

Une ingénierie créative au service des équipements et infrastructures durables

# Aménagement d'un chemin d'accès piétonnier au château de Cassan Communes de Gabian et Roujan (34)

## Etude hydraulique

Communauté de Communes Avant-Monts du Centre Hérault

Aménagement d'un chemin d'accès piétonnier au château de Cassan  
sur les communes de Gabian et Roujan (34)

Etude hydraulique

Version	Date	Rédaction	Commentaire
FL34.C.0042 V1	09/2014	FQU	/

## Sommaire

Etude hydraulique.....	1
<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b>1</b>
<b>I. ETAT DE LIEUX - RECUEIL DE DONNEES.....</b>	<b>5</b>
<b>II. PRESENTATION DU PROJET .....</b>	<b>9</b>
<b>III. ANALYSE DE L'IMPACT HYDRAULIQUE DU PROJET .....</b>	<b>9</b>
III.1. Caractéristiques du projet.....	9
III.2. Impact sur la ligne d'eau en crue.....	9
III.2.1. Débits de projet.....	13
III.2.2. Modélisation.....	13
III.3. Impact sur la ligne d'eau hors crue.....	18
III.3.1. Estimation du débit .....	18
III.3.2. Modélisation.....	19
III.4. Proposition de modification du projet.....	22
III.4.1. Résultats des simulations.....	22
III.4.2. Traversée des réseaux.....	29
<b>IV. LE PROJET ET LA REGLEMENTATION.....</b>	<b>30</b>
<b>V. AVANTAGES/INCONVENIENTS.....</b>	<b>36</b>

## Index des cartes

Carte 1 – Localisation géographique (source : www.géoportail.fr) .....	5
Carte 2 – Extrait PPRi commune de Gabian / extrait PPRi commune de Roujan (source : DDTM34) .....	8
Carte 3 – Localisation des profils en travers (source : Grontmij) .....	11
Carte 4 – Profil en long et lignes d'eau en crue, état initial et projet (source : Grontmij).....	18
Carte 5 – Lignes d'eau en basses eaux, état initial et projet (source : Grontmij).....	21
Carte 6 – Lignes d'eau en crue, état initial et VARIANTE 1 (source : Grontmij).....	25
Carte 7 – Lignes d'eau en basses eaux, état initial et VARIANTE 2 (source : Grontmij) .....	25
Carte 8 – Lignes d'eau en crue, état initial et VARIANTE 1 avec embâcle (source : Grontmij) .	26
Carte 9 – Lignes d'eau en crue, état initial et VARIANTE 2 (source : Grontmij).....	29
Carte 10 – Lignes d'eau en basses eaux, état initial et VARIANTE 2 (source : Grontmij) .....	29
Carte 11 – Bassin versant intercepté par le projet (source : Grontmij) .....	31

## Index des tableaux

<i>Tableau 1 : Résultats des modélisations hydrauliques –Impact en crue – Etat initial .....</i>	15
<i>Tableau 2 : Comparaison étude Ipseau .....</i>	16
<i>Tableau 3 : Résultats des modélisations hydrauliques –Impact en crue - Etat projet .....</i>	17
<i>Tableau 4 : stations de mesures .....</i>	19
<i>Tableau 5 : Résultats des modélisations hydrauliques –Impact hors crue - Etat actuel.....</i>	20

<i>Tableau 6 : Résultats des modélisations hydrauliques –Impact hors crue - Etat futur – débit annuel .....</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 7 : Résultats des modélisations hydrauliques – Variante1.....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau 8 : Résultats des simulations hydrauliques – Variante 2.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 9 : Rubrique de la nomenclature loi sur l'eau.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 10 : Comparaison des variantes.....</i>	<i>36</i>

---

## Liste des Annexes

1	Présentation du projet
2	Résultats de la modélisation hydraulique Etat initial / Etat projet
3	Projet d'aménagement de berge en aval du pont de la RD13, Grontmij E&I, Juin 2014

# **A. Présentation du projet – données du contexte**

---

## Avant-propos

---

La Communauté de Communes Les Avant-Monts du Centre Hérault envisage l'aménagement d'un chemin piétonnier entre le village de Gabian et le château de Cassan, classé au titre des Monuments Historiques et situé sur la commune de Roujan. Le chemin doit relier le parking jouxtant l'ancienne cave coopérative et le château, avec création d'un passage à gué sur la Thongue en aval du pont de la RD13.

L'objectif est de faciliter l'accès piéton au site, dans un cadre paysager, et de profiter de l'aménagement pour restaurer le cours d'eau au droit du projet, afin d'améliorer le fonctionnement hydromorphologique du milieu.

Le projet comprend :

- 1200 ml de cheminement piétonnier entre le château de Cassan et le village de Gabian ;
- la construction d'un franchissement sur la rivière La Thongue ;
- l'aménagement de la berge en rive droite de la Thongue sur un linéaire de 100m ;
- la connexion des réseaux humides et secs par le nouvel ouvrage de franchissement ;
- la réhabilitation du poste de relevage des eaux usées existant (1000 EH) en bordure de la Thongue et la mise en place d'un poste supplémentaire de 110 EH pour les eaux usées provenant du château de Cassan.

La « *renaturation* » du cours d'eau à fait l'objet d'une étude spécifique (*dossier Grontmij n° FL34.D.0075*) qui a permis de définir les aménagements à prévoir au droit du cours d'eau, et qui a été validé par la Communauté de Communes et le Syndicat Mixte du Bassin du Fleuve Hérault en juin 2014.

Le présent dossier traite de l'analyse des aspects hydrauliques concernant le projet « <i>Aménagement d'un chemin d'accès piétonnier au château de Cassan</i> » sur les communes de Gabian et Roujan (34).
--

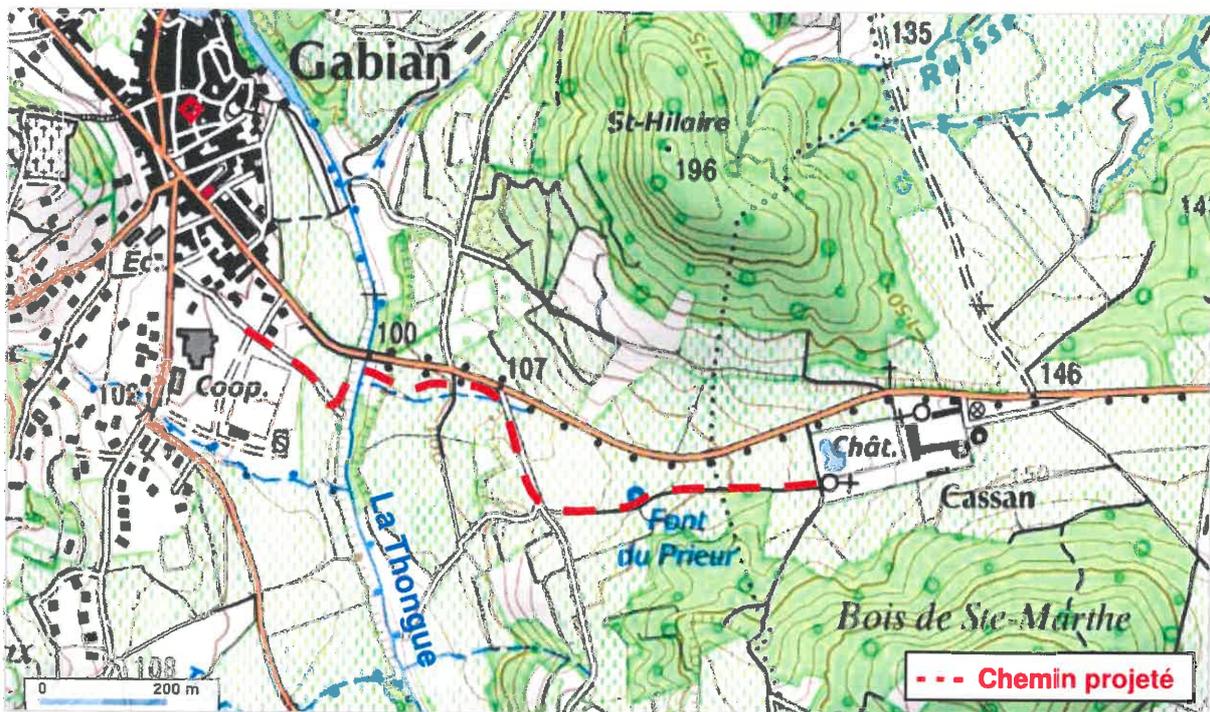
## **B. Incidence du projet sur les lignes d'eau**



## I. Etat de lieux - Recueil de données

Le chemin projeté s'inscrit dans le bassin versant de la Thongue, affluent direct de l'Hérault.

Il permet de relier le site du château de Cassan (*rive gauche*) à une zone de stationnement située en rive droite de la Thongue, et nécessite la réalisation d'un ouvrage de traversée en aval du pont de la RD13.



Carte 1 – Localisation géographique (source : [www.géoportail.fr](http://www.géoportail.fr))

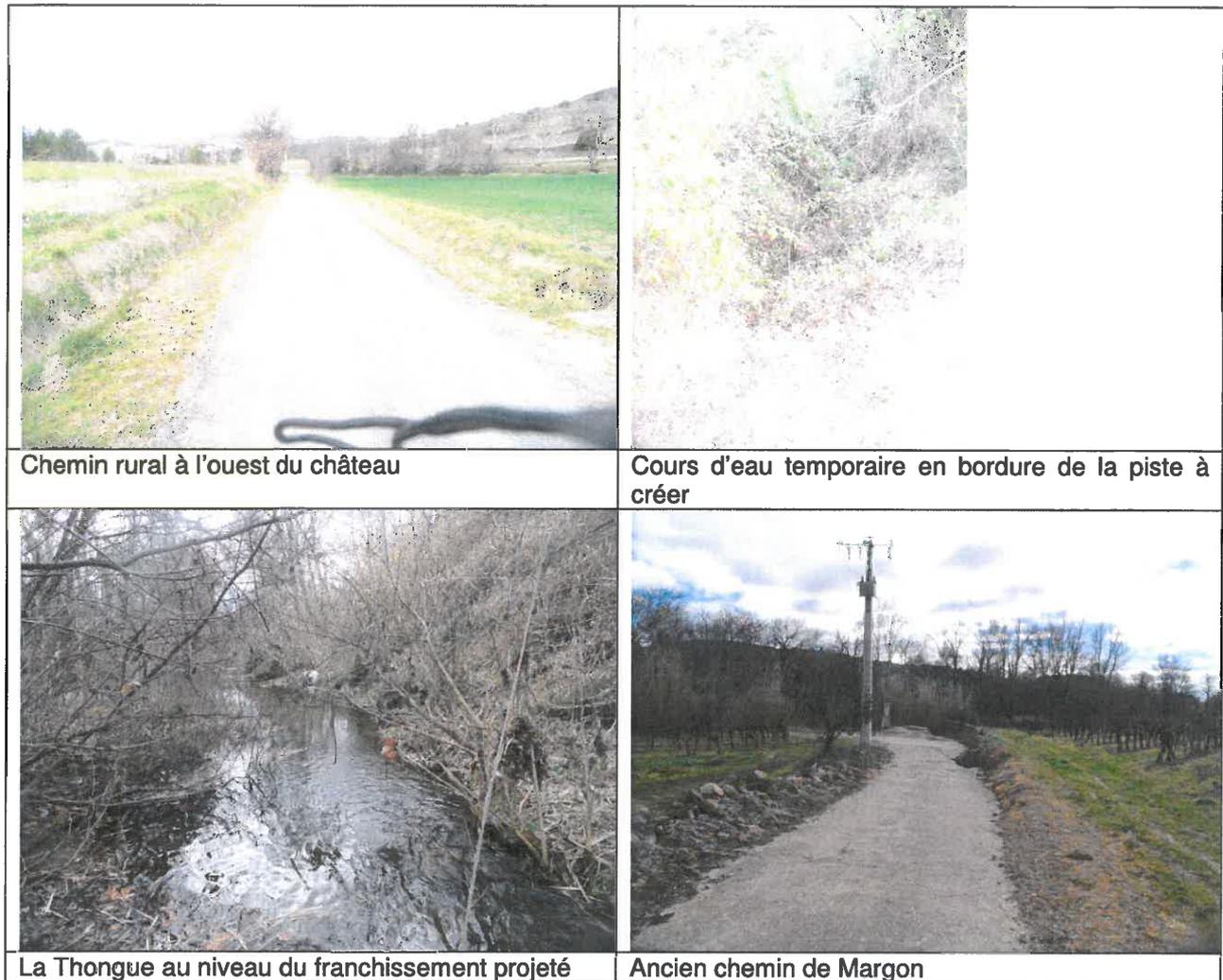
La zone est principalement occupée par des terres agricoles exploitées, excepté aux abords immédiats de la Thongue en rive gauche, où la végétation ligneuse se fait plus abondante :



Le Château de Cassan

Chemin entre le château et le chemin rural à l'ouest + fossé en bordure





La zone d'étude est impactée par le PPRI en vigueur sur les communes de Roujan et Gabian, approuvés par arrêtés préfectoraux respectivement le 3 juillet 2008 et le 17 mars 2000. Une partie du linéaire est en zone rouge R au PPRI de Gabian.

Sont admis en zone R :

« **CONSTRUCTIONS ET OUVRAGES NOUVEAUX**

[...]

- Les équipements d'intérêt général, lorsque leur implantation est techniquement irréalisable hors du champ d'inondation. Une étude hydraulique devra en définir les conséquences amont et aval et déterminer leur impact sur l'écoulement des crues, les mesures compensatoires à adopter visant à en annuler les effets et les conditions de leur mise en sécurité. Elle devra en outre faire apparaître les conséquences d'une crue exceptionnelle.

[...]

**TERRASSEMENTS**

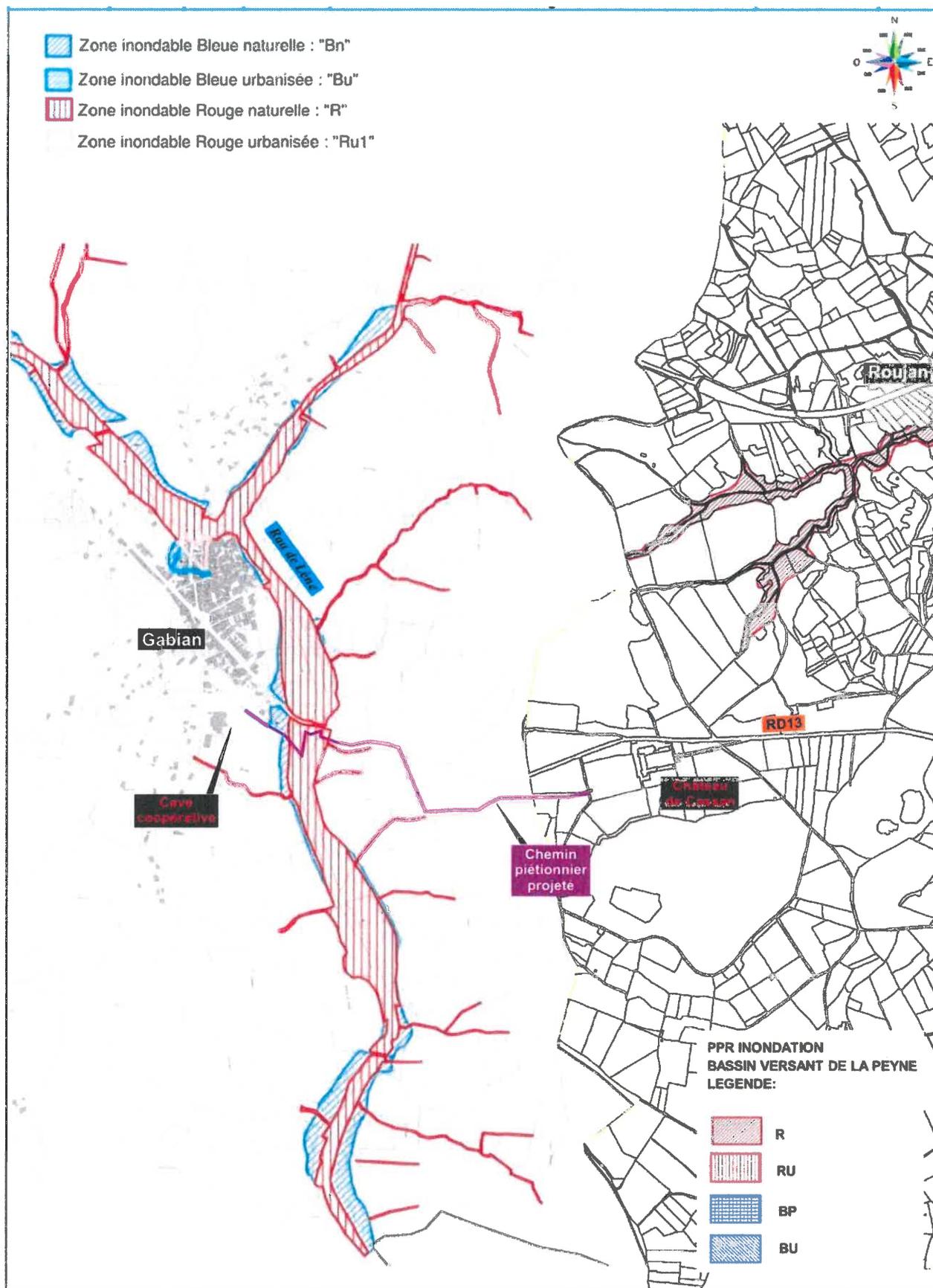
- Les terrassements après étude hydraulique qui en définirait les conséquences amont et aval, et dont l'objectif serait de nature à faciliter l'écoulement et à préserver le stockage ou l'expansion des eaux de crues.
- La réalisation de réseaux enterrés sous réserve qu'ils ne soient pas vulnérables aux crues
- La réalisation de petites voiries secondaires et peu utilisées (voies piétonnes, pistes cyclables, voies rurales et communales) au niveau du terrain naturel et qui ne créent pas d'obstacle à l'écoulement des crues.

**ENTRETIEN DU LIT MINEUR**

- L'entretien du lit mineur par déboisement sélectif ou enlèvement des atterrissements après procédure d'autorisation conformément aux dispositions de la Loi sur l'eau.
- L'entretien des berges par reboisement des talus érodés et entretien sélectif de la ripisylve, conformément aux orientations et aux préconisations du SDAGE

[...] »

D'autre part, conformément aux rubriques 3.1.1.0 et 3.2.2.0 de l'article R214-1 du Code de l'Environnement, le projet comprenant un franchissement de cours d'eau et une intervention (*I.O.T.A.*) en lit majeur de cours d'eau, une analyse hydraulique doit être réalisée pour caractériser l'impact et les éventuelles mesures compensatoires à prévoir.



Carte 2 – Extrait PPRi commune de Gabian / extrait PPRi commune de Roujan (source : DDTM34)

---

## II. Présentation du projet

---

Le projet de cheminement doux s'appuie sur des chemins existant, dont certains sont déjà imperméabilisés. Seule une portion de 335 ml est créée en voie nouvelle, afin de relier les deux rives (*depuis l'ancien chemin de Margon jusqu'au chemin rural à l'ouest du château*).

La piste aura une largeur comprise entre 3,00 et 4,00 m selon les tronçons (*voir annexe 1 – Présentation du projet*), en enrobé coloré.

L'ouvrage de franchissement doit à la fois :

- Avoir une cote suffisamment basse pour permettre de caler la voie au plus près du TN,
- Pouvoir être fonctionnel le plus souvent dans l'année,
- Etre transparent aux écoulements en crue.

Le cheminement doux sera utilisé par des piétons, des cycles, et éventuellement des calèches et/ou voitures électriques (*type voiture de golf*). Il sera fermé à la circulation routière et aux engins agricoles.

En parallèle à la création de la piste, la communauté de commune a souhaité intégrer un aménagement de berge en rive droite, sur lequel s'appuiera le projet. L'objectif est à la fois de rendre un aspect naturel au cours d'eau, et d'intégrer le projet au milieu naturel et de protéger celui-ci.

L'étude d'aménagement de berge est jointe en annexe 1 au présent dossier.

---

## III. Analyse de l'impact hydraulique du projet

---

### III.1. Caractéristiques du projet

Le projet proposé par le cabinet CETUR prévoit la création d'un ouvrage franchissant réalisé à l'aide de cadres alignés en fond de lit, avec une cote de la piste calée à environ 88,30 mNGF et une épaisseur de 30 cm, soit une cote sous face à 88,00 mNGF. Le fond du lit est à environ 87,40 mNGF au droit de l'ouvrage projeté.

Le projet prévoit la mise en place de 3 cadres de 1,00 m de largeur pour une hauteur de 0,60 m.

La largeur de l'ouvrage de franchissement est de 4,00 m.

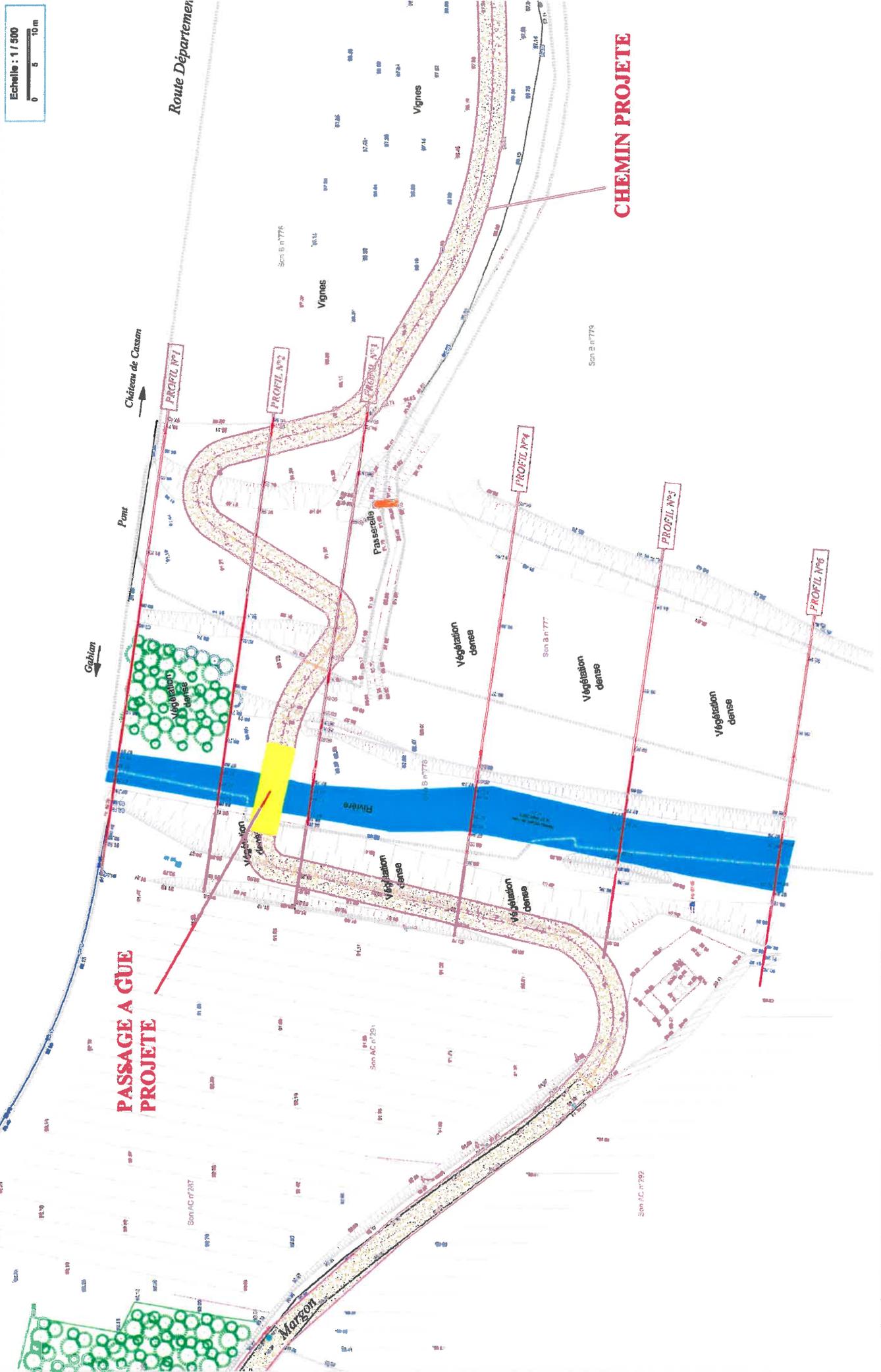
### III.2. Impact sur la ligne d'eau en crue

L'analyse des lignes d'eau en crue s'appuie :

- Pour l'état actuel : Sur les données du PPRi (*étude IPSEAU 1997*) et les levés topographiques complémentaires réalisés par Grontmij en mars 2013 (*carte 3*) ;
- Pour l'état projet : Sur les levés topographiques complémentaires réalisés par Grontmij en février 2014 et les coupes proposées pour l'aménagement de berge et les caractéristiques de l'ouvrage décrites précédemment.



Carte 3 – Localisation des profils en travers (source : Grontmij)





### III.2.1. Débits de projet

Les données hydrologiques utilisées sont celles du PPRi approuvé en 2000.

Le bassin versant considéré représente une superficie de 40 km<sup>2</sup>, avec des débits de pointe estimés aux valeurs suivantes :

Période de retour	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s)
10 ans	95
100 ans	450

### III.2.2. Modélisation

Une modélisation hydraulique est réalisée afin de définir la zone inondable et le fonctionnement hydraulique actuel, puis le modèle est modifié en prenant en compte le projet. Cette nouvelle simulation permet de déterminer les impacts liés à l'opération et les mesures compensatoires à mettre en place.

Le logiciel utilisé est HEC-RAS, de l'US Army Corps of Engineers. Ce code de calcul permet la modélisation unidimensionnelle des écoulements en régime permanent et transitoire. Il prend en compte divers type d'ouvrages, tels que les seuils, les buses, les ponts, etc....

Les données d'entrée nécessaires à la modélisation sont les débits de projet, le profil en travers pour chaque section, les coefficients de rugosité en lits mineur et majeur, ainsi que la cote de la ligne d'eau au niveau de la section aval, condition limite du modèle.

Pour une crue donnée et pour chaque profil, le logiciel fournit les différentes grandeurs hydrauliques permettant de caractériser les écoulements, notamment la cote de la ligne d'eau, la répartition des débits entre le lit mineur et les champs majeurs rive gauche et rive droite ainsi que les vitesses d'écoulement.

#### III.2.2.1. Situations modélisées

Deux configurations ont été modélisées :

- Etat initial : état de référence avant les travaux récents de terrassement
- Etat projet : topographie actuelle du site avec aménagements futurs

#### III.2.2.2. Définition des paramètres hydrauliques

##### a) Débits en tête

Les débits hydrologiques d'apport injectés en entrée du modèle (*Profil P6*) correspondent :

- au débit décennal déterminé dans l'étude Ipseau :  $Q_{10} = 95 \text{ m}^3/\text{s}$  ;
- au débit centennal déterminé dans l'étude Ipseau :  $Q_{100} = 450 \text{ m}^3/\text{s}$  ;
- au débit exceptionnel défini comme étant égal à 1,8 fois le débit centennal :  $Q_{exc} = 810 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Q10	Q100	Qexc
95 m <sup>3</sup> /s	450 m <sup>3</sup> /s	810 m <sup>3</sup> /s

### b) Condition limite aval

Il a été choisi comme condition aval de prendre la cote de la ligne d'eau au niveau du profil n°5 de l'étude Ipseau correspondant au profil "P1" dans notre modèle. Cette cote est de 92.35 mNGF pour un événement centennal.

Ne disposant pas de données de calage (*lois hauteur-débit déjà établies ou cotes connues*) pour les autres occurrences de crues, il a été retenu de prendre la cote normale comme condition aval. Celle-ci est calculée par le modèle suivant la formule de Manning-Strickler, nécessitant notamment la connaissance de la pente de la ligne d'énergie, supposée ici égale à la pente moyenne du cours d'eau sur le secteur, d'une valeur de 5 ‰.

Ainsi, les valeurs des conditions aux limites (CL) retenues sont les suivantes :

CL aval 10	CL Aval 100	CL Aval exc
Cote normale	Ligne d'eau connue : 92.35 mNGF	Cote normale

### c) Coefficients de rugosité

En théorie, l'évaluation des coefficients de rugosité ne dépend que du tirant d'eau et de la dimension caractéristique des matériaux constitutifs du lit. Cependant, dans le cadre d'une modélisation filaire on sait d'expérience que ces coefficients prennent également en compte les pertes de charges dues aux turbulences. De fait, la quantification des coefficients de rugosité relève plus de l'expertise de terrain que de l'application d'une nomenclature donnée.

Les valeurs du coefficient de Strickler ( $K_s$ ) retenues ici émanent du retour d'expérience de Grontmij suite aux visites de terrain de mars 2013 et février 2014 :

- Compte tenu de la forte végétalisation du lit et des berges avant les travaux de terrassement, le modèle initial a été calé en prenant en compte un coefficient de rugosité égal à 10 dans le lit mineur et le lit majeur.
- Suite aux travaux en rivière réalisés et à venir, les coefficients de rugosité sont estimés à 10 pour le champ majeur en rive gauche, très encombré (*végétation, obstacles*), et 35 pour le lit mineur et la rive droite (*éradication de la quasi-totalité de la végétation lors des travaux – remarque : végétation composé d'un peuplement mono spécifique de cannes de Provence considérées comme invasives*).

### III.2.2.3. Résultats

Pour chaque profil et chacune des occurrences étudiées, le modèle fournit notamment la ligne d'eau et les vitesses en lit mineur et champ majeur.

Le profil en long et les profils en travers obtenus sont annexés (annexe 2) en fin du présent rapport. Les résultats détaillés sont également présentés sous forme de tableaux.

**a) Etat initial**

Les tableaux suivant présentent les résultats de la modélisation :

**Q10**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	95	87.57	91.41	0.81	94.18	0	0.28	1.09	0.04	42.69	Fluvial
5	95	87.42	91.32	7.84	85.13	2.03	0.57	1.31	0.45	50.8	Fluvial
4	95	87.57	91.27	17.92	75.15	1.93	0.82	1.29	0.38	48.13	Fluvial
3	95	86.88	91.16	20.76	64.94	9.29	0.69	1.39	0.55	62.48	Fluvial
2	95	87.03	91.09	23.59	62.39	9.01	0.69	1.28	0.54	61.43	Fluvial
1	95	86.39	91.01	21.92	66.75	6.33	0.68	1.21	0.56	58.03	Fluvial
0.01	95	86.69	90.74	19.25	71.67	4.08	0.75	1.44	0.5	53.02	Fluvial

**Q100**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	450	87.57	93.63	43.96	351.61	54.43	1.17	2.19	0.71	143.25	Fluvial
5	450	87.42	93.56	103.71	256.76	89.54	1.41	2.16	0.87	137.29	Fluvial
4	450	87.57	93.48	122.69	232	95.31	1.39	2.23	0.96	129.97	Fluvial
3	450	86.88	93.34	153.93	177.21	118.86	1.55	2.3	1.06	117.09	Fluvial
2	450	87.03	93.2	159.26	187.99	102.75	1.68	2.36	0.9	137.93	Fluvial
1	450	86.39	93.04	140.23	206.37	103.4	1.71	2.36	1.03	109.22	Fluvial
0.01	450	86.69	92.35	138.27	233.82	77.91	2.14	3.1	1.28	92.33	Fluvial

**Qexceptionnel**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	810	87.57	95.36	95.76	451.24	263	1.24	2.06	0.98	190.62	Fluvial
5	810	87.42	95.31	175.32	339.43	295.26	1.35	2.11	1.06	183.54	Fluvial
4	810	87.57	95.26	226.31	294.96	288.73	1.39	2.08	1.17	155.01	Fluvial
3	810	86.88	95.17	260.32	222.6	327.08	1.58	2.17	1.29	130.24	Fluvial
2	810	87.03	95.12	233.43	215.04	361.53	1.51	2	1.1	161.94	Fluvial
1	810	86.39	95.01	223.72	258.66	327.62	1.68	2.18	1.27	126.04	Fluvial
0.01	810	86.69	94.7	236.23	279.54	294.23	1.89	2.48	1.4	117.2	Fluvial

Tableau 1 : Résultats des modélisations hydrauliques – Impact en crue – Etat initial

Calage du modèle, comparaison avec l'étude Ipseau de 1997

Les résultats obtenus en termes de hauteurs d'eau sont similaires à ceux figurant dans l'étude Ipseau de 1997. Le tableau ci-après compare les résultats :

Ligne d'eau (mNGF)	POUR Q100	
	MODELE GEI 2014	MODELE IPSEAU 1997
Profil P1 (GEI) = P5 (Ipseau)	92.35	92.35
Profil P6 (GEI) = Aval pont RD13 (Ipseau)	93.63	93.70

Tableau 2 : Comparaison étude Ipseau

Les résultats obtenus sont équivalents.

Les différences observées peuvent être liées :

- au logiciel de calcul : les modèles ont été réalisés par deux moteurs de calcul différents ;
- au nombre de profils utilisés et à l'interpolation des profils : le modèle réalisé dans le cadre de la présente étude repose sur 6 profils connus, interpolés tous les 7 mètres afin d'obtenir des transitions plus douces et réalistes, contre 2 profils pour le modèle hydraulique d'Ipseau ; le modèle GEI est donc plus précis ;

*Remarque : évaluer l'impact du projet nécessite un raisonnement relatif état actuel/état projeté, et non pas absolu ; les différences observées entre les deux modèles (GEI et Ipseau) importent donc peu.*

Hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement :

Au droit du projet d'aménagement, les caractéristiques suivantes sont observées :

- une capacité du lit mineur largement inférieure à la crue décennale.

Les hauteurs de submersion en rive droite/rive gauche à proximité du cours d'eau atteignent 2.0/2.6 mètres pour une période de retour de 10 ans, 4.2/4.8 mètres pour 100 ans et 6.0/6.6 mètres pour un événement exceptionnel.

- une vitesse moyenne modérée en lit mineur (entre 1,1 et 2,4 m/s selon l'occurrence de l'événement) et en champ majeur (entre 0,3 et 1,8 m/s).

**b) Etat projet**

La modélisation de l'état aménagé conduit aux résultats suivants :

**Q10**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	95	87.23	90.97		95			1.53		33.94	Fluvial
5	95	87.26	90.92		93.91	1.09		1.71	0.5	38.8	Fluvial
4	95	87.57	90.95	4.98	58.21	31.81	0.29	1.41	1.15	40.94	Fluvial
ouvrage											
aval	95	87.34	90.91	4.61	64.11	26.28	0.26	1.49	1.09	42.94	
3	95	86.88	90.9	5.72	72.81	16.47	0.25	1.54	0.93	49.36	Fluvial
2	95	87.03	90.85	8.82	80.34	5.84	0.31	1.7	0.63	55.53	Fluvial
1	95	86.39	90.85	8.15	80.19	6.66	0.29	1.52	0.76	54.15	Fluvial
0.01	95	86.69	90.72	18.66	70.86	5.48	0.74	1.43	0.78	50.93	Fluvial

**Q100**

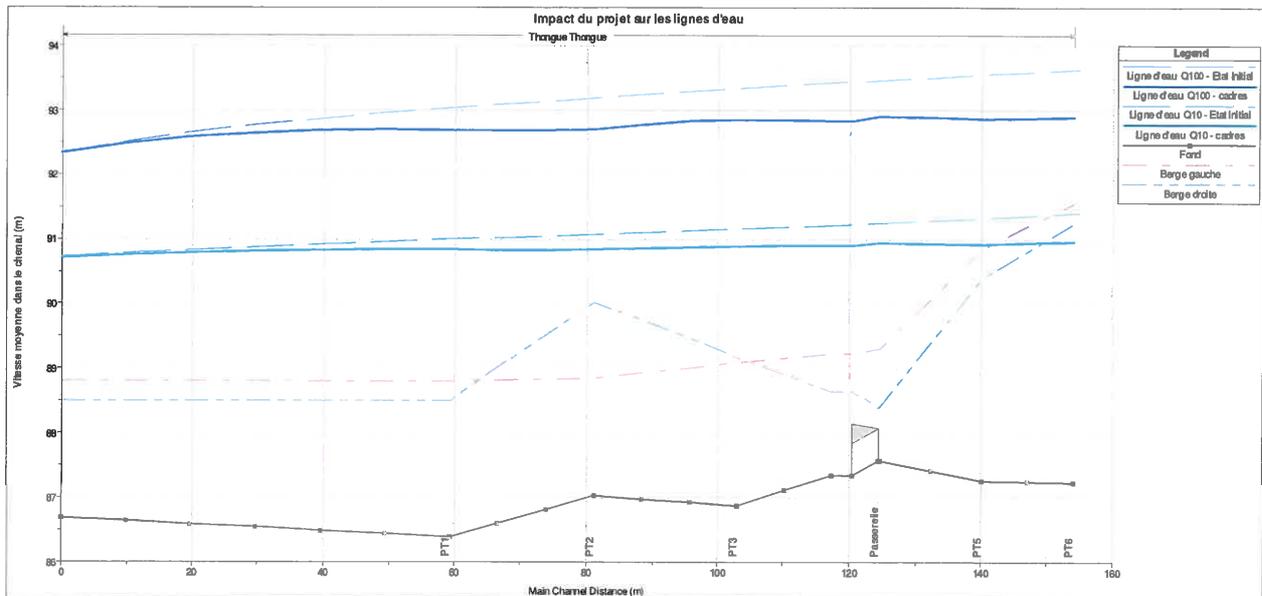
Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	450	87.23	92.9	27.35	395.06	27.59	0.66	3.29	1.05	94.12	Fluvial
5	450	87.26	92.88	37.01	341.98	71	0.7	3.45	1.29	109.14	Fluvial
4	450	87.57	92.91	48.67	239.44	161.9	0.71	3.46	1.64	110.76	Fluvial
ouvrage											Fluvial
aval	450	87.34	92.84	50.83	248.77	150.4	0.71	3.54	1.64	109.04	Fluvial
3	450	86.88	92.86	59.81	241.69	148.5	0.72	3.25	1.69	94.32	Fluvial
2	450	87.03	92.71	71.48	275.49	103.03	0.89	3.63	1.45	106.19	Fluvial
1	450	86.39	92.7	61.6	276.96	111.44	0.84	3.38	1.42	100.89	Fluvial
0.01	450	86.69	92.35	139.76	236.35	73.89	2.16	3.13	1.25	92.33	Fluvial

**Qexceptionnel**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	810	87.23	94.98	60.04	483.98	265.98	0.62	2.64	1.23	180.62	Fluvial
5	810	87.26	94.97	72.47	410.79	326.75	0.62	2.8	1.35	179.22	Fluvial
4	810	87.57	94.98	93	278.09	438.91	0.62	2.82	1.6	153.54	Fluvial
ouvrage											Fluvial
aval	810	87.34	94.93	100.06	288.29	421.65	0.66	2.89	1.63	146.94	Fluvial
3	810	86.88	94.91	112.59	298.43	398.99	0.73	2.9	1.68	129.3	Fluvial
2	810	87.03	94.93	103.23	285.42	421.34	0.69	2.59	1.4	161.43	Fluvial
1	810	86.39	94.87	96.46	322.54	391	0.74	2.77	1.59	125.71	Fluvial
0.01	810	86.69	94.73	238.08	281.12	290.8	1.89	2.48	1.38	117.22	Fluvial

Tableau 3 : Résultats des modélisations hydrauliques –Impact en crue - Etat projet

Le profil en long suivant permet de visualiser l'impact du projet sur les lignes d'eau :



Carte 4 – Profil en long et lignes d'eau en crue, état initial et projet (source : Grontmij)

On note que l'aménagement du cours d'eau (*ouverture du lit, création de risberme, suppression de la végétation ligneuse surabondante*) conduit à un abaissement de la ligne d'eau par rapport à l'état initial PPRi.

Le projet de réaménagement des berges est conçu de façon à supporter les vitesses attendues (*voir étude spécifique en annexe 1*).

L'ouvrage de franchissement ne provoque pas d'augmentation de la ligne d'eau, que ce soit en crue décennale, centennale ou exceptionnelle, il est donc compatible avec le règlement du PPRi.

**Remarque :** Notons cependant qu'au vu des vitesses et des forces tractrices calculées dans l'étude d'aménagement de berge, il est probable qu'un passage à gué de ce type soit largement endommagé lors des crues.

### III.3. Impact sur la ligne d'eau hors crue

Outre l'impact du projet en crue, il est indispensable de connaître également l'incidence de l'ouvrage pour des débits plus fréquents.

Rappelons notamment la rubrique 3.1.1.0 de la nomenclature, pour laquelle il doit être précisé l'impact de l'ouvrage sur les lignes d'eau pour le débit moyen annuel.

#### III.3.1. Estimation du débit

Il n'existe pas de station de mesure sur la Thongue, nous ne disposons par conséquent d'aucune donnée relative au débit moyen annuel.

Celui-ci sera estimé par analogie avec les bassins versants jaugés équivalents.

Cette méthode, bien qu'empreinte d'incertitudes liées notamment à la différence des superficies de bassin versant intercepté, à la nature géologique ou à l'occupation des sols de ces bassins versants, reste la seule méthode permettant d'obtenir le module sur un cours d'eau non jaugé.

L'analyse sera donc faite sur plusieurs stations, afin d'avoir un intervalle fiable.

Les stations de mesure envisagées, et les caractéristiques associées sont les suivantes :

Cours d'eau	Station	Longueur de la chronique d'observation	Superficie BV (km <sup>2</sup> )	Module moyen interannuel (m <sup>3</sup> /s)	Distance zone d'étude (km)
ORB	Celhès	25 ans	85	1.72	35
MARE	Pradal	49 ans	114	2.33	18
LERGUE	Lodève	56 ans	228	4.52	25

Tableau 4 : stations de mesures

Nous appliquons ici la formule de Myer :

$$Q1/Q2 = (S1/S2)^\alpha$$

Avec ici S1 = 40 km<sup>2</sup>, et  $\alpha$  compris entre 0,7 et 1

Pour  $\alpha = 1$ , on arrive à une valeur de module de 0,8 m<sup>3</sup>/s quelle que soit la station de référence retenue. Pour  $\alpha = 0,8$  les valeurs obtenues pour la Thongue sont de 0,94 / 1 / 1,12 selon la station de référence envisagée.

Nous proposons de retenir pour les simulations la valeur de 1 m<sup>3</sup>/s qui est une valeur moyenne et qui correspond aux calculs réalisés à partir de la station de la Mare au Pradal, la plus proche en distance et en territoire.

### III.3.2. Modélisation

#### III.3.2.1. Situations modélisées

Deux configurations ont été modélisées :

- Etat initial : état de référence avant les travaux récents de terrassement
- Etat projet : topographie actuelle du site avec aménagements projetés

#### III.3.2.2. Définition des paramètres hydrauliques

##### a) Débits en tête

Les débits hydrologiques d'apport injectés en entrée du modèle (*Profil P6*) sont les suivants :

- Débit minimal : Qmin = 0,8 m<sup>3</sup>/s ;
- Module moyen interannuel : Mod = 1 m<sup>3</sup>/s ;
- Débit de mise hors d'eau défini comme 2 fois le module : Qpro = 2 m<sup>3</sup>/s.

Qmin	Mod	Qpro
0,8 m <sup>3</sup> /s	1 m <sup>3</sup> /s	2 m <sup>3</sup> /s

##### b) Condition limite aval

La cote normale est retenue comme condition. Celle-ci est calculée par le modèle suivant la formule de Manning-Strickler, nécessitant notamment la connaissance de la pente de la ligne d'énergie, supposée ici égale à la pente moyenne du cours d'eau sur le secteur, d'une valeur de 5‰. Ainsi, les valeurs des conditions aux limites (CL) retenues sont les suivantes :

**PROJET D'AMENAGEMENT DE  
BERGE EN AVAL DU PONT DE  
LA RD 13**



## **SOMMAIRE**

<b>I. Principes d'aménagement</b>	<b>4</b>
<hr/>	
I.1. Contrainte .....	4
I.2. Choix du scénario .....	4
<hr/>	
<b>II. Le modèle hydraulique</b>	<b>5</b>
<hr/>	
II.1.Principe .....	5
II.2.Présentation du modèle.....	6
II.3.Définition des paramètres hydrauliques.....	6
<hr/>	
<b>III. Analyse hydraulique</b>	<b>8</b>
<hr/>	
<b>IV. Principes de réalisation des aménagements préconisés</b>	<b>12</b>
<hr/>	
IV.1. Aménagement de la berge en rive droite.....	12
IV.2. Restauration du lit de la Thongue .....	15

---

## Préambule

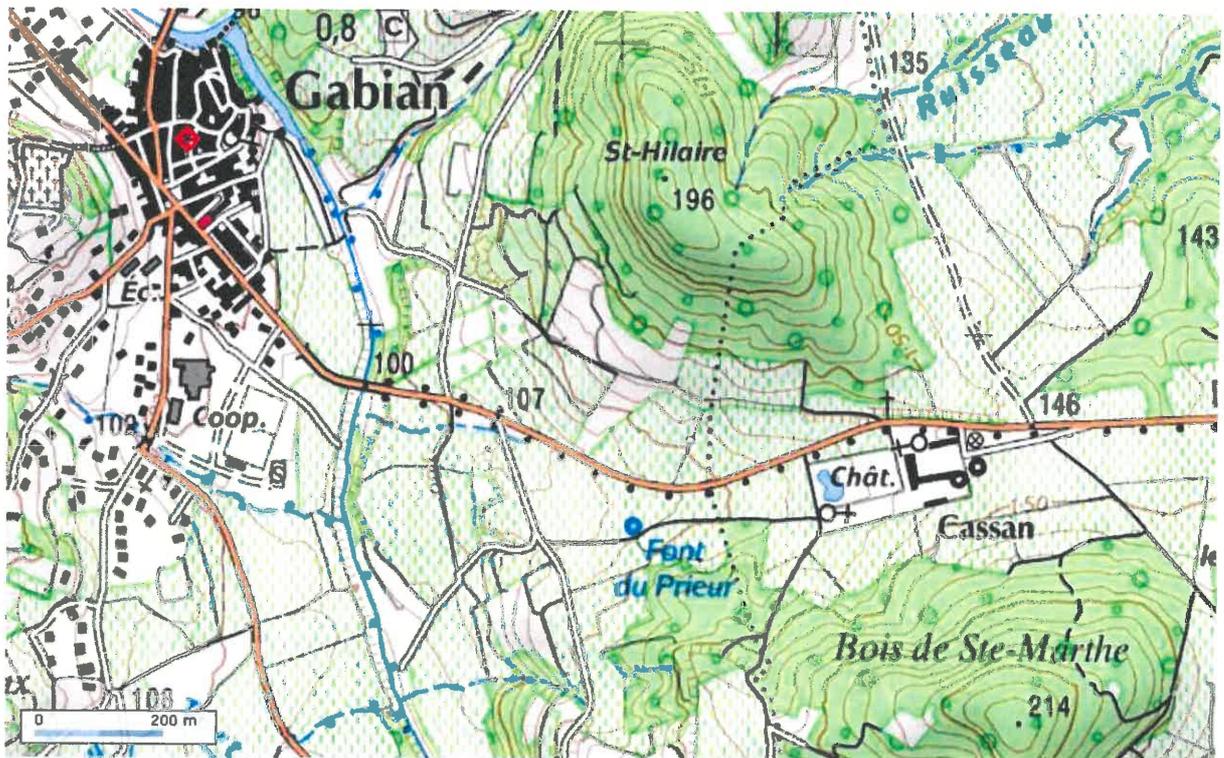
---

Le château de Cassan est un monument historique situé sur la commune de Roujan, dans le département de l'Hérault en bordure de la RD13. Pour faciliter l'accès au site dans un cadre paysager, un projet prévoit la construction d'un chemin piétonnier depuis le parking situé à proximité de la cave coopérative de la commune de Gabian.

Le futur chemin, doit longer le cours d'eau de la Thongue sur 100 m en rive droite et le traverser par un passage à gué busé, avant de poursuivre vers le château.

Dans la cadre de ce projet, la présente étude vise à proposer des aménagements de berges compatibles avec la création du chemin piétonnier et les conditions d'écoulement de la Thongue.

Parallèlement, l'étude vise à définir une proposition de restauration du cours d'eau sur l'ensemble du linéaire concerné par le chemin piétonnier afin d'améliorer le fonctionnement hydromorphologique du milieu aujourd'hui largement altéré (banalisation des faciès d'écoulement et traces d'incisions visibles).



---

# I. Principes d'aménagement

---

## I.1. Contrainte

Le projet est soumis à un certain nombre de contraintes qu'il est nécessaire de prendre en compte dans la conception de la voie de circulation comme dans la renaturation du site.

**Pour la voie de communication**, elle devra permettre la circulation de véhicules électriques ou hippomobiles et de piétons, ce qui entraîne des contraintes de conception particulières :

- Largeur circulaire de 4 m
- Pente de 5 % maximum
- revêtement en enrobé

**Pour la renaturation :**

- Le pont de la RD 13.
- Le site a été complètement dégradé par des travaux dans le cours d'eau et en rive droite.
- Les observations de terrain montrent une tendance à l'incision.

**Pour le site :**

- Le pylône électrique ne peut pas être déplacé. Il est situé à 12 m de la Thongue en rive droite. Le projet de voie de circulation devra s'inscrire entre la Thongue et ce pylône.
- Le profil en long du chemin d'accès (Chemin de Margon) ne peut pas être modifié et les contraintes de circulation imposent la position du passage à gué. Cette donnée contraint la pente de la voie de communication en rive droite.
- Le poste de relevage au bout du chemin.

## I.2. Choix du scénario

Plusieurs pistes d'aménagements étaient possibles pour définir positionner la voie de communication en intégrant la renaturation de la Thongue. Après analyse, il s'avère que les contraintes du site limitent fortement les possibilités de positionnement de la voie de communication. Les possibilités étudiées sont :

1. Le déplacement de la voie en rive droite pour définir un espace de liberté au cours d'eau, avec création d'une risberme.

2. L'adoucissement de la pente de la voie de communication pour la positionner sur une risberme submersible pour les crues moyennes.
3. Le maintien de la voie de communication dans la configuration définie par le Cabinet Cetur avec un aménagement des berges et une restauration de la Thongue dans son espace actuel.

En raison des contraintes de site et de circulation, présentés ci-dessus, une analyse simple montre que la solution 1 ne peut pas être déployée à cause du pylône électrique et que la solution 2 ne peut pas être déployée à cause de la pente de la voie de communication qui est contrainte par l'altitude du point de liaison avec le chemin de Margon et la position du passage à gué.

C'est donc la solution 3 qui sera étudiée dans le cadre de ce projet.

---

## **II. Le modèle hydraulique**

---

### **II.1. Principe**

A partir des levés réalisés par notre équipe sur le secteur (Février 2014) complétés des levés initiaux de mars 2013 des zones pour lesquelles la topographie n'a pas été modifiés par les travaux récents (localisation des levés : Figure 2), un modèle hydraulique a été construit au droit de la zone d'étude.

Ce modèle a pour but :

- de caractériser le fonctionnement actuel du cours d'eau, ce qui permet de définir un état de référence ;
- de déterminer l'incidence des futurs aménagements, en comparant la situation actuelle avec celle post-aménagement.

Afin d'estimer les types d'aménagements compatibles avec les conditions d'écoulement en crue, un modèle hydraulique filaire a été réalisé.

Ce dernier permet d'estimer certaines grandeurs hydrauliques afin d'estimer les plus significatives telles que les vitesses d'écoulement, les forces tractrices et les puissances spécifiques.

## II.2. Présentation du modèle

Le logiciel utilisé<sup>1</sup> est un code de calcul permettant la modélisation unidimensionnelle des écoulements en régime permanent ou transitoire, et gérant les passages en torrentiel.

Il prend également en compte divers type d'ouvrages, tels que les seuils, les buses, les ponts....

Les données d'entrée nécessaires à la modélisation sont les débits de projet ou les hydrogrammes, le profil en travers pour chaque section, les coefficients de rugosité en lits mineur et majeur, la distance inter profils, ainsi que la cote de la ligne d'eau au niveau de la section aval, condition limite du modèle.

Pour une crue donnée, le logiciel fournit les différentes grandeurs hydrauliques permettant de caractériser les écoulements (ligne d'eau, niveau de charge) ainsi que des paramètres permettant le dimensionnement des aménagements telles que les vitesses d'écoulement, les forces tractrices...

## II.3. Définition des paramètres hydrauliques

### II.3.1. Condition limite aval

Le modèle réalisé est calé en prenant en considération la géométrie initiale du domaine étudié ainsi que les éléments compris dans l'étude de détermination des zones inondables sur la commune de Gabian<sup>2</sup> : débit de la crue de référence du 30 septembre 1964 (450m<sup>3</sup>/s) correspondant à une crue d'occurrence centennale et hauteurs d'eaux connues (130,6 m NGF 130 mètres en amont de la RD 146 et 102,64 m NGF au droit de cette même route)<sup>3</sup>.

Ne disposant pas de données de calage (lois hauteur-débit déjà établies ou de cotes connues) pour les autres occurrences de crues prises en compte (notamment du débit de pleins bords), la condition limite aval retenue est par défaut la cote normale ; celle-ci est calculée par le modèle suivant la formule de Manning-Strickler, nécessitant notamment la connaissance de la pente de la ligne d'énergie, supposée ici égale à la pente moyenne du cours d'eau sur le secteur, d'une valeur de 5 ‰.

Suite au calage du modèle sur ces paramètres initiaux :

- une première analyse consiste à analyser la modification des conditions d'écoulement résultant des travaux en rivières récemment réalisés,

---

<sup>1</sup> HEC-RAS, de l'US Army Corps of Engineers

<sup>2</sup> Ipseau, 1997

<sup>3</sup> Sogreah, 1968

- une deuxième, réalisée à partir d'une géométrie intégrant une proposition d'aménagement de la rive droite, consiste à estimer certaines grandeurs hydrauliques (vitesses d'écoulement et forces tractrices...) permettant d'évaluer la compatibilité des aménagements proposés avec les conditions d'écoulement en crue.

### II.3.2. Coefficients de rugosité

Les valeurs de rugosités retenues ne sont pas issues d'une nomenclature particulière, mais émanent du retour d'expérience acquis par notre équipe sur les cours d'eau régionaux. En théorie, si l'évaluation des coefficients de rugosité ne dépend que du tirant d'eau et de la dimension caractéristique des matériaux constitutifs du lit, on sait d'expérience que dans le cadre d'une modélisation filaire, ces coefficients prennent en compte également les pertes de charges dues aux turbulences. Dans ces conditions, la quantification des coefficients de rugosité relève plus de l'expertise de terrain que de l'application d'une nomenclature donnée.

- Compte tenu de la forte végétalisation du lit avant les récents travaux de terrassement, le modèle initial a été calé en prenant en compte des coefficients de rugosité compris entre 10 et 30 en fonction des sections d'écoulements de la section d'écoulement (cf. photographie de 2012).
- La visite de terrain réalisé suite aux travaux en rivière faisant état d'une situation fort différente – éradication de l'ensemble de la végétation du lit et des berges (cf. photographie de 2014), les coefficients de rugosité (Strickler) sont estimés à des valeurs :
  - de l'ordre de 10 pour le champ majeur, très encombré (présence de végétation, d'obstacles) en rive gauche,
  - aux alentours de 35 pour le lit mineur et la rive droite quasiment occupée par une végétation exsangue.



Figure 1 : Modification de la végétation présente sur le site étudié (mai 2012 photo gauche ; février 2014 photo droite)

---

## **III. Analyse hydraulique**

---

### **III.1. Présentation du projet**

Les travaux d'aménagement de la rive droite au droit de la piste prévue consiste en un retalutage de la berge pour mettre en place une pente de l'ordre de 2/3 et au développement d'une risberme permettant la création du chemin piétonnier.

Les caractéristiques de ce dernier ont été reprises des éléments fournis par le maître d'ouvrage<sup>1</sup> et intégrées à notre réflexion. Seule la portion située en aval immédiat du pont a été modifiée afin d'atténuer la contraction actuelle de la section d'écoulement et ainsi de réduire les vitesses au droit de ce tronçon de cours d'eau.

Le but de l'étude et de proposer un reprofilage de la berge garantissant la pérennité de l'aménagement de berges (en réduisant des contraintes liées aux écoulements) toute en limitant le plus possible l'augmentation de l'inondabilité du secteur.

Afin de quantifier l'impact des modifications topographiques proposées, la géométrie initiale intégrée au modèle a été modifiée (modification de la portion de linéaire compris entre les profils topographiques n°6 à n°2 – Figure 2). Les résultats des différentes simulations réalisées sont repris dans le paragraphe suivant.

### **III.2. Résultats des simulations**

Des simulations des débits encadrant les débits de pleins bords des différentes sections impactées par le projet ont été réalisées sur la base des deux géométries (géométrie actuelle et de projet). La confrontation des résultats (Figure 3) permet de mettre en évidence un gain en termes de réduction des contraintes liées aux écoulements tout en limitant l'impact des modifications des conditions d'écoulement sur l'augmentation des lignes d'eau. Ainsi le reprofilage de la berge se traduit par :

- Une réduction significative des vitesses moyennes d'écoulement, respectivement pour 100 m<sup>3</sup>/s et 200 m<sup>3</sup>/s, comprise entre 2% et 28% (valeur médiane de 23%) et entre 10% et 25% (valeur médiane de 18%),
- Une réduction encore plus notable des forces tractrices maximales s'exerçant sur les berges, avec pour ces mêmes débits, respectivement, des réductions comprises entre 1% et 51% (valeur médiane de 42%) et

---

<sup>1</sup> Caractéristiques géométriques de la piste reprise du plan AutoCad fourni

entre 18% et 47% (valeur médiane de 35%). Cette réduction rend réalisable un aménagement mixte combinant l'emploi de matelas RENO et la mise en place d'un géotextile engazonné,

- une augmentation des lignes d'eau négligeable de l'ordre de 12 cm à 16 cm et n'excédant pas une vingtaine de cm (valeur du percentile supérieur).

Figure 2 : Résultats des simulations réalisées au droit de transects caractéristiques pour des débits de 100m<sup>3</sup>/s et 200 m<sup>3</sup>/s

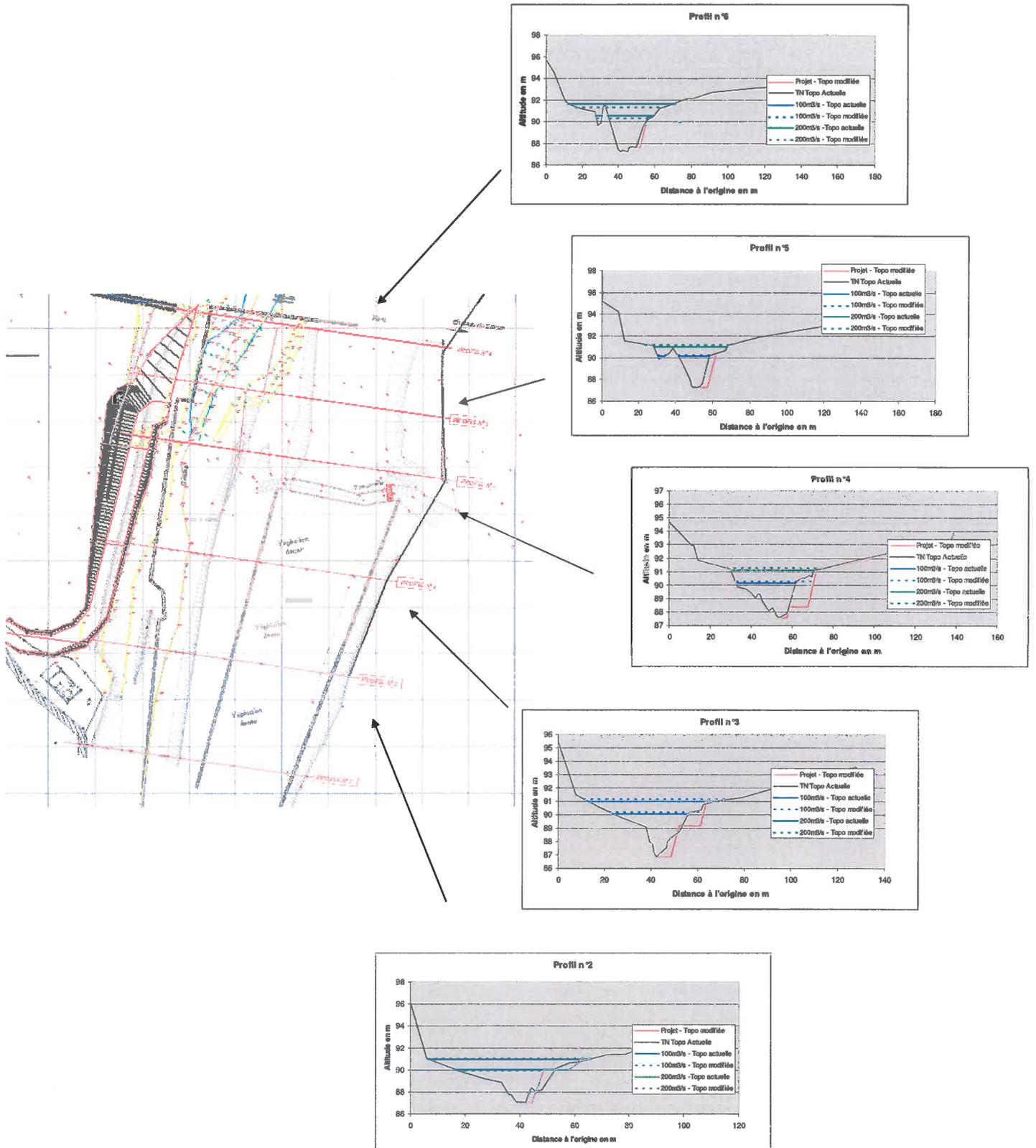
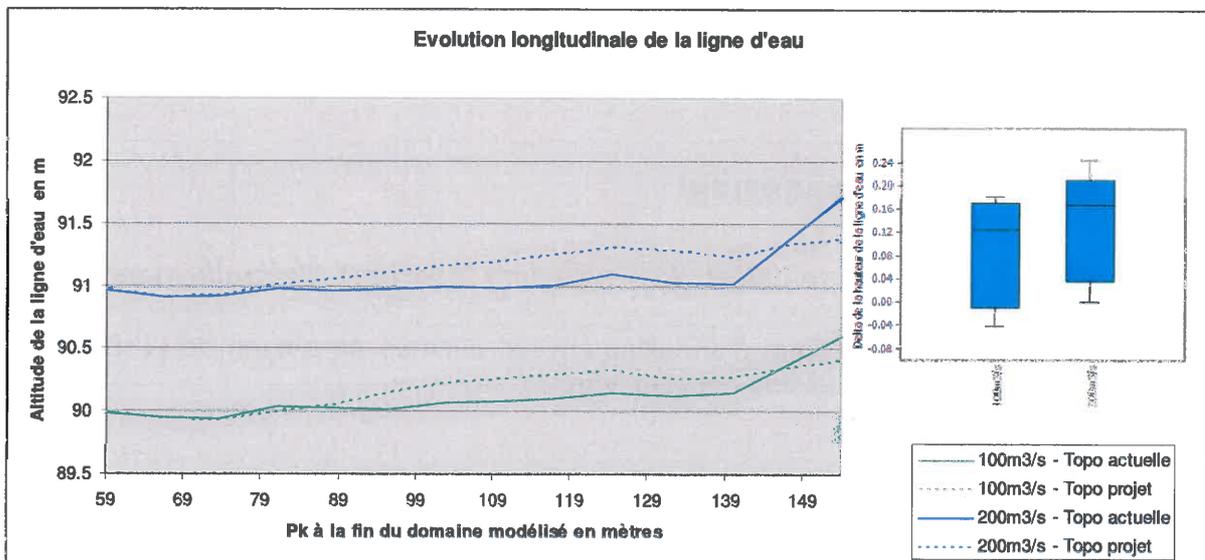
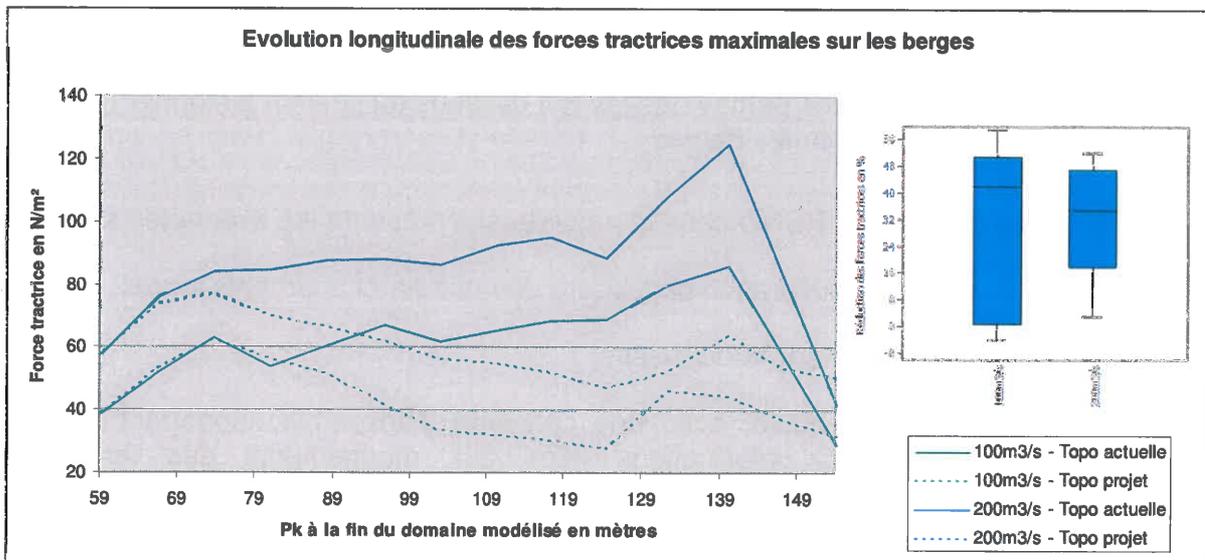
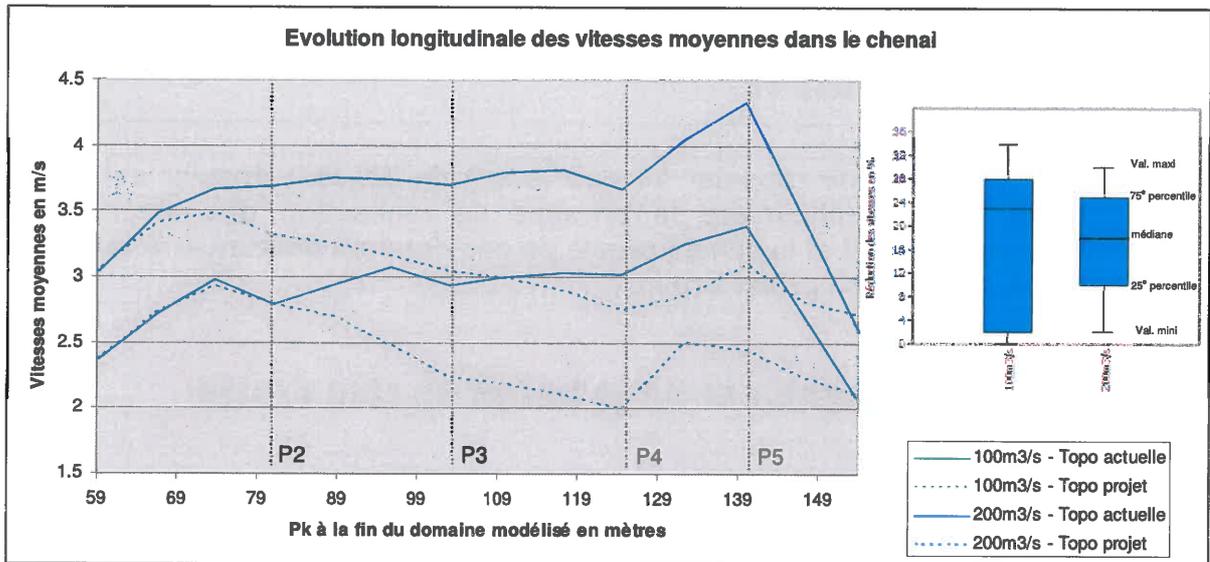


Figure 3 : Evolution de grandeurs hydrauliques caractéristiques pour les différentes simulations



---

## **IV. Principes de réalisation des aménagements préconisés**

---

**Il est important de rappeler ici que le but du présent dossier est de définir au niveau phase préliminaire le principe de réalisation des aménagements ; le dimensionnement et le calage précis de ces derniers devront être réalisés lors des études de détail en phase projet.**

### **IV.1. Aménagement de la berge en rive droite**

#### **IV.1.1. Principes de l'aménagement**

Compte tenu de la réduction des contraintes liées aux écoulements (notamment des forces tractrices maximales en berge – Figure 3) du fait du reprofilage de la berge, il est possible de mettre en place des aménagements mixtes combinant la mise en place de matelas RENO sur les parties basses (en dessous du chemin piétonnier) et un géotextile engazonné sur les parties hautes.

La pose de matelas RENO dans la partie basse présente les avantages suivants :

- meilleure intégration paysagère que des aménagements lourds,
- meilleure stabilité de masse,
- structure souple, avec une cohésion d'ensemble, supportant bien mieux les éventuelles déformations liées aux mouvements des terrains que les enrochements.

Quant à la durée de vie, elle n'est pas limitée à celle des cages (de l'ordre de 30-40 ans minimum). En effet, la colonisation par la végétation, associée à un effet d'auto-stabilisation des terrains en arrière de la protection, permet d'assurer la stabilité générale de l'aménagement.

#### **IV.1.2. Dimensionnement**

##### **IV.1.2.1. Détermination de profondeur théorique d'affouillement**

La profondeur théorique d'affouillement est estimée au moyen de la formule d'Izard et Bradley, dont l'expression est la suivante :

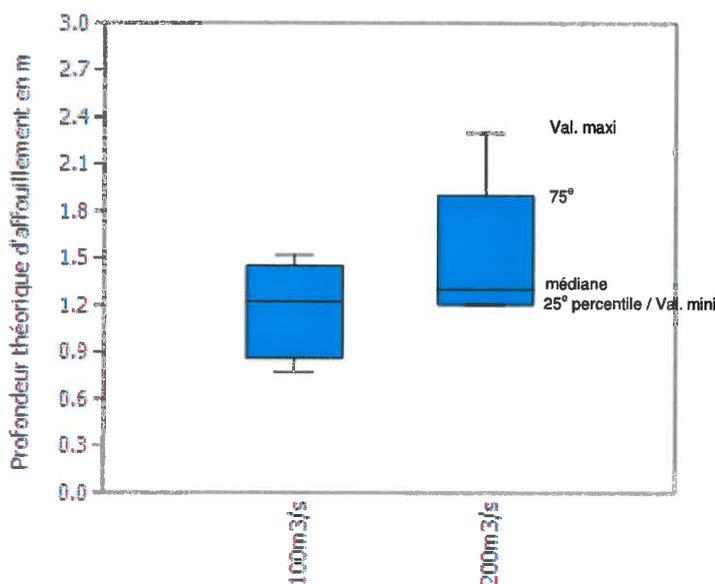
$$p = 0,73 \left( \frac{Q}{L} \right)^{\frac{2}{3}} \frac{1}{d^{1/6}} - m_0$$

avec

- p : profondeur d'affouillement
- Q : débit (en m<sup>3</sup>/s)
- L : la largeur au miroir sous l'ouvrage (en m)
- d : le diamètre moyen des sédiments, d<sub>50</sub> (en m)
- m<sub>0</sub> : le tirant d'eau moyen (en m)

La figure 4 reprend les valeurs caractéristiques produites par l'application de cette formule aux grandeurs hydrauliques calculées à partir des différentes simulations. La valeur retenue pour le dimensionnement des matelas RENO (profondeur de l'ancrage de pied et largeur de la semelle<sup>1</sup>) correspond au percentile supérieur du débit le contraignant, soit à une valeur de 1,9 mètre.

Figure 4 : Calcul de la profondeur théorique d'affouillement



#### IV.1.2.2. Détermination des caractéristiques des matelas RENO

Les caractéristiques (épaisseur et blocométrie) des matelas RENO préconisés d'écoulement d'abaques<sup>2</sup> basés sur les vitesses d'écoulements. Compte tenu des vitesses estimées par les différentes simulations (Figure 3), les caractéristiques retenues sont les suivantes :

- épaisseur : 0,25 m

<sup>1</sup> Ici égale à deux fois la valeur de la profondeur théorique d'affouillement

<sup>2</sup> Source France Gabions

- granulométrie des matériaux de remplissage : 70 mm - 150 mm
- diamètre médian des matériaux de remplissage : 120 mm

Les aménagements proposés sont repris dans les coupes annexées au présent rapport (localisation des transects similaire à la Figure 2).

#### IV.1.2.3. *Chiffrage des aménagements proposés*

	unité	Prix unitaire en € HT	nombre	Prix en € HT
Installation de chantier, création d'accès, piquetage, signalisation, nettoyage et remise en état des lieux	forfait	3500	1	3500
Mise en place d'un chenal de déviation	forfait	1000	1	1000
Frais de pompage	forfait	1200	1	1200
Pêche électrique	forfait	1500	1	1500
Etude de sol	Forfait	450	1	450
Terrassement en remblais	m <sup>3</sup>	6.2	100	620
Terrassement en déblais	m <sup>3</sup>	2.5	700	1750
Profilage de la berge	m <sup>2</sup>	1.5	1400	2100
Compactage des remblais	m <sup>3</sup>	1.5	100	150
Mise en place d'un film anticontaminant sous la piste	m <sup>2</sup>	0.98	250	244
Fourniture et mise en œuvre de tout venant 0/80	m <sup>3</sup>	19.8	75	1485
Revêtement de chaussée, enrobés denses	m <sup>2</sup>	8.0	250	1988
Contrôle du compactage des remblais	l'unité	91.3	3	274
Fourniture et pose de matelas RENO	m <sup>2</sup>	35.0	915	32025
Fourniture et pose de Géotextile	m <sup>2</sup>	3.0	1210	3630
Fourniture et mise en œuvre de terre végétale	m <sup>3</sup>	15.6	88.5	1376
Mise en œuvre de semences de prairies sur un sol terreux propre	m <sup>2</sup>	1.5	295	447
Remise en état du site	Forfait	3500	1	3500
Plans de recollement	forfait	2500	1	2500
A Valoir pour variantes	forfait	10%		5974
<b>Total Aménagement de la rive droite</b>				<b>65712</b>

---

## IV.2. Restauration du lit de la Thongue

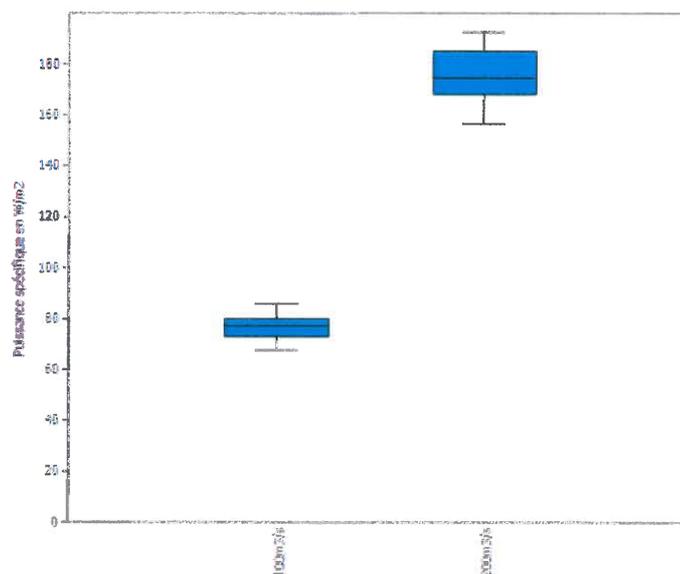
### IV.2.1.1. Principe de la restauration

Le choix du type de restauration à envisager nécessite la prise en compte de plusieurs paramètres : l'emprise latérale allouable au projet, le potentiel énergétique du cours d'eau, la fourniture sédimentaire grossière en provenance du bassin amont...

Les simulations réalisées mettent en évidence le potentiel énergétique de la Thongue :

- Une puissance spécifique comprise entre 80 w/m<sup>2</sup> pour 100 m<sup>3</sup>/s et de 180 w/m<sup>2</sup> pour un débit de 200m<sup>3</sup>/s)
- des forces tractrices critiques correspondant à la mise en mouvement d'un diamètre médian compris entre 80 cm et 100 cm

Figure 5 : Calcul des puissances spécifiques



Toutefois, malgré ce potentiel énergétique, l'importance de la dégradation du milieu (importance du colmatage par les fines, zone en déficit sédimentaire comme en attestent la tendance à l'incision avérée et la mise en affleurement du bedrock identifiée en aval en aval de l'ouvrage), la faible extension spatiale allouable à l'aménagement tant longitudinale que latérale, font que les seules actions de restauration envisageables consistent en une diversification des faciès d'écoulements.

Ce type de restauration réside en la mise en place des structures de diversification des écoulements et des habitats : déflecteurs, petits seuils, caches, frayères....

L'intérêt de type de restauration dans le cas présent est de ne pas nécessiter une grande emprise latérale voir de se limiter à l'emprise actuelle du lit mineur.

Dans le cas présent, il est préconisé de s'appuyer sur les courbures du lit existant afin d'affirmer un séquençage des faciès d'écoulement au travers de la mise en place de structures constituées de blocs type J-Hook Vane.

Figure 6 : Principe de la mise en place d'un aménagement de type J-Hook Vane (Rosgen Geomorphic Channel Design, 2007)

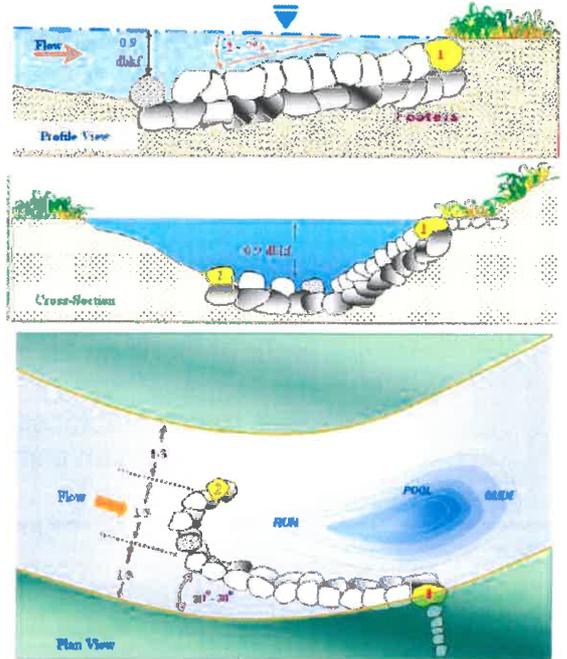
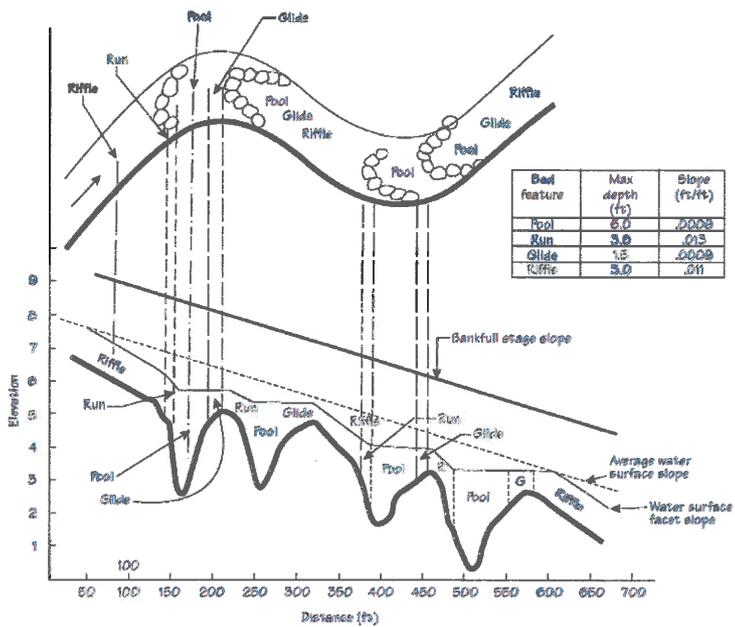


Figure 7 : Schéma de principe de l'application de ce type de restauration sur le domaine étudié



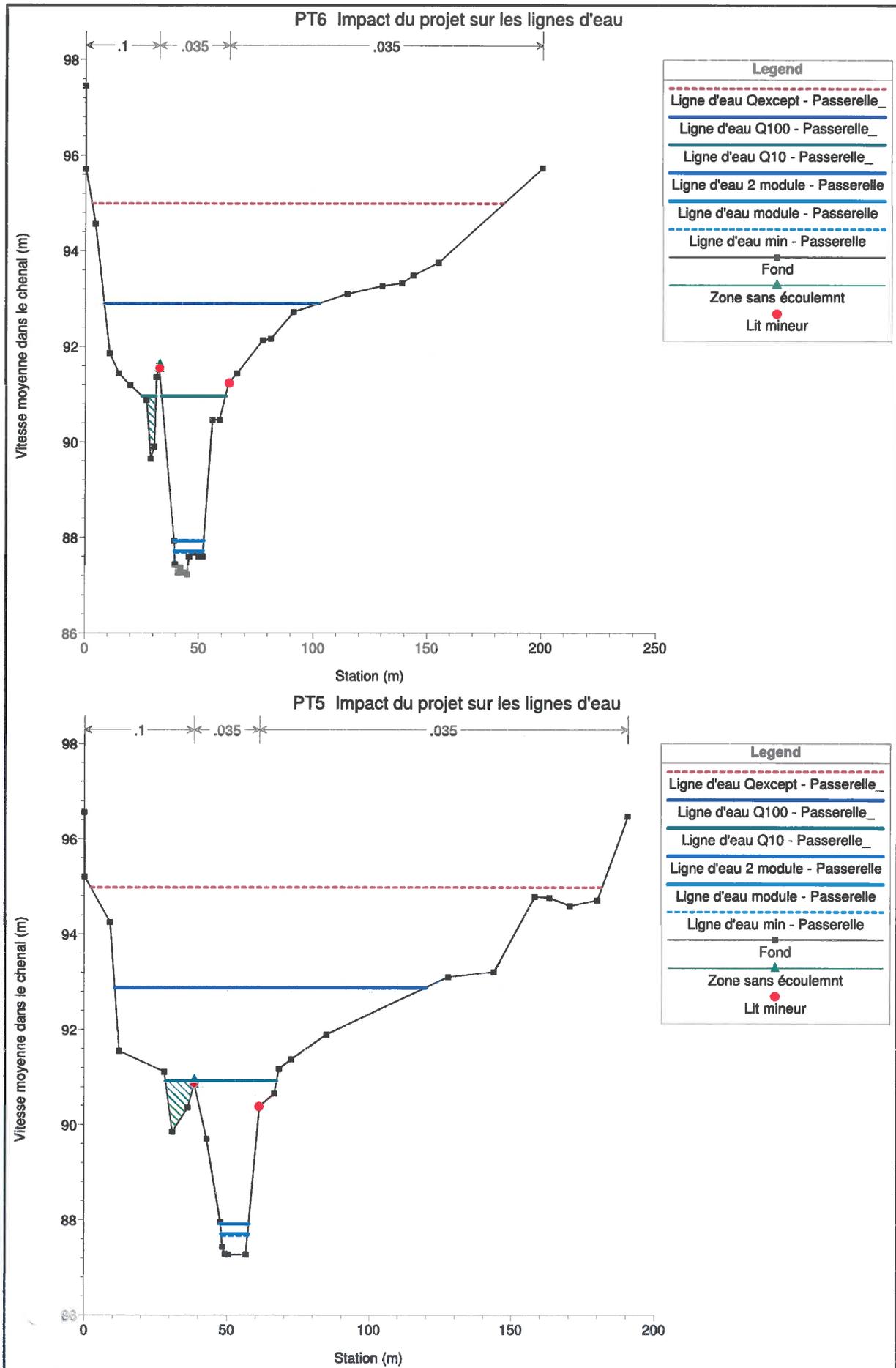
#### IV.2.1.2. *Chiffrage des aménagements proposés*

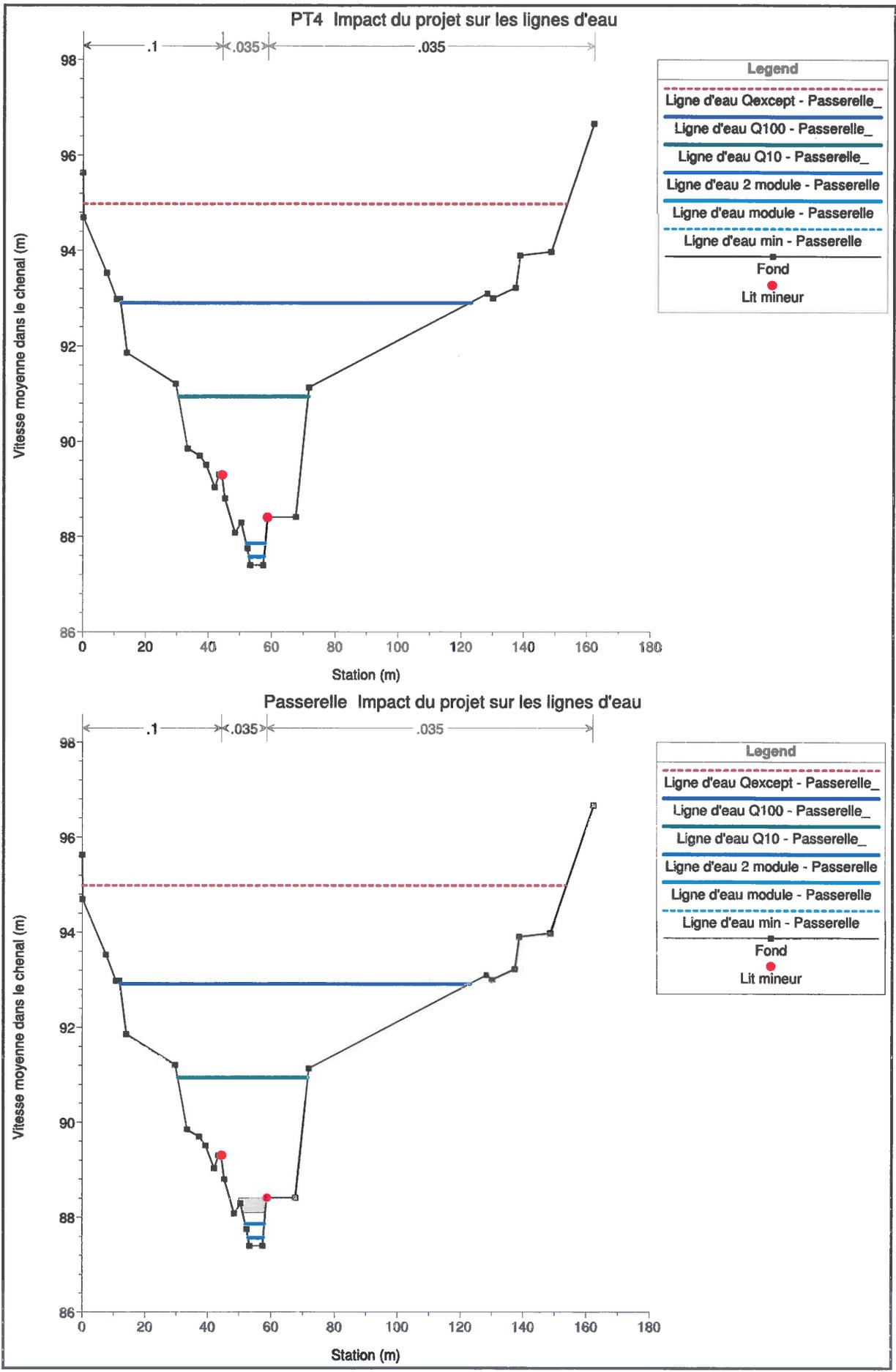
	unité	Prix unitaire en € HT	nombre	Prix en € HT
Reméandrage et création des mouilles	ml	170	130	22100
Structures J-Hooke Vane en blocs pour quatre ouvrages (fourniture matériaux)	t	50.0	20	1000
Structures J-Hooke Vane en blocs (calage et pose)	forfait	1000.0	4	4000
A Valoir pour variantes	forfait	10%		2710
<b>Total Restauration du lit mineur</b>				<b>29810</b>

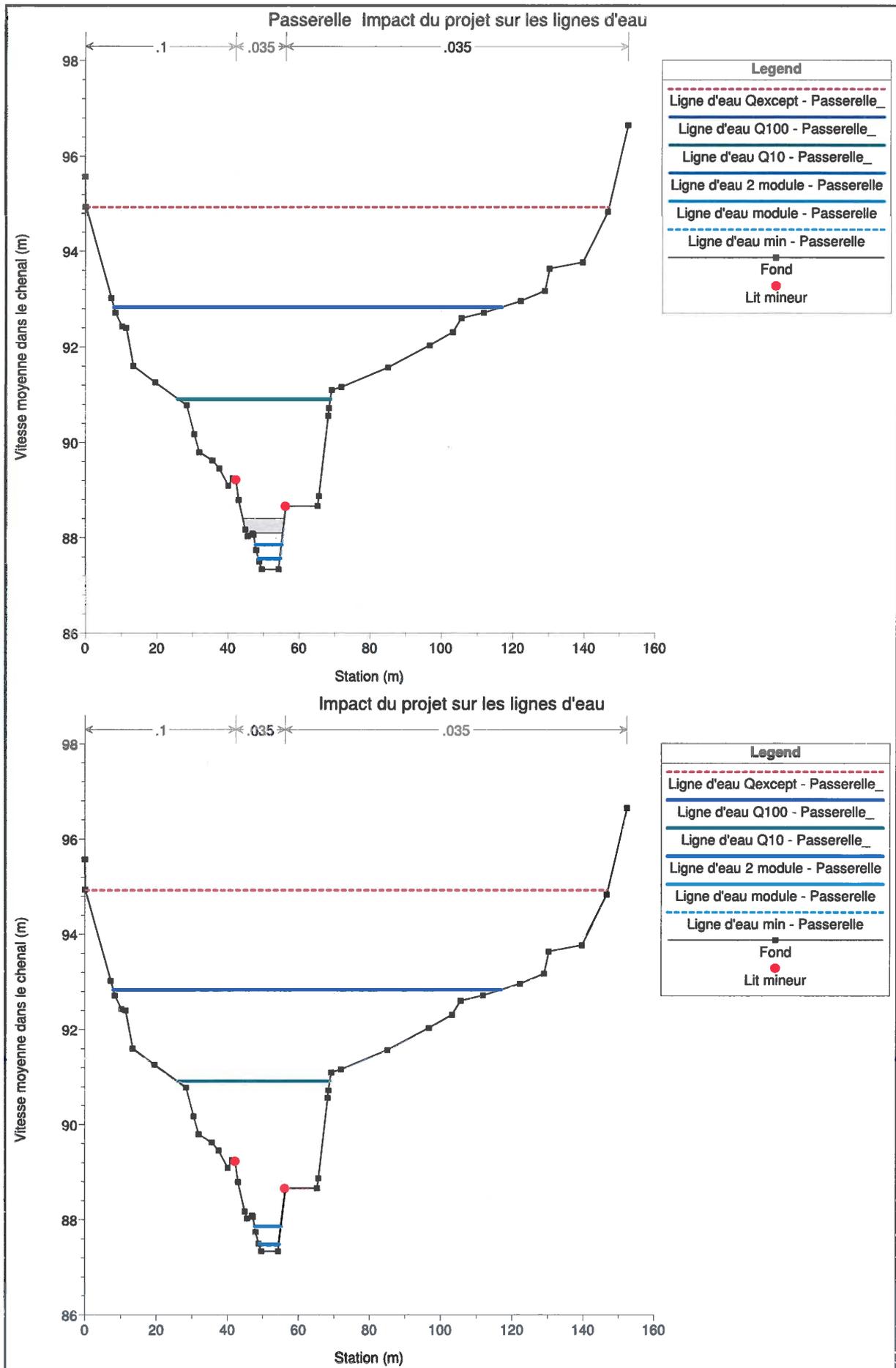
---

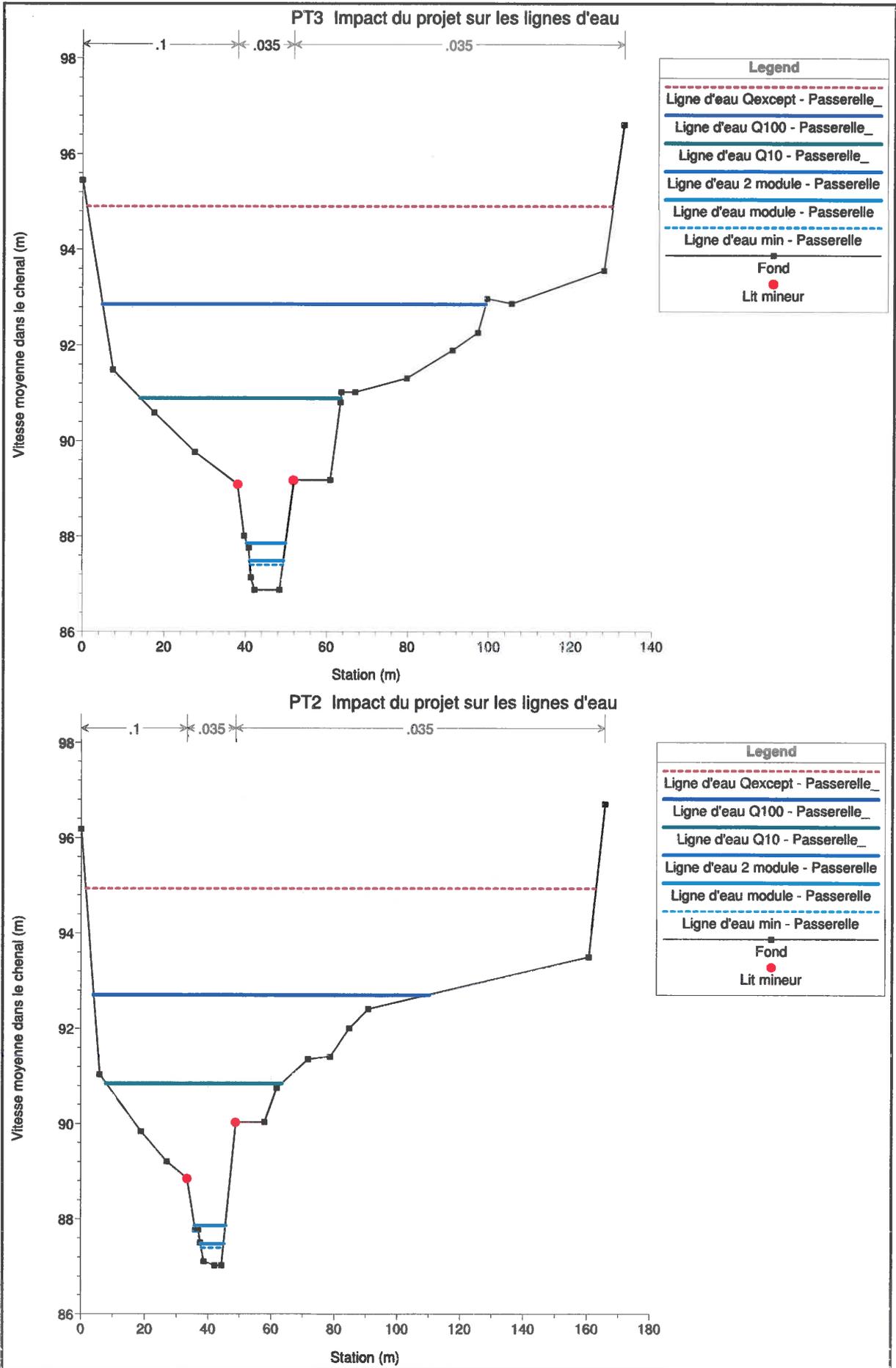
# ***Annexes***

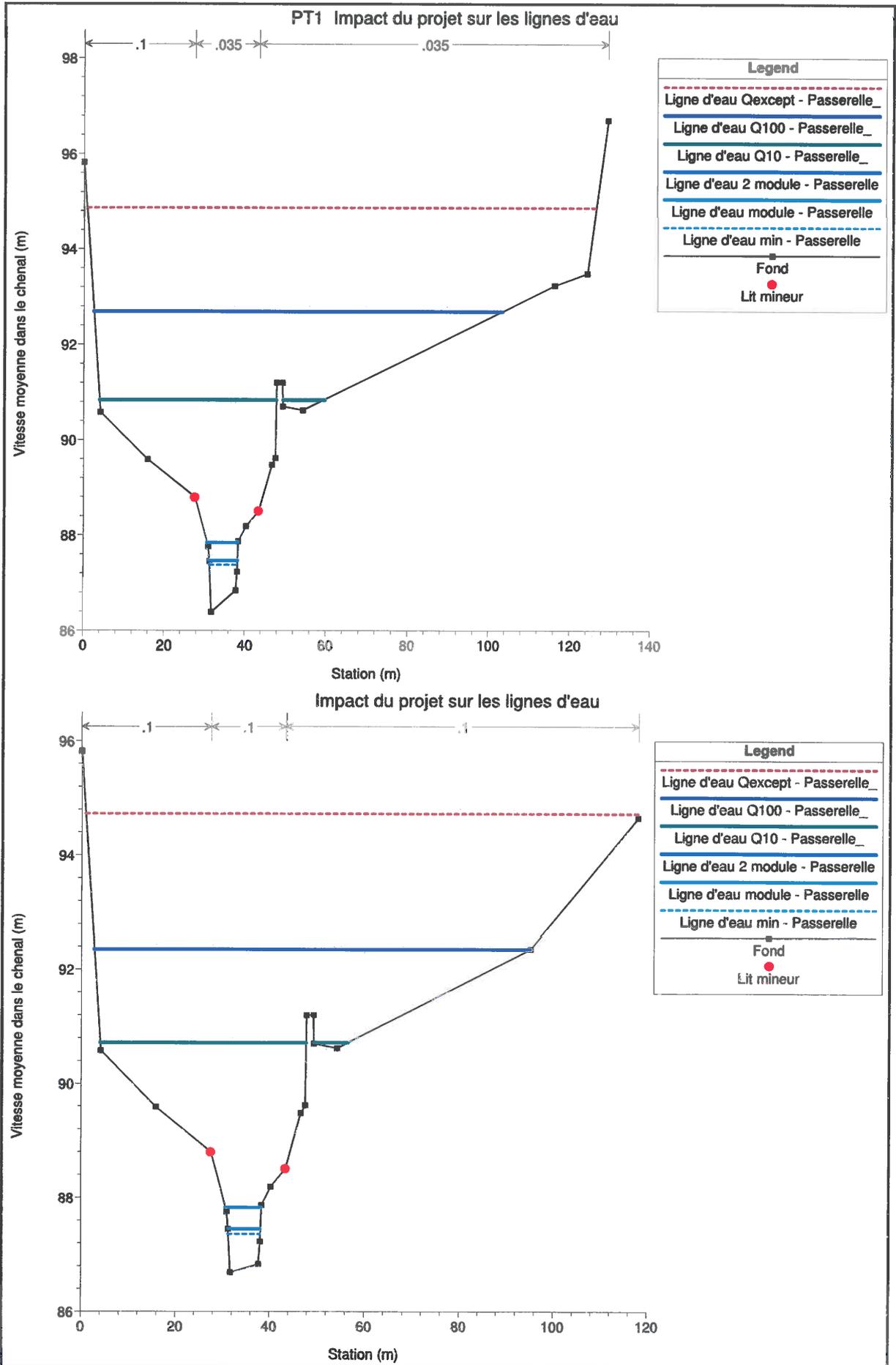
---













### III.3.2.3. Résultats

#### a) Etat initial

Les tableaux suivant présentent les résultats de la modélisation :

#### Qmin

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	0.8	87.57	88.11		0.8			0.28		11.32	Fluvial
5	0.8	87.42	88.05		0.8			0.31		5.75	Fluvial
4	0.8	87.57	87.93		0.8			0.6		5.68	Fluvial
3	0.8	86.88	87.68		0.8			0.27		6.01	Fluvial
2	0.8	87.03	87.57		0.8			0.36		5.48	Fluvial
1	0.8	86.39	87.41		0.8			0.16		6.91	Fluvial
0.01	0.8	86.69	87.37		0.8			0.2		6.86	Fluvial

#### Mod

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	1	87.57	88.17		1			0.29		11.84	Fluvial
5	1	87.42	88.1		1			0.34		6.23	Fluvial
4	1	87.57	87.98		1			0.63		6	Fluvial
3	1	86.88	87.75		1			0.3		6.15	Fluvial
2	1	87.03	87.63		1			0.39		5.72	Fluvial
1	1	86.39	87.5		1			0.17		7.01	Fluvial
0.01	450	86.69	92.35	138.27	233.82	77.91	2.14	3.1	1.28	92.33	Fluvial

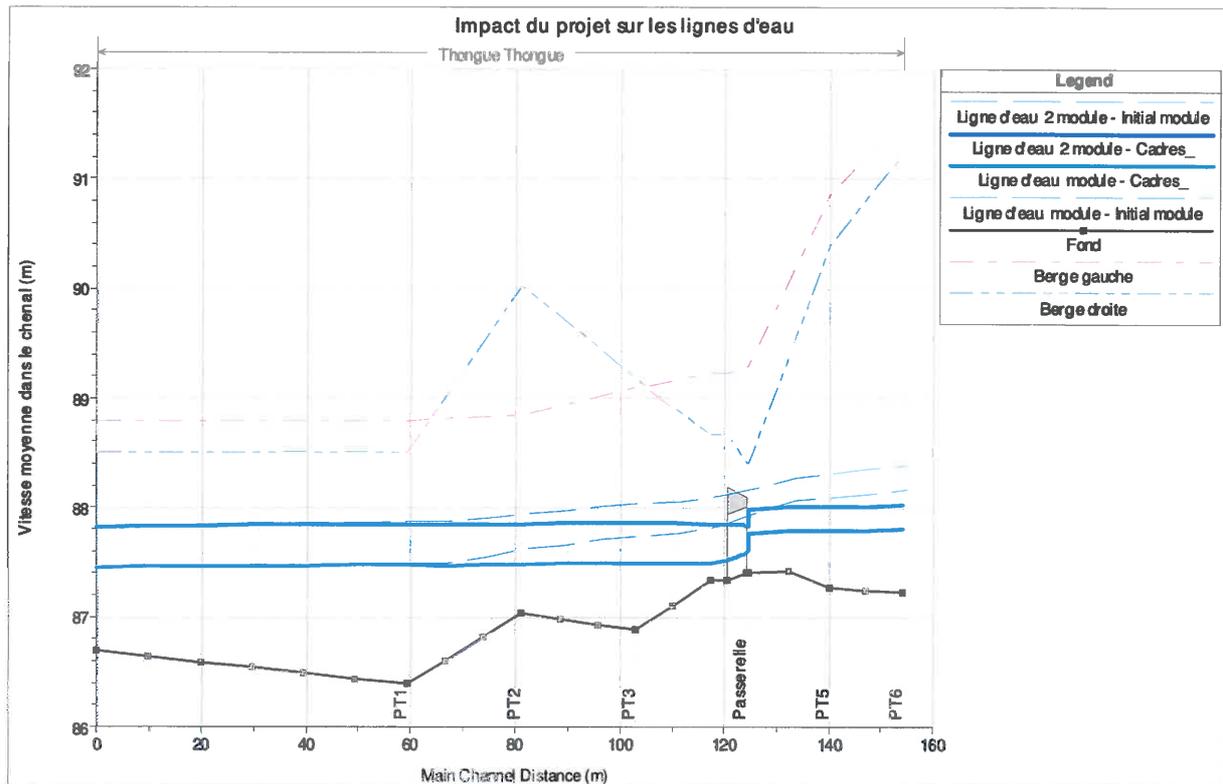
#### Qpro

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	2	87.57	88.38		2			0.32		13.97	Fluvial
5	2	87.42	88.32		2			0.44		8.39	Fluvial
4	2	87.57	88.2		2			0.64		8.89	Fluvial
3	2	86.88	88.04		2			0.37		8.07	Fluvial
2	2	87.03	87.95		2			0.42		7.96	Fluvial
1	2	86.39	87.88		2			0.23		7.84	Fluvial
0.01	2	86.69	87.83		2			0.28		7.63	Fluvial

Tableau 5 : Résultats des modélisations hydrauliques –Impact hors crue - Etat actuel

## b) Etat projet

L'état projet CETUR (*mise en place de cadres posés en fond de lit*) a été testé en l'état. Les résultats obtenus pour le module et le débit dit de projet sont les suivants



Carte 5 – Lignes d'eau en basses eaux, état initial et projet (source : Grontmij)

## Module

Profil	Débit (m3/s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m3/s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régim e d'écou lement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	1	87.23	87.81		1			0.24		12.51	Fluvial
5	1	87.26	87.8		1			0.21		9.54	Fluvial
4	1	87.4	87.78		1			0.56		5.46	Fluvial
ouvrage											
aval	1	87.34	87.5		1			1.2		5.7	Fluvial
3	1	86.88	87.5		1			0.22		8.33	Fluvial
2	1	87.03	87.49		1			0.36		7.39	Fluvial
1	1	86.39	87.48		1			0.18		6.99	Fluvial
0.01	1	86.69	87.46		1			0.22		6.96	Fluvial

Tableau 6 : Résultats des modélisations hydrauliques –Impact hors crue - Etat futur – débit annuel

On note une différence de niveau de 28 cm entre l'amont et l'aval de l'ouvrage projeté, et une mise en vitesse non négligeable dans l'ouvrage.

Le tirant d'air disponible n'est que de 20 cm en entrée d'ouvrage, ce qui peut s'avérer pénalisant vis-à-vis des embâcles. En effet, les branches et végétaux sont susceptibles de s'accrocher à l'ouvrage et de limiter la section efficace. Pour 2 m<sup>3</sup>/s, l'ouvrage peut passer en partie charge.

Il est souhaitable de remonter la piste afin de laisser un tirant d'air suffisant pour le module a minima, et si possible pour le débit de projet.

### III.4. Proposition de modification du projet

Afin de répondre au mieux aux contraintes du site et à la réglementation en vigueur, deux variantes au projet sont proposées :

- VARIANTE 1 : Conservation du principe des cadres, mais enfouissement sur une profondeur de 1,00 m minimum, afin de reconstituer un fond naturel au niveau de l'ouvrage, d'assurer la mobilisation des matériaux et la continuité du transport solide (*pas de point dur*) ;
- VARIANTE 2 : mise en place d'un ouvrage de portée unique, type passerelle submersible, de berge à berge.

La cote sous poutre envisagée passerait à 88.10 mNGF.

L'épaisseur de tablier considérée est toujours de 30 cm, à confirmer par le bureau de maîtrise d'œuvre suite à la conception de la structure génie civil.

En variante1, compte tenu de la hauteur des cadres nécessaires pour atteindre un tirant d'air suffisant malgré l'enfouissement, les dimensions des ouvrages préfabriqués seraient plutôt de 2,00 m x 2,00 m ; et deux ouvrages seront alors mis en place.

#### III.4.1. Résultats des simulations

##### III.4.1.1. Variante 1

###### Qmin

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	0.8	87.23	87.7		0.8			0.29		12.24	Fluvial
5	0.8	87.26	87.69		0.8			0.22		9.23	Fluvial
4	0.8	87.4	87.63		0.8			0.8		4.86	Fluvial
ouvrage											
aval	0.8	87.34	87.48		0.8			1.12		5.57	Fluvial
3	0.8	86.88	87.42		0.8			0.2		8.12	Fluvial
2	0.8	87.03	87.4		0.8			0.37		7	Fluvial
1	0.8	86.39	87.39		0.8			0.16		6.89	Fluvial
0.01	0.8	86.69	87.37		0.8			0.2		6.86	Fluvial

**Module**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régim e d'écou lemen t
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	1	87.23	87.74		1			0.31		12.34	Fluvial
5	1	87.26	87.73		1			0.25		9.33	Fluvial
4	1	87.4	87.66		1			0.85		5	Fluvial
ouvrage											
aval	1	87.34	87.5		1			1.2		5.7	Fluvial
3	1	86.88	87.5		1			0.22		8.33	Fluvial
2	1	87.03	87.49		1			0.36		7.39	Fluvial
1	1	86.39	87.48		1			0.18		6.99	Fluvial
0.01	1	86.69	87.46		1			0.22		6.96	Fluvial

**Qpro**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régim e d'écou lemen t
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	2	87.23	87.95		2			0.34		12.87	Fluvial
5	2	87.26	87.94		2			0.33		9.92	Fluvial
4	2	87.4	87.89		2			0.82		6.01	Fluvial
ouvrage											
aval	2	87.34	87.86		2			0.62		7.37	Fluvial
3	2	86.88	87.87		2			0.25		9.61	Fluvial
2	2	87.03	87.86		2			0.34		9.77	Fluvial
1	2	86.39	87.86		2			0.24		7.72	Fluvial
0.01	2	86.69	87.83		2			0.28		7.63	Fluvial

**Q10**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régim e d'écou lement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	95	87.23	90.97		95			1.53		33.91	Fluvial
5	95	87.26	90.92		93.91	1.09		1.71	0.5	38.79	Fluvial
4	95	87.4	90.95	4.9	58.84	31.27	0.28	1.4	1.13	40.94	Fluvial
ouvrage											
aval	95	87.34	90.91	4.61	64.11	26.28	0.26	1.49	1.09	42.94	Fluvial
3	95	86.88	90.9	5.72	72.81	16.47	0.25	1.54	0.93	49.36	Fluvial
2	95	87.03	90.85	8.82	80.34	5.84	0.31	1.7	0.63	55.53	Fluvial
1	95	86.39	90.85	8.15	80.19	6.66	0.29	1.52	0.76	54.15	Fluvial
0.01	95	86.69	90.72	18.66	70.86	5.48	0.74	1.43	0.78	50.93	Fluvial

**Q100**

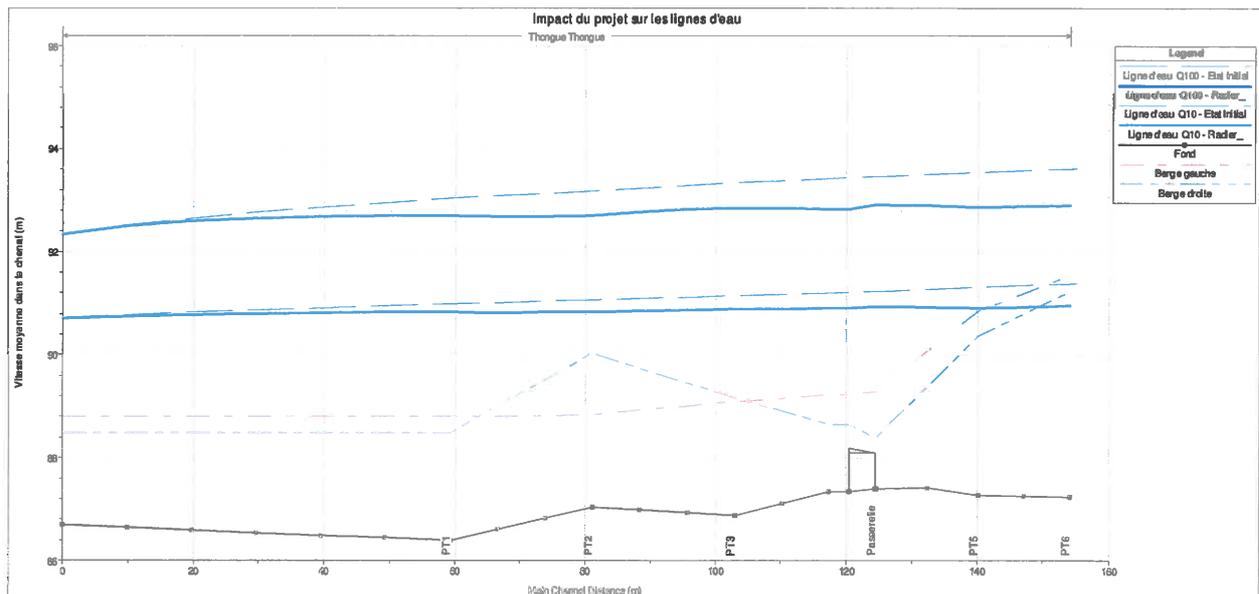
Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Rég d'écou lement
				RG	Lit min	RD	RG	Lit min	RD		
6	450	87.23	92.9	27.37	394.99	27.64	0.66	3.28	1.05	94.25	Fluvial
5	450	87.26	92.88	37.04	341.83	71.14	0.7	3.44	1.29	109.23	Fluvial
4	450	87.4	92.92	48.35	240.76	160.89	0.7	3.44	1.62	110.91	Fluvial
ouvrage											
aval	450	87.34	92.84	50.83	248.77	150.4	0.71	3.54	1.64	109.04	Fluvial
3	450	86.88	92.86	59.81	241.69	148.5	0.72	3.25	1.69	94.32	Fluvial
2	450	87.03	92.71	71.48	275.49	103.03	0.89	3.63	1.45	106.19	Fluvial
1	450	86.39	92.7	61.6	276.96	111.44	0.84	3.38	1.42	100.89	Fluvial
0.01	450	86.69	92.35	139.76	236.35	73.89	2.16	3.13	1.25	92.33	Fluvial

**Qexceptionnel**

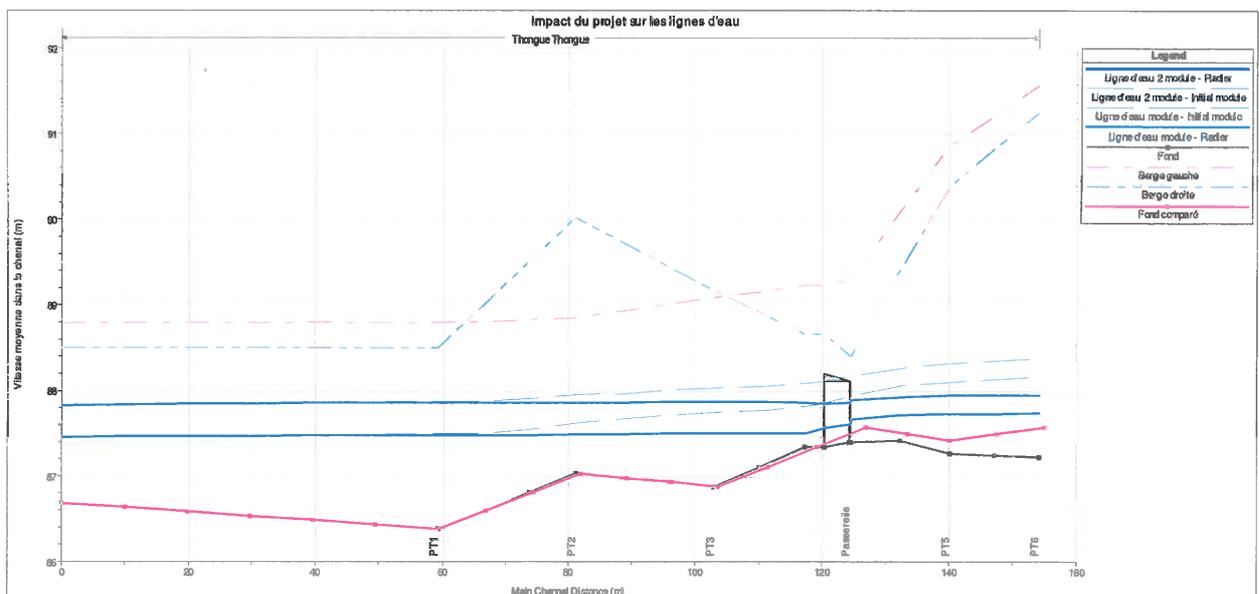
Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Rég d'écou lement
				RG	Lit min	RD	RG	Lit min	RD		
6	810	87.23	95	60.02	482.93	267.05	0.61	2.63	1.23	180.93	Fluvial
5	810	87.26	94.98	72.36	409.67	327.97	0.62	2.79	1.34	179.41	Fluvial
4	810	87.4	94.99	92.8	278.86	438.34	0.62	2.8	1.59	153.61	Fluvial
ouvrage											
aval	810	87.34	94.93	100.06	288.29	421.65	0.66	2.89	1.63	146.94	Fluvial
3	810	86.88	94.91	112.59	298.43	398.99	0.73	2.9	1.68	129.3	Fluvial
2	810	87.03	94.93	103.23	285.42	421.34	0.69	2.59	1.4	161.43	Fluvial
1	810	86.39	94.87	96.46	322.54	391	0.74	2.77	1.59	125.71	Fluvial
0.01	810	86.69	94.73	238.08	281.12	290.8	1.89	2.48	1.38	117.22	Fluvial

Tableau 7 : Résultats des modélisations hydrauliques – Variante 1

Les profils en long ci-après permettent d'aborder les résultats de façon beaucoup plus immédiate :



Carte 6 – Lignes d'eau en crue, état initial et VARIANTE 1 (source : Grontmij)

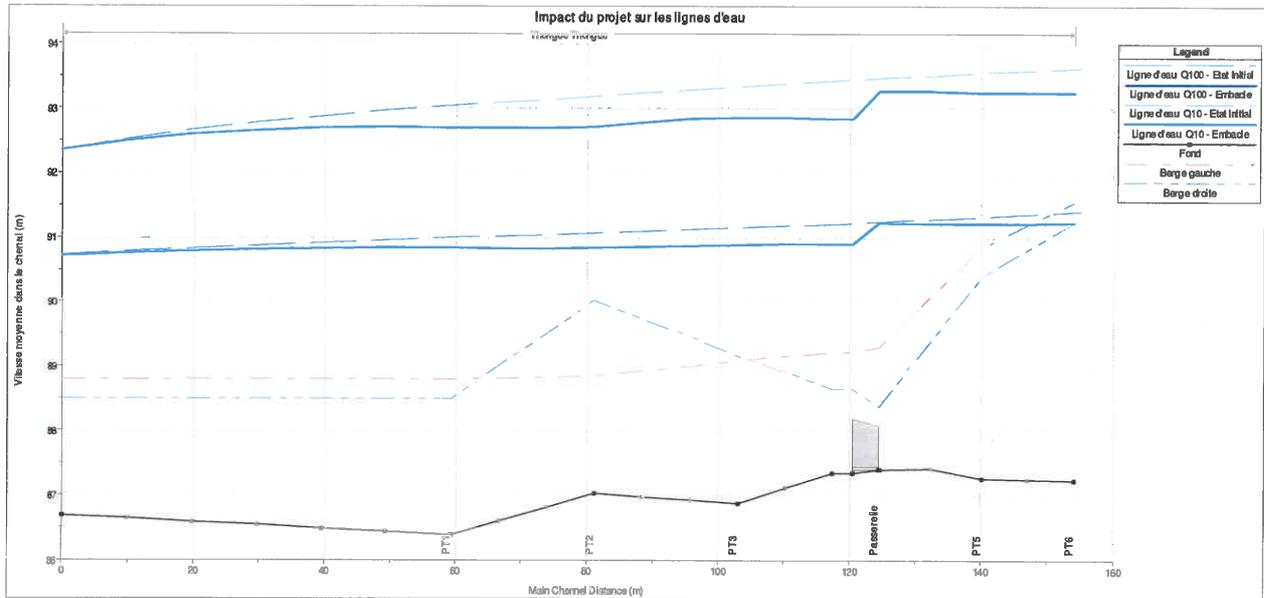


Carte 7 – Lignes d'eau en basses eaux, état initial et VARIANTE 2 (source : Grontmij)

On note que la variante 1 ne provoque pas d'exhaussement de la ligne d'eau par rapport à l'état initial, et qu'elle permet de maintenir un tirant d'air satisfaisant pour le module et le débit de projet (*respectivement 44 et 21 cm*)

On n'observe pas de cassure dans la ligne d'eau pour ces débits, signe que la mise en vitesse est peu marquée.

L'hypothèse d'une obturation totale de l'ouvrage en crue a également été testée, et on note sur le profil en long que, si l'embâcle génère une surcote par rapport à l'état sans embâcle, la ligne d'eau reste toutefois inférieure au niveau initial PPRi :



Carte 8 – Lignes d’eau en crue, état initial et VARIANTE 1 avec embâcle (source : Grontmij)

Cette variante est donc compatible à tous points de vue à la réglementation en vigueur.

### III.4.1.2. Variante 2

#### Qmin

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	0.8	87.23	87.69		0.8			0.31		12.22	Fluvial
5	0.8	87.26	87.68		0.8			0.23		9.2	Fluvial
4	0.8	87.4	87.57		0.8			1.12		4.63	Fluvial
ouvrage											
aval	0.8	87.34	87.48		0.8			1.12		5.57	Fluvial
3	0.8	86.88	87.42		0.8			0.2		8.12	Fluvial
2	0.8	87.03	87.4		0.8			0.37		7	Fluvial
1	0.8	86.39	87.39		0.8			0.16		6.89	Fluvial
0.01	0.8	86.69	87.37		0.8			0.2		6.86	Fluvial

**Module**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Rég d'écoulement
				RG	Lit min	RD	RG	Lit min	RD		
6	1	87.23	87.72		1			0.33		12.31	Fluvial
5	1	87.26	87.72		1			0.26		9.29	Fluvial
4	1	87.4	87.59		1			1.2		4.72	Fluvial
ouvrage											
aval	1	87.34	87.5		1			1.2		5.7	Fluvial
3	1	86.88	87.5		1			0.22		8.33	Fluvial
2	1	87.03	87.49		1			0.36		7.39	Fluvial
1	1	86.39	87.48		1			0.18		6.99	Fluvial
0.01	1	86.69	87.46		1			0.22		6.96	Fluvial

**Qpro**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Rég d'écoulement
				RG	Lit min	RD	RG	Lit min	RD		
6	2	87.23	87.93		2			0.36		12.8	Fluvial
5	2	87.26	87.92		2			0.34		9.87	Fluvial
4	2	87.4	87.86		2			0.89		5.86	Fluvial
ouvrage											
aval	2	87.34	87.86		2			0.62		7.37	Fluvial
3	2	86.88	87.87		2			0.25		9.61	Fluvial
2	2	87.03	87.86		2			0.34		9.77	Fluvial
1	2	86.39	87.86		2			0.24		7.72	Fluvial
0.01	2	86.69	87.83		2			0.28		7.63	Fluvial

**Q10**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Rég d'écoulement
				RG	Lit min	RD	RG	Lit min	RD		
6	95	87.23	90.97		95			1.53		33.9	Fluvial
5	95	87.26	90.92		93.91	1.09		1.71	0.5	38.79	Fluvial
4	95	87.4	90.95	4.9	58.84	31.27	0.28	1.4	1.13	40.94	Fluvial
ouvrage											
aval	95	87.34	90.91	4.61	64.11	26.28	0.26	1.49	1.09	42.94	Fluvial
3	95	86.88	90.9	5.72	72.81	16.47	0.25	1.54	0.93	49.36	Fluvial
2	95	87.03	90.85	8.82	80.34	5.84	0.31	1.7	0.63	55.53	Fluvial
1	95	86.39	90.85	8.15	80.19	6.66	0.29	1.52	0.76	54.15	Fluvial
0.01	95	86.69	90.72	18.66	70.86	5.48	0.74	1.43	0.78	50.93	Fluvial

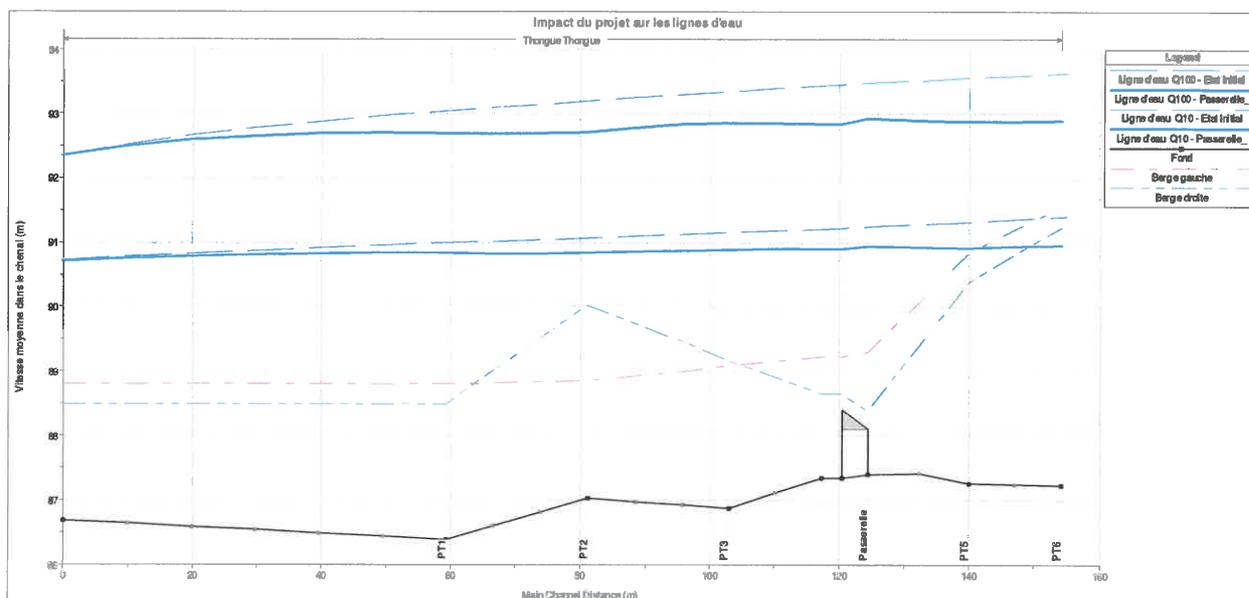
**Q100**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	450	87.23	92.9	27.39	394.92	27.69	0.66	3.28	1.05	94.38	Fluvial
5	450	87.26	92.88	37.06	341.68	71.26	0.7	3.44	1.29	109.31	Fluvial
4	450	87.4	92.92	48.37	240.66	160.97	0.7	3.43	1.62	110.97	Fluvial
ouvrage											
aval	450	87.34	92.84	50.83	248.77	150.4	0.71	3.54	1.64	109.04	Fluvial
3	450	86.88	92.86	59.81	241.69	148.5	0.72	3.25	1.69	94.32	Fluvial
2	450	87.03	92.71	71.48	275.49	103.03	0.89	3.63	1.45	106.19	Fluvial
1	450	86.39	92.7	61.6	276.96	111.44	0.84	3.38	1.42	100.89	Fluvial
0.01	450	86.69	92.35	139.76	236.35	73.89	2.16	3.13	1.25	92.33	Fluvial

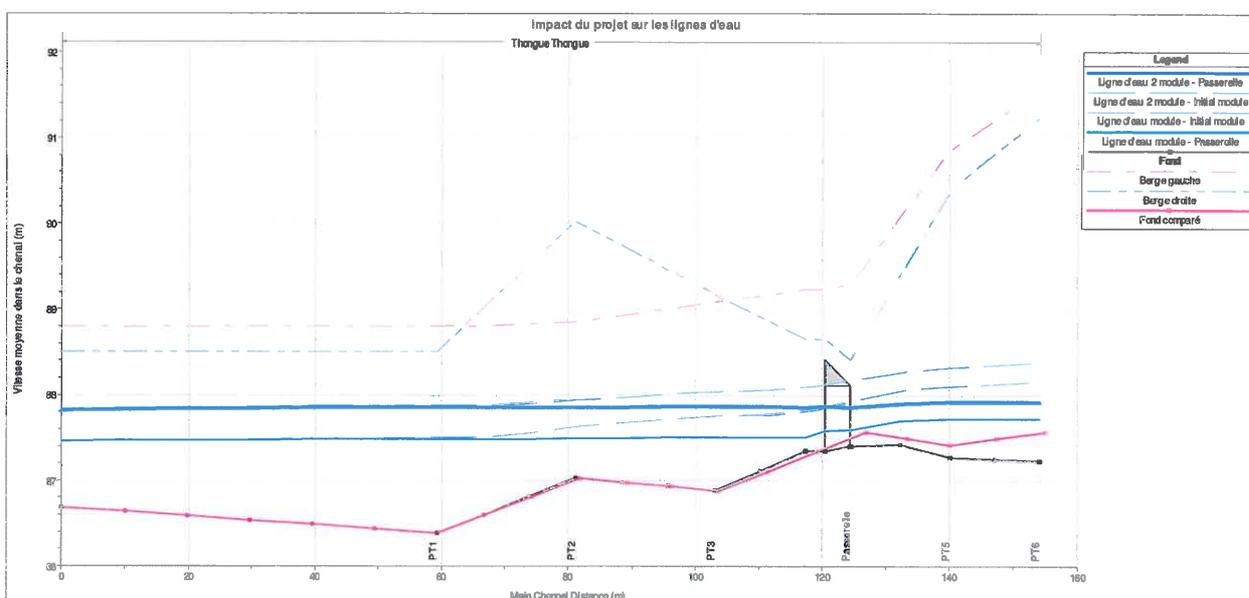
**Qexceptionnel**

Profil	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Cote fond (m NGF)	Cote eau (m NGF)	Débit (m <sup>3</sup> /s)			Vitesse (m/s)			Largeur miroir (m)	Régime d'écoulement
				R gauche	Lit mineur	R droite	R gauche	Lit mineur	R droite		
6	810	87.23	95	60.02	482.98	267	0.61	2.63	1.23	180.92	Fluvial
5	810	87.26	94.98	72.36	409.72	327.92	0.62	2.79	1.34	179.4	Fluvial
4	810	87.4	94.99	92.8	278.89	438.31	0.62	2.8	1.59	153.6	Fluvial
ouvrage											
aval	810	87.34	94.93	100.06	288.29	421.65	0.66	2.89	1.63	146.94	Fluvial
3	810	86.88	94.91	112.59	298.43	398.99	0.73	2.9	1.68	129.3	Fluvial
2	810	87.03	94.93	103.23	285.42	421.34	0.69	2.59	1.4	161.43	Fluvial
1	810	86.39	94.87	96.46	322.54	391	0.74	2.77	1.59	125.71	Fluvial
0.01	810	86.69	94.73	238.08	281.12	290.8	1.89	2.48	1.38	117.22	Fluvial

Tableau 8 : Résultats des simulations hydrauliques – Variante 2



Carte 9 – Lignes d'eau en crue, état initial et VARIANTE 2 (source : Grontmij)



Carte 10 – Lignes d'eau en basses eaux, état initial et VARIANTE 2 (source : Grontmij)

Là encore le projet ne génère pas de sur-inondation par rapport au PPRi, et l'ouvrage ne perturbe pas les écoulements pour le module et le débit de projet. Le tirant d'air est de 51 cm pour le module et 24 cm pour  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En cas d'embâcle total, comme pour la variante 1, il n'y a pas d'aggravation par rapport à l'état PPRi.

### III.4.2. Traversée des réseaux

Le projet prévoit la traversée d'un réseau d'eaux usées et de la fibre optique au niveau de l'ouvrage à créer.

Dans le projet initial, les réseaux sont rétablis sous l'ouvrage, via une tranchée dans le lit mineur sous les cadres de rétablissement. Il existe cependant un risque d'incision et il serait nécessaire de protéger ces réseaux.

En variante 1, les réseaux seront enfouis sous les cadres de rétablissement et un fond naturel serait recréé.

En variante 2, les réseaux passeraient en encorbellement sous la passerelle, et une protection adéquate devra être prévue.

---

## IV. Le projet et la réglementation

---

Selon la variante retenue, différentes rubriques de la réglementation loi sur l'eau sont susceptibles de s'appliquer.

NOTA : Concernant la rubrique 2.1.5.0, relative au rejet dans les eaux superficielles, les seuils d'application dépendent du bassin versant intercepté par le projet.

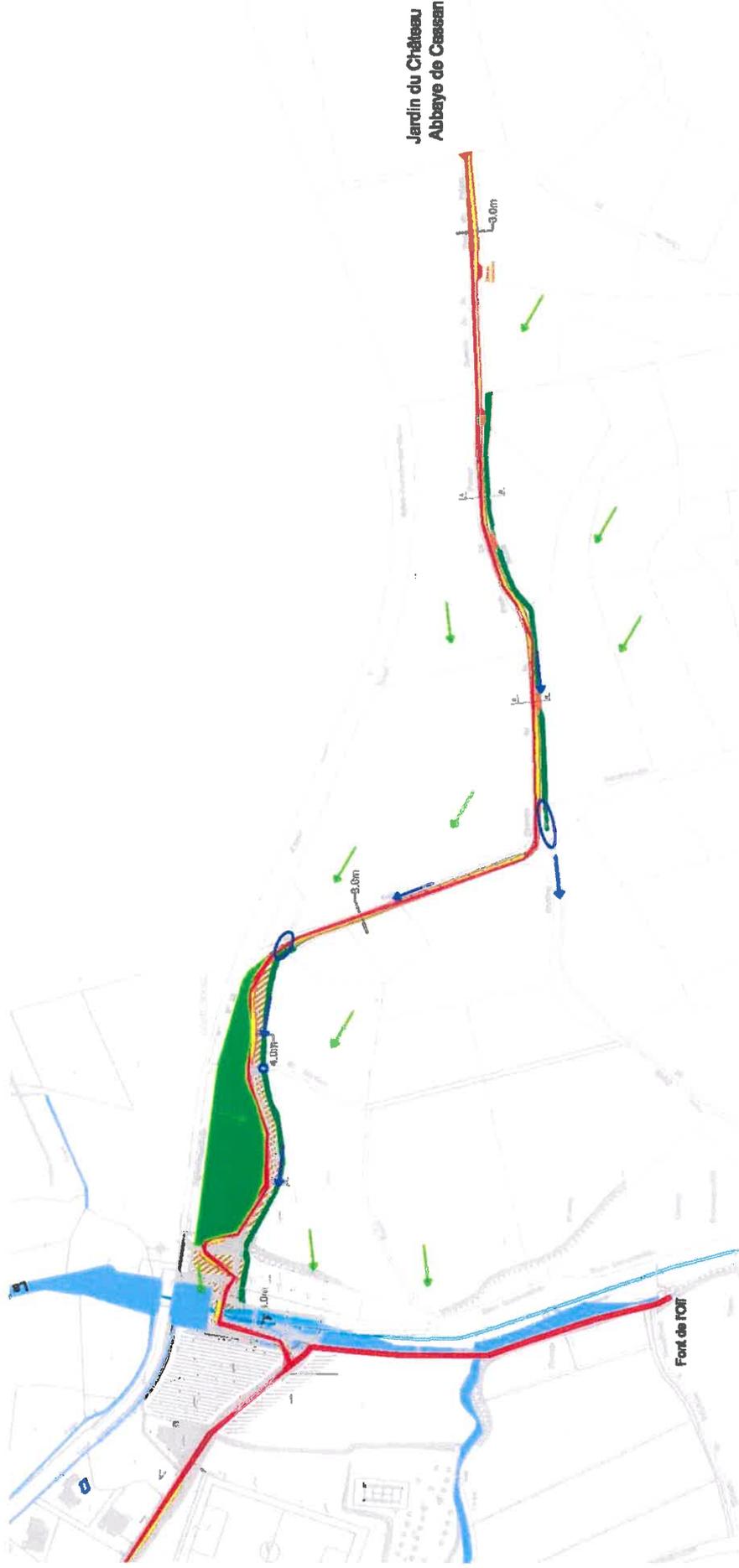
Concernant le cheminement doux, celui-ci n'étant pas ouvert à la *circulation (et par conséquent le risque de pollution pouvant être écarté)*, il n'est pas prévu de collecte spécifique des eaux de ruissellement. Le parti pris est de réaliser un aménagement rustique et de modifier au minimum le fonctionnement du site et la topographie des lieux.

La carte suivante présente le fonctionnement hydraulique et les bassins versants interceptés en état futur.

Le projet présente une superficie totale aménagée de 3 950 m<sup>2</sup>, dont 1 250 m<sup>2</sup> sont déjà imperméabilisés. Les écoulements naturels sont pour la plupart interceptés par des fossés existant et rétablis par des ouvrages existant.

Seul le tronçon de piste longeant le talweg entre le chemin rural à l'Ouest du château et la Thongue interceptera les écoulements naturels des terrains situés entre la piste et la RD13. Ce BV extérieur représente une superficie de 4 210 m<sup>2</sup> environ.

Le bassin versant intercepté présente donc une surface totale de 8 170 m<sup>2</sup>, inférieure à 1,00 ha.



Carte 11 – Bassin versant intercepté par le projet (source : Grontmij)

## **Annexes**

## V. Avantages/inconvénients

Le tableau suivant analyse, pour chaque variante, les avantages et inconvénients associés :

	Avantages	Inconvénients
<b>Projet initial CETUR</b>	Coût moindre, facilité de mise en œuvre.	Risque plus important de destruction de l'ouvrage en crue. Continuité de transport solide peu satisfaisante. Risque de création d'une chute dans le profil en long à moyen voire court terme, avec impact sur la continuité piscicole. Impact sur les écoulements en débit moyen annuel, mise en vitesse au droit de l'ouvrage. Tirant d'air insuffisant, risque d'embâcle et de submersion de l'ouvrage plus fréquemment dans l'année.
<b>Variante 1</b>	Transparence améliorée vis-à-vis des écoulements liquides, solides et de la continuité écologique, sans être totalement satisfaisante.	Intervention importante en lit mineur, avec des impacts potentiellement forts en phase chantier. Coût supérieur au projet initial. Transparence moindre que pour la variante 2.
<b>Variante 2</b>	Transparence optimum vis-à-vis des écoulements liquides, solides et de la continuité écologique. Pas d'intervention en fond du lit, intervention en lit mineur limitée à son minimum. Meilleur positionnement du projet vis-à-vis de la réglementation et des pratiques actuelles.	Coût supérieur au projet initial, mais du même ordre que la variante 1.

Tableau 10 : Comparaison des variantes

Du point de vue environnemental, la variante 2 serait à privilégier aux motifs suivants :

- Au vu des calculs réalisés lors de l'étude d'aménagement de berge, avec une tendance à l'incision ;
- pour des raisons de transparence vis-à-vis du transport solide et de la continuité écologique ;
- pour une meilleure transparence hydraulique en toutes circonstances.

RUBRIQUE	INITITULE (A : Autorisation ; D : Déclaration)	PROJET CETUR		VARIANTE 1		VARIANTE 2	
		CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME	CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME	CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME
	1. Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup> (A) 2. Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m <sup>2</sup> et inférieure à 10 000 m <sup>2</sup> (D)	10 000 m <sup>2</sup>		et 10 000 m <sup>2</sup>		et 10 000 m <sup>2</sup>	
3.3.1.0.	Assèchement, mise en eau, <b>imperméabilisation, remblais de zones humides</b> ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1 Supérieure ou égale à 1 ha (A) ; 2 Supérieure à 0,1ha, mais inférieure à 1 ha (D).	Aménagement de la berge de la Thongue et passage d'un cours. Grand ensemble fonctionnel. Surface concernée : 500 m <sup>2</sup>	D	Aménagement de la berge de la Thongue et passage d'un cours. Grand ensemble fonctionnel. Surface concernée : 500 m <sup>2</sup>	D	Aménagement de la berge de la Thongue et passage d'un cours. Grand ensemble fonctionnel. Surface concernée : 500 m <sup>2</sup>	D

Tableau 9 : Rubrique de la nomenclature loi sur l'eau.

Le projet est donc soumis à Autorisation au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'environnement par référence à la rubrique 3.1.5.0. Compte tenu de l'aménagement projeté et de sa localisation un formulaire CERFA cas par cas sera présenté pour avis à l'autorité environnementale.

RUBRIQUE	INTITULE (A : Autorisation ; D : Déclaration)	PROJET CETUR		VARIANTE 1		VARIANTE 2	
		CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME	CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME	CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME
	égale à 100 m (A). b) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).		<b>novembre 2007 (D)</b>		<b>novembre 2007 (D)</b>		<b>novembre 2007 (D)</b>
3.1.3.0	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur : 1. Supérieure ou égale à 100 m (A). 2. Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D).	Ouvrage de franchissement sur une longueur de 4 mètres.	Non soumis	Ouvrage de franchissement sur une longueur de 4 mètres.	Non soumis	Ouvrage de franchissement sur une longueur de 4 mètres.	Non soumis
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1. Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A). 2. Supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D)	Aménagement et protection de la berge en rive droite avec mise en place de matelas RENO en parties basses et de géotextiles engazonnés en parties hautes, sur un linéaire de 80 à 100m.	<b>D</b>	Aménagement et protection de la berge en rive droite avec mise en place de matelas RENO en parties basses et de géotextiles engazonnés en parties hautes, sur un linéaire de 80 à 100m.	<b>D</b>	Aménagement et protection de la berge en rive droite avec mise en place de matelas RENO en parties basses et de géotextiles engazonnés en parties hautes, sur un linéaire de 80 à 100m.	<b>D</b>
3.1.5.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet 1. Destruction de plus de 200 m <sup>2</sup> de frayères (A). 2. Dans les autres cas (D).	Restauration du cours d'eau et aménagement de la berge en rive droite sur un linéaire de 100 m, création d'un ouvrage de franchissement en lit mineur (20 m <sup>2</sup> ) – aménagement du fond du lit (renaturation – diversification des habitats	<b>A</b>	Restauration du cours d'eau et aménagement de la berge en rive droite sur un linéaire de 100 m, création d'un ouvrage de franchissement en lit mineur (20 m <sup>2</sup> ) – aménagement du fond du lit (renaturation – diversification des habitats	<b>A</b>	Restauration du cours d'eau et aménagement de la berge en rive droite sur un linéaire de 100 m, création d'un ouvrage de franchissement en lit mineur (20 m <sup>2</sup> ) – aménagement du fond du lit (renaturation – diversification des habitats	<b>A</b>
3.2.2.0	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :	Surface aménagée dans le lit majeur : Comprise entre 400 et	<b>D</b>	Surface aménagée dans le lit majeur : Comprise entre 400	<b>D</b>	Surface aménagée dans le lit majeur : Comprise entre 400	<b>D</b>

Le tableau suivant synthétise, pour chaque projet, les rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau susceptibles de s'appliquer :

RUBRIQUE	INTITULE (A : Autorisation ; D : Déclaration)	PROJET CETUR		VARIANTE 1		VARIANTE 2	
		CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME	CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME	CARACTERISTIQUES DU PROJET	REGIME
2.1.2.0	Déversoirs d'orage situés sur un système de collecte des eaux usées destiné à collecter un flux polluant journalier 1. Supérieure à 600 kg de DBO5 (A). 2. Supérieure à 12 kg de DBO5, mais inférieure ou égal à 600 kg de DBO5 (D).	Réhabilitation du poste de relevage des eaux usées actuel, d'une capacité de 1000 EH, soit 60 kg/j de DBO5 + Création d'un nouveau poste de relevage d'une capacité de 110 EH, soit 6.6 kg/j de DBO5	D	Réhabilitation du poste de relevage des eaux usées actuel, d'une capacité de 1000 EH, soit 60 kg/j de DBO5 + Création d'un nouveau poste de relevage d'une capacité de 110 EH, soit 6.6 kg/j de DBO5	D	Réhabilitation du poste de relevage des eaux usées actuel, d'une capacité de 1000 EH, soit 60 kg/j de DBO5 + Création d'un nouveau poste de relevage d'une capacité de 110 EH, soit 6.6 kg/j de DBO5	D
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la superficie totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1) supérieure ou égale à 20 ha (A) 2) supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D)	Projet + bassin versant intercepté = 0.8 ha	Non soumis	Projet + bassin versant intercepté = 0.8 ha	Non soumis	Projet + bassin versant intercepté = 0.8 ha	Non soumis
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1. Un obstacle à l'écoulement des crues (A). 2. Un obstacle à la continuité écologique : a) entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A). b) entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm (D).	Ouvrage dans le lit mineur de la Thongue 1) Pas d'obstacle à l'écoulement des crues ? – pas d'aggravation PHE 2) Différence de 28 cm entre amont et aval pour le module	A / D	Ouvrage dans le lit mineur de la Thongue 3) Pas d'obstacle à l'écoulement des crues – pas d'aggravation PHE 4) Différence de 16 cm entre amont et aval pour le module	A / Non soumis	Ouvrage dans le lit mineur de la Thongue 5) Pas d'obstacle à l'écoulement des crues – pas d'aggravation PHE 6) Différence de 9 cm entre amont et aval pour le module	A / Non soumis
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : a) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou	Restauration du cours d'eau et aménagement de la berge en rive droite sur un linéaire de 80 m à 100 m	D / A Respect des prescriptions de l'arrêté du 28	Restauration du cours d'eau et aménagement de la berge en rive droite sur un linéaire de 80 m à 100 m	D / A Respect des prescriptions de l'arrêté du 28	Restauration du cours d'eau et aménagement de la berge en rive droite sur un linéaire de 80 m à 100 m	D / A Respect des prescriptions de l'arrêté du 28





