

ETABLISSEMENT PUBLIC LOIRE



ETUDE DE DÉFINITION DES PROJETS DE RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE AU DROIT DU SEUIL DE VIDANGE DU MOULIN GABET SUR LA SARTHE À CHEFFES ET TIERCE



Réunion de COPIL - Phase 2 : Projet
26 avril 2017

- Rappels du contexte, des objectifs et du phasage de l'étude

- Présentation de la Phase 2 : Projet de « rivière de contournement »
 - ✓ Données nécessaires au projet
 - ✓ Définition du projet
 - ✓ Modélisation hydraulique du projet
 - ✓ Mise en œuvre des travaux
 - ✓ Procédure réglementaire
 - ✓ Chiffrage détaillé du projet

- Discussion

- Calendrier prévisionnel

Le contexte de l'étude

Le Département en tant que propriétaire du seuil de la vidange et gestionnaire du DPF est associé depuis 2010 au projet d'installation d'une centrale hydro-électrique au niveau du moulin Gabet sur la Sarthe à Cheffes.

Il a été sollicité en 2014 par les acteurs locaux pour étudier une solution alternative à la création d'un dispositif de type rampe rugueuse, et a confié la maîtrise d'ouvrage de l'étude à l'Etablissement public Loire.

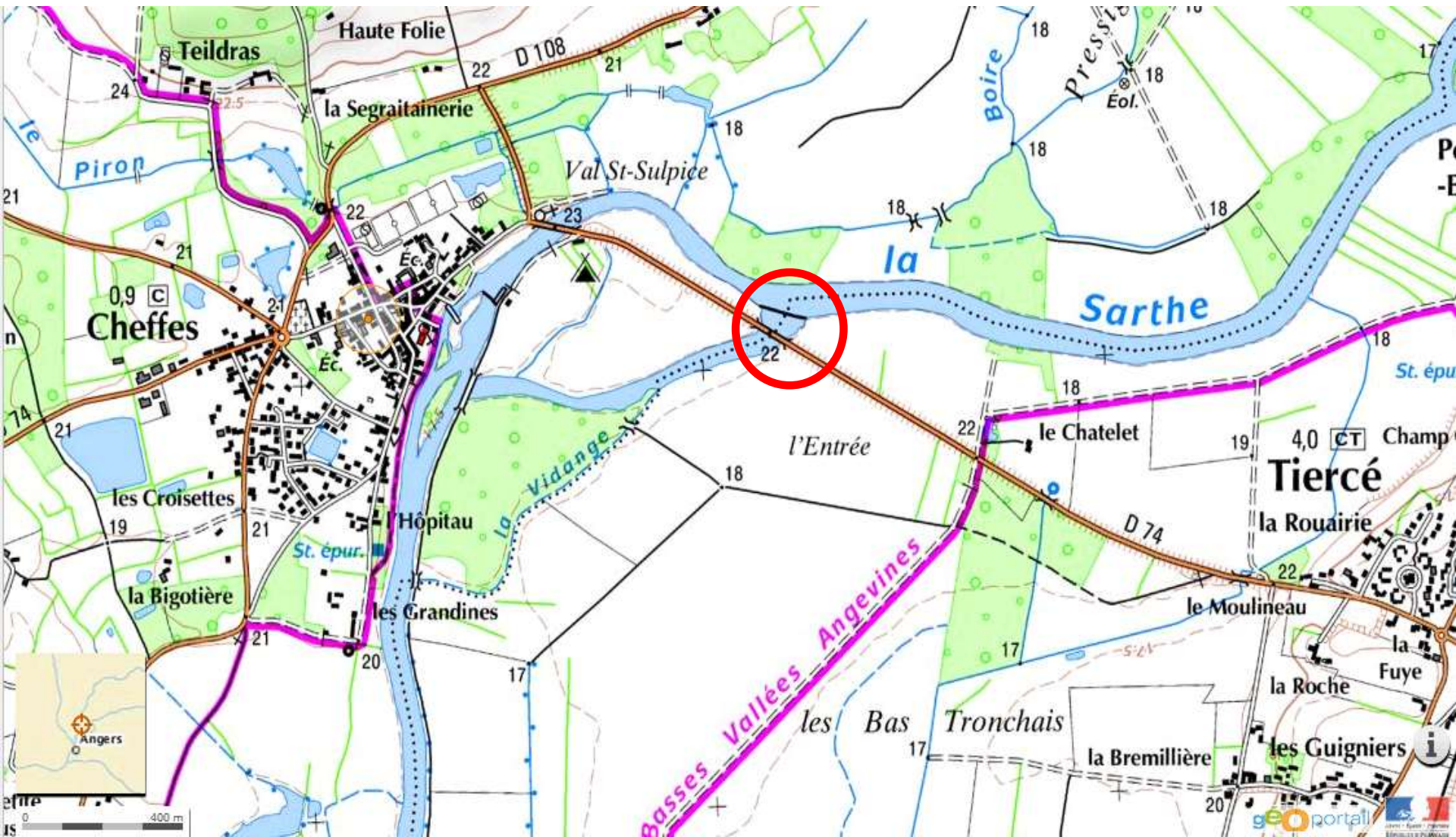
La solution alternative de rivière de contournement a été validée suite au COPIL du 10 mai 2016.

➤ ***Solution de rivière de contournement multi-espèces au niveau du déversoir de la vidange, avec possibilité d'utilisation canoës-kayaks***

Espèces amphialines visées : Anguille, Lamproie marine, Grande Alose
Mulet non visé mais pris en compte

Espèces holobiotiques visées : Brochet, Vandoise, Barbeau, hotu, spirilin, lote de rivière, truite fario

Le contexte de l'étude



Définir et concevoir une solution d'aménagement alternative pour rétablir la continuité écologique au niveau du déversoir amont du moulin Gabet

Mission décomposée en 2 temps :

1. Etude du scénario « rivière de contournement »

Synthèse des données existantes.

Réalisation de levés topographiques sur la zone de projet.

Premier descriptif et première enveloppe de l'aménagement.

Modélisation du bras de contournement.

Comparaison de ce scénario avec le scénario initial en vue d'un choix.

2. Elaboration du projet retenu et des dossiers réglementaires

Développement du scénario retenu au stade PRO.

Dimensionnement, chiffrage et mode opératoire détaillés.

Calendrier d'opération.

Compléments aux dossiers réglementaires au titre du Code de l'Environnement.

Etude= outil d'aide à la décision pour le maître d'ouvrage +outil de programmation

Etat des lieux : déversoir du bras de la Vidange

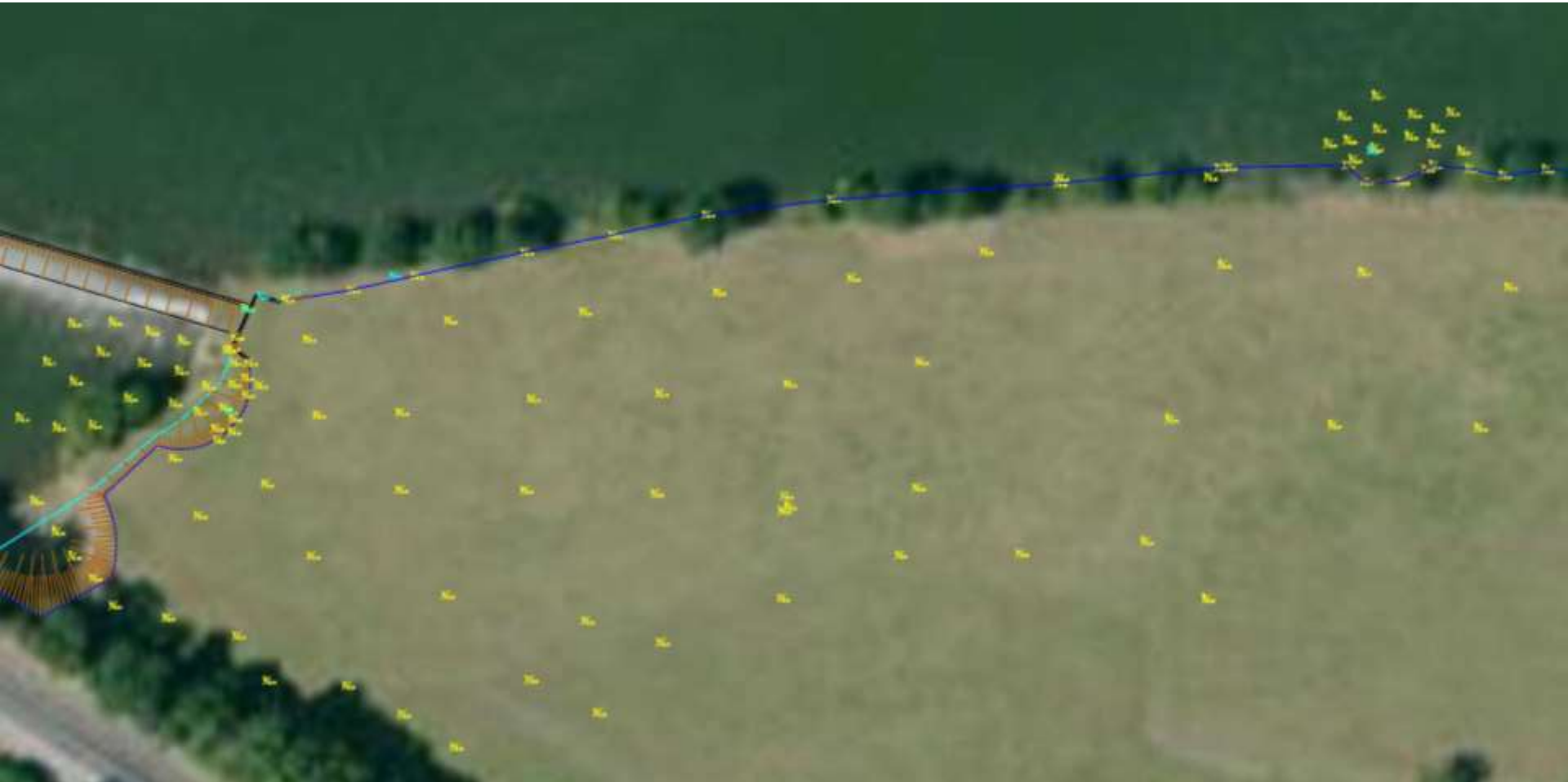


Etat des lieux : déversoir du bras de la Vidange



Etat des lieux : levés topographiques et bathymétriques complémentaires

Réalisés le 21 mars 2016 par SINBIO



Données nécessaires au dimensionnement de la rivière de contournement

➤ Hydrologie de la Sarthe au droit du site

	Etiage QMNA 1/5	Etiage QMNA 1/2	Module interannuel	Double du Module	Crue 2 ans	Crue 10 ans
La Sarthe à Cheffes	8,8 m ³ /s	12,9 m ³ /s	49,6 m ³ /s	99,2 m ³ /s	326 m ³ /s	536 m ³ /s

➤ Répartition des débits au niveau des différents bras

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Q total	101,9	99,0	83,6	59,6	41,1	26,7	19,4	14,7	16,2	24,5	40,5	70,9
Q bras Vidange	65,4	65,2	47,1	25,0	25,0	25,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	34,6
Q tronçon navig.	28,0	25,3	28,1	26,7	16,0	1,6	14,3	9,6	11,1	19,4	28,3	28,0
Q moulin	8,5	8,5	8,4	7,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	7,2	8,3

Données nécessaires au dimensionnement de la rivière de contournement

Débits minimaux de projet au niveau du bras de la Vidange :

- **5 m³/s** à garantir en permanence et en toute situation hydrologique (part du débit réservé)
- **25 m³/s** à garantir en permanence, quand la situation hydrologique le permet, au printemps

Niveaux d'eau de projet, pour la Sarthe à l'amont et pour le bras de la Vidange à l'aval :

- Niveau amont : 16.60 NGF; le niveau amont peut s'élever en exploitation jusqu'à 16.70 NGF
- Niveau aval : autour de 14.80 NGF à l'étiage, 15.10 NGF en moyenne au mois de mai

Données nécessaires au dimensionnement de la rivière de contournement

➤ Espèces piscicoles visées : migrateurs amphialins

Espèce	V moy sprint	Hauteur moy. de saut
Grande alose	4,25 m/s	ne saute pas
Lamproie marine	3,75 m/s	ne saute pas
Anguille europ.	< 1,5 m/s	ne saute pas
Mulet	4,75 m/s	1,1 m

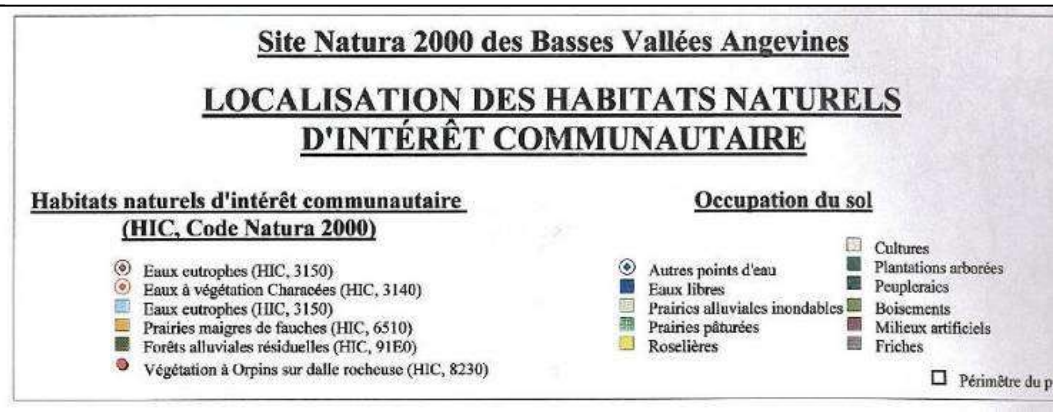
Données nécessaires au dimensionnement de la rivière de contournement

➤ Espèces piscicoles visées : holobiotiques

Espèce	V moy sprint	Hauteur moy. de saut
Brochet	4,25 m/s	ne saute pas
Vandoise	2,75 m/s	ne saute pas
Barbeau fluv.	3,25 m/s	ne saute pas
Spirlin	2,25 m/s	ne saute pas
Hotu	3,25 m/s	ne saute pas
Lotte de rivière	2,75 m/s	ne saute pas
Truite fario (15-30)	3,00 m/s	0,5 m

Données nécessaires au dimensionnement de la rivière de contournement

- Nature du lit majeur : herbages actuellement paturés



- Lit mineur : berges et ripisylve



Données nécessaires au dimensionnement de la rivière de contournement

➤ Emprises et propriétés foncières



➤ Principes de dimensionnement et de fonctionnement

Caractéristiques morphologiques proches d'un bras naturel de la rivière :

- **Franchissable par conception pour l'ensemble des espèces cibles** (hauteurs d'eau, vitesses)
- **Compatible avec le franchissement des canoës-kayaks** (hauteurs et veines d'eau)
- **Aménagé au niveau de son lit et de ses berges**, de manière à offrir une plus-value écologique et paysagère : **emploi de techniques végétales ou mixtes**

Principes généraux de fonctionnement de la rivière de contournement

➤ Plage de fonctionnement hydrologique

de l'étiage modéré QMNA2 à 2 x le module : 13 à 100 m³/s pour la Sarthe

➤ Niveaux d'eau amont et aval correspondant

*Amont : de 16,60 à 16,70 mNGF en fonctionnement du moulin
fonctionnement testé jusqu'à 17,00 mNGF*

Aval : amplitude plus importante, de 14,80 à 16,10 mNGF > ennoyage aval

➤ Débit de fonctionnement de la rivière de contournement

Débit moyen de projet = 5 m³/s correspondant à :

100 % du débit DMB,

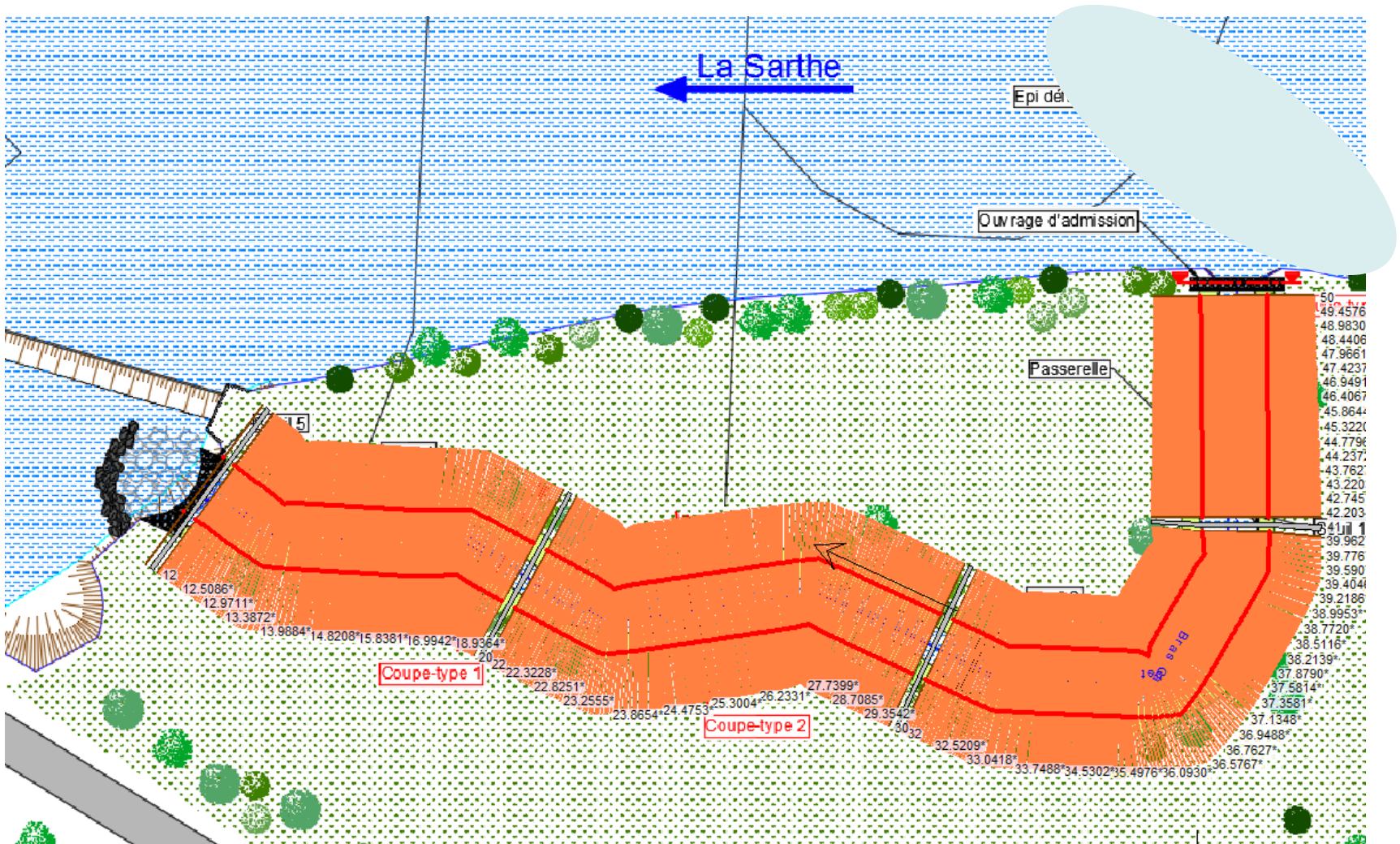
20 % du débit biologique relevé à 25 m³/s pendant le printemps,

8 % du débit mensuel max transitant par le bras de la Vidange (janvier).

➤ Caractéristiques morphométriques

Paramètre	Dimensions
Longueur linéaire	150 m
Cote fe ouvrage admission amont	15.50 NGF
Cote fe premier seuil amont	15.80 NGF
Cote fe restitution aval	14.40 NGF
Pente moyenne hors tout	1.13 %
Nombre de seuils	4 dont 3 intermédiaires et 1 de restitution aval
Forme des seuils	en V avec flèche de 0.30 m ; largeur en gueule 5,0 m
Ecoulement au niveau des seuils	Partiellement noyé avec jet de surface
Largeur du fond courant	5,0 m
Largeur de la lame d'eau pour 5 m ³ /s	6,8 m
Largeur en gueule	17,0 à 21,0 m d'amont en aval
Profil en travers	Trapézoïdal avec fond non plat
Fruit des berges	Pentes moyennes variant de 3H/1V à 5H/1V
Hauteur des berges	1,4 à 2,8 m

Caractéristiques de la rivière de contournement



Exemples de la rivière de contournement



Exemples de la rivière de contournement

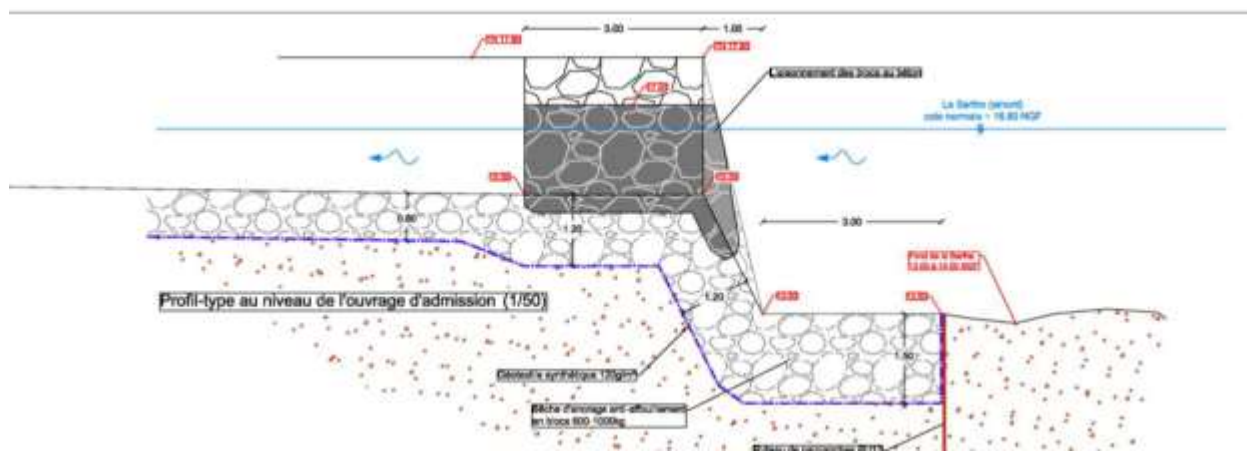
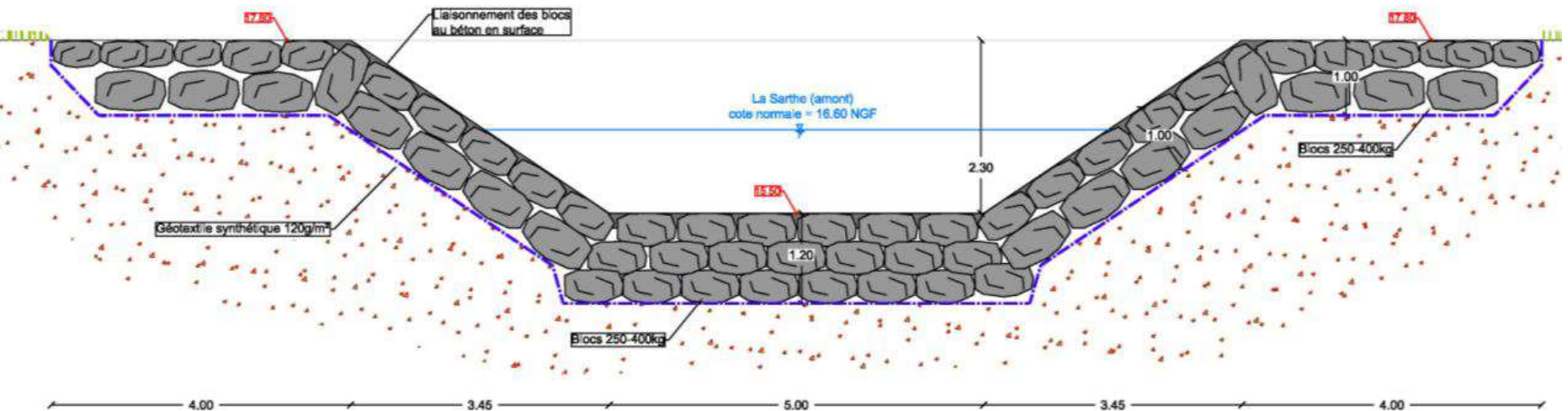


Exemples de la rivière de contournement

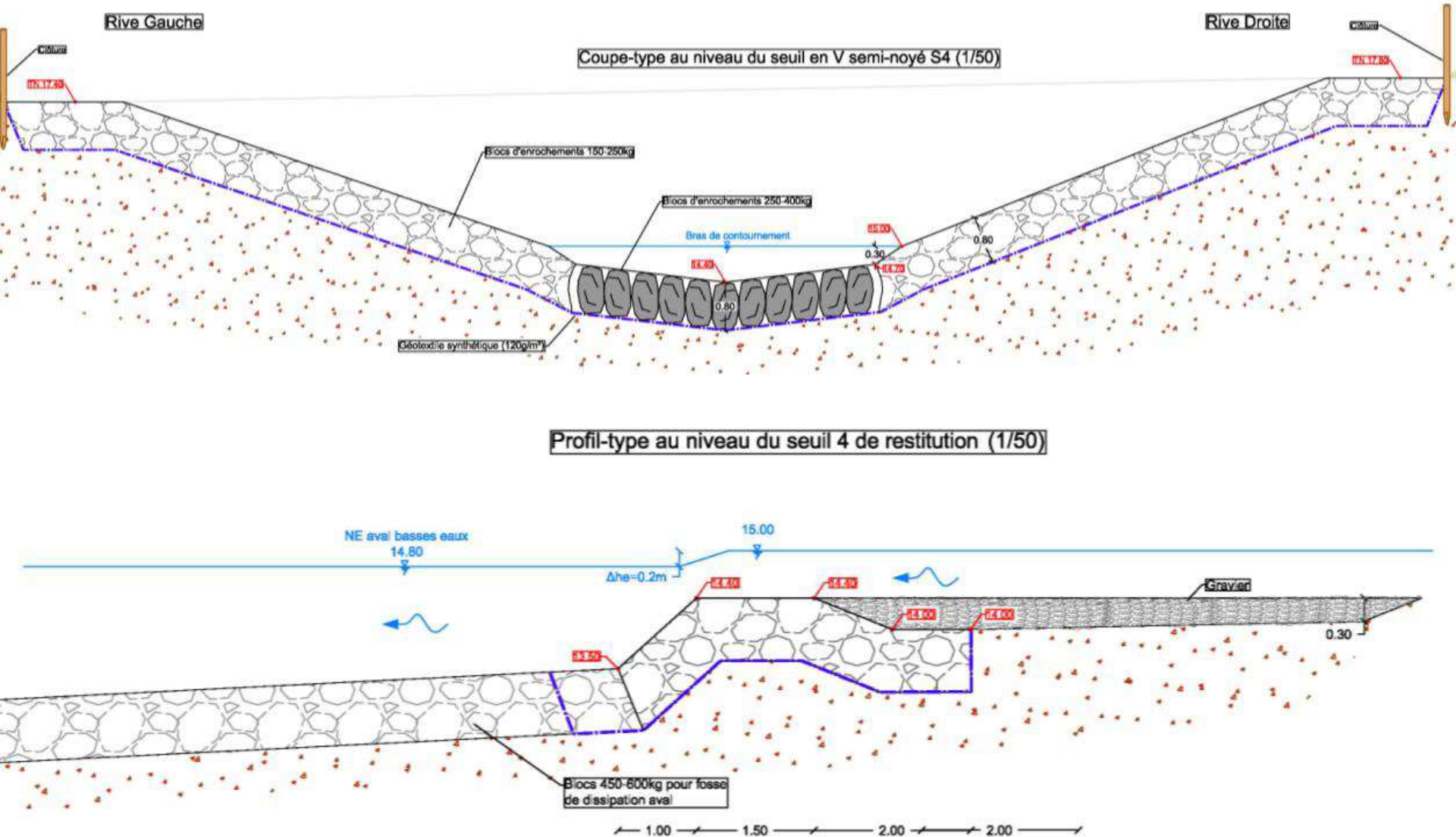


➤ Ouvrage d'admission amont

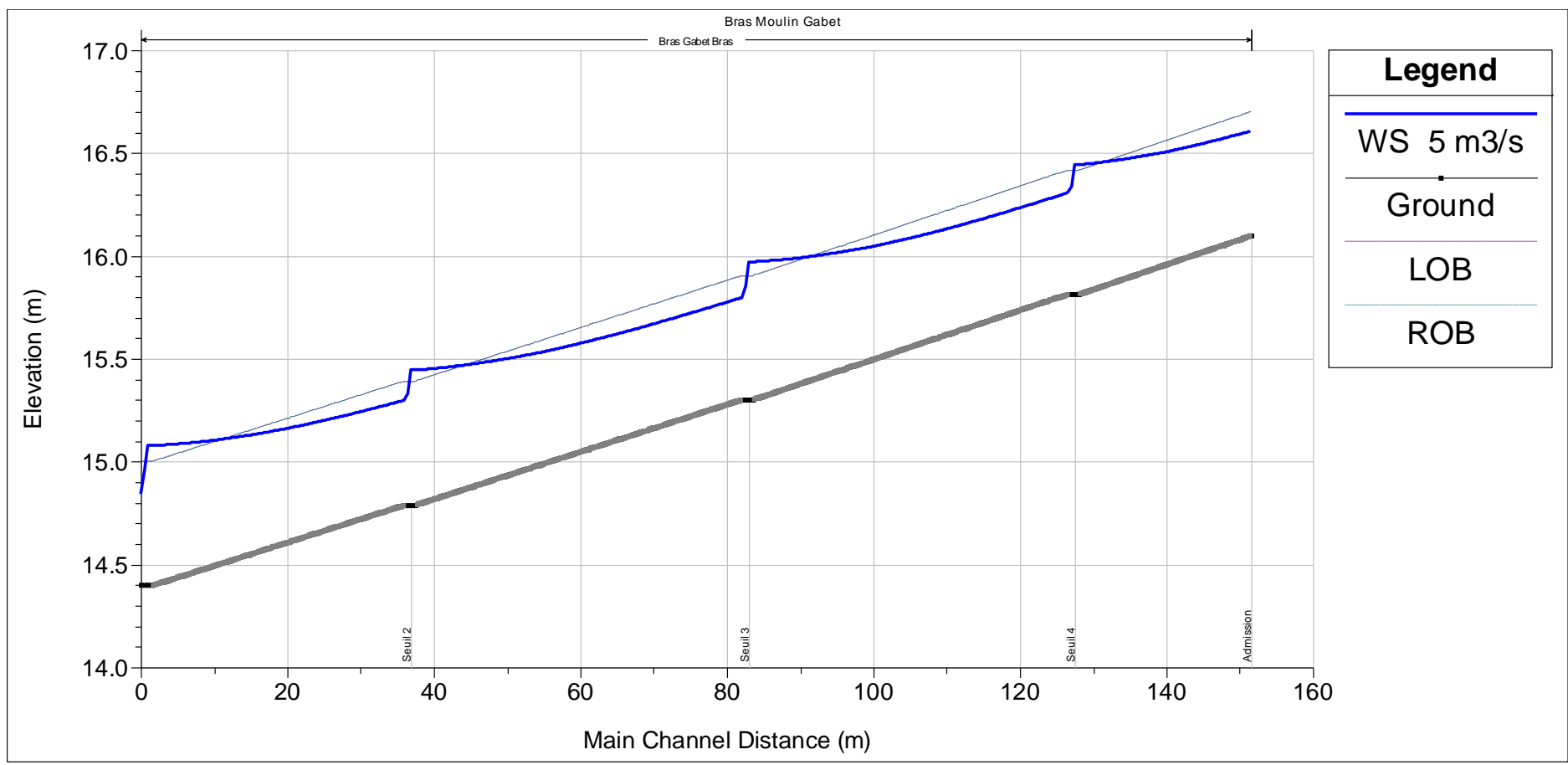
Coupe-type au niveau de l'ouvrage d'admission (1/50)



➤ Ouvrage de restitution aval

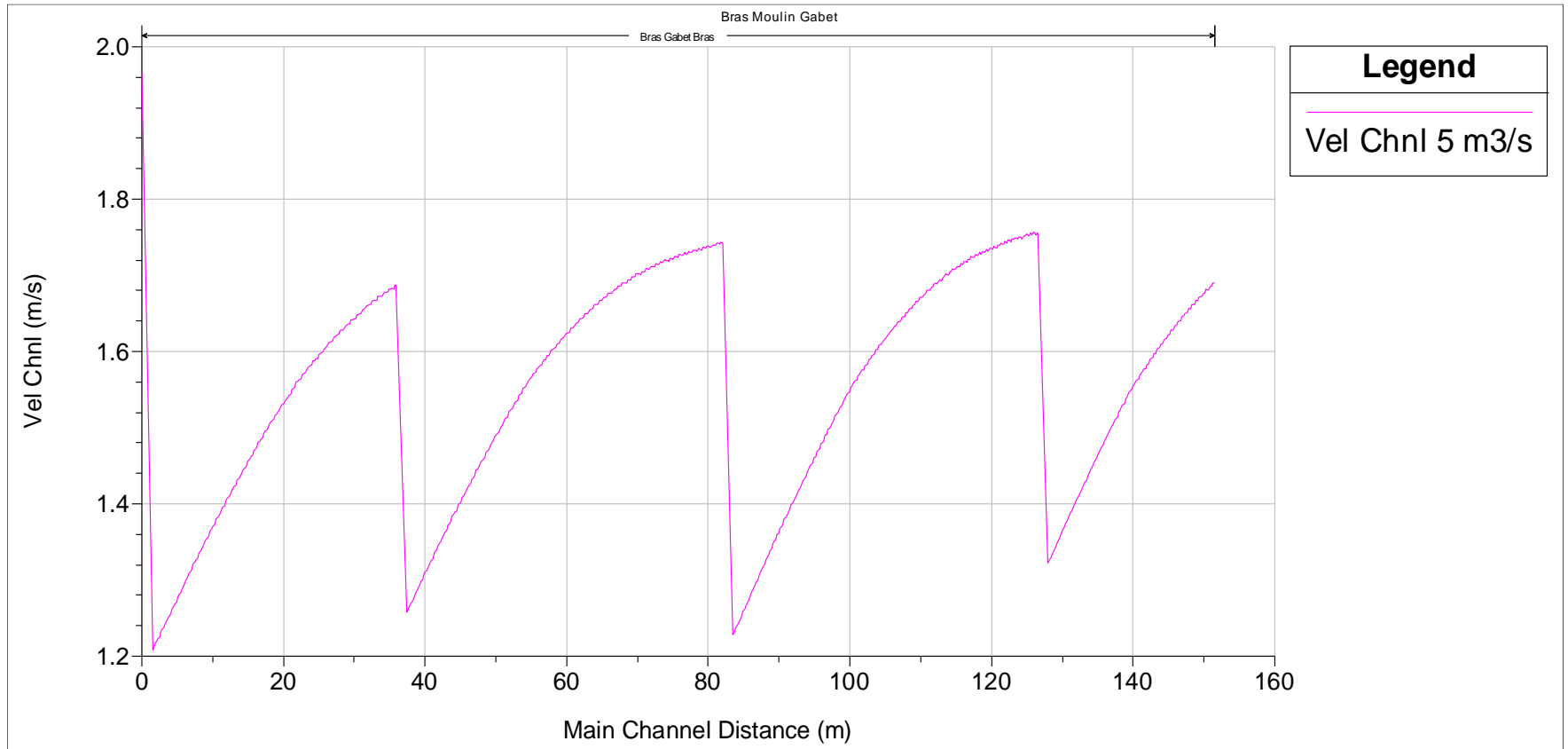


Modélisation de la rivière de contournement



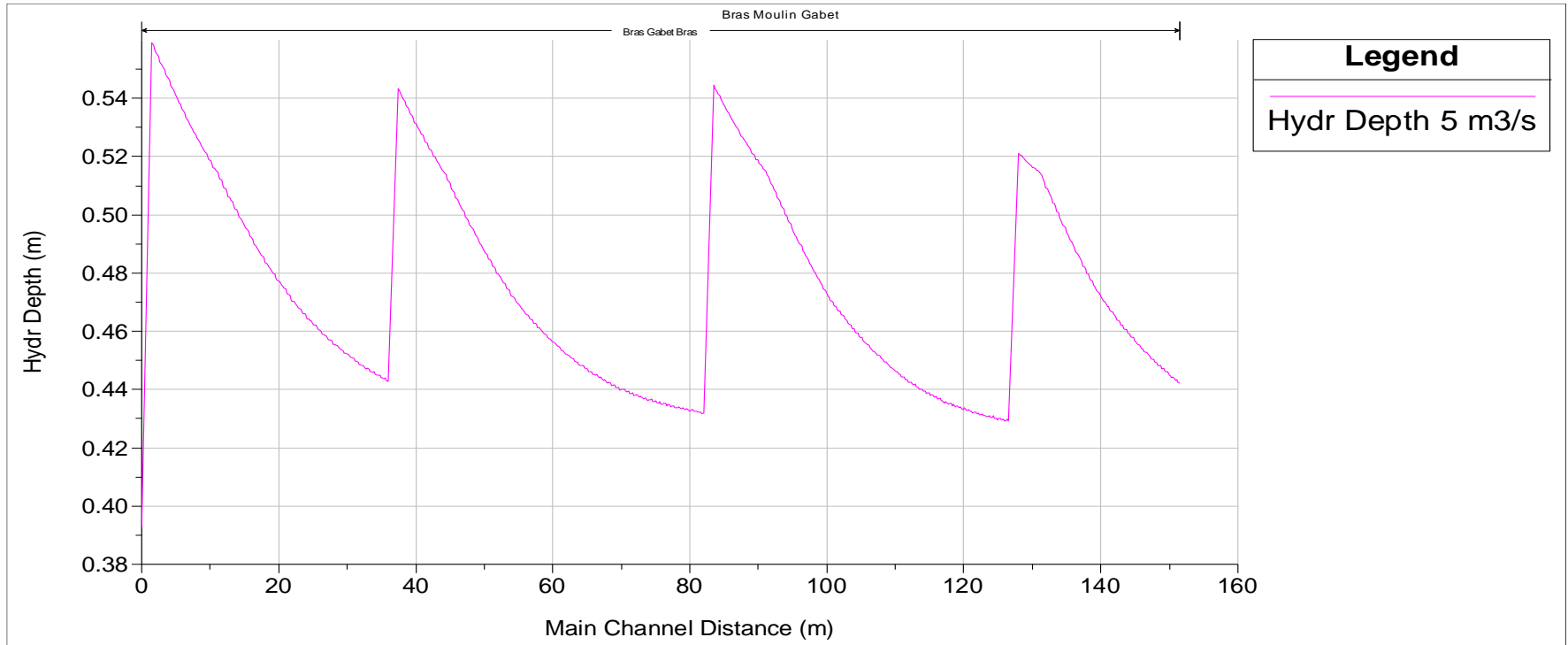
Débits de projet égal à 5 m³/s

➤ Profils de vitesses sur l'ensemble du linéaire



Modélisation de la rivière de contournement

➤ Profils de hauteurs d'eau sur l'ensemble du linéaire



Recherche du meilleur compromis entre une **lame d'eau suffisamment élevée** (0.43 m mini en section courante) et **vitesses maximales modérées** (1.2 à 1.7 m/s en section courante, 1.8 m/s maximum au niveau des seuils).

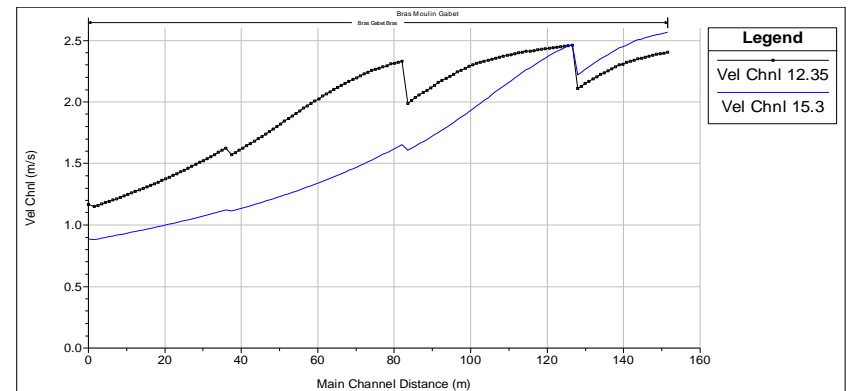
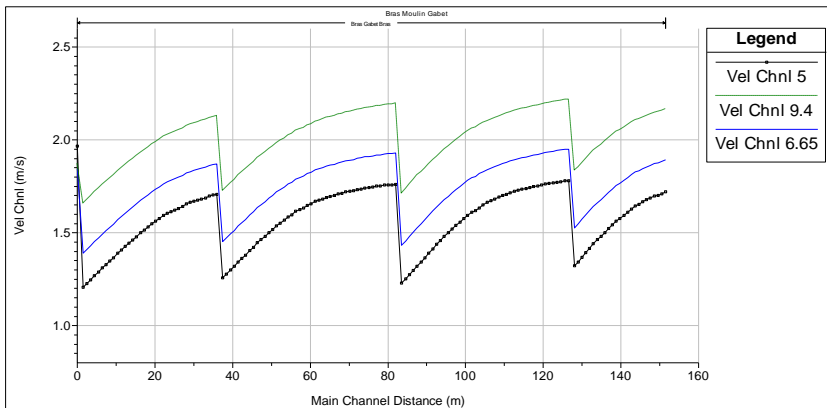
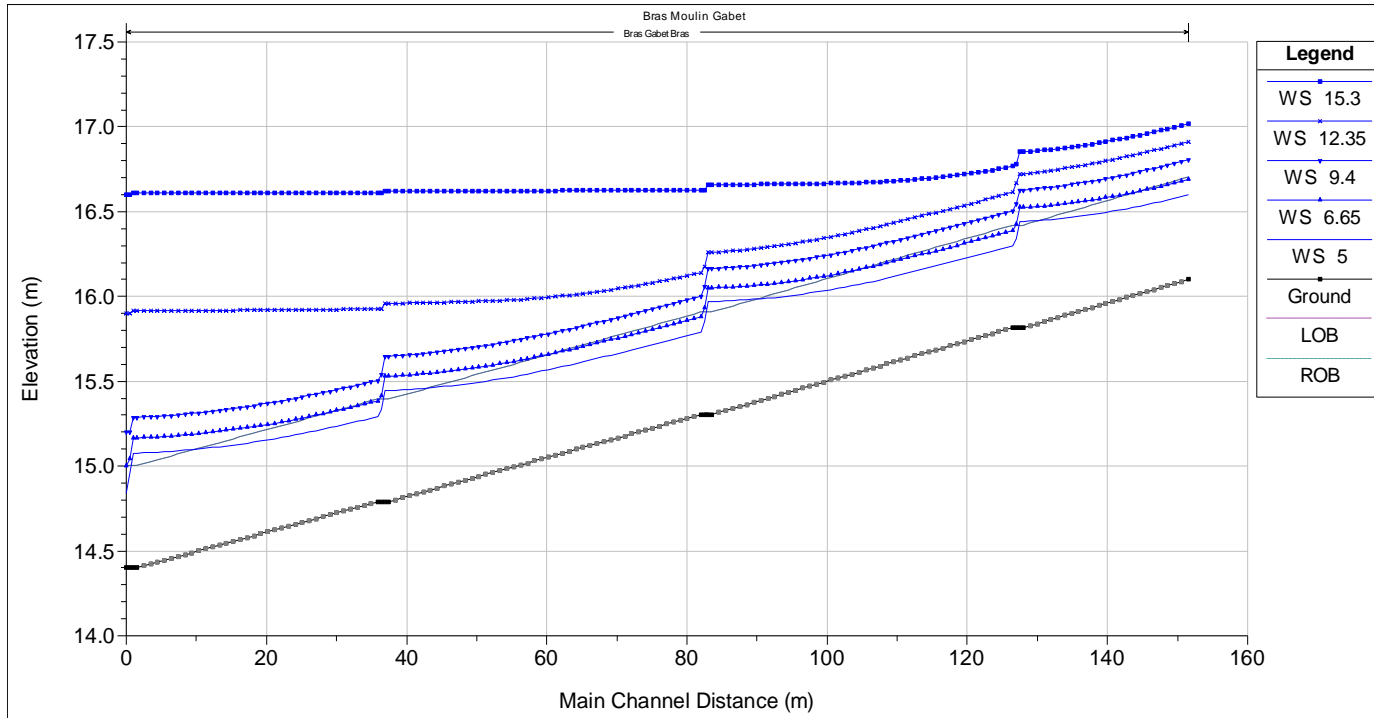
- **Compatibilité assurée avec les espèces piscicoles visées**
- **Compatibilité assurée avec les techniques d'aménagement proposées**

Modélisation de la rivière de contournement

- Lorsque le débit de la Sarthe augmente dans la plage de fonctionnement de 13 à 100 m³/s, **le niveau aval augmente plus vite que le niveau amont** :
- ✓ *La rivière s'enneige, les hauteurs d'eau augmentent, les vitesses diminuent (cas du mois de mai où se déroulent de nombreuses migrations dont l'Alose)*

Débits (m ³ /s)	Niveaux amont (mNGF)	Niveaux aval (mNGF)
5.00	16.6	14.80
6.65	16.7	15.00
9.40	16.8	15.20
12.35	16.9	15.90
15.3	17.0	16.60

Modélisation de la rivière de contournement



➤ ***Modalités d'accès***

Par la pâture en rive gauche de la Sarthe, depuis la voie communale au lieu-dit Le Châtelet.

➤ ***Modalités de travaux***

Isolement par batardeaux amont (palplanches) et aval (matériaux).

➤ ***Gestion des matériaux décaissés au niveau du lit majeur***

Le volume brut des matériaux terrassés est estimé à : 4200 m³.

Le volume net des matériaux soustraits au champ d'inondation est le volume brut amputé du volume toujours en au niveau de la rivière (= 570 m³), soit 3 630 m³. C'est ce volume de matériaux qui peut être théoriquement régalé sur place, sous réserve de la validation des services de la DDT.

Chiffrage de la rivière de contournement

N°	Intitulé	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
1	Installation et repli de chantier				12 000
1.1	Installations générales	fft	1	6 000	6 000
1.2	Accès à pied d'œuvre depuis la rive gauche amont	fft	1	6 000	6 000
2	Travaux préliminaires				43 800
2.1	Implantation et piquetage	fft	1	1 500	1 500
2.2	Caisson amont en palplanches type PU12 : fourniture, battage, recépage en eau	ml	33	1 000	33 000
2.3	Batardeau provisoire aval	fft	1	1 800	1 800
2.4	Pompage et épuisement des venues d'eau	fft	1	7 500	7 500
3	Terrassements				40 600
3.1	Décapage préalable, mise en attente	m2	4 600	1	4 600
3.2	Terrassements pleine masse	m3	4 200	4	16 800
3.4	Régalage sur site des excédents	m3	3 350	2	6 700
3.5	Modelage fin des berges	m2	2 500	5	12 500
4	Ouvrage d'admission				20 850
4.1	Blocs d'enrochements 250 - 400 kg	t	410	40	16 400
4.2	Béton de liaison	m3	15	230	3 450
4.3	Géotextile synthétique	m2	250	4	1 000
5	Seuils intermédiaires				28 720
5.1	Blocs d'enrochements 250 - 400 kg pour seuil	t	180	40	7 200
5.2	Blocs d'enrochements 150-250 kg pour berges	t	480	40	19 200
5.3	Géotextile synthétique	m2	580	4	2 320
6	Ouvrage de restitution et fosse d'appel aval				22 160
6.1	Blocs d'enrochements 250 - 400 kg pour seuil	t	60	40	2 400
6.2	Blocs d'enrochements 150-250 kg pour berges	t	280	40	11 200
6.3	Blocs d'enrochements 600 - 1000 kg pour parafouille anti-ressaut au niveau du déversoir	t	180	40	7 200
6.4	Géotextile synthétique	m2	340	4	1 360

Chiffrage de la rivière de contournement

N°	Intitulé	Unité	Quantité	Prix unitaire € HT	Prix total € HT
7	Restauration du fond graveleux				22 950
7.1	Matériaux graveleux pour reconstitution du fond du lit	t	430	45	19 350
7.2	Blocs pour diversification du fond du lit	t	90	40	3 600
8	Protection et végétalisation des berges				53 630
8.1	Fascine de saule en pied de berge	ml	135	60	8 100
8.2	Blocs d'enrochements en pied de berge extradossés	t	90	40	3 600
8.3	Reprise de matériaux terreux issus du site	m3	850	3	2 550
8.4	Couches de branches à rejets	m2	440	45	19 800
8.5	Treillis biodégradable	m2	1 600	7	11 200
8.6	Plantations	u	132	15	1 980
8.7	Ensemencement	m2	3 200	2	6 400
9	Equipements				25 200
9.1	Clôture pour les deux rives	ml	320	10	3 200
9.2	Passerelle type tablier sur culées, sans radier	fft	1	20 000	20 000
9.3	Défecteur anti-embâcles fixé au niveau du rideau de palplanches amont	fft	1	2 000	2 000
10	Investigations complémentaires				6 000
10.1	Réalisation de sondages in situ à la pelle mécanique jusqu'à 5 m de profondeur (partie aval) + berge amont (fondation de l'ouvrage d'admission)	fft	1	6 000	6 000
11	Imprévus travaux (5 %)				13 790
	TOTAL TRAVAUX € HT				289 700
	TOTAL TRAVAUX € TTC				347 640



ÉTUDE FINANCÉE PAR :



ETUDES DE DÉFINITION DES PROJETS DE RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE SUR LA SARTHE DANS LE MAINE-ET-LOIRE

Réunion de travail : Présentation des projets d'aménagement



16/05/2018



Objectifs et déroulement de l'étude

- Objectifs de l'étude
 - **Accompagnement du maître d'ouvrage dans la réflexion sur le choix des aménagements et modalités de gestion les plus appropriés**
 - Rétablissement de la continuité écologique en tenant compte du patrimoine naturel, paysager et des usages actuels associés aux ouvrages
- Déroulement
 - **Phase 1** : Acquisition de données techniques de base et élaboration des scénarii
 - **Phase 2** : Projets
 - **Phase 3** : Dossiers réglementaires



Plan de la présentation

- **Éléments généraux de contexte**
- **Présentation des projets d'aménagements sur chaque site**
 - Aménagements prévus
 - Éléments de dimensionnement et de fonctionnement
 - Déroulement des travaux
 - Coût du projet
 - Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées
- **Dossiers réglementaires**



Éléments généraux de contexte





Éléments généraux de contexte

- **Les 3 sites d'étude**
 - Déversoir de Châteauneuf-sur-Sarthe
 - Déversoir de Villechien
 - Déversoir du Moulin Pendu
- **Enjeux**
 - **Migratoires et biologiques**
 - La Sarthe est classée en **liste 2** sur le secteur d'étude, avec comme espèces cibles :
 - Espèces cibles amphihalines : **anguille, grande alose, lamproie marine**
 - Espèces cibles holobiothiques : **barbeau fluviatile, brochet, hotu, lote de rivière, vandoise**
 - **Arrêté frayères du 23 avril 2008 :**
 - Espèces concernées : **Brochet et Grande Alose**



Éléments généraux de contexte

- **Enjeux**
 - **Usage**
 - **Navigation**
 - Cotes réglementaires à respecter : **cotes normales des retenues**
 - **Aspect réglementaire**
 - **Ouvrages antérieurs au XIX^{ème} siècle**
 - **Ouvrages appartenant au DPF**
 - **Acte de transfert : 23 mai 2008**
 - **Pas de modification notable des ouvrages depuis le transfert**
- ➔ **Article L214-6** du code de l'environnement : les ouvrages sont réputés **autorisés** par l'administration



Projet d'aménagement sur le site de Châteauneuf-sur-Sarthe





Châteauneuf-sur-Sarthe

- Données caractéristiques du site
 - Cotes :

cote altimétrique moyenne du seuil principal (m NGF)	18
cote altimétrique moyenne du seuil secondaire (m NGF)	18,18
Cote du pertuis (m NGF)	18,11
Cote du clapet secondaire (m NGF)	18,04
Cote RN aval (m NGF)	16,6

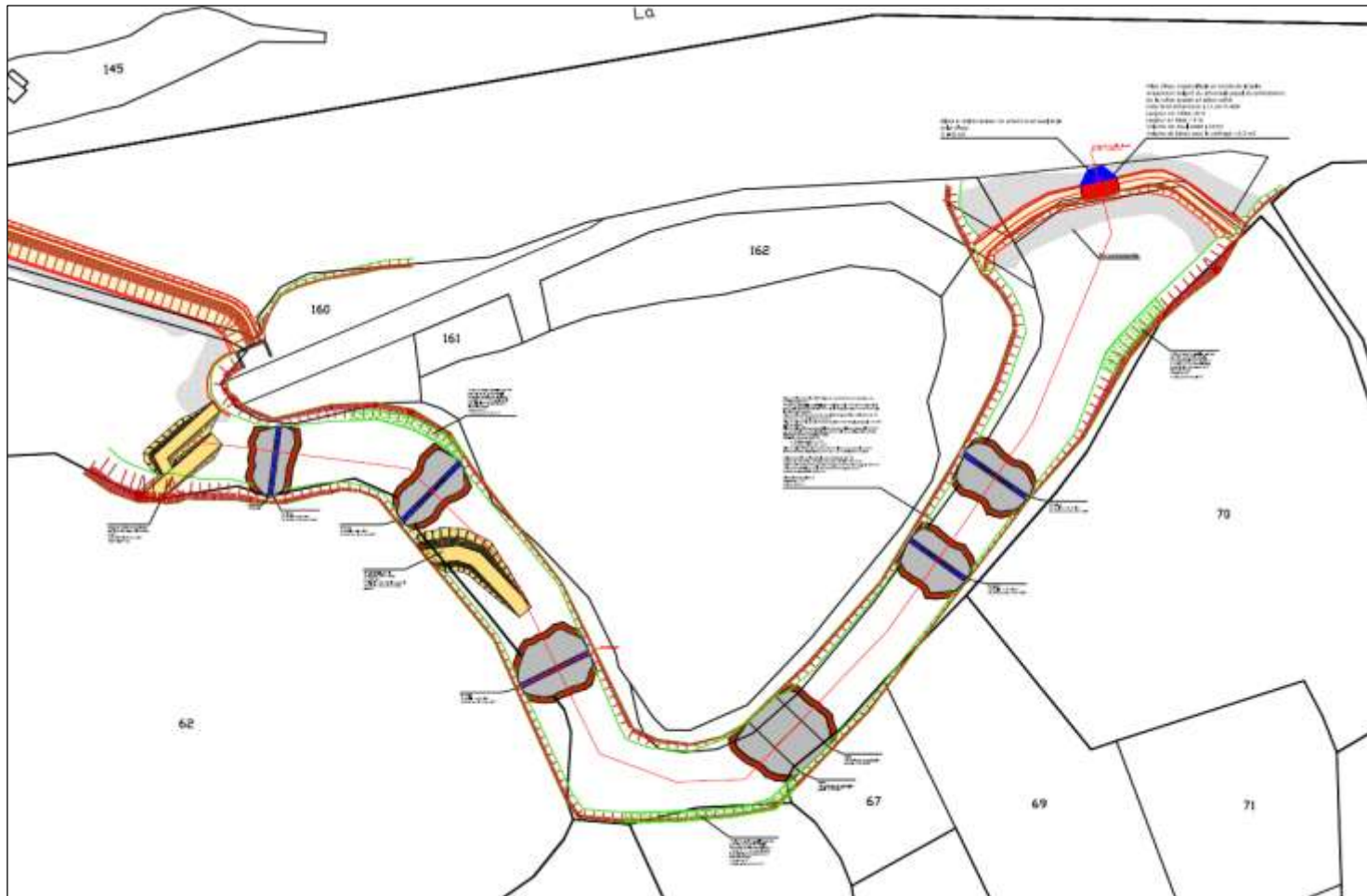
- Niveaux d'eau mesurés :

Mesure	NCA Environnement - 06/09/2016 - Q≈0,25*module	Département - 05/07/2016 - Q≈0,6*module	EP Loire - 14/04/2016 - Q≈1,9*module
Niveau d'eau amont (m NGF)	18,19	18,28	18,5
Niveau d'eau aval (m NGF)	16,61	16,76	17,31
hauteur de chute (m)	1,58	1,52	1,19



Châteauneuf-sur-Sarthe

- Consistance du projet





Châteauneuf-sur-Sarthe

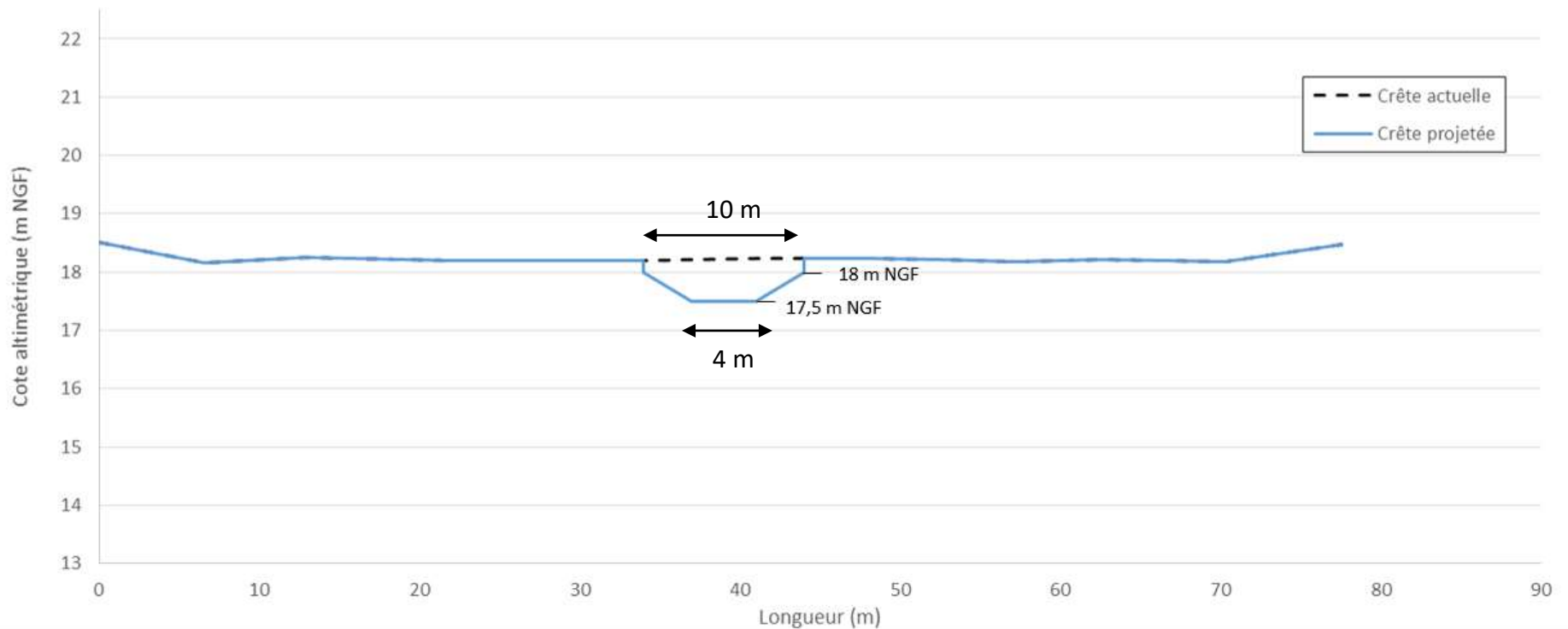
- Aménagement de la boire
 - **Éléments de dimensionnement**
 - Hauteur totale de chute à aménager : **1,40 m**
 - Dispositif toutes espèces
 - Critères de dimensionnement
 - Chutes interbassins **< 0,25 m**
 - Charge minimale sur échancrure **> 0,5 m**
 - Profondeur minimale des bassins calée sur le fond naturel de la boire
 - Puissance volumique maximale dissipée dans les bassins **< 150 W/m³**
 - Nombre de bassins : **6**
 - Nombre de rangée de blocs : **5**
 - Nombre de radiers : **1**



Châteauneuf-sur-Sarthe

- Échancrure dans le déversoir secondaire

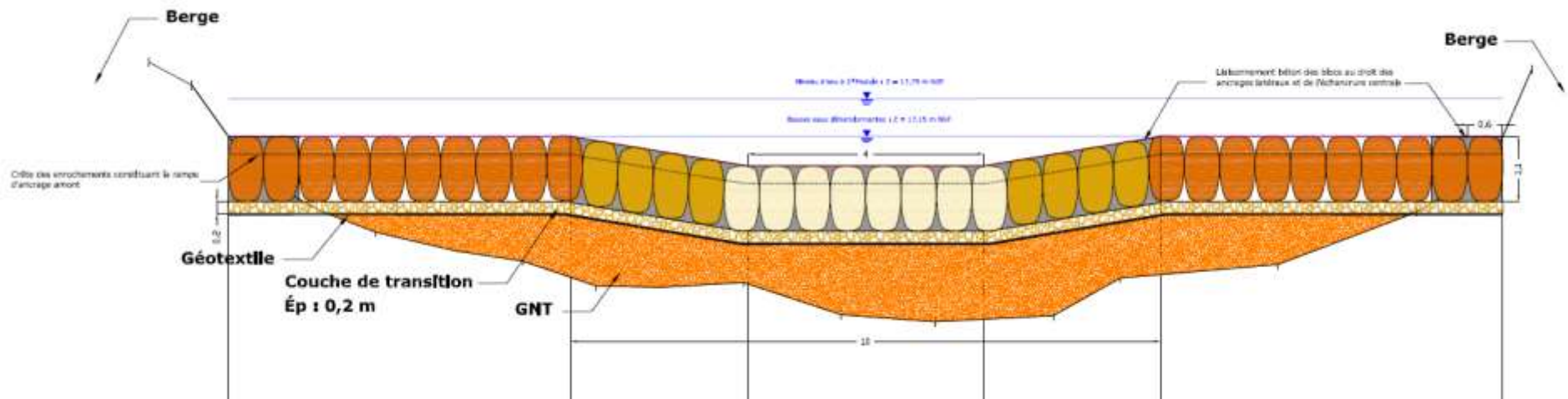
Profil en long actuel et projeté de la crête du déversoir secondaire sur le site de Chateauneuf-sur-Sarthe - Projet





Châteauneuf-sur-Sarthe

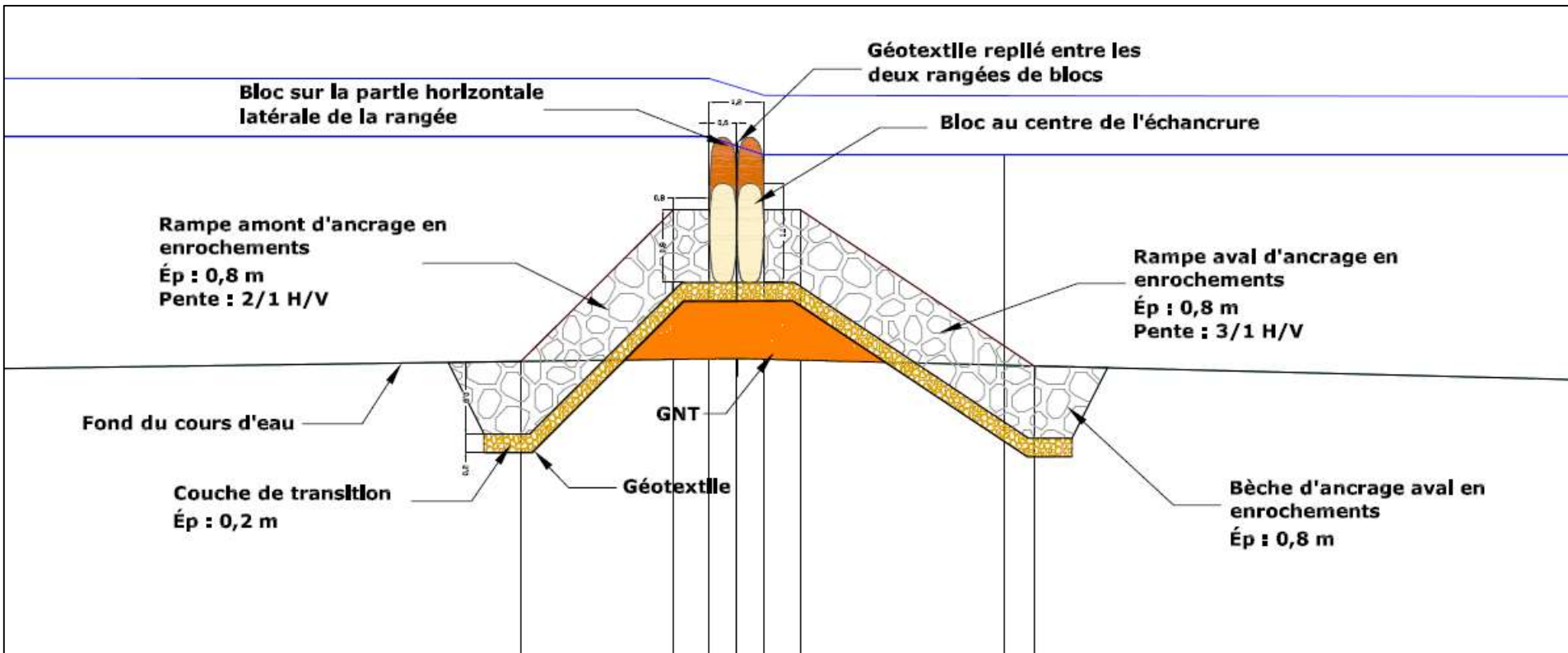
- Vue en coupe de face d'une rangée de blocs





Châteauneuf-sur-Sarthe

- Vue en coupe de profil d'une rangée de blocs





Châteauneuf-sur-Sarthe

- Dimensions et cotes caractéristiques des rangées interbassins

	Largeur totale (m)	Largeur de l'échancrure (m)	Cote de surverse (m NGF)	Cote de l'échancrure (m NGF)
Rangée 1	20,5	4 m en base et 10 m en crête	17,78	17,28
Rangée 2	18,5	4 m en base et 10 m en crête	17,58	17,08
Radier	19,25	-	-	17,03
Rangée 3	20,6	4 m en base et 10 m en crête	17,15	16,65
Rangée 4	22,1	4 m en base et 10 m en crête	16,93	16,43
Rangée 5	19,1	4 m en base et 10 m en crête	16,73	16,23

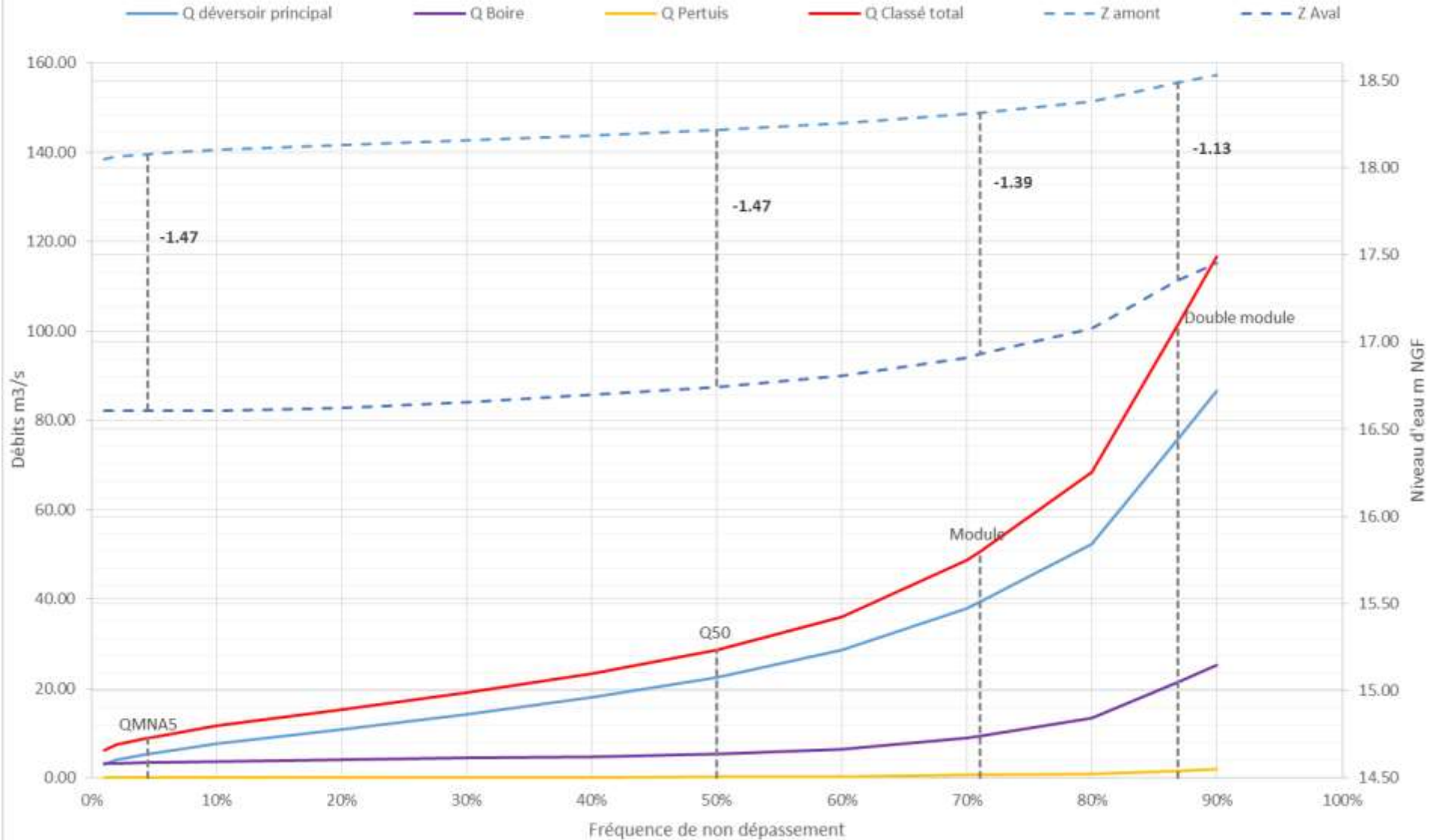


Châteauneuf-sur-Sarthe

- Fonctionnement hydraulique du site : répartition des débits

Répartition des débits sur le site de Châteauneuf-sur-Sarthe - Projet					
	1/10e du module	QMNA5	QMedian	Module	Double Module
Q total Sarthe (m ³ /s)	5,07	8,9	28,6	50,7	101,4
Fréquence de non dépassement (%)	< 1%	5,0%	50%	71%	87%
Fréquence de non dépassement (jours/an)	> 362	349	182	106	48
Débits bruts dérivés (m ³ /s)					
Q seuil (surverse - m ³ /s)	2,02	5,38	22,61	39,62	76,15
Q pertuis (surverse - m ³ /s)	0,00	0,00	0,20	0,59	1,54
Q clapet secondaire (m ³ /s)	0,00	0,06	0,57	1,13	2,38
Q Boire (m ³ /s)	3,02	3,47	5,28	9,38	18,49
Débits dérivés/débit total de la Sarthe (%)					
% Q déversoir principal	40%	60%	79%	78%	75%
% Q pertuis	0%	0%	1%	1%	2%
% Q clapet secondaire	0%	1%	2%	2%	2%
% Q boire	60%	39%	18%	19%	18%

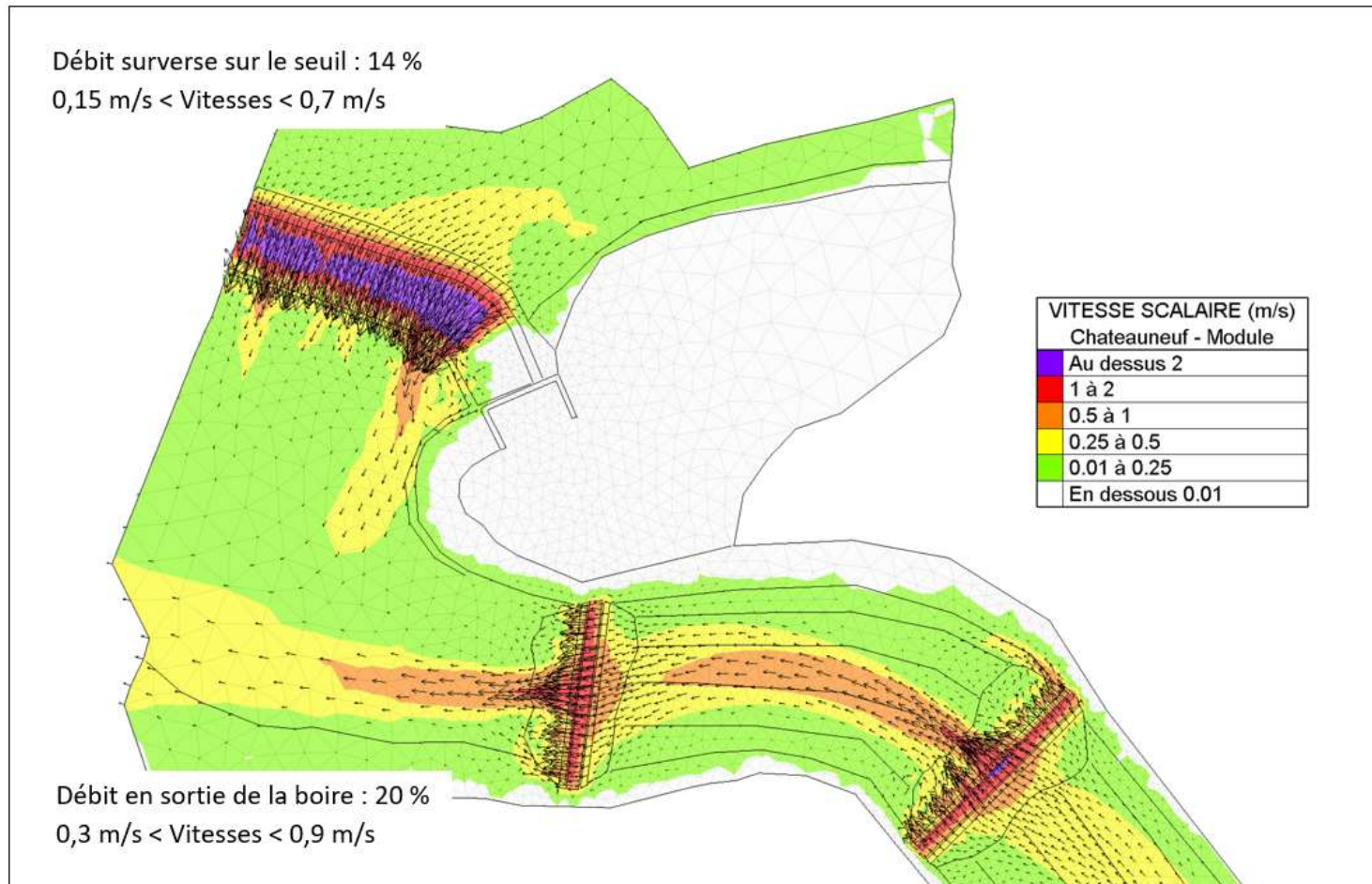
Courbes des niveaux et débits classés pour le site de Châteauneuf-sur-Sarthe - Projet





Châteauneuf-sur-Sarthe

- **Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement**





Châteauneuf-sur-Sarthe

• Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement

1/10ieme module - Q Passe : 3.03 m3/s*						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,22	2,08		OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 1	0,21	2,03	6	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 2	0,13	1,60	7	OUI	OUI	OUI
Bassin 3	0,30	2,43	4	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,22	2,08	8	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 5	0,20	1,98	6	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 6	0,15	1,72	9	OUI	OUI	OUI
Aval						
Q Median - Q Passe : 5.28 m3/s*						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,22	2,08		OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 1	0,21	2,03	10	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 2	0,20	1,98	11	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 3	0,22	2,08	9	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,23	2,12	10	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 5	0,20	1,98	11	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 6	0,18	1,88	13	OUI	OUI	LIMITÉ
Aval						



Châteauneuf-sur-Sarthe

• Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement

Q Module - Q Passe : 9.38 m3/s*						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,13	1,60		OUI	OUI	OUI
Bassin 1	0,20	1,98	10	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 2	0,25	2,21	18	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 3	0,18	1,88	20	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,23	2,12	13	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 5	0,20	1,98	18	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 6	0,21	2,03	22	OUI	OUI	LIMITÉ
Aval						
Double module - Q Passe : 21.58 m3/s*						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,06	1,08		OUI	OUI	OUI
Bassin 1	0,19	1,93	10	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 2	0,22	2,08	35	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 3	0,22	2,08	37	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,24	2,17	34	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 5	0,12	1,53	41	OUI	OUI	OUI
Bassin 6	0,07	1,17	26	OUI	OUI	OUI
Aval						



Châteauneuf-sur-Sarthe

- Passe spécifique à anguilles





Châteauneuf-sur-Sarthe

- **Passé spécifique à anguilles**
 - **Principes de dimensionnement**
 - **Plage hydrologique de fonctionnement**
 - Situation de basses eaux dimensionnantes correspondant à un niveau d'eau amont équivalent à la cote RN : **18 m NGF**
 - Double module (**101,4 m³/s**)
 - **Hauteur totale de chute à équiper : 1,40 m**
 - **Lame d'eau de l'ordre de 1 à 2 cm sur une fraction de la passe**
 - **Pendage latéral permettant de pallier la variation de niveau d'eau amont entre les deux situation hydrologiques dimensionnantes :**
 - Basses eaux dimensionnantes : **18 m NGF**
 - Double module : **18,48 m NGF**
 - Pendage latéral maximal limité à **25 %**
 - **Pendage longitudinal de la rampe de montée compris entre 5 et 45 %**

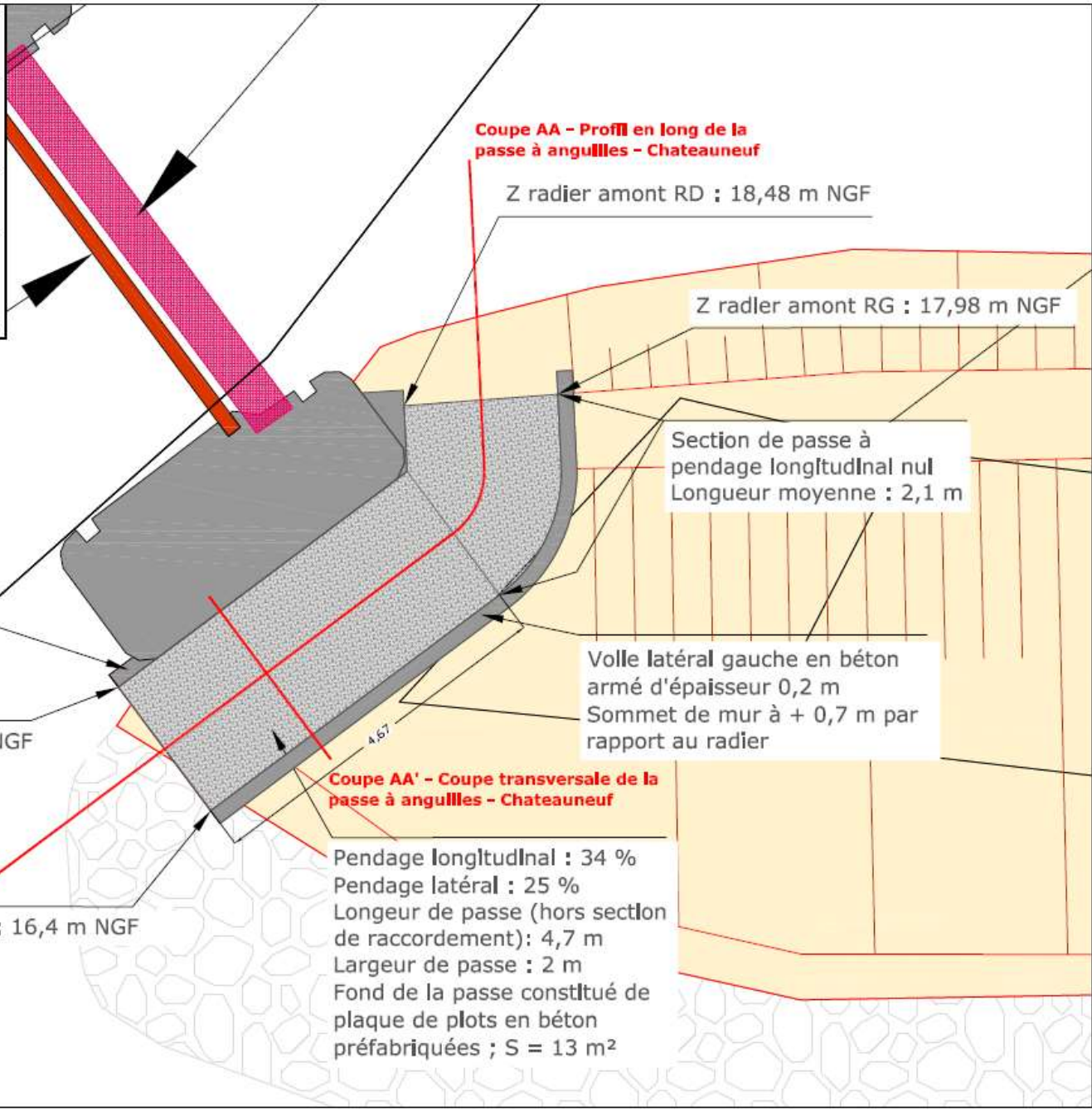


Châteauneuf-sur-Sarthe

- **Passé spécifique à anguilles**
 - **Dimensions caractéristiques**
 - Hauteur de chute à équiper : **1,40 m**
 - Largeur : **2 m**
 - Pendage longitudinal : **34 %**
 - Pendage latéral : **25 %**
 - Cote altimétrique du point bas de la section d'entrée : **17,98 m NGF**
 - Cote altimétrique du point bas en sortie : **16,4 m NGF**
 - Longueur projetée : **4,7 + 2,1 m**

APS	Département de Maine-et-Loire	
Légende	Etude de définition des projets de restauration de la continuité écologique sur la Sarthe dans le Maine-et-Loire	
<p>Passé spécifique à anguille en point aval du deversoir principal de Châteauneuf-sur-Sarthe - Projet</p>		
Maître d'ouvrage : EPTB Loire	Fond de plan utilisé : Cadastre 2016	
Maître d'oeuvre : NCA Environnement	 <p>NCA Environnement 11, allée Jean Moulin 88 170 Neuville de Poitou Tel : 05 49 02 43 20 Fax : 05 49 02 43 20 S-M : 2 av. @nca-env@nca-env.fr</p>	
Vue en plan		
Date : Décembre 2017	Chief projet : C.SOULAS	
Echelle : 1/500	Dessinateur : C.PASQUIER	

Tous cotations sont données en m
 Les altitudes sont données en m NGF IGN 69
 Les points affichés sont projetés sur les transects émis minimisant les distances orthogonales à ces derniers
 Le système de projection de référence utilisé est le Lambert NGF 93
 Précision métrique sur le positionnement en X, Y



Coupe AA - Profil en long de la passe à anguilles - Chateauneuf

Z radier amont RD : 18,48 m NGF

Z radier amont RG : 17,98 m NGF

Section de passe à pendage longitudinal nul
 Longueur moyenne : 2,1 m

Voile latéral gauche en béton armé d'épaisseur 0,2 m
 Sommet de mur à + 0,7 m par rapport au radier

Voile latéral gauche en béton armé d'épaisseur 0,2 m
 Sommet de mur à + 0,2 m par rapport au radier

Z radier aval RD : 16,9 m NGF

Coupe AA' - Coupe transversale de la passe à anguilles - Chateauneuf

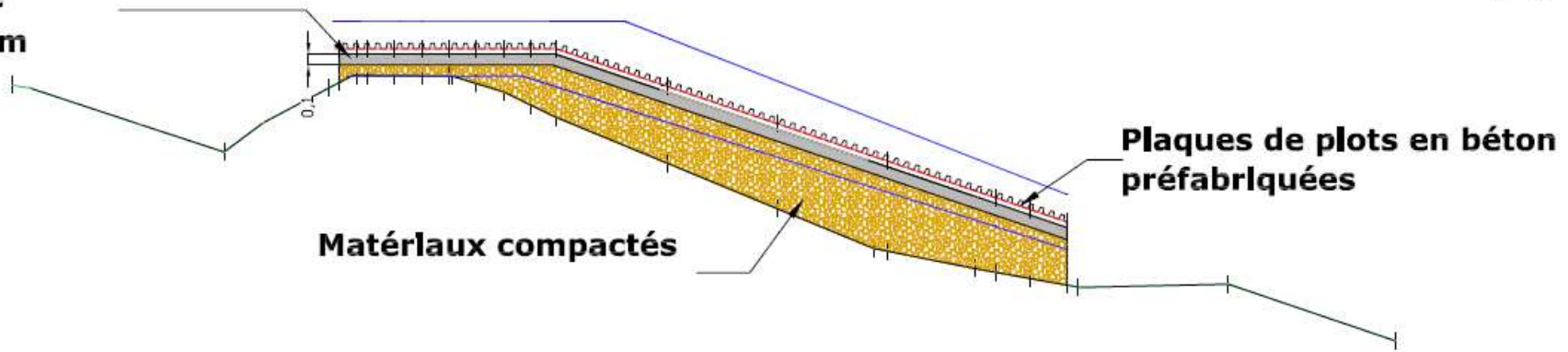
Pendage longitudinal : 34 %
 Pendage latéral : 25 %
 Longueur de passe (hors section de raccordement) : 4,7 m
 Largeur de passe : 2 m
 Fond de la passe constitué de plaque de plots en béton préfabriquées ; S = 13 m²

Z radier aval RG : 16,4 m NGF

Amont

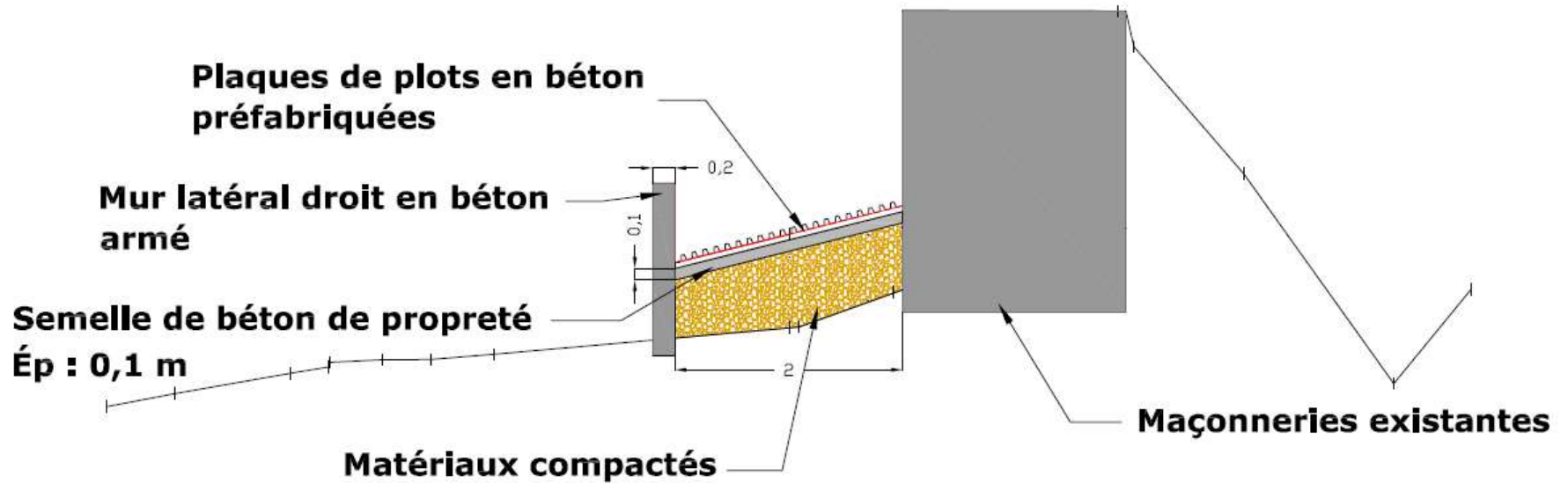
Semelle de béton de propreté
Ép : 0,1 m

Aval



Rive gauche

Rive droite







Châteauneuf-sur-Sarthe

- Déroulement des travaux



Châteauneuf-sur-Sarthe

- Coût du projet

459 000 € TTC

- Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées

N° de rubrique	Nature de la rubrique	Caractéristiques des actions concernées	Régime applicable au projet
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : <ul style="list-style-type: none"> • 1° Un obstacle à l'écoulement des crues • 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 mais inférieure 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 (D)	Mise en place de batardeaux en remblai en phase travaux pour permettre une mise à sec des zones à aménager. Ces batardeaux ne constituent qu'un obstacle temporaire à l'écoulement des crues et n'entraîne pas de différence de niveau d'eau supérieure à 0,5 m.	Déclaration



Châteauneuf-sur-Sarthe

• Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées

<p>3.1.2.0</p>	<p>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 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D) 	<p>La longueur au sol cumulée des rangées de blocs mises en place sur la boire est de 105 m</p>	<p>Autorisation</p>
<p>3.1.4.0.</p>	<p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D). 	<p>Mise en place de techniques de génie végétal (bouturage de saules), sur un linéaire cumulé de l'ordre de 75 m</p>	<p>Sans objet</p>
<p>3.1.5.0</p>	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) 2° Dans les autres cas (D) 	<p>Emprise cumulée des aménagements dans le cours d'eau : 4300 m²</p>	<p>Autorisation</p>



Projet d'aménagement sur le site de Villechien





Villechien

- Données caractéristiques du site
 - Cotes :

cote altimétrique moyenne du seuil principal (m NGF)	19,42
cote altimétrique moyenne du seuil secondaire (m NGF)	19,90
Cote du pertuis (m NGF)	19,54
Cote RN aval (m NGF)	18

- Niveaux d'eau mesurés :

Mesure	NCA Environnement - 06/09/2016 - Q≈0,25*module	Département - 05/07/2016 - Q≈0,6*module	EP Loire - 14/04/2016 - Q≈1,9*module
Niveau d'eau amont (m NGF)	19,6	19,67	19,95
Niveau d'eau aval (m NGF)	18,18	18,33	18,67
hauteur de chute (m)	1,42	1,34	1,28



Villechien

- Consistance du projet



Villechien

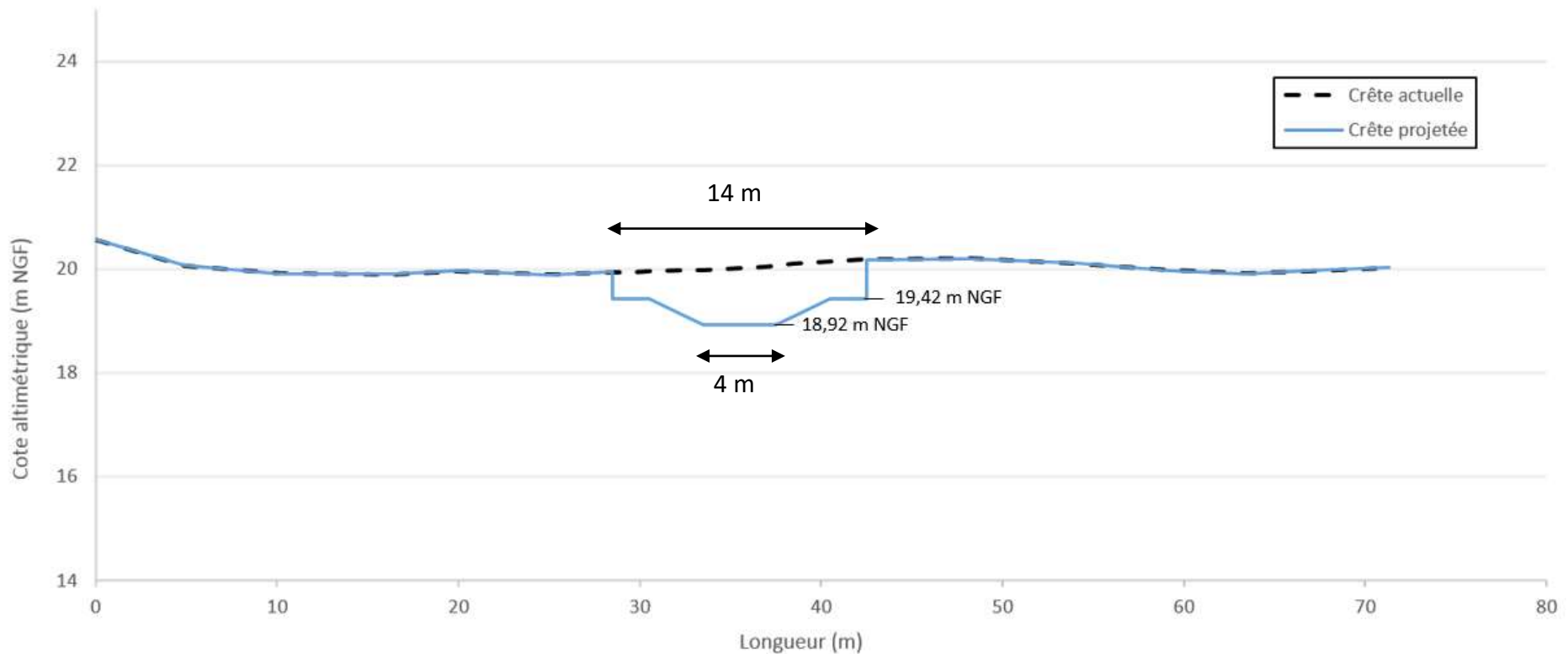
- Aménagement de la boire
 - **Éléments de dimensionnement**
 - Hauteur totale de chute à aménager : **1,42 m**
 - Dispositif toutes espèces
 - Critères de dimensionnement
 - Chutes interbassins **< 0,25 m**
 - Charge minimale sur échancrure **> 0,5 m**
 - Profondeur minimale des bassins calée sur le fond naturel de la boire
 - Puissance volumique maximale dissipée dans les bassins **< 150 W/m³**
 - Nombre de bassins : **6**
 - Nombre de rangée de blocs : **5**
 - Nombre de radiers : **1**



Villechien

- Échancrure dans le déversoir secondaire

Profils en long actuel et projeté de la crête du déversoir secondaire sur le site de Villechien - Projet





Villechien

- Dimensions et cotes caractéristiques des rangées interbassins

	Largeur totale (m)	Largeur de l'échancrure (m)	Cote de surverse (m NGF)	Cote de l'échancrure (m NGF)
Rangée 1	17,9	4 m en base et 10 m en crête	19,25	18,75
Rangée 2	14,4	4 m en base et 10 m en crête	19,05	18,55
Radier	13,3	-	-	18,51
Rangée 3	21,75	4 m en base et 10 m en crête	18,61	18,11
Rangée 4	18	4 m en base et 10 m en crête	18,42	17,92
Rangée 5	14,8	4 m en base et 10 m en crête	18,22	17,72

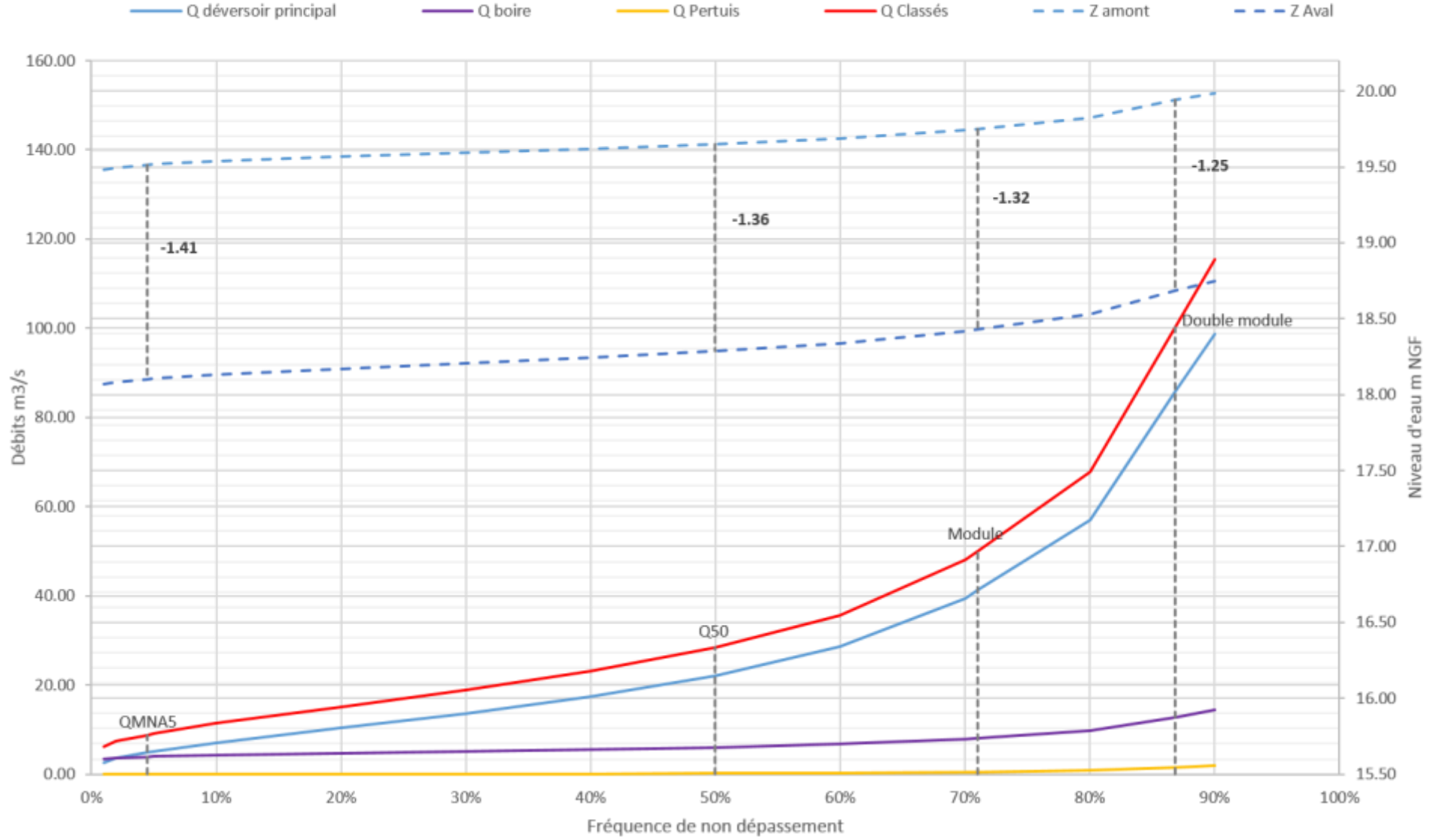


Villechien

- Fonctionnement hydraulique du site : répartition des débits

Répartition des débits sur le site de Villechien - Projet					
	1/10e du Module	QMNA5	QMedian	Module	Double Module
Débit (m ³ /s)	5,01	8,8	28,3	50,1	100,2
Fréquence de non dépassement (%)	<1%	5%	50%	71%	87%
Fréquence de non dépassement (jours/an)	>362	349	182	106	48
Débits bruts dérivés (m ³ /s)					
Q seuil (surverse - m ³ /s)	1,79	4,88	22	41,46	85,96
Q Pertuis (surverse - m ³ /s)	0,00	0,00	0,16	0,56	1,59
Q Boire (m ³ /s)	3,23	3,92	6,05	8,2	12,76
Débits dérivés/débit total de la Sarthe (%)					
Q seuil (surverse - %)	36%	55%	78%	83%	86%
Q Pertuis (surverse - %)	0%	0%	1%	1%	2%
Q Boire (%)	64%	45%	21%	16%	13%

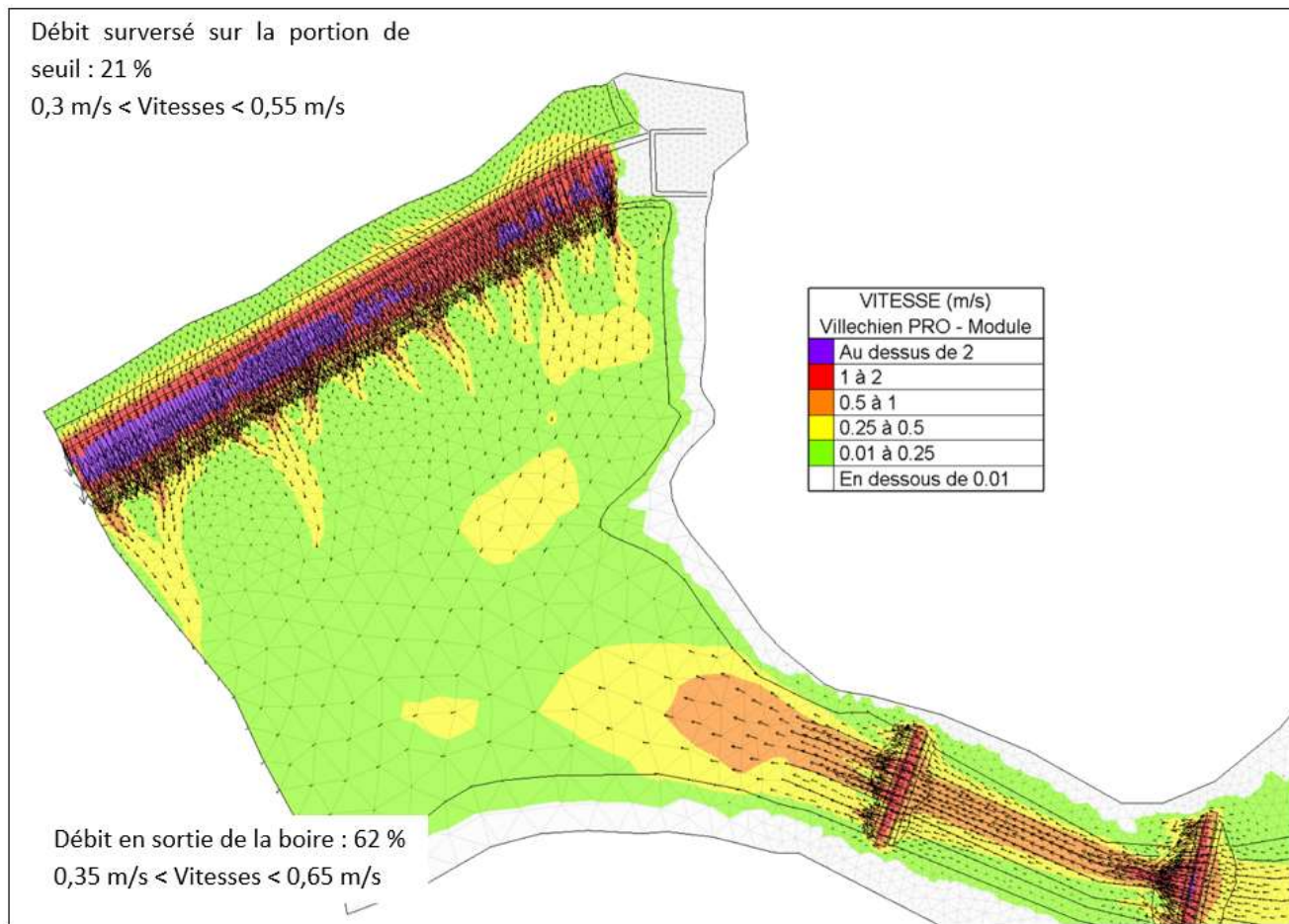
Courbes des niveaux et débits classés pour le site de Villechien - Projet





Villechien

- **Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement**





Villechien

- Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement

1/10ieme module - Q Passe : 3,23 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,17	1,83				
Bassin 1	0,20	1,98	1	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 2	0,15	1,72	5	OUI	OUI	OUI
Bassin 3	0,29	2,39	4	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,19	1,93	2	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 5	0,20	1,98	1	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 6	0,20	1,98	7	OUI	OUI	LIMITÉ
Aval						
Q Median - Q Passe : 6,05 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,15	1,72				
Bassin 1	0,20	1,98	2	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 2	0,21	2,03	8	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 3	0,23	2,12	11	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,19	1,93	2	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 5	0,20	1,98	2	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 6	0,15	1,69	11	OUI	OUI	OUI
Aval						



Villechien

- Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement

Q Module - Q Passe : 8,2 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,16	1,77				
Bassin 1	0,18	1,88	2	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 2	0,24	2,17	9	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 3	0,23	2,12	16	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,17	1,83	3	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 5	0,18	1,88	2	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 6	0,18	1,87	12	OUI	OUI	LIMITÉ
Aval						
Double module - Q Passe : 12,76 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute m	Vitesse maximum m/s	Puissance volumique dissipée W/m3	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,22	2,08				
Bassin 1	0,11	1,47	4	OUI	OUI	OUI
Bassin 2	0,23	2,12	8	OUI	OUI	FORTEMENT LIMITÉ
Bassin 3	0,29	2,39	23	CONFORME*	CONFORME*	CONFORME*
Bassin 4	0,16	1,77	5	OUI	OUI	LIMITÉ
Bassin 5	0,14	1,66	3	OUI	OUI	OUI
Bassin 6	0,11	1,44	14	OUI	OUI	OUI
Aval						



Villechien

- Passe spécifique à anguilles





Villechien

- **Passé spécifique à anguilles**
 - **Principes de dimensionnement**
 - **Plage hydrologique de fonctionnement**
 - Situation de basses eaux dimensionnantes correspondant à un niveau d'eau amont équivalent à la cote RN : **19,42 m NGF**
 - Double module (**100,2 m³/s**)
 - **Hauteur totale de chute à équiper : 1,42 m**
 - **Lame d'eau de l'ordre de 1 à 2 cm sur une fraction de la passe**
 - **Pendage latéral permettant de pallier la variation de niveau d'eau amont entre les deux situation hydrologiques dimensionnantes :**
 - Basses eaux dimensionnantes : **19,42 m NGF**
 - Double module : **19,94 m NGF**
 - Pendage latéral maximal limité à **25 %**
 - **Pendage longitudinal de la rampe de montée compris entre 5 et 45 %**



Villechien

- Passe spécifique à anguilles
 - **Dimensions caractéristiques**
 - Hauteur de chute à équiper : **1,42 m**
 - Largeur : **2,16 m**
 - Pendage longitudinal : **32 %**
 - Pendage latéral : **25 %**
 - Cote altimétrique du point bas de la section d'entrée : **19,4 m NGF**
 - Cote altimétrique du point bas en sortie : **17,9 m NGF**
 - Longueur projetée : **4,7 + 0,7 m**

APS	Département de Maine-et-Loire	
Légende	Etude de définition des projets de restauration de la continuité écologique sur la Sarthe dans le Maine-et-Loire	
Passe spécifique à anguille en point aval du deversoir principal de Villechien - Projet		
Maître d'ouvrage : EPTB Loire	Fond de plan utilisé : Cadastre 2016	
Maître d'œuvre : NCA Environnement	 NCA Environnement 11, allée Jean mouret 49 170 Houelle de Pissau Tel : 05 49 00 43 20 Fax : 05 49 00 43 30 E-mail : accou@nca-env.fr	
Vue en plan		
Date : Décembre 2018 Schelle : 1/500e	Chef projet : CLÉMENT Dessinateur : C. PASQUIER	

Les cotations sont données en m
 Les altitudes sont données en m NGF IGN 69
 Les points affichés sont projetés sur les transects droits minimisant les distances orthogonales à ces derniers
 Le système de projection de référence utilisé est le Lambert NGF 93
 Précision métrique sur le positionnement en X, Y

Z radier amont RD : 19,94 m NGF

Z radier amont RG : 19,4 m NGF

Coupe AA - Profil en long de la passe à anguilles - Chateauneuf

Section de passe à pendage longitudinal nul
 Longueur moyenne : 0,7 m

Voile latéral gauche en béton armé d'épaisseur 0,2 m
 Sommet de mur à + 0,74 m par rapport au radier

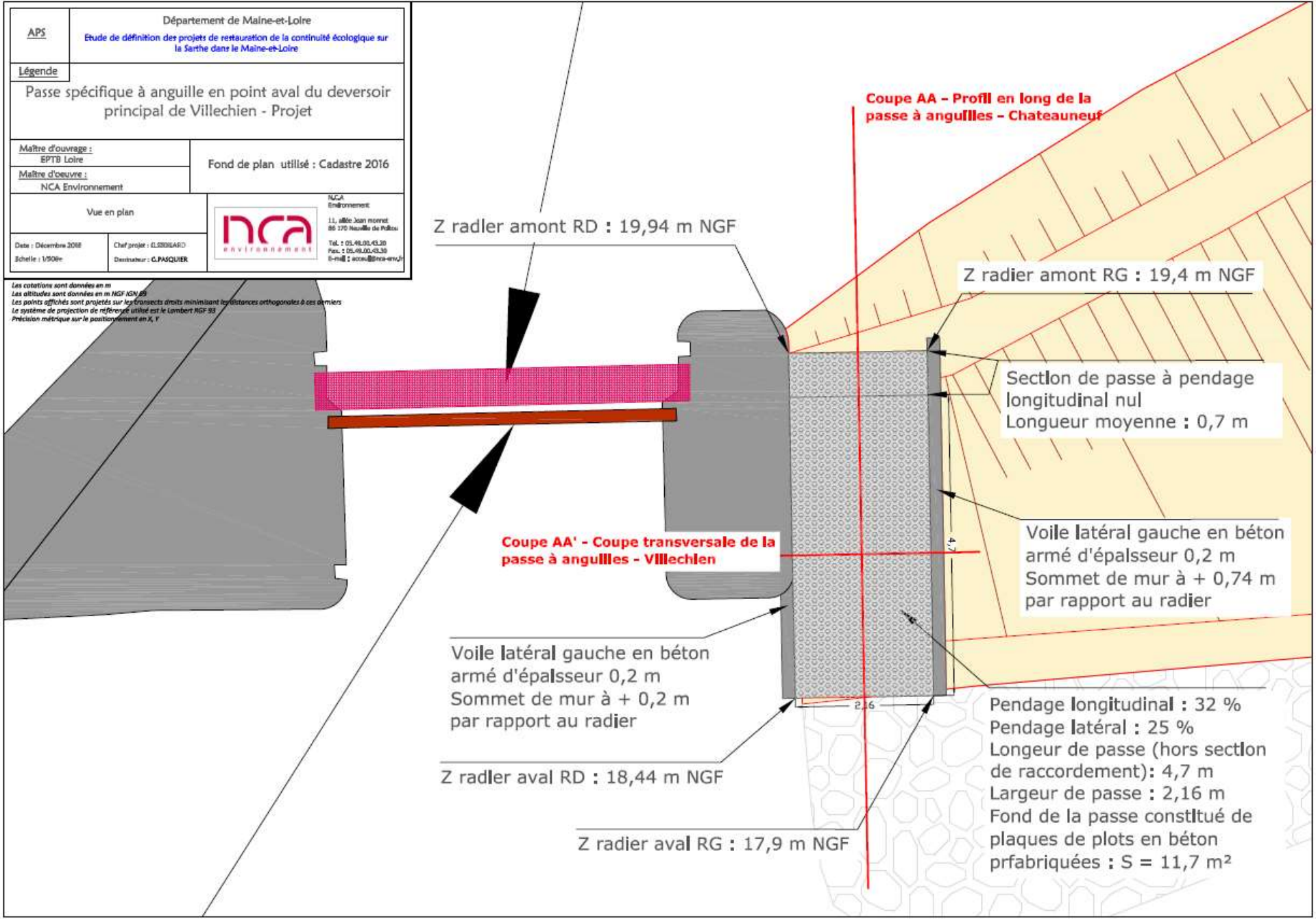
Coupe AA' - Coupe transversale de la passe à anguilles - Villechien

Voile latéral gauche en béton armé d'épaisseur 0,2 m
 Sommet de mur à + 0,2 m par rapport au radier

Pendage longitudinal : 32 %
 Pendage latéral : 25 %
 Longueur de passe (hors section de raccordement): 4,7 m
 Largeur de passe : 2,16 m
 Fond de la passe constitué de plaques de plots en béton prfabriquées : S = 11,7 m²

Z radier aval RD : 18,44 m NGF

Z radier aval RG : 17,9 m NGF





Villechien

- Déroulement des travaux



Villechien

- Coût du projet

318 000 € TTC

- Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées

N° de rubrique	Nature de la rubrique	Caractéristiques des actions concernées	Régime applicable au projet
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : <ul style="list-style-type: none"> • 1° Un obstacle à l'écoulement des crues • 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 mais inférieure 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 (D)	Mise en place de batardeaux en remblai en phase travaux pour permettre une mise à sec des zones à aménager. Ces batardeaux ne constituent qu'un obstacle temporaire à l'écoulement des crues et n'entraîne pas de différence de niveau d'eau supérieure à 0,5 m.	Déclaration



Villechien

• Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées

<p>3.1.2.0</p>	<p>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 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D) 	<p>La longueur au sol cumulée des rangées de blocs mises en place sur la boire est de 91 m</p> <p>Retrait d'un îlot en sortie de la boire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Surface : 65 m² - Longueur : 16,75 m 	<p>Autorisation</p>
<p>3.1.4.0.</p>	<p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D). 	<p>Mise en place de techniques de génie végétal (bouturage de saules), sur un linéaire cumulé de l'ordre de 54 m</p>	<p>Sans objet</p>
<p>3.1.5.0</p>	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) 2° Dans les autres cas (D) 	<p>Emprise cumulée des aménagements dans le cours d'eau : 1100 m²</p>	<p>Autorisation</p>



Projet d'aménagement sur le site du moulin Pendu





Moulin Pendu

- Données caractéristiques du site
 - Cotes :

Cote altimétrique moyenne du seuil principal (m NGF)	20,6
Cote du pertuis (m NGF)	20,66
Cote RN aval (m NGF)	19,42

- Niveaux d'eau mesurés :

Mesure	NCA Environnement - 06/09/2016 - Q≈0,25*module	Département - 05/07/2016 - Q≈0,6*module	EP Loire - 14/04/2016 - Q≈1,9*module
Niveau d'eau amont (m NGF)	20,78	20,78	21,12
Niveau d'eau aval (m NGF)	19,61	19,73	20,07
Hauteur de chute (m)	1,17	1,05	1,05



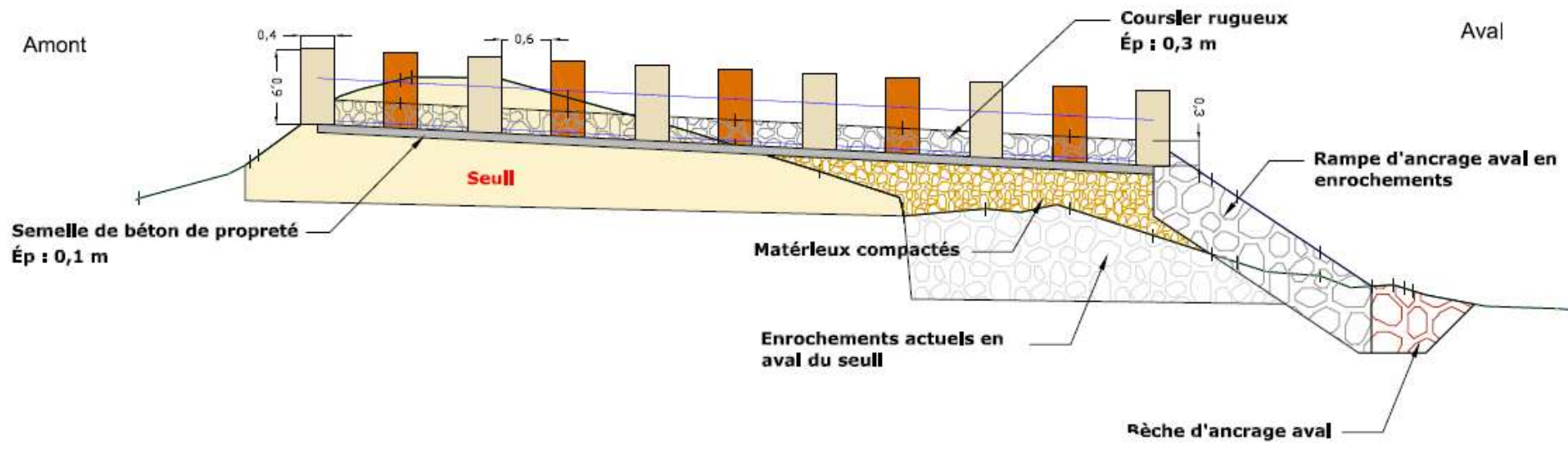
Moulin Pendu

- Passe rustique en enrochements régulièrement répartis
 - **Principes de dimensionnement**
 - Hauteur totale de chute à aménager : **0,5 m**
 - Hauteur utile des blocs constante sur une même rangée transversale
 - Blocs à face plane opposée à l'écoulement
 - Situation hydrologique basse dimensionnante :
 - Cote amont = cote RN = **20,6 m NGF**
 - Cote aval = Cote projet = **20,1 m NGF**
 - Débit dérivé par la passe : **1,35 m³/s**
 - **Q max dimensionnant : 2 × module (98,8 m³/s)**

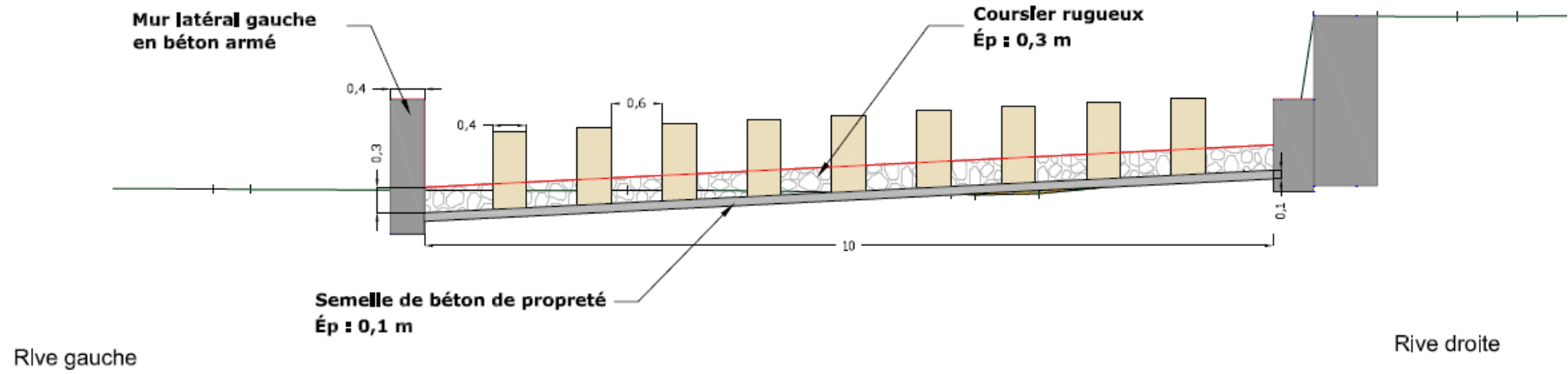


Moulin Pendu

- Passe rustique en enrochements régulièrement répartis
 - **Dimensions**
 - Largeur utile: **10 m**
 - Longueur : **10 m**
 - Pente longitudinale : **5 %**
 - Pente transversale : **5 %**
 - Hauteur utile des blocs : **0,6 m**



Vue Amont -> Aval





Moulin Pendu

- Passe rustique en enrochements régulièrement répartis
 - **Fonctionnalité piscicole**

	1/10e du module	QMNA5	Module	2.5*Module
Fonctionnalité piscicole				
Type de face opposée à l'écoulement	FP	FP	FP	FP
% Très bon fonctionnement - Migrateurs amphihalins $V < 2$ m/s et $H > 0.4$ m et $P < 450$ W/m ³	40%	40%	60%	10%
% Très bon fonctionnement - Holobiotiques à bonnes capacité de nage $V < 2$ m/s et $H > 0.3$ m $P < 450$ W/m ³	60%	60%	70%	10%
% Très bon fonctionnement - Holobiotiques à faibles capacité de nage $V < 1.5$ m/s et $H > 0.2$ m $P < 300$ W/m ³	80%	80%	70%	10%



Moulin Pendu

- Passe rustique en enrochements régulièrement répartis
- **Illustration**





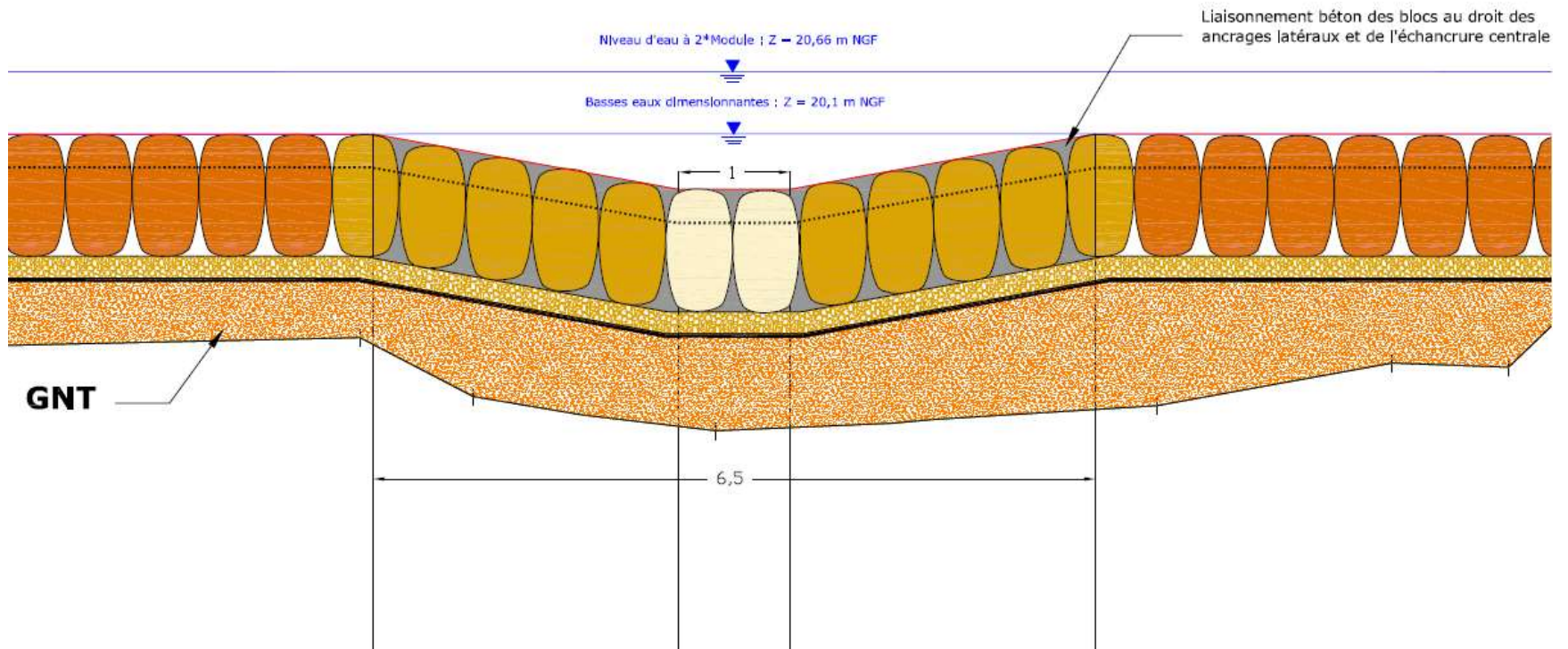
Moulin Pendu

- Rangées de blocs
 - **Éléments de dimensionnement**
 - Hauteur totale de chute à aménager : **0,75 m**
 - Dispositif toutes espèces
 - Critères de dimensionnement
 - Chutes interbassins **< 0,25 m**
 - Charge minimale sur échancrure **> 0,5 m**
 - Profondeur minimale des bassins calée sur le fond naturel
 - Puissance volumique maximale dissipée dans les bassins **< 150 W/m³**
 - Nombre de bassins : **5**
 - Nombre de rangée de blocs : **4**



Moulin Pendu

- Vue en coupe de face d'une rangée de blocs





Moulin Pendu

- Dimensions et cotes caractéristiques des rangées interbassins

Rangée	largeur totale (m)	Largeur échancrure (m)	Cote surverse (m NGF)	Cote échancrure (m NGF)
Rangée 1	24,5	6,5 m en crête, 1 m en fond	20,1	19,6
Rangée 2	26,5	6,5 m en crête, 1 m en fond	19,96	19,46
Rangée 3	26,5	6,5 m en crête, 1 m en fond	19,74	19,24
Rangée 4	28,5	6,5 m en crête, 1 m en fond	19,51	19,01
Rangée 5	29,5	6,5 m en crête, 1 m en fond	19,42	18,92

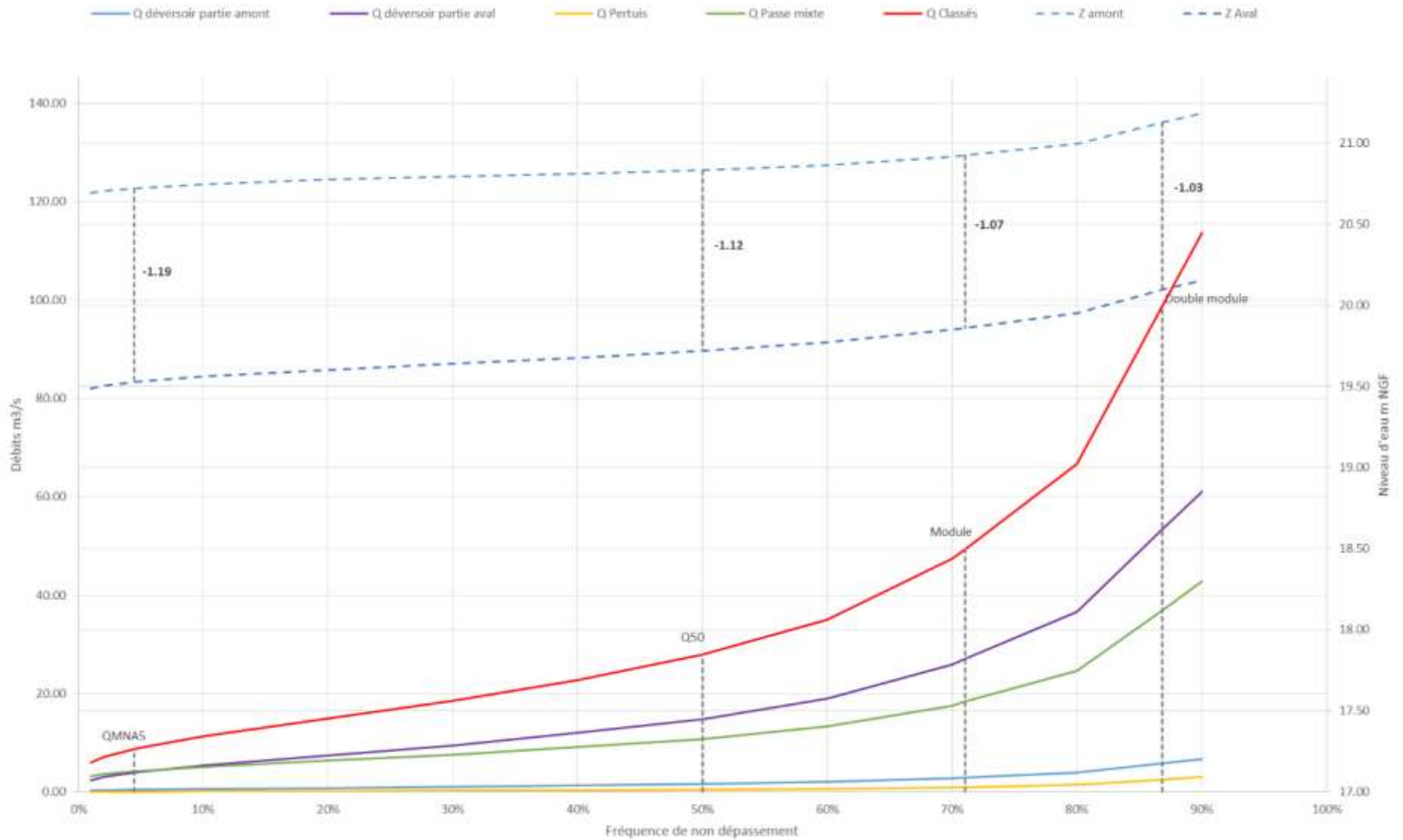


Moulin Pendu

- Fonctionnement hydraulique du site : répartition des débits

Répartition des débits sur le site du moulin Pendu – Projet, sans microcentrale					
	1/10e du Module	QMNA5	QMedian	Module	Double Module
Débit (m ³ /s)	4,94	8,7	27,9	49,4	98,8
Fréquence de non dépassement (%)	<1%	5%	50%	71%	87%
Fréquence de non dépassement (jours/an)	>362	348	182	106	48
Débits bruts dérivés (m ³ /s)					
Q seuil (surverse - m ³ /s)	2,03	4,45	16,59	30,16	59,46
Q Pertuis (surverse - m ³ /s)	0,01	0,07	0,46	0,96	2,48
Q Passe mixte* (m ³ /s)	2,94	4,23	10,86	18,42	36,95
Débits dérivés/débit total de la Sarthe (%)					
Q seuil surverse (surverse - %)	41%	51%	59%	61%	60%
Q Pertuis (surverse - %)	0%	1%	2%	2%	3%
Q passe mixte* (%)	60%	49%	39%	37%	37%

Courbes des niveaux et débits classés pour le site du moulin Pendu - Projet





Moulin Pendu

- Fonctionnement hydraulique du site avec microcentrale

Répartition des débits sur le site du moulin Pendu - Projet, avec microcentrale			
	Q à 20,8 m NGF	Module	Double Module
Débit total (m ³ /s)	36,04	49,4	98,8
Fréquence de non dépassement (%)	61%	71%	87%
Fréquence de non dépassement (jours/an)	143	106	48
Débits bruts dérivés (m ³ /s)			
Q seuil (surverse - m ³ /s)	11,99	20,44	50,24
Q Pertuis (surverse - m ³ /s)	0,38	0,79	2,59
Q Passe mixte (m ³ /s)	8,38	12,94	30,75
Q microcentrale (m ³ /s)	15,29	15,29	15,29
Débits dérivés/débit total de la Sarthe (%)			
Q seuil (surverse - %)	33%	41%	51%
Q Pertuis (surverse - %)	1%	2%	3%
Q Passe mixte (%)	23%	26%	31%
Q microcentrale (%)	42%	31%	15%



Moulin Pendu

- Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement

1/10ieme module - Q Passe : 2.92 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute (m)	Vitesse maximum (m/s)	Puissance volumique dissipée (W/m3)	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,12	1,53				
Bassin 1	0,19	1,93	13	OUI	OUI	LIMITE
Bassin 2	0,20	1,98	20	OUI	OUI	LIMITE
Bassin 3	0,07	1,17	20	OUI	OUI	OUI
Bassin 4	0,17	1,83	5	OUI	OUI	LIMITE
Aval						

Q Median - Q Passe rustique : 10.84 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute (m)	Vitesse maximum (m/s)	Puissance volumique dissipée (W/m3)	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,11	1,47				
Bassin 1	0,19	1,93	46	OUI	OUI	LIMITE
Bassin 2	0,21	2,03	91	OUI	OUI	LIMITE
Bassin 3	0,10	1,40	105	OUI	OUI	OUI
Bassin 4	0,10	1,40	37	OUI	OUI	OUI
Aval						



Moulin Pendu

- Attractivité et fonctionnalité piscicole de l'aménagement

Q Module - Q Passe rustique : 18.44 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute (m)	Vitesse maximum (m/s)	Puissance volumique dissipée (W/m3)	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,09	1,33				
Bassin 1	0,17	1,83	37	OUI	OUI	LIMITE
Bassin 2	0,20	1,98	79	OUI	OUI	LIMITE
Bassin 3	0,08	1,25	98	OUI	OUI	OUI
Bassin 4	0,08	1,25	49	OUI	OUI	OUI
Aval						

Double module - Q Passe rustique : 36.96 m3/s						
Rangée passe rustique	Chute (m)	Vitesse maximum (m/s)	Puissance volumique dissipée (W/m3)	Franchissement lamproie marine : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<300 W/m3	Franchissement brochet, grande alose, hotu, barbeau fluviatile : Chute<0.25 m, H>0.2 m et P<200 W/m3	Franchissement vandoise, Lote de rivière et holobiotiques à faibles capacités de nage : Chute<0.2 et H> 0.2 m et P<150 W/m3
Amont	0,05	0,99				
Bassin 1	0,14	1,66	46	OUI	OUI	OUI
Bassin 2	0,12	1,53	107	OUI	OUI	OUI
Bassin 3	0,12	1,53	142	OUI	OUI	OUI
Bassin 4	0,13	1,60	59	OUI	OUI	OUI
Aval						



Moulin Pendu

- Passe spécifique à anguilles





Moulin Pendu

- **Passé spécifique à anguilles**
 - **Principes de dimensionnement**
 - **Plage hydrologique de fonctionnement**
 - Situation de basses eaux dimensionnantes correspondant à un niveau d'eau amont équivalent à la cote RN : **20,6 m NGF**
 - Double module (**98,8 m³/s**)
 - **Hauteur totale de chute à équiper : 1,25 m**
 - **Lame d'eau de l'ordre de 1 à 2 cm sur une fraction de la passe**
 - **Pendage latéral permettant de pallier la variation de niveau d'eau amont entre les deux situation hydrologiques dimensionnantes :**
 - Basses eaux dimensionnantes : **20,6 m NGF**
 - Double module : **21,14 m NGF**
 - Pendage latéral maximal limité à **25 %**
 - **Pendage longitudinal de la rampe de montée compris entre 5 et 45 %**



Moulin Pendu

- Passe spécifique à anguilles
 - **Dimensions caractéristiques**
 - Hauteur de chute à équiper : **1,25 m**
 - Largeur : **2,24 m**
 - Pendage longitudinal : **29 %**
 - Pendage latéral : **25 %**
 - Cote altimétrique du point bas de la section d'entrée : **20,58 m NGF**
 - Cote altimétrique du point bas en sortie : **19,32 m NGF**
 - Longueur projetée : **4,4 + 1,6 m**

APS	Département de Maine-et-Loire Etude de définition des projets de restauration de la continuité écologique sur la Sarthe dans le Maine-et-Loire	
Légende	Passé spécifique à anguille en point aval du deversoir principal du moulin pendu - Projet	
Maître d'ouvrage : EPTB Loire	Fond de plan utilisé : Cadastre 2016	
Maître d'oeuvre : NCA Environnement	Vue en plan	
Date : Décembre 2017 Echelle : 1/50e	Chef projet : C.SOULAS Dessinateur : C.PAQUOT	 NCA Environnement 11, rue Jean Morel 86 170 Nœux-sur-Frèze Tél : 05 49 20 43 20 Fax : 05 49 20 43 19 E-mail : nca@nca-env.fr

Pendage longitudinal : 29 %
 Pendage latéral : 25 %
 Longueur de passe (hors section de raccordement) : 4,4 m
 Largeur de passe : 2,24 m
 Fond de la passe constitué de plaques de plots en béton préfabriqués ; S = 14,3 m²

À projections sont données en m NGF IGN 69
 Les altitudes sont données sur les transects droits, minimisant les distances orthogonales à ces derniers.
 Le système de projection de référence utilisé est le Lambert 93
 Précision métrique sur le positionnement en X, Y

Z radler aval RD : 19,3 m NGF

Voile latéral droit en béton armé d'épaisseur 0,2 m
 Sommet de mur à + 0,76 m par rapport au radier

Section de passe à pendage longitudinal nul
 Longueur moyenne : 1,6 m

Z radler aval RG : 19,86 m NGF

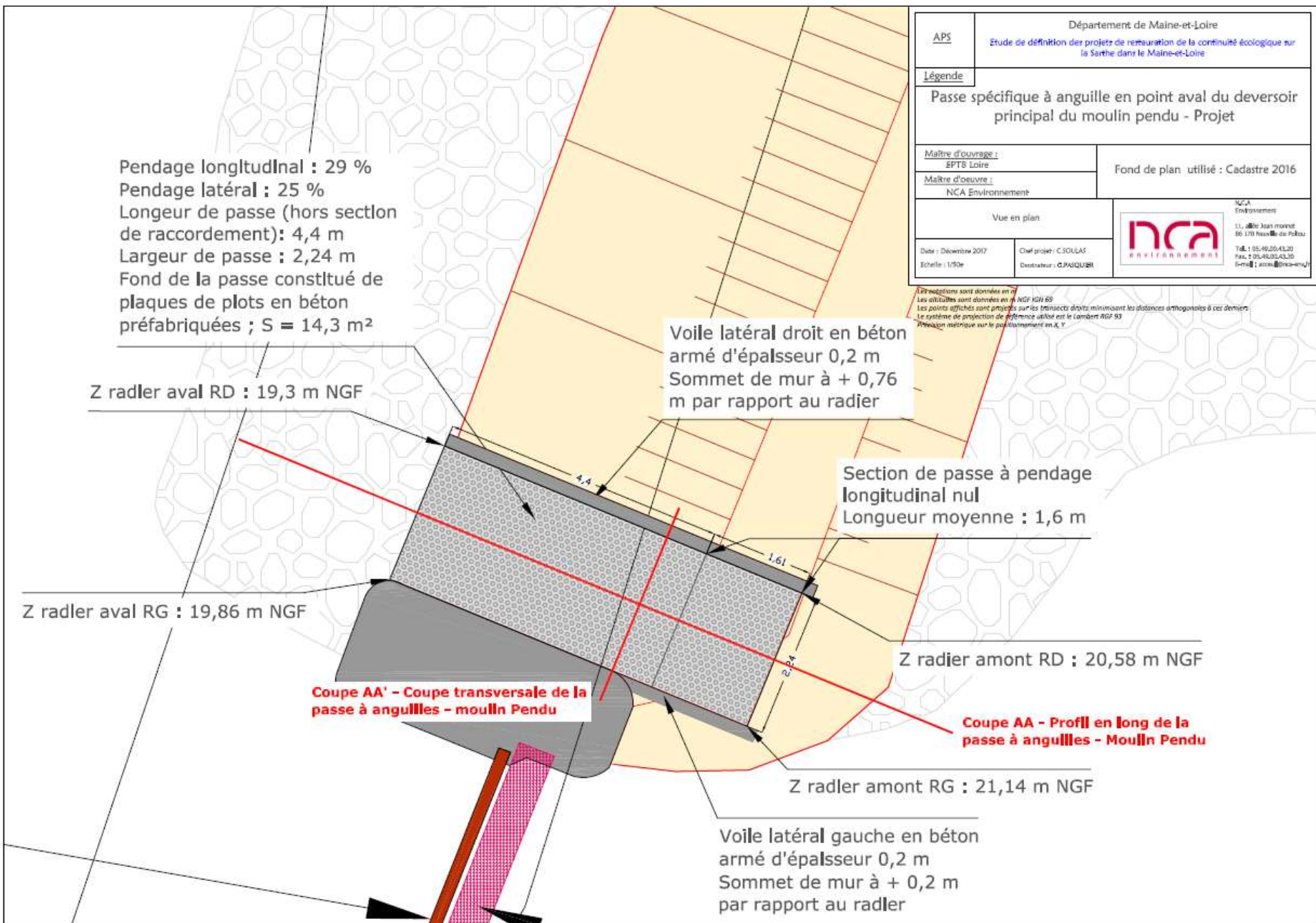
Z radier amont RD : 20,58 m NGF

Coupe AA' - Coupe transversale de la passe à anguilles - moulin Pendu

Coupe AA - Profil en long de la passe à anguilles - Moulin Pendu

Z radier amont RG : 21,14 m NGF

Voile latéral gauche en béton armé d'épaisseur 0,2 m
 Sommet de mur à + 0,2 m par rapport au radier





Moulin Pendu

- Déroulement des travaux



Moulin Pendu

- Coût du projet

425 000 € TTC

- Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées

N° de rubrique	Nature de la rubrique	Caractéristiques des actions concernées	Régime applicable au projet
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : <ul style="list-style-type: none"> • 1° Un obstacle à l'écoulement des crues • 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 mais inférieure 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 (D)	Mise en place de batardeaux en remblai en phase travaux pour permettre une mise à sec des zones à aménager. Ces batardeaux ne constituent qu'un obstacle temporaire à l'écoulement des crues et n'entraîne pas de différence de niveau d'eau supérieure à 0,5 m.	Déclaration



Moulin Pendu

• Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau concernées

<p>3.1.2.0</p>	<p>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 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D) 	<p>La création de pré-barrage modifie le profil du fond sur une longueur de 40 m environ</p>	<p>Déclaration</p>
<p>3.1.4.0.</p>	<p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D). 	<p>Mise en place de protection de berge en enrochements sur la berge située en face de la sortie de la passe à macrorugosités en pointe amont de l'ouvrage. Linéaire concerné : 24 m</p>	<p>Déclaration</p>
<p>3.1.5.0</p>	<p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1° Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) 2° Dans les autres cas (D) 	<p>Emprise cumulée des aménagements dans le cours d'eau : 1000 m²</p>	<p>Autorisation</p>



Suite de l'étude – Dossiers réglementaires





Dossiers réglementaires

- Procédures
- Pièces constitutives des dossiers
 - **Indentification du demandeur**
 - **Localisation du projet**
 - **Résumé non technique du projet**
 - **Document d'incidence**
 - **Descriptif des moyens de surveillance**
 - **Éléments graphiques utiles à la compréhension des pièces du dossier**