
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Ingénieur Chargée d'Etudes – Hydraulique fluviale

Artelia

3 Cour 56 avenue
Marcel Dassault,
37200, Tours



Tuteur entreprise :

Nicolas Moalic
Chef de projet

Noémie Hardy

IMA

Tuteur académique :

Michel Bacchi

2023-2024

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont permis de réaliser mon stage de fin d'études dans les meilleures conditions.

Tout d'abord, j'aimerais remercier mon maître de stage, Monsieur Nicolas Moalic, qui, malgré la distance, a toujours su se rendre disponible pour m'apporter son aide et répondre à mes questions.

J'aimerais également remercier Monsieur Benoît Lacombrade pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant ma candidature.

Je remercie également l'ensemble de mes collègues à Artelia pour m'avoir intégrée au sein de leur équipe et avoir contribué au bon déroulement de mon stage.

Enfin, je remercie Monsieur Michel Bacchi pour avoir accepté d'encadrer mon stage.

TABLE DES MATIERES

	INTRODUCTION	1
	1. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL	1
A.	2. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE	1
	PRESENTATION DES MISSIONS EFFECTUEES	3
B.	1. PRÉAMBULE	3
	2. MISSION – TRAVAUX DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS : CHANÇAY	3
	2.1. Présentation de la mission.....	3
	2.2. Déroulé et livrables de la mission	4
	2.2.1. Recueil de données	4
	2.2.2. Méthodologie	5
	2.2.2.1. Détermination des débits de pointe.....	5
	2.2.2.2. Dimensionnement des ouvrages de rétention	5
	2.2.3. Description de la zone d'étude	7
	2.2.4. Secteur de la Vallée du Vau	8
	2.2.4.1. Désordres constatés.....	8
	2.2.4.2. Identification des bassins versants.....	9
	2.2.4.3. Modalités de gestion existantes et analyse du fonctionnement	10
	2.2.4.4. Propositions d'aménagements.....	11
	2.2.5. Secteur des Rouères Bourdon	16
	2.2.5.1. Désordres constatés.....	16
	2.2.5.2. Identification des bassins versant	17
	2.2.5.3. Modalités de gestion existantes et analyse du fonctionnement	18
	2.2.5.4. Proposition d'aménagement.....	19
	2.3. Retour réflexif	23
	3. MISSIONS – DOSSIER LOI SUR L'EAU (DLE)	24
	3.1. Présentation de la mission.....	24
	3.2. Déroulé et livrable de la mission.....	25

3.2.1. Contexte	25
3.2.2. Capacité hydraulique de l'ouvrage	25
3.3. Retour réflexif	27
4. MISSION – LA LOIRE À VÉLO : CRÉATION D'UNE VOIE VERTE ENTRE BLOIS, CHOUZY-SUR-CISSE ET ONZAIN	27
4.1. Présentation et déroulé de la mission.....	27
4.2. Déroulé et livrables de la mission	29
4.2.1. Analyse hydrologique.....	29
4.2.2. Résultats.....	30
4.3. Retour réflexif	31
5. CONCLUSION	32
BIBLIOGRAPHIE.....	32

C.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Organigramme de l'agence	2
Figure 2 - Secteurs d'étude	4
Figure 3 - Diagramme explicatif de la méthode des pluies (Source : mémento technique, 2017, Association Scientifique et Technique pour l'eau et l'environnement)	6
Figure 4 - Principe de dimensionnement des bassins de rétention en série.....	7
Figure 5 – Désordres, Vallée du Vau	8
Figure 6 - Photos du secteur de la Vallée du Vau	9
Figure 7 – Bassins versants, vallée du Vau	10
Figure 8 - Réseau EP en amont du secteur de la Vallée du Vau	11
Figure 9 – Bassins de rétention en cascade et leur bassin versant, Vallée du Vau.....	12
Figure 10 - Travaux à réaliser - bassin amont, Vallée du Vau	13
Figure 11 - Bassin de rétention et son bassin versant, rue du Toit à Fourrai, Vallée du Vau	14
Figure 12 - Travaux à réaliser – petit bassin dans la rue du Toit à Fourrai, Vallée du Vau..	16
Figure 13 - Désordres, Rouères Bourdon	17
Figure 14 - Délimitation des sous bassins versants des Rouères Bourdon	18
Figure 15 - Réseau EP, Rouères Bourdon	19
Figure 16 - Site d'implantation de la digue	20
Figure 17 – Bassin versant intercepté au droit de la retenue, Rouères Bourdon.....	20
Figure 18 - hydrogrammes entrant et sortant pour Q=Q50, Retenue des Rouères Bourdon	23
Figure 19 - Modalisation hydraulique, Etat actuel.....	26
Figure 20 - Modélisation hydraulique, Etat projet.....	26
Figure 21 - Tracé de la piste cyclable et identification des zones sensibles.....	28
Figure 22 – Exemple de lois Volume/débit obtenues	29

Figure 23 - Lignes d'eau théoriques associées au débits critiques superposées au profil en long de la piste cyclable.....	30
Figure 24 - Nombre de jours par mois où la piste cyclable sera praticable	31

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 – Synthèse des caractéristiques des bassins versants, Vallée du Vau	10
Tableau 2 - Caractéristiques des bassins versants des bassins de rétention en cascade - Vallée du Vau.....	12
Tableau 3 - Caractéristiques du bassin de rétention amont.....	13
Tableau 4 - Caractéristiques du bassin versant de collecte du bassin de rétention rue du Toit à Fourrai	14
Tableau 5 - Caractéristiques du bassin de rétention rue du Toit à Fourrai.....	15
Tableau 6 - Caractéristiques des bassins versants - Rouères Bourdon	18
Tableau 7 - Caractéristiques du bassin versant collecté au droit de la retenue (valeurs des débits de pointes obtenues avec le logiciel HEC-HMS)	21
Tableau 8 – Caractéristiques de la digue projetée	21
Tableau 9 - Ecrêtement obtenu au droit de la retenue.....	22
Tableau 10 - Débits obtenus à l'exutoire du secteur des Rouères Bourdon.....	22

INTRODUCTION

1. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

A. ARTELIA est un bureau d'étude multidisciplinaire établi à l'international, fournissant des services et expertises en conseil, ingénierie et management de projet. Ces services et expertises se font dans cinq domaines majeurs de l'aménagement et de la construction : l'eau, l'énergie, la mobilité, le bâtiment et l'industrie. Face à plusieurs enjeux sociétaux majeurs (la résilience au changement climatique, la transition énergétique, le renouveau du bâti, l'économie des ressources, le mieux-vivre en ville, la mobilité multimodale et l'industrie avancée) ARTELIA tente de proposer et d'apporter des solutions innovantes mais réalistes.

ARTELIA a été fondé en 2010 à la suite de la fusion de Coteba, une ancienne filiale de la Générale des eaux aujourd'hui connue sous le nom de Véolia Environnement, et Sogreah, issu du laboratoire dauphinois d'hydraulique. Initialement composé de 2500 collaborateurs et avec un chiffre d'affaires de 250M €, aujourd'hui le groupe s'est développé et compte, en 2023, plus de 8600 collaborateurs pour un chiffre d'affaires de 934M €. Ces chiffres permettent à ARTELIA d'être dans le top 15 des ingénieries européennes de la construction.

Le modèle de gouvernance du groupe est basé sur un modèle actionnarial. En effet, le groupe est détenu à 100 % par ses salariés. Cela permet à ARTELIA d'être indépendant et d'avoir une dynamique entrepreneuriale forte. Et cela se concrétise au travers des projets en réponse aux enjeux sociétaux cités précédemment.

Actuellement, le groupe est implanté dans plus de 40 pays, en Europe, Afrique, Amérique, Asie et au Moyen-Orient, avec des projets dans plus de 100 pays. En France, ARTELIA compte plus de 50 agences (source : Artelia).

2. PRESENTATION DE L'EQUIPE

J'effectue mon stage de fin d'études dans l'agence Val de Loire localisée dans le quartier des 2 lions à Tours. L'agence, dirigée par le directeur Benoît Lacombrade, est composée aujourd'hui d'une vingtaine de collaborateurs répartis dans divers domaines présentés sur l'organigramme suivant.



Figure 1 - Organigramme de l'agence

PRESENTATION DES MISSIONS EFFECTUEES

1. PREAMBULE

Lors de ce stage, j'ai travaillé sur plusieurs missions :

- B.**• une mission portant sur la réalisation d'une étude préliminaire pour des travaux de protection contre des inondations pour une commune à l'est de Tours – Chançay → fil rouge du stage ;
- plusieurs missions portant sur la réalisation de Dossiers Loi sur l'Eau ;
- une mission portant sur la rédaction d'une note hydraulique dans le cadre d'une étude préliminaire pour la création d'une voie verte entre Blois et Onzain.

Ces missions, leur déroulé et les livrables associés seront présentés dans la partie suivante.

2. MISSION – TRAVAUX DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS : CHANÇAY

2.1. PRESENTATION DE LA MISSION

En 2019, la commune de Chançay, conjointement avec les communes voisines de Noizay et Vernou sur Brenne, a lancé un appel d'offre afin de trouver des solutions pour limiter les inondations au sein de la commune. En effet, ces communes sont régulièrement soumises à des inondations avec des coulées de boues et/ou des coulées torrentielles. Ces phénomènes peuvent également être associés à des mouvements de terrains causés par des ruissellements provenant des coteaux. Au cours de ces 30 dernières années, 6 de ces événements ont été observés à Chançay.

Une étude préalable, réalisée par le bureau d'études « Entre Loire et Coteaux », avait déjà été menée avant le début de ce stage. Cette étude avait pour but de proposer différents aménagements pouvant répondre aux problèmes d'inondation dans les trois communes. L'objectif des trois communes étant ensuite d'approfondir cette étude.

Sur la commune de Chançay, 11 aménagements avaient été proposés par le précédent bureau d'études. Cependant, la commune a réalisé une première sélection de 3 secteurs (la Vallée du Vau, la Vallée de Raye et les Rouères Bourdon) et 5 aménagements qui seront étudiés dans le cadre de cette mission.

La mission confiée à ARTELIA se divise en plusieurs phases :

- Phase 1 : Etudes préliminaires ;
- Phase 2 : AMO (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage) : levé topographiques, demandes de subvention.

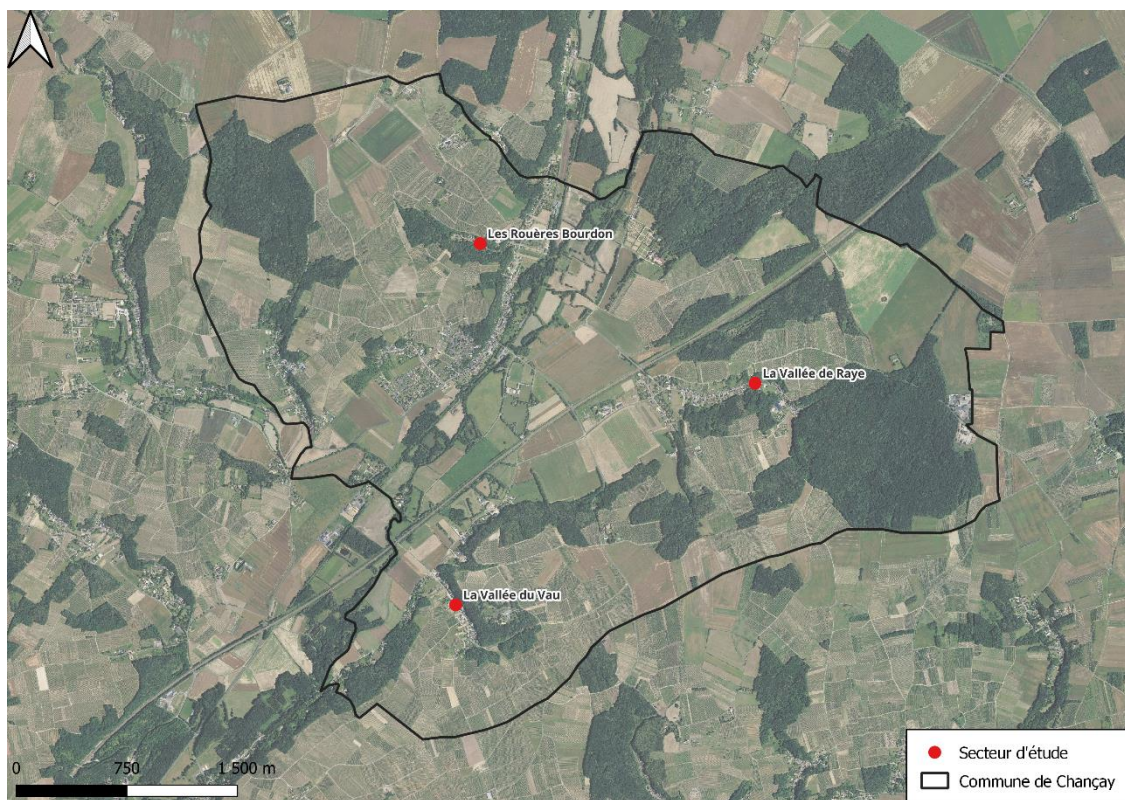


Figure 2 - Secteurs d'étude

2.2. DEROULE ET LIVRABLES DE LA MISSION

La phase d'études préliminaires consiste à présenter les différentes solutions envisagées pour répondre à une problématique ainsi que les arguments justifiant ces solutions.

Le travail fourni dans le cadre de cette mission a été la rédaction d'un rapport faisant l'état des lieux du site étudié et proposant divers aménagements pouvant limiter les inondations. Ce document comprend les parties suivantes :

- Recueil de données
- Méthodologie
- Description de la zone d'étude
- Désordres constatés
- Identification des bassins versants
- Modalités de gestion existantes et analyse de fonctionnement
- Proposition d'aménagements

2.2.1. Recueil de données

Le **recueil des données** permet de poser les bases du rapport en rappelant et synthétisant les documents et informations recueillis avant l'étude et permettant par la suite de rédiger le rapport.

Dans le cadre de l'étude, ces données sont :

- Données pluviométriques à Tours ;
- Données topographiques : RGE Alti – précision 1m (MNT) ;
- Rapports réalisés par le précédent bureau d'études.

2.2.2. Méthodologie

La **méthodologie** est la partie du rapport décrivant les procédures et techniques utilisées pour mener l'étude, permettant ainsi de garantir la reproductibilité et la validité des résultats. Pour cette étude, la méthodologie expose d'une part l'approche de calcul des débits de pointes et d'autre part le dimensionnement des ouvrages de rétention.

2.2.2.1. Détermination des débits de pointe

Pour l'étude de Chançay, j'ai calculé les débits de pointe à l'aide de la formule superficielle de Caquot. Cette formule est la suivante :

$$Q_{10} = k^{(1/u)} \times I^{v/u} \times C^{1/u} \times A^{w/u}$$

Avec :

- Q = Débit en m³/s ;
- I = Pente en m/m ;
- C = Coefficient de ruissellement ;
- A = Superficie en ha.

Les paramètres u, v et w sont définis en fonction des coefficients a(F) et b(F) de Montana déterminés pour une pluie donnée pour la station météorologique de référence.

- $k = (a \times 0,5b)/6.6$;
- $u = 1 + 0.287 \times b$;
- $v = -0.41 \times b$;
- $w = 0.95 + 0.507 \times b$;
- F = période de retour

2.2.2.2. Dimensionnement des ouvrages de rétention

Les ouvrages de rétention des eaux pluviales ont pour objectifs de :

- collecter l'eau de pluie ;
- la stocker ;
- la restituer au milieu avec un débit régulé.

Ces ouvrages peuvent être alimentés directement par le réseau d'eau pluvial ou par ruissellement.

Dans le cadre de cette étude, ils ont été dimensionnés selon la méthode des pluies, considérant un débit de fuite adapté.

Méthode des pluies :

La méthode des pluies, décrite initialement dans l'instruction technique 77 (IT77), est reprise dans le Mémento technique 2017 relatif à la conception et au dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales et de collecte des eaux usées.

Elle est basée sur une analyse pour une période de retour donnée des lames d'eau précipitées sur des durées croissantes, de quelques heures à quelques jours, pour construire une courbe enveloppe des précipitations. Cette courbe est ensuite comparée à la courbe des volumes évacués sur la même durée (une droite dans le cas d'un débit de fuite constant) pour évaluer une capacité de stockage.

La figure suivante illustre cette méthode.

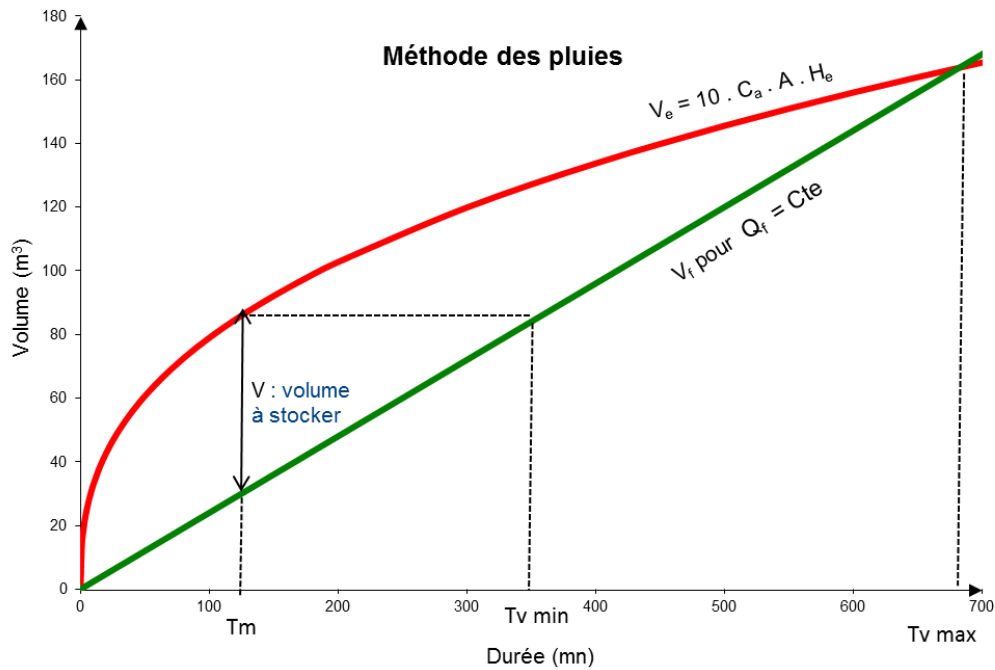


Figure 3 - Diagramme explicatif de la méthode des pluies (Source : memento technique, 2017, Association Scientifique et Technique pour l'eau et l'environnement)

Cas des bassins de rétention en série

En application de la doctrine édictée par le guide de gestion des eaux pluviales des projets d'aménagement en vigueur sur le département d'Indre-et-Loire, en cas de bassins en série, la méthode de la transparence hydraulique est appliquée.

Le dimensionnement des ouvrages de rétention est effectué avec la « méthode des pluies » et doit être réalisé par sous-bassins versants :

- Le volume du bassin n°1 (V1) est fonction de la surface (S1), du coefficient d'apport C1 et du débit de fuite Qf1. Ce dernier étant calculé au prorata du débit fuite projet en fonction de la surface S1.
- Le volume du bassin n°2 (V2) est fonction de la surface (S2), du coefficient d'apport C2 et du débit de fuite Qf2 (uniquement pris pour le dimensionnement). Le débit de fuite réel de l'ouvrage de régulation du bassin n°2 prend en compte le débit de fuite du bassin n°1 situé à l'amont ($Qf2 + Qf1$) afin d'en assurer la transparence hydraulique.
- Le volume du bassin n°3 (V3) est fonction de la surface (S3), du coefficient d'apport C3 et du débit de fuite Qf3 (uniquement pris pour le dimensionnement). Le débit de fuite réel de l'ouvrage de régulation du bassin n°3 prend en compte les débits de fuite des bassins n°1 et 2 situés à l'amont ($Qf3 + Qf2 + Qf1$).

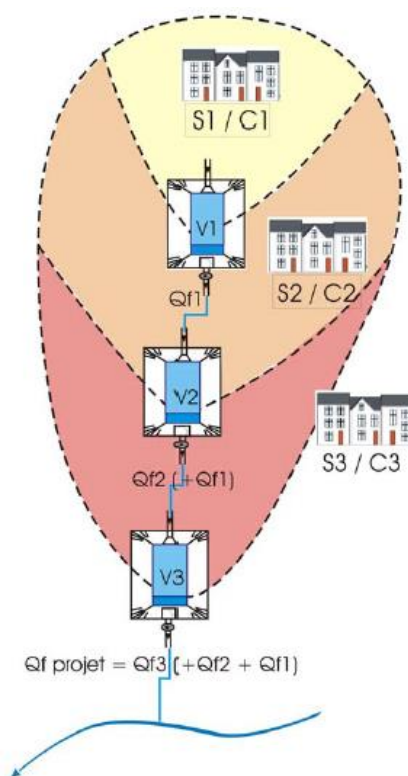


Figure 4 - Principe de dimensionnement des bassins de rétention en série

2.2.3. Description de la zone d'étude

Cette partie comprend la description de :

- La géologie : la description de la géologie permet de connaître les différents types de sols présents, et ainsi d'avoir une idée de la capacité d'infiltration des sols (en lien avec le coefficient de ruissellement) ;
- La topographie : elle permet de connaître la pente du secteur d'étude. La pente est un facteur majeur du ruissellement des eaux pluviales ;
- L'hydrologie : connaître les cours d'eau à proximité du site est essentiel pour ce genre d'étude ;
- L'occupation du sol : un sol recouvert par des terres agricoles ou par une forêt n'aura pas la même rugosité. Les vitesses d'écoulements ne seront donc pas les mêmes d'un sol à l'autre, étant en lien avec le coefficient de ruissellement ;
- La pluviométrie : elle permet d'avoir une idée de la quantité d'eau pouvant précipiter sur la zone d'étude au cours de l'année.

2.2.4. Secteur de la Vallée du Vau

2.2.4.1. Désordres constatés

Cette partie permet de décrire précisément les **désordres constatés** dans les différents secteurs étudiés. Ces désordres peuvent être des saturations du réseau pluvial, des débordements de bassin de rétention existant, des mises en charge de fossé avec débordements...

Les problèmes d'inondations à Chançay s'expliquent par le contexte naturel lié notamment au fort dénivelé entre plateau et coteaux urbanisés, à une faible perméabilité des sols du plateau, et à l'occupation des sols et pratiques culturales (vignes).

Sur le secteur de la vallée du Vau, on note la présence d'un bassin de rétention (cf. plan de localisation suivant). Ce dernier déborde lors de forts événements pluvieux, ce qui entraîne l'inondation d'une partie de la rue des Violettes et des habitations/terrains situés en contrebas de la rue. On observe aussi des débordements dans la rue du Toit à Fourrai.

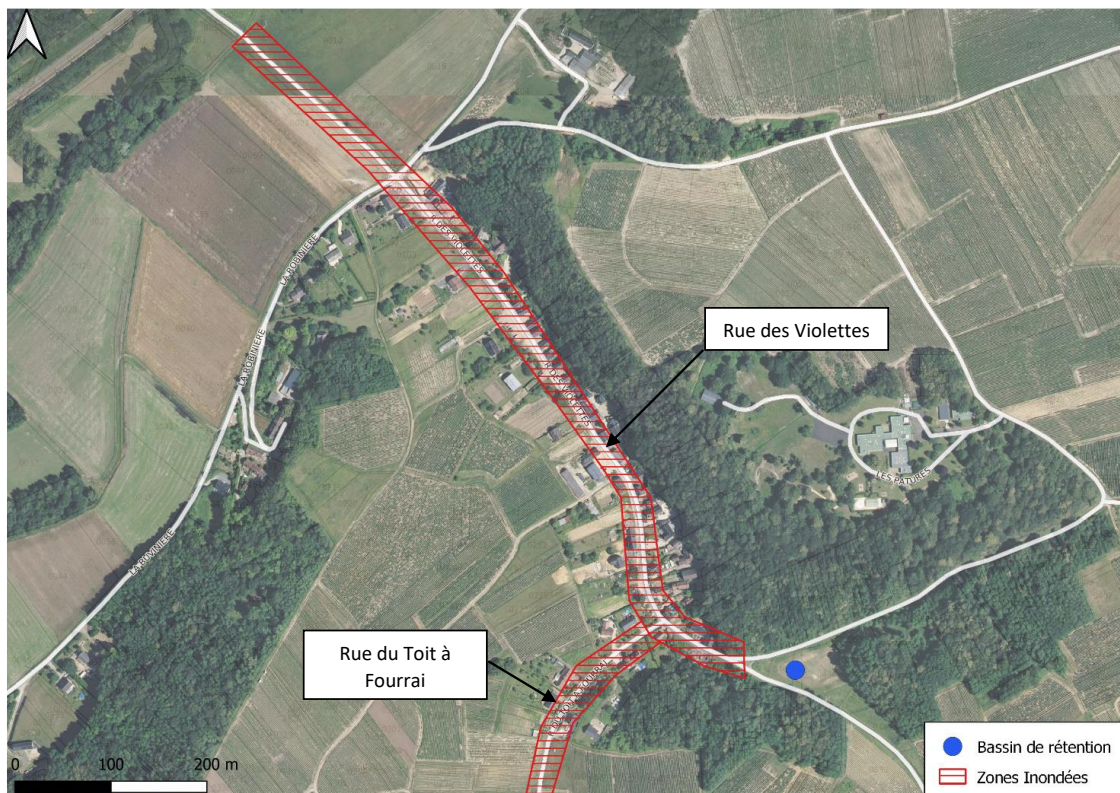
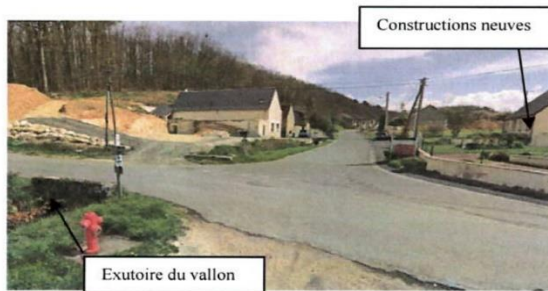


Figure 5 – Désordres, Vallée du Vau



Vue du bassin de rétention des Rouères Courangon d'ouest vers l'est



Débouche de la vallée du Vau



La rouère en amont du village et en aval du bassin

Figure 6 - Photos du secteur de la Vallée du Vau

2.2.4.2. Identification des bassins versants

L'**identification du bassin versant**, comme expliqué dans la méthodologie, permet de déterminer les débits de pointe. Pour cette étude, j'ai déterminé les débits de pointe pour des périodes de retour 10, 20, 30, 50 et 100 ans. Les secteurs d'étude se situant en amont de zones résidentielles, d'après la norme NF 752 – 2, le niveau de protection préconisé est d'occurrence 20 ans.

Les ouvrages de collecte et de rétention doivent donc assurer le transit des eaux ayant un débit de retour 20 ans.



Figure 7 – Bassins versants, vallée du Vau

Tableau 1 – Synthèse des caractéristiques des bassins versants, Vallée du Vau

Caractéristiques	BV global	Sous BV 1	Sous BV 2	Sous BV 3
Surface (ha)	122.05	85.62	16.65	19.78
Plus long chemin hydraulique (km)	2.241	1.688	0.822	0.965
Point haut (m NGF)	110.3	110.3	108.1	106.4
Point bas (m NGF)	61.7	76.6	76.6	61.7
Pente (m/m)	0.022	0.020	0.038	0.046
Coefficient de ruissellement	0.31	0.30	0.35	0.28
Q5 (m ³ /s)	3.59	2.72	1.05	0.93
Q10 (m ³ /s)	4.45	3.38	1.31	1.15
Q20 (m ³ /s)	5.41	4.11	1.59	1.40
Q30 (m ³ /s)	5.95	4.52	1.74	1.54
Q50 (m ³ /s)	6.69	5.08	1.95	1.73
Q100 (m ³ /s)	7.71	5.86	2.25	1.99

2.2.4.3. Modalités de gestion existantes et analyse du fonctionnement

Suite à l'identification des bassins versants ainsi qu'au calcul des débits de pointe vient l'identification des **modalités de gestion existantes** et **l'analyse de leur fonctionnement**.

Cette partie a été rédigée après une phase de terrain qui a permis de lever le réseau d'eau pluviale (canalisations, fossés...) ainsi que les ouvrages de rétention.

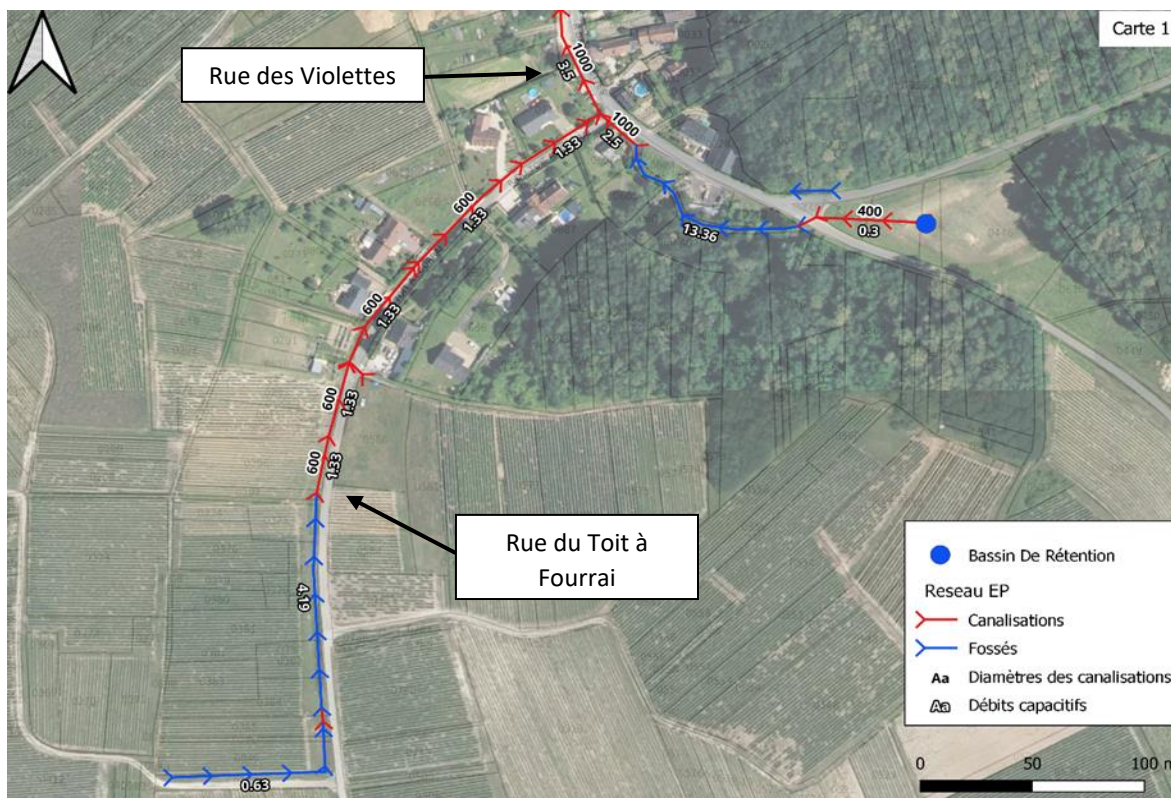


Figure 8 - Réseau EP en amont du secteur de la Vallée du Vau

Ce type de carte, réalisée suite à la phase de terrain, permet de visualiser le réseau d'eau pluviale, le diamètre des canalisations et les dimensions des fossés, ainsi que les capacités hydrauliques de chaque tronçon. Grâce à ces cartes, il est facile de repérer les anomalies du réseau, comme la réduction d'une section hydraulique.

La capacité hydraulique des ouvrages de rétention, lorsqu'il y en a, est également évaluée. Par exemple, sur le secteur de la Vallée du Vau, le bassin de rétention existant en amont de la rue des Violettes a un volume annoncé de **4000 m³**. Or, d'après la méthode des pluies (cf. paragraphe 2.2.2.2.), le volume à stocker pour un événement d'occurrence 20 ans est de **5470 m³**. Ce bassin de rétention est donc sous-dimensionné.

De plus, dans la rue du Toit à Fourrai, le réseau semble également sous-dimensionné. En effet, la capacité des canalisations en aval de la rue est de 1.33 m³/s quand le débit de pointe de retour 20 ans est de 1.59 m³/s.

Cette analyse du réseau existant permet donc de comprendre l'origine des désordres et participe à justifier les aménagements proposés dans la suite du rapport.

2.2.4.4. Propositions d'aménagements

Dans la partie finale du rapport, des propositions d'aménagements sont faites pour répondre à la demande initiale de limiter les débordements et inondations dans les différents secteurs de la commune de Chançay.

Dans le cas de la Vallée du Vau, deux aménagements ont été proposés, un premier pour éviter que le bassin de rétention existant ne déborde dans la rue des Violettes et un second pour éviter la saturation du réseau en aval de la rue du Toit à Fourrai.

2.2.4.4.1. Proposition d'aménagement 1 – Rue des Violettes

Le bassin existant n'ayant pas une capacité suffisante, il a été envisagé de créer un second bassin de rétention en amont.

Le plan suivant localise :

- le bassin de rétention projeté ;
- le bassin versant qu'il intercepte (sous BV 1-a) ;
- le bassin de rétention existant ;
- le bassin versant collecté par le bassin existant (BV 1-b).

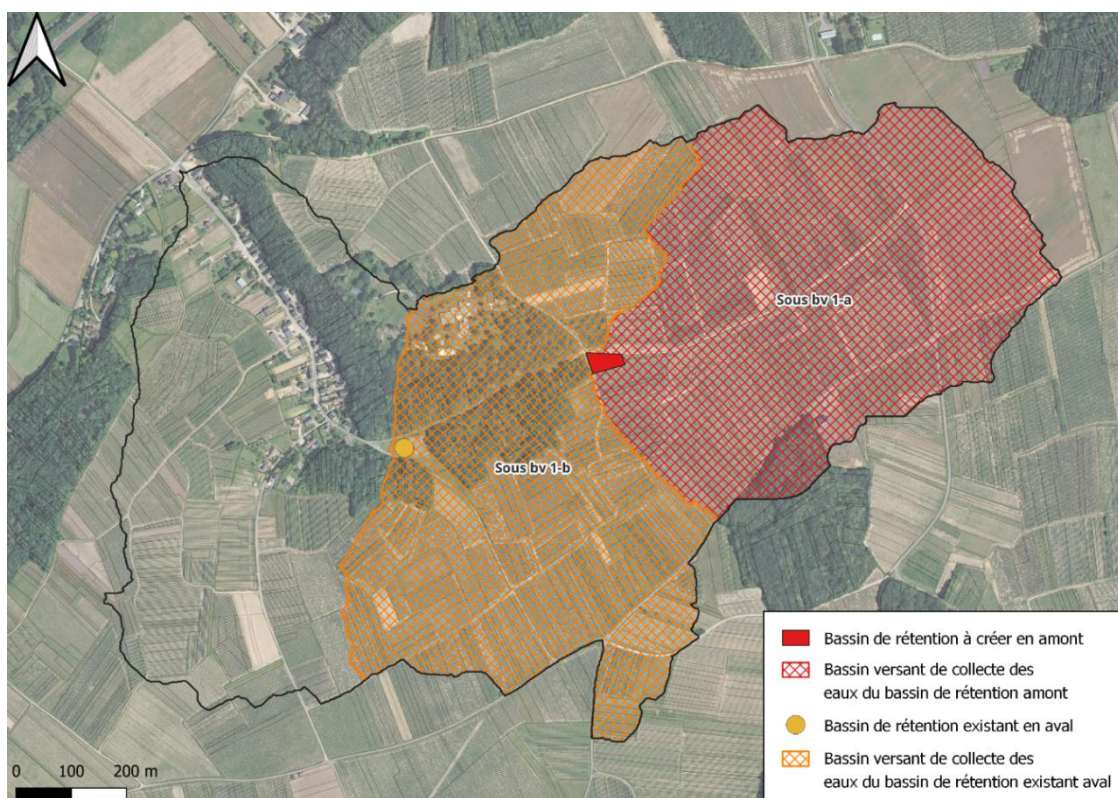


Figure 9 – Bassins de rétention en cascade et leur bassin versant, Vallée du Vau

Tableau 2 - Caractéristiques des bassins versants des bassins de rétention en cascade - Vallée du Vau

Caractéristiques des bassins versant	Sous bv 1-a	Sous bv 1-b
Surface (ha)	40.20	42.44
Plus long chemin hydraulique (km)	1.094	0.433
Point haut (m NGF)	110.3	94.5
Point bas (m NGF)	94.5	82.6
Pente (m/m)	0.014	0.028
Coefficient de ruissellement	0.32	0.29
Q5 (m ³ /s)	1.52	3.11
Q10 (m ³ /s)	1.89	3.89
Q20 (m ³ /s)	2.30	4.73
Q30 (m ³ /s)	2.52	5.19
Q50 (m ³ /s)	2.83	5.80
Q100 (m ³ /s)	3.27	6.68

Les caractéristiques du bassin projeté sont fournies dans le tableau suivant. Le débit de fuite a été ajusté pour optimiser le remplissage du bassin pour $Q=Q_{20}$ (période de retour de dimensionnement).

Tableau 3 - Caractéristiques du bassin de rétention amont

Caractéristiques du bassin de rétention	Valeur
Emprise au sol (m ²)	1155
Profondeur (m)	3
Côte de fond (m NGF)	91.80
Côte du déversoir (m NGF)	94.80
Côte de crête minimale (m NGF)	95.30
Pente des talus	2H/1V
Volume (m ³)	2000
Débit de fuite (m ³ /s)	0.74

Un plan de principe du bassin projeté est fourni ci-après :

- pour disposer d'une revanche de sécurité avant débordement de 50 cm par rapport à la cote du déversoir de sécurité, il sera nécessaire de créer un remblai sur une partie du bassin ;
- de plus, il sera nécessaire de reprofiler le fossé à l'aval du bassin créé pour assurer un écoulement gravitaire.



Figure 10 - Travaux à réaliser - bassin amont, Vallée du Vau

Dans ces conditions, pour $Q=Q_{20}$, le bassin existant devra stocker environ 5000 m³. Le bassin existant dispose d'un volume de stockage d'environ 4000 m³. Ainsi, pour $Q=Q_{20}$, des débordements seront toujours observés.

Des débordements étant toujours observés pour $Q=Q_{20}$, les mêmes calculs ont été réalisés en revoyant l'objectif de protection à Q_{10} . Les résultats sont les suivants :

- Volume du bassin à créer = 2000 m^3 ;
- Débit de fuite du bassin à créer = $0.48 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Volume à stocker par le bassin aval existant = 2500 m^3 .

La marge de stockage dans le bassin serait, pour un événement de retour 10 ans, de 1500 m^3 (alors qu'en état actuel, pour $Q=Q_{10}$, le bassin déborde).

2.2.4.4.2. Proposition d'aménagement 2 – Rue du Toit à Fourrai

Des inondations sont également observées dans la rue du Toit à Fourrai.

Pour y remédier, la proposition est de créer un bassin de rétention présentant une emprise totale de 1522 m^2 .

Cependant, le site étant marqué par de fortes pentes, l'emprise mobilisable pour la réalisation du bassin sans réaliser des terrassements conséquents a été évaluée à 400 m^2 .

Le bassin versant collecté par cet ouvrage a une surface totale d'environ 14.85 ha .

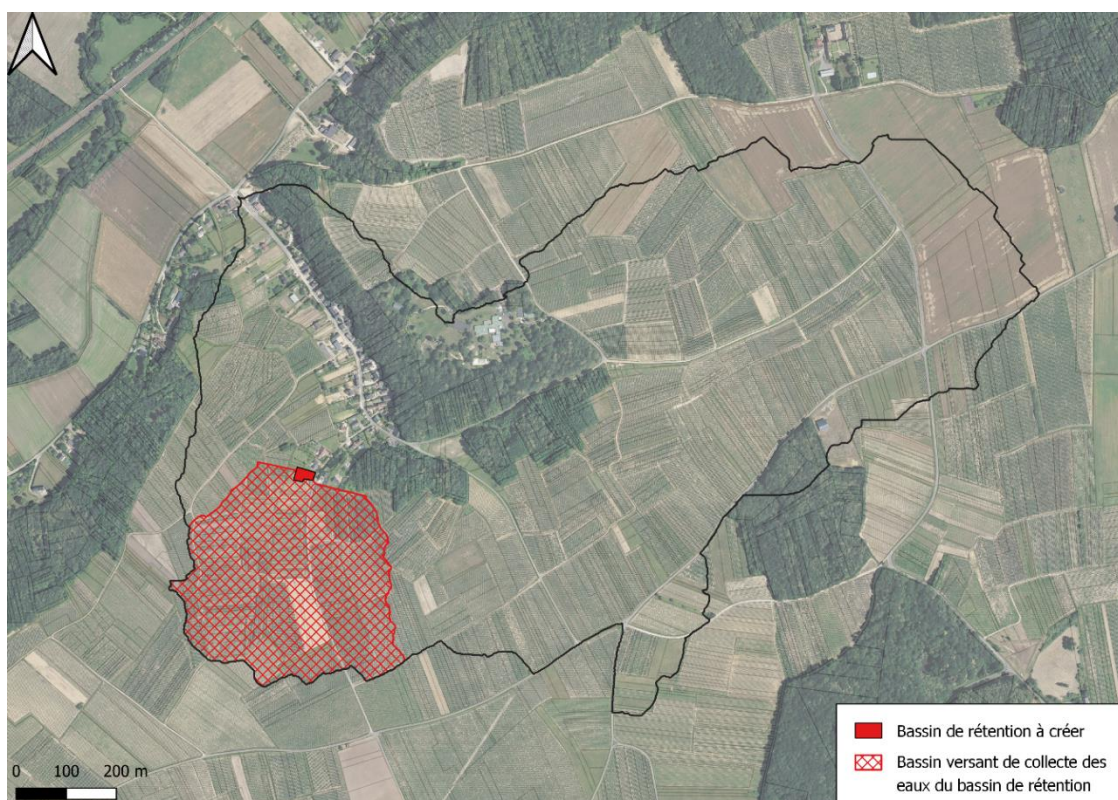


Figure 11 - Bassin de rétention et son bassin versant, rue du Toit à Fourrai, Vallée du Vau

Les caractéristiques du bassin versant sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4 - Caractéristiques du bassin versant de collecte du bassin de rétention rue du Toit à Fourrai

Caractéristiques	Valeur
Surface (ha)	14.85
Plus long chemin hydraulique (km)	0.657
Point haut (m NGF)	108.1
Point bas (m NGF)	87.5

Caractéristiques	Valeur
Pente (m/m)	0.031
Coefficient de ruissellement	0.35
Q5 (m ³ /s)	1.00
Q10 (m ³ /s)	1.24
Q20 (m ³ /s)	1.51
Q30 (m ³ /s)	1.66
Q50 (m ³ /s)	1.86
Q100 (m ³ /s)	2.14

Le volume d'eau à stocker provenant de ce bassin versant sera d'environ 300 m³ (cf. paragraphe 2.2.2.2.)

Les caractéristiques du bassin projeté sont fournies dans le tableau suivant. Le débit de fuite a été ajusté pour optimiser le remplissage du bassin pour Q=Q20 (période de retour de dimensionnement).

Tableau 5 - Caractéristiques du bassin de rétention rue du Toit à Fourrai

Caractéristiques du bassin de rétention	Valeur
Emprise au sol (m ²)	415
Profondeur (m)	2.25
Côte de fond (m NGF)	86
Côte du déversoir (m NGF)	88.25
Côte de crête minimale (m NGF)	88.75
Pente des talus	2/1
Volume (m ³)	319
Débit de fuite (m ³ /s)	1.22

L'exutoire du bassin sera raccordé au réseau existant gravitairement.

Un plan de principe du bassin projeté est fourni ci-après. Pour disposer d'une revanche de sécurité avant débordement de 50 cm par rapport à la cote du déversoir de sécurité, il sera nécessaire de créer un talus en remblai sur une partie du bassin.

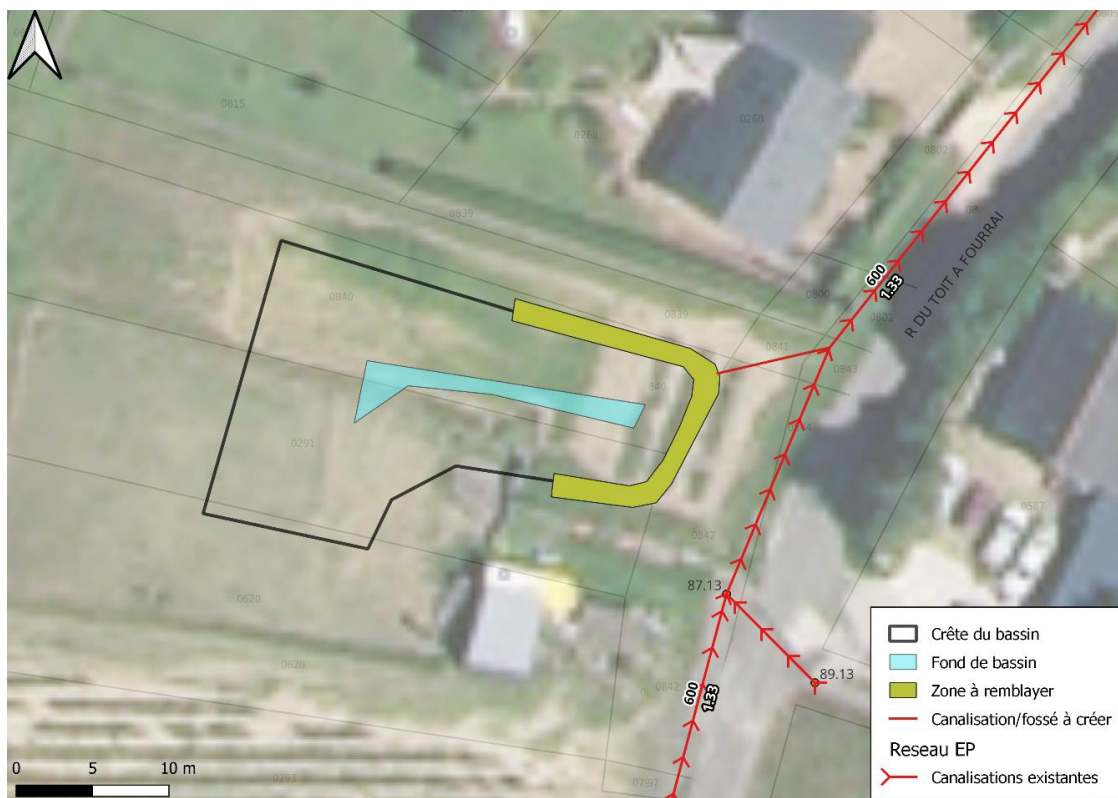


Figure 12 - Travaux à réaliser – petit bassin dans la rue du Toit à Fourrai, Vallée du Vau

La capacité maximale de la rue étant de $1.33 \text{ m}^3/\text{s}$, la création de ce bassin versant permettrait de protéger la rue du Toit à Fourrai contre des événements pluvieux de période de retour 20 ans (le débit de fuite étant de $1.22 \text{ m}^3/\text{s}$).

2.2.5. Secteur des Rouères Bourdon

2.2.5.1. Désordres constatés

Sur le secteur des Rouères Bourdon, des inondations ont été observées en aval de la rue principale du secteur, la rue des Acacias.

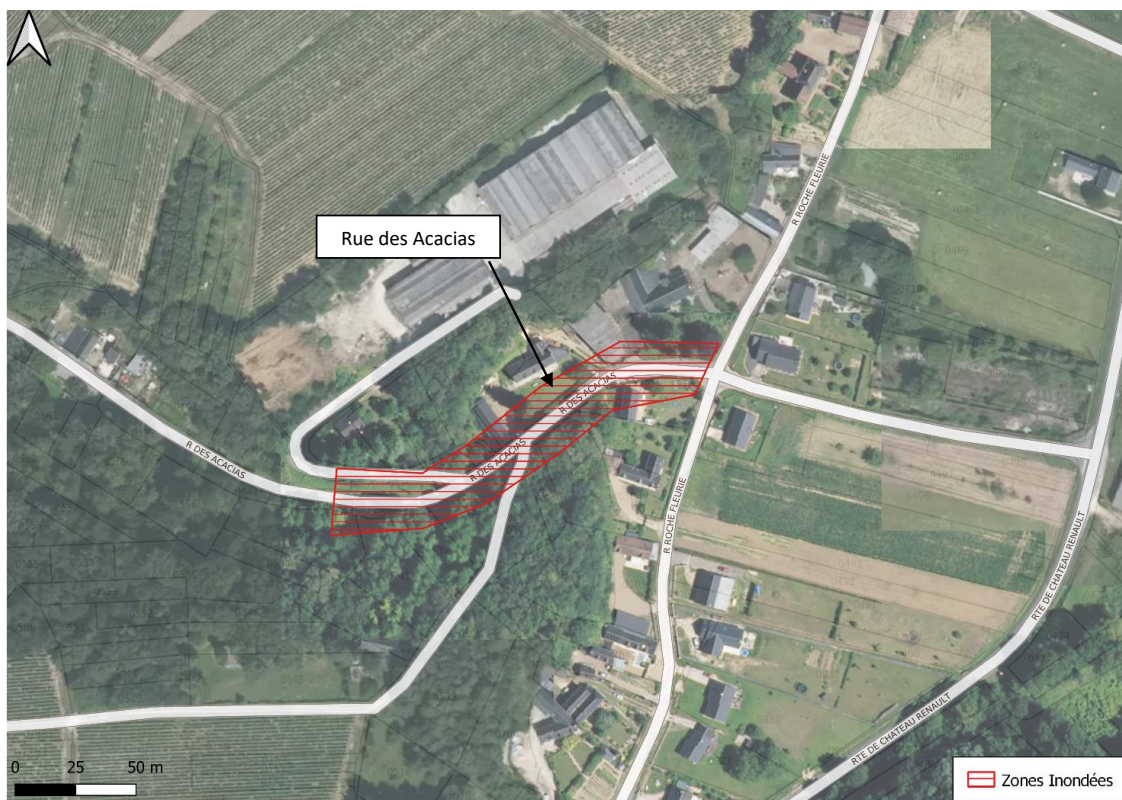


Figure 13 - Désordres, Rouères Bourdon

2.2.5.2. Identification des bassins versant

Tout comme pour le secteur de la Vallée du Vau, j'ai identifié les sous bassins versants du secteur des Rouères Bourdon et leurs caractéristiques.

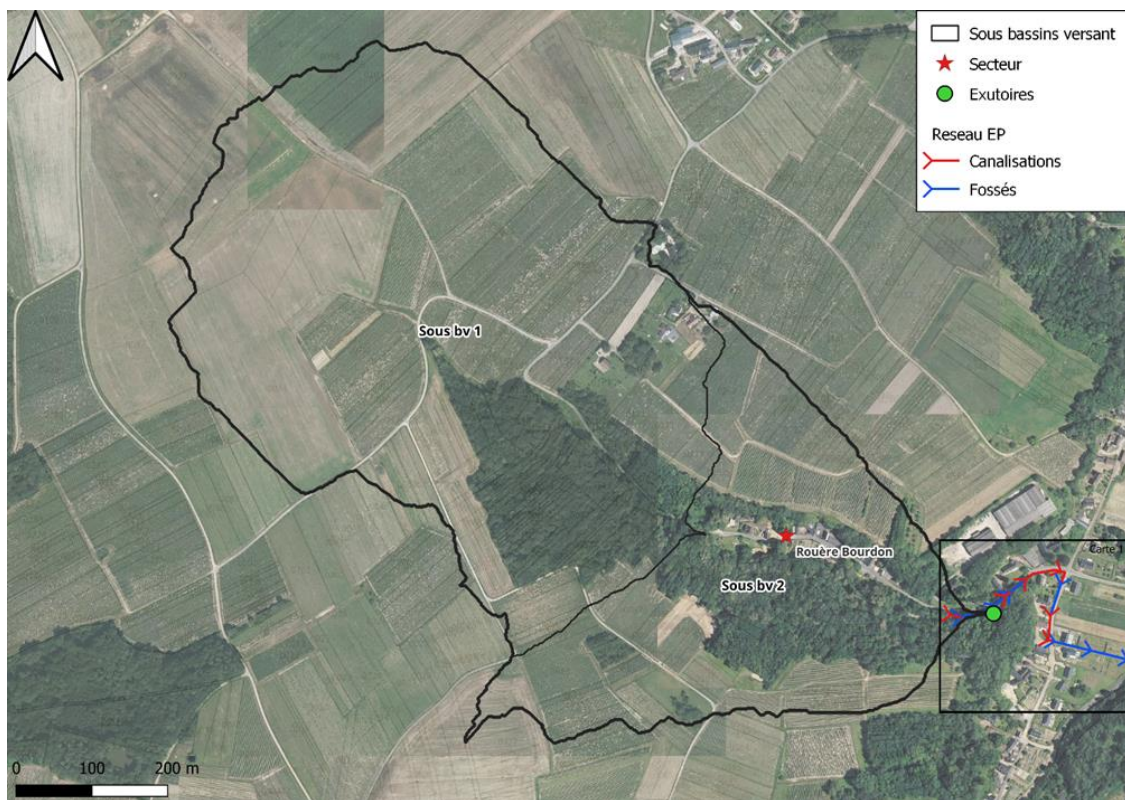


Figure 14 - Délimitation des sous bassins versants des Rouères Bourdon

Tableau 6 - Caractéristiques des bassins versants - Rouères Bourdon

Caractéristiques	BV global	Sous BV 1	Sous BV 2
Surface (ha)	52.90	36.35	16.55
Plus long chemin hydraulique (km)	1.493	1.058	0.878
Point haut (m NGF)	115.0	115.0	114.6
Point bas (m NGF)	70.1	88.5	70.1
Pente (m/m)	0.030	0.025	0.051
Coefficient de ruissellement	0.25	0.26	0.22
Q5 (m ³ /s)	0.44	0.42	0.19
Q10 (m ³ /s)	0.60	0.57	0.26
Q20 (m ³ /s)	0.80	0.74	0.34
Q30 (m ³ /s)	0.92	0.87	0.41
Q50 (m ³ /s)	1.09	1.03	0.45
Q100 (m ³ /s)	1.35	1.27	0.60

2.2.5.3. Modalités de gestion existantes et analyse du fonctionnement

Dans le secteur des Rouères Bourdon, le vallon principale (rue des Acacias) draine les eaux de pluie via un réseau d'eaux pluviales et de fossés.

On observe une réduction de section en aval de la rue des Acacias = buse passant de 800 à 600 mm.

Le réseau relevé est détaillé sur la figure suivante.

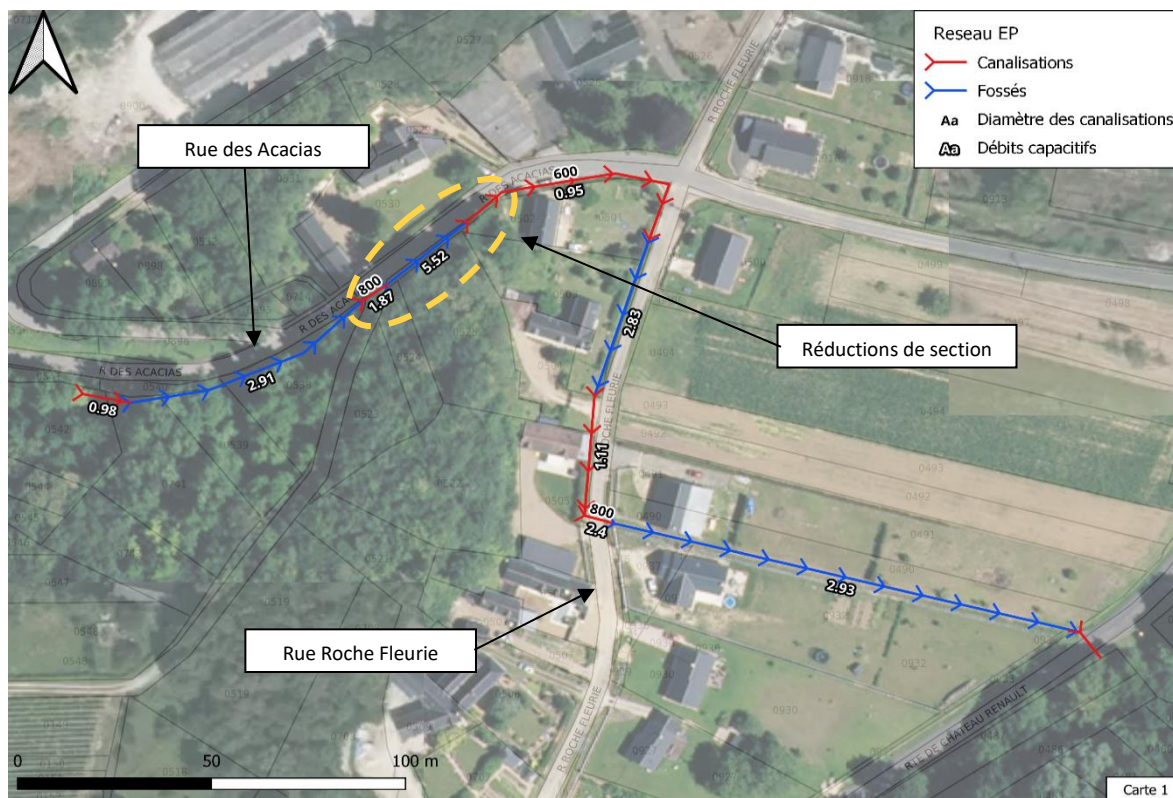


Figure 15 - Réseau EP, Rouères Bourdon

Les débits de pointe du bassin versant global (cf. tableau 6) montrent que le réseau dispose d'une capacité suffisante pour faire transiter des événements d'occurrence 20 ans mais pas d'occurrence 50 ni 100 ans.

En effet, le débit de retour 20 ans est inférieur à la capacité minimale du réseau ($Q_{20}=0.80 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{\text{capacitif}}=0.95 \text{ m}^3/\text{s}$) contrairement au débit de retour 50 et 100 ans ($Q_{50}=1.10 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{capacitif}}=0.95 \text{ m}^3/\text{s}$).

De ce fait, des inondations ont été observées en aval des Rouères Bourdon en juin 2018, événement pouvant être assimilé à une crue cinquantennale. En effet, le débit de pointe à l'exutoire du bassin versant en juin 2018 a été évalué à $1.14 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2.5.4. Proposition d'aménagement

Tout comme pour le secteur de la Vallée du Vau, des inondations sont observées sur le secteur des Rouères Bourdon. Mais contrairement à celui-ci, il n'y a pas l'emprise suffisante pour la création d'un bassin de rétention.

La solution proposée pour stocker une partie du débit de crue est donc de créer une retenue. Pour créer cette retenue, une digue devra être construite en amont de la zone urbanisée, en travers d'un fossé. Elle sera dimensionnée pour protéger contre des événements d'occurrence 50 ans.

2.2.5.4.1. Implantation de l'ouvrage

Pour créer la retenue, nous avons proposé d'utiliser la ravine située en amont de la zone urbanisée en rive droite de la route et de construire une digue en travers de cette ravine.

Une digue est un ouvrage permettant de retenir une partie des eaux lors d'une crue. Elle est composée d'un orifice de sortie et d'un déversoir de sécurité.



Figure 16 - Site d'implantation de la digue

2.2.5.4.2. Identification du bassin versant intercepté au droit de la retenue

Le bassin versant intercepté au droit de la retenue a une surface de 36 ha.

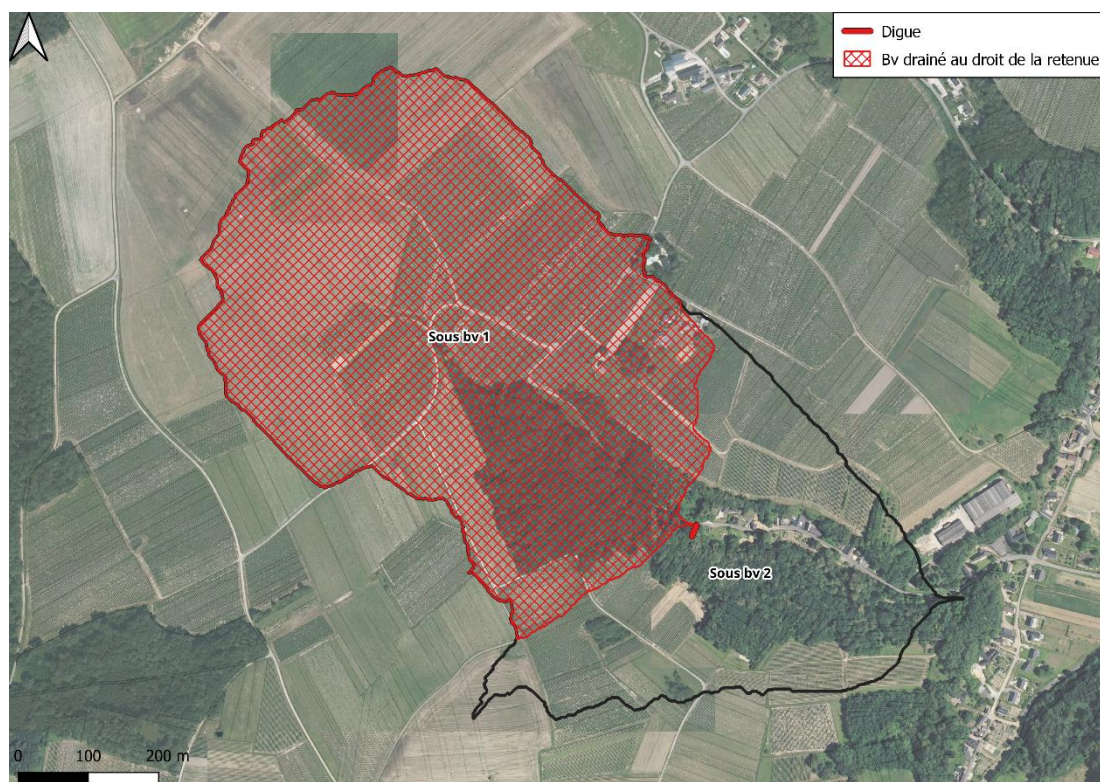


Figure 17 – Bassin versant intercepté au droit de la retenue, Rouères Bourdon

Tableau 7 - Caractéristiques du bassin versant collecté au droit de la retenue (valeurs des débits de pointes obtenues avec le logiciel HEC-HMS)

Caractéristiques	Valeur
Surface (ha)	36.35
Plus long chemin hydraulique (km)	1.058
Point haut (m NGF)	115
Point bas (m NGF)	88.5
Pente (m/m)	0.025
Coefficient de ruissellement	0.26
Q5 (m ³ /s)	0.42
Q10 (m ³ /s)	0.57
Q20 (m ³ /s)	0.74
Q30 (m ³ /s)	0.87
Q50 (m ³ /s)	1.03
Q100 (m ³ /s)	1.27

2.2.5.4.3. Dimensionnement de la digue

Le dimensionnement de la digue implique la réalisation d'une analyse hydrologique en régime transitoire, ce qui m'a permis de découvrir le logiciel HEC-HMS. Ce logiciel, développé par l'US army Corps of Engineers, permet de qualifier le fonctionnement global du bassin versant drainé au droit d'un projet.

Il permet également, en état projet, de qualifier l'effet en termes de diminution de débit de la mise en place de retenues sur un ou plusieurs sous-bassins versants.

Pour dimensionner l'ouvrage de rétention, j'ai donc implanté un modèle de digue dans le logiciel. Après l'avoir correctement positionné, j'ai ajusté la taille de l'orifice de sortie ainsi que les dimensions du déversoir (déversoir dimensionné pour une crue de période de retour 100 ans) pour écrêter au maximum le pic de crue de période de retour 50 ans.

Tableau 8 – Caractéristiques de la digue projetée

Caractéristique	Valeur
Linéaire (m)	7.5
Largeur en crête (m)	3.0
Fruit de talus amont	2H/1V
Fruit de talus aval	2H/1V
Cote supérieure du remblai (m NGF)	88.6
Cote du déversoir de sécurité (m NGF)	87.8
Largeur du déversoir de sécurité (m)	4.0
Ouvrage sous la digue	Buse de 410 mm de diamètre

Le tableau suivant synthétise, pour des débits allant de Q5 à Q100, l'écrêtement obtenu ainsi que le niveau maximum atteint dans la retenue au droit de la digue.

Tableau 9 - Ecrêtement obtenu au droit de la retenue

Crue	Débit de pointe à l'entrée de la retenue (m³/s)	Débit de pointe à la sortie de la retenue (m³/s)	Niveau maximum atteint dans la retenue au droit de la digue (m NGF)
Q5	0.42	0.41	85.9
Q10	0.57	0.54	86.5
Q20	0.74	0.66	87.1
Q30	0.87	0.70	87.4
Q50	1.03	0.76	87.8
Q100	1.27	1.04	88.0

Les débits obtenus à l'exutoire sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 10 - Débits obtenus à l'exutoire du secteur des Rouères Bourdon

Période de retour	Débit de pointe à l'exutoire avant aménagement (m³/s)	Débit de pointe à l'exutoire après aménagement (m³/s)
5	0.44	0.43
10	0.60	0.56
20	0.80	0.69
30	0.92	0.77
50	1.09	0.87
100	1.35	1.01

Les hydrogrammes entrant et sortant au droit de la retenue des Rouères Bourdon pour Q=Q50 sont représentés sur le graphique suivant. Ils permettent de visualiser l'écrêtement de la crue ainsi que le décalage temporel du pic de crue.

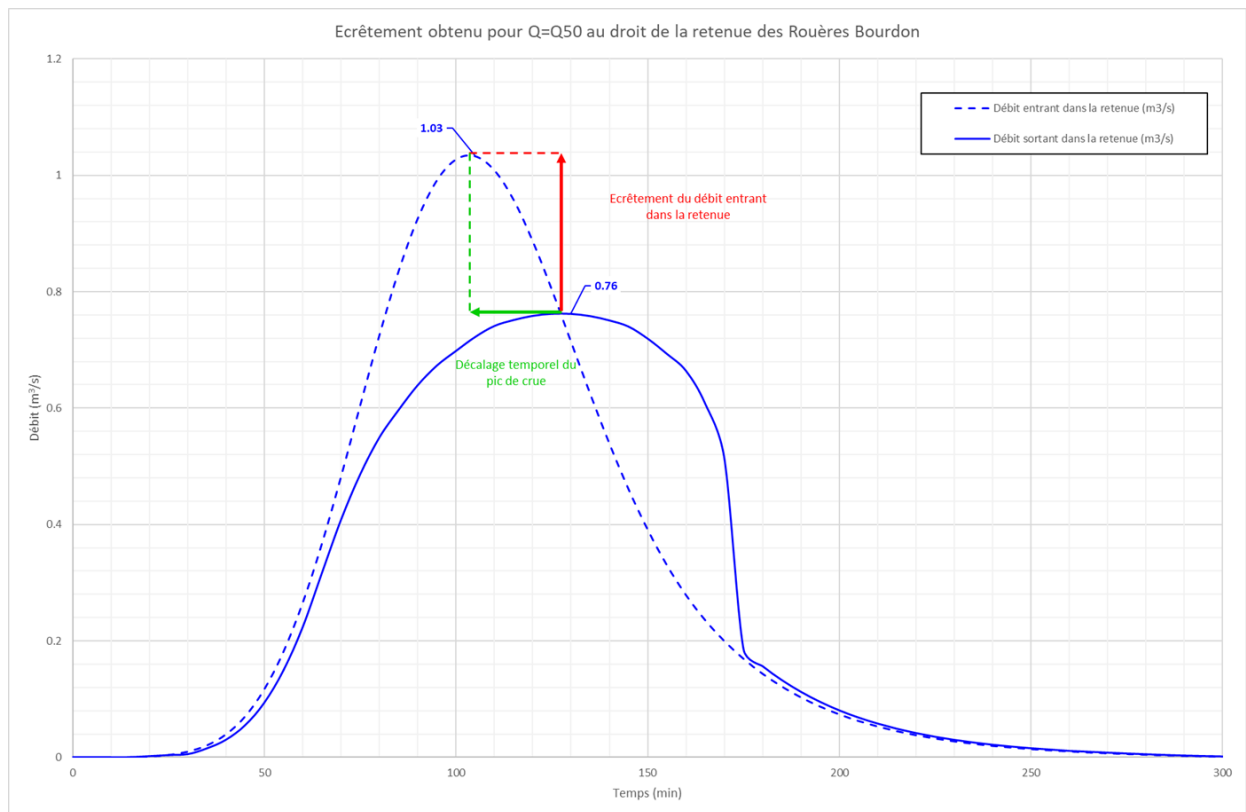


Figure 18 - hydrographes entrant et sortant pour $Q=Q_{50}$, Retenue des Rouères Bourdon

Pour $Q=Q_{50}$, le débit après écrêtement obtenu est de $0.87 \text{ m}^3/\text{s}$ = on obtient un écrêtement d'environ 20% du débit initial.

Les capacités du réseau aval les plus faibles étant de $0.95\text{-}0.98 \text{ m}^3/\text{s}$ (cf. figure 15), il sera en capacité de faire transiter un débit cinquantennal après aménagement.

2.3. RETOUR REFLECTIF

Lors de cette mission, qui fut le fil rouge de mon stage, j'ai pu enrichir mes connaissances générales en matière d'hydraulique fluviale.

J'ai aussi développé mes compétences techniques lors des phases de terrain en participant à lever le réseau d'eau pluvial grâce à un GPS.

Ce projet m'a également permis d'approfondir mes connaissances en hydrologie en calculant les débits de pointe pour différentes périodes de retour, en calculant les temps de concentration de bassins versant, etc. J'ai aussi pour la première fois pris en main le logiciel HEC-HMS permettant de transposer des événements pluvieux en débits.

Enfin, j'ai pu améliorer mes compétences en modélisation en réalisant un modèle hydraulique sur le logiciel de modélisation HEC-RAS.

Documents produits	Rapport d'étude préliminaire	Terrain	Levés topographiques et description du réseau d'eau pluviale
Logiciels utilisés	HEC-HMS, HEC-RAS, QGIS, Covadis	Expérience acquise	Découverte du logiciel HEC-HMS
Réunion	-		Approfondissement de mes connaissances et compétences en hydraulique fluviale, hydrologie... Dimensionnement d'ouvrages hydrauliques (bassin de rétention, digue)

3. MISSIONS – DOSSIER LOI SUR L'EAU (DLE)

Tout individu voulant réaliser un projet impactant de manière directe ou indirecte le milieu aquatique est tenu de soumettre ce projet à l'application de la Loi sur l'Eau via un dossier de déclaration ou d'autorisation.

La réglementation européenne sur l'eau exige l'atteinte du bon état général des eaux. Elle impose ainsi que les ouvrages ou activités impactant les milieux aquatiques soient conçus et gérés dans le respect des équilibres et des différents usages de l'eau.

La rédaction de DLE est donc une partie non négligeable du métier d'ingénieur hydraulique.

3.1. PRESENTATION DE LA MISSION

Au cours de ce stage, j'ai réalisé plusieurs Dossiers Loi sur l'Eau (DLE). J'ai notamment rédigé un DLE pour la commune de Verrières dans l'Orne.

En février 2024, le département de l'Orne a lancé une consultation pour la rédaction d'un Dossier Loi sur l'Eau pour la restauration d'un ouvrage permettant le franchissement d'un affluent de la rivière La Delmée par la route RD11 sur la commune de Verrières.

En effet, cet ouvrage, un dalot, menace de s'effondrer au niveau de sa tête aval. Le département souhaite donc le remplacer et a missionné ARTELIA pour l'aider dans sa démarche.

3.2. DEROULE ET LIVRABLE DE LA MISSION

3.2.1. Contexte

Avant de rédiger le rapport, une réunion avec le département a été organisée afin de répondre à nos différentes questions. Il est important d'être en accord sur les travaux envisagés (phasage, accès des engins de chantiers, matériel à mettre en place comme des batardeaux...) et le planning (date de lancement des travaux, rendu du dossier...).

Après cette réunion, j'ai donc commencé la rédaction du dossier. Un DLE se compose de plusieurs parties :

- Un résumé non technique résumant l'ensemble du rapport ;
- Un document d'incidence contenant entre autres :
 - Une analyse de l'état initial du site ;
 - Les incidences du projet sur l'environnement ;
 - Les mesures d'évitement, de réduction et de compensation ;
 - Les moyens de surveillance, d'entretien et d'intervention ;
 - La compatibilité du projet avec les SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux), SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et PGRI (Plan de Gestion des Risques d'Inondation).

La partie sur les incidences du projet sur l'environnement contient les incidences sur la capacité hydraulique de l'ouvrage en période d'exploitation. Pour connaître cette capacité hydraulique, j'ai réalisé une modélisation et c'est donc cette partie du dossier que je présente dans la suite de ce rapport.

3.2.2. Capacité hydraulique de l'ouvrage

Le remplacement d'un ouvrage de franchissement peut altérer sa capacité hydraulique et donc avoir un impact sur les écoulements au droit de l'ouvrage (impact possible sur le franchissement piscicole, sur les capacités d'écoulement en crue, etc.).

Pour s'assurer que le nouvel ouvrage ait une capacité hydraulique au moins équivalente au précédent, un modèle hydraulique a été réalisé incluant une comparaison entre l'état initial et l'état projet. Les résultats de cette modélisation sont présentés sur les figures suivantes.

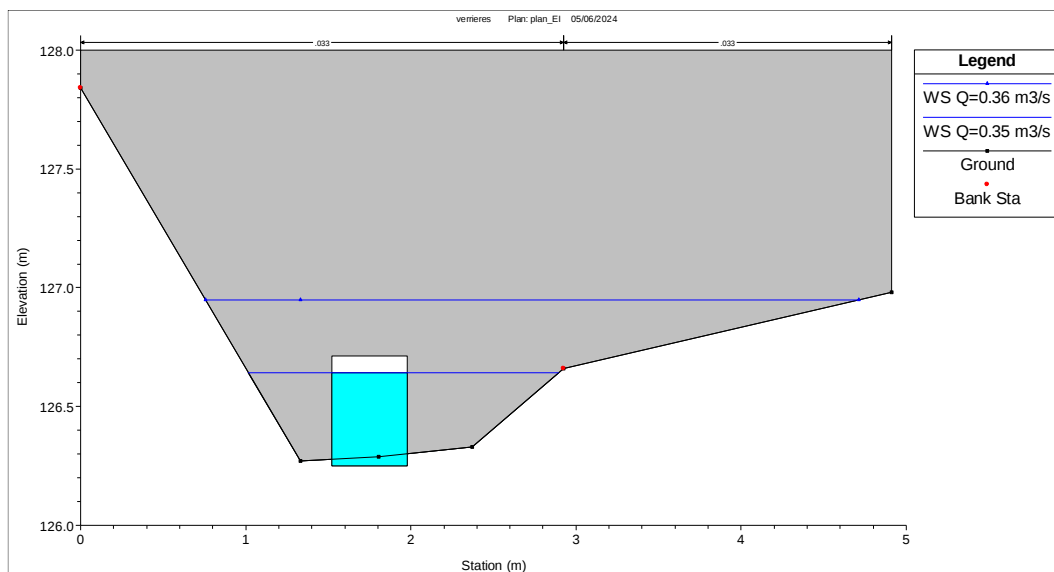


Figure 19 - Modalisation hydraulique, Etat actuel

D'après les résultats de cette modélisation, dans l'état actuel le débit de pleine charge de l'ouvrage hydraulique est compris entre 0.35 et 0.36 m³/s.

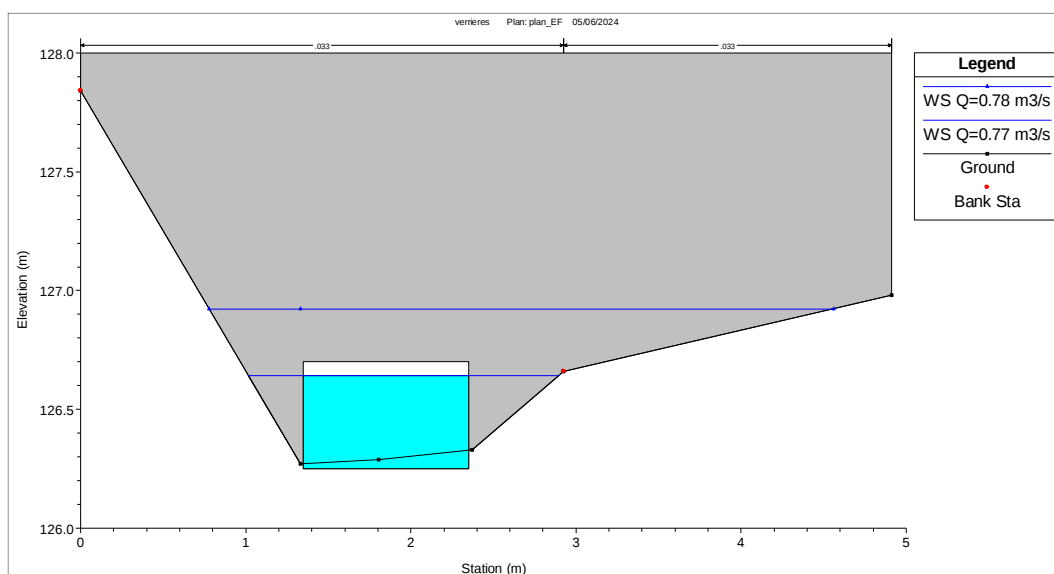


Figure 20 - Modélisation hydraulique, Etat projet

D'après les résultats de cette modélisation, le débit de pleine charge de l'ouvrage hydraulique après travaux est compris entre 0.77 et 0.78 m³/s.

La capacité hydraulique de l'ouvrage de remplacement sera donc plus de **2 fois supérieure** à celle de l'ouvrage existant. Ceci permettra le maintien des conditions d'écoulement du cours d'eau notamment en cas de crue.

La conception de l'ouvrage de franchissement du cours d'eau permet de ne pas engendrer d'incidence sur les conditions d'écoulement (niveau d'eau, vitesses d'écoulement).

Une fois terminé, le dossier est envoyé au demandeur, ici le département de l'Orne, pour relecture avant d'être envoyé à la Direction Départementale des Territoire (DDT). Celle-ci sera en charge d'instruire le dossier et de le valider ou non.

La validation finale du dossier par les services de l'Etat est formalisée par la délivrance d'un arrêté préfectoral.

3.3. RETOUR REFLECTIF

Lors de cette mission, j'ai eu l'occasion d'approfondir mes connaissances dans le domaine du droit de l'environnement. En effet, la rédaction d'un Dossier Loi sur l'Eau nécessite de connaître les réglementations autour d'un projet impactant un cours d'eau et notamment les rubriques de la nomenclature loi sur l'eau.

J'ai également, pour ce projet, monté un modèle hydraulique. Pour ce faire j'ai utilisé le logiciel HEC-RAS ainsi que le logiciel AutoCAD. Cela m'a permis de développer mes compétences déjà acquises sur ces logiciels lors de mon cursus.

Via ce projet, j'ai aussi pu participer à une réunion avec le client afin de s'accorder sur les mesures à prendre pour les travaux, sur la période des travaux, etc.

Documents produits	Dossier de déclaration loi sur l'eau	Terrain	-
Logiciels utilisés	HEC-RAS, AutoCAD	Expérience acquise	Approfondissement de mes compétences sur HEC-RAS et AutoCAD.
Réunion	Réunion Teams avec le client (département de l'Orne)		Approfondissement de mes connaissances en droit de l'environnement.

4. MISSION – LA LOIRE A VELO : CREATION D'UNE VOIE VERTE ENTRE BLOIS, CHOUZY-SUR-CISSE ET ONZAIN

4.1. PRESENTATION ET DEROULE DE LA MISSION

Le Conseil Départemental de Loir-et-Cher envisage la création d'un itinéraire sécurisé pour les piétons et cycles dans le périmètre de l'agglomération blésoise en créant une voie verte entre les communes de Blois, Valloire-sur-Cisse et Veuzain-sur-Loire.

Cet aménagement constituerait une antenne de la véloroute européenne n°6 : La Loire à vélo côté nord et vise un usage tant touristique que domestique (trajet domicile – travail).

D'un point de vue touristique, l'itinéraire permettrait un accès direct et sécurisé vers le château de Chaumont, le golf de Chouzy et le parc d'attraction Loisirs Loire Valley. Concernant l'usage domestique, ce sont les 10 km entre Chouzy et la gare de Blois qui sont visés.

Cette voie verte serait réalisée le long de la RD 952 et, pour sa majeure partie, sur l'emplacement de la voie d'entretien située en pied de digue, dans le lit majeur de la Loire.

Dans le cadre de ce projet, j'ai été missionnée pour la rédaction d'une note hydraulique. Cette note devait rendre compte de la praticabilité de cette future piste cyclable située entre Blois et Onzain, celle-ci étant en pied de digue le long de la rive droite de la Loire, et donc exposée aux crues.

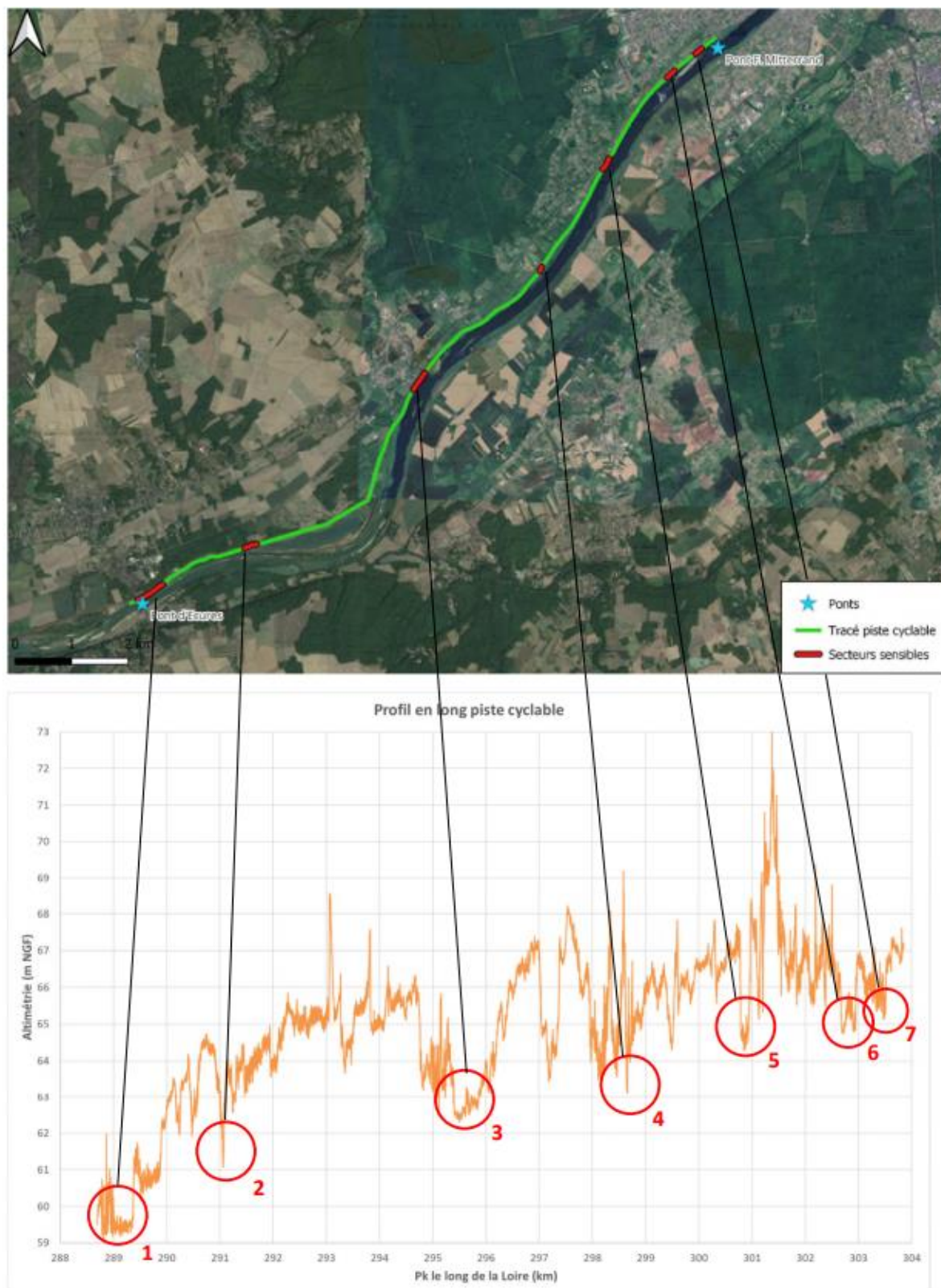


Figure 21 - Tracé de la piste cyclable et identification des zones sensibles

4.2. DEROULE ET LIVRABLES DE LA MISSION

4.2.1. Analyse hydrologique

Bases de données :

L'analyse hydrologique permet de poser le contexte hydrologique de la zone du projet, de connaître les débits moyens des écoulements mensuels, les débits de crues, d'étiages, etc. Ces valeurs de débits peuvent être trouvées dans la base de données du site *Hydroportail*.

De plus, la DREAL réalise depuis de nombreuses années des relevés de lignes d'eau sur la Loire pour des situations d'étiage, de débits « moyens » et de crues. Ces données sont disponibles en accès libre.

Loi Hauteur/débit :

En regroupant les données de la DREAL et d'Hydroportail, il est possible de créer une loi niveau/débit (une à Onzain et une à Blois) et ainsi de connaître pour chaque débit le niveau d'eau correspondant.

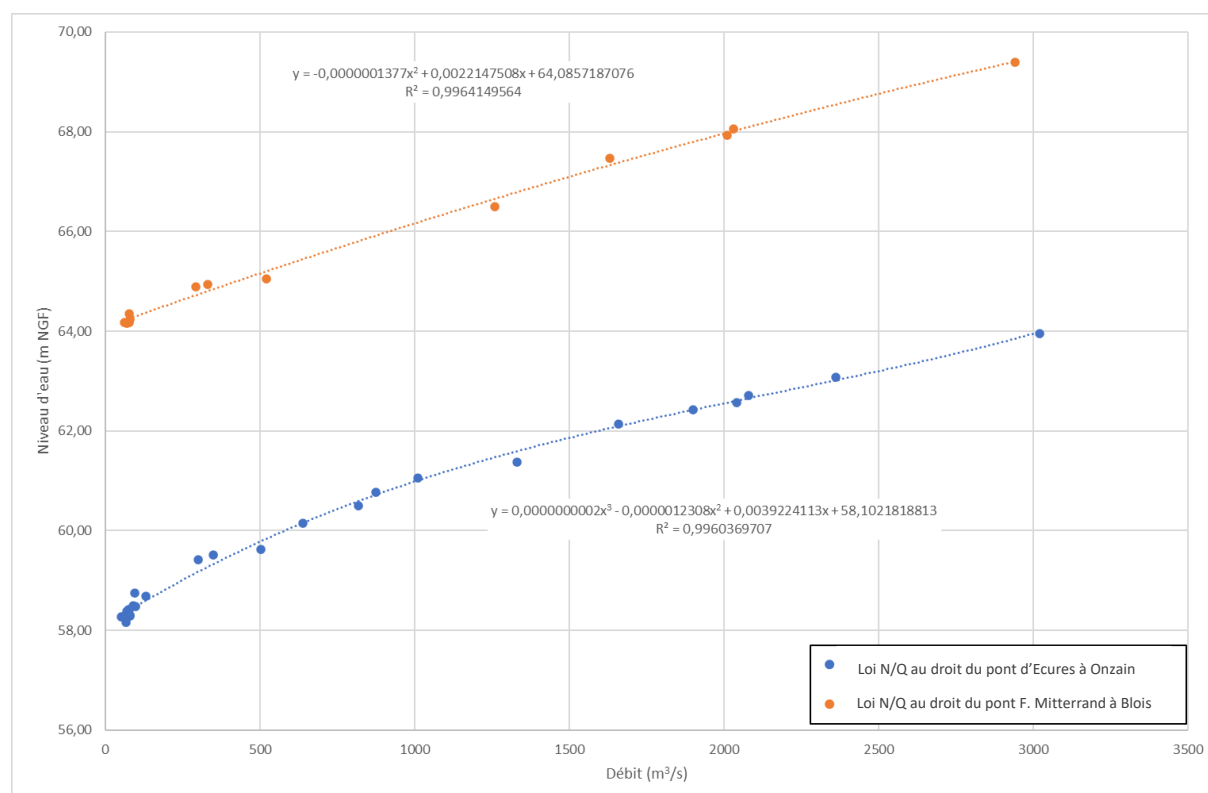


Figure 22 – Exemple de lois Volume/débit obtenues

Grâce à ces lois volume/débit et au profil en long de la piste cyclable, j'ai pu déterminer pour quels débits la piste commencera à être inondée.

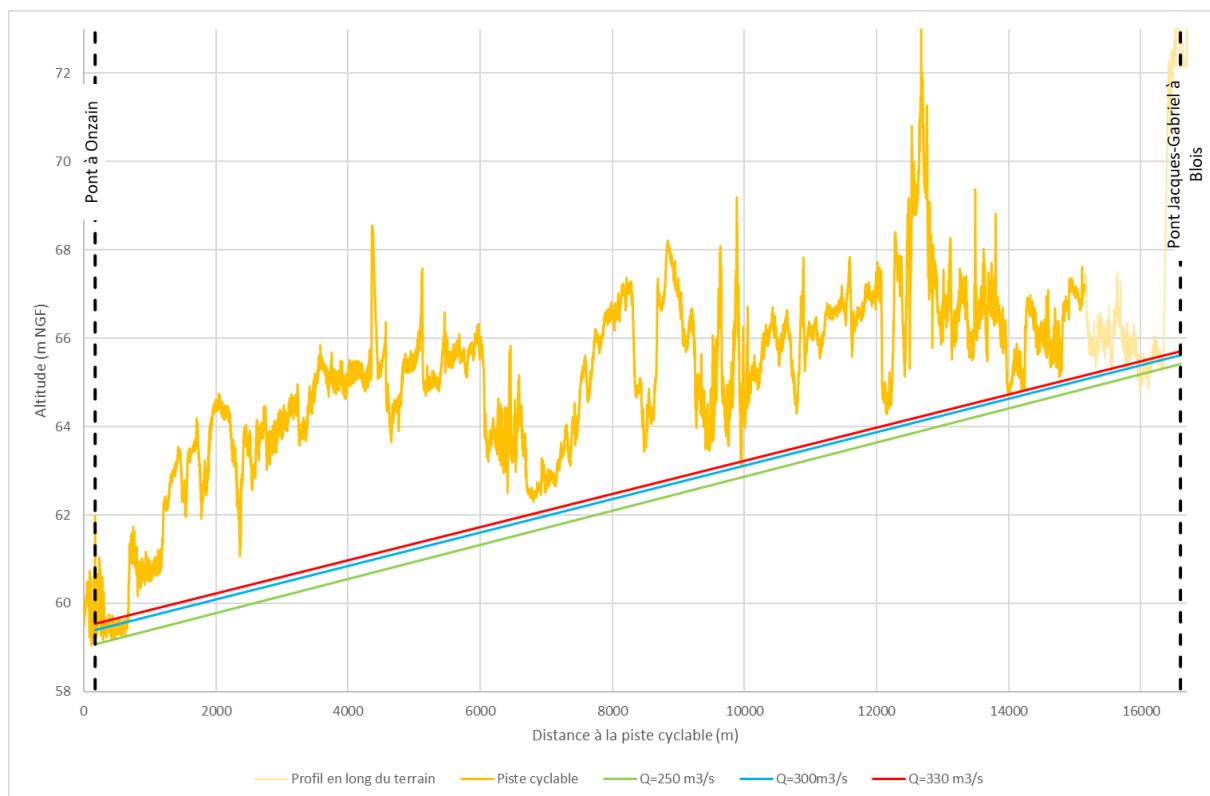


Figure 23 - Lignes d'eau théoriques associées aux débits critiques superposées au profil en long de la piste cyclable

De ce graphique, on remarque que la piste commencera à être inondée pour un débit de $250 \text{ m}^3/\text{s}$. Si la partie aval de la piste, proche d'Onzain, est remblayée, elle commencera à être inondée pour des débits de $330 \text{ m}^3/\text{s}$ plus loin en amont.

Débits classés :

Les débits moyens journaliers sont classés pour définir le nombre de jours où un débit donné peut être ou non atteint en moyenne sur une année, ou sur une période donnée. Il est donc possible de savoir combien de jours sur une période donnée un débit sera atteint et dépassé.

4.2.2. Résultats

Grâce aux débits critiques pour lesquels la piste est inondée et aux débits classés, il a été possible d'estimer que statistiquement, le niveau d'eau de la Loire atteindra le point le plus bas de la piste (au niveau du pont d'Onzain) 179 jours sur l'année (le débit de $250 \text{ m}^3/\text{s}$ est atteint 179 j/an). Autrement dit, la piste sera **praticable dans son intégralité 50 % de l'année**.

En remblayant la zone basse (Onzain), la piste serait statistiquement **praticable** 234 jours sur l'année, autrement dit, **65 % de l'année**. C'est une alternative intéressante qui permettrait de gagner 55 jours de praticabilité dans l'année.

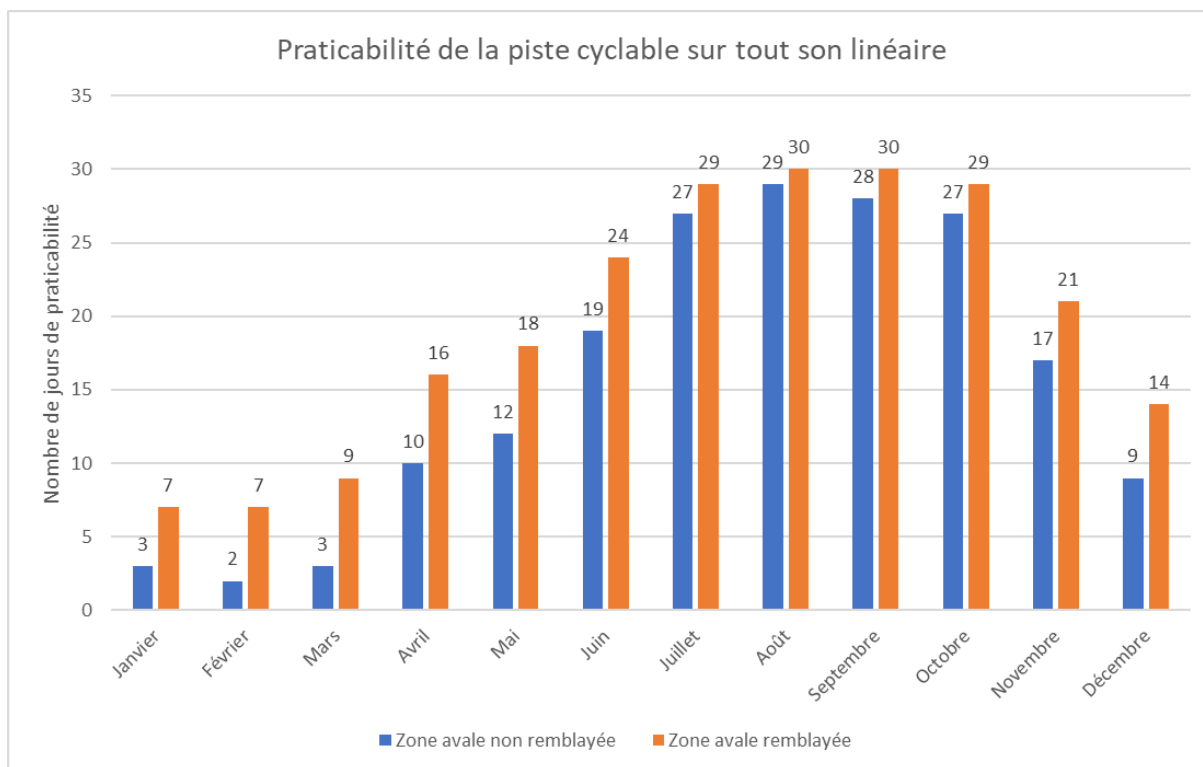


Figure 24 - Nombre de jours par mois où la piste cyclable sera praticable

4.3. RETOUR REFLECTIF

Lors de cette mission, j'ai pu enrichir mes connaissances dans le domaine de l'hydrologie. Bien que lors de mon cursus scolaire, je me sois familiarisé avec l'analyse de débits de crue, « moyens » et d'étiages, je n'avais pas connaissance des débits classés. J'ai également pris connaissance des bases de données de la DREAL et d'Hydroportail.

Ce petit projet m'a permis de travailler en collaboration avec un collègue d'un autre pôle de l'agence (infrastructure et aménagement) et ainsi de partager nos connaissances dans nos domaines respectifs.

Enfin, au cours de ce projet, j'ai pris conscience que les résultats que je présentais seraient lus par des personnes n'ayant pas nécessairement une expertise technique dans mon domaine. Cela m'a fait revoir ma manière de présenter les résultats. J'ai compris qu'il était essentiel de simplifier les informations complexes et de les rendre accessibles à un public non spécialisé, ici par l'intermédiaire de graphiques simples et clairs.

Documents produits	Note hydraulique	Terrain	-
Logiciels utilisés	QGIS	Expérience acquise	Découverte de bases de données hydrologiques et hydrauliques
Réunion	-		Travail en collaboration avec un autre pôle de l'agence

5. CONCLUSION

Ce stage de 24 semaines au sein de l'agence de Tours d'Artelia aura été très enrichissant sur de nombreux aspects, techniques ou non.

Cette première expérience en bureau d'études m'aura permis d'approfondir mes connaissances dans divers domaines, que ce soit en hydrologie, hydraulique, droit de l'environnement etc. J'ai aussi amélioré mes compétences en modélisation, cœur du métier.

Ces mois de stage m'ont fait découvrir le travail d'ingénieur chargé d'études au sein d'un bureau privé. En apportant ma contribution sur des projets concrets avec les ingénieurs de l'entreprise, j'ai observé les missions à effectuer selon les demandes des clients et les méthodes de travail à appliquer.

Ainsi, la découverte du travail au sein d'un bureau d'études fut très enrichissante, tant sur le plan professionnel que personnel, et complémentaire avec le cursus scolaire. Cela a confirmé mon envie de travailler dans le domaine de l'hydraulique.

J'ai bénéficié d'un entretien d'embauche pour un poste chargée d'études au sein de l'entreprise, me permettant ainsi de poursuivre mon parcours dans le domaine de l'hydraulique fluviale mais aussi de progresser sur les autres aspects du métier.

C. BIBLIOGRAPHIE

Mémento technique 2017 - Astee. (2019, 19 septembre). Astee.

Disponible sur : <https://www.astee.org/publications/memento-technique-2017/>

Qu'est-ce qu'un dossier « Loi sur l'eau » ? (s. d.). Les Services de L'État Dans L'Essonne.

Disponible sur : <https://www.essonne.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Eau/Constituer-un-dossier-loi-sur-l-eau/Qu-est-ce-qu-un-dossier-Loi-sur-l-eau>



POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Noémie Hardy

2023-2024

Ingénieur chargée d'Etudes - Hydraulique fluviale

Résumé :

My internship at ARTELIA gave me an insight into the job of hydraulic engineer. I carried out various tasks, drafted Dossiers Loi sur l'Eau, a preliminary flood protection study... I was also made aware of the commercial aspect of the job, but many aspects remain to be explored.

Mots Clés : modélisation hydraulique, hydrologie, étude préliminaire, DLE

Artelia

56 avenue Marcel Dassault,
Bâtiment 3

37200 Tours

Tuteur entreprise :

Nicolas Moalic
Chef de projet

Tuteur académique :

Michel Bacchi