km². On note la présence de plan d'eau sur la tracé du thalweg au lieu-dit « Bodiffé ».

Au droit de la RN 164, le thalweg 4 s'apparente à un fossé très faiblement penté et partiellement encombré de dépôt. Les levés topographiques montrent un fonctionnement du thalweg à contre pente dans ce secteur. Celui-ci est rétabli par une buse béton Ø 400 (OH 4). Au droit du franchissement, la RN 164 est en remblai, à environ 2 m au-dessus du terrain naturel.

En aval immédiat de la RN 164 et en amont immédiat de la route des Terres, le thalweg 4 conflue avec le ruisseau de Plémet.

Aucun enjeu sensible n'a été recensé sur le périmètre d'étude.



Photographie 13 : Thalweg 4 en aval de la RN164

3.6.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.6.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Thalweg		
Lit mineur	15	
Lit majeur : bois	10	
Ouvrage (OH4)		
Buse béton	60	0,8



Photographie 11 : Thalweg 4 en amont de la RN164



Photographie 12 : Tête amont de l'OH4

3.6.2.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

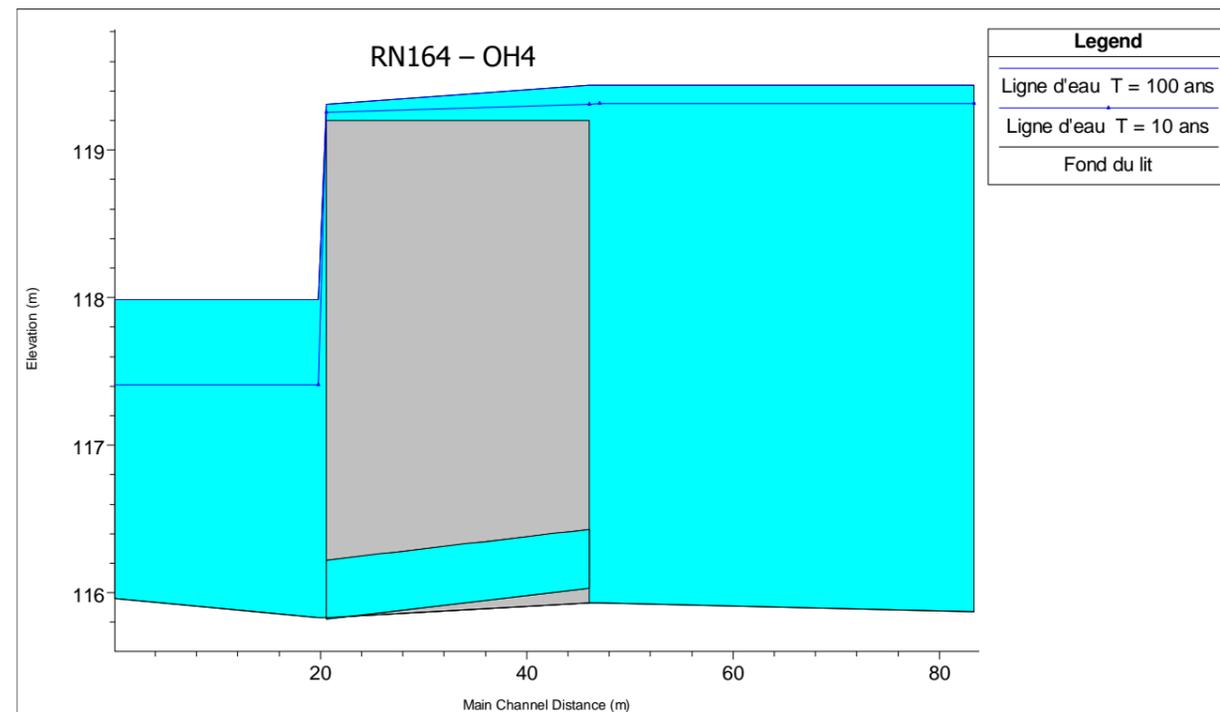


Figure 11 : Thalweg 4- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat initial

Il est constaté :

- Des vitesses allant de 2,5 à 2,8 m/s dans l'ouvrage hydraulique sous la RN 164 ;
- Pour T = 10 ans, un phénomène de surverse sur la RN 164 avec une lame d'eau d'environ 10 cm ;
- Pour T = 100 ans, un phénomène de surverse sur la RN 164 avec une lame d'eau d'environ 20 cm.

Le fonctionnement de l'ouvrage est jugé insatisfaisant du fait de la submersion de la RN 164 pour une crue d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans.

3.6.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.6.3.1 Caractéristiques géométriques

Lors du diagnostic de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence que l'OH4 fonctionne en charge pour les crues Q_{10} et Q_{100} avec un risque de surverse sur la RN 164 pour ces deux crues. De ce fait, il a été fait le choix de remplacer l'ouvrage OH4 existant.

Suivant les recommandations des études faunes/flores, aucun aménagement pour le passage de la petite faune n'est prévu.

L'OH4 projet est une canalisation \varnothing 1000 d'une longueur de 33 m posée avec une pente de 0,65 %. Les fils d'eau amont et aval sont respectivement de 116,03 m NGF et 115,82 m NGF.

3.6.3.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

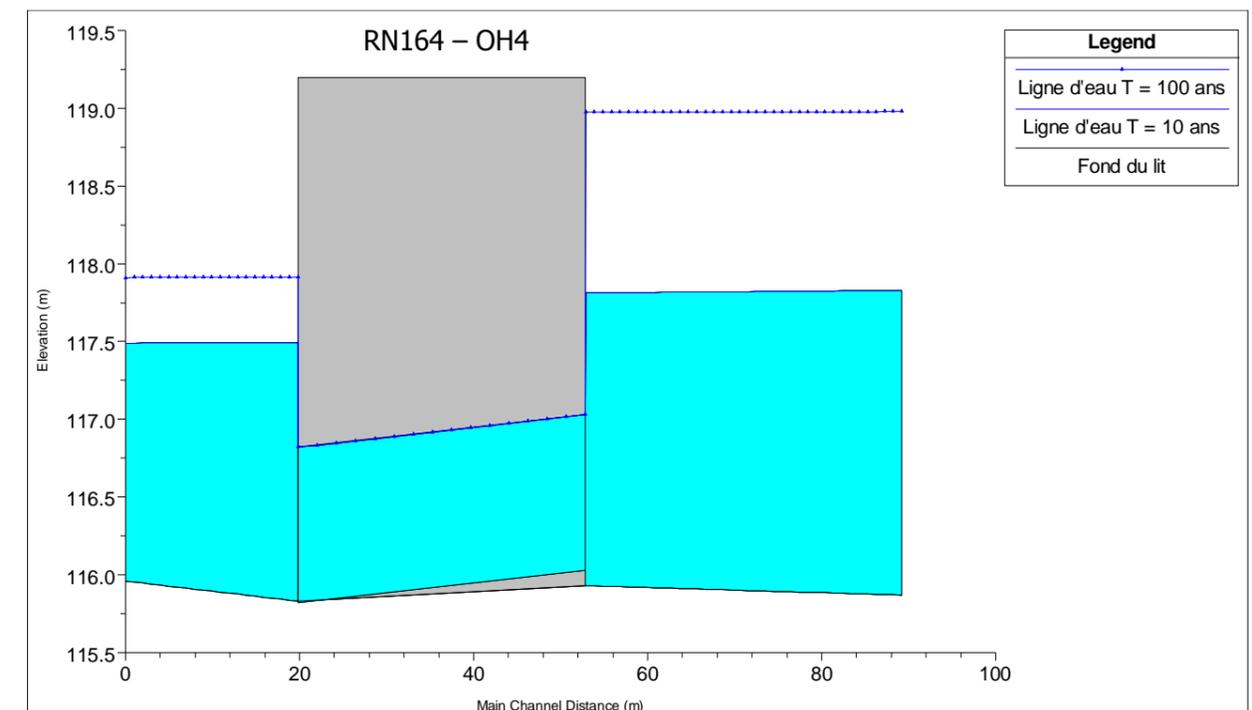


Figure 12 : Thalweg 4- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat projet

Il est constaté :

➤ Pour T = 10 ans

Un fonctionnement en charge de l'OH4 sans risque de surverse sur la RN 164, il persiste une revanche d'environ 1,4 m.

➤ Pour T = 100 ans

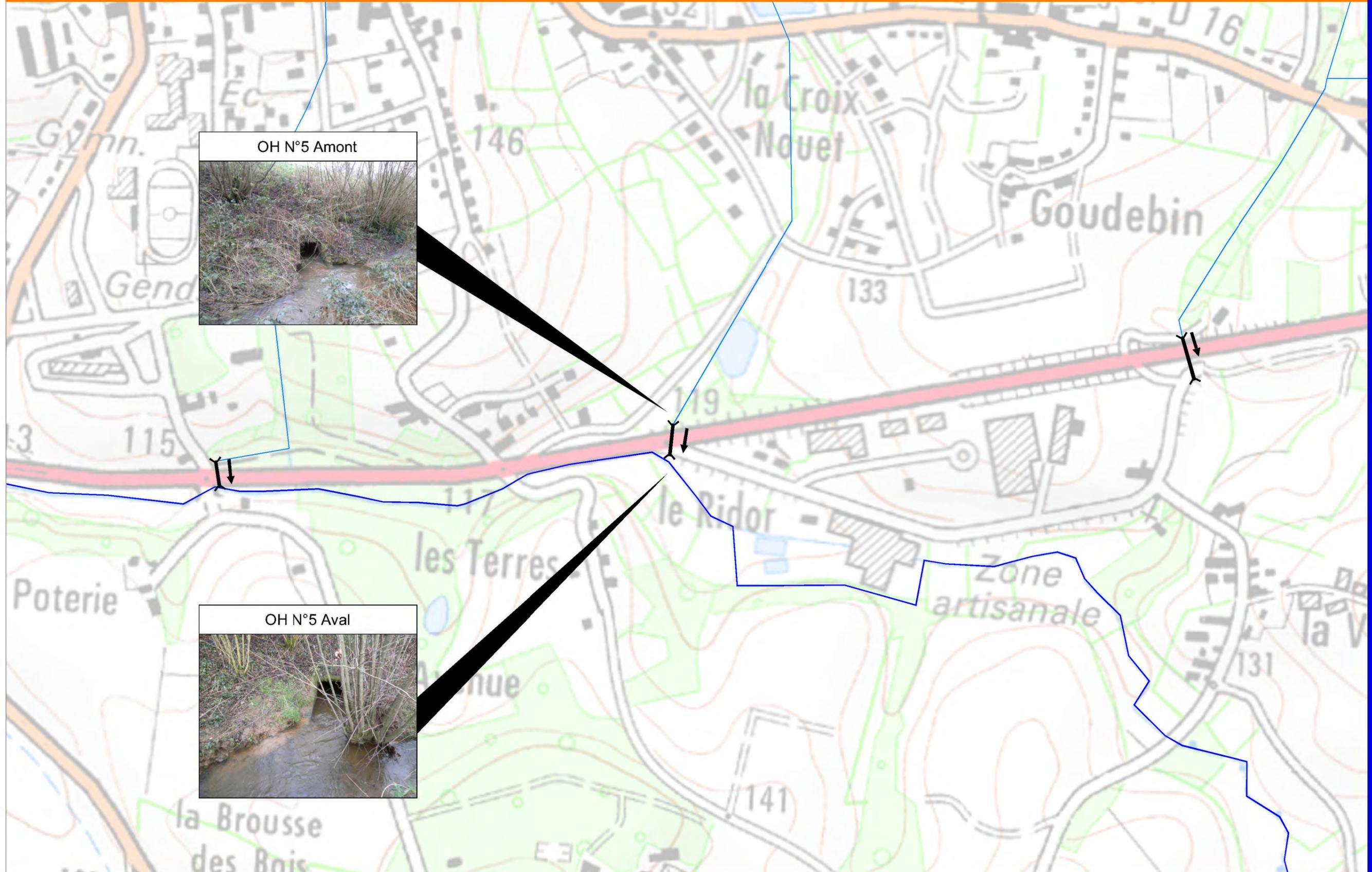
Un fonctionnement en charge de l'OH4 sans risque de surverse sur la RN 164, il persiste une revanche d'environ 20 cm.

Des vitesses d'écoulement en sorite d'ouvrage de l'ordre de 2,5 m/s.

Le fonctionnement en charge de l'OH4 est dû à une contre pente du thalweg 4 en aval de la RN 164 qui influence la ligne d'eau dans l'ouvrage.

L'ouvrage projeté permet une amélioration du fonctionnement hydraulique de l'ouvrage de la RN 164 et une sécurisation des usagers en supprimant les risques d'inondation de la RN 164 sans modifier les conditions d'écoulement en aval de la RN 164.

Thalweg 5 - Echelle : 1/5.000



3.7 Thalweg 5

3.7.1 Description du site

Le thalweg 5 draine un bassin versant d'environ 3 km² pour une pente moyenne de 1,4 %. Celui-ci est pour partie composé de terrains agricoles et pour partie de terrains urbanisés de l'Est de la commune de Plémet. On note la présence de deux importants plans d'eau au lieu-dit « La Croix Nouet ».

Au droit de la RN 164, le thalweg 5 présente un tracé rectiligne implanté entre la RN 164 et la route de la Croix Nouette dans une zone boisée. Il possède un lit mineur de 1,2 m de largeur au plat fond et de 0,5 m de profondeur avec un cours plutôt paresseux penté à d'environ 0,4 %. Celui-ci est rétabli par une buse béton Ø 800 (OH5). Au droit du franchissement, la RN 164 est en fort remblai, à environ 4 m au-dessus du terrain naturel.

En aval immédiat de la RN 164, le thalweg 5 conflue avec le ruisseau de Plémet. On note la présence d'une habitation en rive gauche au lieu-dit « Les Terres » à 90 m en aval de la confluence.



Photographie 14 : Thalweg 4 en amont de la RN164



Photographie 15 : Tête amont de l'OH5



Photographie 16 : Tête aval de l'OH5 et confluence avec le Plémet

3.7.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.7.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Thalweg		
Lit mineur	15	
Lit majeur : bois	10	
Lit mineur : prairie	17	
Ouvrage (OH5)		
Buse béton	60	0,8

3.7.2.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

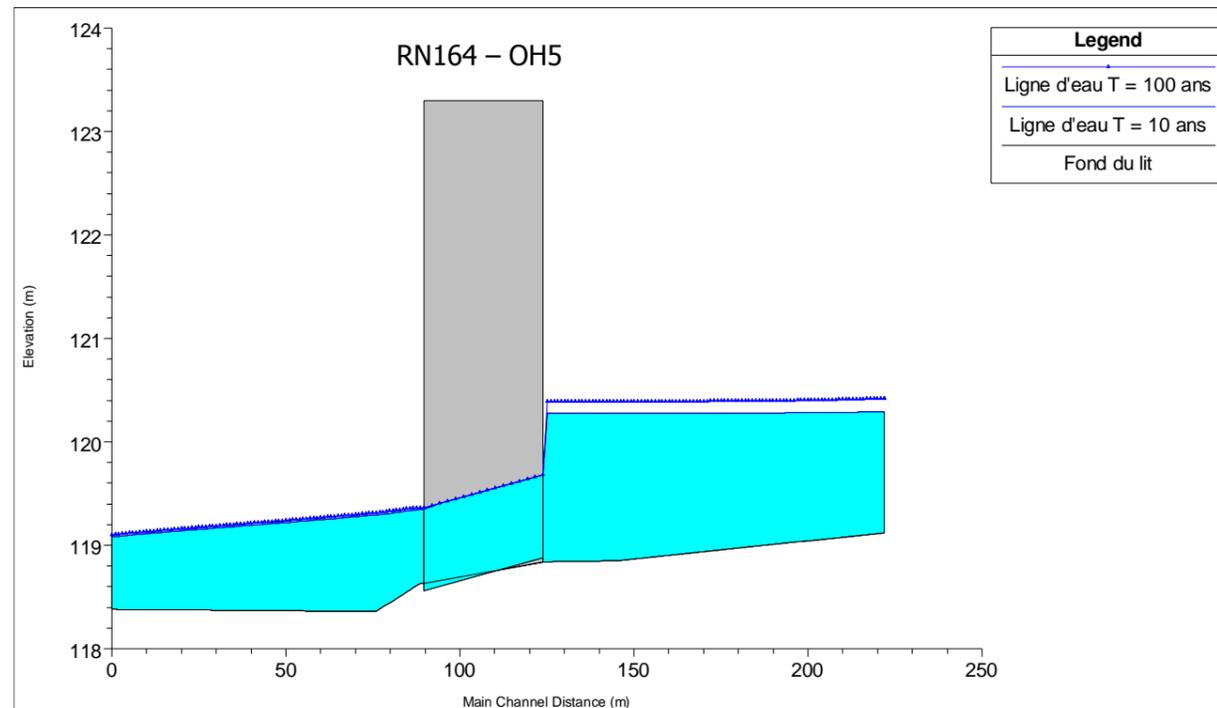


Figure 13 : Thalweg 5- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat initial

Il est constaté :

- Des vitesses allant de 2,5 m/s dans l'ouvrage hydraulique sous la RN 164 ;
- Un fonctionnement en charge de l'ouvrage de la RN 164 pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans sans surverse sur la voirie. Il persiste une revanche d'environ 3 m. L'ouvrage existant joue un rôle d'écrêtement des débits en période de crue (en crue centennale, les débits du thalweg passe de 4,75 m³/s en amont de la RN 164 à 1,27 m³/s en aval) ;
- Un phénomène de surverse sur la route de la Croix Nouette pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans avec respectivement, une lame d'eau d'environ 0,1 m et 0,2 m ;
- L'habitation au lieu-dit « Les Terres » n'est pas inondable en cas de crue du thalweg 5.

Le fonctionnement de l'ouvrage est jugé insatisfaisant du fait de la submersion de la route de la Croix Nouette pour une crue d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans. L'ouvrage de la RN 164 fonctionne en charge sans surverse sur le RN 164.

3.7.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.7.3.1 Caractéristiques géométriques

Lors du diagnostic de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence que l'OH5 fonctionne en charge pour les crues Q₁₀ et Q₁₀₀ sans risque de surverse sur la RN 164.

Toutefois, dans le cadre du projet et conformément aux recommandations des études faune/flore, il est pris parti de remplacer cet ouvrage par un ouvrage neuf afin d'y intégrer une banquette permettant d'assurer la circulation de la petite faune. Celle-ci est calée au-dessus des niveaux de crue Q₁₀.

L'OH5 est un dalot de 1,6 m par 2,25 m d'une longueur de 43 m, posé avec une pente de 0,77 %. Celui-ci est équipé d'un lit naturel reconstitué et d'une banquette de 0,4 m de largeur, calée au-dessus du niveau de crue décennale.

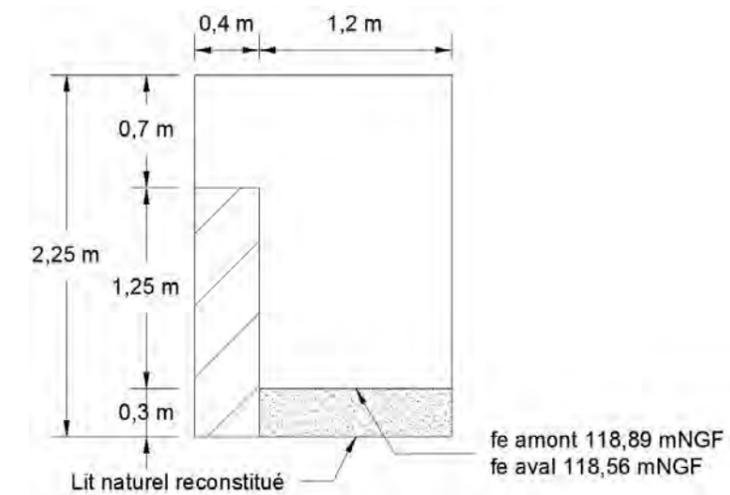


Figure 14 : Thalweg 5 - Ouvrage projet

3.7.3.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

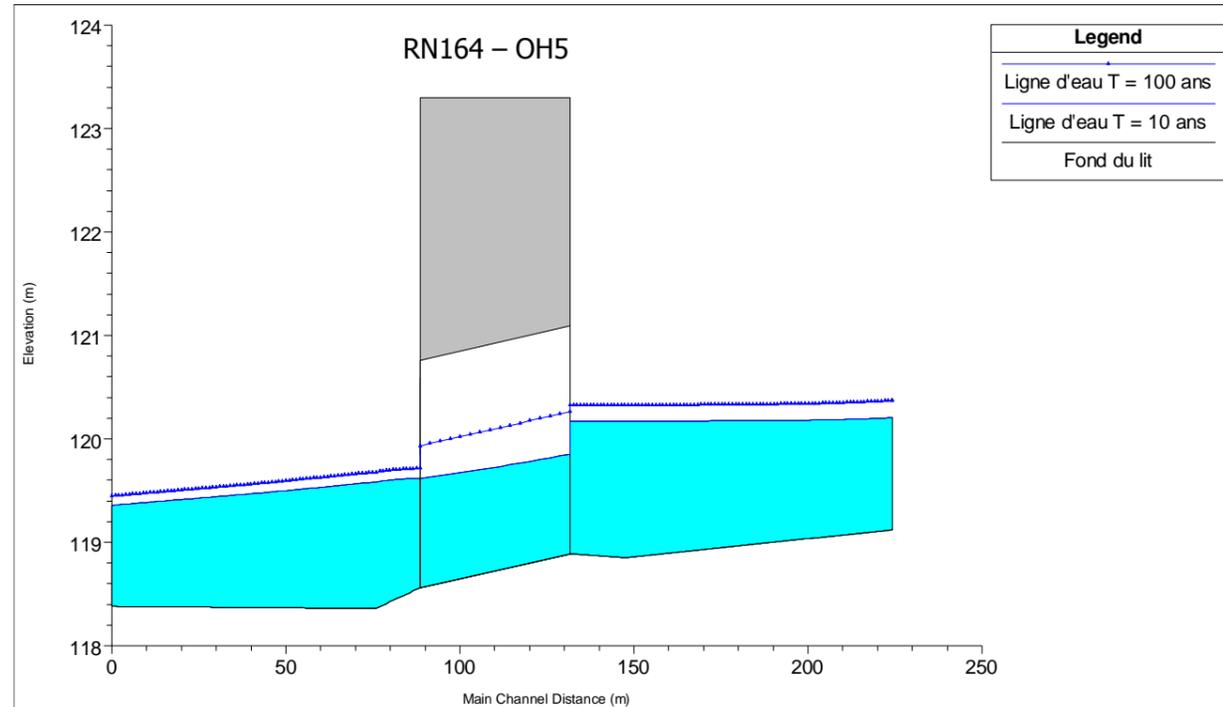


Figure 15 : Thalweg 5 - Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat projet

Il est constaté

➤ Pour T = 10 ans :

Un abaissement de la ligne d'eau en amont de la RN 164 de 11 cm, passant de 120,28 m NGF à 120,17 m NGF.

Du fait de l'élargissement de l'ouvrage, les débits en aval de l'ouvrage sont augmentés de près de 85 %, passant de 1,21 m³/s à 2,23 m³/s. Cette augmentation de débit en aval s'accompagne d'une augmentation des niveaux de crue d'environ 0,30 m. Toutefois, cette augmentation des niveaux de crue n'est pas de nature à augmenter le risque inondation d'enjeux sensibles, il persiste une revanche 0,65 m entre les niveaux de crue et l'habitation en rive gauche au lieu-dit « Les Terres ».

➤ Pour T = 100 ans :

Un abaissement de la ligne d'eau en amont de la RN 164 de 6 cm, passant de 120,39 m NGF à 120,33 m NGF.

Du fait de l'élargissement de l'ouvrage, les débits en aval de l'ouvrage sont augmentés de près de 100 %, passant de 1,27 m³/s à 2,68 m³/s. Cette augmentation de débit en aval s'accompagne d'une augmentation des niveaux de crue d'environ 0,35 m. Toutefois, cette augmentation des niveaux de crue n'est pas de nature à augmenter le risque inondation d'enjeux sensibles, il persiste une revanche de 0,55 m entre les niveaux de crue et l'habitation en rive gauche au lieu-dit « Les Terres ».

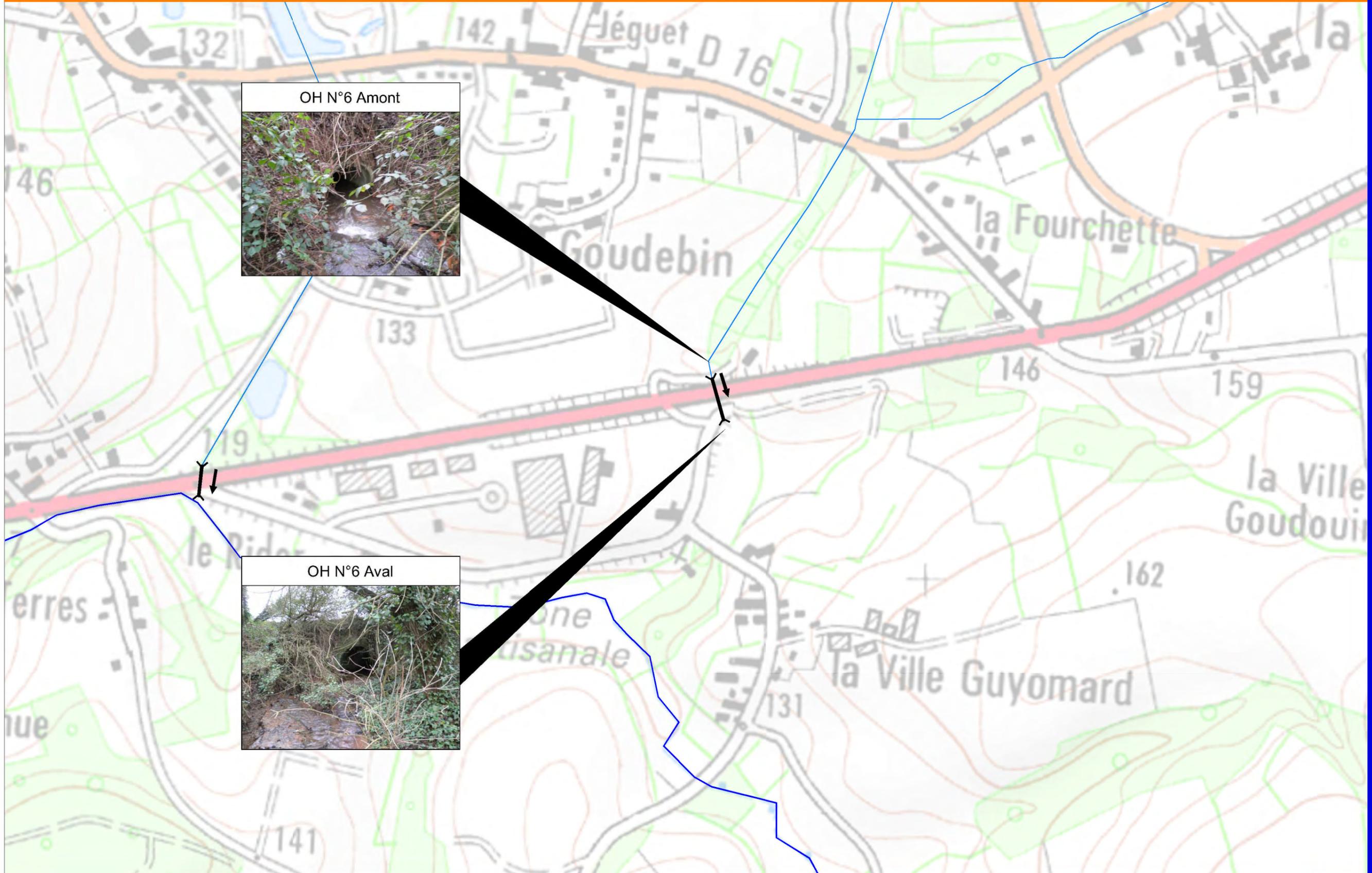
Une vitesse d'écoulement de l'ordre de 2 m/s dans l'ouvrage. Les vitesses d'écoulement obtenues ne semblent pas nécessiter la mise en place de protection de berge en enrochement en amont et en aval direct de l'ouvrage.

Un fonctionnement à surface libre de l'ouvrage avec un tirant d'air de 0,3 m.

L'ouvrage projeté permet de retrouver un fonctionnement hydraulique plus naturel du thalweg 5 avec une dimension d'ouvrage correspondant à celle du thalweg. L'élargissement de l'ouvrage s'accompagne d'une augmentation des niveaux de crue en aval sans augmenter le risque inondation d'enjeux sensible.

La mise en place d'un lit naturel reconstitué en fond d'ouvrage et la réalisation de banquettes permettant le passage de la faune semi-aquatique améliorent le fonctionnement écologique du thalweg 5.

Thalweg 6 - Echelle : 1/5.000



3.8 Thalweg 6

3.8.1 Description du site

Le thalweg 6 draine un bassin versant majoritairement agricole d'environ 1,8 km² avec une pente moyenne de 1,1 %.

En amont de la RN 164, le thalweg 6 a un tracé plutôt rectiligne qui s'inscrit dans un vallon boisé avec une pente de 0,5 %. Le thalweg 6 est rétabli sous le parking du restaurant routier et la RN 164 par une buse béton Ø 800 (OH6). Celle-ci débouche dans sa partie aval dans l'ouvrage hydraulique situé sous le chemin rural parallèle à la RN 164. Cet ouvrage (OH6bis) est un pont voute en pierre maçonné de 2,45 m de largeur et 1,95 m de hauteur. Au droit du franchissement, la RN 164 est en remblais, à plus de 3,5 m au-dessus du terrain naturel. Dans la partie amont, le premier enjeu recensé est le restaurant routier.

Dans sa partie aval, le thalweg 6 s'inscrit dans un vallon boisé qui rejoint le ruisseau de Plémet au droit de la zone artisanale du Ridor. En aval, le premier enjeu recensé est la voirie locale desservant le lieu-dit « Ville Guyomard ».



Photographie 17 : Thalweg 6 en amont du parking



Photographie 18 : Tête amont de l'OH6



Photographie 19 : Tête aval de l'OH6bis



Photographie 20 : Thalweg 6 en aval de l'OH6bis

3.8.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.8.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Thalweg		
Lit mineur	20	
Lit majeur : bois	10	
Ouvrage		
Buse béton (OH6)	60	0,8
Pont maçonné (OH6bis)	50	0,8

3.8.2.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

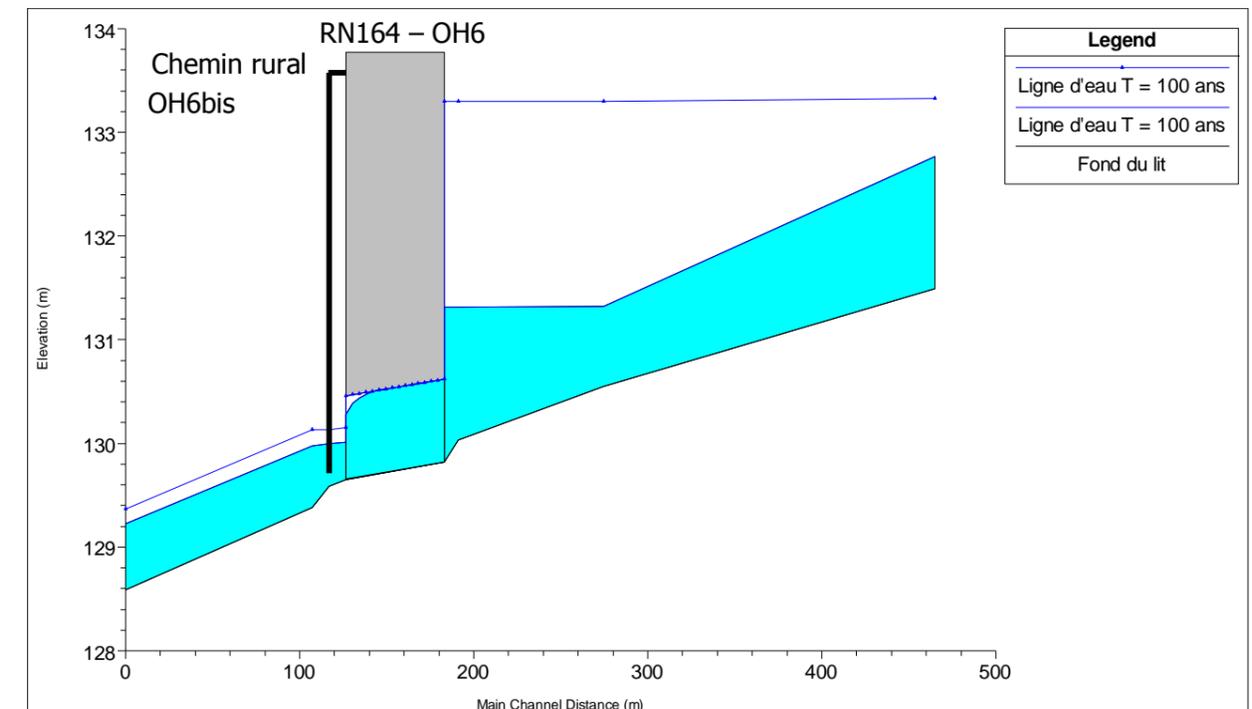


Figure 16 : Thalweg 6- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat initial

Il est constaté :

- Des vitesses allant de 2,0 à 3,5 m/s dans l'ouvrage hydraulique sous la RN 164 ;
- Un fonctionnement en charge de l'ouvrage de la RN 164 pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans sans surverse sur le parking du restaurant routier ni sur la RN 164. Il persiste respectivement une revanche de 2,40 m en crue décennale et de 0,40 m en crue centennale. Ce fonctionnement en charge est du à la présence de la canalisation Ø 1000 en amont de l'ouvrage voute du chemin agricole. Cette buse joue un rôle d'écrêtement des débits en période de crue (en crue centennale, les débits du thalweg passe de 5,84 m³/s en amont de la RN 164 à 1,8 m³/s en aval) ;
- Un fonctionnement à surface libre de l'ouvrage hydraulique du chemin rural pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans avec un tirant d'air de plus d'1 m.

L'ouvrage existant apparait comme sous-dimensionné car il présente une mise en charge pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans sans toutefois induire d'inondation de la RN 164 ni du parking du restaurant routier en amont immédiat de la RN 164. Toutefois, en l'absence d'inondation des enjeux en amont de la RN 21 et de surverse sur celle-ci, son fonctionnement peut être jugé comme satisfaisant.

3.8.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.8.3.1 Caractéristiques géométriques

La mise à 2 x 2 voies de la RN 164 s'accompagne de la création d'un échangeur à l'Est de Plémet impliquant la création de deux nouveaux franchissements du thalweg en aval franchissement existant.

Le plan ci-dessus illustre la nouvelle configuration du site après aménagement.

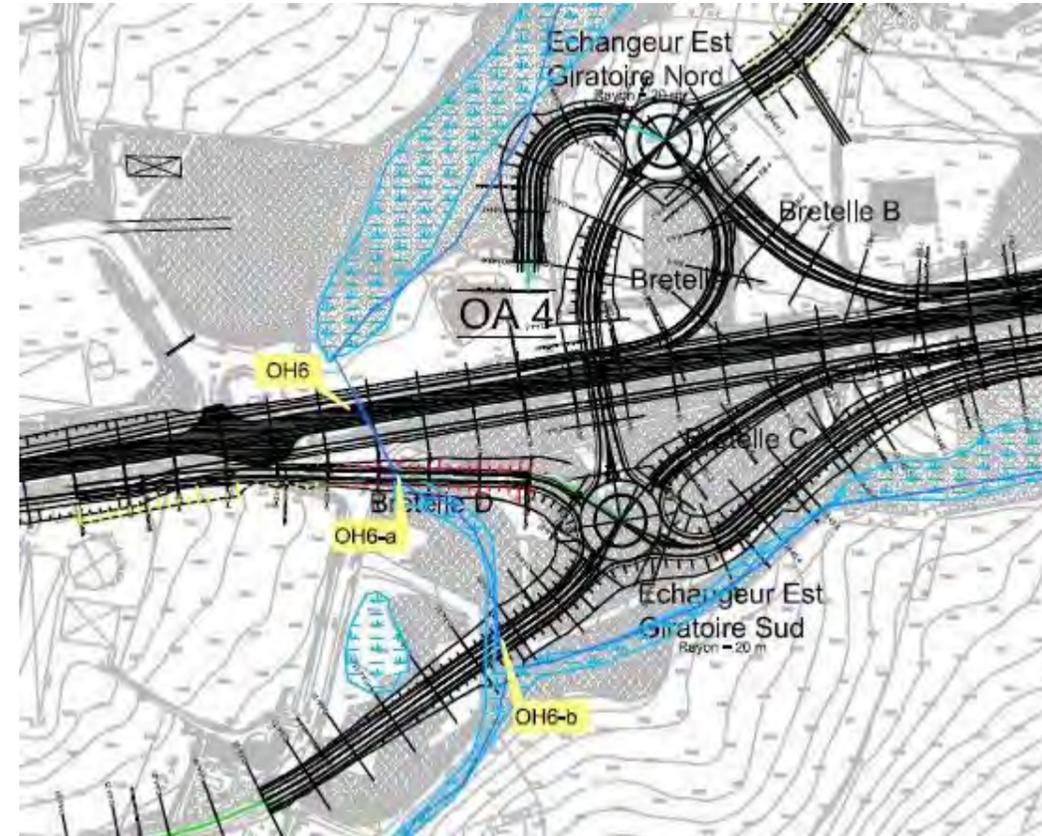


Figure 17 : Thalweg 6 - situation après aménagement

Lors du diagnostic de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence que l'OH6 fonctionne en charge pour les crues Q₁₀ et Q₁₀₀ sans toutefois induire un risque de surverse sur la RN 164. Le fonctionnement en charge de cet ouvrage permet de limiter les débits en aval de la RN 164 sans induire d'inondation d'enjeux sensibles en amont. Ainsi, il a été fait le choix de conserver l'ouvrage OH6 existant.

Toutefois, du fait de la présence supposée de la loutre d'Europe dans ce secteur, l'OH6 sera complété par 2 buses sèches Ø 600 afin de garantir le passage de la petite faune. Ces buses seront calées au-dessus des niveaux de crue Q₁₀.

Les aménagements retenus sur le thalweg 6 sont :

- OH6 : mise en place de 2 buses sèches Ø 600 en parallèle pour le passage de la petite faune terrestre (fe amont : 131,7 m NGF et fe aval : 131,54 m NGF) ;
- OH6 bis : destruction de pont voûte maçonné ;

- OH6a : réalisation d'un ouvrage type PIPO d'une longueur de 31,5 m. Ouvrage de 2,5 m de largeur afin de conserver le lit mineur et une banquette de 0,4 m de chaque côté du lit mineur (recommandation faune/flore) ;
- OH6b : réalisation d'un ouvrage de type PIPO d'une longueur de 27 m. Ouvrage de 3 m de largeur afin de conserver le lit mineur et une banquette de 0,4 m de chaque côté du lit mineur.

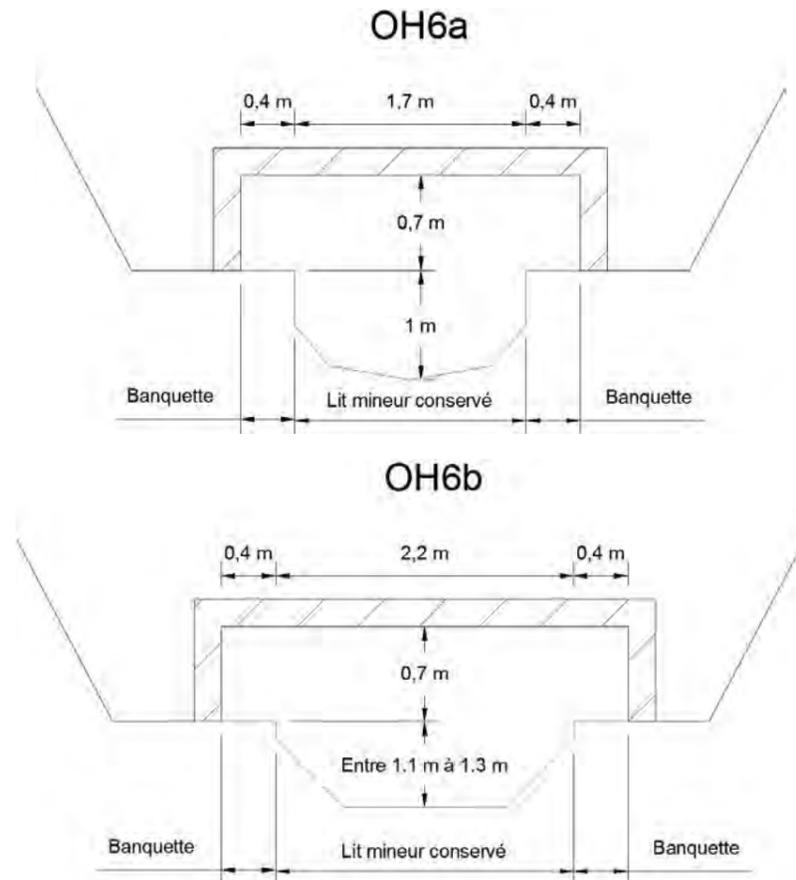


Figure 18 : Thalweg 6 - Ouvrages projet

Nota : La hauteur d'ouverture des ouvrages indiquée est une hauteur minimale à respecter. Celle-ci peut être augmentée sans que cela n'induisse de modification des résultats présentés par la suite.

3.8.3.1 Résultats

Il est constaté :

- Pour T = 10 ans :

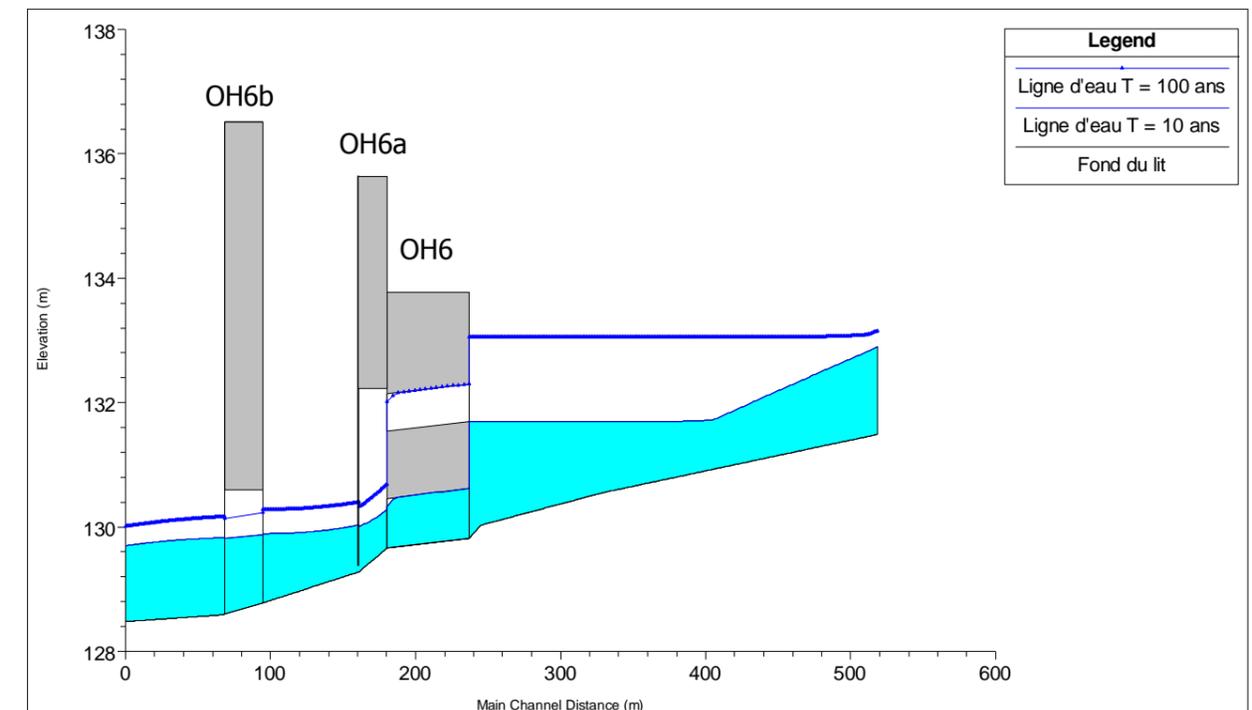
Le projet n'a pas d'incidence sur les conditions d'écoulement en crue décennale.

- Pour T = 100 ans :

La création de fonçages pour le passage de la petite faune au droit de l'OH6 entraine une augmentation du débit en aval de la RN 164 de près de 50 %. Celle-ci qui s'accompagne d'une augmentation des niveaux de crue centennale d'environ 15 cm en aval de l'OH6b.

Toutefois, cette augmentation des niveaux de crue centennale ne serait pas susceptible d'impacter d'enjeux sensible. Il persiste une revanche d'environ 0,4 m entre les niveaux de crue et la voirie locale en aval de la zone d'étude.

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

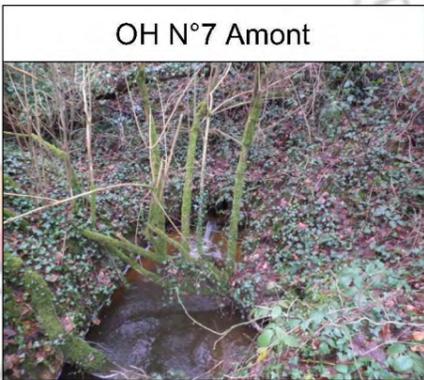
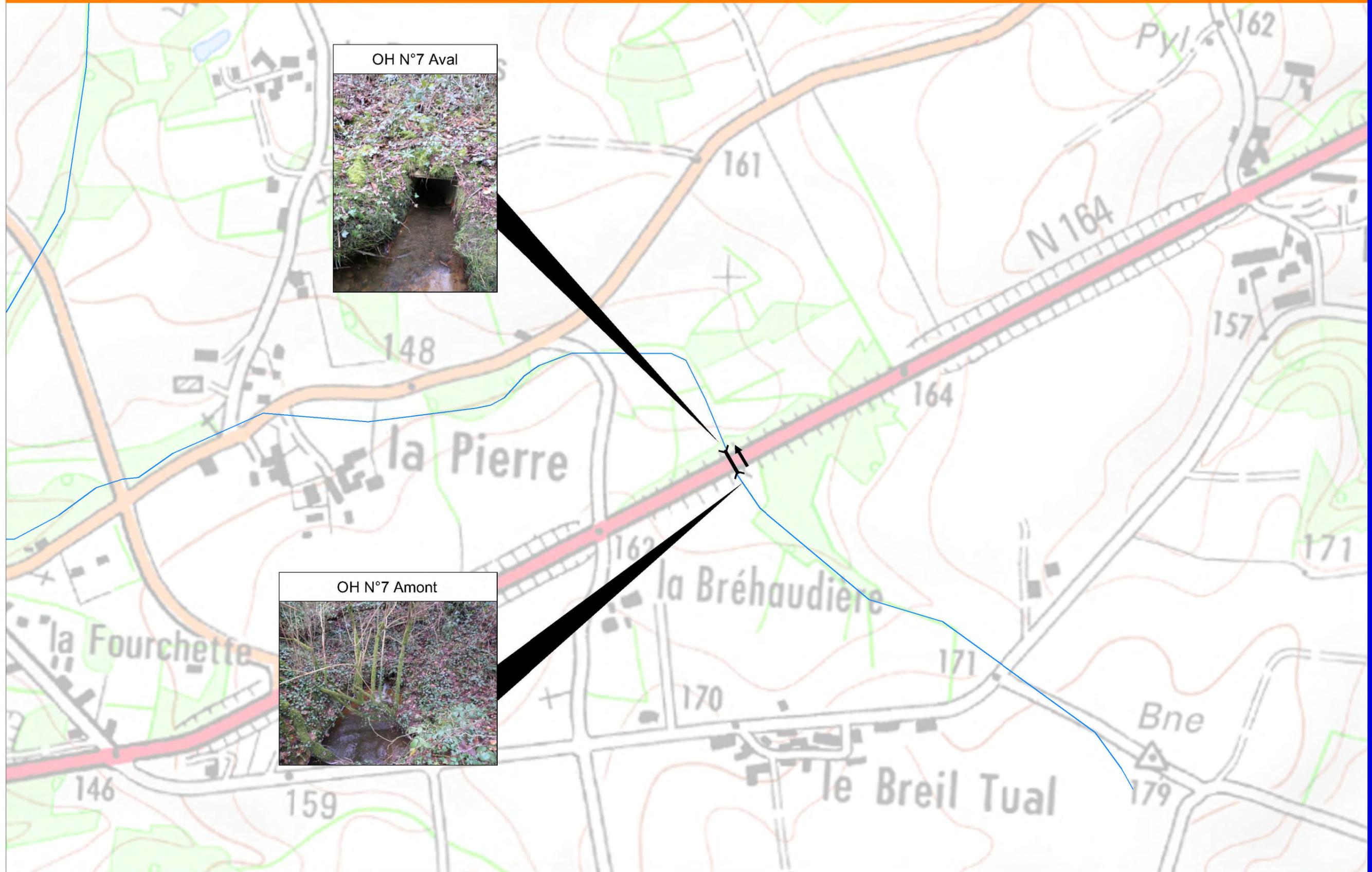


Photographie 21 : Thalweg 6- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat projet.

La mise en place de buse sèche en parallèle de l'OH6 permet d'assurer le passage de la petite faune. La mise en place d'ouvrage de type PIPO en aval permet également de maintenir la continuité écologique.

La mise en place de buse en parallèle de l'OH6 induit toutefois une augmentation des débits de crue centennale en aval de la RN 164, s'accompagnant d'une élévation maximale des niveaux de crue de 15 cm en aval de la voirie. Cependant, l'exhaussement de ces niveaux de crue n'entraîne pas de risque d'inondation de zones à enjeux fort (bâtis, voirie,...).

Thalweg 7 - Echelle : 1/5.000



3.9 Thalweg 7

3.9.1 Description du site

Le thalweg 7, qui constitue un sous bassin versant du thalweg 6, draine un bassin versant majoritairement agricole d'environ 0,38 km² avec une pente moyenne de 3,4 %.

En amont de la RN 164, le thalweg 7 a un tracé plutôt rectiligne avec une largeur de lit d'environ 1,5 m qui s'inscrit dans un vallon boisé avec une pente de 1,6 %. L'ouvrage de franchissement de la RN 164 (OH7) est constitué d'une buse béton Ø 400 mm. Au droit du franchissement, la RN 164 est en fort remblai, à environ 6,5 m au-dessus du terrain naturel. En sortie de l'ouvrage, on note la présence d'une chute d'environ 35 cm.

Dans sa partie aval, le thalweg 7 adopte un tracé plus sinueux puis conflue avec le thalweg 6 au lieu-dit « La Fourchette ».

Aucun enjeu sensible n'a été recensé sur le périmètre d'étude.



Photographie 22 : Tête amont de l'OH7



Photographie 23 : Tête aval de l'OH7

3.9.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.9.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Thalweg		
Lit mineur	15	
Lit majeur : bois	10	
Ouvrage (OH7)		
Buse béton	60	0,8

3.9.2.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

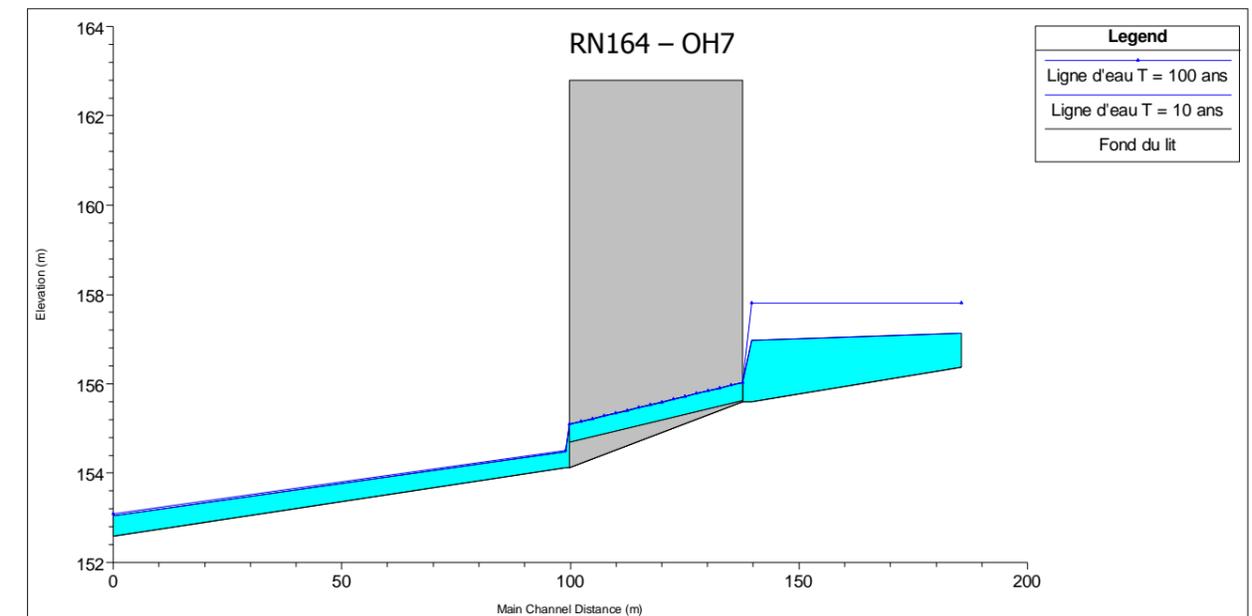


Figure 19 : Thalweg 7- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat initial

Il est constaté :

- Des vitesses allant de 2,0 à 2,9 m/s dans l'ouvrage hydraulique sous la RN 164 ;
- Un fonctionnement en charge de l'ouvrage de la RN 164 pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans sans surverse sur la RN 164. Il persiste respectivement de 6 m en crue décennale et de 5 m en crue centennale.

L'ouvrage existant apparaît comme sous-dimensionné car il présente une mise en charge pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans sans toutefois induire d'inondation de la RN 164. Toutefois, en l'absence d'enjeux en amont de la RN 21 et en l'absence de surverse sur la RN 21, son fonctionnement peut être jugé comme satisfaisant.

3.9.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.9.3.1 Caractéristiques géométriques

Lors du diagnostic de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence que l'OH7 fonctionne en charge pour les crues Q_{10} et Q_{100} sans toutefois induire un risque de surverse sur la RN 164. Le fonctionnement en charge de cet ouvrage permet de limiter les débits en aval de la RN 164 sans induire d'inondation d'enjeux sensibles en amont. Ainsi, il a été fait le choix de conserver l'ouvrage OH7 existant.

L'ouvrage existant est prolongé de 10 m en aval, tout en conservant la pente existante.

Suivant les recommandations des études faune/flore, une buse Ø 600 mm est mise en parallèle afin d'assurer le passage de la petite faune. Les fils d'eau amont et aval de cette buse sont respectivement à 157,20 m NGF et 155,90 m NGF.

3.9.3.2 Résultats

Il est constaté :

- Pour T = 10 ans

Le projet n'a pas d'incidence sur les conditions d'écoulement en crue décennale.

- Pour T = 100 ans

La création de fonçages pour le passage de la petite faune au droit de l'OH7 entraîne une augmentation du débit en aval de la RN 164 de près de 100%. Celle-ci qui s'accompagne d'une augmentation des niveaux de crue centennale d'environ 3 cm en aval de la RN 164.

Les terrains en aval de la RN 164 sont occupés par des bois. En l'absence d'enjeux en aval de la RN 164, cette surélévation des niveaux de crue centennale est jugée acceptable.

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

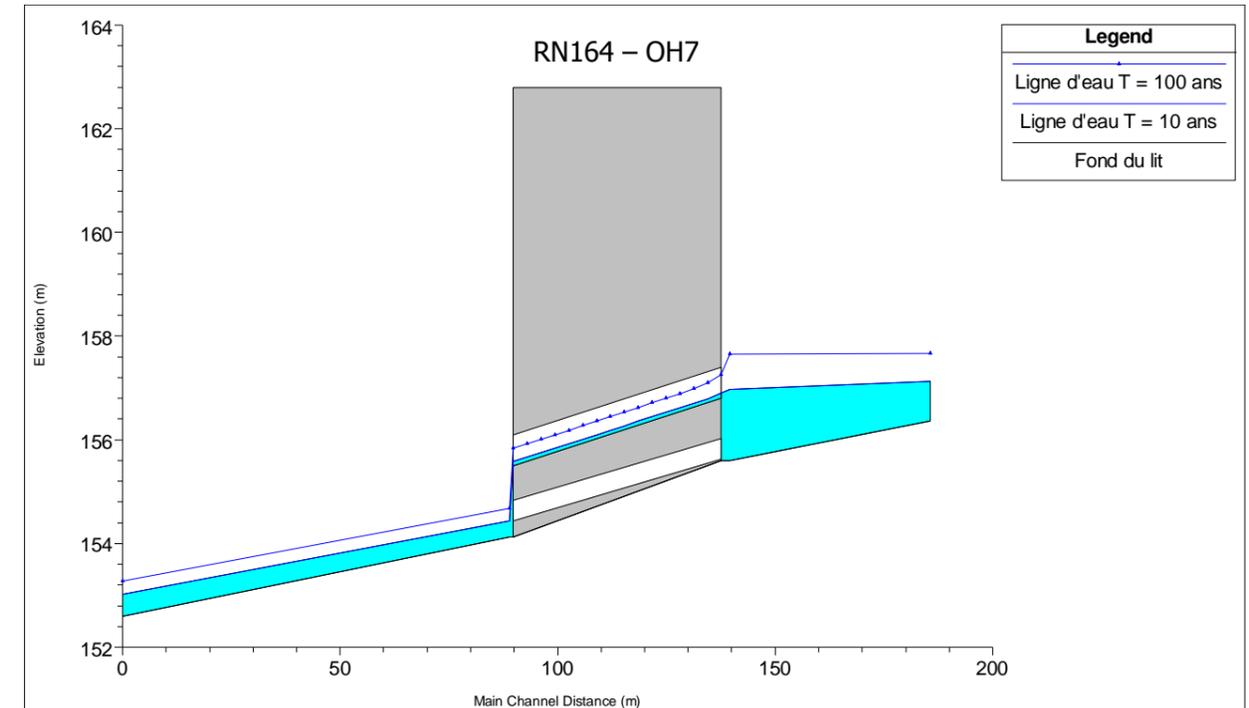


Figure 20 : Thalweg 7- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat projet

La mise en place de buse sèche en parallèle de l'OH7 permet d'assurer le passage de la petite faune.

La mise en place de buse en parallèle de l'OH7 induit toutefois une augmentation des débits de crue centennale en aval de la RN 164, s'accompagnant d'une élévation maximale des niveaux de crue de 3 cm en aval de la voirie. Cependant, l'exhaussement de ces niveaux de crue n'entraîne pas de risque d'inondation de zones à enjeux fort (bâti, voirie,...).

3.10 Thalweg 9

3.10.1 Diagnostic du fonctionnement actuel

Le thalweg 9 est actuellement rétabli par une buse béton Ø 500 mm au droit du carrefour RN 164/la route de Laurenan. Celle-ci est posée avec une pente de 3,1 % et se situe à 2 m sous le niveau de la voirie.

La capacité hydraulique de cette buse a été évaluée à partir de la formule de Manning Strickler avec un coefficient de rugosité $K = 60$. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

	A surface libre	En charge avec 1,5 m au-dessus de la génératrice supérieure
Capacité hydraulique	0,560 m ³ /s	0,920 m ³ /s

Il ressort de ces résultats les points suivants :

- Un fonctionnement à surface libre en crue décennale ($Q_{10} = 0,46 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- Un phénomène de surverse sur la RN 164 en crue centennale ($Q_{100} = 1,26 \text{ m}^3/\text{s}$).

3.10.2 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

Dans le cadre de la mise à 2 x 2 voies de la RN 164, le carrefour RN 164/de la route de Laurenan est supprimé. Cette dernière est rétablie par la création d'un passage inférieur.

Le thalweg 9 sera rétabli dans ce passage inférieur.

La figure ci-dessous localise le rétablissement actuel qui sera supprimé (étiquette « OH9 ») et le passage inférieur projet (OA 6).

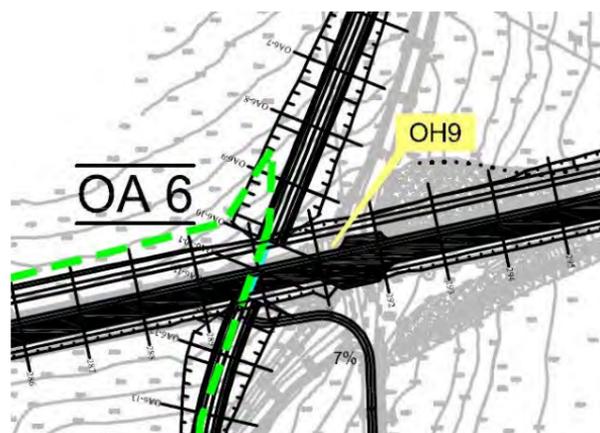
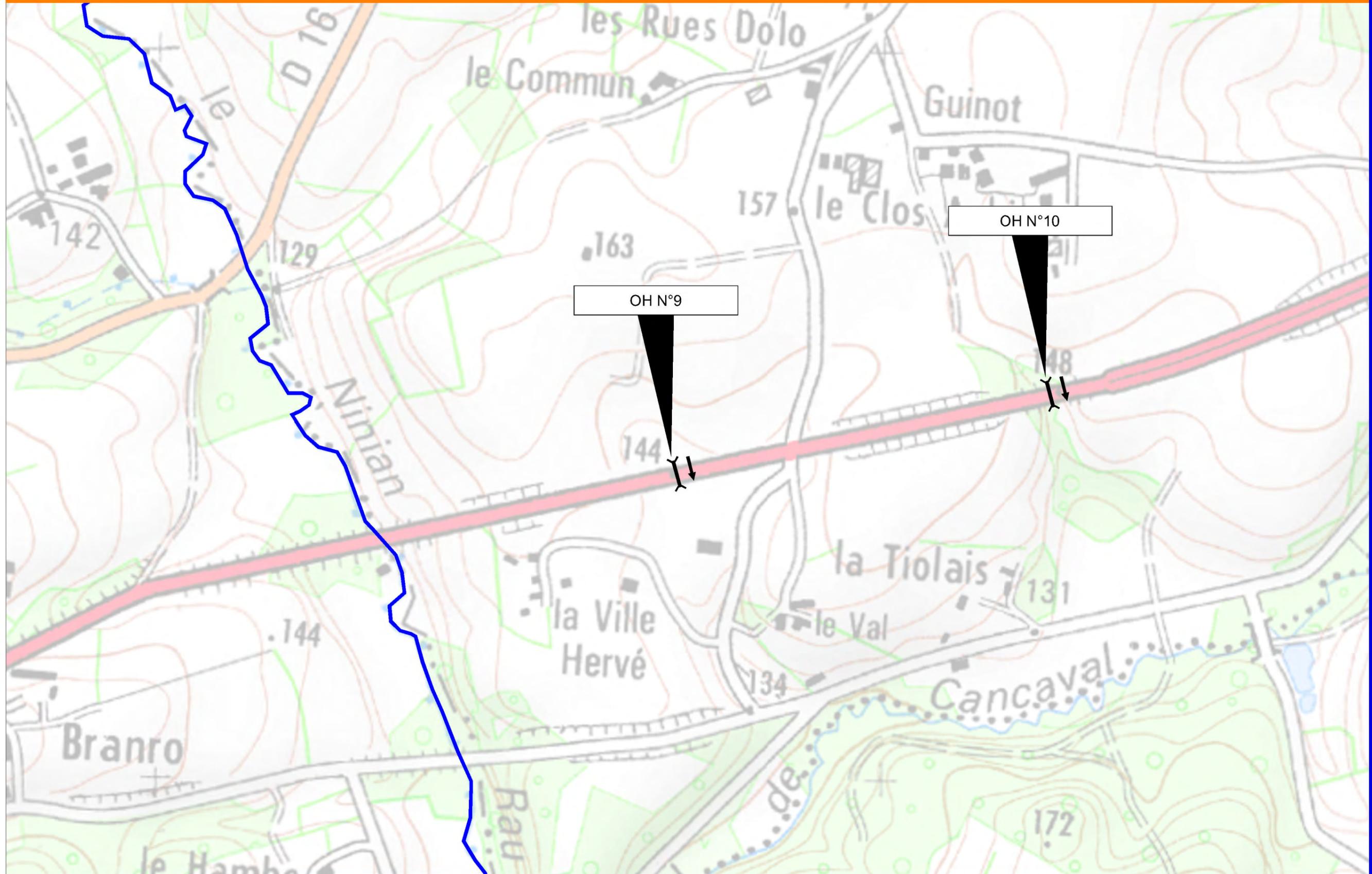


Figure 21 : Thalweg 9 - situation après aménagement

Thalwegs 9 et 10 - Echelle : 1/5.000



3.11 Thalweg 10

3.11.1 Diagnostic du fonctionnement actuel

Le thalweg 10 est actuellement rétabli par une buse béton Ø 300 mm, posée avec une pente de 4,7 % et se situe à 7 m sous le niveau de la voirie.

3.11.1.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Thalweg		
Lit mineur	15	
Lit majeur : bois	10	
Ouvrage (OH10)		
Buse béton	60	0,8

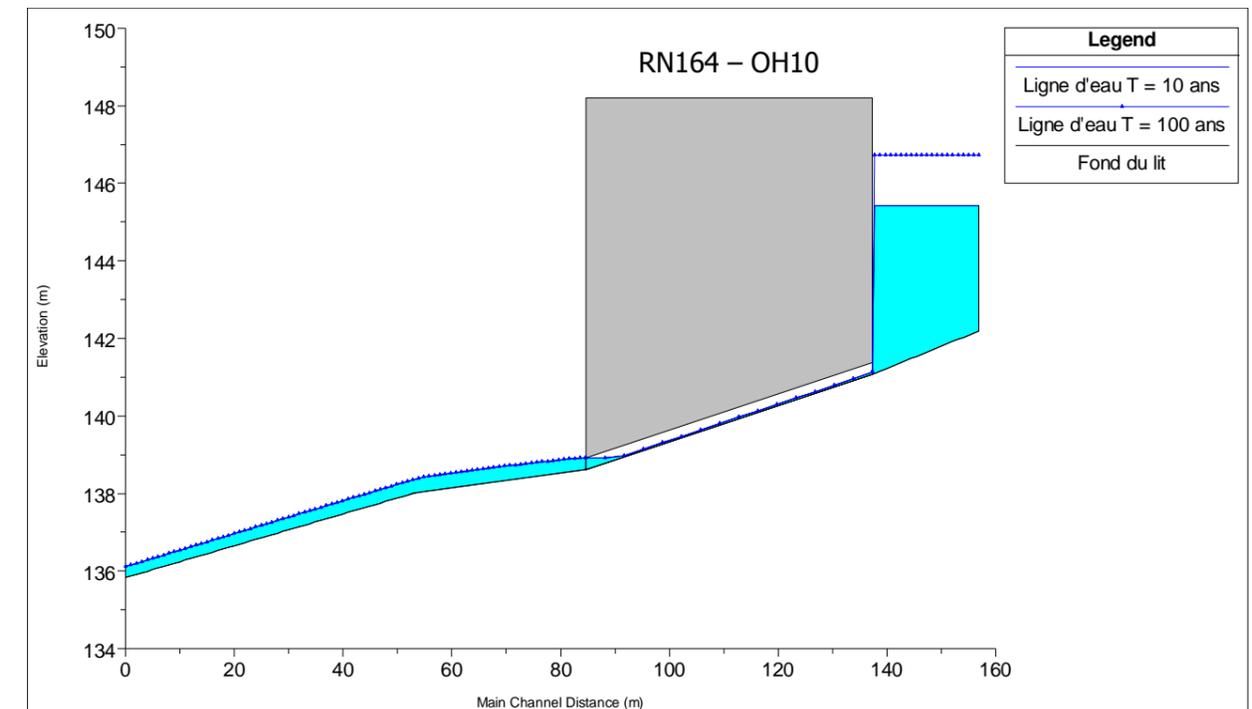
3.11.1.2 Résultats

Il est constaté :

- Des vitesses de l'ordre de 0,7 m/s dans l'ouvrage hydraulique sous la RN 164 ;
- Un fonctionnement en charge de l'ouvrage en crue décennale et centennale sans toutefois engendrer de submersion de la RN 164. Il persiste une revanche d'environ 2,8 m en crue décennale et d'environ 1,5 m en crue centennale.

L'ouvrage existant apparaît comme sous-dimensionné car il présente une mise en charge pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans sans toutefois induire d'inondation de la RN 164. Toutefois, en l'absence d'enjeux en amont de la RN 21 et en l'absence de surverse sur la RN 21, son fonctionnement peut être jugé comme satisfaisant.

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :



3.11.2 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

Lors du diagnostic de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence que l'OH10 fonctionne en charge pour les crues Q_{10} et Q_{100} sans toutefois induire un risque de surverse sur la RN 164. Le fonctionnement en charge de cet ouvrage permet de limiter les débits en aval de la RN 164 sans induire d'inondation d'enjeux sensibles en amont. Ainsi, il a été fait le choix de conserver l'ouvrage OH10 existant.

Le maintien de l'ouvrage existant permet de garantir l'absence d'incidence du projet sur les écoulements en crue du thalweg 10.

Ruisseau de Ninian - Echelle : 1/5.000



3.12 Le Ninian (thalweg 8)

3.12.1 Description du site

Au droit de la RN 164, le Ninian draine un bassin versant d'environ 25 km² majoritairement agricole.

Sur l'ensemble du linéaire d'étude, le Ninian possède un lit mineur sinueux variant entre 4 et 5 m de largeur pour une profondeur d'environ 1 m à 1,2 m avec une pente moyenne de l'ordre de 0,63 %. Celui-ci est bordé d'une ripisylve assez dense.

En amont de la RN 164, il franchit des terrains boisés et des prairies traversées par de profonds drains agricoles permettant d'assainir les terrains et aboutissant au Ninian. L'ouvrage de franchissement de la RN 164 (OH8) est composé de 2 dalots bétons de 2,2 m de largeur et de 1,75 m de hauteur posés avec une pente de 0,52 %. Ces dalots sont équipés d'un encorbellement disposé en rive droite, positionné au niveau du haut de berge permettant d'assurer le transit de la faune terrestre. Sur la tête aval de l'ouvrage, on note la présence d'une chute de 0,60 m. Cette chute constitue un obstacle au transit piscicole rendant ainsi l'ouvrage infranchissable. Des signes importants d'érosion ont également été relevés en rive gauche et en rive droite. Au droit du franchissement, la RN 164 est en très fort remblais, à plus de 11 m au-dessus du terrain naturel.

En aval de la RN 164, entre la RN 164 et la voirie locale desservant le lieu-dit « Branro », le Ninian traverse des terrains boisés marécageux. L'ouvrage de rétablissement de cette voirie locale (OH8a) est composé de 2 dalots maçonnés de 2,0 m de largeur et de 2,26 m de hauteur, posés avec une pente de 0,7%. Sur la tête aval de l'ouvrage, on note la présence d'une chute de 0,70 m. Cette chute constitue un obstacle au transit piscicole rendant ainsi l'ouvrage infranchissable. Au droit du franchissement, la voirie est en fort remblais, à environ 7 m au-dessus du terrain naturel.

Par la suite, le Ninian chemine à travers des pâturages et des bois avant de confluer avec le ruisseau de Cancaval à environ 1 km en aval de la RN 164.

Aucun enjeu sensible n'a été recensé sur le périmètre d'étude.



Photographie 24 : Le Ninian en amont de la RN164



Photographie 25 : Tête amont OH8



Photographie 26 : Tête aval OH8



Photographie 27 : Le Ninian en aval de la RN164



Photographie 28 : Terrain en amont de l'OH8a



Photographie 29 : Tête amont OH8a



Photographie 30 : Tête aval OH8a



Photographie 31 : Terrain en aval de l'OH8a

3.12.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.12.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Cours d'eau		
Lit mineur	22	
Lit majeur : bois	10	
Lit mineur : prairie	17	
Ouvrage		
OH8 (Buse béton)	60	0,8
OH8a (Ouvrage maçonné)	50	0,8

3.12.2.2 Résultats

Il est constaté :

- Des vitesses allant de 2,6 à 3,2 m/s dans l'ouvrage sous la RN 164 et de 2,5 à 3,1 m/s dans l'ouvrage sous la voirie locale ;
- Un fonctionnement à surface libre des ouvrages de la RN 164 et de la voirie locale pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans.

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

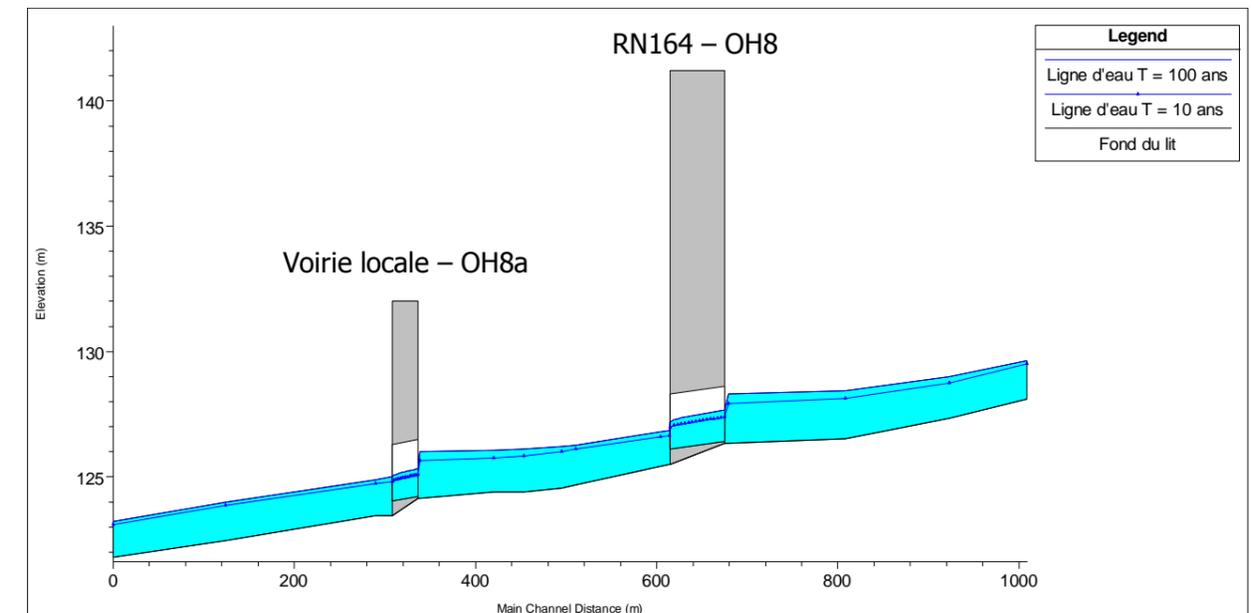


Figure 23 : Le Ninian- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat initial

Le fonctionnement hydraulique de l'ouvrage de la RN 164 est jugé satisfaisant, de même que l'ouvrage de la voirie locale en aval. Toutefois, du fait de forte chute en sortie des ouvrages, ceux-ci apparaissent comme infranchissables par la faune piscicole.

3.12.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.12.3.1 Caractéristiques géométriques

Lors du diagnostic hydraulique de l'état initial développé dans le paragraphe précédent, il a été mis en évidence un fonctionnement à surface libre des ouvrages OH8 et OH8a pour les crues décennale et centennale.

Dans le cadre du rétablissement de la continuité écologique, un passage grande faune (PGF) doit être aménagé sous la RN 164 dans la vallée du Ninian. Il est pris parti de remplacer l'ouvrage de la RN 164 existant (OH8) par un ouvrage neuf afin de jumeler le passage grande faune avec l'ouvrage hydraulique.

L'OH8 projet est par un PIPO intégrant un PGF sur une longueur de 65 m. L'ouverture totale de l'ouvrage est de 8,2 m avec une largeur de 5,2 m pour la reconstitution du lit du Ninian et une largeur de passage à faune de 4 m (conformément aux prescriptions des études faune/flore).

L'ouvrage existant en aval (OH8a) est maintenu en l'état.

Ouvrage de franchissement du Ninlan

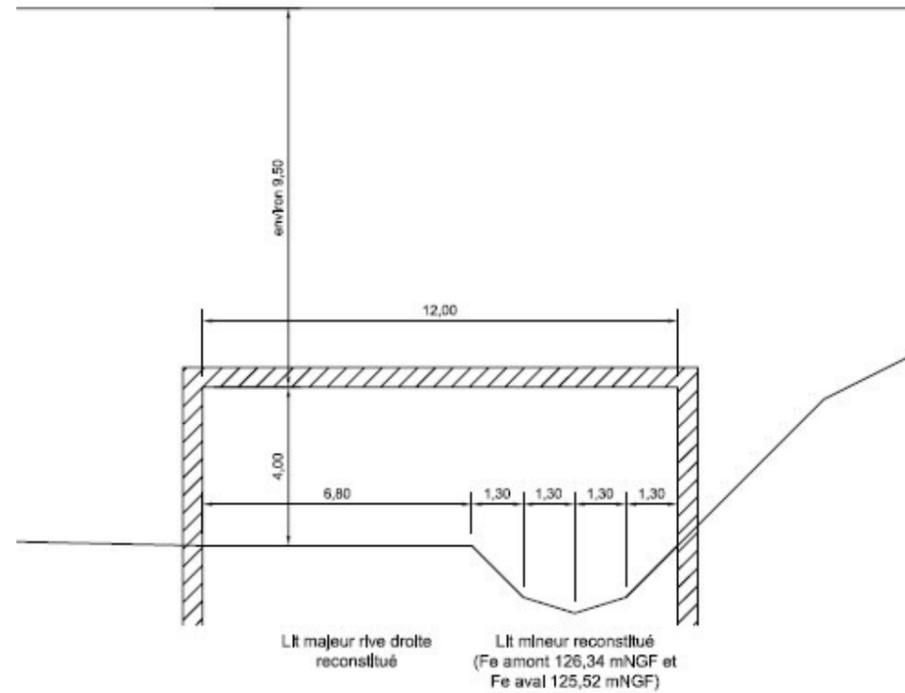


Figure 24 : Le Ninlan - Ouvrage OH8 projet

3.12.3.2 Résultats

Il est constaté :

➤ Pour T = 10 ans

Un faible abaissement de la ligne d'eau en amont de l'OH8. Celle-ci passe de 127,94 m NGF à 127,9 m NGF.

Une absence d'incidence sur les écoulements en aval de la RN 164.

Les ouvrages fonctionnent à surface libre. Les vitesses d'écoulement dans l'ouvrage neuf (OH8), sont de l'ordre de 2,5 à 3 m/s. Les vitesses d'écoulement obtenues nécessitent la mise en place de protection de berge en enrochement en amont et en aval direct de l'ouvrage.

Le passage grande faune en rive droite est hors d'eau.

➤ Pour T = 100 ans

Un abaissement de la ligne d'eau en amont de la RN 164 qui passe de 128,33 m NGF à 128,16 m NGF. Cet abaissement de la ligne d'eau s'accompagne d'une augmentation des débits aval entraînant une surélévation maximale des niveaux crue entre la RN 164 et la voirie locale (OH8a) de 6 cm. Les terrains positionnés entre ces deux voiries sont des terrains boisés et marécageux.

En aval de l'OH8a, persiste un remous résiduel de 1 à 2 cm qui s'annulerait environ 300 m en aval. Les terrains concernés sont des terrains boisés ou des pâturages.

Ainsi, du fait de l'absence d'enjeux (habitation, ouvrage de franchissement) dans ce secteur, ce remous est jugé acceptable.

Les ouvrages fonctionnent à surface libre. Les vitesses d'écoulement dans l'ouvrage neuf (OH8), sont de l'ordre de 2,5 à 3 m/s. Les vitesses d'écoulement obtenues nécessitent la mise en place de protection de berge en enrochement en amont et en aval direct de l'ouvrage. Le passage grande faune en rive droite est noyé.

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

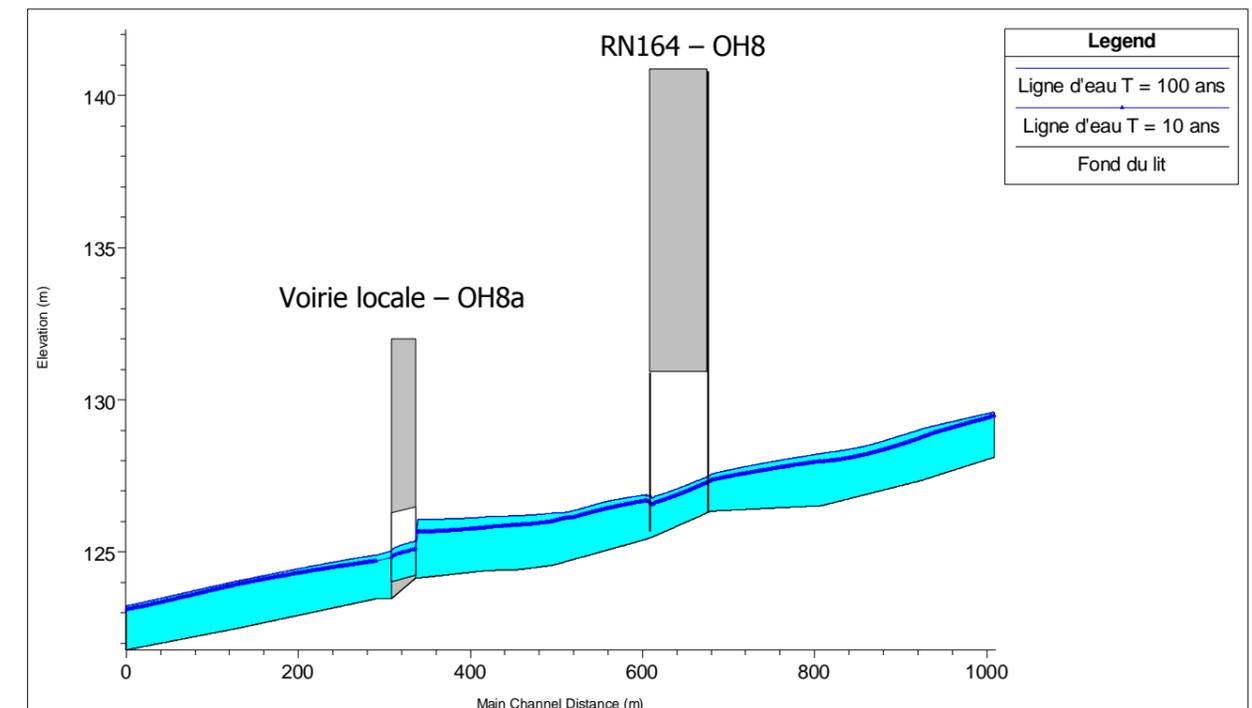


Figure 25 : Le Ninlan- Lignes d'eau au droit de l'ouvrage - Etat projet

Ruisseau de Plémet - Echelle : 1/5.000

Plémet

OH P-a Amont



OH P-b Aval



OH P-d Amont



OH P-e Amont



OH P-b Amont



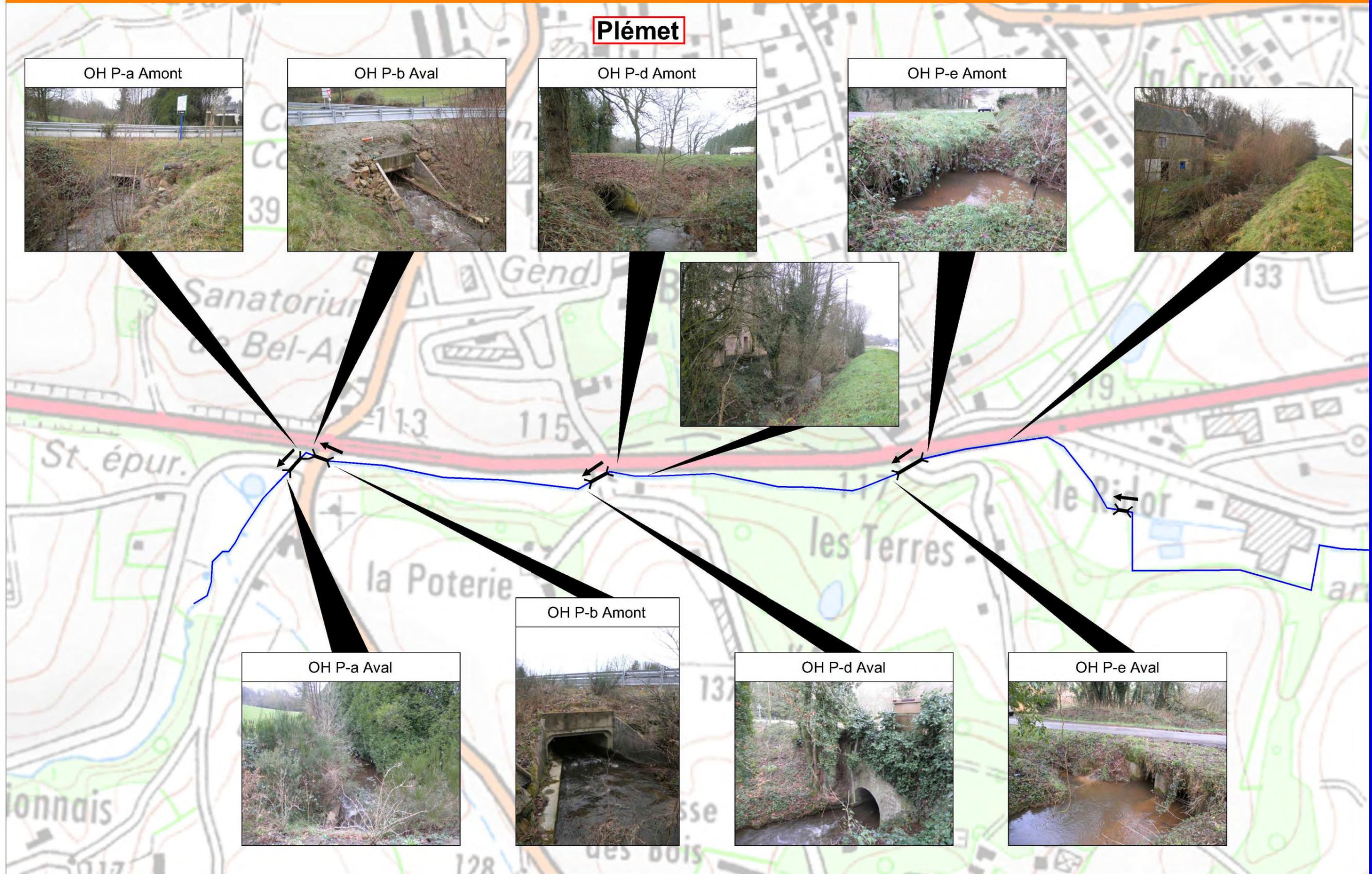
OH P-a Aval



OH P-d Aval



OH P-e Aval



3.13 Le ruisseau de Plémet

3.13.1 Description du site

Au droit de la RN 164, le ruisseau du Plémet draine un bassin versant d'environ 11 km². Les bassins versants des thalwegs 1 à 5 constituent des sous bassins versant du ruisseau de Plémet.

En amont de la RN 164, ce ruisseau longe la zone d'activité du Ridor au sud-est de Plémet dans un vallon très encaissé. En aval immédiat de la zone d'activité, le cours de celui-ci vient s'appuyer le long du tracé de la RN 164 qu'il va longer jusqu'au giratoire de Bel-Air à l'ouest de Plémet. La RN 164, ne franchit pas le ruisseau de Plémet. Sur l'ensemble de ce linéaire, la voirie reste en remblai entre 2 m et 3 m au-dessus du terrain naturel.

Le ruisseau de Plémet, possède un lit variant de 4 à 5 m de largeur et d'une profondeur moyenne de 1 m à 1,5 m. Dans le secteur d'étude, la plaine inondable du ruisseau est contraint entre le remblai de la RN 164 et les pentes abruptes des collines Les Terres, de l'Avenue et de La Poterie au Sud de Plémet. Cette zone inondable est constituée de terrain en friche ou boisé, aucun signe d'activité agricole ou d'exploitation n'a été relevé lors de la visite de site.

Au sein de la zone d'étude, les éléments suivants ont été notés, depuis l'amont vers l'aval :

- Présence d'une habitation en rive gauche au lieu-dit « Les Terres » ;
- Franchissement de la voirie locale desservant « Les Terres ». L'ouvrage hydraulique (OHP-e) est composé de 2 dalots béton de 1 m de largeur et 1 m de hauteur posés avec une pente de 0,6 % et d'une buse béton de diamètre Ø 600 mm posée avec une pente de 0,5 % ;
- Présence d'une habitation en rive gauche au lieu-dit « Les Poteries » ;
- Franchissement de la voirie locale desservant « Les Poteries ». L'ouvrage hydraulique (OHP-d) est composé d'une buse béton de 1,5 m de diamètre, avec une pente de 1,6 % ;
- Franchissement de la RD1. L'ouvrage hydraulique (OHP-b) est un dalot béton de 2,0 m de largeur et de 1,2 m de hauteur posé avec une pente de 0,7 %. Ce dalot est équipé d'une banquette en rive gauche ;
- Franchissement de la voirie locale desservant la station d'épuration. L'ouvrage hydraulique (OHP-a) est un dalot béton de 2,0 m de largeur et de 1,2 m de hauteur posé avec une pente de 0,7 %. Ce dalot est équipé d'une banquette en rive gauche ;
- Le ruisseau de Plémet longe la station d'épuration en aval immédiat du giratoire de Bel-Air.

Le long du linéaire étudié, deux habitations ont été recensées comme étant situées dans la zone inondable du ruisseau de Plémet. La première se situe en rive gauche au lieu-dit « Les Terres » et la seconde, au lieu-dit « Les Poteries ».



Photographie 32 : Le Plémet en amont de la RN 164 (ZAC Ridor en arrière-plan)



Photographie 33 : Habitation au lieu-dit "Les Terres"



Photographie 34 : Tête amont OHP-e



Photographie 35 : Tête aval OHP-e



Photographie 36 : Terrain en aval de l'OHP-e



Photographie 37 : Habitation au lieu-dit "Les Poteries"



Photographie 38 : Tête amont OHP-d



Photographie 39 : Tête aval OHP-d



Photographie 40 : Terrains en aval de l'OHP-d



Photographie 41 : Tête amont de l'OHP-b



Photographie 42 : Tête aval de l'OHP-b



Photographie 43 : Tête amont de l'OHP-a

3.13.2 Diagnostic du fonctionnement actuel

3.13.2.1 Hypothèses retenues

La visite de site a permis de définir la nature des ouvrages et les caractéristiques du lit mineur.

A partir de ces observations, les valeurs suivantes de coefficient de rugosité ont été retenues :

	Coefficient de rugosité K	Coefficient de perte de charge en entrée Ke
Cours d'eau		
Lit mineur	22	
Lit majeur : bois	10	
Lit mineur : prairie	17	
Ouvrage		
OHP-e (Ouvrage béton)	60	0,8
OHP-d (Ouvrage béton)	60	0,8
OHP-b (Ouvrage béton)	60	0,7 (présence de mur en ailes)
OHP-a (Ouvrage béton)	60	0,7 (présence de mur en ailes)

3.13.2.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

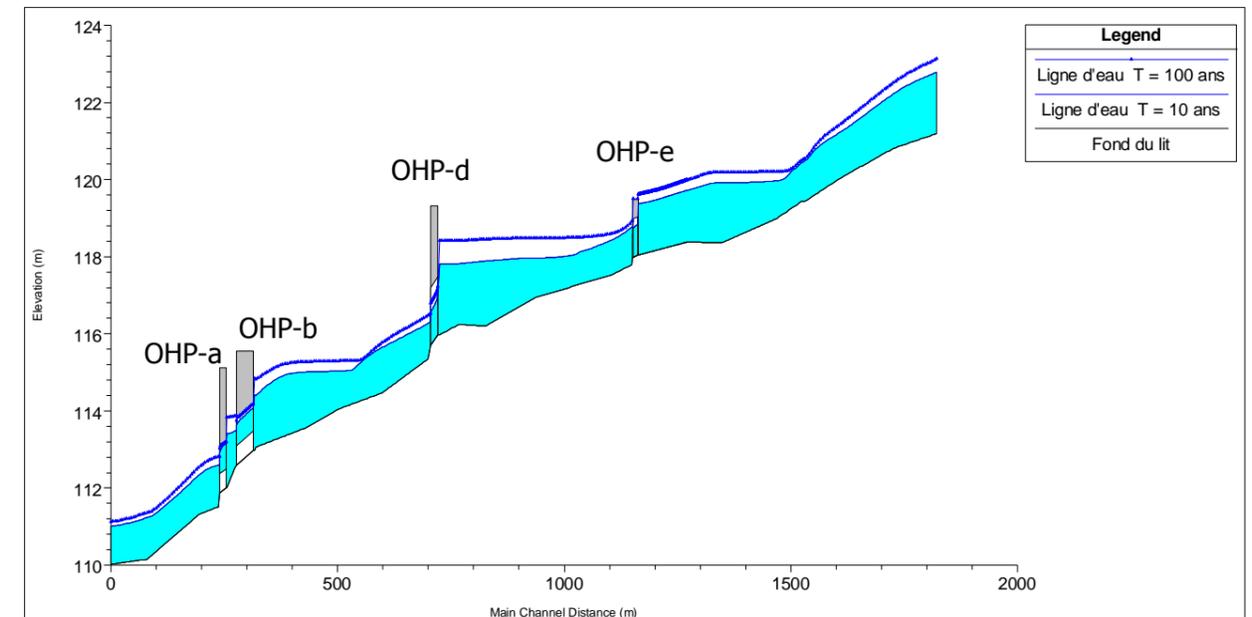


Figure 26 : Le ruisseau de Plémet- Lignes d'eau - Etat initial

Il est constaté :

➤ Pour T = 10 ans

Un fonctionnement en charge de l'ensemble des ouvrages du ruisseau de Plémet sans toutefois qu'il n'y ai de surverses sur les voiries concernées ni sur la RN 164.

L'habitation recensée au lieu-dit « Les Terres » n'est pas inondée en crue décennale. Il persiste une revanche d'environ 1 m entre les niveaux de crue du ruisseau et le niveau du seuil de l'habitation (niveau de seuil levé pour les besoins de la présente étude). L'habitation au lieu-dit « Les Terres » se situe en limite de la zone inondable du ruisseau.

➤ Pour T = 100 ans

Un fonctionnement en charge de l'ensemble des ouvrages. L'ouvrage OHP-e, correspondant à la voirie communale desservant les « Terres » est en limite de surverse.

L'habitation au lieu-dit « Les Poteries » est située hors de la zone inondable du ruisseau en crue centennale. Il persiste une revanche d'environ 0,45 m entre les niveaux de crue et le seuil de l'habitation.

L'habitation au lieu-dit « Les Terres » serait inondée par une lame d'eau d'environ 0,40 m en crue centennale.

La plateforme de la station d'épuration de Plémet, en aval de la RD 1 est implantée au-dessus des niveaux de crue centennale du ruisseau de Plémet.

Aucune surverse ne se produit sur la RN 164.

Les ouvrages existants sur le ruisseau du Plémet apparaissent comme sous-dimensionnés puisqu'ils fonctionnent en charge pour les crues d'occurrence T = 10 ans et T = 100 ans.

3.13.3 Proposition d'ouvrage pour l'état projet

3.13.3.1 Caractéristiques géométriques

La mise à 2 x 2 voies de la RN 164 s'accompagne des modifications suivantes :

- Création d'un nouveau franchissement en amont du giratoire RD 1/RN 164, l'OHP-c, pour le rétablissement de la RD 1 ;
- Suppression du giratoire RD 1/RN 164 et de l'OHP-b.

Le plan ci-dessous illustre la nouvelle configuration du site après aménagement.



Figure 27 : Le Plémet - situation après aménagement

Les ouvrages retenus sur le Plémet sont :

- OHP-e : ouvrage maintenu ;
- OHP-d : ouvrage conservé en l'état ;
- OHP-c : mise en place d'un ouvrage de type PIPO de 2,5 m de largeur avec une ouverture de 2 m pour le lit mineur et une ouverture de 0,5 m en rive gauche ;
- OH-b : ouvrage supprimé ;
- OH-a : ouvrage conservé en l'état.

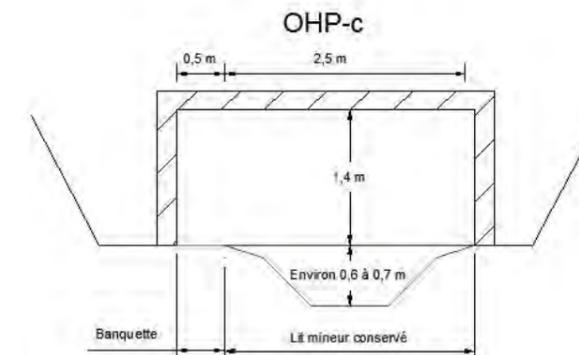


Figure 28 : Plémet - Ouvrages projet

Les ouvrages retenus sur le Plémet sont :

- OHP-f : mise en place d'un ouvrage de type PIPO de 5 m de largeur avec une ouverture de 2 m pour le lit mineur et une ouverture de 3 m en rive gauche. En complément, 2 dalots de 1 x 1 m servant d'ouvrage de décharge sont implantés en rive droite ;
- OHP-e : ouvrage supprimé ;
- OHP-d : ouvrage conservé en l'état ;
- OHP-c : mise en place d'un ouvrage de type PIPO de 2,5 m de largeur avec une ouverture de 2 m pour le lit mineur et une ouverture de 0,5 m en rive gauche ;
- OH-b : ouvrage supprimé ;
- OH-a : ouvrage conservé en l'état.

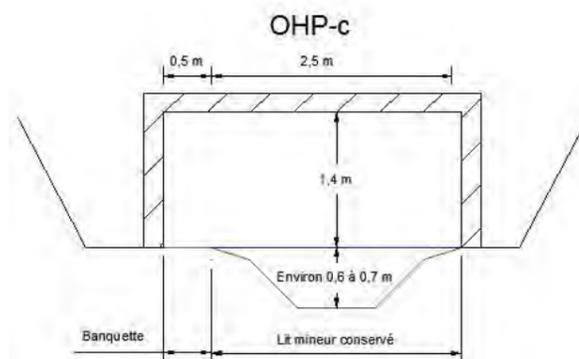
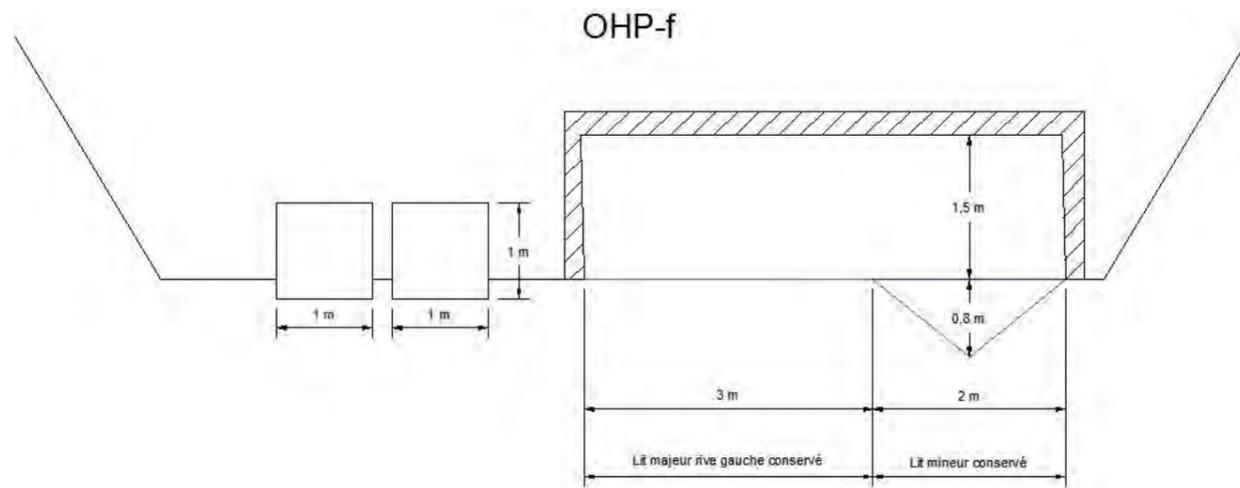


Figure 28 : Plémet - Ouvrages projet

3.13.3.2 Résultats

Les résultats en termes de lignes d'eau figurent ci-dessous :

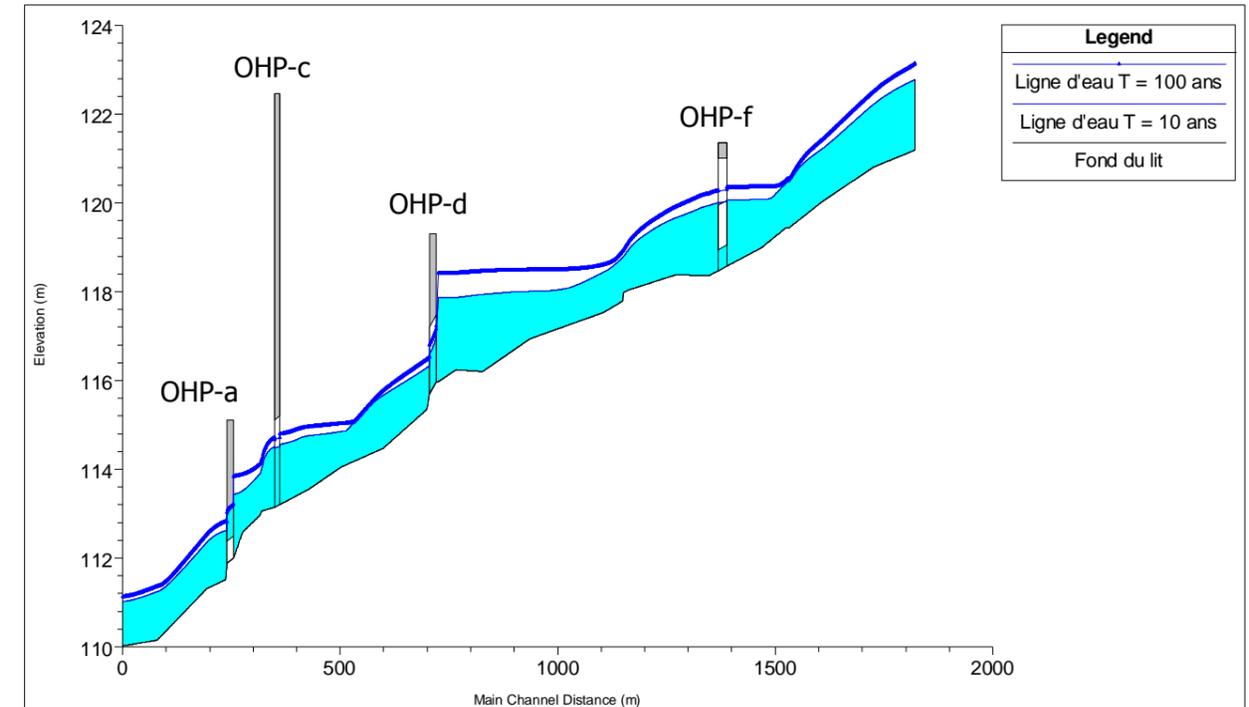


Figure 29 : Le ruisseau de Plémet- Lignes d'eau - Etat projet

Il est constaté :

- Pour T = 10 ans

Une augmentation des niveaux de crue **en amont de l'OHP-f** de 15 cm. Les niveaux de crue passent de 119,92 m NGF à 120,07 m NGF. Ce remous s'annulerait au droit des bassins d'assainissement de l'usine de la ZAC du Ridor. Ainsi, le projet est sans incidence sur les niveaux de crue du Plémet au droit de cette usine. Les terrains concernés par ce remous sont des terrains marécageux non exploités.

La suppression de l'**OHP-e** entraîne un fort abaissement des niveaux de crue amont de l'ouvrage (le niveau d'eau passe de 119,37 m NGF à 118,95 m NGF). Cet abaissement se ferait ressentir jusqu'à l'habitation au lieu-dit « Les Terres » avec une diminution du plan d'eau de 5 cm (passant de 119,72 m NGF à 119,67 m NGF). Dans le même temps, l'arasement de l'ouvrage entraîne une augmentation des débits en aval qui s'accompagne d'une augmentation maximale des niveaux de crue de 6 cm. Au droit de l'habitation au lieu-dit « Les Poteries », ce remous est de 5 cm.

Toutefois, celui-ci est sans incidence sur l'inondabilité de l'habitation, il persiste une revanche de 60 cm entre le seuil de la construction et les niveaux de crue.

La suppression de l'**OHP-b** entraîne un fort abaissement des niveaux de crue amont de l'ouvrage (le niveau d'eau passe de 114,41 m NGF à 113,91 m NGF). Dans le même temps, l'arasement de l'ouvrage entraîne une augmentation des débits en aval qui s'accompagne d'une augmentation maximale des niveaux de crue de 4 cm. Les terrains concernés par ce remous sont des terrains marécageux non exploités. Ce remous n'entraîne pas de risque de surverse sur la voirie desservant la station d'épuration, il persiste une revanche de plus 1,6 m.

En aval de l'**OHP-a**, il persiste un remous de 1 cm. En l'absence d'enjeux en aval, cette surélévation des niveaux de crue centennale est jugée acceptable.

➤ Pour T = 100 ans

Une augmentation des niveaux de crue **en amont de l'OHP-f** de 16 cm. Les niveaux de crue passent de 120,19 m NGF à 120,35 m NGF. Ce remous s'annulerait au droit des bassins d'assainissement de l'usine de la ZAC du Ridor. Ainsi, le projet est sans incidence sur les niveaux de crue du Plémet au droit de cette usine. Les terrains concernés par ce remous sont des terrains marécageux non exploités.

La suppression de l'**OHP-e** entraîne un fort abaissement des niveaux de crue amont de l'ouvrage (le niveau d'eau passe de 119,62 m NGF à 119,12 m NGF). Cet abaissement se ferait ressentir jusqu'à l'habitation au lieu-dit « Les Terres » avec une diminution du plan d'eau de 8 cm (passant de 119,72 m NGF à 119,67 m NGF). Dans le même temps, l'arasement de l'ouvrage entraîne une augmentation des débits en aval qui s'accompagne d'une augmentation maximale des niveaux de crue de 6 cm. Au droit de l'habitation au lieu-dit « Les Poteries », ce remous est de 1 cm. Toutefois, celui-ci est sans incidence sur l'inondabilité de l'habitation, il persiste une revanche de 40 cm entre le seuil de la construction et les niveaux de crue.

La suppression de l'**OHP-b** entraîne un fort abaissement des niveaux de crue amont de l'ouvrage (le niveau d'eau passe de 114,83 m NGF à 114,12 m NGF). Dans le même temps, l'arasement de l'ouvrage entraîne une augmentation des débits en aval qui s'accompagne d'une augmentation maximale des niveaux de crue de 1 cm. Les terrains concernés par ce remous sont des terrains marécageux non exploités. Ce remous n'entraîne pas de risque de surverse sur la voirie desservant la station d'épuration, il persiste une revanche de plus 1,2 m.

En aval de l'**OHP-a**, les conditions d'écoulement sont inchangées.

Les vitesses d'écoulement au droit de l'OHP-f sont de l'ordre de 1 m/s, la mise en place d'enrochement ne semble pas nécessaire.

En revanche, les vitesses d'écoulement au droit de l'ouvrage OHP-c variant de 3 à 4 m/s, la mise en place d'enrochement est indispensable.

4 CONCLUSION

Le fonctionnement hydraulique actuel des ouvrages sous la RN 164 peut être synthétisé dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Synthèse de fonctionnement des ouvrages hydrauliques actuels

Cours d'eau	N°OH	Crue d'occurrence T = 10 ans			Crue d'occurrence T = 100 ans		
		A surface libre	En charge sans surverse	En charge avec surverse	A surface libre	En charge sans surverse	En charge avec surverse
Thalweg 1	OH1		X			X	
Thalweg 2	OH2		X				X
	OH2d	X				X	
Thalweg 4	OH4			X			X
Thalweg 5	OH5		X			X	
Thalweg 6	OH6		X			X	
Thalweg 7	OH7		X			X	
Thalweg 9	OH9	X				X	
Thalweg 10	OH10			X			X
Le Ninian (thalweg 8)	OH8	X			X		
	OH8a	X			X		
Le ruisseau de Plémet	OHP-a		X			X	
	OHP-b		X			X	
	OHP-d		X			X	
	OHP-e		X			X	

Le dimensionnement des enrochements pourra être réalisé via les formules d'Isbash et de E. W. Lane. Ces enrochements pourront être disposés suivant la coupe de principe ci-dessous. Les diamètres moyens des matériaux mis en place sur le fond du lit (Y) sont différents de ceux des matériaux mis en place sur les berges (X).

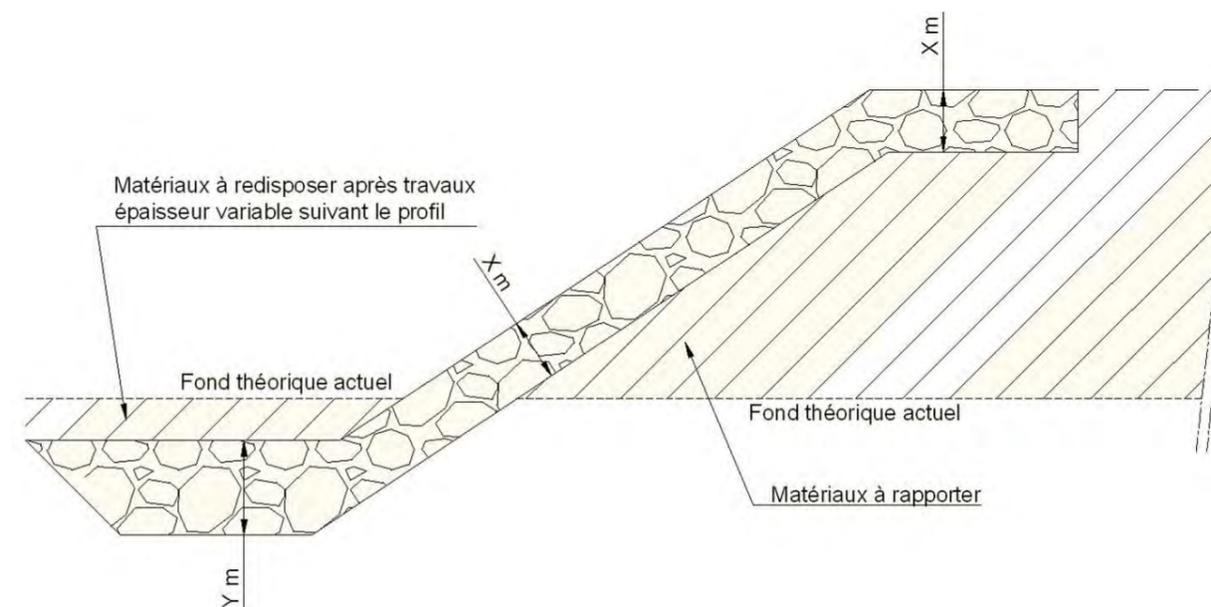


Figure 30 : Coupe de principe d'enrochement de fond de lit et de berges d'un cours d'eau

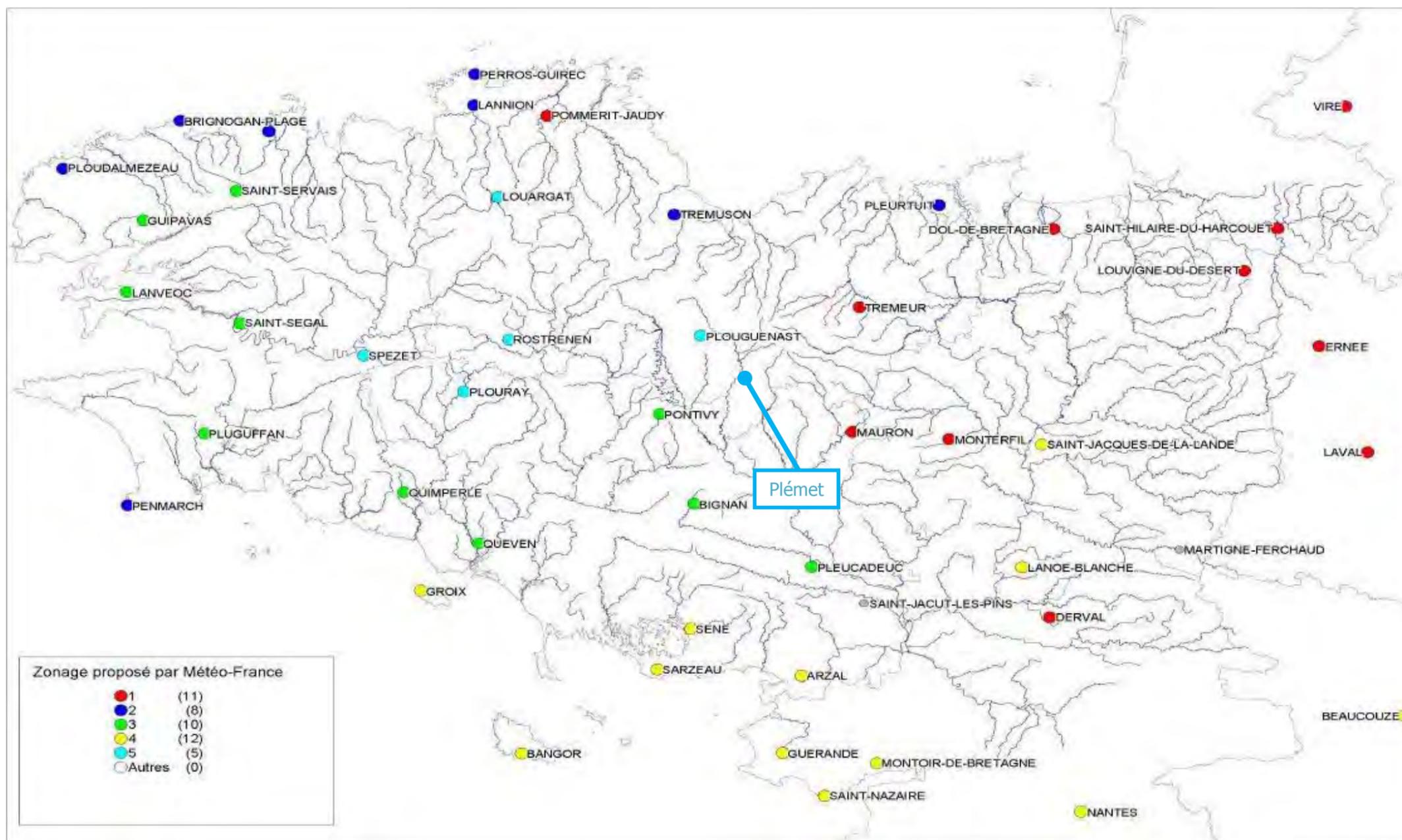
Les aménagements hydrauliques retenus dans le cadre de la mise à 2 x 2 voies de la RN 164 sont synthétisés dans le tableau en page suivante. Les dimensions des ouvrages ont été définies sur la base d'une étude hydraulique spécifique et des préconisations faune/flore transmises par CERESA.

Tableau 9 : Synthèse des aménagements

Cours d'eau	N°OH	Etat	Type d'ouvrage (largeur x hauteur)	Longueur	Aménagement complémentaire	Enrochement	Incidence hydraulique en crue centennale
Thalweg 1	OH1	Prolongé	Buse Ø300	+ 5 m vers l'amont + 9,5 m vers l'aval		RAS	Sans incidence
	OH1a	Créé	Dalot 0,5 m x 1 m	36,7 m	Lit naturel reconstitué de 0,5 m	RAS	
Thalweg 2	OH2a	Créé	Dalot 1 m x 2 m	46,5 m	Lit naturel reconstitué de 0,35 m Banquette de 0,5 m de largeur	Amont et aval	+ 4 cm en aval sans gravité du fait de l'absence d'enjeux situés en zone inondable
	OH2b	Créé	Dalot 1,5 m x 2 m	24 m	Lit naturel reconstitué de 0,35 m Banquette de 1 m de largeur		
	OH2	Remplacé	Dalot 1,5 m x 2	29 m			
	OH2c	Créé	Dalot 1,5 m x 2 m	46 m			
	OH2d	Conservé	Dalot 0,6 m x 1 m Ajout d'un fonçage Ø400				
Thalweg 3	OH3	Conservé	Buse Ø800				Sans incidence
Thalweg 4	OH4	Remplacé	Buse Ø1000	33 m		RAS	Sans incidence
Thalweg 5	OH5	Remplacé	Dalot 1,6 m x 2,25 m	43 m	Lit naturel reconstitué de 0,3 m Banquette de 0,4 m de largeur	RAS	+ 35 cm en aval sans incidence car habitation non inondable (revanche de 55 cm)
Thalweg 6	OH6	Conservé	Buse Ø800		Ajout de 2 fonçages Ø600 pour le passage de la petite faune	RAS	+ 15 cm en aval sans gravité du fait de l'absence d'enjeux situés en zone inondable
	OH6bis	Supprimé	Pont voute maçonnée				
	OH6a	Créé	PIPO 2,5 m x 1,7 m	31,5 m	Conservation de banquette de 0,4 m en rive gauche et droite	RAS	
	OH6b	Créé	PIPO 3 m x 2 m	27 m		RAS	
Thalweg 7	OH7	Prolongé	Buse Ø400	+ 10 m vers l'aval	Ajout d'1 fonçage Ø600 pour le passage de la petite faune	RAS	+ 3 cm en aval sans gravité du fait de l'absence d'enjeux situés en zone inondable
Thalweg 9	OH9	Supprimé					
Thalweg 10	OH10	Conservé	Buse Ø300				Sans incidence
Le Ninian (thalweg 8)	OH8	Remplacé	PIPO 9,2m x 5.7 m	65 m	Intégration d'un passage grande faune	Amont et aval	+ 1 cm en aval sans gravité du fait de l'absence d'enjeux situés en zone inondable
	OH8a	Conservé	2 dalots 2 m x 2,26 m				
Le ruisseau de Plémet							- 8 cm au droit de l'habitation « Les Terres » + 1 cm au droit de l'habitation « Les Poteries », sans incidence car habitation non inondable (revanche de 40 cm)
	OHP-e	conservé	2 dalots de 1x1m				
	OHP-d	Conservé	Buse Ø1500				
	OHP-c	Créé	PIPO 3,1 m x 2,1 m	12,5 m	Conservation de 3 m de lit majeur rive gauche, permet le passage de la petite faune	Amont et aval	
	OHP-b	Supprimé					
	OHP-a	Conservé	Dalot 2 x 1,2 m		Banquette en rive gauche	Amont et aval	

5 ANNEXE : SPATIALISATION GEOGRAPHIQUE DES PLUIES EXTREMES EN REGION BRETAGNE

Extrait du document « Conception des projets et constitution des dossiers d'autorisation et de déclaration au titre de la Police de l'eau – Les eaux pluviales dans les aménagements en Bretagne - Recommandations Techniques – Club Police de l'eau – Région Bretagne – Février 2008 ».



6 ANNEXE : FICHE DE SYNTHÈSE DE LA STATION « LE LIE À PRENESSAY »



LE LIE à LA PRENESSAYE [SAINT SAUVEUR LE HAUT]

Code station : J8133010 Bassin versant : 208 km²

Producteur : DREAL Bretagne E-mail : olivier.nauleau@developpement-durable.gouv.fr

SYNTHÈSE : données hydrologiques de synthèse (1982 - 2015)
Calculées le 08/02/2015 - Intervalle de confiance : 95 %

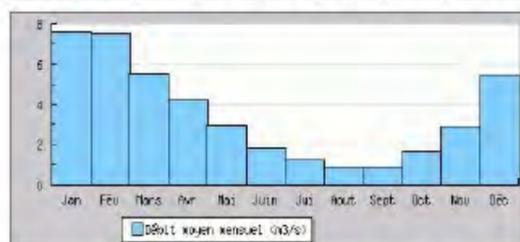
écoulements mensuels (naturels) données calculées sur 33 ans

	janv.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.	Année
Débits (m ³ /s)	7.590 #	7.510 #	5.510	4.270	2.990	1.840 #	1.220 #	0.874	0.899 #	1.650 #	2.890	5.440 #	3.540
Qsp (l/s/km ²)	25.6 #	25.4 #	18.8	14.4	10.1	6.2 #	4.1 #	3.0	3.0 #	5.6 #	9.8	18.4 #	11.9
Lame d'eau (mm)	68 #	63 #	49	37	27	16 #	11 #	7	7 #	14 #	25	49 #	379

Qsp : débits spécifiques

Codes de validité :

- (espace) : valeur bonne
- / : valeur reconstituée par le gestionnaire et jugée bonne
- # : valeur estimée (mesurée ou reconstituée) que le gestionnaire juge incertaine



modules interannuels (loi de Gauss - septembre à août) données calculées sur 33 ans

module (moyenne)	fréquence	quinquennale sèche	médiane	quinquennale humide
3.540 [3.170;3.900]	débits (m ³ /s)	2.500 [2.000;2.900]	3.600 [3.000;4.300]	4.500 [4.100;5.000]

basses eaux (loi de Galton - janvier à décembre) données calculées sur 33 ans

fréquence	VCN3 (m ³ /s)	VCN10 (m ³ /s)	QMNA (m ³ /s)
biennale	0.510 [0.450;0.580]	0.540 [0.480;0.610]	0.650 [0.580;0.740]
quinquennale sèche	0.370 [0.310;0.420]	0.390 [0.340;0.450]	0.460 [0.400;0.530]

crues (loi de Gumbel - septembre à août) données calculées sur 32 ans

fréquence	QJ (m ³ /s)	QIX (m ³ /s)
biennale	28.00 [25.00;32.00]	39.00 [35.00;43.00]
quinquennale	40.00 [38.00;47.00]	55.00 [49.00;63.00]
décennale	48.00 [43.00;58.00]	65.00 [58.00;77.00]
vicennale	56.00 [50.00;68.00]	75.00 [67.00;91.00]
cinquantennale	66.00 [58.00;81.00]	88.00 [78.00;110.0]
centennale	non calculé	non calculé

maximums connus (par la banque HYDRO)

hauteur maximale instantanée (cm)	243	12 février 1988 05:32
débit instantané maximal (m ³ /s)	76.40 #	12 février 1988 05:32
débit journalier maximal (m ³ /s)	53.30 #	28 décembre 1999

débits classés données calculées sur 12052 jours

fréquence	0.95	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
débit (m ³ /s)	22.80	16.90	11.20	7.600	5.260	3.830	2.750	2.060	1.470	1.110	0.840	0.632	0.485	0.380	0.338



20-02-2015 <http://hydro.eaufrance.fr/> - Page 1/1

7 ANNEXE : FICHES HYDROLOGIQUES

Thalweg 1
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières P10 = 46 mm	Coefficient Régional R = 2.07
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	S < 20 km ² : 2.93
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ² : 1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.00 km ²	soit 0%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.24 km ²	soit 100%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	0.240 km²	0.30

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut : 141.00 mNGF
 Altitude du point bas : 114.50 mNGF
 Pente moyenne : 0.029 m/m
 Longueur totale : 0.922 km
 Vitesse moyenne d'écoulement : 0.44 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans : 35 mn

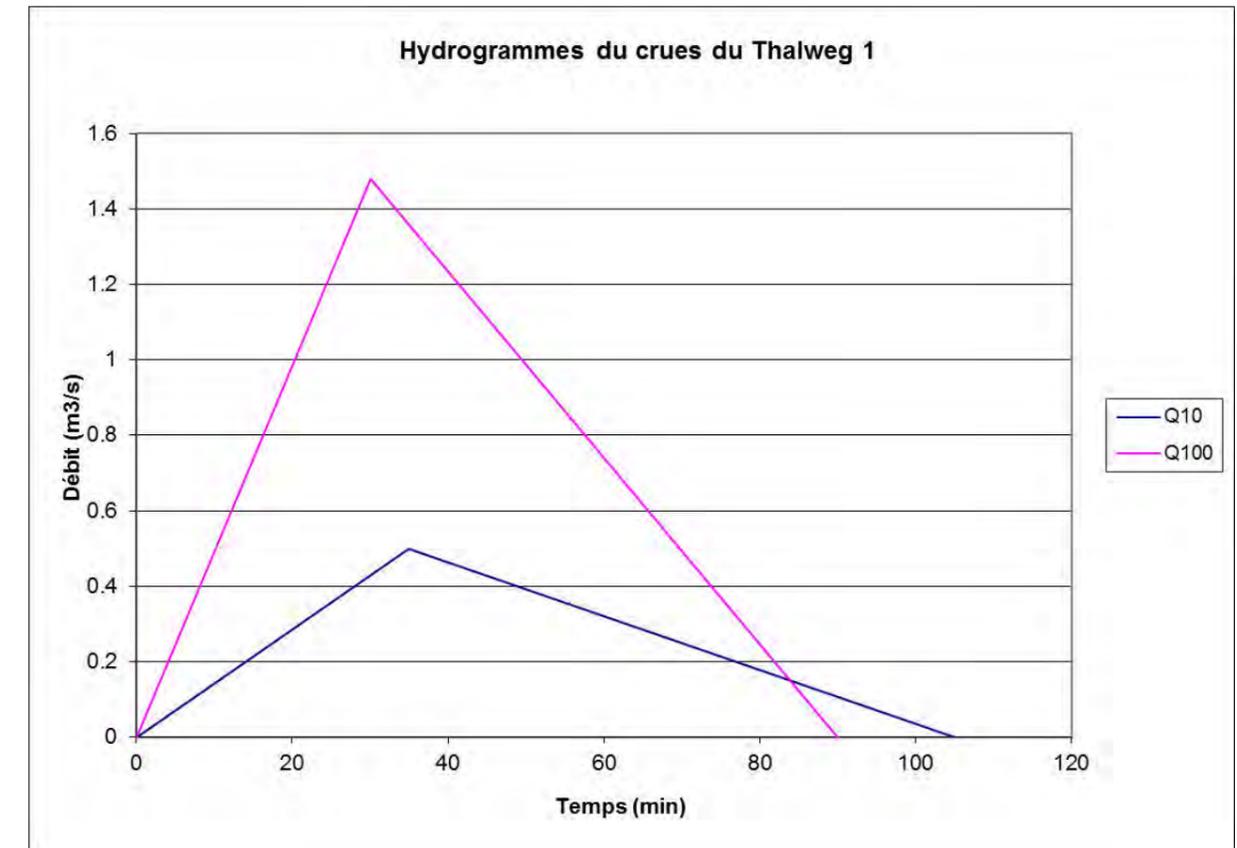
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 35 mn - C = 0.30 - lc = 25 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 30 mn - C = 0.43 - lc = 52 mm/h
Formule rationnelle	0.504 m ³ /s			1.475 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	-			-
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 0.50 m³/s

Q100 = 1.48 m³/s



Thalweg 2
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières P10 = 46 mm	Coefficient Régional R = 2.07
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	S < 20 km ² 2.92
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ² 1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.00 km ²	soit 0%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.27 km ²	soit 100%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	0.270 km²	0.30

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut	152.00 mNGF
Altitude du point bas	116.00 mNGF
Pente moyenne	0.038 m/m
Longueur totale	0.944 km
Vitesse moyenne d'écoulement	0.42 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans **37 mn**

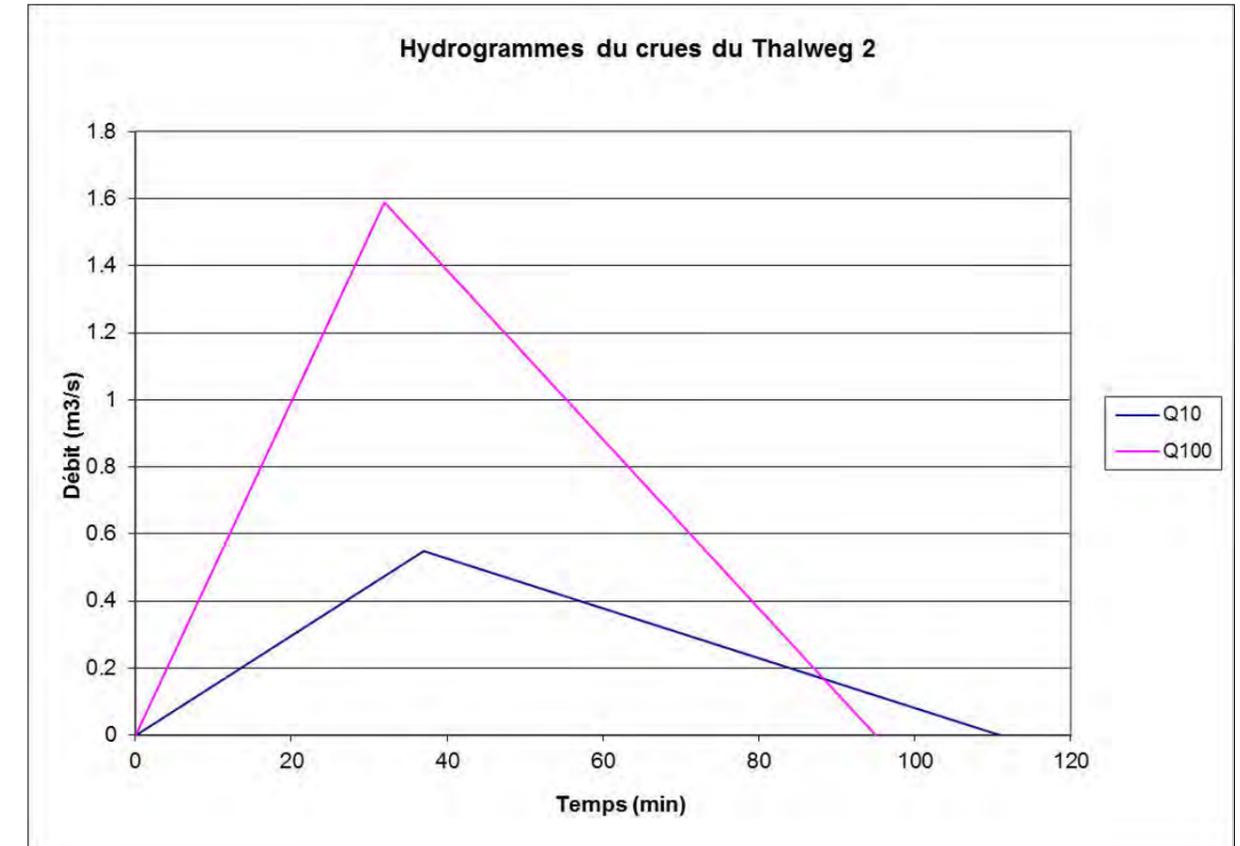
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 37 mn - C = 0.30 - lc = 24 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 32 mn - C = 0.43 - lc = 50 mm/h
Formule rationnelle	0.546 m ³ /s			1.593 m ³ /s
Formule CRUPEDIX				
Formule de transition				

Débits de crue retenus

Q10 = 0.55 m³/s

Q100 = 1.59 m³/s



Thalweg 3
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières	Coefficient Régional
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P10 = 46 mm	R = 2.07
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		Rapport Q100/Q10
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692	P100 = 62 mm	S < 20 km ² : 2.01
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		S > 20 km ² : 1.5

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.51 km ²	soit 100%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.00 km ²	soit 0%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	0.510 km²	0.60

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut : 164.00 mNGF
 Altitude du point bas : 113.00 mNGF
 Pente moyenne : 0.043 m/m
 Longueur totale : 1.200 km
 Vitesse moyenne d'écoulement : 0.29 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans : 69 mn

4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 69 mn - C = 0.60 - lc = 16 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 63 mn - C = 0.65 - lc = 30 mm/h
Formule rationnelle	1.368 m ³ /s			2.751 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	-			-
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 1.37 m³/s

Q100 = 2.75 m³/s

Thalweg 4
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Pluies journalières P10 = 46 mm	Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana			Coefficient Régional	
	a	b		Rapport Q100/Q10	
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	R = 2.07	
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S < 20 km ² : 2.03	
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		S > 20 km ² : 1.5	
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739			

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.26 km ²	soit 100%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.00 km ²	soit 0%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	0.260 km²	0.60

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut	155.00 mNGF
Altitude du point bas	119.00 mNGF
Pente moyenne	0.044 m/m
Longueur totale	0.826 km
Vitesse moyenne d'écoulement	0.51 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans	27 mn
--	--------------

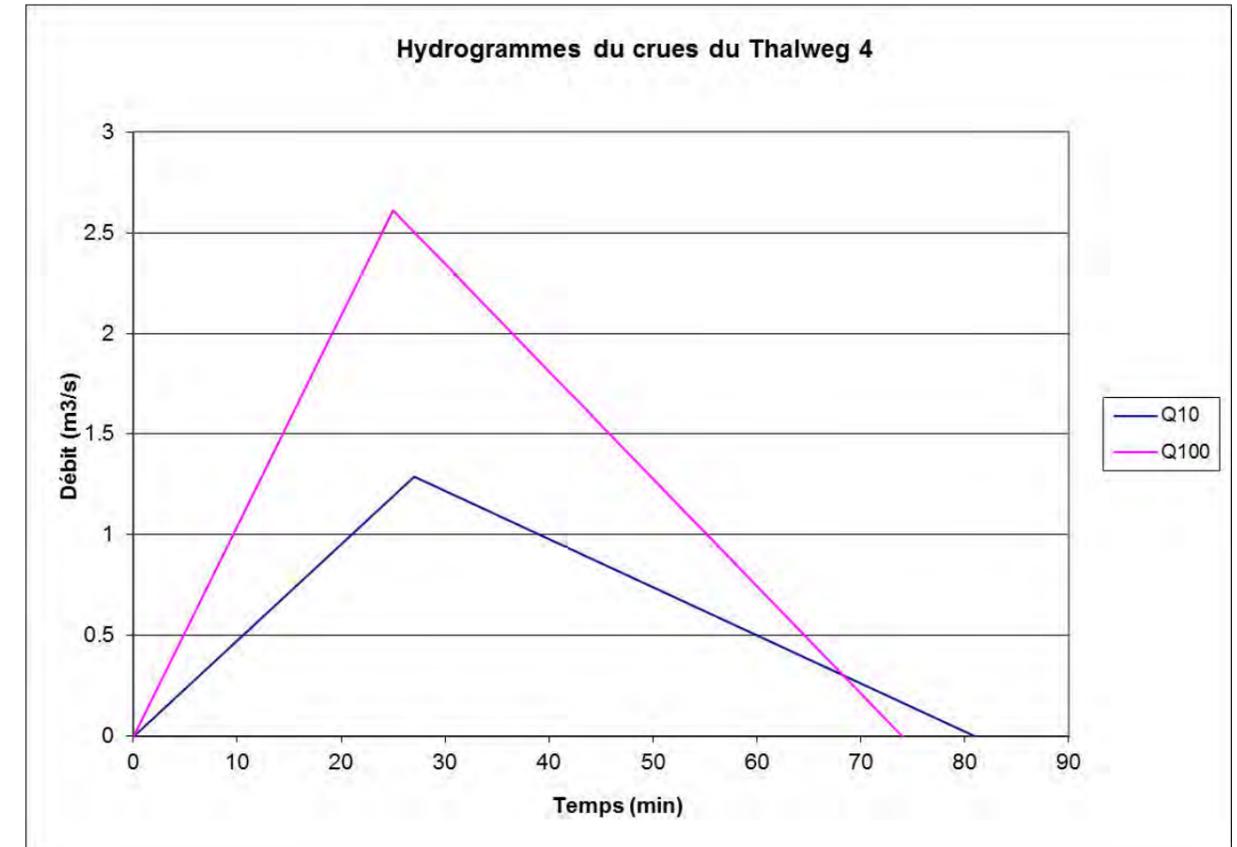
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 27 mn - C = 0.60 - lc = 30 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 25 mn - C = 0.65 - lc = 56 mm/h
Formule rationnelle	1.289 m ³ /s			2.614 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	-			-
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 1.29 m³/s

Q100 = 2.61 m³/s



Thalweg 5
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières P10 = 46 mm	Coefficient Régional R = 2.07
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	S < 20 km ² 1.94
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ² 1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	2.03 km ²	soit 68%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.96 km ²	soit 32%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	2.990 km²	0.50

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut	171.00 mNGF
Altitude du point bas	120.00 mNGF
Pente moyenne	0.015 m/m
Longueur totale	3.323 km
Vitesse moyenne d'écoulement	0.20 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans	272 mn
--	---------------

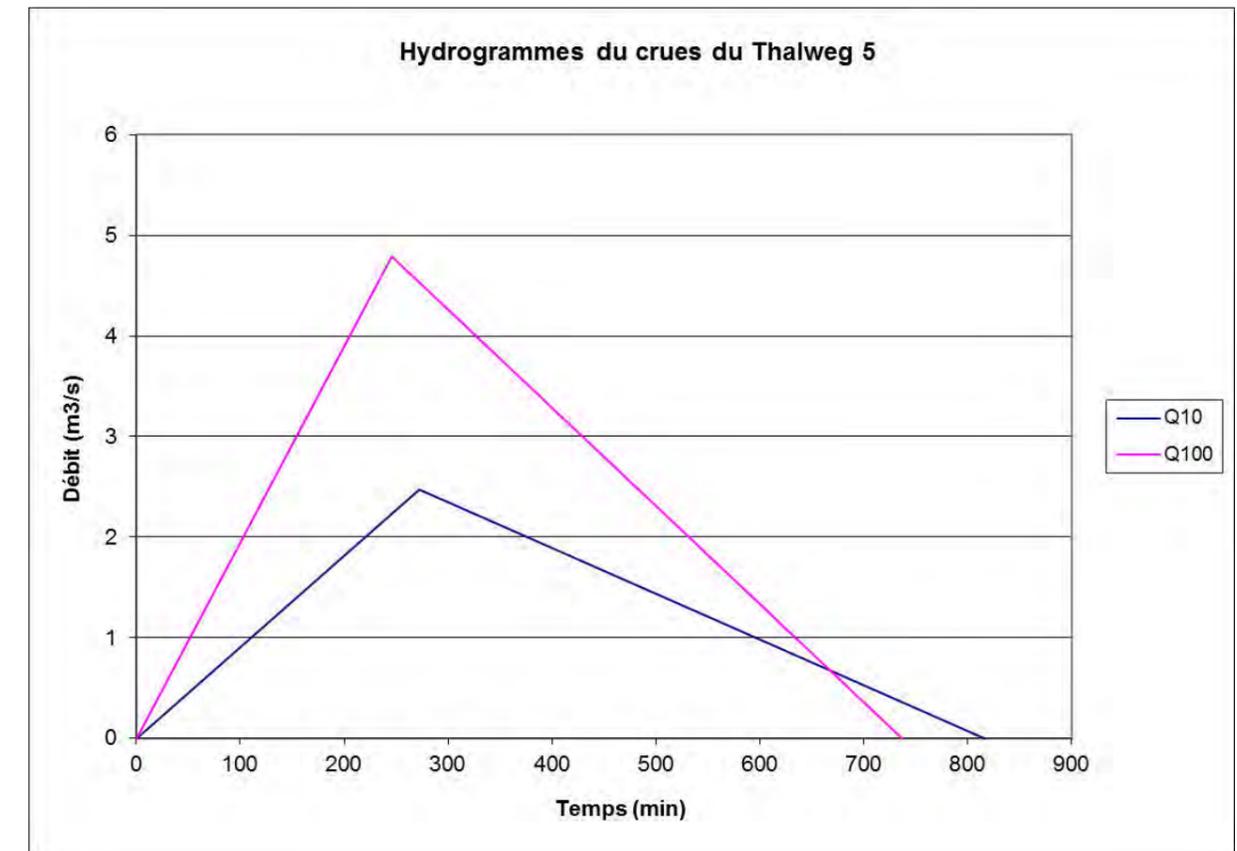
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 272 mn - C = 0.50 - lc = 7 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 246 mn - C = 0.58 - lc = 11 mm/h
Formule rationnelle	2.703 m ³ /s			5.242 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	1.644 m ³ /s			3.189 m ³ /s
Formule de transition	2.469 m ³ /s			4.788 m ³ /s

Débits de crue retenus

Q10 = 2.47 m³/s

Q100 = 4.79 m³/s



Thalweg 6
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières P10 = 46 mm	Coefficient Régional R = 2.07
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	S < 20 km ² 2.74
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ² 1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes	0.00 km ² soit 0%	
Zones urbanisées	0.00 km ² soit 0%	0.6
cultures - bois forte pente	0.00 km ² soit 0%	
prairies	1.84 km ² soit 100%	0.3
zones boisées	0.00 km ² soit 0%	
Caractéristiques du bassin versant total	1.840 km²	0.30

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut : 172.00 mNGF
 Altitude du point bas : 130.00 mNGF
 Pente moyenne : 0.023 m/m
 Longueur totale : 1.829 km
 Vitesse moyenne d'écoulement : 0.38 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans	80 mn
--	--------------

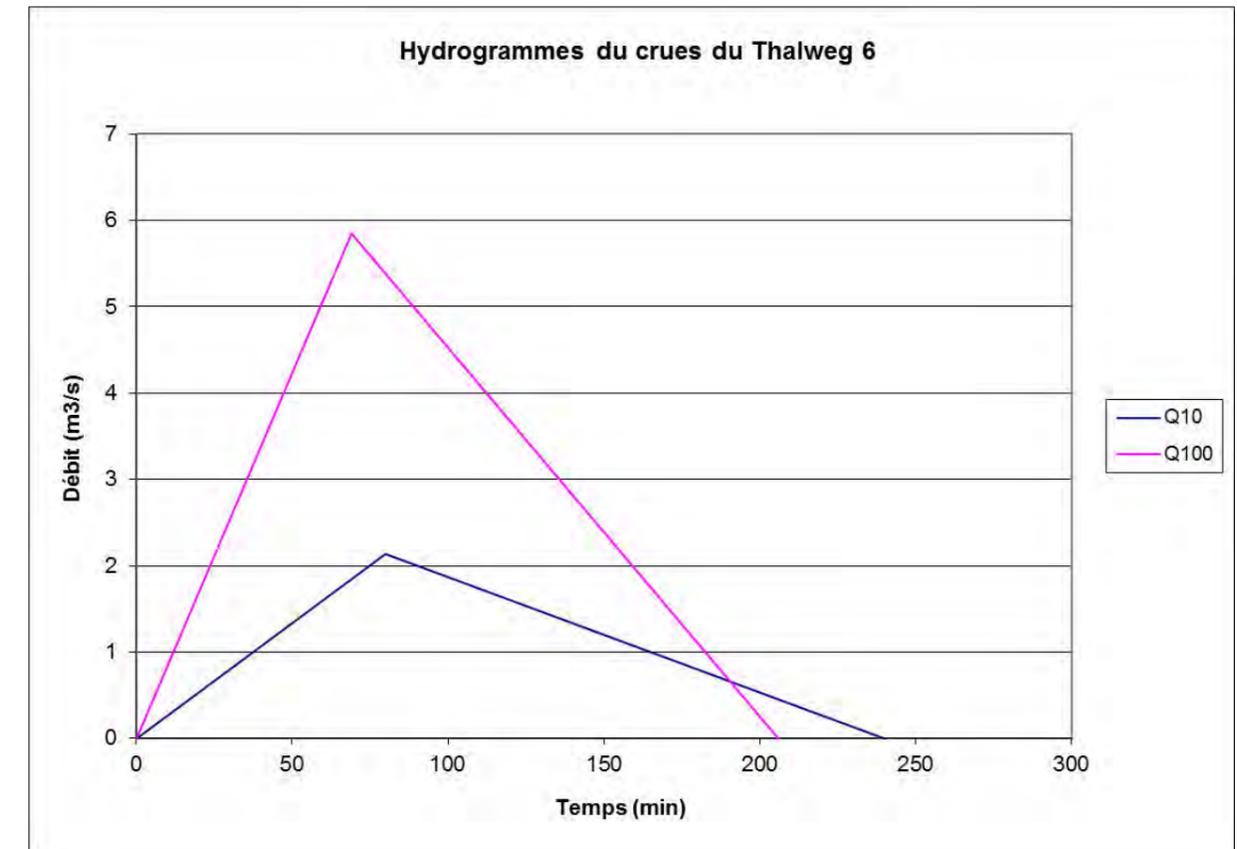
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 80 mn - C = 0.30 - lc = 15 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 69 mn - C = 0.43 - lc = 28 mm/h
Formule rationnelle	2.238 m ³ /s			6.140 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	1.115 m ³ /s			3.055 m ³ /s
Formule de transition	2.133 m ³ /s			5.852 m ³ /s

Débits de crue retenus

Q10 = 2.13 m³/s

Q100 = 5.85 m³/s



Thalweg 7
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Pluies journalières P10 = 46 mm	Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana			Coefficient Régional	
	a	b		Rapport Q100/Q10	
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	R = 2.07	
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S < 20 km ² : 2.80	
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		S > 20 km ² : 1.5	
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739			

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.00 km ²	soit 0%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.38 km ²	soit 100%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	0.380 km²	0.30

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut	181.00 mNGF
Altitude du point bas	156.50 mNGF
Pente moyenne	0.034 m/m
Longueur totale	0.712 km
Vitesse moyenne d'écoulement	0.48 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans : 25 mn

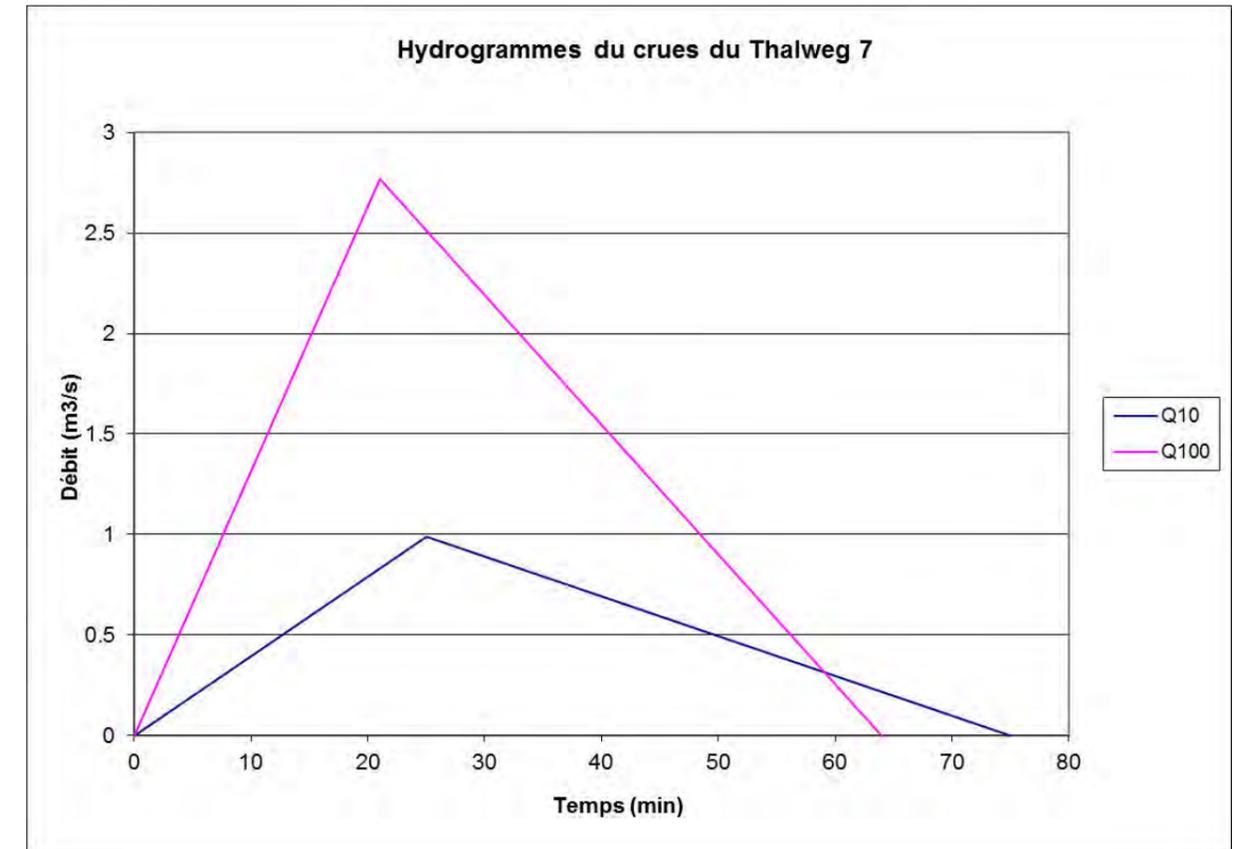
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 25 mn - C = 0.30 lc = 31 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 21 mn - C = 0.43 lc = 61 mm/h
Formule rationnelle	0.989 m ³ /s			2.772 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	-			-
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 0.99 m³/s

Q100 = 2.77 m³/s



Thalweg 9
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières P10 = 46 mm	Coefficient Régional R = 2.07
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	S < 20 km ² : 2.76
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ² : 1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.00 km ²	soit 0%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.20 km ²	soit 100%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	0.200 km²	0.30

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut : 163.00 mNGF
 Altitude du point bas : 144.00 mNGF
 Pente moyenne : 0.038 m/m
 Longueur totale : 0.500 km
 Vitesse moyenne d'écoulement : 0.27 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans	31 mn
--	--------------

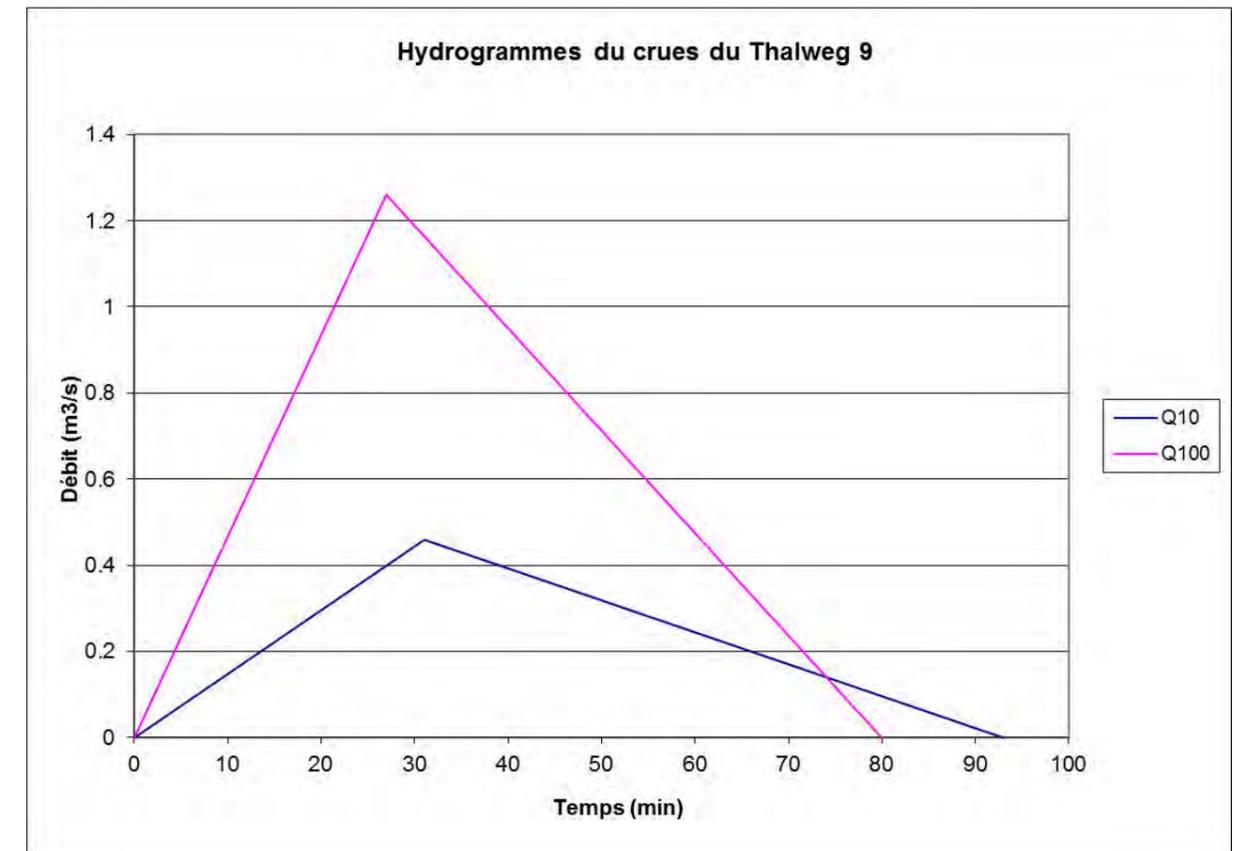
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 31 mn - C = 0.30 - lc = 27 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 27 mn - C = 0.43 - lc = 53 mm/h
Formule rationnelle	0.455 m ³ /s			1.257 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	-			-
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 0.46 m³/s

Q100 = 1.26 m³/s



Thalweg 10
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières P10 = 46 mm	Coefficient Régional R = 2.07
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	S < 20 km ² : 2.81
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ² : 1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.00 km ²	soit 0%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	0.20 km ²	soit 100%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	0.200 km²	0.30

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut : 170.00 mNGF
 Altitude du point bas : 145.00 mNGF
 Pente moyenne : 0.029 m/m
 Longueur totale : 0.850 km
 Vitesse moyenne d'écoulement : 0.24 m/s

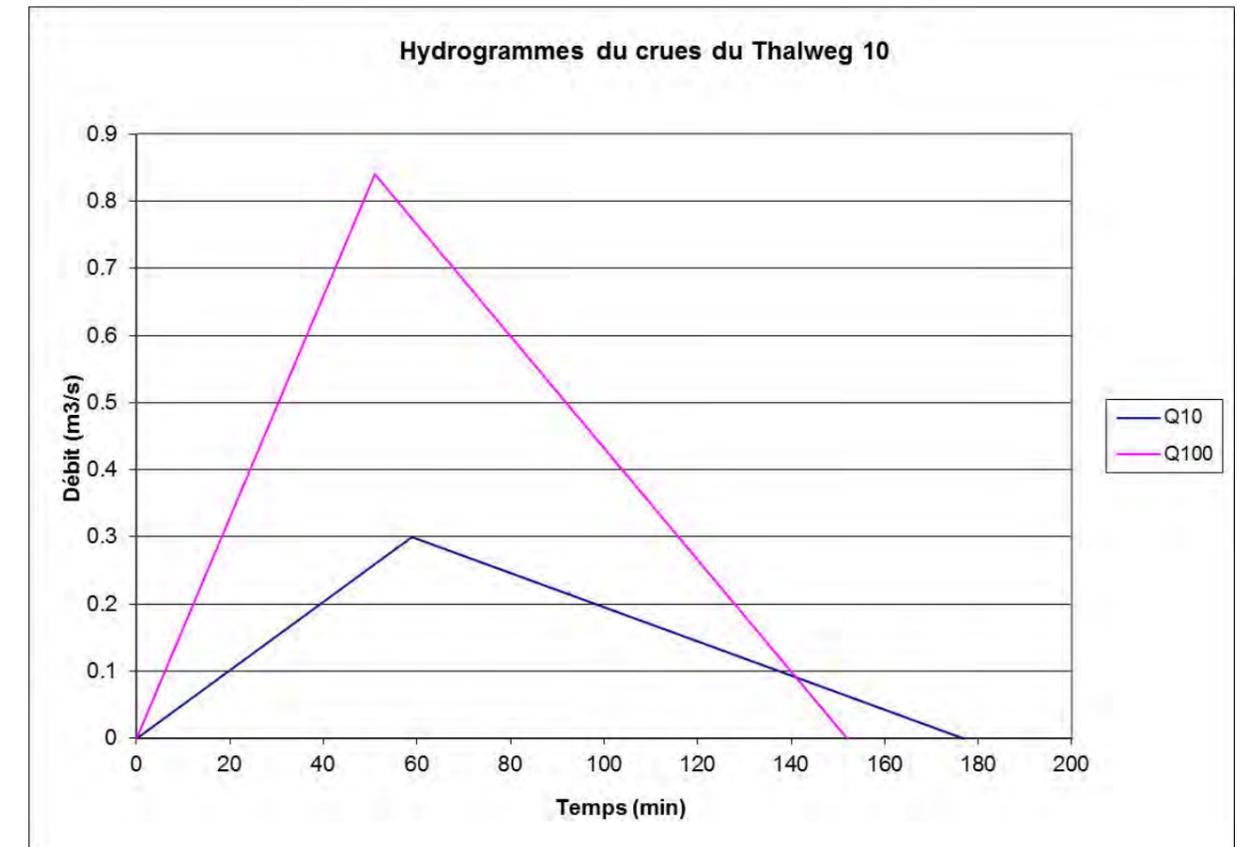
Temps de concentration Tc pour T = 10 ans	59 mn
--	--------------

4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 59 mn - C = 0.30 lc = 18 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 51 mn - C = 0.43 lc = 35 mm/h
Formule rationnelle	0.297 m ³ /s			0.836 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	-			-
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 0.30 m³/s
Q100 = 0.84 m³/s



Le Plémet
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana		Pluies journalières P10 = 46 mm	Coefficient Régional R = 2.07
	a	b		
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629	P100 = 62 mm	S < 20 km ² 2.32
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ² 1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692		
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes	0.00 km ² soit 0%	
Zones urbanisées	2.29 km ² soit 21%	0.6
cultures - bois forte pente	0.00 km ² soit 0%	
prairies	8.65 km ² soit 79%	0.3
zones boisées	0.00 km ² soit 0%	
Caractéristiques du bassin versant total	10.940 km²	0.36

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut : 179.00 mNGF
 Altitude du point bas : 111.50 mNGF
 Pente moyenne : 0.014 m/m
 Longueur totale : 4.680 km
 Vitesse moyenne d'écoulement : 0.41 m/s

Temps de concentration Tc pour T = 10 ans : 192 mn

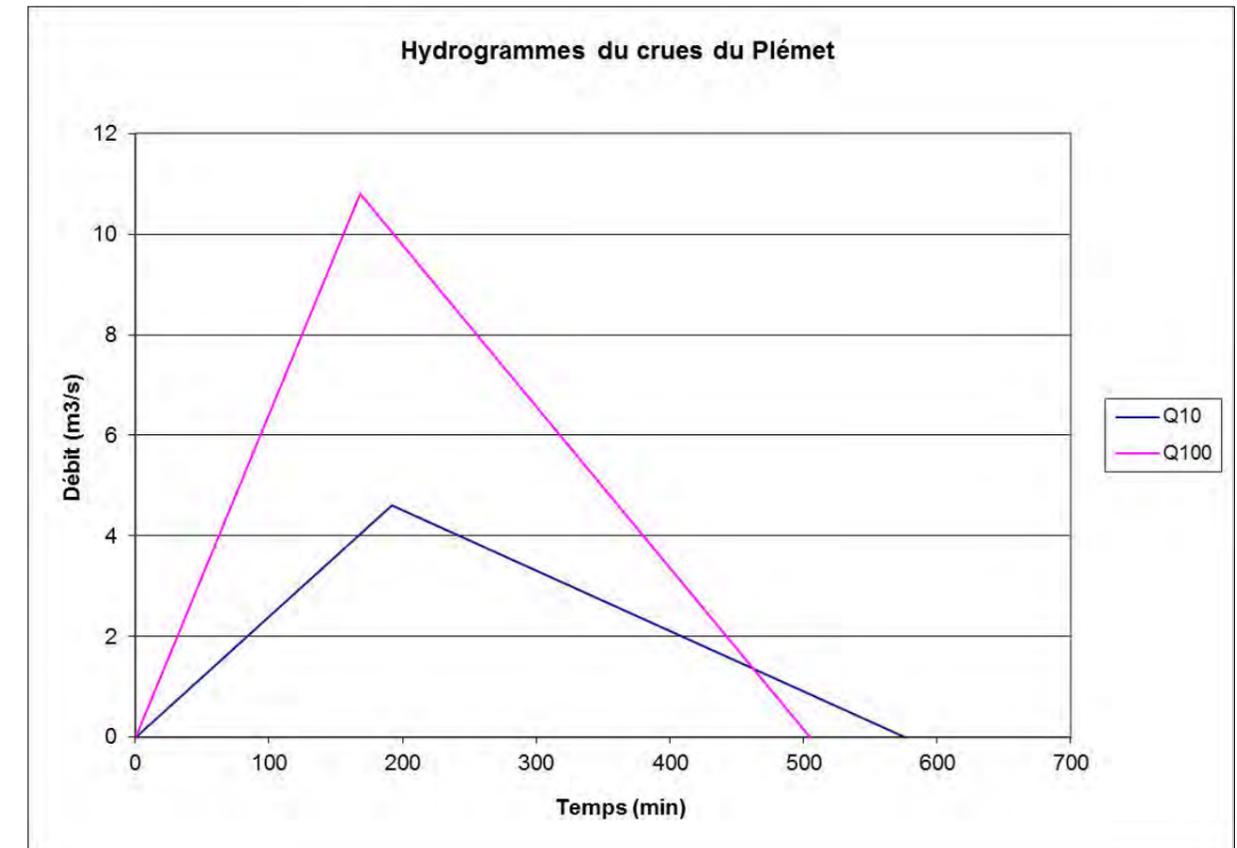
4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 192 mn - C = 0.36 lc = 8 mm/h	#NOMBRE!	#NOMBRE!	Tc = 168 mn - C = 0.47 lc = 14 mm/h
Formule rationnelle	8.961 m ³ /s			20.801 m ³ /s
Formule CRUPEDIX	4.640 m ³ /s			10.765 m ³ /s
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 4.6 m³/s

Q100 = 10.8 m³/s



Le Ninian
Fiche hydrologique
Méthode de calcul issue du « Guide technique de l'assainissement routier » - SETRA - octobre 2006

1 – Paramètres hydrologiques

	Méthode rationnelle		Pluies journalières P10 = 46 mm	Méthode CRUPEDIX	
	Coefficients de Montana			Coefficient Régional	
	a	b		Rapport Q100/Q10	
T = 10 ans – Tc < 30 mn	236.46	0.629		S < 20 km ²	#VALEUR!
T = 10 ans – Tc > 30 mn	263.22	0.66		S > 20 km ²	1.5
T = 100 ans – Tc < 30 mn	511.44	0.692			
T = 100 ans – Tc > 30 mn	638.4	0.739	P100 = 62 mm		

2 – Etat du bassin versant

	Surface	Coefficient de ruissellement C pour T = 10 ans
Routes		soit 0%
Zones urbanisées	0.00 km ²	soit 0%
cultures - bois forte pente		soit 0%
prairies	24.95 km ²	soit 100%
zones boisées		soit 0%
Caractéristiques du bassin versant total	24.950 km²	x

3 – Caractéristiques de l'écoulement principal

Altitude du point haut : 0.00 mNGF
 Altitude du point bas : 0.00 mNGF
 Pente moyenne : x
 Longueur totale : 0.000 km
 Vitesse moyenne d'écoulement : x

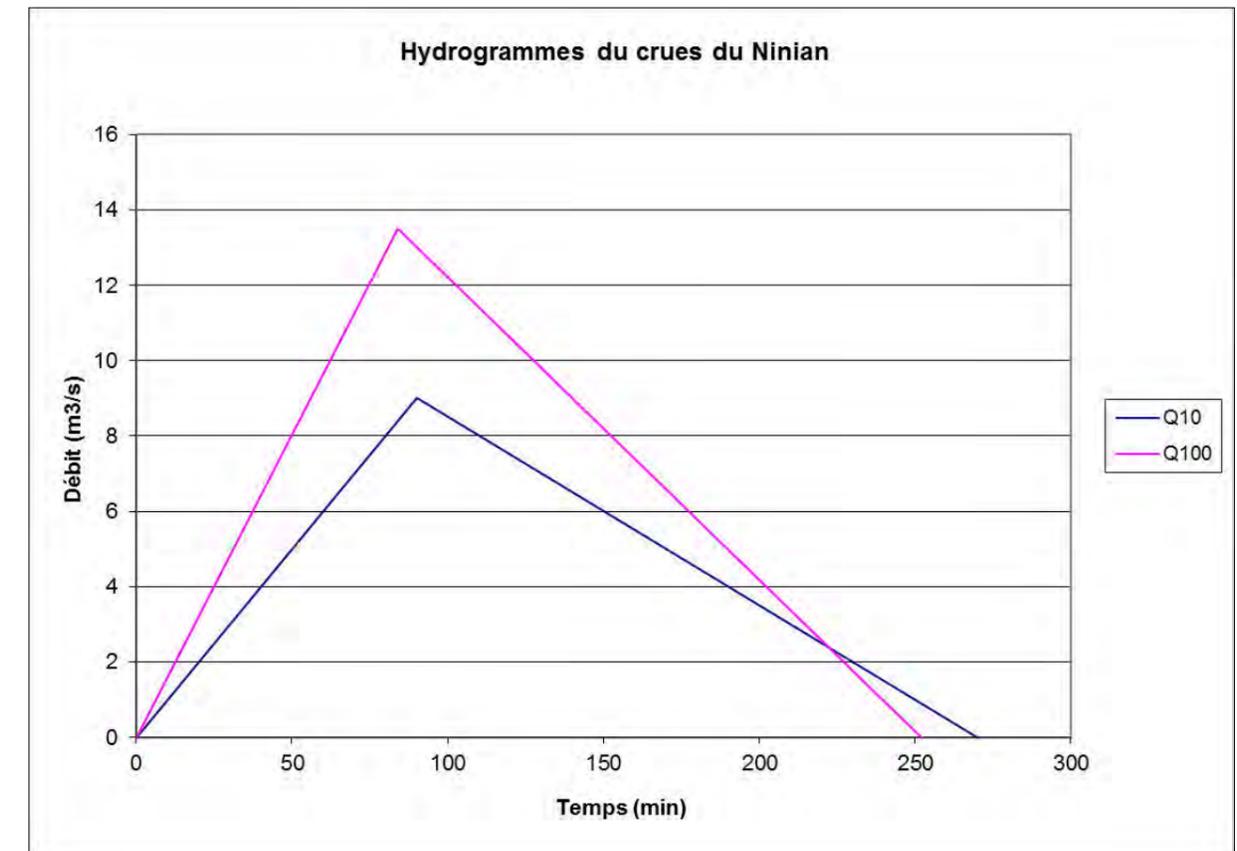
Temps de concentration Tc pour T = 10 ans	90 mn
--	--------------

4 – Calcul des débits de pointe

	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
	Tc = 90 mn - C = 0.80 lc = 14 mm/h	#DIV/0!	#DIV/0!	Tc = 84 mn - C = 0.80 lc = 24 mm/h
Formule rationnelle	-			-
Formule CRUPEDIX	8.974 m ³ /s			13.461 m ³ /s
Formule de transition	-			-

Débits de crue retenus

Q10 = 9.0 m³/s
Q100 = 13.5 m³/s



8 DETAIL DES RESULTATS DE CALCUL DU NINIAN

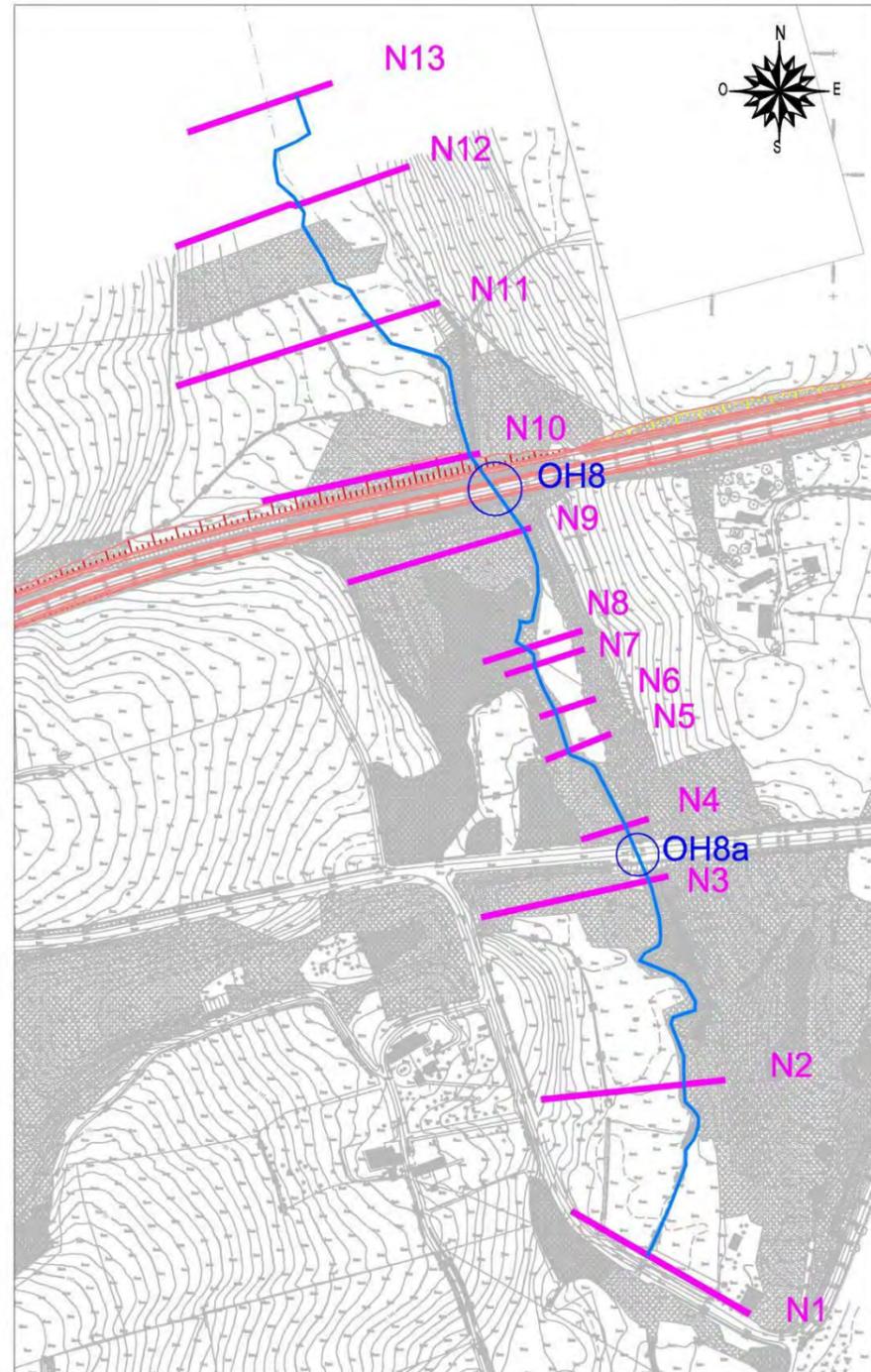


Figure 31 : Ninian - Localisation des profils en travers et ouvrages

Tableau 10 : Ninian - Détail des résultats en crue décennale

N° Profil	Crue décennale		
	Etat initial	Etat projet	
	Niveau d'eau (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)	Incidence (m)
13	129.46	129.46	0
12	128.74	128.74	0
11	128.13	128.11	-0.02
10	127.94	127.9	-0.04
OH8			
9	126.66	126.67	0.01
8	126.08	126.08	0
7	125.95	125.95	0
6	125.77	125.78	0.01
5	125.73	125.74	0.01
4	125.65	125.65	0
OH8a			
3	124.69	124.69	0
2	123.89	123.89	0
1	123.1	123.1	0

Tableau 11 : Ninian - Détail des résultats en crue centennale

N° Profil	Crue centennale		
	Etat initial	Etat projet	
	Niveau d'eau (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)	Incidence (m)
13	129.6	129.6	0
12	129.04	129.04	0
11	128.44	128.37	-0.07
10	128.33	128.16	-0.17
OH8			
9	126.82	126.84	0.02
8	126.25	126.28	0.03
7	126.19	126.23	0.04
6	126.1	126.15	0.05
5	126.07	126.13	0.06
4	126.01	126.07	0.06
OH8a			
3	124.88	124.9	0.02
2	124	124.02	0.02
1	123.22	123.23	0.01

9 DETAIL DES RESULTATS DE CALCUL DU PLEMET

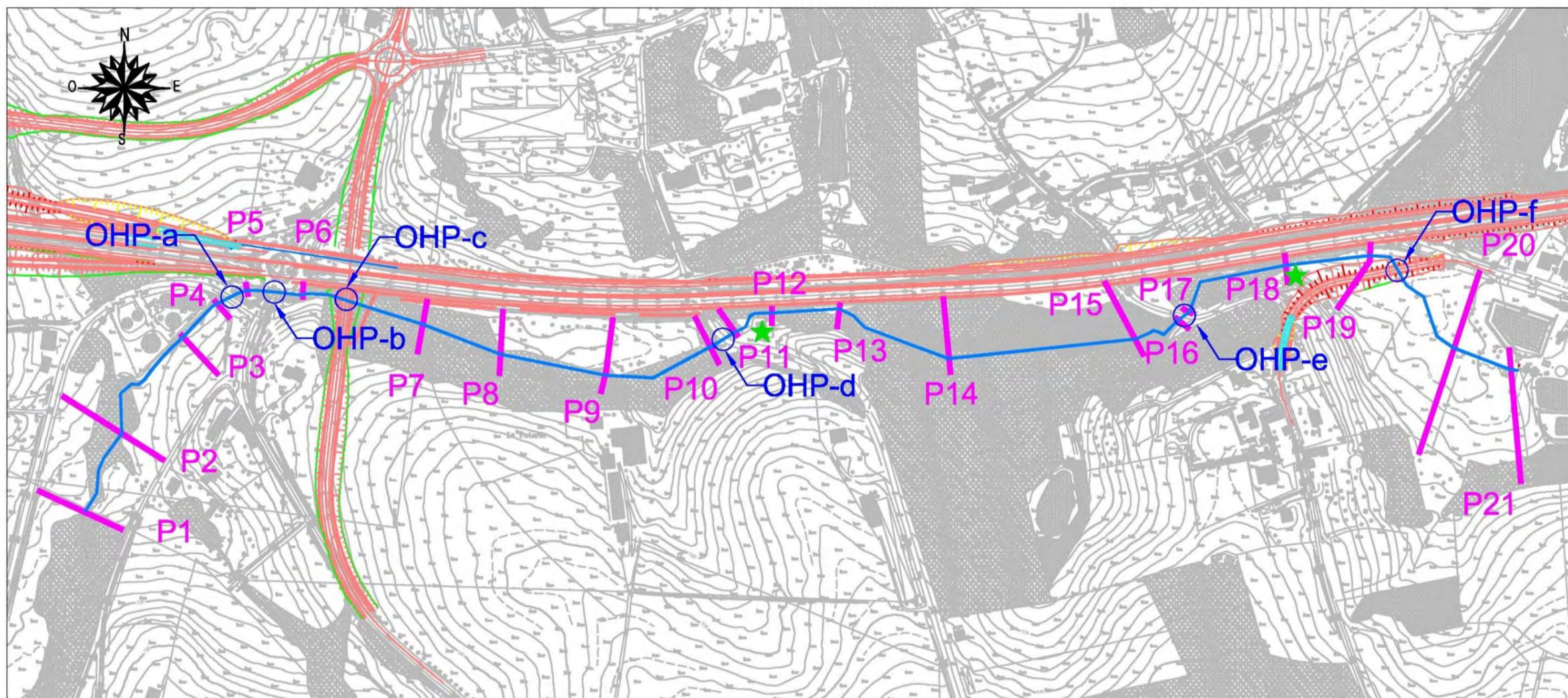


Figure 32 : Plémet- Localisation des profils en travers, ouvrages et enjeux

Tableau 12 : Plémet- Détail des résultats en crue décennale

Crue décennale			
N° Profil	Etat initial	Etat projet	
	Niveau d'eau (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)	Incidence (m)
24	122.78	122.78	0
23	122.22	122.22	0
22	121.23	121.23	0
21	120.43	120.43	0
20	119.97	120.08	0.11
OH P-f			
19	119.92	119.94	0.02
18	119.72	119.67	-0.05
17	119.37	118.95	-0.42
OH P-e supprimé			
16	118.77	118.77	0
15	118.44	118.44	0
14	117.97	118.01	0.04
13	117.89	117.94	0.05
12	117.82	117.87	0.05
11	117.81	117.87	0.06
OH P-d			
10	116.27	116.29	0.02
9	115.65	115.66	0.01
8	114.85	114.85	0
7	114.77	114.76	-0.01
OH P-c			
6	114.41	113.91	-0.5
OH P-b supprimé			
5	113.4	113.44	0.04
OH P-a			
4	112.59	112.62	0.03
3	112.33	112.35	0.02
2	111.23	111.25	0.02
1	111.01	111.02	0.01

Tableau 13 : Plémet- Détail des résultats en crue centennale

Crue centennale			
N° Profil	Etat initial	Etat projet	
	Niveau d'eau (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)	Incidence (m)
24	123.13	123.13	0
23	122.51	122.51	0
22	121.44	121.44	0
21	120.49	120.49	0
20	120.21	120.36	0.15
OH P-f			
19	120.19	120.21	0.02
18	119.99	119.91	-0.08
17	119.62	119.12	-0.5
OH P-e supprimé			
16	118.91	118.92	0.01
15	118.6	118.61	0.01
14	118.48	118.49	0.01
13	118.45	118.46	0.01
12	118.41	118.42	0.01
11	118.41	118.42	0.01
OH P-d			
10	116.47	116.47	0
9	115.77	115.76	-0.01
8	115.12	115.02	-0.1
7	115.07	114.95	-0.12
OH P-c			
6	114.83	114.12	-0.71
OH P-b supprimé			
5	113.83	113.84	0.01
OH P-a			
4	112.81	112.82	0.01
3	112.53	112.53	0
2	111.36	111.36	0
1	111.12	111.13	0.01