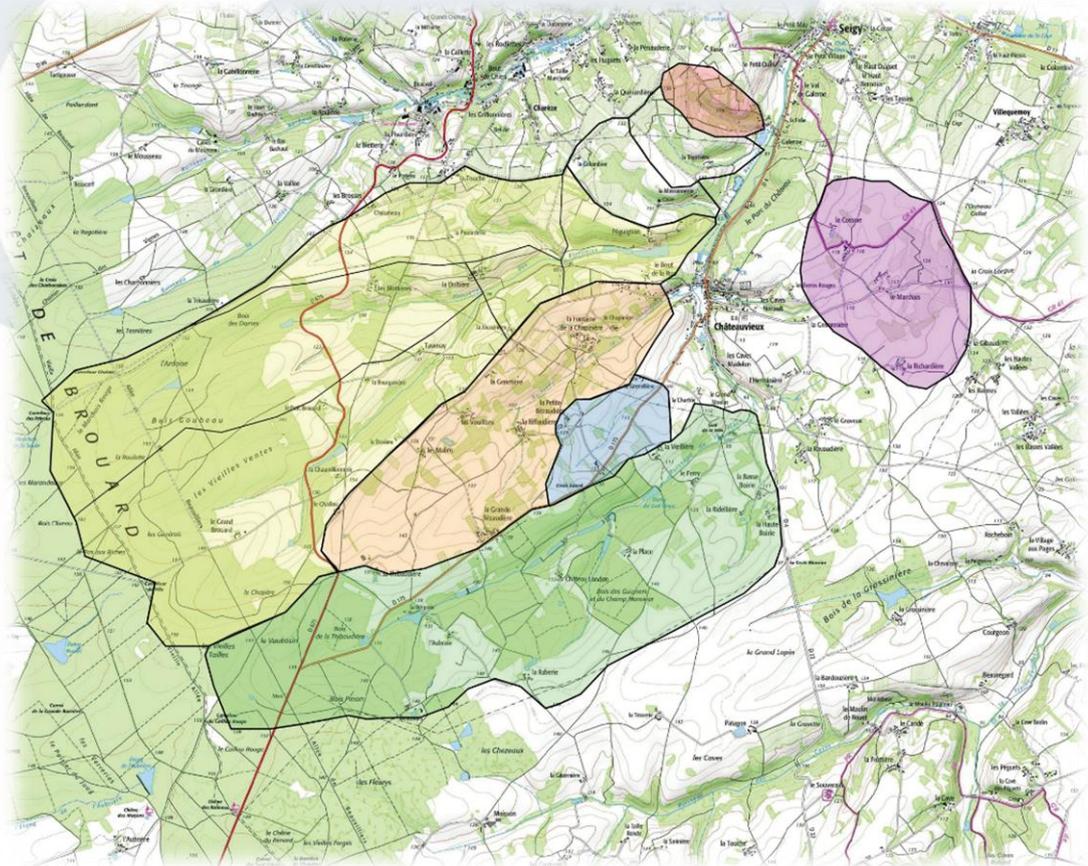


ÉTUDE HYDRAULIQUE

Aménagement d'ouvrages pour la rétention temporaire des eaux de ruissellement pour la protection contre les inondations



Août 2019

Réfléchir l'environnement de demain

www.adev-environnement.com

Siège social
2, rue Jules Ferry
36 300 LE BLANC
Tél : 02-54-37-19-68 - Fax : 02-54-37-99-27
contact@adev-environnement.com

Agence de Tours
3, rue Charles Garnier
37 300 JOUE LES TOURS
Tél : 02-47-87-22-29
tours@adev-environnement.com



SOMMAIRE

PIECE 1. INTRODUCTION	7
PIECE 2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	8
1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE	8
2. GÉOLOGIE.....	9
a. Formation géologique	9
b. Coupes lithologiques	9
3. LA RESSOURCE EN EAU.....	12
a. Les masses d'eau au sens du SDAGE Loire Bretagne.....	12
b. Les outils et classement réglementaires de gestion de l'eau sur le territoire d'étude.....	13
c. Les eaux souterraines	17
PIECE 3. LES EAUX SUPERFICIELLES	21
1. PRÉSENTATION DES BASSINS VERSANT	21
a. Contexte général	21
b. Identification des bassins versants.....	21
c. Annexes hydrauliques.....	26
2. RAPPEL DES ENJEUX	28
a. Bassin versant des Terres Rouges.....	28
b. Bassin versant de la Noue Robin	29
c. Bassin versant des Galoppières.....	29
d. Bassin versant de la Grande Bezaudière	29
e. Bassin versant du Val de Violin.....	29
f. Bassin versant de la Rouère des Bulles.....	29
PIECE 4. MODÉLISATION HYDRAULIQUE DES BASSINS VERSANTS.....	30
1. CARACTÉRISTIQUES DES BASSINS VERSANTS	30
2. ESTIMATION DES DÉBITS DE RUISSELLEMENT	31
3. SOLUTION TECHNIQUE DE TAMPONNEMENT DES EAUX PLUVIALES	34
a. Modélisation hydraulique des bassins versants captés.....	36
PIECE 5. SOLUTIONS PROPOSÉES	40
1. GÉNÉRALITÉ SUR LES OUVRAGES.....	40
a. Bassins d'écrêtement des crues.....	40
b. Ouvrages de sortie	40
c. Zone de décantation.....	42
d. Surverse.....	43
e. Conception et création des digues	43
f. Généralité sur les Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA)	44
2. RÉFLEXION LOCALES BASSINS D'ÉCRÈTEMENT DES CRUES	46
a. Bassin versant du Val de Violin.....	46
b. Bassin versant de la Grande Bezaudière	52
c. Bassin versant des Galoppières.....	58
d. Bassin versant de la Noue Robin	68
e. Bassin versant des Terres Rouges.....	74

f. Bassin versant de la Rouère des Bulles.....	80
PIECE 6. EFFETS DES TRAVAUX CONNEXES SUR LES EAUX DE RUISSELLEMENT	83
1. GÉNÉRALITÉS.....	83
2. EFFETS SUR LES DÉBITS TRANSITANT DANS LES BASSINS VERSANTS CAPTÉS.....	83
a. En sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes.....	85
b. Dans le bourg de Châteauneuf.....	89
c. En sortie du périmètre de l'AFAF.....	93
3. EFFETS SUR LA QUALITÉ DES EAUX SUPERFICIELLES.....	97
PIECE 7. CONCLUSION.....	98
PIECE 8. ANNEXES.....	99
1. CALCULS HYDRAULIQUES.....	99
a. Débit de ruissellement des bassins versants captés par les ouvrages.....	99
b. Volume à stocker.....	120
2. DOCUMENT AREA.....	125

Liste des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif de l'état des masses d'eau superficielle et souterraine.....	13
Tableau 2 : Caractéristiques des bassins versant.....	30
Tableau 3 : Résultats des calculs des temps de concentration.....	33
Tableau 4 : Résultats des calculs de débits de pointe pour des occurrences décennale centennale.....	33
Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants.....	36
Tableau 6 : Résultats des calculs des temps de concentration.....	37
Tableau 7 : Résultats des calculs de débits de pointe pour des occurrences décennale.....	37
Tableau 8 : Débits de fuite.....	38
Tableau 9 : Volumes à stocker en cas de pluie d'occurrence 5, 10, 50 et 100 ans.....	39
Tableau 10 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin du Val de Violin.....	49
Tableau 11 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin du Val de Violin.....	49
Tableau 12 : Caractéristiques du déversoir du bassin du Val de Violin.....	49
Tableau 13 : Détermination du débit réservé – Val de Violin.....	50
Tableau 14 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin de la Grande Bezaudière.....	55
Tableau 15 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin de la Grande Bezaudière.....	56
Tableau 16 : Caractéristiques du déversoir du bassin de la Grande Bezaudière.....	56
Tableau 17 : Caractéristiques générales du fossé à redents à réaliser sur le bassin des Galoppières.....	64
Tableau 18 : Caractéristiques des tronçons du fossé à redents à réaliser sur le bassin des Galoppières.....	64
Tableau 19 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin des Galoppières.....	64
Tableau 20 : Caractéristiques du déversoir du bassin des Galoppières.....	65
Tableau 21 : Détermination du débit réservé - Galoppières.....	67
Tableau 22 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin de la Noue Robin.....	70
Tableau 23 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin de la Noue Robin.....	71
Tableau 24 : Caractéristiques du déversoir du bassin de la Noue Robin.....	71
Tableau 25 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin des Terres Rouges.....	77
Tableau 26 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin des Terres Rouges.....	77

Tableau 27 : Caractéristiques du déversoir du bassin des Terres Rouges	77
Tableau 28 : Détermination du débit réservé – Terres Rouges	78
Tableau 29 : Effets des travaux connexes sur les débits.....	83

Liste des figures

Figure 1 : Localisation de Châteauneuf dans le département de Loir-et-Cher et dans le territoire de la Communauté de Communes Val de Cher Controis.....	8
Figure 2 : Coupes lithologiques simplifiées de trois ouvrages situés à proximité du périmètre de l'AFAF	9
Figure 3 : Coupe lithologique de l'ouvrage 04894X0011/FAEP	10
Figure 4 : Périmètre de SAGE Cher aval.....	15
Figure 5 : Log hydrogéologique régional.....	17
Figure 6 : Profil topographique et hydrogéologique au sein du périmètre d'étude	18
Figure 7 : Chronique piézométrique de la nappe captive du Cénomaniens	18
Figure 8 : Principe de l'ouvrage de régulation – type vanne murale	41
Figure 9 : Principe de l'ouvrage de régulation – type vanne murale	41
Figure 10 : Schéma d'un profil en long d'un cours d'eau après aménagement	42
Figure 11 : Schéma de principe d'une surverse	43
Figure 12 : Coupe transversale type des digues à mettre en place	44
Figure 13 : Bassin versant du Val de Violin captées	47
Figure 14 : Emprise du bassin de rétention sur le bassin versant du Val de Violin	47
Figure 15 : Emplacement de l'aménagement pour le bassin versant du Val de Violin.....	48
Figure 16 : Emprise du bassin d'écrêtement des crues du bassin versant du Val de Violin	51
Figure 17 : Bassin versant de la Grande Bezaudière captée.....	53
Figure 18 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant de la Grande Bezaudière	54
Figure 19 : Emprise du bassin de rétention sur le bassin versant de la Grande Bezaudière.....	55
Figure 20 : Emprise du bassin d'écrêtement des crues du bassin versant de la Grande Bezaudière	57
Figure 21 : Bassin versant des Galoppières capté	58
Figure 22 : Fossé d'infiltration à redents (crédit : SMBV Pointe de Caux)	59
Figure 23 : Emprise des noues à redents du bassin versant des Galoppières.....	60
Figure 24 : Emprise des noues à redents du bassin versant des Galoppières – zoom	61
Figure 25 : Coupe en long de principe des noues à redents du bassin versant des Galoppières	62
Figure 26 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant des Galoppières.....	63
Figure 27 : Principe de reméandrage	68
Figure 28 : Bassin versant de la Noue Robin capté	69
Figure 29 : Emprise de la zone de surdébordement du bassin de rétention sur le bassin versant de la Noue Robin	70
Figure 30 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant de la Noue Robin	72
Figure 31 Emprise du bassin d'écrêtement des crues du bassin versant de la Noue Robin.....	73
Figure 32 : Bassin versant des Terres Rouges capté.....	74
Figure 33 : Emprise de la zone de surdébordement du bassin de rétention sur le bassin versant des Terres Rouges.....	75
Figure 34 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant des Terres Rouges	76
Figure 35 : Emprise du bassin d'écrêtement des crues du bassin versant des Terres Rouges	79
Figure 36 : Principe d'implantation de la cunette	81
Figure 37 : Coupe en travers du chemin au niveau de la cunette.....	81
Figure 38 : Dimensionnement et débit capable de la cunette (béton)	81

Figure 39 : Localisation des cunettes du bassin versant de la Rouère des Bulles	82
Figure 40 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 5 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes.....	85
Figure 41 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 5 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes.....	85
Figure 42 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 10 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes	86
Figure 43 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 10 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes	86
Figure 44 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 50 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes	87
Figure 45 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 50 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes	87
Figure 46 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes	88
Figure 47 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 100 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes	88
Figure 48 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 5 ans – dans le bourg de Châteauneuf.....	89
Figure 49 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 5 ans – dans le bourg de Châteauneuf	89
Figure 50 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 10 ans – dans le bourg de Châteauneuf	90
Figure 51 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 10 ans – dans le bourg de Châteauneuf	90
Figure 52 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 50 ans – dans le bourg de Châteauneuf	91
Figure 53 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 50 ans – dans le bourg de Châteauneuf	91
Figure 54 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 100 ans – dans le bourg de Châteauneuf	92
Figure 55 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 100 ans – dans le bourg de Châteauneuf	92
Figure 56 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 5 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF.....	93
Figure 57 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 5 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF.....	93
Figure 58 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 10 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF.....	94
Figure 59 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 10 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF.....	94
Figure 60 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 50 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF.....	95
Figure 61 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 50 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF.....	95
Figure 62 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 100 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF.....	96

Figure 63 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 100 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF..... 96

Liste des plans

Plan 1 : Carte géologique 11
Plan 2 : Contexte hydrogéologique local 19
Plan 3 : Carte des bassins versants..... 25

PIECE 1. Introduction

Le Département du Loir-et-Cher a sollicité les services d'ADEV Environnement pour la réalisation d'une note hydraulique dans le cadre de la protection contre les inondations sur la commune de Châteauvieux.

La zone d'étude se trouve en tête de plusieurs bassins versants, et la topographie présente des pentes importantes. Les conséquences étant des inondations sur les communes de Châteauvieux et de Seigy.

Plusieurs bassins problématiques ont été relevés et des zones de travaux ont été identifiées par la commune de Châteauvieux.

L'objectif de cette note hydraulique est de proposer des solutions de tamponnement des eaux de ruissellement. Le présent document est scindé en plusieurs parties :

- Présentation des bassins versants problématiques : surface drainée, occupation du sol, débits d'écoulements de crue ;
- Modélisation hydraulique des bassins versants : volume à stocker en cas de pluie décennale et centennale
- Solutions proposées.

PIECE 2. Présentation de la zone d'étude

1. Situation géographique

Commune du département du Loir-et-Cher, Châteauvieux est située au sud de Blois, à environ 40 kilomètres de la Préfecture départementale.

Le Loir-et-Cher fait partie de la Région Centre-Val de Loire et s'étend au sud-ouest de la région parisienne. Ce département, de 6 343 km², est fortement marqué par la présence des cours d'eau qui traversent le territoire, et notamment la Loire, qui positionne le Loir-et-Cher en situation centrale sur l'axe Ligérien entre Orléans et Tours.

La commune de Châteauvieux, à l'extrémité sud du département, est entourée des communes suivantes :

- Au nord : Seigy et Saint-Aignan (département du Loir-et-Cher);
- A l'est : Couffy (département du Loir-et-Cher), Lye et Villentrois (département de l'Indre) ;
- Au sud : Faverolles-en-Berry (département de l'Indre) et Nouans-Les-Fontaines (département de l'Indre-et-Loire) ;
- A l'ouest : Orbigny (département de l'Indre-et-Loire).

La surface de la commune est de 33,48 km², pour une population en 2013 de 547 habitants. La commune n'a jamais été remembrée.

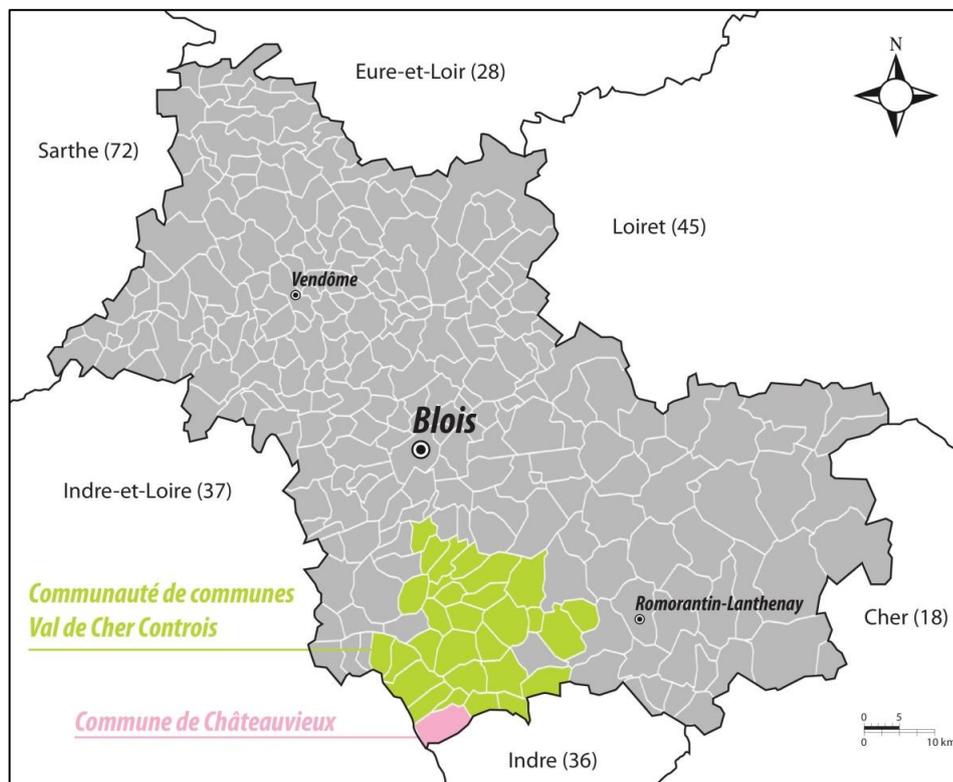


Figure 1 : Localisation de Châteauvieux dans le département de Loir-et-Cher et dans le territoire de la Communauté de Communes Val de Cher Controis

2. Géologie

a. Formation géologique

Sur le plan géologique comme l'indique la carte ci-après, la commune de Châteaueux présente une diversité géologique

Sur le plateau affleurent les calcaires lacustres de Touraine formés à l'ère tertiaire (Oligocène). Les couches y sont particulièrement épaisses (de 15 à 20 mètres) et sont constituées d'alternance de calcaire compact plus ou moins durs à des calcaires très durs.

Généralement, ces plateaux sont recouverts par quelques centimètres de limons, souvent superposés à des sables et graviers.

Aussi, la présence d'un socle de roches dures peu perméables, associé à une période estivale correspondant à un déficit hydrique permet déjà d'appréhender la forte variabilité des débits des cours d'eau du secteur étudié. Cela laisse déjà présager de l'existence de périodes d'assecs plus ou moins longues au niveau des cours d'eau recensés sur le secteur.

b. Coupes lithologiques

Plusieurs ouvrages souterrains identifiés dans l'aire d'étude sont dotés de coupes lithologiques, qui permettent de renseigner sur la nature du sous-sol.

La coupe la plus complète concerne l'ouvrage BSS 04894X0011/FAEP (hors emprise), situé dans le bourg de Seigy (ouvrage utilisé pour l'adduction en eau potable). La coupe, figurant ci-contre, montre la succession des différentes strates géologiques :

- Formations superficielles récentes (tertiaire)
- Formations crayeuses (turonien supérieur, moyen et inférieur)
- Cénomaniens (marnes)

D'autres ouvrages situés à proximité du périmètre de l'AFAP présentent des successions lithologiques similaires, comme en témoignent les coupes lithologiques simplifiées ci-dessous.

Figure 2 : Coupes lithologiques simplifiées de trois ouvrages situés à proximité du périmètre de l'AFAP

Source : Infoterre / BRGM

04898X0014	
Profondeur	Lithologie
0 - 3 m	Argile brune
3 - 8 m	Craie jaune altérée
8 - 14 m	Craie avec alternance marneuse
14 - 48 m	Craie à silex

04897X0007	
Profondeur	Lithologie
0 - 3 m	Argile marron
3 - 4 m	Argile noire
4 - 6 m	Argile verte
6 - 23 m	Craie marneuse
23 - 42 m	Craie à silex

04898X0013	
Profondeur	Lithologie
0 - 1 m	Argile marron très plastique
1 - 12 m	Argile à silex
12 - 36 m	Craie plastique à silex

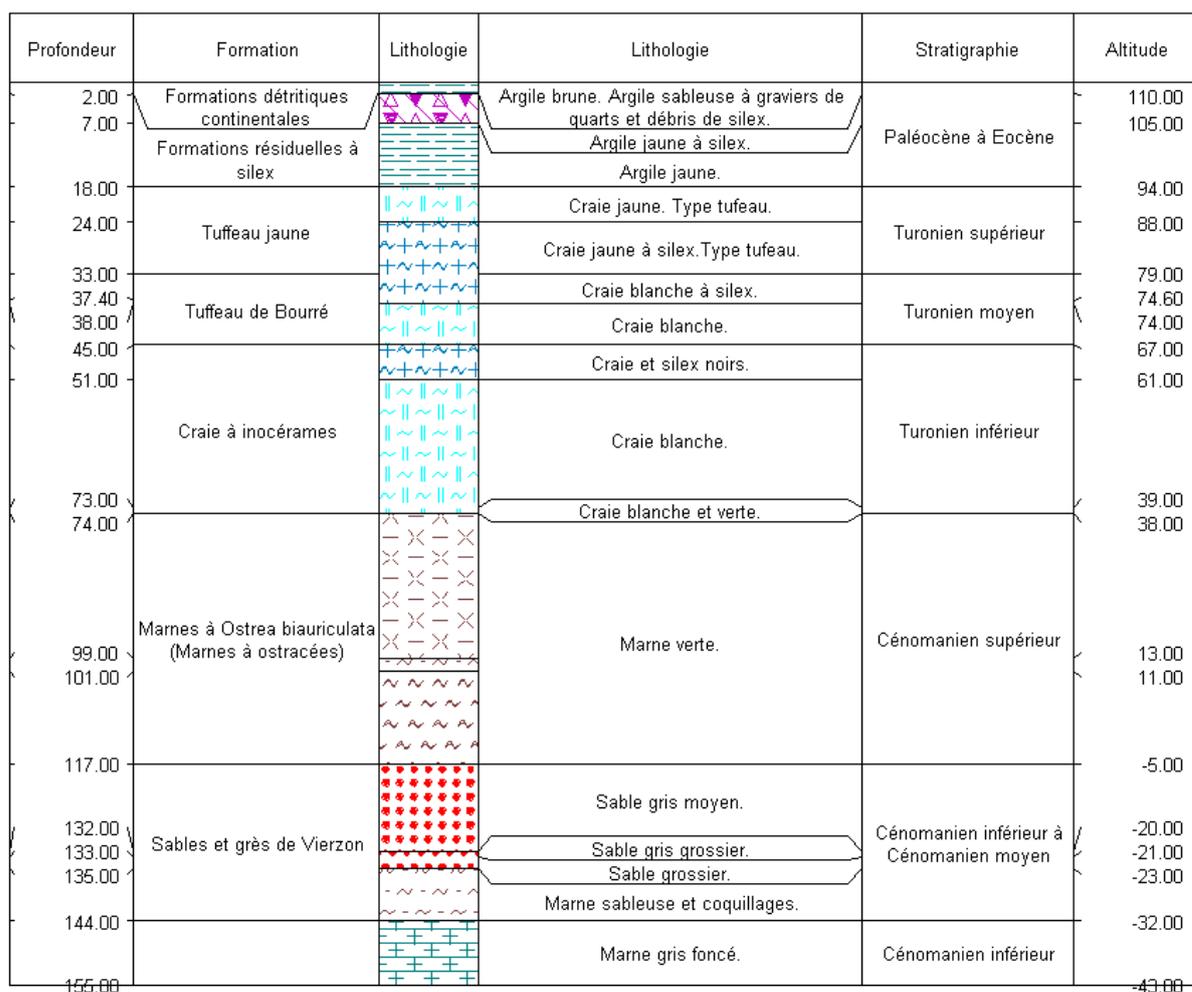
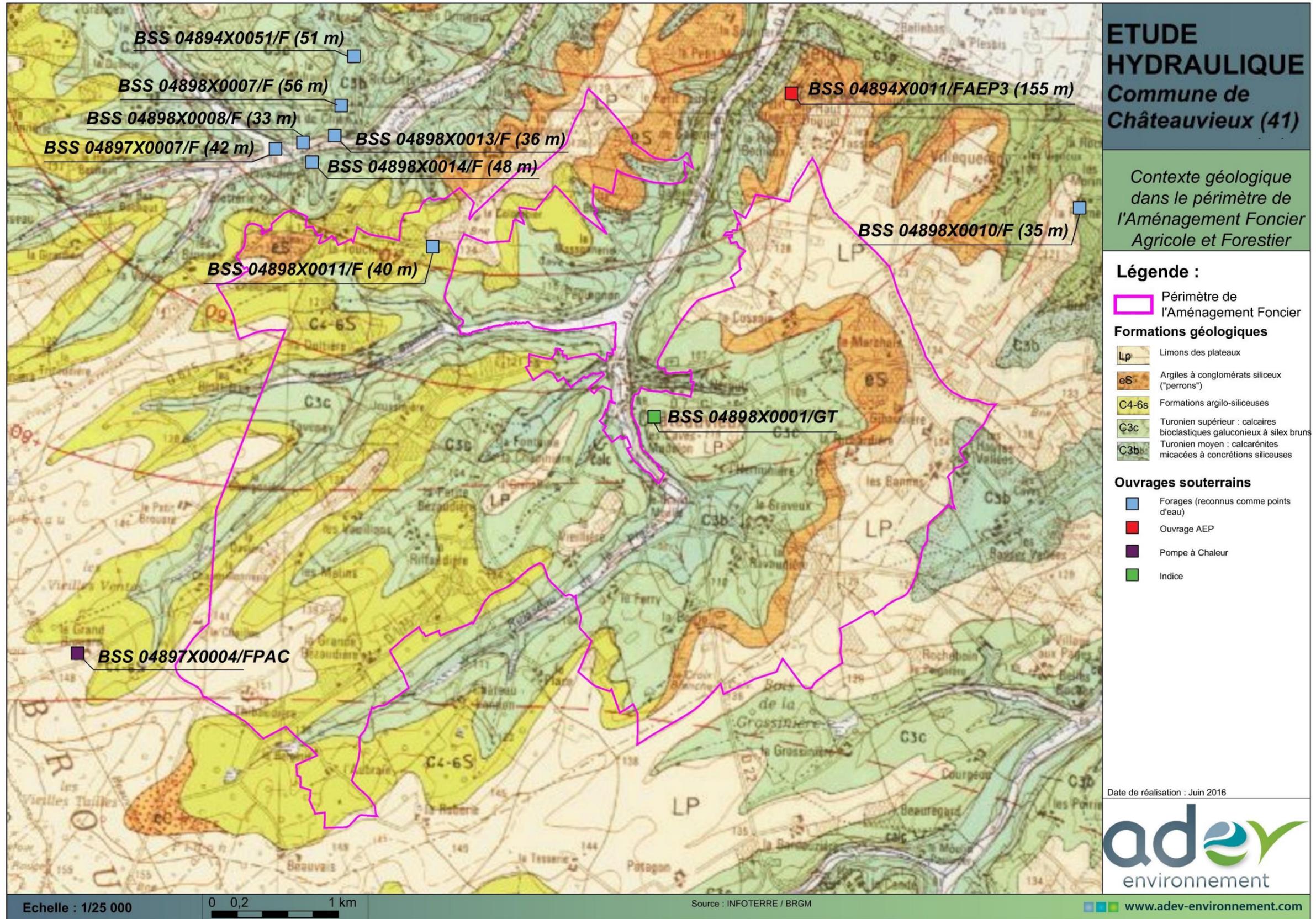


Figure 3 : Coupe lithologique de l'ouvrage 04894X0011/FAEP

Source : Infoterre / BRGM



Plan 1 : Carte géologique

3. La ressource en eau

a. Les masses d'eau au sens du SDAGE Loire Bretagne

Masses d'eau concernées par le projet

L'état des lieux du bassin Loire-Bretagne fait l'objet d'un document officiel adopté par le Comité de Bassin le 12 décembre 2013. Ce document constitue une mise à jour du 1^{er} état des lieux de 2004. Il présente l'**analyse des caractéristiques du bassin et des incidences des activités sur l'état des eaux**, l'**analyse économique** des utilisations de l'eau, et le **registre des zones protégées**. Avec la synthèse des questions importantes, l'état des lieux constitue le socle pour la révision du SDAGE.

Masses d'eau superficielle concernées par le projet

Le ruisseau de Seigy et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Cher (FRGR2147) : L'état écologique de cette masse d'eau est globalement moyen, les paramètres déclassant étant liés à la qualité biologique. La masse d'eau présente un risque de non-atteinte du bon état chimique, lié aux paramètres pesticides, morphologie et obstacles à l'écoulement. Toutefois, le délai d'atteinte du bon état écologique a été maintenu pour 2015.

A noter que les analyses effectuées en 2015 sur le cours d'eau (voir annexe 5) donnent un bon état concernant l'IBG mais un état moyen pour l'IPR.

Masse d'eau souterraine concernée par le projet

Masse d'eau souterraine concernée par le projet : Craie du Séno-Turonien du bassin versant du Cher (FRGG085) : L'état écologique de la masse d'eau est bon, et l'objectif d'atteinte du bon état chimique a été validé pour 2015.

Tableau 1 : Récapitulatif de l'état des masses d'eau superficielle et souterraine

(Source : Etat des lieux 2013 du SDAGE Loire Bretagne - Agence de l'Eau Loire-Bretagne)

Masse d'eau superficielle FRGR2147			Masse d'eau souterraine FRGG085		
Etat initial	Etat écologique global	Moyen	Etat initial	Etat chimique	Bon
	Eléments biologiques	Bon		Nitrates	Bon
	Eléments physico-chimiques	Bon		Pesticides	Bon
				Etat quantitatif	Bon
		Tendance à la hausse		Non	
Risques	Risque global	Risque	Risques	Risque global	Respect
	Macropolluants	Respect		Risque chimique	Respect
	Nitrates	Respect		Nitrates	Respect
	Pesticides	Risque		Pesticides	Respect
	Toxiques	Respect		Risque quantitatif	Respect
	Morphologie	Risque			
	Obstacles à l'écoulement	Risque			
	Hydrologie	Respect			
Objectifs	Délai d'atteinte de l'objectif écologique)	Bon état (2015)	Objectifs	Objectif chimique	Bon état 2015
				Objectif quantitatif	Bon état 2015

Il est à noter que le projet prévoit la création de Zone Tampon Humide Artificielle qui aura pour conséquence une amélioration de la qualité de l'eau qui ruisselle jusqu'au cours d'eau. Par conséquent le projet tend à améliorer le risque « Pesticides ».

b. Les outils et classement réglementaires de gestion de l'eau sur le territoire d'étude

Le SAGE Cher aval

Le SAGE, qui doit être compatible avec les orientations fondamentales et les objectifs du SDAGE, est une déclinaison locale de ses enjeux. L'initiative revient aux acteurs locaux qui préparent un dossier et l'adressent au préfet.

La commune de Contres est concernée par le SAGE « Cher aval », qui est en cours d'élaboration.

Les enjeux du SAGE sont de :

- Mettre en place une organisation territoriale cohérente
 - Accompagner le transfert de propriété du Cher et encourager une maîtrise d'ouvrage cohérente
 - Susciter des maîtrises d'ouvrage opérationnelles et assurer la cohérence hydrographique des interventions
- Restaurer, entretenir et valoriser les milieux aquatiques et humides

- Assurer la continuité écologique des cours d'eau
 - Restaurer la qualité physique et fonctionnelle des cours d'eau
 - Améliorer la connaissance et préserver les zones humides
 - Gérer et restaurer les zones humides, afin de maintenir leurs fonctionnalités
 - Améliorer les connaissances des peuplements piscicoles, en particulier des migrateurs
 - Surveiller la prolifération et organiser la gestion des espèces invasives
- **Concilier qualité écologique des milieux et usages sur la masse d'eau du Cher canalisé**
 - Définir un mode de gestion durable de la masse d'eau du Cher canalisé, conciliant l'atteinte des objectifs écologiques et les activités socio-économiques
 - **Améliorer la qualité de l'eau**
 - Améliorer la qualité des masses d'eau souterraines et superficielles vis-à-vis des nitrates et des pesticides
 - Améliorer la qualité des masses d'eau superficielles vis-à-vis des matières organiques
 - Améliorer la connaissance sur la qualité du canal de Berry
 - Améliorer la connaissance sur les substances dangereuses et émergentes
 - Améliorer les connaissances et limiter l'impact des eaux pluviales au niveau de l'agglomération Tourangelle
 - **Préserver les ressources en eau**
 - Contribuer à l'atteinte des objectifs quantitatifs de la masse d'eau du Cénomani
 - Améliorer les connaissances et assurer l'équilibre entre les ressources et les besoins dans les secteurs déficitaires
 - Économiser l'eau
 - **Réduire le risque d'inondations**
 - **Accompagner les acteurs du bassin versant pour réduire la vulnérabilité dans les zones inondables**
 - **Améliorer la conscience et la culture du risque inondation**
 - **Animer le SAGE et communiquer**
 - Anticiper la mise en œuvre du SAGE et assurer la coordination des actions (structure porteuse, animation)
 - Mettre en œuvre une politique de communication du SAGE

Le périmètre de l'AFAF est entièrement inclus dans le périmètre du SAGE Cher aval.

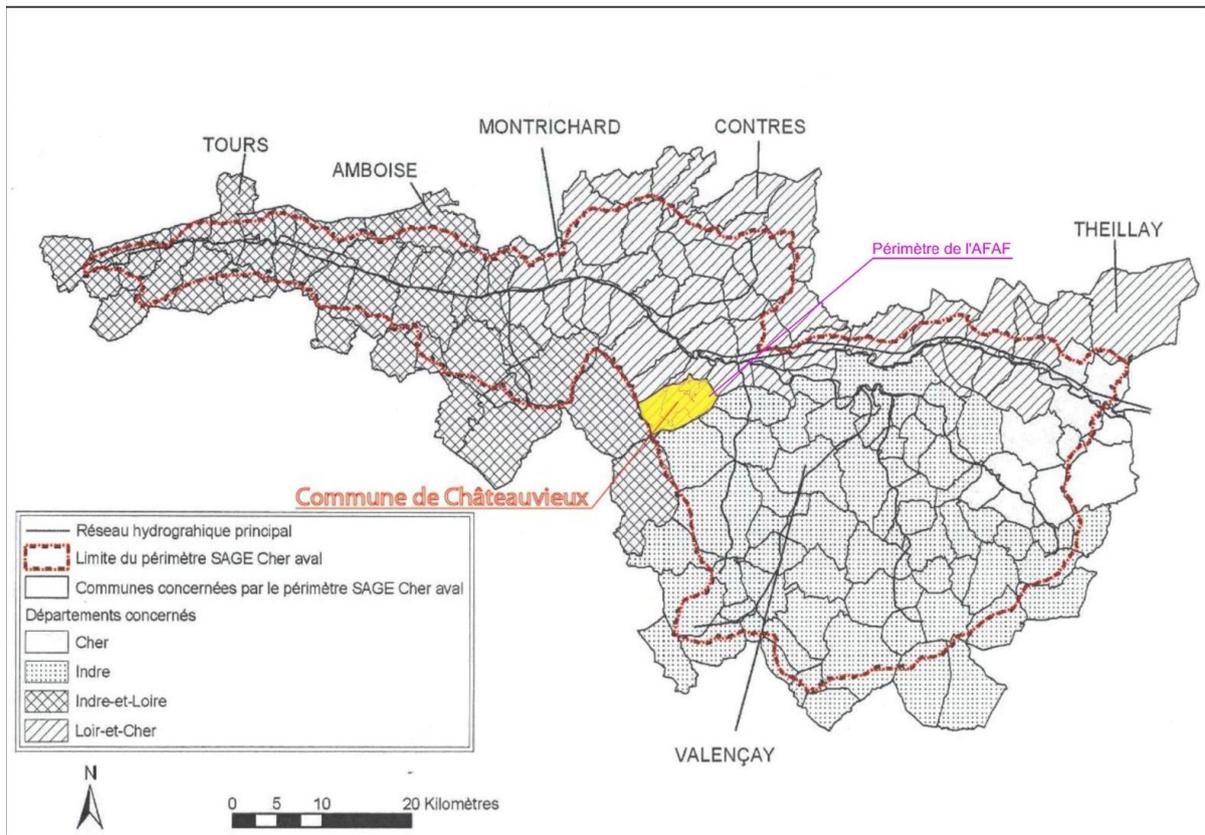


Figure 4 : Périmètre de SAGE Cher aval

Source : GESTEAU

Zone de répartition des eaux (ZRE)

Les Zones de Répartition des Eaux (ZRE) concernent des nappes d'eau souterraines et des bassins versants superficiels qui sont surexploités. Ces zones ont pour vocation de trouver l'équilibre entre la ressource disponible et les prélèvements par une juste répartition de ces derniers entre les usagers. Les Zones de Répartition des Eaux - ZRE - ont été instituées au niveau national par les décrets n° 94-354 du 29 avril 1994 et n°2003-869 du 11 septembre 2003, pris en application des articles L.211-2 et L.211-3 du code de l'environnement.

L'arrêté préfectoral du 29 septembre 2006 fixe pour le département du Loir-et-Cher les communes incluses dans une zone de répartition des eaux, et les cotes correspondantes.

Dans les communes classées en ZRE, les seuils d'autorisation et de déclaration pour les prélèvements, fixés par la nomenclature des opérations visées à l'article L.214-1 du code de l'environnement sont abaissés par le biais de l'application de la rubrique 1.3.1.0. Cette dernière soumet tout prélèvement non domestique de capacité inférieure à 8m³/h à déclaration et tout prélèvement dont la capacité est supérieure à cette valeur à autorisation.

Ce classement signifie que d'un point de vue quantitatif, la ressource est vulnérable : les prélèvements globaux ne sont pas compensés par les apports d'eau naturels. Dès lors, afin de préserver au mieux cette ressource, il est nécessaire de parvenir à une gestion équilibrée de cette dernière à l'échelle de la nappe d'eau. Dans cette optique, le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (MEDD) recommande de ne plus accorder de nouveau prélèvement ou d'augmentation du débit de

prélèvement, excepté en cas d'intérêt général pour l'alimentation en eau potable, tant qu'un système de gestion de ces nappes n'est pas établi. Des expertises techniques et réglementaires sont menées dans le cadre des nappes de Beauce et du Cénomaniens.

La commune de Châteauvieux est concernée par le classement en ZRE, du fait de la présence de la nappe du Cénomaniens. Selon l'arrêté préfectoral du 26 septembre 2009, sont concernés par la réglementation relative aux ZRE, tous les prélèvements réalisés à une profondeur inférieure à la cote de 24 m NGF.

Zone sensible

Les zones sensibles comprennent les masses d'eau significatives à l'échelle du bassin qui sont particulièrement sensibles aux pollutions, notamment celles qui sont sujettes à l'eutrophisation.

La première délimitation des zones sensibles à l'eutrophisation a été réalisée dans le cadre de l'application du décret n°94-469 du 3 juin 1994 qui transcrit en droit français la directive européenne n°91/271 du 21 mai 1991. Cette carte devant être révisée au moins tous les 4 ans, créant ainsi de nouvelles zones. La délimitation d'une zone sensible n'a de portée réglementaire que dans le domaine de l'assainissement urbain : obligation d'assurer un traitement renforcé des eaux usées urbaines avant le 31 décembre 1998 pour les agglomérations de plus de 10 000 équivalent-habitants. Cependant cette sensibilité, généralement à l'eutrophisation, doit être prise en compte dans tout projet qui peut avoir une influence sur la zone sensible : établissement industriel ou d'élevage entraînant des rejets riches en nutriments par exemple. Cette prise en compte doit conduire à implanter ces activités hors de la zone sensible ou à leur imposer un niveau de traitement comparable à celui qui est demandé aux agglomérations.

La commune de Châteauvieux est classée en zone sensible du fait de son appartenance au bassin versant du Cher. Toutefois, la nature du projet n'engendre pas de contrainte majeure par rapport au classement de la commune en zone sensible.

De plus, il est à noter que le projet prévoit la création de Zone Tampon Humide Artificielle qui aura pour conséquence une amélioration de la qualité de l'eau qui ruisselle jusqu'au cours d'eau. Par conséquent le projet tend à améliorer le risque de pollution.

Zone vulnérable

La directive « Nitrates » a défini des zones vulnérables en fonction de l'évolution de la qualité des eaux souterraines et superficielles en nitrates.

Les zones vulnérables correspondent aux zones où le niveau de pollution se rapproche de la valeur limite à ne pas dépasser pour la production d'eau potable ou continue à augmenter vers ce niveau.

La commune de Châteauvieux n'est pas classée en zone vulnérable.

De plus, il est à noter que le projet prévoit la création de Zone Tampon Humide Artificielle qui aura pour conséquence une amélioration de la qualité de l'eau qui ruisselle jusqu'au cours d'eau. Par conséquent le projet tend à améliorer le risque de pollutions aux nitrates.

c. Les eaux souterraines

Aquifères au droit de l'aire d'étude

Dans le secteur de Châteauvieux, plusieurs formations sont reconnues pour leurs capacités aquifères. On recense ainsi, de la surface en profondeur :

- La nappe de la craie du Séno-Turonien (nappe libre, superficielle) ;
- La nappe des sables du Cénomaniens (captive sous recouvrement crayeux) ;
- La nappe des sables de l'Albien ;
- La nappe des calcaires du Jurassique supérieur ;
- La nappe des sables et grès du Trias.

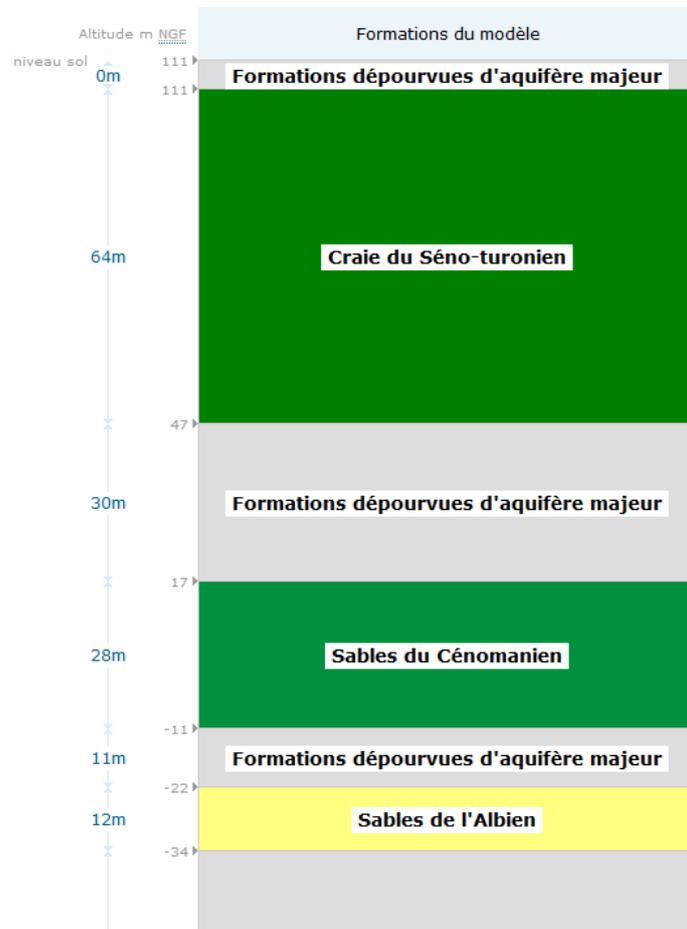


Figure 5 : Log hydrogéologique régional

Source : SIGES Centre Val de Loire

Aspect quantitatif

La nappe de la craie

La carte piézométrique de la nappe de la craie (cf. page 19), relevée en période de basses eaux en 2008, indique un gradient piézométrique orienté vers le Cher, avec des niveaux piézométriques compris entre 120 m NGF en bordure sud-ouest du périmètre d'étude et 75 m NGF en bordure nord-est.

L'axe de drainage principal de la nappe de la craie se situe au niveau de l'interfluve Indre / Cher, les écoulements au nord de cet axe étant orientés vers le nord-est.

Au droit du périmètre d'étude, il en résulte une nappe présente (en situation de basses eaux) à 30 à 40 m sous la surface du sol dans les zones topographiquement hautes, et une nappe affleurante au droit des cours d'eau.

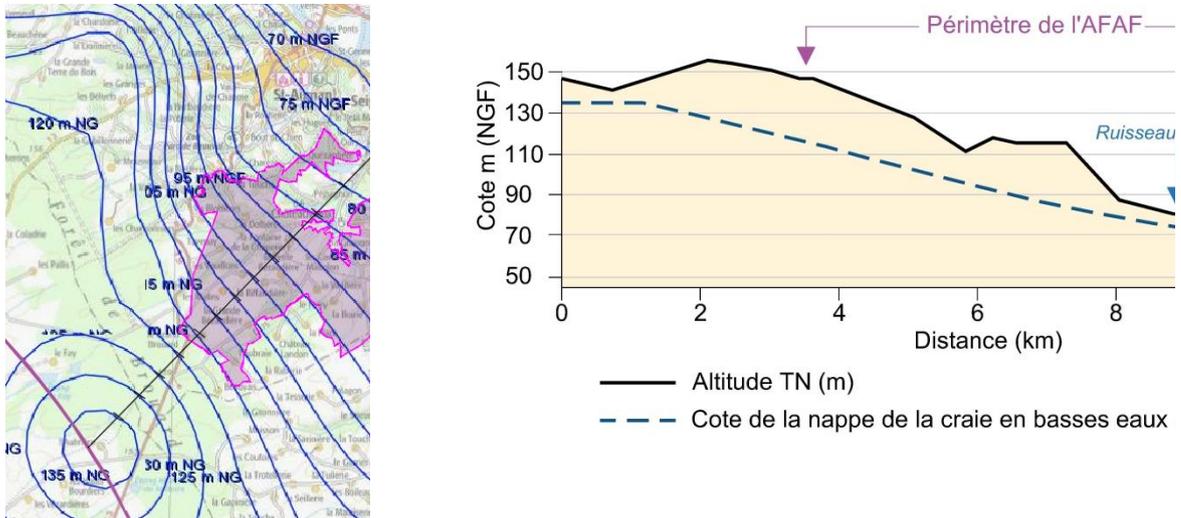


Figure 6 : Profil topographique et hydrogéologique au sein du périmètre d'étude

Source : ADEV Environnement d'après les données piézométriques de la nappe de la craie (SIGES Centre)

La nappe des sables du cénonanien

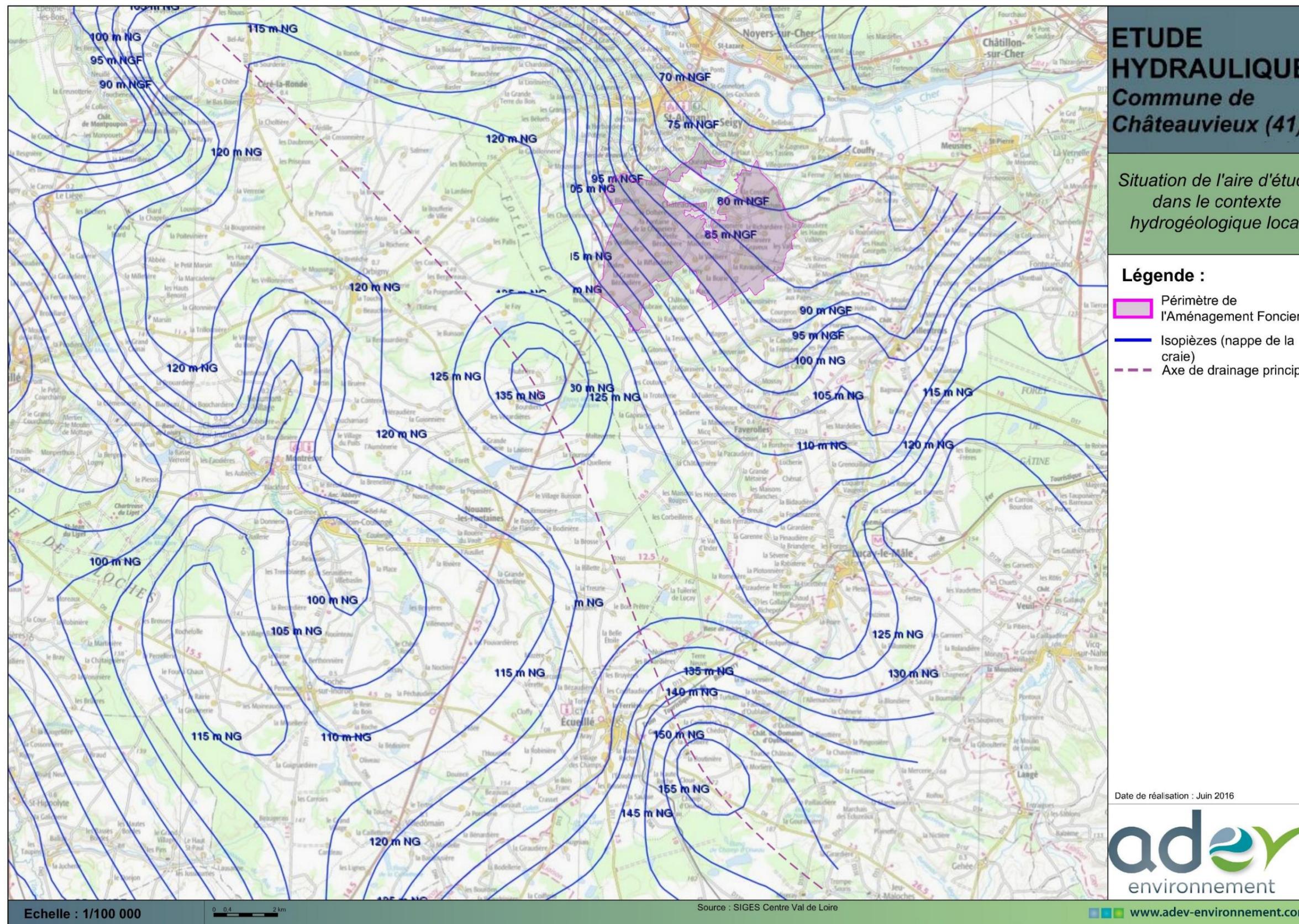
La chronique piézométrique enregistrée au niveau du piézomètre de Seigy (ouvrage 04894X0016/PZ) s'étend de 1993 à 2016. Ce piézomètre capte la nappe du Cénomanien, dans sa partie captive (recouvrement par les argiles à silex sur 25 m d'épaisseur, puis par les marnes à Ostracées du Cénomanien supérieur de 50 à 80 m de profondeur environ).

Cette chronique indique une amplitude de variation interannuelle relativement faible (typique d'un fonctionnement de nappe captive), mais une tendance nette à la baisse, avec des niveaux piézométriques moyens qui sont passés de 68 m NGF en 1993 à 62 m en 2015.



Figure 7 : Chronique piézométrique de la nappe captive du Cénomanien

Source : ADES Eau France



Plan 2 : Contexte hydrogéologique local

Aspect qualitatif

La nappe de la craie

L'état qualitatif de la nappe de la craie a été déterminé lors de l'état des lieux 2013 du SDAGE Loire Bretagne : ce dernier est qualifié de bon, pour les nitrates et les pesticides.

La nappe des sables du cénomanien

Le rapport de l'hydrogéologue agréé ayant déterminé le périmètre de protection du captage de Seigy (qui capte les sables du Cénomanien) indique que l'eau du forage est de bonne qualité bactériologique.

Du fait de la protection de l'aquifère par deux niveaux imperméables argileux et marneux, on note l'absence de nitrates, lesquels sont un indicateur de pollution. Le fer est en excès (1,04 mg/l), nécessitant un traitement de déferrisation pour la potabilisation de la ressource. Cette teneur entraîne une turbidité élevée de l'eau.

Seules des traces de produits de traitement agricole ont été décelées en 1979 et 1990. Des traces de pesticides organochlorés ont été relevées en 1995, à des teneurs inférieures au seuil admissible.

PIECE 3. Les eaux superficielles

1. Présentation des bassins versant

a. Contexte général

Le périmètre de l'AFAF s'inscrit à l'intérieur du grand bassin versant du Cher, qui après avoir parcouru plus de 350 kilomètres se jette dans la Loire. Dans ce bassin, à la pluviométrie réduite, le régime des cours d'eau y est marqué par une forte irrégularité avec des crues hivernales et des étiages en été.

Parallèlement, la qualité des eaux subit l'impact des rejets des agglomérations et la pollution diffuse (nitrates, produits phytosanitaires...).

La zone d'étude se trouve en tête de plusieurs bassins versants, et la topographie présente des pentes importantes. De plus l'occupation des sols, notamment la viticulture et l'agriculture, accentue les ruissellements. **Les conséquences étant des inondations sur les communes de Châteauneuf et de Seigy.**

Plusieurs bassins versants problématiques ont été relevés et des zones de travaux ont été identifiées par la commune de Châteauneuf.

Des inventaires ont été réalisés ainsi qu'une modélisation hydraulique sur l'ensemble des bassins versants. Il en résulte une confirmation des problématiques relevés par la commune.

b. Identification des bassins versants

La commune de Châteauneuf est traversée par plusieurs bassins versants, qui drainent des cours d'eau de tête de bassin versant, tous affluents du Ruisseau de Seigy, lequel se déverse dans le Cher au niveau de la commune de Seigy. La zone d'étude s'inscrit au sein de trois sous-bassins versant :

- le sous-bassin des Terres Rouges ;
- le sous-bassin de la Noue Robin, ruisseau de la Place ;
- le sous-bassin des Galoppières ;
- le sous-bassin de la Grande Bezaudière, ruisseau de la Chapinière ;
- le sous-bassin du Val de Violin, ruisseau des Blottières
- le sous-bassin de la Rouère des Bulles.

Bassin versant des Terres Rouges

On note à l'Est du bourg de Châteauneuf, la présence d'un fossé qui draine les terres situées près de « la Cossaie » et « le Marchais » et s'écoule vers le bourg pour rejoindre le ruisseau de « La Place ». Mis à part l'extrémité aval à proximité du bourg qui au regard de ces caractéristiques peut être considéré comme proche d'un cours d'eau temporaire (non classé comme cours d'eau selon la DDT), la partie en amont des « Terres Rouges » constitue un fossé qui lors de la phase terrain (en mai) ne présentait pas d'écoulement.

Bassin versant de la Noue Robin

Le ruisseau de la Place prend sa source au niveau de la forêt de Brouard et draine la partie Sud-ouest de Châteauvieux. Sa vallée est assez encaissée et son cours présente plusieurs retenues d'eau avec notamment l'étang de Gué Vioux. S'écoulant sur plus de 4 kilomètres, les trois quarts de son linéaire traversent des secteurs boisés.



Le ruisseau de la Place à la sortie de l'étang de Gué Vioux



Le ruisseau de la Place au Gué de la Ville

Photo 1 : Le ruisseau de la Place et du ruisseau de la Chapinière

Source : Impact & Environnement © 2014 / ADEV Environnement © 2016

Bassin versant des Galoppières

Le cours d'eau temporaire (non classé comme cours d'eau selon la DDT) prend sa source au Sud du lieu-dit « la Petite Bézaudière », ce réseau hydrographique s'écoule à travers « la Grenellière » dans une vallée assez encaissée sur une longueur de 1,8 kilomètres environ avant de se jeter dans le ruisseau de la Place. Ce réseau hydrographique traverse dans sa partie amont, un secteur de grandes cultures.

Bassin versant de la Grande Bezaudière

Ce ruisseau prend sa source à la fontaine de « La Chapinière » et s'écoule sur un kilomètre environ avant de rejoindre le ruisseau de « la Place », au niveau du bourg de Châteaueux. La vallée de ce ruisseau est assez encaissée et est alimentée par un fossé à écoulement temporaire qui s'écoule plus de 2 kilomètres en amont. Ainsi, par endroit en raison des fortes pentes, il apparaît des phénomènes d'érosion. Aussi, comme précédemment indiqué, une attention particulière sera portée sur la préservation des éléments topographiques, notamment ceux perpendiculaires à la pente.



Photo 2 : Confluence du ruisseau de la Place et du ruisseau de la Chapinière

Source : Impact & Environnement © 2014

Bassin versant du Val de Violin

Prenant sa source à l'extrémité Nord-Ouest de la commune de Châteaueux à proximité du lieu-dit « Les Blottières », ce cours d'eau s'écoule dans une vallée assez encaissée sur une longueur de 4 kilomètres environ avant de se jeter dans le ruisseau de Seigy.

Ce cours d'eau traverse dans sa partie amont, un secteur de grandes cultures où les pentes sont souvent fortes. Puis, au niveau de « la Doltière », le ruisseau des Blottières traverse une zone de boisement, avant de rejoindre deux plans d'eau au niveau de « Péguignon ».



Le ruisseau des Blottières (à gauche) et un de ses affluents (à droite) dans la partie amont



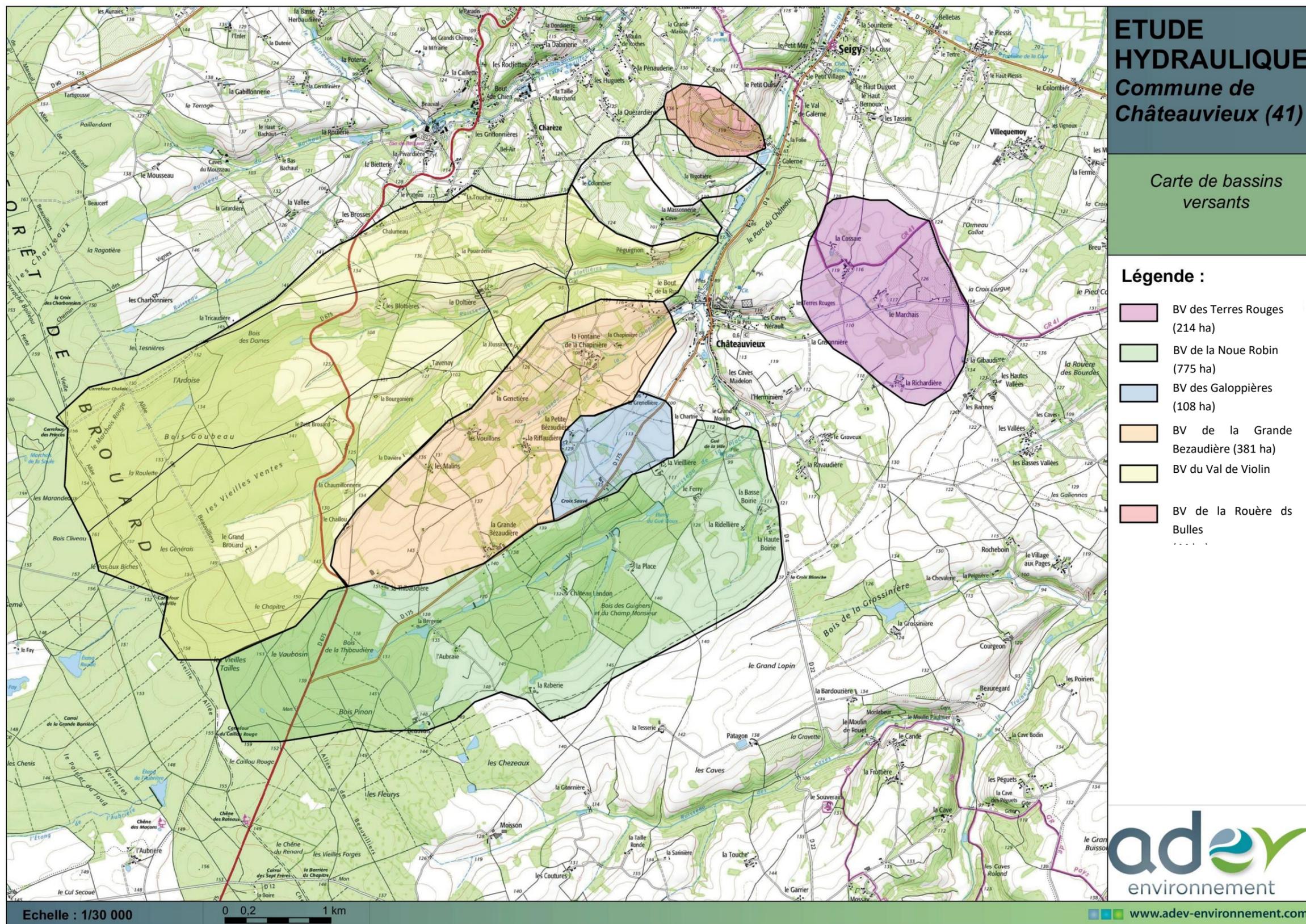
Le ruisseau des Blottières dans la partie aval

Photo 3 : Le ruisseau des Blottières

Source : Impact & Environnement © 2014 / ADEV Environnement © 2016

Bassin versant de la Rouère des Bulles

Le cours d'eau temporaire prend sa source dans les bois au Nord-Ouest du lieu-dit « la Galerne », et s'écoule sur une longueur de 900 mètres environ avant de se jeter dans le ruisseau de Seigy.



Plan 3 : Carte des bassins versants

c. Annexes hydrauliques

Zones inondables

Selon l'Atlas des Zones Inondables du département de Loir-et-Cher, la commune de Châteauvieux n'est pas concernée par le risque naturel d'inondation.

Dans le secteur d'étude, aucune habitation n'est susceptible d'être inondée. Néanmoins, lors de fortes périodes pluvieuses, les quelques cours d'eau recensés peuvent momentanément sortir de leur lit et s'étendre dans les bas-fonds de vallées sur les parcelles adjacentes. Ces zones d'expansion des crues sont pour la plupart des prairies qui ont été caractérisées en prairies humides.

Il est nécessaire de conserver ces zones de bas-fonds et ainsi préserver le rôle hydrologique tampon de ces zones humides, afin d'éviter d'accélérer le débit pouvant entraîner une aggravation du risque en aval. Par conséquent, le projet d'aménagement foncier peut être un bon outil pour améliorer les conditions hydrologiques du secteur en préservant ou développant si nécessaire les zones ayant un rôle de tampon hydraulique.

Néanmoins, l'enjeu inondation existe, notamment sur la commune de Seigy. La lutte contre ces inondations est un des objectifs de l'Aménagement Foncier qui vise à avoir un impact positif concernant ce risque.

Fossés

Les fossés sont omniprésents en bordure de routes et de chemins, ils participent à l'assainissement de ces derniers. Les fossés en limite de parcelles agricoles, ou à l'intérieur même du parcellaire, permettent l'assainissement des terrains.

On notera deux fossés principaux qui drainent naturellement le territoire communal :

- le fossé à l'amont du ruisseau de la Chapinière ;
- le fossé drainant les terres à l'Est du bourg au niveau de « La Cossaie » et « Les Terres Rouges ». Ce fossé est identifié comme partie intégrante du réseau hydrographique.



Photo 4 : Le fossé drainant les terres à l'Est du bourg au niveau de « La Cossaie » et « Les Terres Rouges »

Source : ADEV Environnement © 2016

Etangs et mares

Plusieurs étangs et mares sont recensés sur le périmètre d'étude (cf carte 3). Ils peuvent être regroupés en différentes classes suivant leur intérêt :

- les mares, sources ou fontaines qui sont à l'origine d'écoulements, notamment en tête de bassin
- les mares ou étangs créés ou conservés pour des activités de loisirs.

On notera que l'irrigation n'est pas développée sur le secteur d'étude.

Plusieurs mares de taille réduite sont disséminées sur le territoire et servaient le plus souvent d'appoint d'eau pour le bétail. Aujourd'hui, ces mares sont plus ou moins utilisées, les parcelles du bocage étant désormais privilégiées pour les cultures au détriment du pâturage.

La quasi-totalité des plans d'eau ou mares présentent une végétation rivulaire constituée de joncs, saules, avec parfois des aulnes. Par endroits, la végétation aquatique s'y développe (massettes, iris...).

Aussi, du fait de leur rôle hydrologique (zone tampon, écrêtage des crues...) associé à leur intérêt écologique (habitat piscicole, batrachologique, refuge de l'avifaune...), la conservation de ces mares et étangs est nécessaire.



Photo 5 : Fontaine de la Chapinière

Source : ADEV Environnement © 2016

2. Rappel des enjeux

À l'échelle du périmètre de l'AF, l'enjeu inondation porte sur une problématique globale d'inondation au niveau du bourg de Seigy ainsi que sur des dysfonctionnements locaux qui sont identifiables sur chacun des bassins versants cartographiés.

L'atteinte de l'objectif de réduction du risque inondation passe par la temporisation des écoulements au niveau de chaque sous-bassin et l'échelonnement dans le temps de l'arrivée du débit de pointe au niveau de l'amont du bourg de Châteauvieux d'une part et de l'aval du périmètre d'autre part (action sur Seigy).

a. Bassin versant des Terres Rouges

Objectifs :

- Réduire les inondations route de la Cossaie
- Préserver le village d'un flux important d'eau

b. Bassin versant de la Noue Robin

Objectifs :

- Limiter lors de grandes pluies l'affluence d'eau dans le village (maisons qui inondent, exemple : la Tuilerie)
- Garder l'accès à d'autres maisons (exemple : les Champs Forts)

c. Bassin versant des Galoppières

Objectifs :

- Captage des eaux du bassin de la grande Bezaudière
- Protection du village de Châteaueux jusqu'à Seigy

d. Bassin versant de la Grande Bezaudière

Objectifs :

- Protection du village de Châteaueux jusqu'à Seigy
- Bassin versant de la Grande Bezaudière

e. Bassin versant du Val de Violin

Objectifs :

- Protection des inondations du village de Galerne et du bourg de Seigy

f. Bassin versant de la Rouère des Bulles

Objectifs :

- Protection des inondation du Val du stade de Seigy
- Bassin versant des Blottières

PIECE 4. Modélisation hydraulique des bassins versants

1. Caractéristiques des bassins versants

Les différentes caractéristiques des bassins versants sont repris dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Caractéristiques des bassins versant

	Les Terres Rouges	La Noue Robin	Les Galoppières	La Grande Bezaudière	Le Val de Violin	La Rouère des Bulles
Surface BV (ha)	214	775	108	381	1 190	44
Point haut (m NGF)	134,00	158,00	138,00	151,00	158,00	136,00
Point bas (m NGF)	105,00	95,00	95,00	91,00	87,00	81,00
Longueur hydraulique (m)	1480	5 652	1 871	4 000	6 800	1 110
Pente (m/m)	0,019	0,011	0,023	0,015	0,010	0,050
Occupation du sol	Cultures (dominant) et bois	Cultures et bois (dominant)	Cultures (dominant) et bois	Cultures (dominant) et bois	Cultures et bois (dominant)	Vignes (dominant) et bois
Type de sols	Limono- argileux	Limono- argileux	Limono- argileux	Limono- argileux	Limono- argileux	Limono- argileux
Coefficient de ruissellement	0,25	0,15	0,18	0,23	0,18	0,21

2. Estimation des débits de ruissellement

Débits de pointe de ruissellement

Le calcul des débits de pointe de ruissellement des bassins versants interceptés va permettre de **dimensionner les canalisations** face à des épisodes pluvieux importants pouvant entraîner des **inondations**.

Les débits de pointe sont calculés à partir de plusieurs données :

- La surface active de ruissellement,
- Les coefficients de Montana (statistiques pluviométriques),
- La pente des bassins versants,
- Le temps de concentration du flux.

Plusieurs méthodes de calculs ont été utilisées :

- Les formules de Ventura et Mockus pour le temps de concentration,
- Les méthodes Rationnelle et Crupédix pour le débit de pointe.

Temps de concentration :

Le temps de concentration correspond au temps nécessaire à une goutte d'eau de pluie pour parcourir la distance depuis le point le plus éloigné de l'exutoire d'un bassin jusqu'à celui-ci.

Formule de Ventura :

Cette formule est adaptée aux bassins versants naturels et le temps de concentration (t_c) est donné par la formule suivante :

$$T_c = 0,763 \times (A/p)^{1/2}$$

Avec : T_c : temps de concentration en minutes,
 A : aire du bassin versant en hectares,
 p : pente du cheminement le plus long en m/m.

Formule de Mockus :

La méthode de Mockus est une formule qui permet de calculer le temps de concentration adapté aux bassins versants de superficie variant entre 4 et 1000 ha avec une pente longitudinale inférieure à 1% et avec des sols limoneux ou argileux.

La formule est la suivante :

$$T_c = \frac{L^{0,8} \times \left[\frac{1000}{NC} - 9 \right]^{1,67}}{2083 \times (100 \times S)^{0,5}}$$

Avec : Tc : temps de concentration en heures,

L : longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant en mètres,

NC : numéro de courbe (pas d'unité), il prend en compte les caractéristiques géomorphologiques du bassin versant et est déterminé selon le tableau suivant,

S : pente longitudinale moyenne du bassin versant.

Détermination du numéro de courbe (NC) :

Nous avons considéré un sol de type limono-argileux (classe C) avec un faible couvert végétal (condition hydrologique pauvre).

Utilisation du sol	Pente <u>transversale</u> du bassin versant (perpendiculaire au cours d'eau)	Condition hydrologique	Classe de sol			
			A	B	C	D
Culture intensive	<3%	Pauvre	63	74	80	82
		Bonne	60	70	78	81
	3-8%	Pauvre	65	76	84	88
		Bonne	63	75	83	87
	>8%	Pauvre	72	81	88	91
		Bonne	67	78	85	89
Culture extensive	<3%	Pauvre	39	61	74	80
		Bonne	25	40	70	78
	3-8%	Pauvre	49	69	79	84
		Bonne	39	61	74	80
	>8%	Pauvre	68	79	86	89
		Bonne	49	69	79	84
Boisé	<3%	Pauvre	25	55	70	77
		Bonne	22	53	65	74
	3-8%	Pauvre	41	63	75	81
		Bonne	25	55	70	77
	>8%	Pauvre	47	68	80	84
		Bonne	41	63	75	81
Résidentielle		Dense	73	83	88	90
		Peu dense	59	74	82	86
Conditions hydrologiques Pauvre : Faible couvert végétal et conditions limitant l'infiltration Bonne : Bon couvert végétal et conditions favorisant l'infiltration		Classes de sol A : Gravier et sables grossiers (infiltration élevée); B : Sables moyens et fins (infiltration moyenne); C : Sables fins mal drainés, sols limoneux et argiles perméables (infiltration passable); D : Argiles lourdes et sols minces (infiltration faible)				

Source : Laroche et Champagne (1989)

Les bassins versants n'ont pas une utilisation du sol homogène sur l'ensemble de leur surface. Ainsi pour se rapprocher de la réalité, une occupation moyenne sera retenue. Par exemple, pour un bassin versant ayant un mix entre « Culture intensive » et « Bois », l'utilisation du sol retenue sera « Culture extensive ».

En raison de l'occupation du sol retenue et de la nature de celui-ci, les numéros de courbe obtenus sont de :

- 74 pour les Terres Rouges (Classe C – culture extensive - < 3%)
- 77 pour la Noue Robin (Classe D – bois - < 3%)
- 74 pour les Galoppières (Classe C – culture extensive - < 3%)
- 80 pour la Grande Bezaudière (Classe D – culture extensive - < 3%)
- 77 pour le Val de Violin (Classe D – bois - < 3%)
- 80 pour la Rouère des Bulles (Classe D – culture extensive - < 3%)

Tableau 3 : Résultats des calculs des temps de concentration

Temps de concentration en min	Les Terres Rouges	La Noue Robin	Les Galoppières	La Grande Bezaudière	Le Val de Violin	La Rouère des Bulles
Ventura	80	201	44	122	257	23
Mockus	88	276	81	145	331	29

Débits de pointe décennaux

Méthode rationnelle :

La méthode rationnelle est une formule simple permettant l'estimation des débits de pointe de ruissellement pour des occurrences de pluie allant de 1 an à 100 ans.

La formule est la suivante :

$$Q_{p10} = 2,78.C.i.A$$

- Avec :
- C : coefficient de ruissellement (2 scénarios),
 - i : pente longitudinale du bassin versant en m/m,
 - A : aire du bassin versant (ha).

Pour la suite du document, les résultats de débits les plus défavorables sont utilisés.

A titre de comparaison, le débit annuel moyen du Cher à Châtillon-sur-Cher (station : K6500910) est de 74,50 m³/s pour un bassin versant de 11 540 km².

Tableau 4 : Résultats des calculs de débits de pointe pour des occurrences décennale centennale

	Les Terres Rouges	La Noue Robin	Les Galoppières	La Grande Bezaudière	Le Val de Violin	La Rouère des Bulles
Débit de ruissellement en cas de pluie de retour 10 ans (l/s)	Rationnelle et Ventura : 3 477	Rationnelle et Ventura : 3 810	Rationnelle et Ventura : 1 439	Rationnelle et Ventura : 4 082	Rationnelle et Ventura : 5 607	Rationnelle et Ventura : 1 529
	Rationnelle et Mockus : 3 242	Rationnelle et Mockus : 2 975	Rationnelle et Mockus : 913	Rationnelle et Mockus : 3 577	Rationnelle et Mockus : 4 655	Rationnelle et Mockus : 1 284

Les estimations des débits de ruissellement donnent :

- Des débits de ruissellement débit de 3 242 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « les Terres Rouges ».
- Des débits de ruissellement débit de 2 975 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « la Noue Robin ».
- Des débits de ruissellement débit de 913 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « les Galoppières».
- Des débits de ruissellement débit de 3 577 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « la Grande Bezaudière ».
- Des débits de ruissellement débit de 4 655 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « le Val de Violin ».
- Des débits de ruissellement débit de 1 284 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « la Rouère des Bulles ».

Soit un débit total ruisselé sur ces bassins versants de 16 646 l/s.

Il est important de noter que les débits estimés pour le ruisseau de Seigy (cf. page 30), par comparaison du bassin versant avec le Fouzon, donne un débit de crue décennale de 2 900 l/s. Il y a donc une incohérence entre ces résultats.

Ceci s'explique par le fait que, de manière générale, l'approche par modélisation a été réalisée selon un modèle d'écoulement linéaire, paramétré sans prise en compte des tamponnements différentiels (plans d'eau, fossés, ...). Ainsi les valeurs de débits présentées dans le tableau précédent sont certainement sur-estimées.

A titre de comparaison, le débit estimé pour le ruisseau de Seigy serait de 11 330 l/s pour une pluie décennale avec un temps de concentration de 621 min.

3. Solution technique de tamponnement des eaux pluviales

Le risque d'inondation par ruissellement est un enjeu important pour les communes de Châteauvieux et de Seigy. Dans le but de diminuer les risques, il a été prévu l'implantation de bassins d'écrêtement de crues pour les bassins versants jugés problématiques à savoir

- le sous-bassin des Terres Rouges ;
- le sous-bassin de la Noue Robin, ruisseau de la Place ;
- le sous-bassin des Galoppières ;
- le sous-bassin de la Grande Bezaudière, ruisseau de la Chapinière ;
- le sous-bassin du Val de Violin, ruisseau des Blottières.

L'implantation des bassins a été pensée dans l'optique de diminuer au maximum les débits arrivant au bourg de la commune.

Cependant les bassins de rétention ne pouvant pas être implantés tout en aval des bassins versants (cf. Etat initial), la totalité des eaux pluviales tombant sur ces bassins versants ne sera pas captée.

Par conséquent, il est nécessaire d'étudier les bassins versants captés en fonction de l'implantation des bassins de rétention.

En raison de l'impossibilité de trouver un emplacement cohérent pour l'implantation d'un bassin d'écrêtement des crues, un travail sur le ralentissement des écoulements sera privilégié.

a. Modélisation hydraulique des bassins versants captés

Caractéristiques des bassins versants captés

Les différentes caractéristiques des bassins versants captés sont repris dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants

	Le Val de Violin	La Grande Bezaudière	Les Galoppières	La Noue Robin	Les Terres Rouges
Surface BV (ha)	164	35	108	775	214
Point haut (m NGF)	140,00	149,00	138,00	158,00	134,00
Point bas (m NGF)	90,00	129,00	95,00	95,00	105,00
Longueur hydraulique (m)	2 900	915	1 871	5 652	1480
Pente (m/m)	0,017	0,022	0,023	0,011	0,019
Occupation du sol	Cultures et bois	Cultures et bois	Cultures et bois	Cultures et bois	Cultures
Type de sols	Limono-argileux	Limono-argileux	Limono-argileux	Limono-argileux	Limono-argileux
Coefficient de ruissellement	0,18	0,23	0,18	0,17	0,25

Il est important de noter que seuls 9 % du bassin versant de la Grande Bezaudière et 14 % du bassin versant du Val de Violin identifiés lors de l'état initial seront captés.

Estimation des débits de ruissellement

Débits de pointe de ruissellement

Temps de concentration :

Tableau 6 : Résultats des calculs des temps de concentration

En min	Le Val de Violin	La Grande Bezaudière	Les Galoppières	La Noue Robin	Les Terres Rouges
Mockus	130	37	98	276	88

Débits de pointe décennaux

Tableau 7 : Résultats des calculs de débits de pointe pour des occurrences décennale

	Le Val de Violin	La Grande Bezaudière	Les Galoppières	La Noue Robin	Les Terres Rouges
Débit de ruissellement en cas de pluie de retour 10 ans (l/s)	Rationnelle et Mockus : 1 283	Rationnelle et Mockus : 938	Rationnelle et Mockus : 1 046	Rationnelle et Mockus : 2 975	Rationnelle et Mockus : 3 242

Les estimations des débits de ruissellement donnent :

- Des débits de ruissellement débit de 1 283 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « le Val de Violin ».
- Des débits de ruissellement débit de 938 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « la Grande Bezaudière ».
- Des débits de ruissellement débit de 1 046 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « les Galoppières ».
- Des débits de ruissellement débit de 2 975 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « la Noue Robin ».
- Des débits de ruissellement débit de 3 242 l/s en cas de pluie décennale pour le bassin « les Terres Rouges ».

Solution technique de tamponnement des eaux pluviales

Le projet de gestion des eaux pluviales du site a été défini en tenant compte de sa compatibilité avec les structures existantes (possibilité de rejet dans un réseau existant) et des exigences réglementaires en matière de rejet des eaux pluviales.

Avec une préoccupation d'intérêt général et de pérennité des aménagements, l'emprise des ouvrages a été confiée en propriété à la commune de Châteauneuf, ceci grâce à l'aménagement foncier.

Les apports en propriété de la commune étant insuffisants pour couvrir la totalité des surfaces nécessaires, les propriétaires de petites parcelles susceptibles d'être éligibles à la procédure de cession de petites parcelles sous-seing privé (cessions sans frais) ont été sollicités avec succès, ce qui a permis à la commune d'être destinataire de ces surfaces dès l'avant-projet.

Principe de dimensionnement

Le dimensionnement des ouvrages de stockage a été réalisé par application de la **méthode des pluies**.

Choix de la période de retour

Afin d'éviter que les inondations se renouvellent, il est nécessaire de mettre en place des ouvrages de rétention temporaire.

La capacité des bassins de stockage temporaire sont dépendant de la topographie et de la surface foncière disponible.

A titre informatif, le document présentera les volumes pour des pluies de retour 5 ans, 10 ans 50 ans et 100 ans.

Choix du débit de fuite

Le rôle des ouvrages qui seront installés sera de tamponner les eaux de ruissellement avec rejet à débit limité. Dans ce sens, le débit de fuite doit donc être inférieur au débit de ruissellement en cas de pluie d'occurrence décennale pour chaque bassin versant.

A noter que des débits de fuite trop faible engendrerait des volumes à stocker très importants.

Ainsi, il a été fixé des débits de fuite représentant environ 50 % du débit de ruissellement en cas de pluie décennale pour les bassins versants du Gué Moulin, de la Grenellière, des Blottières et de la Chapinière

Pour le bassin des Terres Rouges le débit de fuite retenu est de 500 l/s.

Le tableau suivant indique les débits de fuite retenus.

Tableau 8 : Débits de fuite

	Le Val de Violin	La Grande Bezaudière	Les Galoppières	La Noue Robin	Les Terres Rouges
Surface BV (ha)	164	35	108	775	221
Q ₁₀ (l/s)	1 283	938	1 046	2 975	3 242
Débit de fuite (l/s)	600	500	500	1 500	500

Volume engendré

Le dimensionnement des ouvrages de stockage a été réalisé par application de la **méthode des pluies**.

Tableau 9 : Volumes à stocker en cas de pluie d'occurrence 5, 10, 50 et 100 ans

	Le Val de Violin	La Grande Bezaudière	Les Galoppières	La Noue Robin	Les Terres Rouges
Surface BV (ha)	164	35	108	775	221
Débit de fuite (l/s)	600	500	500	1 500	500
Volume à stocker en cas de pluie de retour 5 ans (m ³)	5 583	724	3 431	26 292	5 269
Volume à stocker en cas de pluie de retour 10 ans (m³)	6 793	970	4 133	31 873	6 227
Volume à stocker en cas de pluie de retour 50 ans (m ³)	9 533	1 504	5 822	45 205	8 769
Volume à stocker en cas de pluie de retour 100 ans (m ³)	10 700	1 735	6 537	50 695	9 841

PIECE 5. Solutions proposées

1. Généralité sur les ouvrages

a. Bassins d'écrêtement des crues

Selon les sites, les aménagements pourront avoir plusieurs actions :

- Site à enjeu environnemental faible (Terres Rouges, Grande Bezaudière, Val de Violin) :
 - o Action sur la rétention des crues : il s'agit de réguler le débit d'écoulement en sortie de bassin versant par la création de digue et la mise en place d'ouvrage de régulation. Ceci entraînera une inondation de la parcelle en période de forte pluie, en stockant temporairement les eaux pluviales d'un phénomène à l'occurrence prédéfinie.
 - o Action sur la biodiversité et la qualité de l'eau : le fond de bassin sera redessiné avec un tracé en profil méandrique à pentes latérales douces pour faciliter l'entretien et favoriser le caractère zone humide. De plus ce méandrage permettra de ralentir l'écoulement des eaux pluviales en cas d'épisodes pluvieux faibles.

- Site à enjeu environnemental plus fort (Gué Moulin) :
 - o Action sur la rétention des crues : il s'agit ici d'accentuer le rôle de rétention déjà existant sur le site en favorisant une sur-inondation, en limitant le débit du cours d'eau et en aménageant une digue. Cet aménagement n'aura aucune action sur la végétation présente en dehors de la réalisation de la digue et de l'ouvrage de régulation.
 - o Méandrer le cours d'eau permettrait également de ralentir les écoulements et d'accentuer à nouveau le phénomène de sur-inondation. Cependant ce travail nécessite des discussions approfondies avec la police de l'eau.

- Site à contrainte topographique (Galoppières) :
 - o Création de bassin impossible, la mise en place de fossés à redents a été retenue. Ceci engendrera une temporisation des écoulements.

Il est à noter qu'aucun bassin ne sera imperméabilisé, par conséquent une part des eaux retenues sera infiltrée (non pris en compte dans la modélisation).

b. Ouvrages de sortie

En sortie des espaces verts creux, un ouvrage bétonné avec ouvrage de régulation sera mis en place.

Une grille en entrée permettra de stopper les éléments flottants.

Une canalisation fera office de régulateur de débit de fuite.

Le type d'ouvrage de régulation n'est pas défini. Toutefois, la solution privilégiée est la mise en place d'une vanne murale. Cet ouvrage a l'avantage d'être simple d'utilisation et de mise en place. De plus, il sera possible à la commune d'ajuster le débit de fuite en fonction de leurs observations et d'ainsi trouver un bon compromis : en effet les améliorations constatées ne seront pas forcément en adéquation avec les améliorations prévues lors de la modélisation.

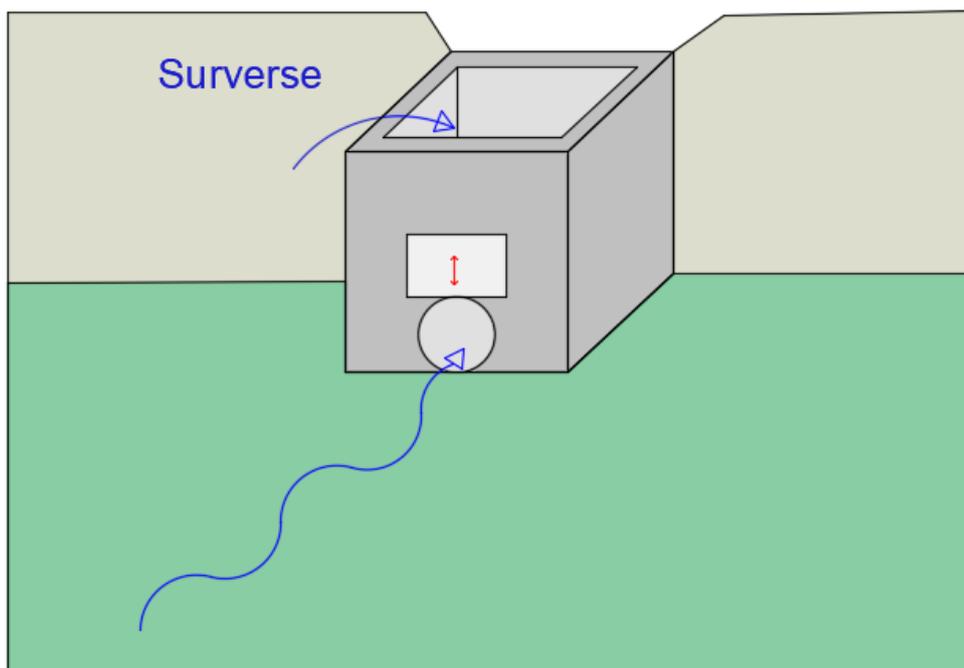


Figure 8 : Principe de l'ouvrage de régulation – type vanne murale



Figure 9 : Principe de l'ouvrage de régulation – type vanne murale

Quelque soit le type d'ouvrage retenu, la sécurité devra être prise en compte avec l'installation de grille ou de garde corps.

De plus, l'ouvrage ne devra pas avoir d'influence sur la faune aquatique, notamment en période d'étiage.

c. Zone de décantation

Une dépression sera créée en amont des bassins étant placés sur les cours d'eau (B1, B3 et B5). Elle jouera le rôle de zone de décantation pour les matières en suspensions, à l'image d'une queue d'étang. Avec le temps, les matières en suspension combleront cette zone de décantation, il sera alors impératif de les curer.

Ce curage concernant un entretien de cours d'eau, il sera sujet à la rubrique 3.2.1.0 au titre de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques

Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'art. L. 215-14 du code de l'environnement réalisé par le propriétaire riverain, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année :

1. Supérieur à 2 000 m³ : **(A) projet soumis à autorisation**
2. Inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 : **(A) projet soumis à autorisation**
3. Inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 : **(D) projet soumis à déclaration**

L'autorisation est valable pour une durée qui ne peut être supérieure à dix ans. L'autorisation prend également en compte les éventuels sous-produits et leur devenir

Afin de ne pas rentrer dans une procédure d'Autorisation Environnementale, les zones de décantation devront donc avoir un volume inférieur à 2 000 m³.

Un léger creusement du cours d'eau sur 50 cm de profondeur pour 50 m de long permettra une surface de décantation suffisante pour la décantation des MES, tout en évitant la procédure d'autorisation environnementale en cas de curage.

Le schéma ci-dessous donne le profil en long d'un cours d'eau après aménagement de la zone de décantation et du bassin d'écrêtement des crues.

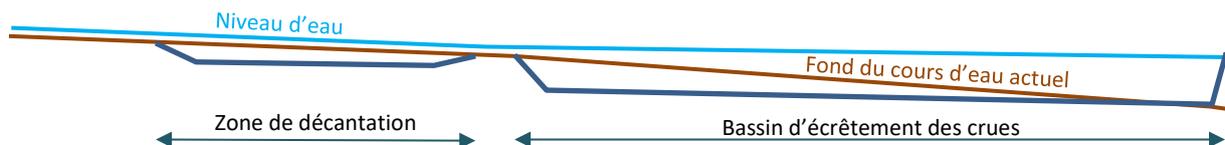


Figure 10 : Schéma d'un profil en long d'un cours d'eau après aménagement

d. Surverse

En cas de pluies d'occurrence supérieure à ce que peut gérer les ouvrages, une surverse sera installée et aura pour débit capable, le débit de ruissellement centennal.

De forme rectangulaire, les caractéristiques des surverse sont présentées dans ce document.

Le débit capable de la surverse est calculé par la formule de Manning-Stricker, avec un coefficient de rugosité de 0,80 pour le béton.

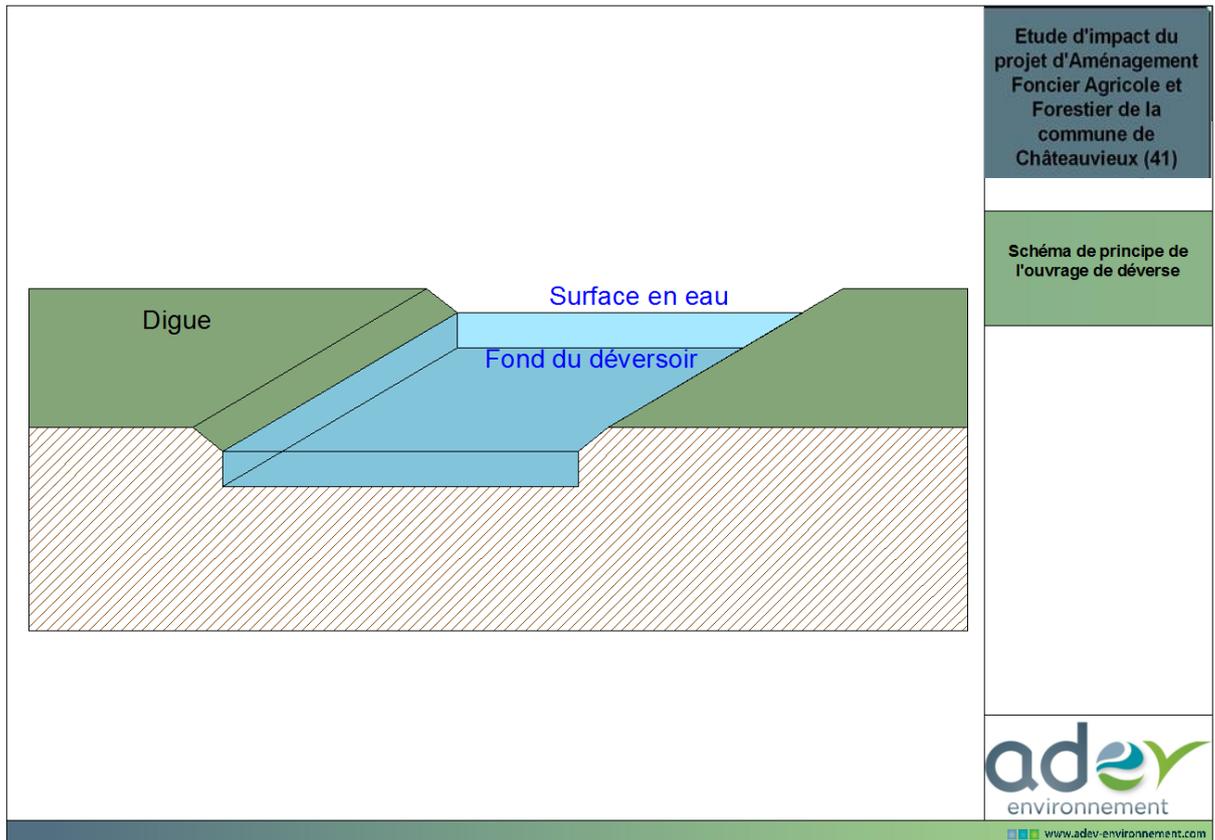


Figure 11 : Schéma de principe d'une surverse

e. Conception et création des digues

Dans un but sécuritaire même temporaire, une étude de sol devra être réalisée afin de vérifier la capacité de réaliser les digues avec les matériaux en place : elle devra conclure quant à la possibilité, eu égard que leurs caractéristiques géotechniques respectent ou non les conditions réunies pour ériger une digue étanche et fiable.

Donc une conception particulière devra donc être validée :

- **Un enrochement central de blocométrie 400-1000**
- **Un nappage général et compactage avec les matériaux en place**
- **Pose d'une géogridde côté arrivée d'eaux.**

Les digues à mettre en œuvre ici sont de type digue en terre. Leur but est de retenir des volumes d'eau. La digue doit donc être imperméable, composée de matériaux homogènes et dimensionnée correctement en fonction des volumes de remplissage attendus.

Une géogridde sera installée le long de la pente du côté du bassin.

La digue sera donc composée d'enrochements, légèrement décalé vers les eaux à retenir afin d'augmenter la portance et la stabilité de la digue.

Ils seront recouverts de matériaux du site.

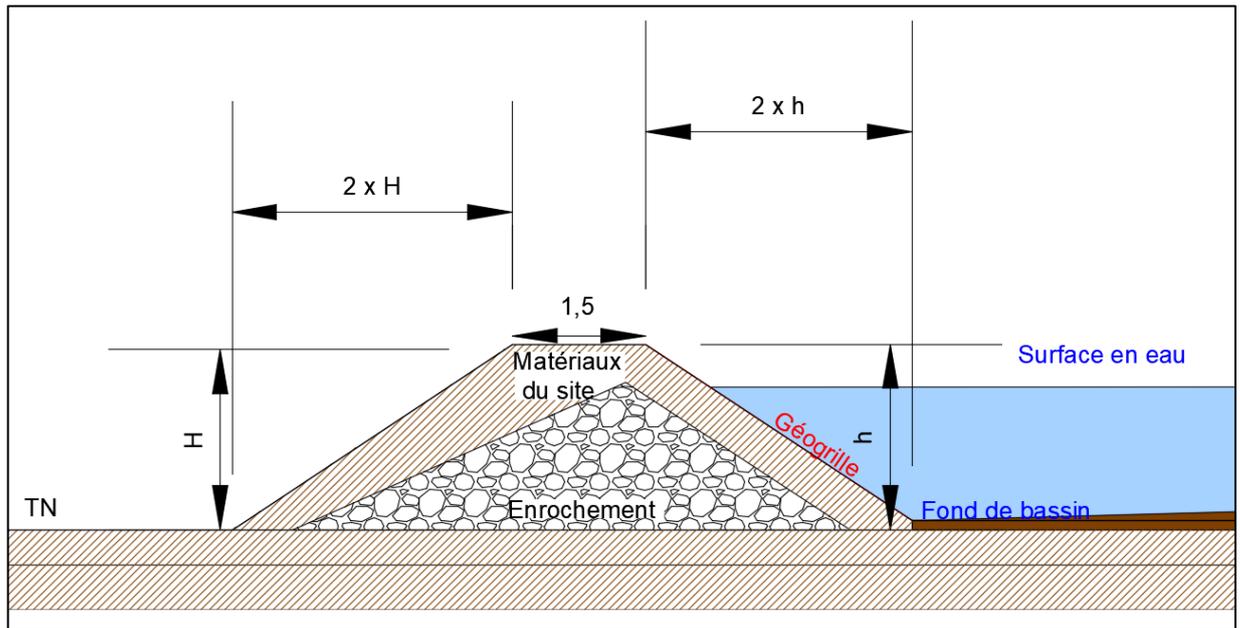


Figure 12 : Coupe transversale type des digues à mettre en place

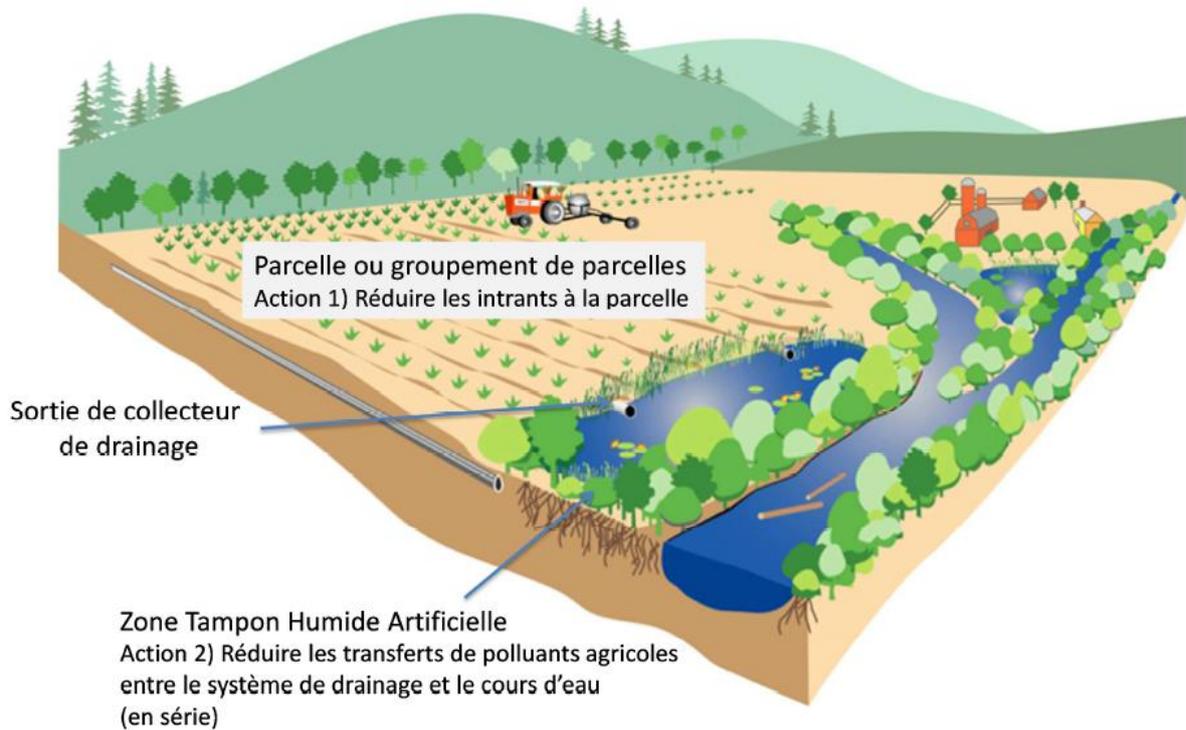
Le haut de digue fera 1,5 m de large, et la digue aura des pente de 2/1

Il sera recherché une intégration dans l'environnement du site. Pour cela, les digues pourront être plantées d'espèces arbustives limitant leur impact visuel et augmentant leur maintien grâce aux réseaux racinaires.

f. Généralité sur les Zones Tampons Humides Artificielles (ZTHA)

Les bassins mis en place pourront jouer le rôle de ZTHA :

En plus de tamponner les eaux de ruissellement, et par conséquent limiter le risque d'inondation en aval, les zones tampons humides artificielles constituent une réponse favorable dans un certain contexte, pour limiter les transferts de pesticides vers les eaux souterraines. Elles permettent d'intercepter les eaux de ruissellement agricole ou de drainage, pour en réduire la charge totale en pesticides. Elles permettent aussi de recréer des milieux naturels favorables à l'accueil de nombreuses espèces dans les zones de grandes cultures.



De plus, les eaux de drainage entraînent des polluants d'origine agricole (nitrate et pesticides) par lixiviation, puis rejoignent les eaux superficielles du réseau hydrographique, voire souterraines dans des cas particuliers, contaminant ainsi les eaux de surface et les nappes phréatiques.

Une zone tampon humide artificielle (ZTHA) en milieu agricole est un bassin de rétention, une mare existante, de profondeur et de hauteur d'eau variables, végétalisées ou pas. Nous incluons dans ces systèmes les zones tampons sans végétation s'approchant du lagunage, ou avec végétation se rapprochant de systèmes plus naturels comme les zones humides. À l'image de la zone humide naturelle, la ZTHA est nécessairement en position particulière permettant d'exercer un effet tampon hydrologique. C'est bien sa position dans le bassin versant qui lui confère la propriété « tampon ». Ainsi la connexion hydrologique de la zone tampon est un critère indispensable : l'eau doit être interceptée puis retourner au cours d'eau après un séjour dans la ZTHA.

Des études ont montré le potentiel de ces dispositifs auto-épurateurs pour réduire les concentrations et les flux de nitrate et de pesticides de ces eaux de drainage à l'échelle d'un bassin versant.

Les ZTHA ont un réel potentiel à réduire le transfert des contaminants d'origine agricole mais cette réduction peut être partielle.

2. Réflexion locales bassins d'écrêtement des crues

Le temps de remplissage des ouvrages ont été calculé pour une pluie de retour de 10 ans sur une durée de 48 heures. En cas de pluies inférieures au temps de remplissage, le bassin ne sera donc pas rempli et jouera son rôle tampon en rejetant les eaux de ruissellement à débit limité.

a. Bassin versant du Val de Violin

Des plans d'eau sont déjà présents dans la partie aval du bassin versant, ceux-ci peuvent jouer un rôle de tamponnement si une hauteur de marnage existe. Néanmoins ceci n'est pas suffisant pour supprimer le risque d'inondation en aval, du fait de la taille importante du bassin versant.

La solution envisagée, afin de diminuer ces désordres, est la création d'une digue percée créant ainsi un bassin de rétention des eaux pluviales sur la parcelle.

La parcelle retenue a une surface de près de 3 710 m². Elle se trouve au Nord est du Val de Violin. Cette parcelle se trouve en amont du bassin versant du Val de Violin et ne capte que 14 % du bassin versant total.

Bien que l'ensemble du bassin versant ne soit pas capté, la création de ce tamponnement permettrait de diminuer les risques d'inondations en aval.

L'altimétrie de la parcelle retenue varie entre 95,00 m NGF et 97,71 m NGF

En fixant une cote des plus hautes eaux aux alentours de 97 m NGF, grâce à un système de digue percée et de surverse (en aval) et à la topographie naturelle, la capacité de rétention serait de 1 660 m³. Ce volume serait inférieur au volume décennal qui est de 6 793 m³, mais permettrait un premier tamponnement des eaux.

Le temps de remplissage de cette zone d'expansion serait égale :

- au temps de concentration (déterminé pour le calcul des débits de ruissellement),
- auquel on ajoute la durée de précipitation nécessaire pour obtenir un volume à stocker égale à celui du bassin, soit 1 660 m³. Il s'agit ici du temps de précipitation nécessaire pour remplir le bassin une fois que l'ensemble des gouttes de pluie aient atteint

$$\text{Temps de remplissage} = \text{Temps de concentration} + \text{Durée de précipitation}$$

Avec ici :

Temps de concentration = 74 min

Durée de précipitation = 1 min

Soit un remplissage du bassin au bout de 75 min de précipitation.

Les eaux de ruissellement seront donc tamponnées pendant 75 min avant de surverser en direction du ruisseau de Seigy.

Par ailleurs ce site se prête à une action afin de favoriser la biodiversité et l'autoépuration des eaux. Dans ce but, le fond du bassin aura un tracé sinueux du avec des pentes latérales faibles (permettant un entretien facilité)

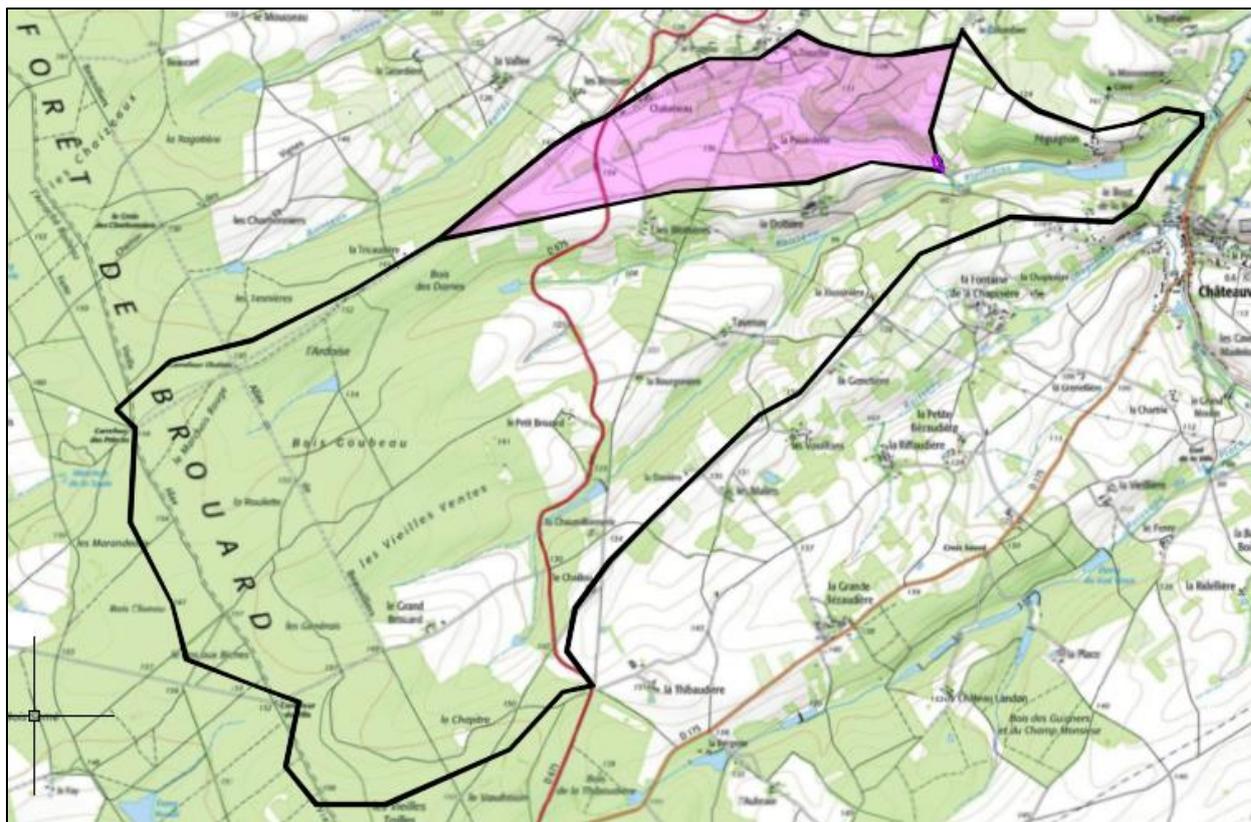


Figure 13 : Bassin versant du Val de Violin captées

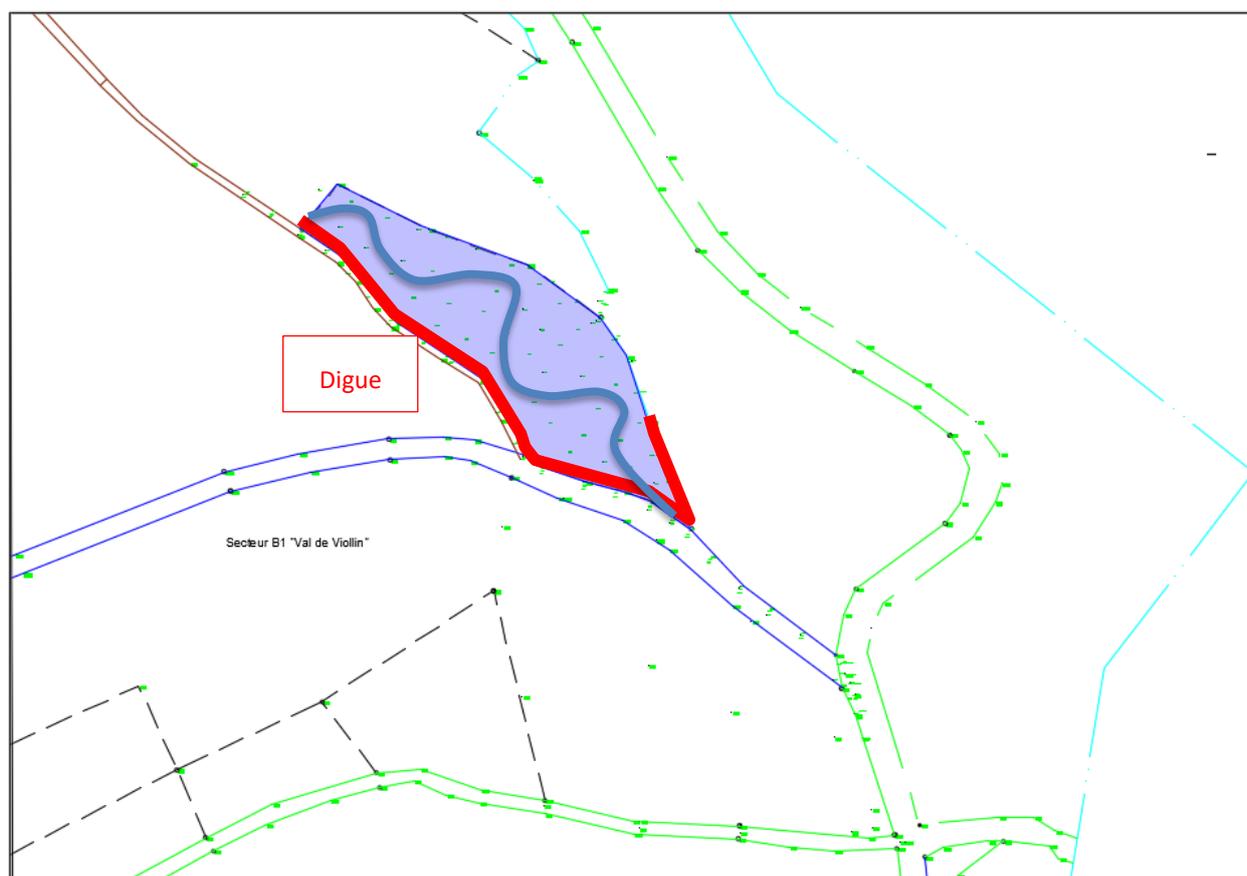


Figure 14 : Emprise du bassin de rétention sur le bassin versant du Val de Violin

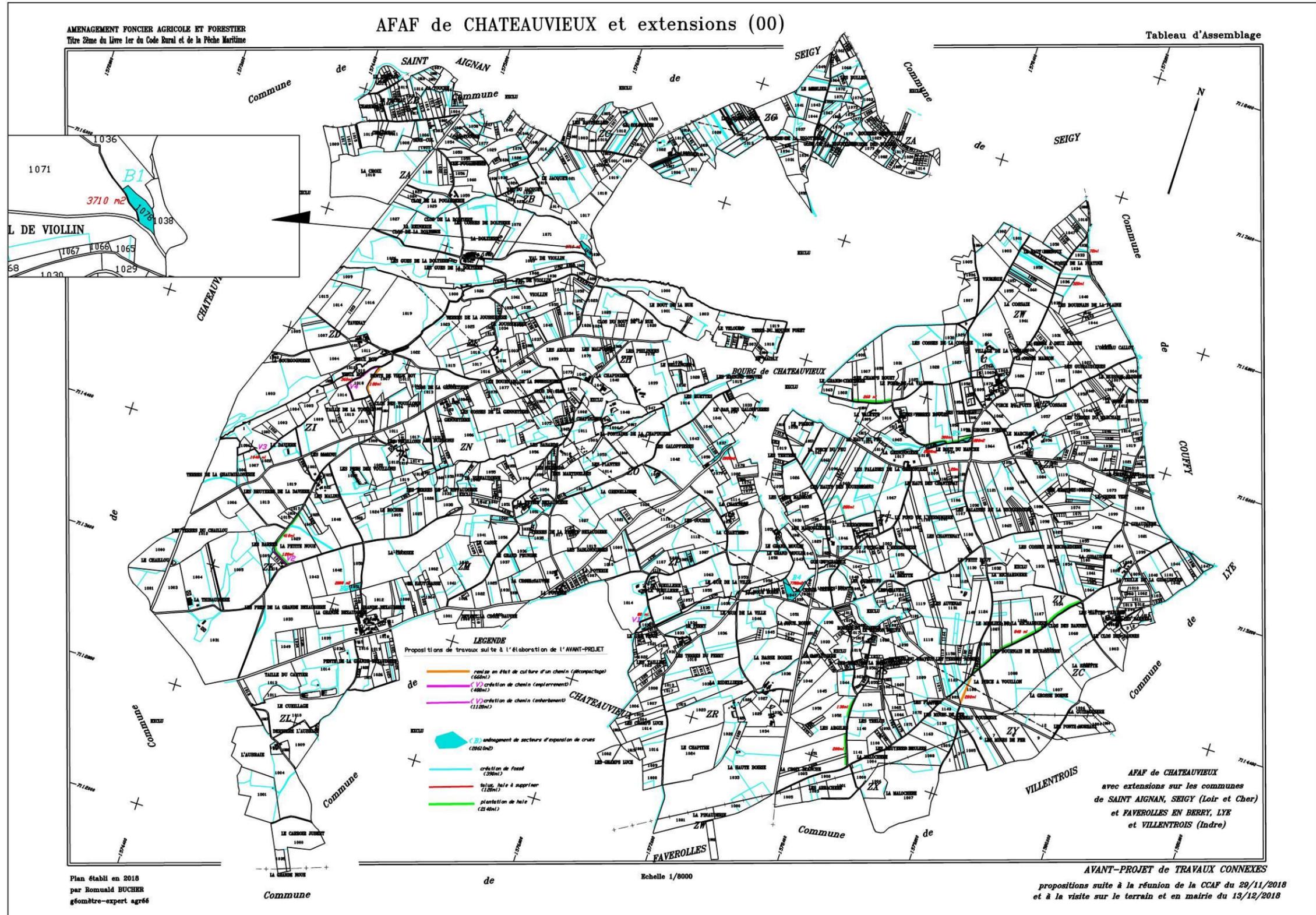


Figure 15 : Emplacement de l'aménagement pour le bassin versant du Val de Violin

Caractéristiques des bassins d'écroulement des crues

Le bassin aura les caractéristiques suivantes :

Tableau 10 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin du Val de Violin

	Val de Violin
Surface totale collectée (ha)	164
Débit décennal (l/s)	1 283
Débit de fuite (l/s)	600
Volume à stocker pour une pluie décennale (m ³)	6 793
Temps de vidange (heures)	3
Cote TN digue (m NGF)	97,50
Cote fil d'eau sortie (m NGF)	95,00
Cote surface en eau (m NGF)	97,00
Hauteur d'eau max (m)	2,0
Ø canalisation de sortie (mm)	500
Volume maximal stockable (m³)	1 660

Ouvrage de sortie

Le tableau suivant indique les caractéristiques de l'ouvrage de sortie.

Tableau 11 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin du Val de Violin

	Val de Violin
Pente de canalisation (m/m)	0,019
Ø canalisation de sortie (mm) en PVC lisse	500
Débit capable de la canalisation (l/s)	608

Déversoir

Le tableau suivant indique les caractéristiques du déversoir. Il en résulte un débit capable de 1 978 l/s, supérieur au débit centennal qui est de 1 769 l/s.

Tableau 12 : Caractéristiques du déversoir du bassin du Val de Violin

	Val de Violin
Débit centennal (en l/s)	1 769
Hauteur de la surverse (en m)	0,3
Largeur de la surverse (en m)	1,8
Débit capable (en l/s)	0,02
Cote de fond de surverse (en m NGF)	1 978
Cote de la digue (en m NGF)	97,00

Conception et création de la digue

La digue aura une longueur totale de 156 m.

Au vue des relevés topographiques, le volume total de la digue serait de l'ordre de 1 410 m³.

Pour rappel, dans un but sécuritaire même temporaire, une étude de sol devra être réalisée afin de vérifier la capacité de réaliser les digues avec les matériaux en place : elle devra conclure quant à la possibilité, eu égard que leurs caractéristiques géotechniques respectent ou non les conditions réunies pour ériger une digue étanche et fiable.

Débit réservé

Le bassin du Val de Violin sera créé en barrage d'un fossé considéré, à ce jour comme cours d'eau par la DDT. L'ouvrage devra donc respecter un débit réservé.

Le débit réservé est le débit minimal obligatoire d'eau (exprimé en pourcentage du débit total moyen) que les propriétaires ou gestionnaires d'un ouvrage hydraulique (barrage, seuil, unité hydroélectrique...) doivent réserver au cours d'eau et au fonctionnement minimal des écosystèmes.

Ce débit obligatoire est égal à 1/10^{ème} du débit moyen interannuel.

Afin de déterminer les débits caractéristiques des cours d'eau, l'AFB préconise de réaliser un rapport surfacique entre le cours d'eau étudié et un cours d'eau similaire (proche, pente et occupation du sol similaires).

Par conséquent, le rapport surfacique a été appliqué avec les données du Cher à Selles-sur-Cher (code station K6220910) qui a un bassin versant de 9 276 km².

Tableau 13 : Détermination du débit réservé – Val de Violin

	Cher à Selles-sur-Cher	Cours d'eau au droit du projet
Surface bassin versant (km ²)	9 276	2,14
Débit moyen en l/s		
Janvier	109 000	25
Février	124 000	29
Mars	103 000	24
Avril	82 700	19
Mai	70 600	16
Juin	45 900	11
Juillet	22 200	5
Août	16 800	4
Septembre	18 800	4
Octobre	28 300	7
Novembre	45 400	10
Décembre	80 300	19
Année	61 900	14
Débit réservé	6 190	1

L'ouvrage devra donc permettre le respect du débit réservé, soit 1 l/s. Le choix de l'ouvrage de sortie et son débit capable (608 l/s) permet de respecter ce débit.

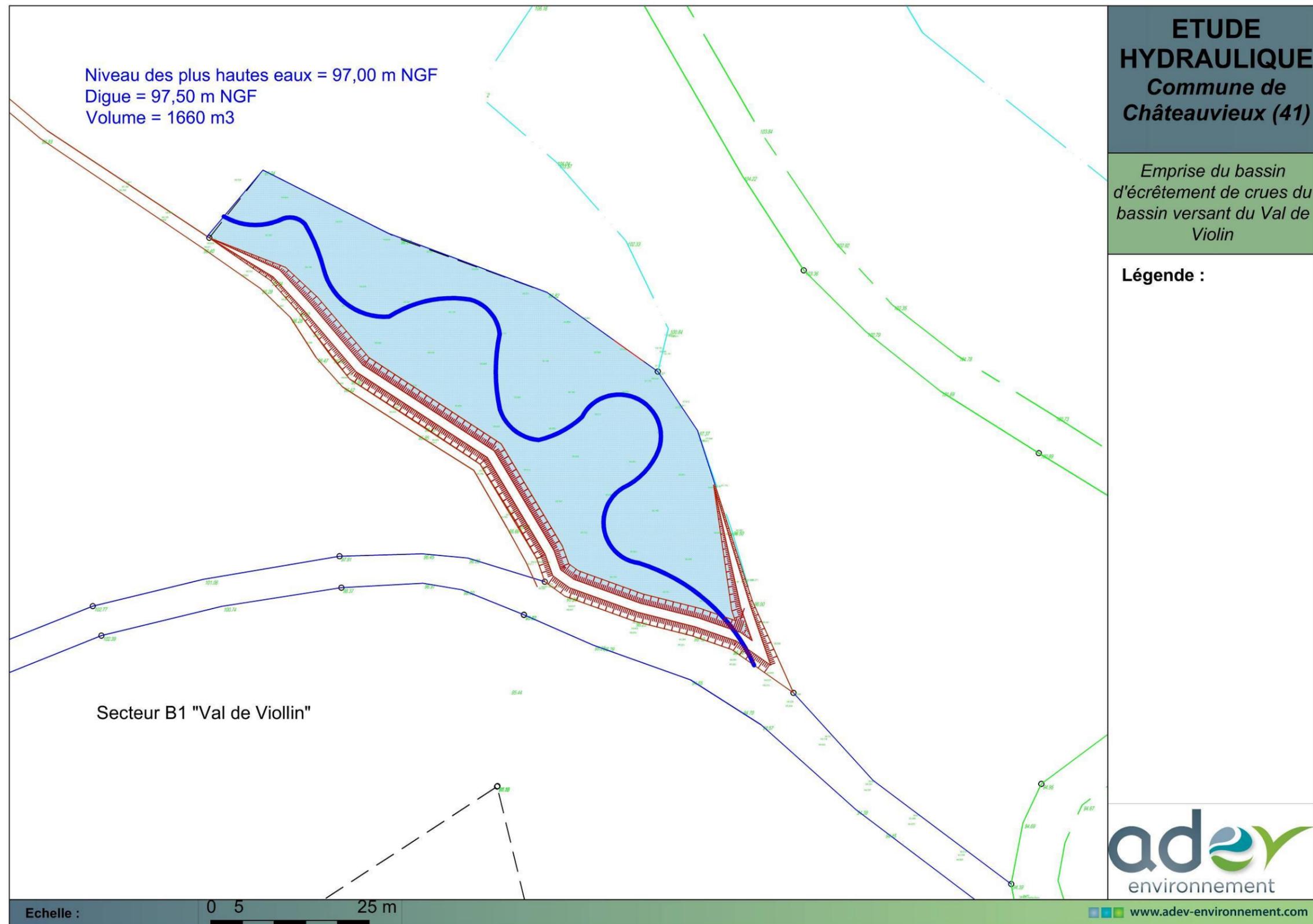


Figure 16 : Emprise du bassin d'écrêtement des crues du bassin versant du Val de Violin

b. Bassin versant de la Grande Bezaudière

La surface du bassin versant total est importante ce qui induit un volume à stocker également important.

Diverses propositions d'implantation de bassin rétention ont été envisagés, plus ou moins en aval, avec des surfaces disponibles plus ou moins grandes.

La parcelle retenue a une surface de près de 2 800 m² et se trouve à l'ouest de la Grande Bezaudière. Cette parcelle se trouve en amont du bassin versant de la Grande Bezaudière et ne capte que 9 % du bassin versant total.

Bien que l'ensemble du bassin versant ne soit pas capté, la création de ce tamponnement permettrait de diminuer les risques d'inondations en aval.

L'altimétrie de la parcelle retenue varie entre 130,00 m NGF et 132,42 m NGF

La solution envisagée est la création d'une digue percée créant ainsi un espace vert creux retenant l'eau pluviale sur cette parcelle.

En fixant la cotes des plus hautes eaux à 131,20 m NGF, le volume de stockage disponible serait de 1 870 m³, ce qui permettrait de stocker le volume décennal de 970 m³, voire le volume centennal 1 735 m³.

Le bassin jouera donc son rôle tampon en rejetant les eaux de ruissellement à débit limité tout au long de l'épisode pluvieux sans surverse. Le niveau maximum d'eau dans le bassin sera atteint au bout de 24 min de pluie.

Par ailleurs ce site se prête à une action afin de favoriser la biodiversité et l'autoépuration des eaux. Dans ce but, le fond du bassin aura un tracé sinueux du avec des pentes latérales faibles (permettant un entretien facilité)

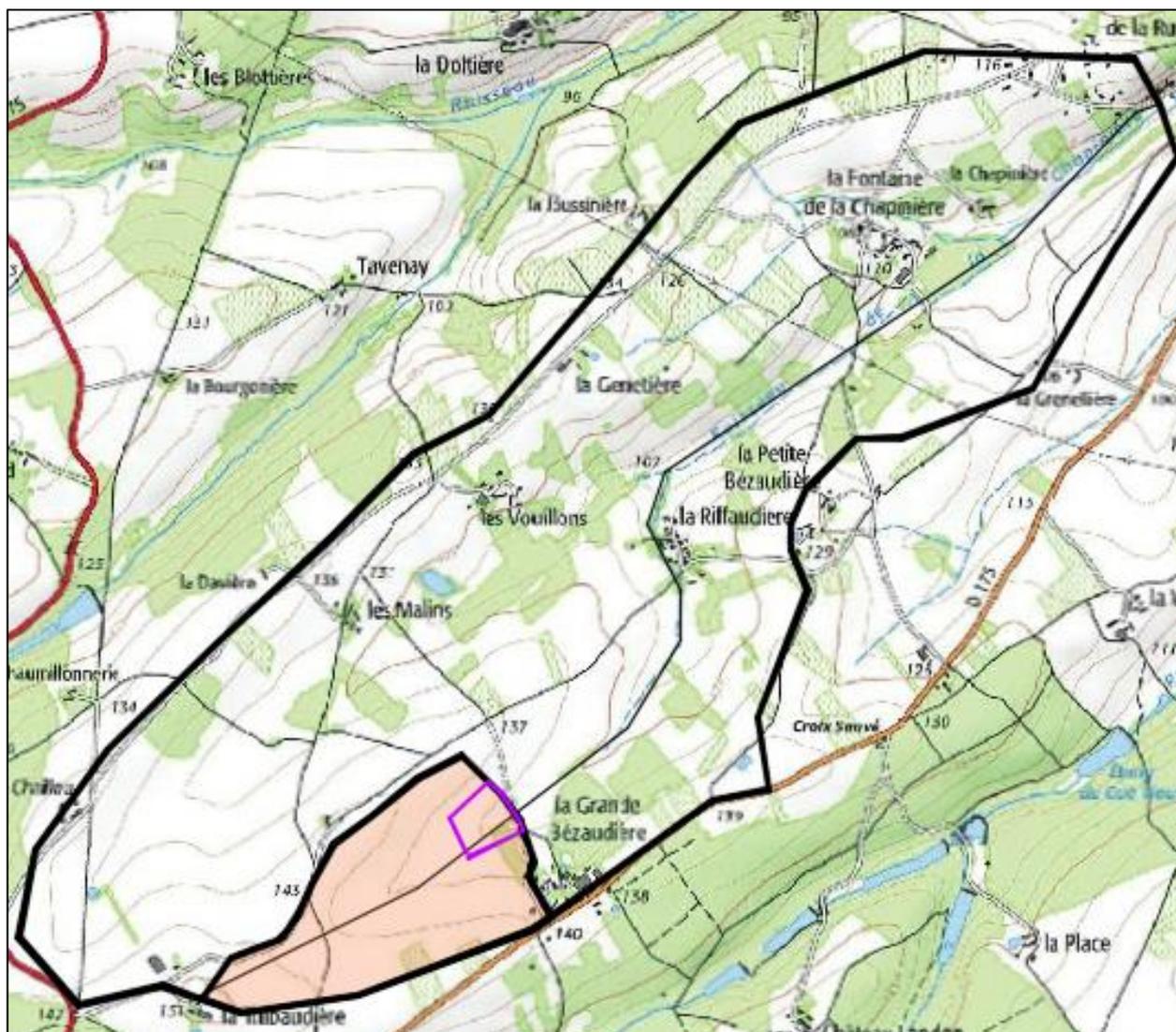


Figure 17 : Bassin versant de la Grande Bézaudière captée

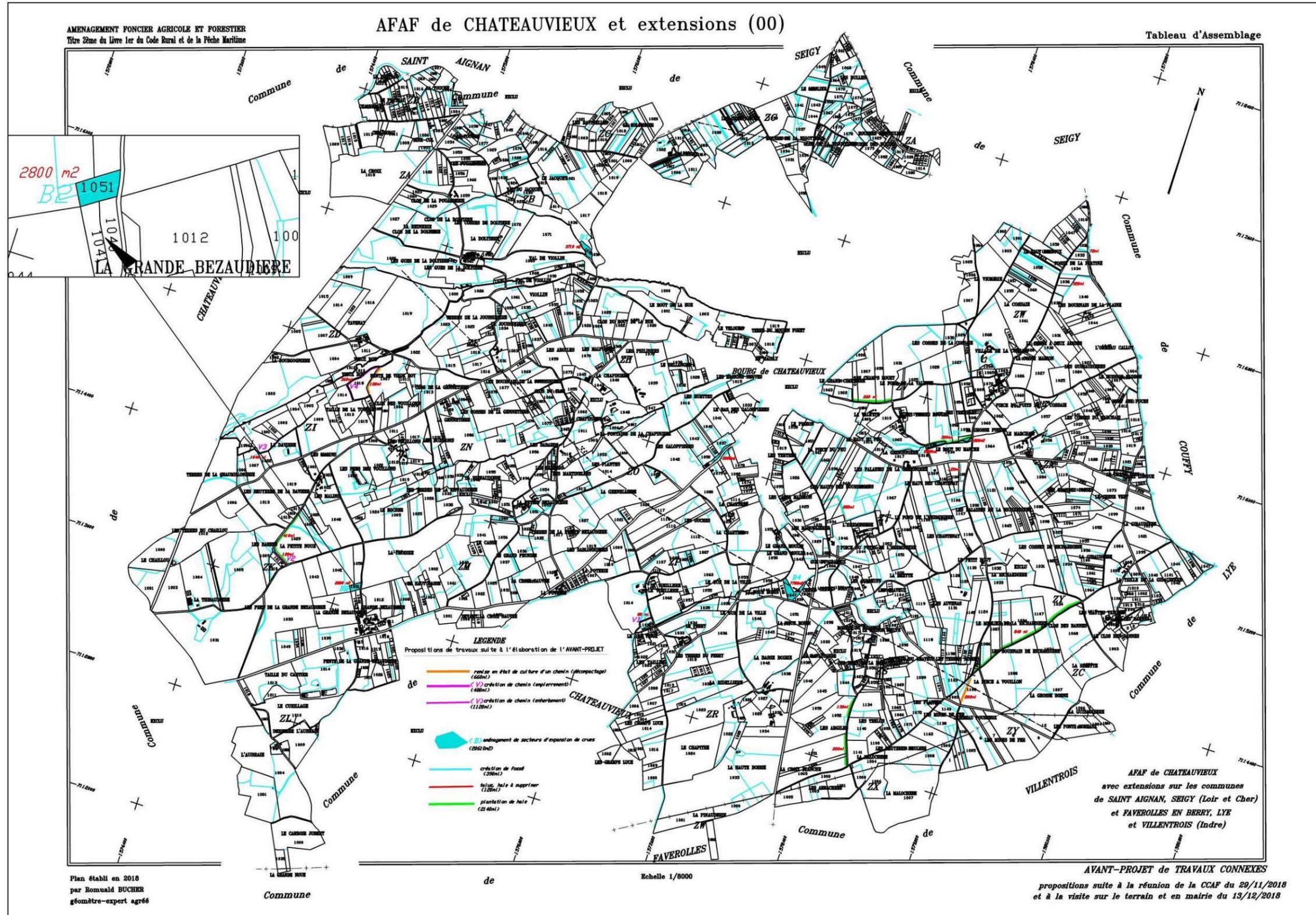


Figure 18 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant de La Grande Bezaudière

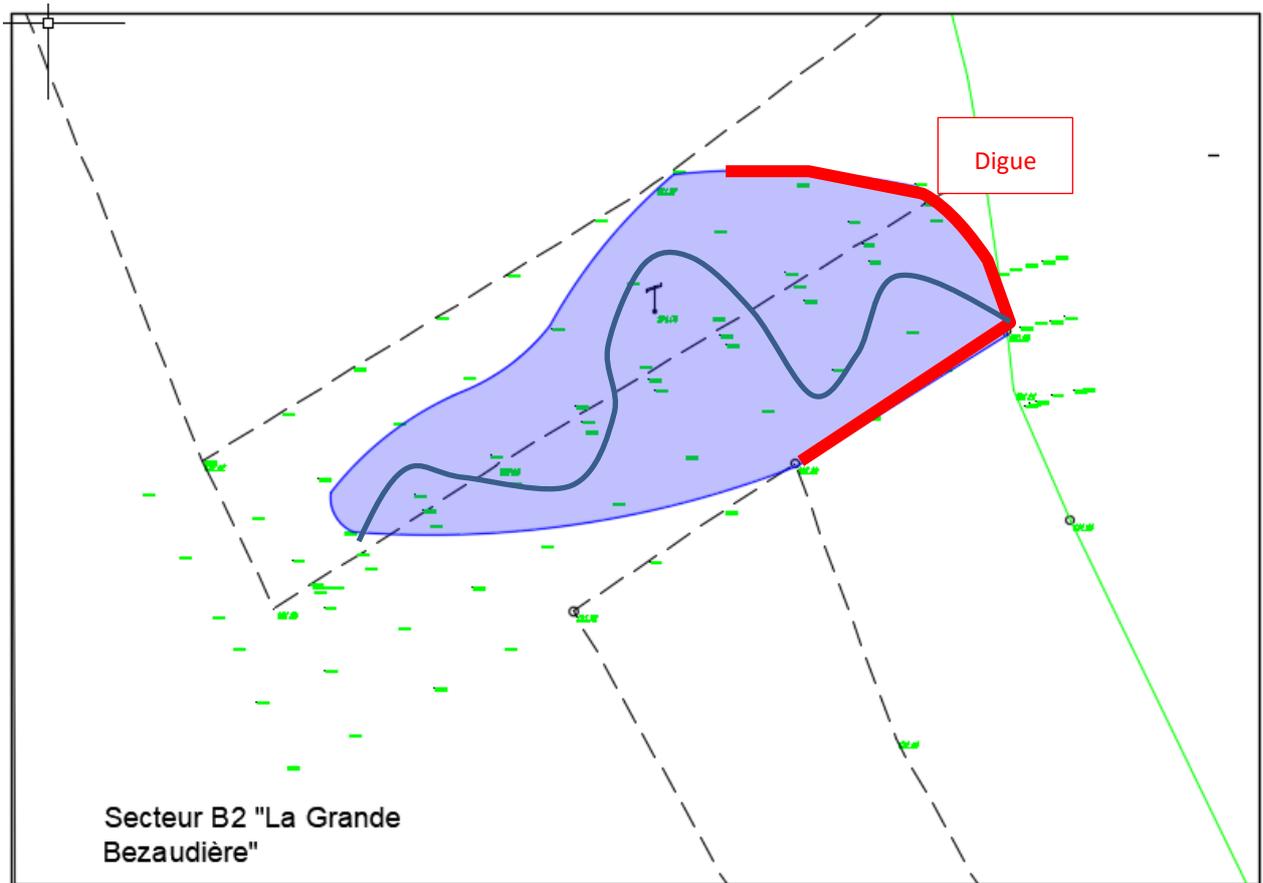


Figure 19 : Emprise du bassin de rétention sur le bassin versant de la Grande Bezaudière

Caractéristiques du bassin d'écrêtement des crues

Le bassin de rétention aura les caractéristiques suivantes :

Tableau 14 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin de la Grande Bezaudière

	Grande Bezaudière
Surface totale collectée (ha)	35
Débit décennal (l/s)	938
Débit de fuite (l/s)	500
Volume à stocker pour une pluie décennale (m ³)	970
Temps de vidange (heures)	1
Cote TN digue (m NGF)	132,00
Cote fil d'eau sortie (m NGF)	130,00
Cote surface en eau (m NGF)	131,20
Hauteur d'eau max (m)	1,20
Ø canalisation de sortie (mm)	500
Volume maximal stockable (m³)	1 870

Ouvrage de sortie

Le tableau suivant indique les caractéristiques de l'ouvrage de sortie.

Tableau 15 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin de la Grande Bezaudière

	Grande Bezaudière
Pente de canalisation (m/m)	0,013
Ø canalisation de sortie (mm) en PVC lisse	500
Débit capable de la canalisation (l/s)	504

Déversoir

Le tableau suivant indique les caractéristiques du déversoir. Il en résulte un débit capable de 1 610 l/s, supérieur au débit centennal qui est de 1 532 l/s.

Tableau 16 : Caractéristiques du déversoir du bassin de la Grande Bezaudière

	Grande Bezaudière
Débit centennal (en l/s)	1 532
Hauteur de la surverse (en m)	0,3
Largeur de la surverse (en m)	1,7
Débit capable (en l/s)	1 610
Cote de fond de surverse (en m NGF)	131,20
Cote de la digue (en m NGF)	132,00

Conception et création de la digue

La digue aura une longueur totale de 160 m.

Au vue des relevés topographiques, le volume total de la digue serait de l'ordre de 920 m³.

Pour rappel, dans un but sécuritaire même temporaire, une étude de sol devra être réalisée afin de vérifier la capacité de réaliser les digues avec les matériaux en place : elle devra conclure quant à la possibilité, eu égard que leurs caractéristiques géotechniques respectent ou non les conditions réunies pour ériger une digue étanche et fiable.

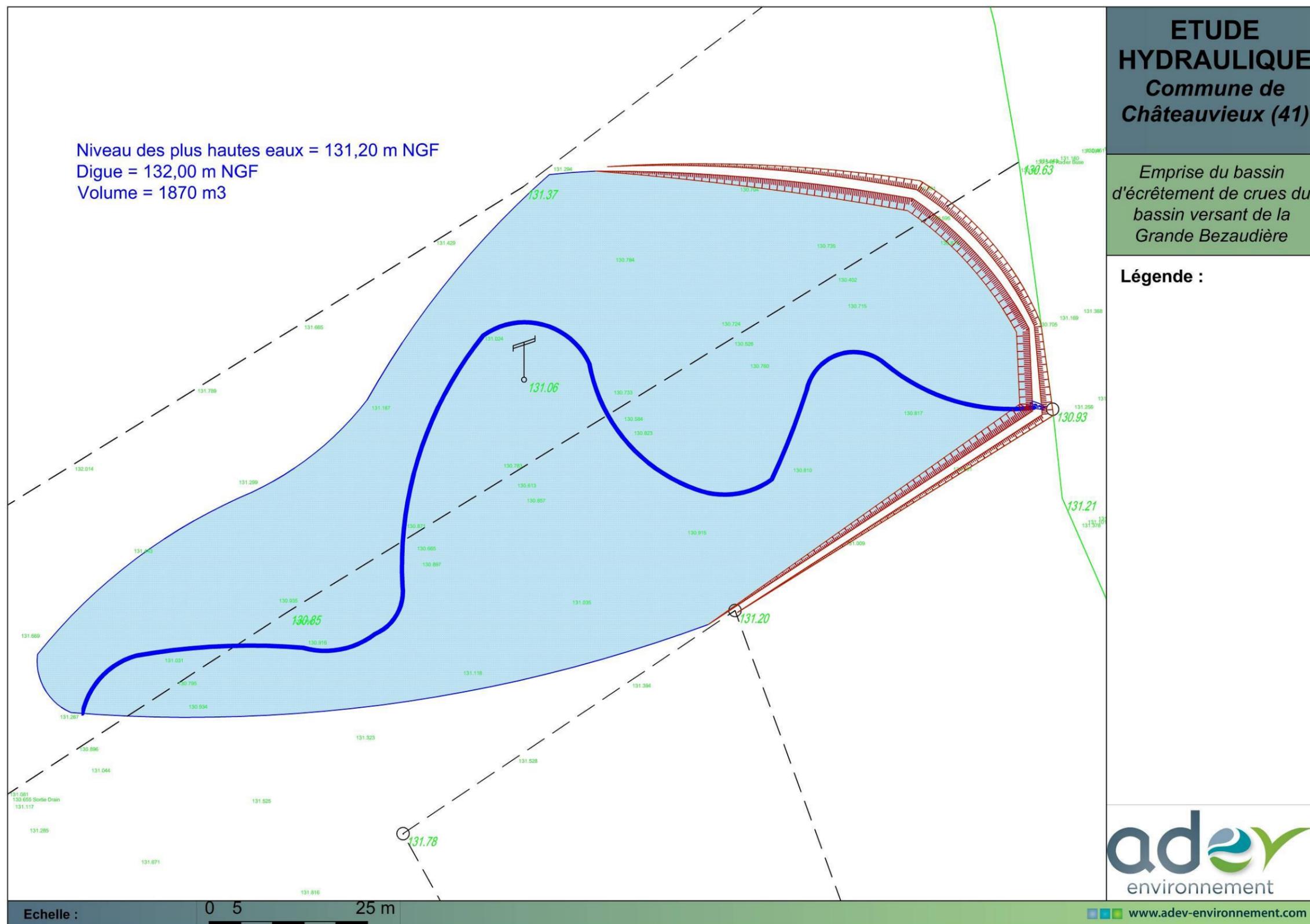


Figure 20 : Emprise du bassin d'écrêtement des crues du bassin versant de la Grande Bezaudière

c. Bassin versant des Galoppières

L'installation de fossés à redents sur la zone en friche est préconisée.

Les redents peuvent être conçus de différentes manières possibles (voir ci-après). Dans le cas du bassin des Galoppières, **la mise en place de redents en réutilisant les matériaux du site ou en gabion est favorisée** du fait de leur résistance et leur pérennité plus importante que des redents en pierre ou en bois.

Les eaux pluviales rempliront un premier tronçon, puis surverseront vers le tronçon suivant et ainsi de suite. Un ouvrage de régulation sera installé en sortie du dernier tronçon afin de permettre une régulation. A noter que cet ouvrage est facultatif et seule une surverse peut être installée, néanmoins son absence diminuerait le temps de remplissage des tronçons et limiterait donc le tamponnement des eaux pluviales.

Les parcelles retenues se situent entre le cours d'eau et la route. La surface totale disponible est d'environ 1 400 m².

Le temps de remplissage de cette zone d'expansion serait égale :

- au temps de concentration (déterminé pour le calcul des débits de ruissellement),
- auquel on ajoute la durée de précipitation nécessaire pour obtenir un volume à stocker égale à celui du bassin, soit 1 660 m³. Il s'agit ici du temps de précipitation nécessaire pour remplir le bassin une fois que l'ensemble des gouttes de pluie aient atteint

$$\text{Temps de remplissage} = \text{Temps de concentration} + \text{Durée de précipitation}$$

Avec ici :

Temps de concentration = 98 min

Durée de précipitation = 1 min

Soit un remplissage du bassin au bout de 99 min de précipitation.

Les eaux de ruissellement seront donc tamponnées pendant 99 min avant de surverser.

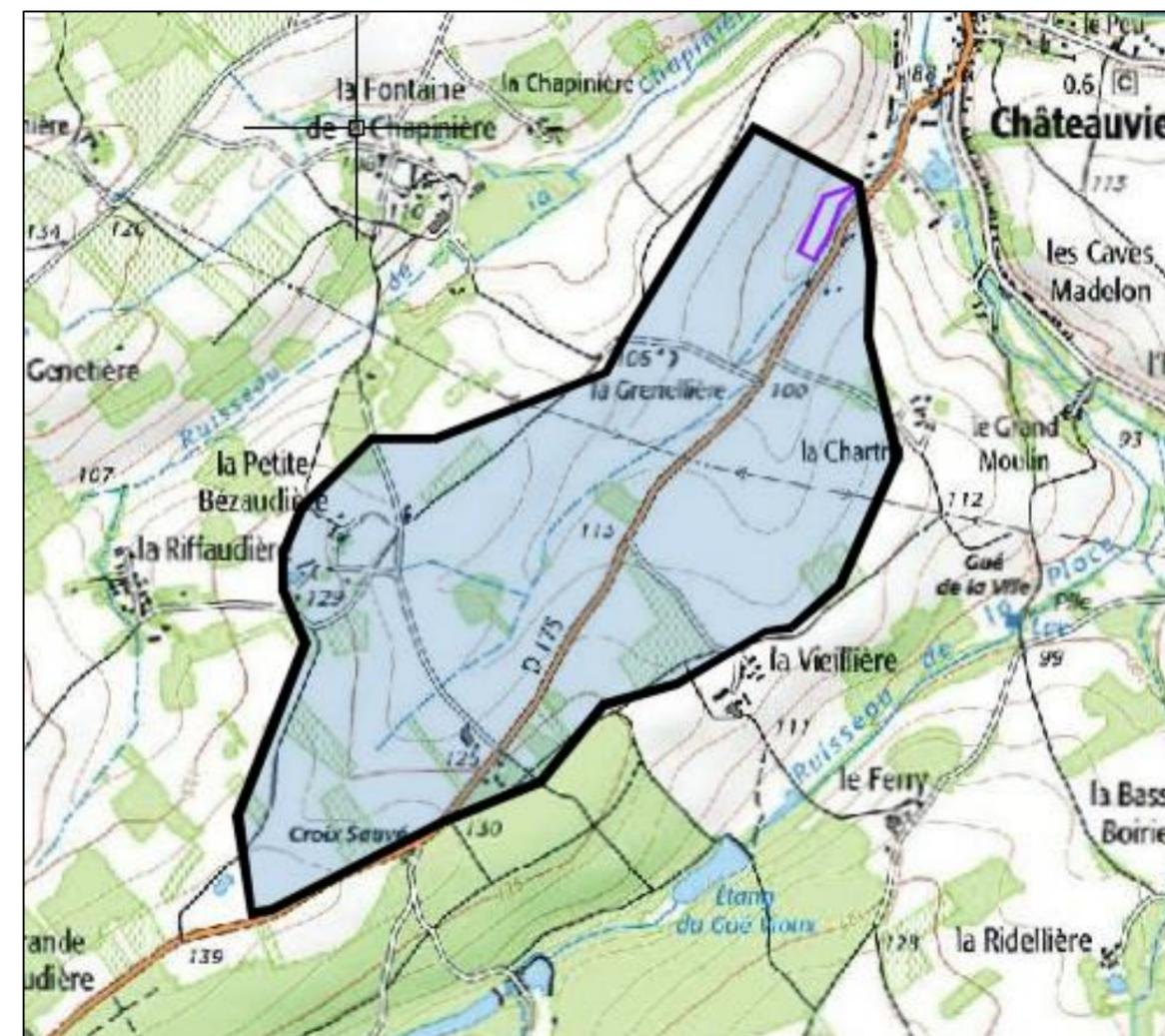


Figure 21 : Cassin versant des Galoppières capté

Principe des fossé à redent

Les fossés permettent de canaliser les eaux tout en favorisant leur stockage et leur infiltration. Ils évitent ainsi la formation de ravines et piègent les matières en suspension.

Les fossés peuvent être cloisonnés par des redents dans le cas d'une pente longitudinale prononcée, de manière à ralentir la vitesse d'écoulement, à favoriser le stockage et l'infiltration. On distingue les fossés simples (destinés à rectifier une ravine d'érosion dans une parcelle), les fossés de ceinturage (destinés à capter les eaux en bordure de parcelle), les fossés d'infiltration (adaptés aux faibles volumes et aux situations dans lesquelles on ne peut pas prévoir de débit de fuite).



Figure 22 : Fossé d'infiltration à redents (crédit : SMBV Pointe de Caux)

Fossé à redents de pierres sèches

Le fossé à redents de pierres sèches présente en travers de son lit, à intervalles répétés, des empilements de pierres sèches. Ces empilements ne constituent pas un obstacle étanche mais élèvent le niveau de l'eau par rapport à celui d'un fossé entièrement dégagé, à mesure que le débit augmente. Un certain volume d'eau est ainsi emmagasiné dans le lit du fossé au lieu d'être évacué rapidement vers l'aval. Ce volume dépend de l'agencement des redents, et de la longueur totale de fossé. Il ne doit pas être trop faible au regard des apports d'eau qui devront emprunter le fossé, sinon l'effet des redents à l'aval ne sera pas perceptible.

Lorsque le débit devient très important, le fossé ne doit pas déborder, ce qui est assuré jusqu'à un certain seuil par le passage de l'eau à travers les pierres du redent, et par dessus la crête de celui-ci, en léger contrebas par rapport au terrain des berges.

De tels fossés sont une solution intéressante dans le cadre d'aménagements de prévention du risque d'inondation par limitation des conséquences du ruissellement. Les fossés, bien que nécessaires à la collecte des eaux de ruissellement, voient ainsi leur effet sur les crues atténué. Les contreparties négatives de ce dispositif sont l'apparition possible de dépôts de sédiments à l'amont des obstacles, à laquelle s'ajoute des difficultés d'entretien légèrement supérieures.



vue d'un fossé à redents de pierres sèches

Fossé à redents en gabions

Dans ce deuxième exemple, les redents réalisés sous forme de simples empilements de pierres, sont remplacés par un assemblage de gabions (volumes constitués de pierres maintenues rassemblées par une cage grillagée). Ce dispositif est adapté à des fossés de plus grande dimension. La résistance mécanique des gabions est supérieure à celle des empilements de pierre pour un même volume mobilisé. En outre, la structure grillagée conduit à une forme parallélépipédique adaptée à des assemblages précis.

L'assemblage de gabion dispose ici d'une échancrure dans la crête, faisant office de déversoir. Le comportement en crue est également maîtrisé grâce à la forme du parement amont (au premier plan).



Fossé à redents en bois



Exemples de seuils à simple paroi



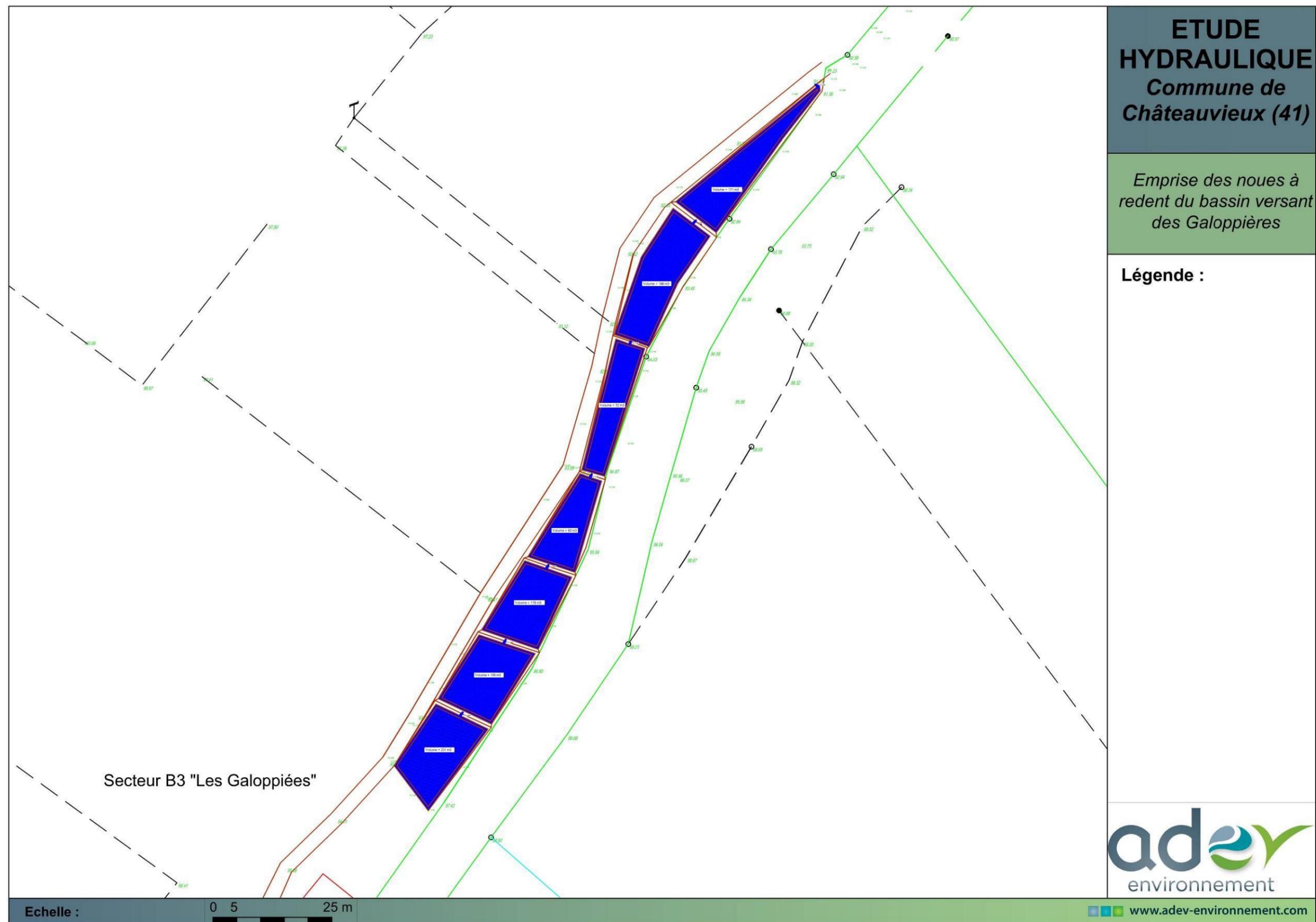


Figure 23 : Emprise des noues à redents du bassin versant des Galoppières

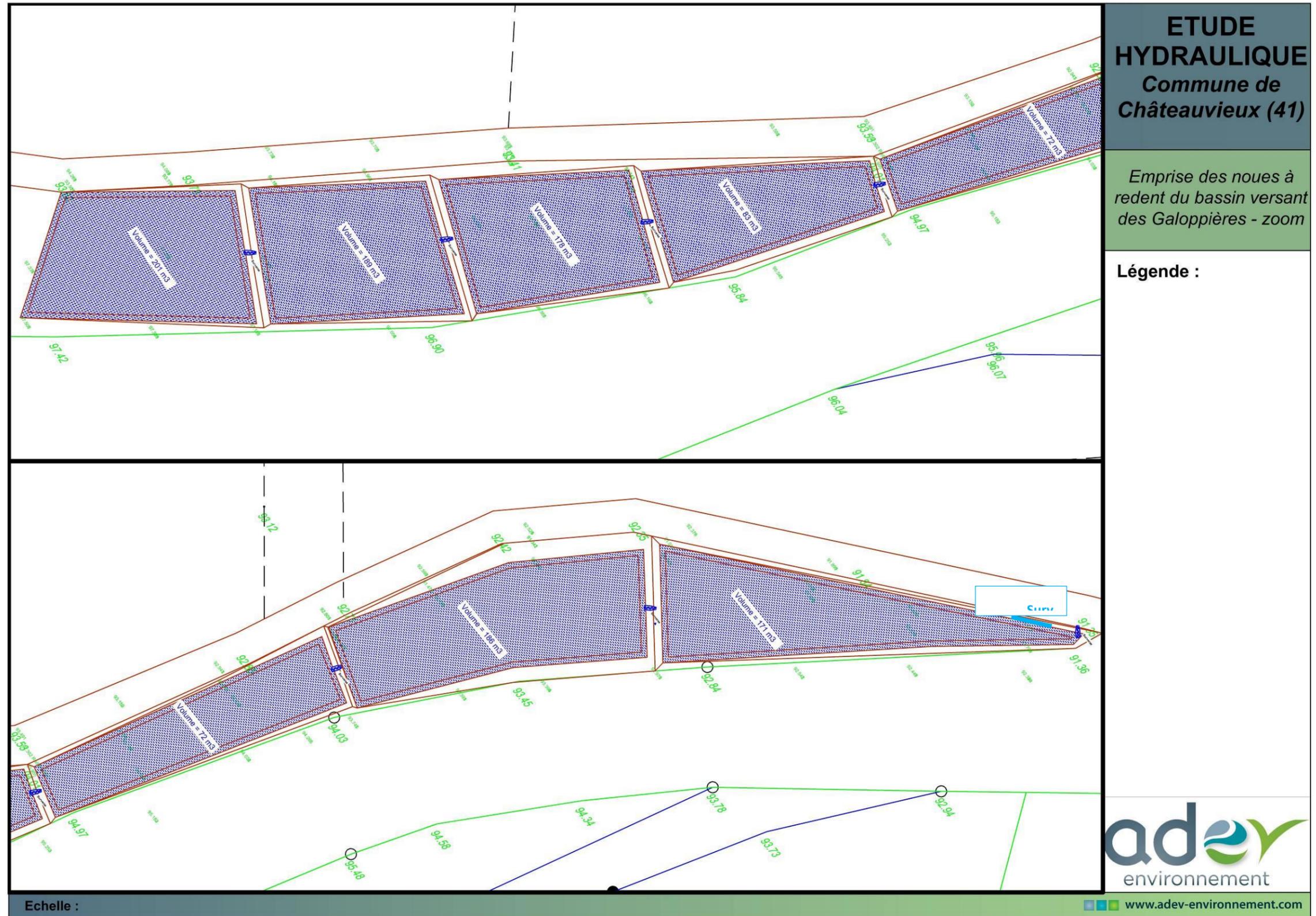


Figure 24 : Emprise des noues à redents du bassin versant des Galoppières – zoom

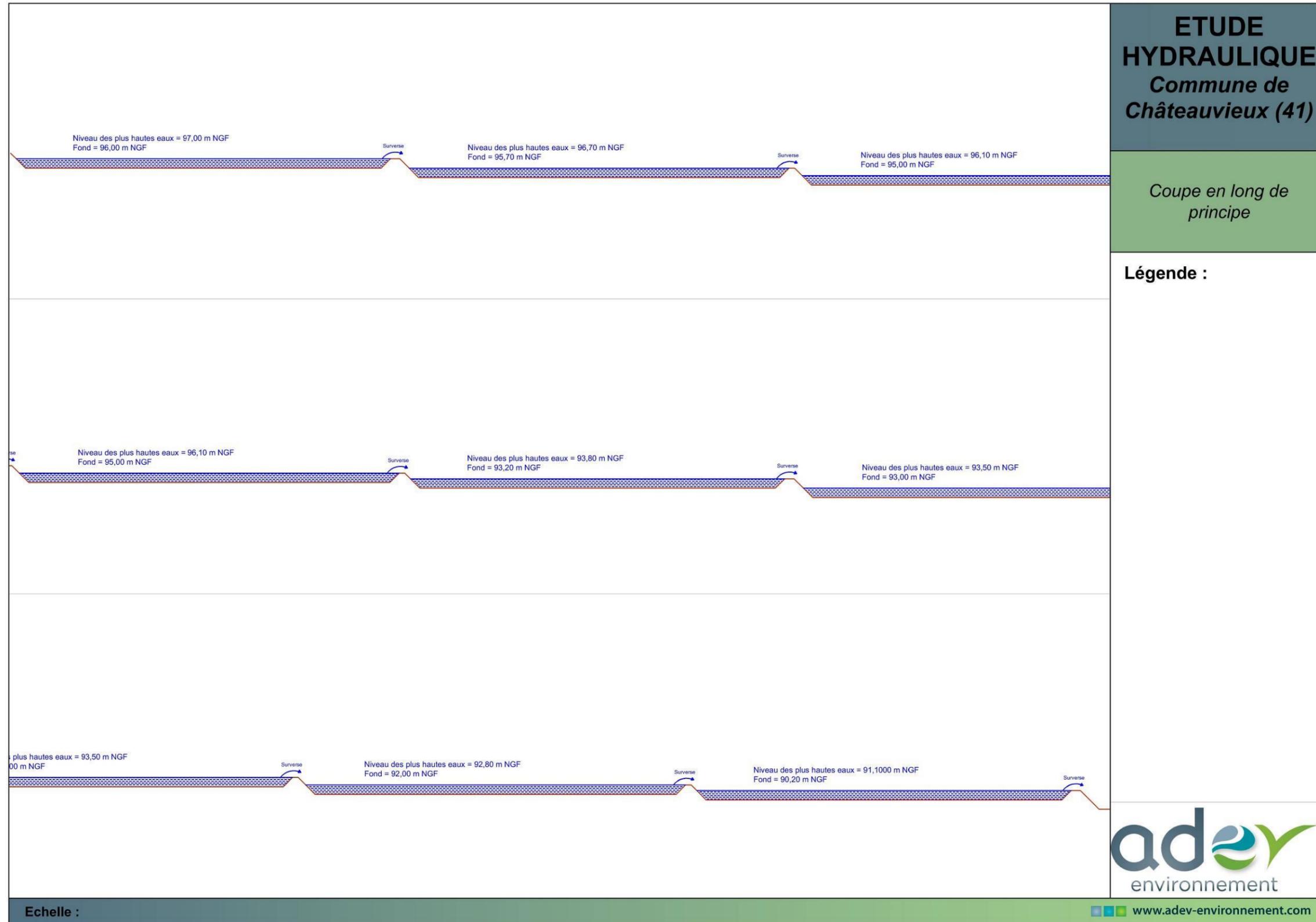


Figure 25 : Coupe en long de principe des noues à redents du bassin vessant des Gallopières

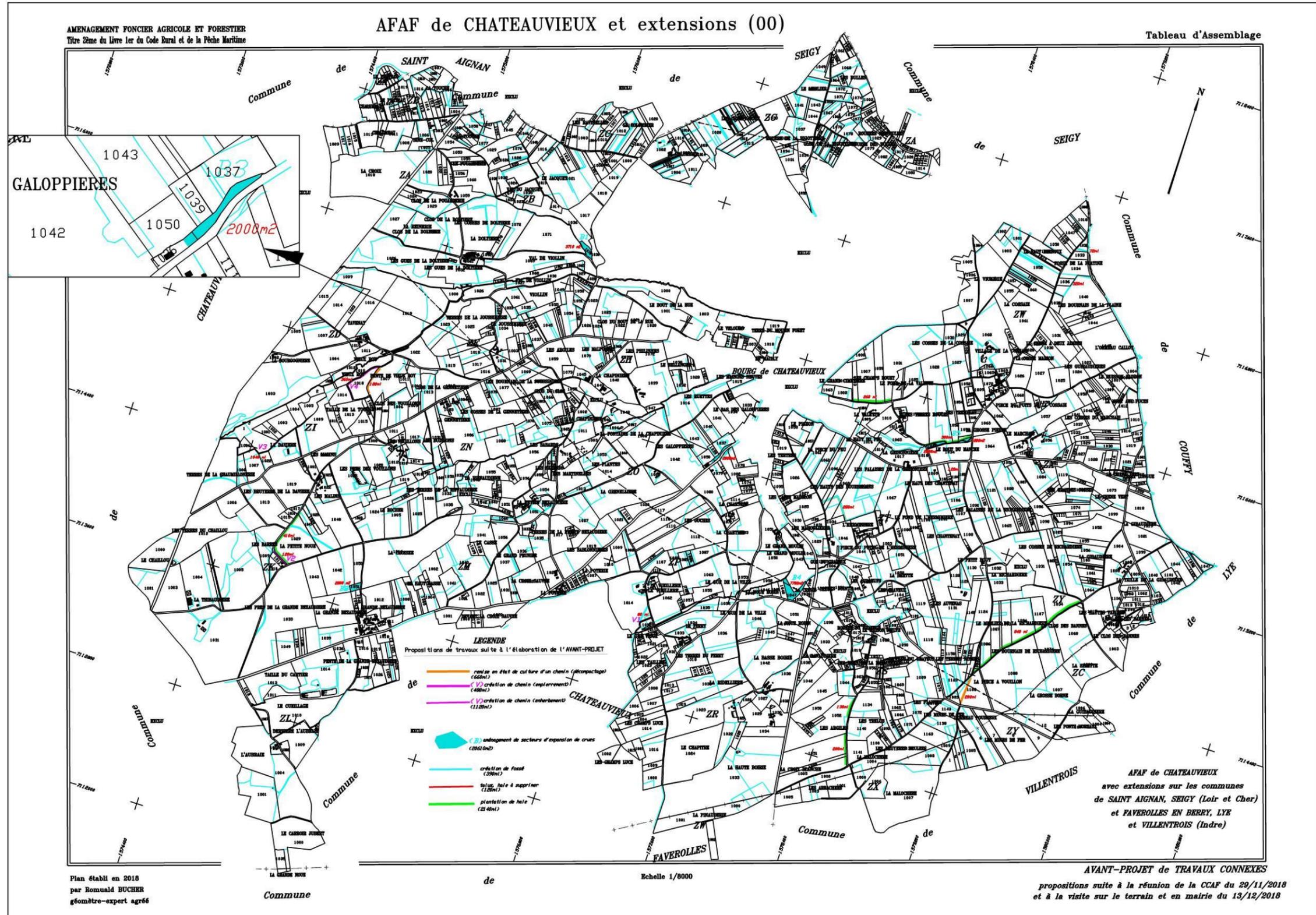


Figure 26 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant des Galoppières

Caractéristiques des noues à redents

Le bassin de rétention aura les caractéristiques suivantes :

Le bassin de rétention aura les caractéristiques suivantes :

Tableau 17 : Caractéristiques générales du fossé à redents à réaliser sur le bassin des Galoppières

Galoppières	
Surface totale collectée (ha)	108
Débit décennal (l/s)	1 046
Débit de fuite (l/s)	500
Volume à stocker pour une pluie décennale (m³)	4 133
Temps de vidange (heures)	2

Tableau 18 : Caractéristiques des tronçons du fossé à redents à réaliser sur le bassin des Galoppières

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7
Surface miroir (m ²)	215	203	192	152	160	250	212
Surface de fond (m ²)	183	175	164	125	127	214	169
Niveau des plus hautes eaux (m NGF)	97,00	96,70	90,60	93,80	93,50	92,80	91,10
Cote de fond (m NGF)	96,00	95,70	95,00	93,20	93,00	92,00	90,20
Hauteur d'eau (m)	1,0	1,0	1,0	0,6	0,5	0,8	0,9
Volume maximal stockable (m³)	201	189	178	83	72	186	171

Ouvrage de sortie

Le tableau suivant indique les caractéristiques de l'ouvrage de sortie.

Tableau 19 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin des Galoppières

Galoppières	
Pente de canalisation (m/m)	0,013
∅ canalisation de sortie (mm) en PVC lisse	500
Débit capable de la canalisation (l/s)	504

Déversoir

Le tableau suivant indique les caractéristiques du déversoir. Il en résulte un débit capable de 2 453 l/s, supérieur au débit centennal qui est de 2 336 l/s.

Tableau 20 : Caractéristiques du déversoir du bassin des Galoppières

	Galoppières
Débit centennal (en l/s)	2 336
Hauteur de la surverse (en m)	0,5
Largeur de la surverse (en m)	2,4
Débit capable (en l/s)	2 453
Cote de fond de surverse (en m NGF)	91,35
Cote de la digue (en m NGF)	91,85

Conception et création de la digue

La digue et les redents auront une longueur totale de 175 m.

Au vue des relevés topographiques, le volume total de la digue et des redents serait de l'ordre de 900 m³.



Photo 6 : Exemple de fossé à redent – au niveau de la surverse entre deux tronçons

Chantier réalisé par ADEV Environnement

Pour rappel, dans un but sécuritaire même temporaire, une étude de sol devra être réalisée afin de vérifier la capacité de réaliser les digues avec les matériaux en place : elle devra conclure quant à la possibilité, eu égard que leurs caractéristiques géotechniques respectent ou non les conditions réunies pour ériger une digue étanche et fiable.

Débit réservé

Le bassin des Galoppières sera créé en barrage d'un écoulement classé comme « indéterminé » par la DDT. Si cet écoulement est reconnu comme cours d'eau, un débit réservé devra être respecté. A ce titre le calcul du débit réservé, correspondant à 1/10^{ème} du débit moyen interannuel, a été estimé.

Afin de déterminer les débits caractéristiques des cours d'eau, l'AFB préconise de réaliser un rapport surfacique entre le cours d'eau étudié et un cours d'eau similaire (proche, pente et occupation du sol similaires).

Par conséquent, le rapport surfacique a été appliqué avec les données du Cher à Selles-sur-Cher (code station K6220910) qui a un bassin versant de 9 276 km².

Tableau 21 : Détermination du débit réservé - Galoppières

	Cher à Selles-sur-Cher	Cours d'eau au droit du projet
Surface bassin versant (km ²)	9 276	1,08
Débit moyen en l/s		
Janvier	109 000	13
Février	124 000	14
Mars	103 000	12
Avril	82 700	10
Mai	70 600	8
Juin	45 900	5
Juillet	22 200	3
Août	16 800	2
Septembre	18 800	2
Octobre	28 300	3
Novembre	45 400	5
Décembre	80 300	9
Année	61 900	7
Débit réservé	6 190	1

L'ouvrage devra donc permettre le respect du débit réservé, soit 1 l/s. Le choix de l'ouvrage de sortie et son débit capable (504 l/s) permet de respecter ce débit.

d. Bassin versant de la Noue Robin

Il est proposé de créer une zone de débordement du cours d'eau qui servira de zone d'expansion des crues, au niveau de la peupleraie.

Le projet prévoit le reméandrage du cours d'eau au niveau du Gué Moulin ce qui permettra de ralentir les eaux de ruissellement et permettra de sur-inonder la parcelle prévue pour l'écrêtement des crues.

De plus, le reméandrage permettra le débordement des eaux permettra la création d'une Zone Tampon Humide Artificielle, améliorant ainsi la qualité des eaux.

Les objectifs de ce reméandrage sont donc les suivants :

- **Objectifs hydromorphologiques**
 - Réactiver la dynamique du cours d'eau par la réactivation de zones préférentielles d'érosions et de dépôts.
 - Diversifier les écoulements et les habitats du lit mineur : profondeurs, vitesses, substrat.
 - Diversifier les profils en travers.
 - Rehausser la nappe d'accompagnement grâce au ralentissement des vitesses d'écoulement obtenu par le nouveau tracé.
 - Améliorer les connexions latérales et la régulation du régime des eaux à l'étiage par les zones humides associées.
- **Objectifs écologiques**
 - Diversifier les biocénoses du lit mineur, des berges et des zones humides associées et améliorer la continuité écologique.
 - Améliorer les capacités auto-épuratoires par la présence d'échanges entre zone hyporhéique et surface.

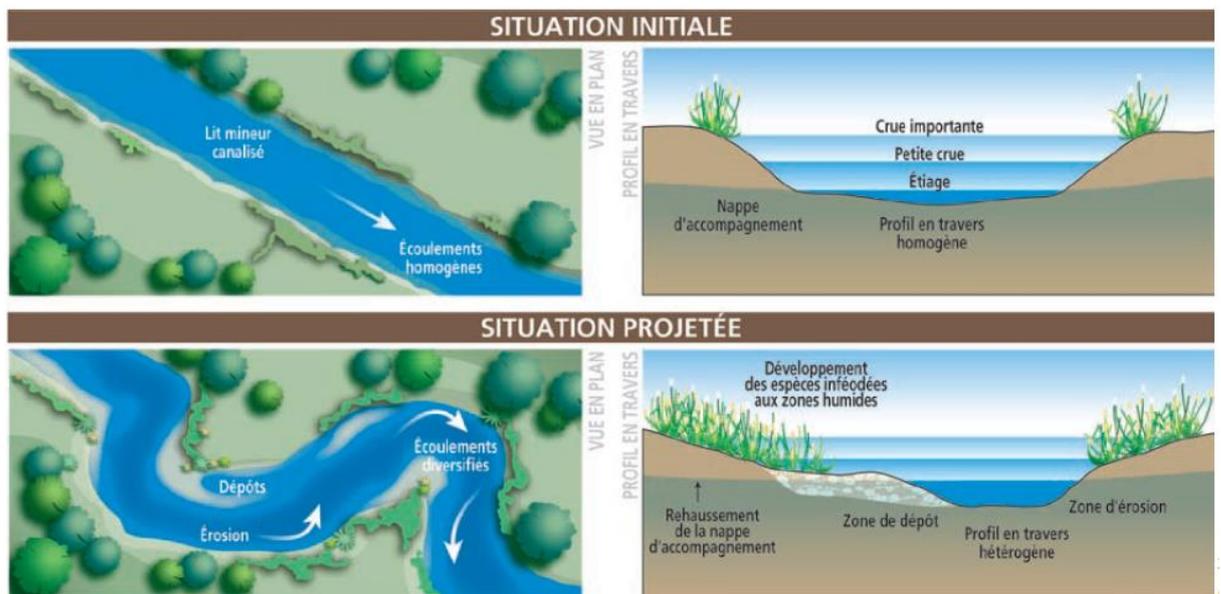


Figure 27 : Principe de reméandrage

La parcelle retenue pour lutter contre les inondations a surface de 7 700 m². L'altimétrie sur ce secteur varie entre 96,50 m NGF et 98,60 m NGF.

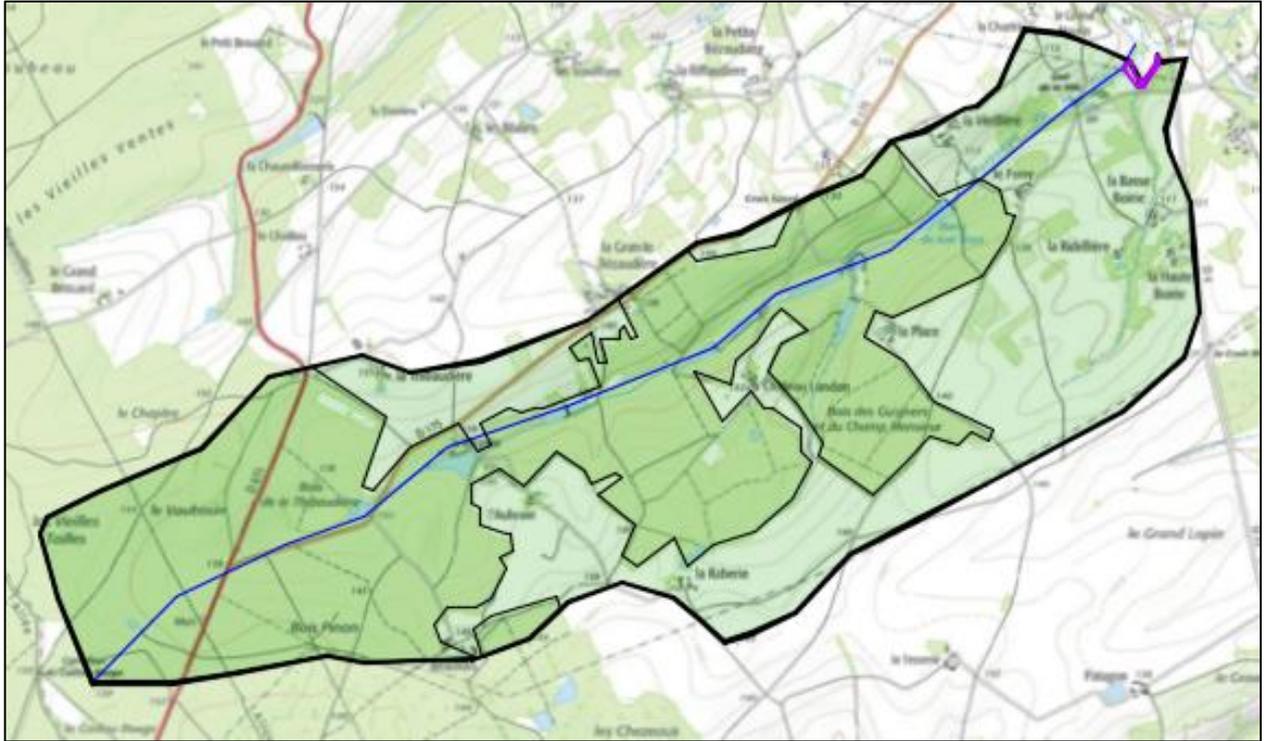


Figure 28 : Bassin versant de la Noue Robin capté

Au vu de la taille importante du bassin versant capté, le bassin d'écrêtement des crues ne sera pas en capacité de gérer la totalité des eaux. Cependant le ralentissement de l'écoulement par reméandrage et par débordement permettra une diminuer le risque en aval.

En plus de reméandrage, une digue sera créée, créant ainsi une ZTHA retenant l'eau pluviale sur cette parcelle.

En fixant la cotes des plus hautes eaux à 97,80 m NGF, la surface de stockage serait de 3 375 m² pour une hauteur moyenne de 1 m, soit un volume de stockage disponible de aux alentours de 3 300 m³. Ce volume serait inférieur au volume décennal qui est de 29 003 m³, mais permettrait un premier tamponnement des eaux.

Le temps de remplissage de cette zone d'expansion serait égale :

- au temps de concentration (déterminé pour le calcul des débits de ruissellement),
- auquel on ajoute la durée de précipitation nécessaire pour obtenir un volume à stocker égale à celui du bassin, soit 3 300 m³. Il s'agit ici du temps de précipitation nécessaire pour remplir le bassin une fois que l'ensemble des gouttes de pluie aient atteint

$$\text{Temps de remplissage} = \text{Temps de concentration} + \text{Durée de précipitation}$$

Avec ici :

Temps de concentration = 201 min

Durée de précipitation = 1 min

Soit un remplissage du bassin au bout de 202 min de précipitation.

Les eaux de ruissellement seront donc tamponnées pendant 202 min avant de surverser en direction du ruisseau de Seigy.

Par ailleurs ce site se prête à une action afin de favoriser la biodiversité et l'autoépuration des eaux. En effet, la création de ZTHA engendrera la création/le maintien de zones aquatiques et de berges humides. Dans ce but, le fond du bassin aura un tracé sinueux avec des pentes latérales faibles (permettant un entretien facilité)

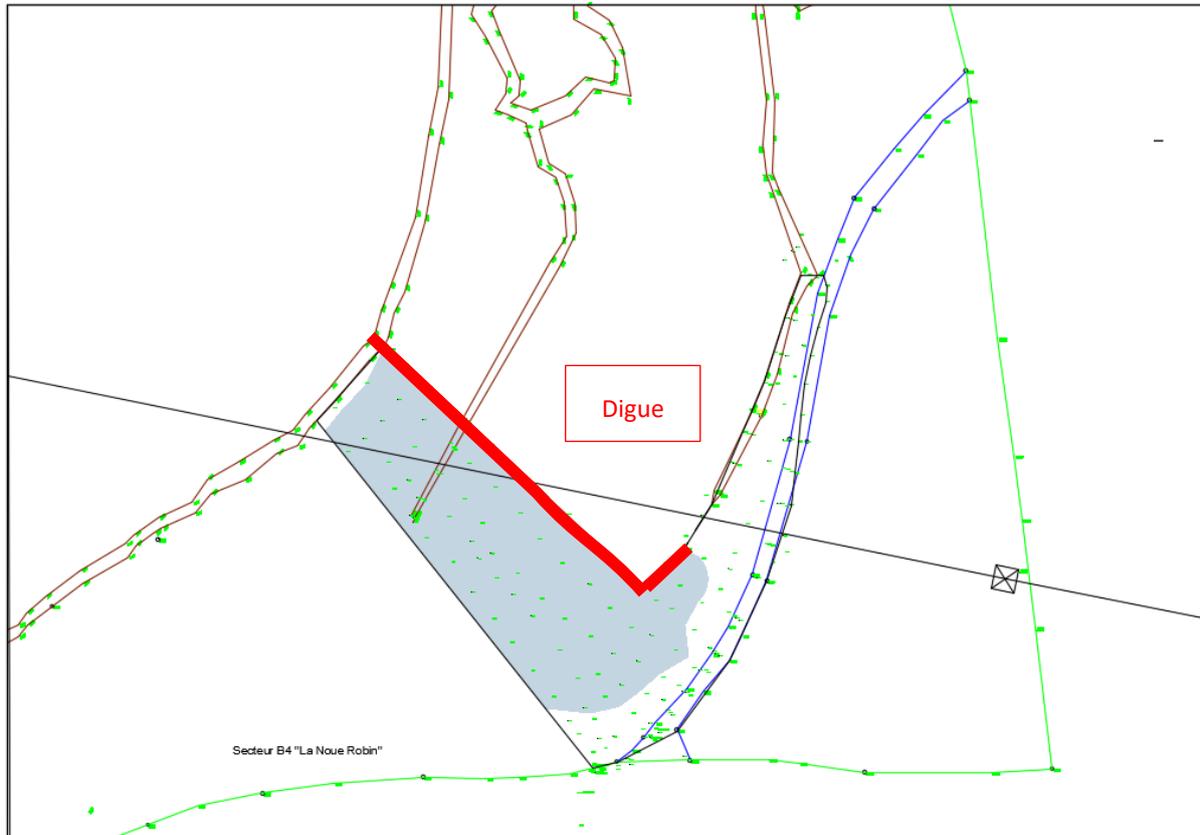


Figure 29 : Emprise de la zone de surdébordement du bassin de rétention sur le bassin versant de la Noue Robin

Caractéristiques du bassin d'écêtement des crues

Le bassin de rétention aura les caractéristiques suivantes :

Tableau 22 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin de la Noue Robin

	Noue Robin
Surface totale collectée (ha)	775
Débit décennal (l/s)	2 975
Débit de fuite (l/s)	1 500
Volume à stocker pour une pluie décennale (m ³)	31 873
Temps de vidange (heures)	6
Cote TN digue (m NGF)	98,50
Cote fil d'eau sortie (m NGF)	96,74
Cote surface en eau (m NGF)	97,80
Hauteur d'eau max (m)	1,16
Ø canalisation de sortie (mm)	800
Volume maximal stockable (m³)	3 300

Ouvrage de sortie

Le tableau suivant indique les caractéristiques de l'ouvrage de sortie.

Tableau 23 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin de la Noue Robin

	Gué Moulin
Pente de canalisation (m/m)	0,010
∅ canalisation de sortie (mm) en PVC lisse	800
Débit capable de la canalisation (l/s)	1 547

Déversoir

Le tableau suivant indique les caractéristiques du déversoir. Il en résulte un débit capable de 4 047 l/s pour une largeur de 1,8 m, supérieur au débit centennal qui est de 4 181 l/s.

Afin de répartir la surverse vers le cours d'eau, mais également de son affluent, il est possible de réaliser deux surverse de 0,9 m.

Tableau 24 : Caractéristiques du déversoir du bassin de la Noue Robin

	Noue Robin
Débit centennal (en l/s)	4 047
Hauteur de la surverse (en m)	0,5
Largeur de la surverse (en m)	1,8
Pente de la surverse (m/m)	0,02
Débit capable (en l/s)	4 181
Cote de fond de surverse (en m NGF)	97,80
Cote de la digue (en m NGF)	98,50

Conception et création de la digue

La digue aura une longueur totale de 100 m.

Au vue des relevés topographiques, le volume total de la digue serait de l'ordre de 650 m³.

Pour rappel, dans un but sécuritaire même temporaire, une étude de sol devra être réalisée afin de vérifier la capacité de réaliser les digues avec les matériaux en place : elle devra conclure quant à la possibilité, eu égard que leurs caractéristiques géotechniques respectent ou non les conditions réunies pour ériger une digue étanche et fiable.

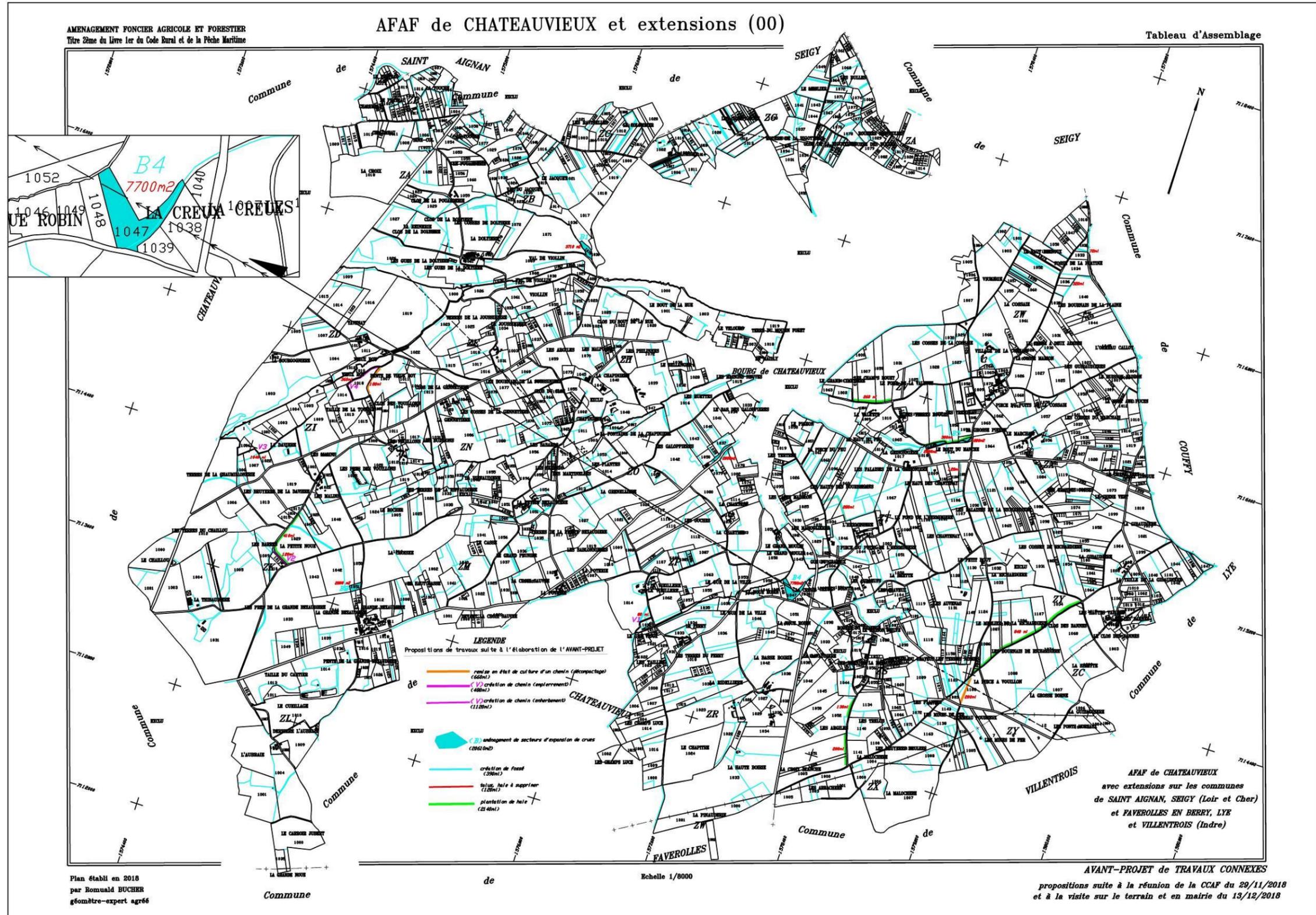


Figure 30 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant de la Noue Robin

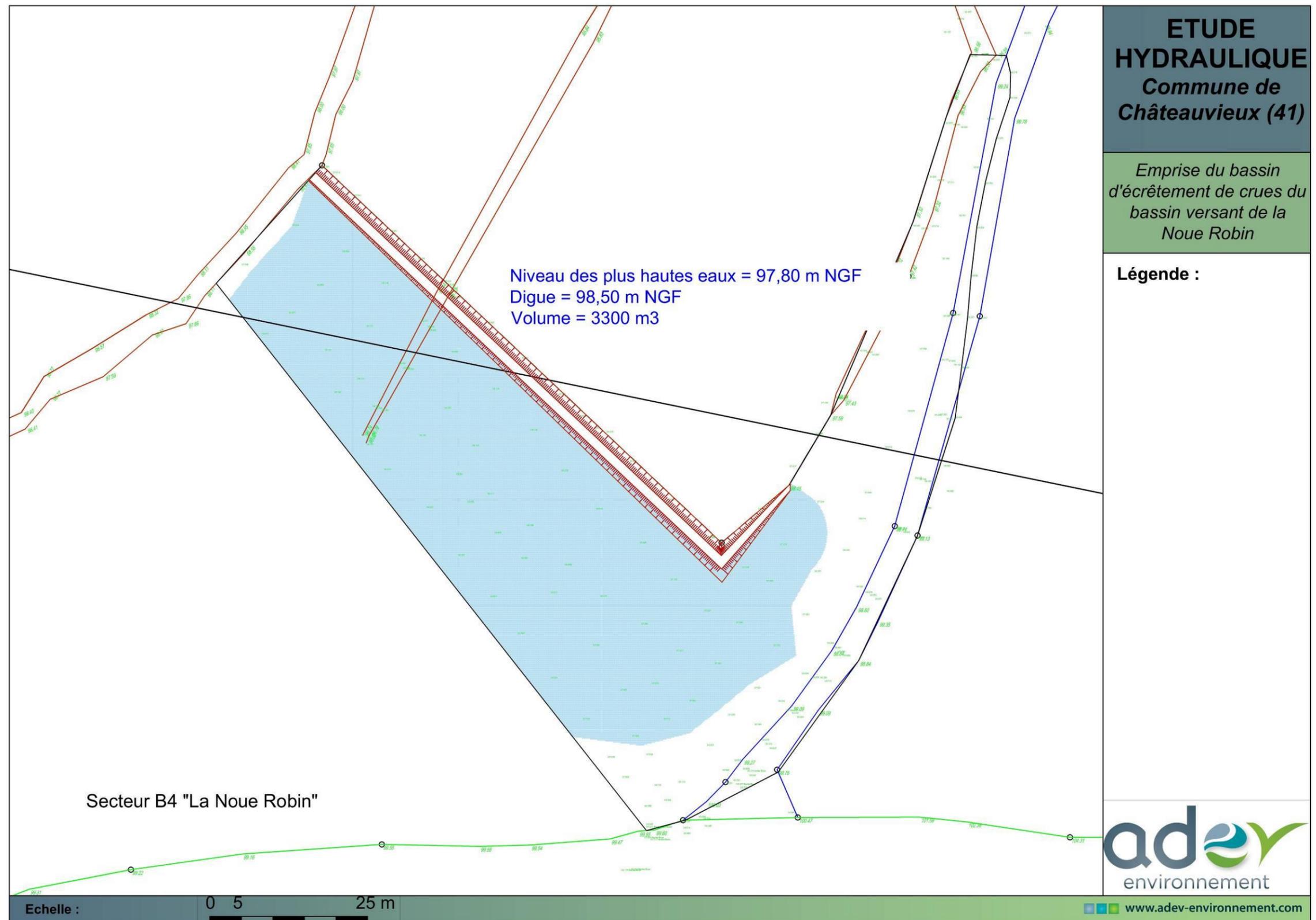


Figure 31 Emprise du bassin d'écrêtement des crues du bassin versant de la Noue Robin

e. Bassin versant des Terres Rouges

Concernant le bassin versant des Terres Rouges, il est envisagé de reméandrer le cours d'eau en aval du chemin de la Cossaie, en élargissant son lit en créant une zone de débordement autour du cours d'eau actuel, qui sera inondé en cas de forte pluie, c'est-à-dire une Zone Tampon Humide Artificielle.

La parcelle ZV 1036 a été retenue, soit 4 600 m² au total.

En fixant une cote des plus hautes eaux aux alentours de 106 m NGF, grâce à un **système de digue percée** et de surverse (en aval) et à la topographie naturelle, la capacité de rétention serait de 9 120 m³, soit plus du volume décennal (6 227 m³) et presque la totalité du volume centennal (9 841 m³).

A noter que dans ces conditions les eaux déborderaient en cas de crue sur les parcelles voisines qui, par temps sec, pourront être allouées à l'agriculture. Elles ne seront immergées qu'en cas de pluie exceptionnelle.

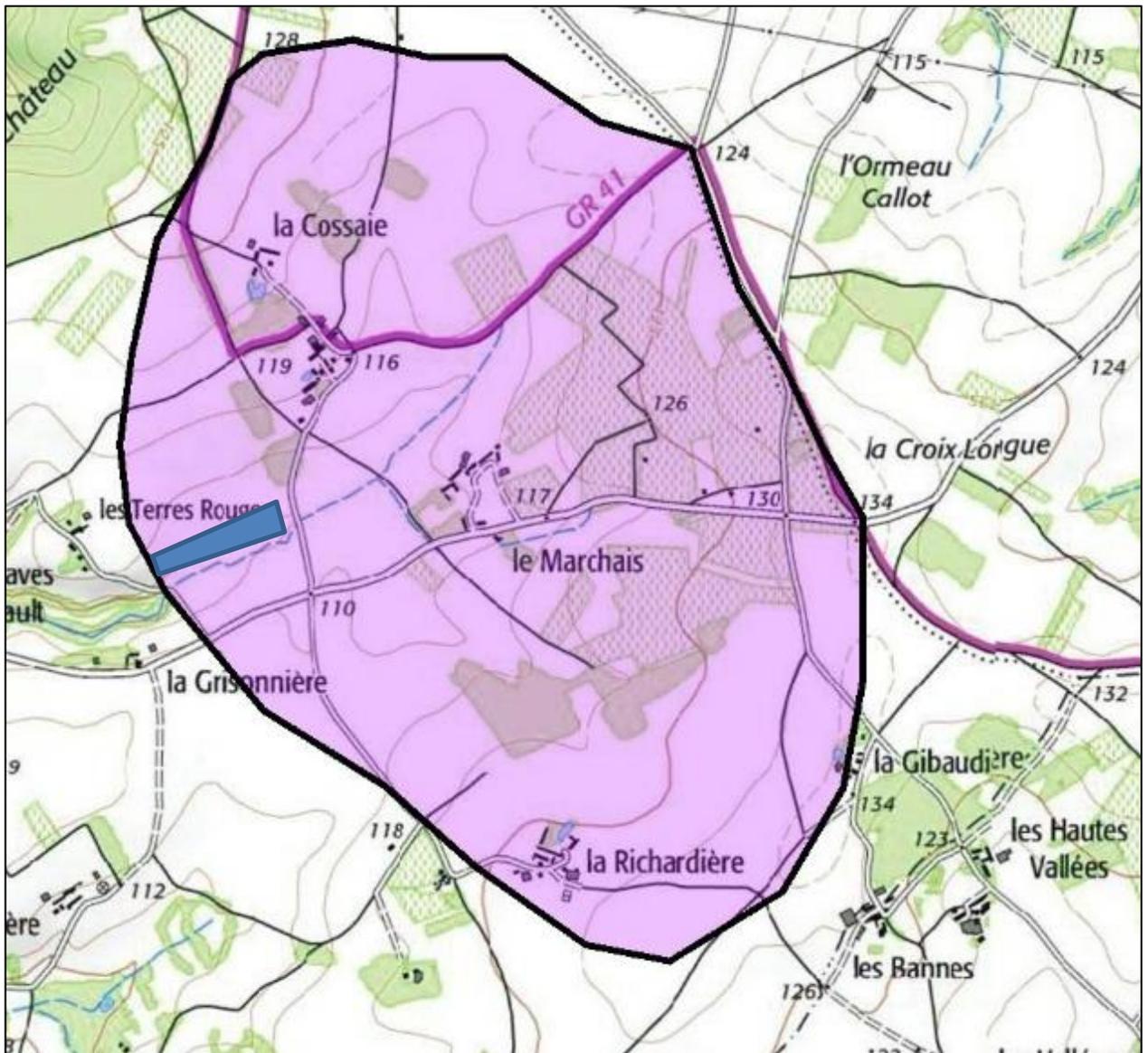


Figure 32 : Bassin versant des Terres Rouges capté

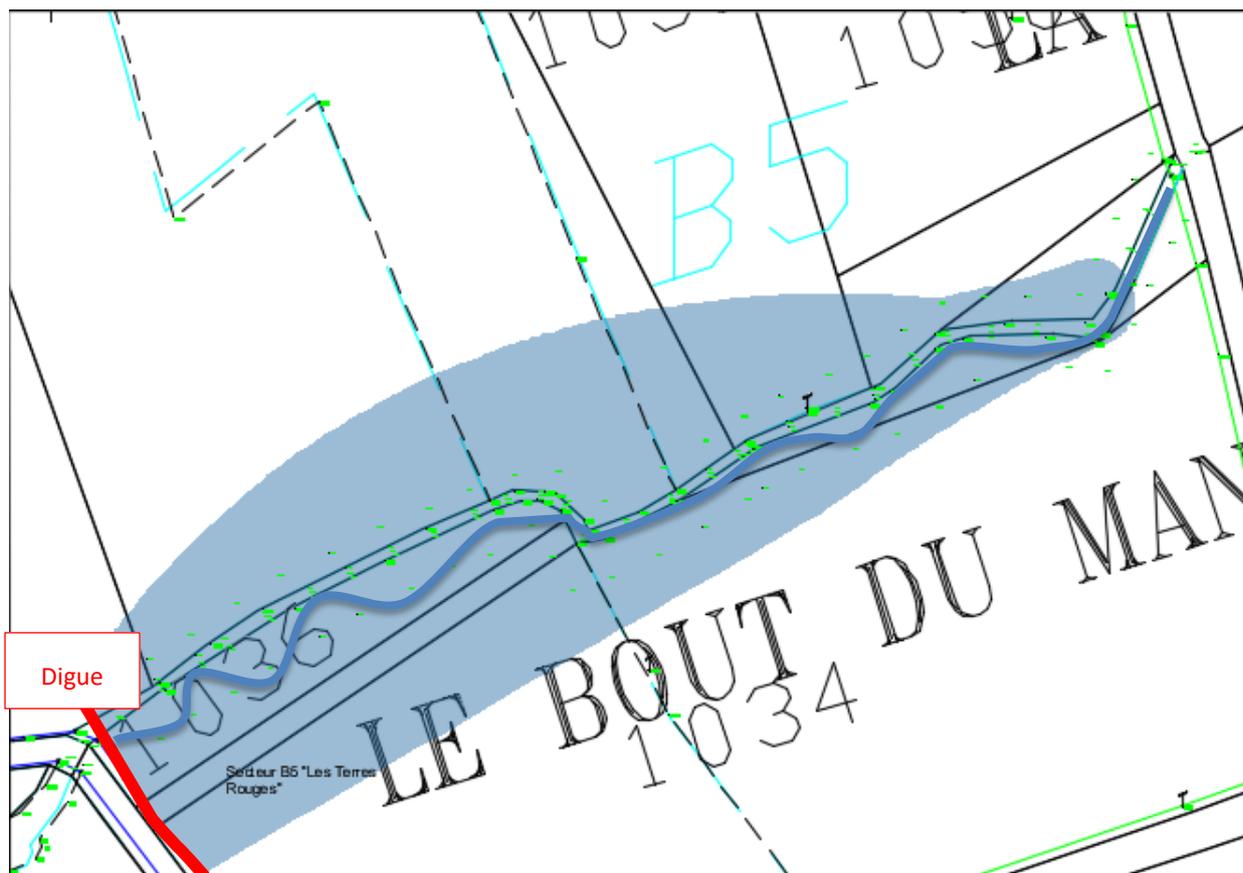


Figure 33 : Emprise de la zone de surdébordement du bassin de rétention sur le bassin versant des Terres Rouges

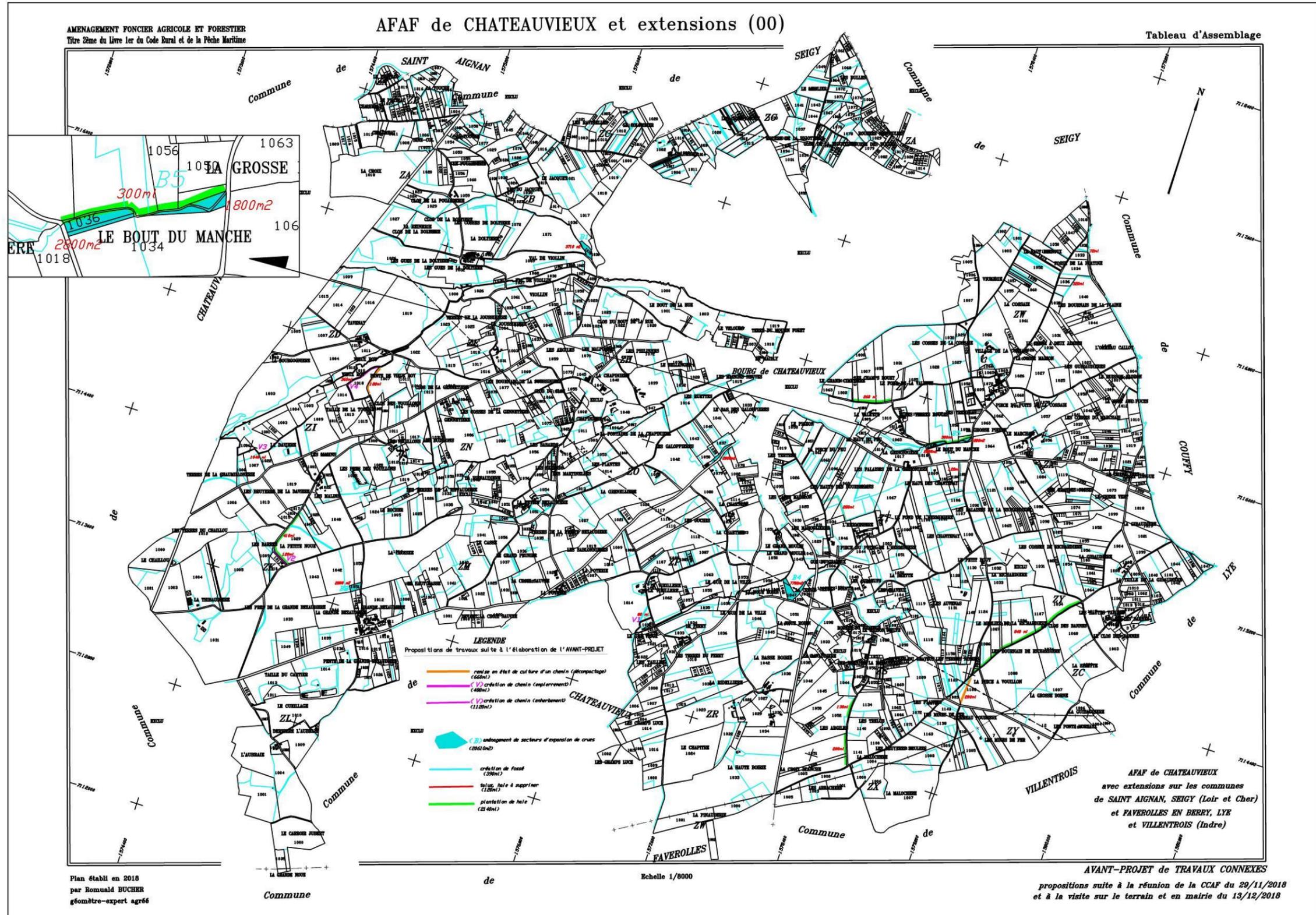


Figure 34 : Emplacement de l'aménagement sur le bassin versant des Terres Rouges

Caractéristiques du bassin d'écrêtement des crues

Le bassin de rétention aura les caractéristiques suivantes :

Tableau 25 : Caractéristiques du bassin de rétention à réaliser sur le bassin des Terres Rouges

	Les Terres Rouges
Surface totale collectée (ha)	221
Débit décennal (l/s)	3 242
Débit de fuite (l/s)	500
Volume à stocker pour une pluie décennale (m ³)	6 227
Temps de vidange (heures)	3
Cote TN digue (m NGF)	106,60
Cote fil d'eau sortie (m NGF)	103,20
Cote surface en eau (m NGF)	106,00
Hauteur d'eau max (m)	2,80
Ø canalisation de sortie (mm)	500
Volume maximal stockable (m³)	9 120

Ouvrage de sortie

Le tableau suivant indique les caractéristiques de l'ouvrage de sortie.

Tableau 26 : Caractéristiques des ouvrages de sortie sur le bassin des Terres Rouges

	Les Terres Rouges
Pente de canalisation (m/m)	0,013
Ø canalisation de sortie (mm) en PVC lisse	500
Débit capable de la canalisation (l/s)	502

Déversoir

Le tableau suivant indique les caractéristiques du déversoir. Il en résulte un débit capable de 4 759 l/s, supérieur au débit centennal qui est de 4 502 l/s.

Tableau 27 : Caractéristiques du déversoir du bassin des Terres Rouges

	Les Terres Rouges
Débit centennal (en l/s)	4 502
Hauteur de la surverse (en m)	0,5
Largeur de la surverse (en m)	2,0
Pente de l'ouvrage (en m/m)	0,02
Débit capable (en l/s)	4 759
Cote de fond de surverse (en m NGF)	106,00
Cote de la digue (en m NGF)	106,60

Conception et création de la digue

La digue aura une longueur totale de 55 m.

Au vue des relevés topographiques, le volume total de la digue serait de l'ordre de 555 m³.

Pour rappel, dans un but sécuritaire même temporaire, une étude de sol devra être réalisée afin de vérifier la capacité de réaliser les digues avec les matériaux en place : elle devra conclure quant à la possibilité, eu égard que leurs caractéristiques géotechniques respectent ou non les conditions réunies pour ériger une digue étanche et fiable.

Débit réservé

Le bassin des Terres Rouges sera créé en barrage d'un écoulement classé comme « indéterminé » par la DDT. Si cet écoulement est reconnu comme cours d'eau, un débit réservé devra être respecté. A ce titre le calcul du débit réservé, correspondant à 1/10^{ème} du débit moyen interannuel, a été estimé.

Afin de déterminer les débits caractéristiques des cours d'eau, l'AFB préconise de réaliser un rapport surfacique entre le cours d'eau étudié et un cours d'eau similaire (proche, pente et occupation du sol similaires).

Par conséquent, le rapport surfacique a été appliqué avec les données du Cher à Selles-sur-Cher (code station K6220910) qui a un bassin versant de 9 276 km².

Tableau 28 : Détermination du débit réservé – Terres Rouges

	Cher à Selles-sur-Cher	Cours d'eau au droit du projet
Surface bassin versant (km ²)	9 276	11,90
Débit moyen en l/s		
Janvier	109 000	140
Février	124 000	159
Mars	103 000	132
Avril	82 700	106
Mai	70 600	91
Juin	45 900	59
Juillet	22 200	28
Août	16 800	22
Septembre	18 800	24
Octobre	28 300	36
Novembre	45 400	58
Décembre	80 300	103
Année	61 900	79
Débit réservé	6 190	8

L'ouvrage devra donc permettre le respect du débit réservé, soit 8 l/s. Le choix de l'ouvrage de sortie et son débit capable (502 l/s) permet de respecter ce débit.

f. Bassin versant de la Rouère des Bulles

Le projet prévoyait initialement l'implantation de fossés à redents entre le boisement et le village de Val de Galerne, à la limite du périmètre de l'AFAP, en reprenant éventuellement la digue existante.

Ce projet a finalement été remplacé par la recherche d'une solution plus simple pour rediriger le ruissellement empruntant le chemin rural pour l'amener vers le bois.

En effet de forts écoulements s'écoulaient le long de ce chemin et causent des problèmes d'érosion de celui-ci et font courir des risques d'inondation pour le village de Galerne plus bas.

Il a été décidé de mettre en place des cunettes dans ce chemin, perpendiculairement au sens d'écoulement, permettant de rediriger les écoulements vers le bois afin d'éviter tout risque pour le village.

La mise en place de cunettes en béton permettra la durabilité de l'ouvrage.



Photo 7 : Chemin rural emprunté par les eaux de ruissellement

Le bassin versant intercepté a une surface de 11 ha pour un coefficient de ruissellement de 0,21 et une pente de 0,05 m/m. Il en découle un débit de ruissellement décennal de 366 l/s (temps de concentration estimé par la formule de Mockus à 25 min).

La mise en place d'une cunette arrondi, selon les dimensions suivantes permet l'évacuation de 480 l/s et le franchissement de l'ouvrage par les véhicules. Afin de s'assurer de capter tous les écoulements présents sur le chemin, notamment en cas de forts épisodes pluvieux (qui entraineraient potentiellement des débris, cailloux, branchages, etc...), trois cunettes seront mises en place. Leur but est de permettre le tamponnement des écoulements avant d'arriver au busage sous la route. Les écoulements seront dirigés dans le bois, en amont des deux « digues » situées dans la rouaire.

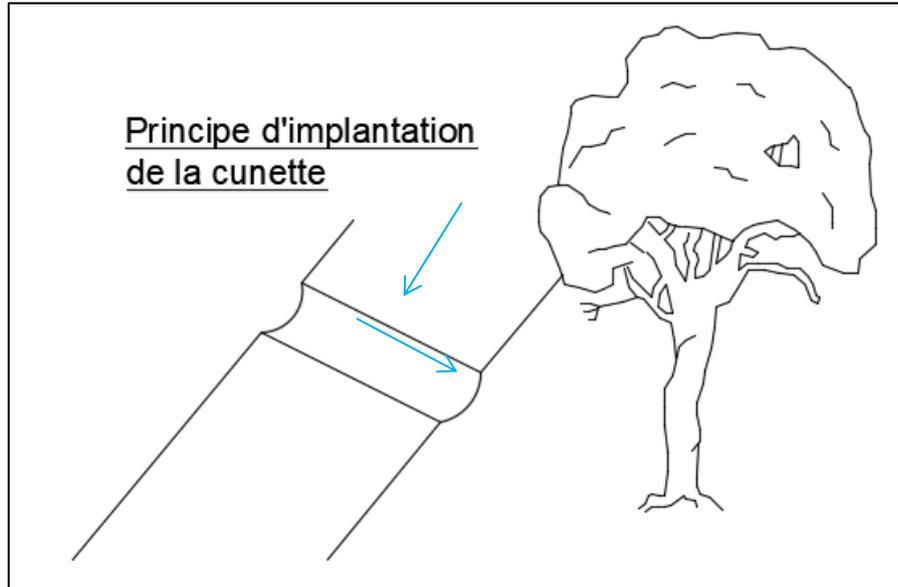


Figure 36 : Principe d'implantation de la cunette

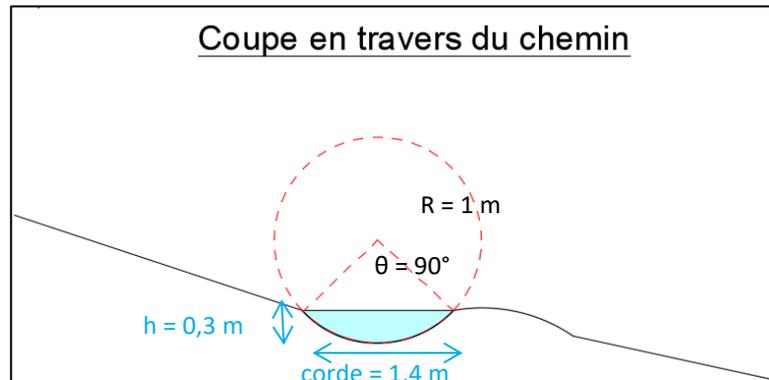


Figure 37 : Coupe en travers du chemin au niveau de la cunette

K Coeff rugosité	Hauteur	Angle du segment	Rayon	Longueur de l'arc de cercle	Aire du segment	Pm Péri-mètre mouillée (m)	Rh Rayon hydraulique (m)	I pente de l'ouvrage (m/m)	
70	0.3	90	1	1.57	0.30	1.57	0.188	0.005	
Qcap =					0.480	m³/s			

Figure 38 : Dimensionnement et débit capable de la cunette (béton)

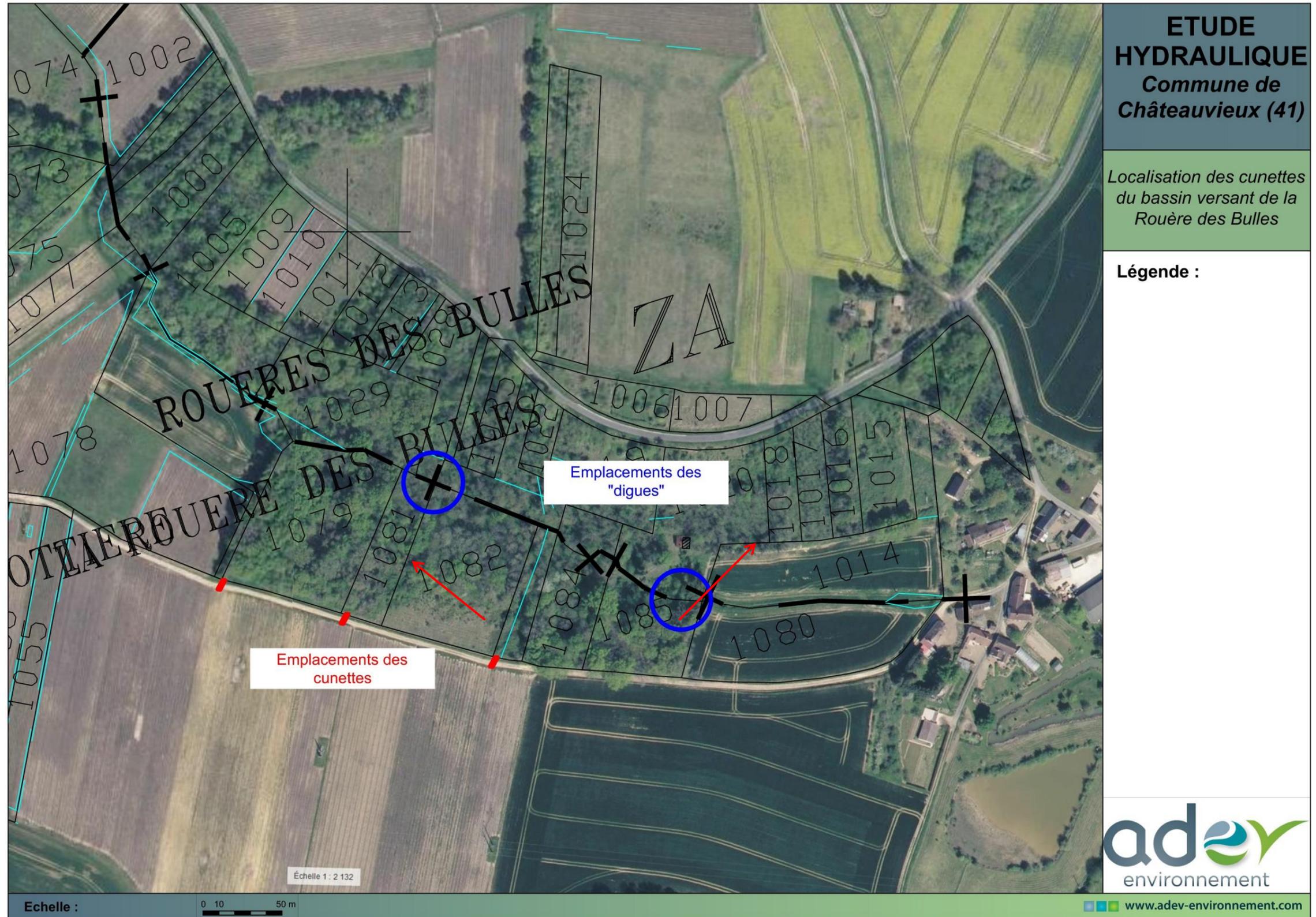


Figure 39 : Localisation des cunettes du bassin versant de la Rouère des Bulles

PIECE 6. Effets des travaux connexes sur les eaux de ruissellement

1. Généralités

L'aménagement prévu interfère avec le milieu aquatique au niveau des rejets d'eaux pluviales dont il faut évaluer l'impact tant sur la qualité que sur le régime hydraulique des eaux superficielles du milieu récepteur.

2. Effets sur les débits transitant dans les bassins versants captés

Les graphiques ci-après présentent les débits sortants des bassins versants captés, avec et sans aménagement.

Les diminutions de débits transitant au niveau du bourg de Châteauvieux et en sortie du périmètre de l'AFAF, au niveau de Val de Galerne, donnés par les simulations hydrauliques sont reprise dans le tableau suivant.

Tableau 29 : Effets des travaux connexes sur les débits

Période de retour de pluie Durée de précipitation	Au niveau du bourg de Châteauvieux				En sortie du périmètre de l'AFAF			
	5 ans	10 ans	50 ans	100 ans	5 ans	10 ans	50 ans	100 ans
60 min	22 %	19 %	14 %	13 %	13 %	11 %	8 %	7 %
120 min	26 %	23 %	17 %	15 %	17 %	15 %	10 %	8 %
180 min	27 %	23 %	18 %	16 %	19 %	17 %	12 %	11 %
240 min	31 %	27 %	19 %	17 %	21 %	17 %	12 %	11 %

La mise en place des bassins d'écroulement des crues permettra de diminuer considérablement les débits de ruissellement, et par conséquent de diminuer le risque d'inondation.

Pour une pluie d'une heure, la diminution des débits décennaux transitant à Châteauvieux sera de l'ordre de 19 %, et de 11 % en sortie du périmètre de l'AFAF.

Pour une pluie de retour 100 ans, la diminution de débit sera respectivement de 13 % et 7 %.

L'impact du projet sera donc bénéfique.

La **période de retour**, ou temps de retour, caractérise le temps statistique entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée.

Ce terme est très utilisé pour caractériser les risques naturels comme les inondations ou les pluies (selon le paramètre d'intensité correspondant adéquat débit ou quantité de pluie). Cette notion est utilisée par les autorités gouvernementales pour planifier des infrastructures qui doivent répondre à l'usage normal des citoyens en tenant compte d'une marge pour les événements exceptionnels.

La période de retour doit être interprétée comme la probabilité statistique. Par exemple, si une accumulation sur 24 heures de X mm est une pluie de période de retour 10 ans, c'est que cette pluie s'est produite statistiquement à la fréquence d'une fois tous les dix ans. Cela ne veut pas dire qu'une telle pluie se produira régulièrement tous les dix ans mais que statistiquement, elle a 10 % de chance de se produire durant une année particulière (chaque année, probabilité 1/10 de survenir).

Ainsi une pluie de période de retour de 10 ans peut se produire plusieurs fois dans une même année ou une fois durant un certain nombre d'années consécutives, puis ne plus se produire durant plusieurs dizaines d'années.

a. En sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

Pluie de retour 5 ans

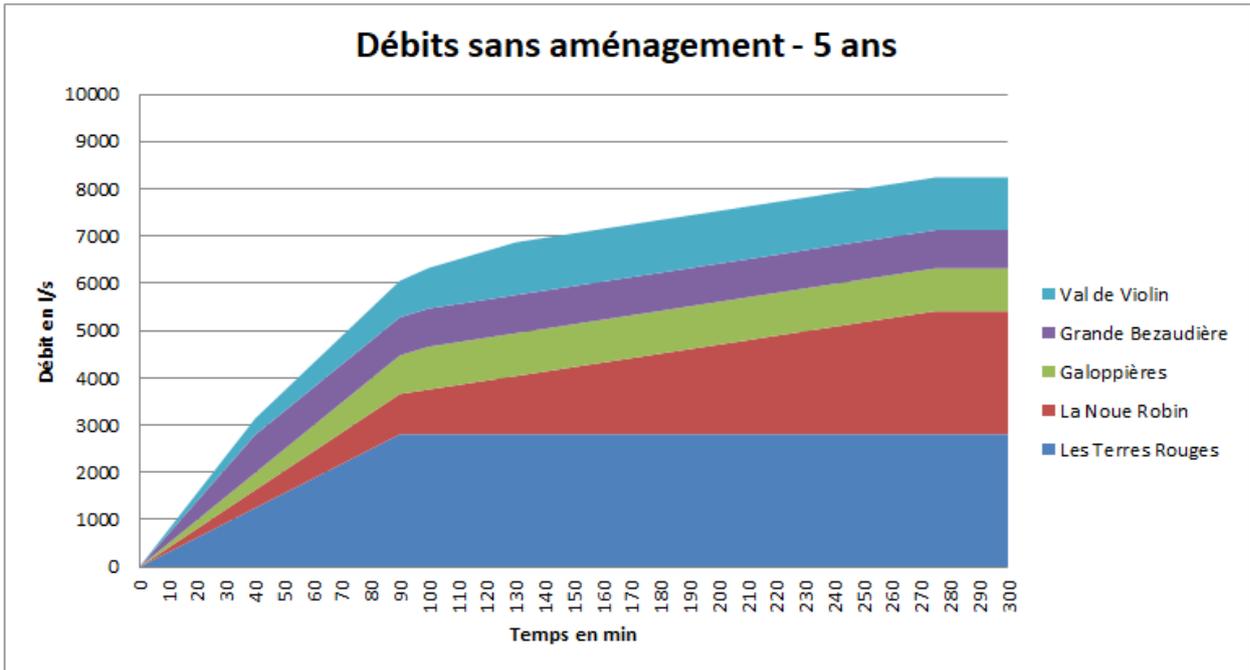


Figure 40 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 5 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

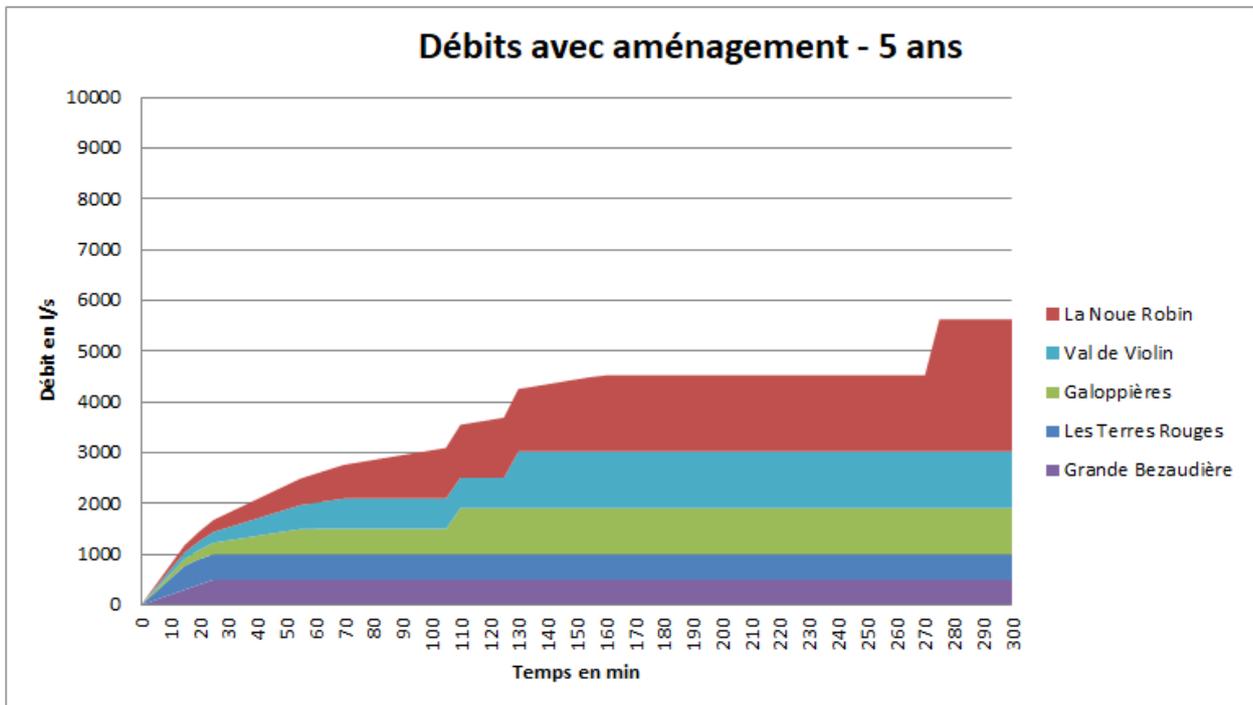


Figure 41 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 5 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

Pluie de retour 10 ans

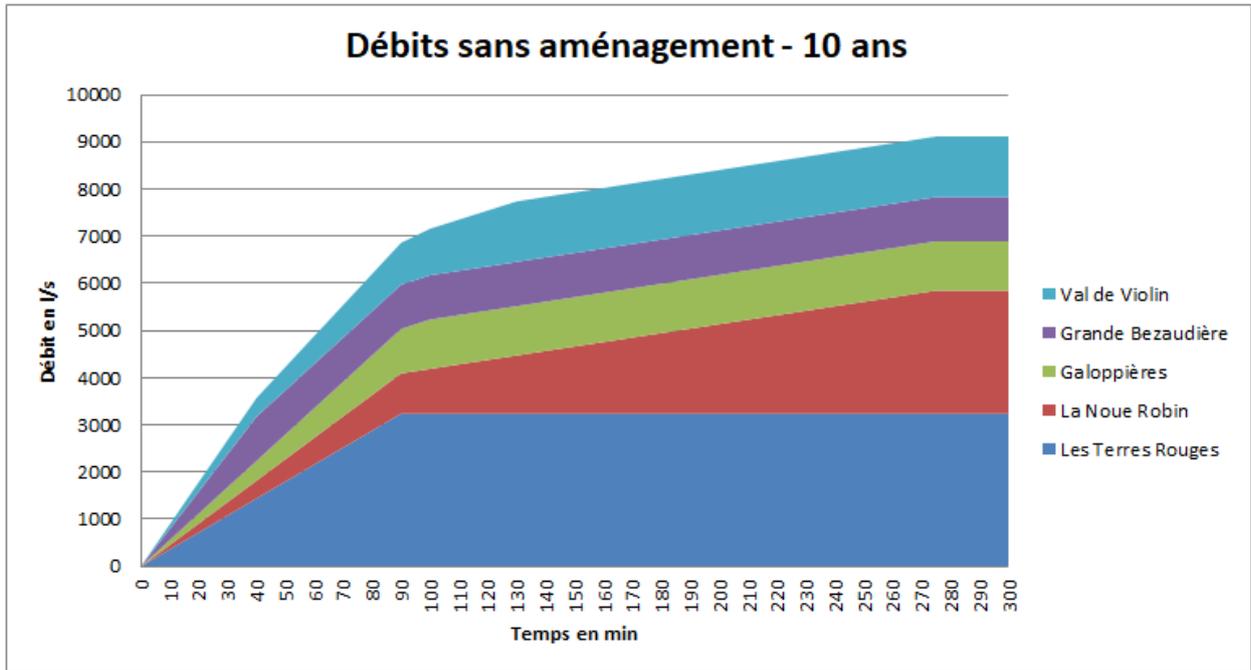


Figure 42 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 10 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

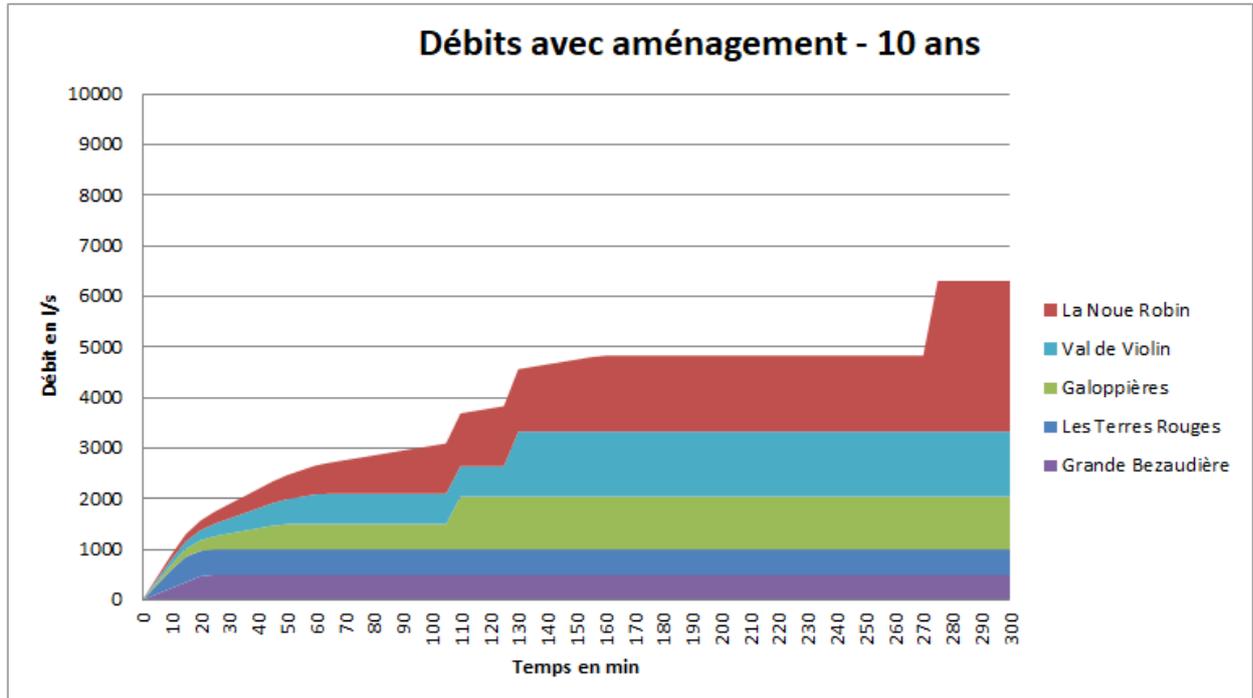


Figure 43 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 10 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

Pluie de retour 50 ans

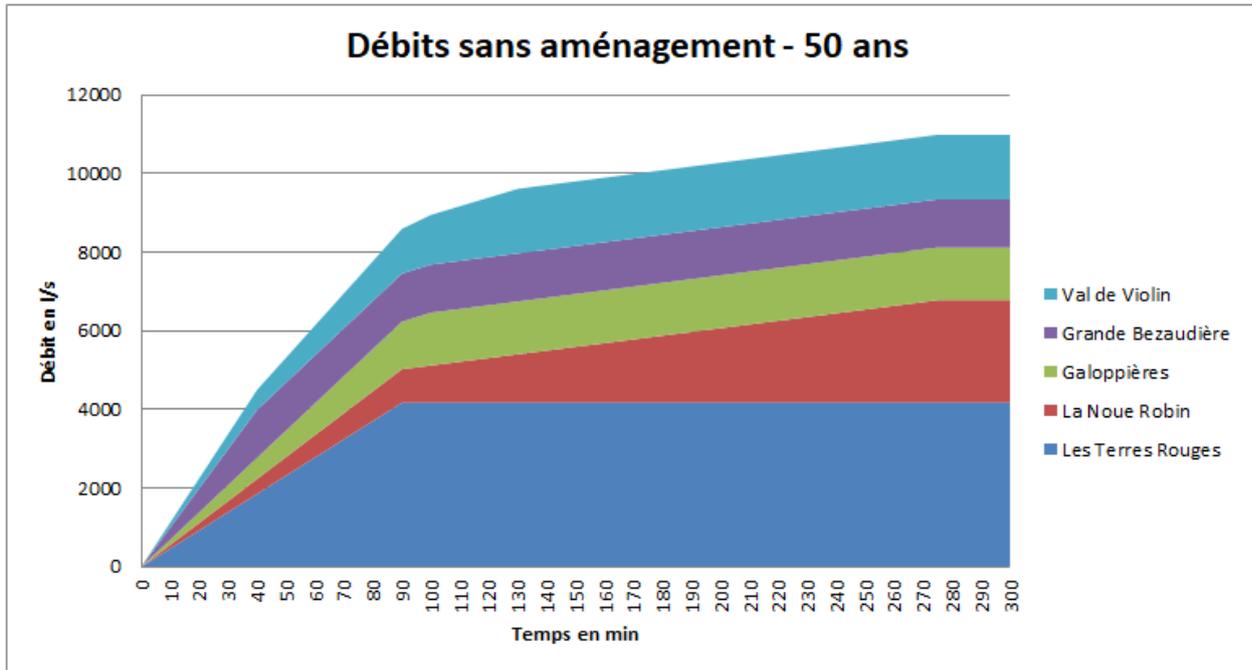


Figure 44 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 50 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

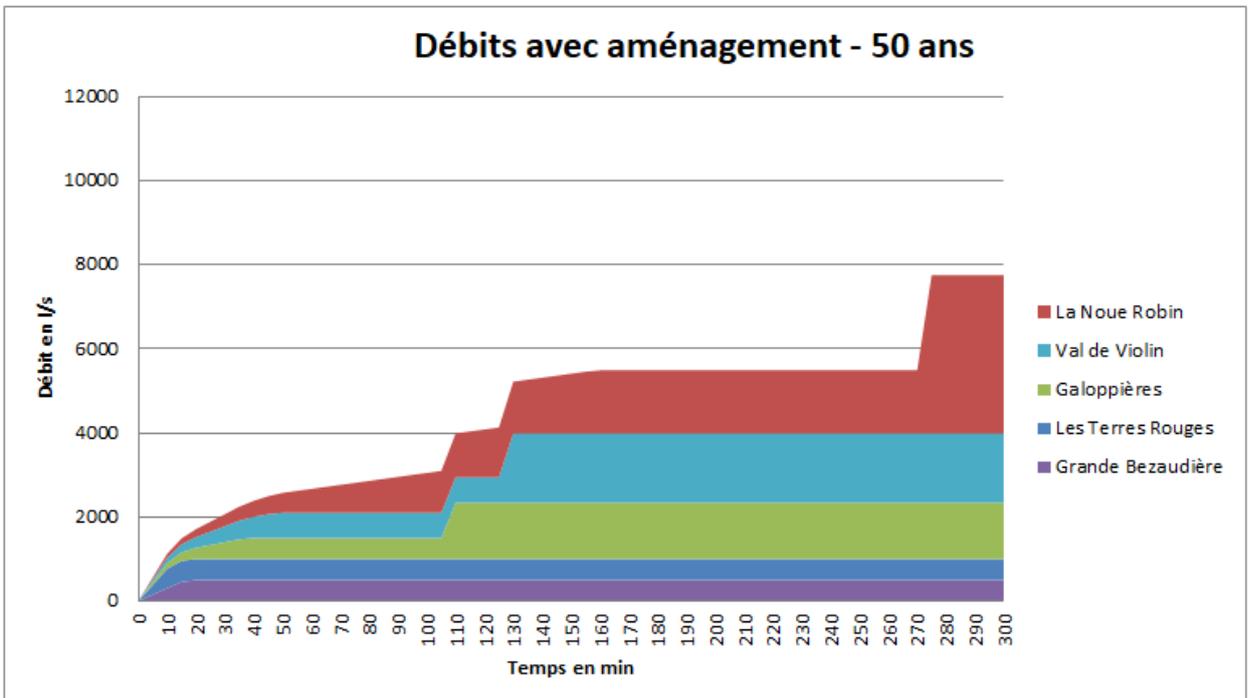


Figure 45 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 50 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

Pluie de retour 100 ans

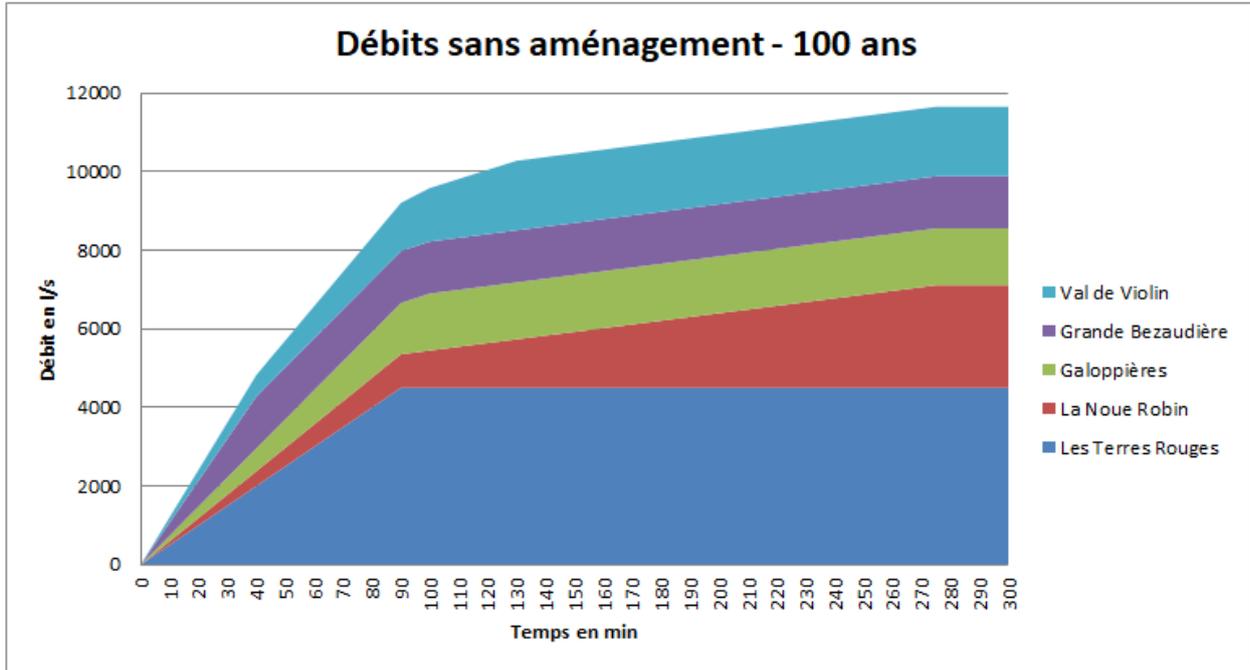


Figure 46 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

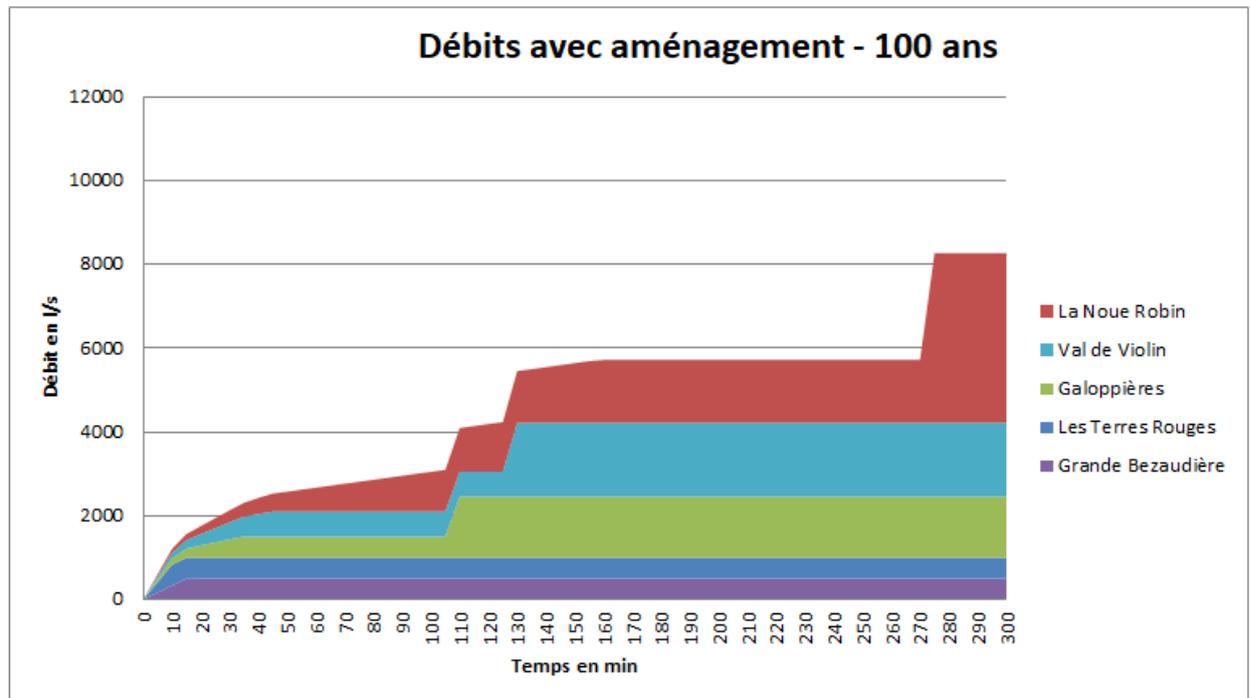


Figure 47 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 100 ans – en sortie des bassins mis en place dans le cadre des travaux connexes

b. Dans le bourg de Châteauneuf

Pluie de retour 5 ans

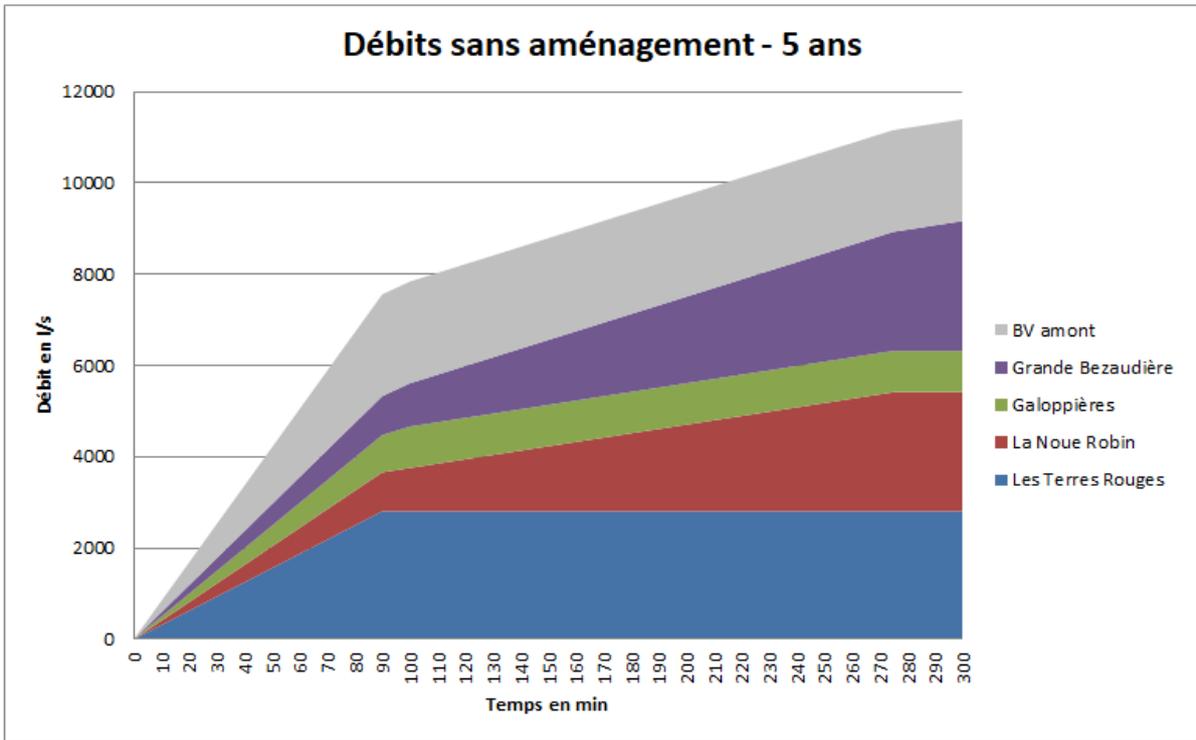


Figure 48 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 5 ans – dans le bourg de Châteauneuf

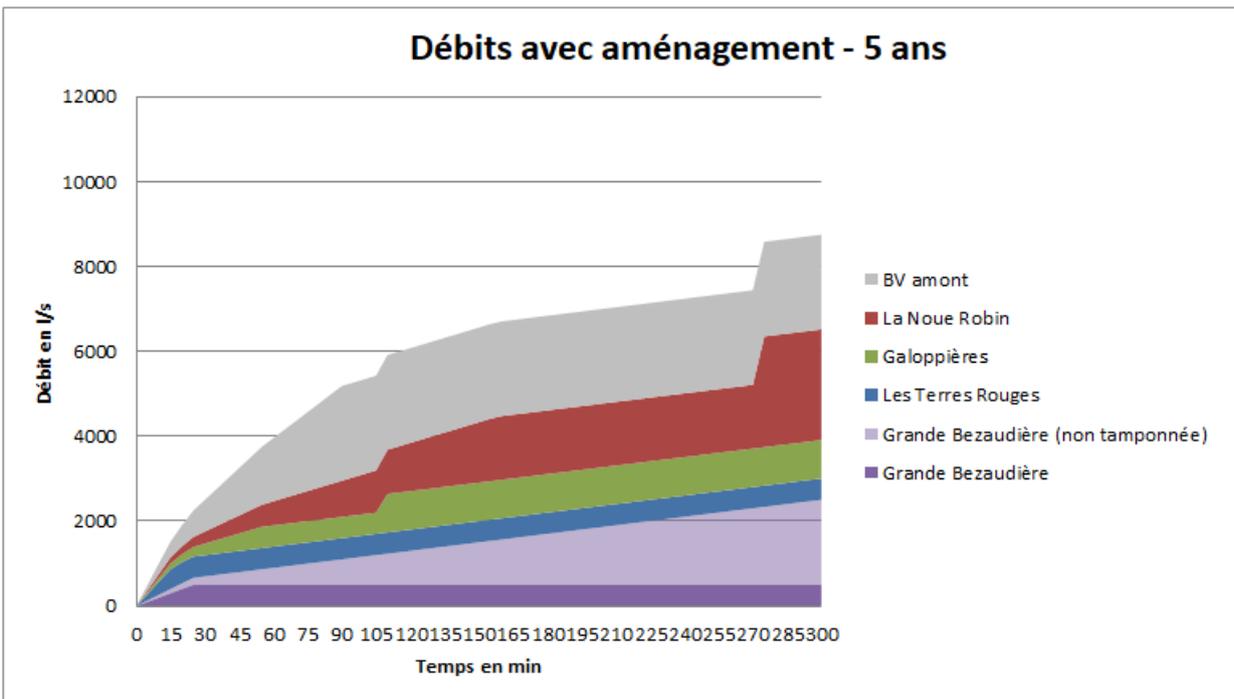


Figure 49 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 5 ans – dans le bourg de Châteauneuf

Pluie de retour 10 ans

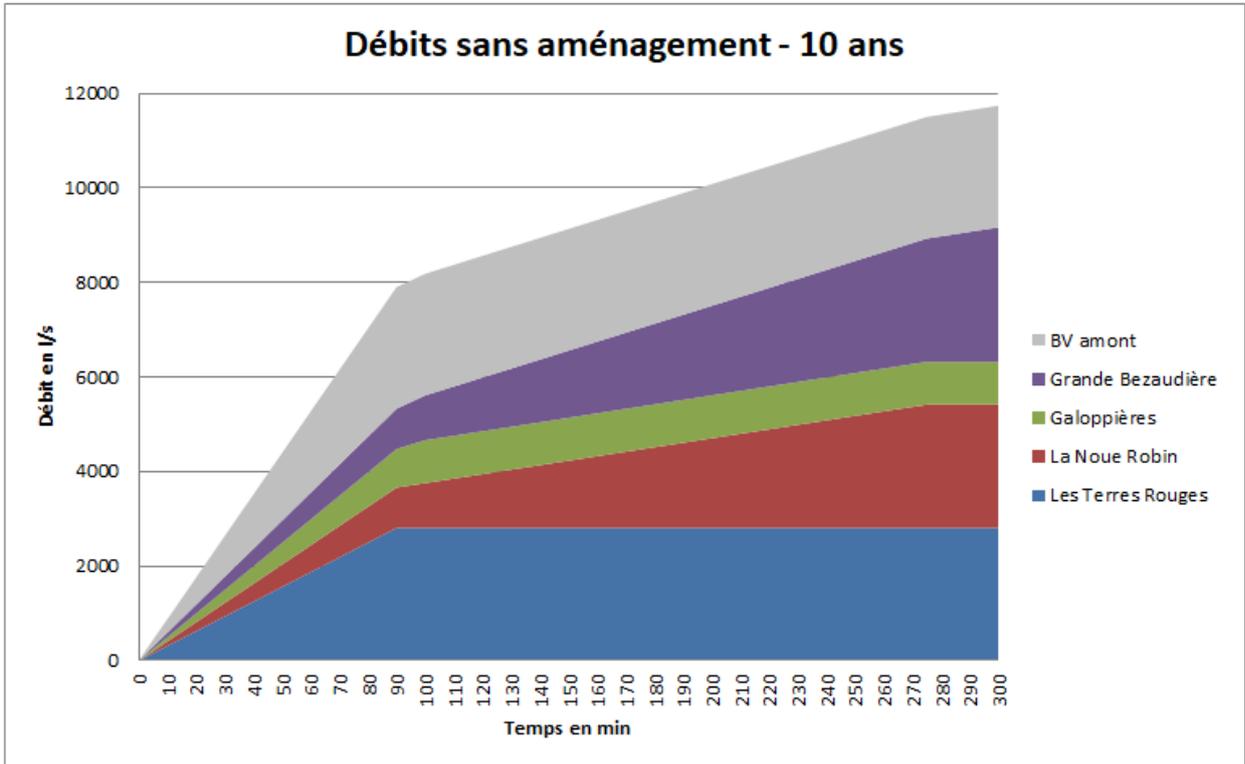


Figure 50 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 10 ans – dans le bourg de Châteaueux

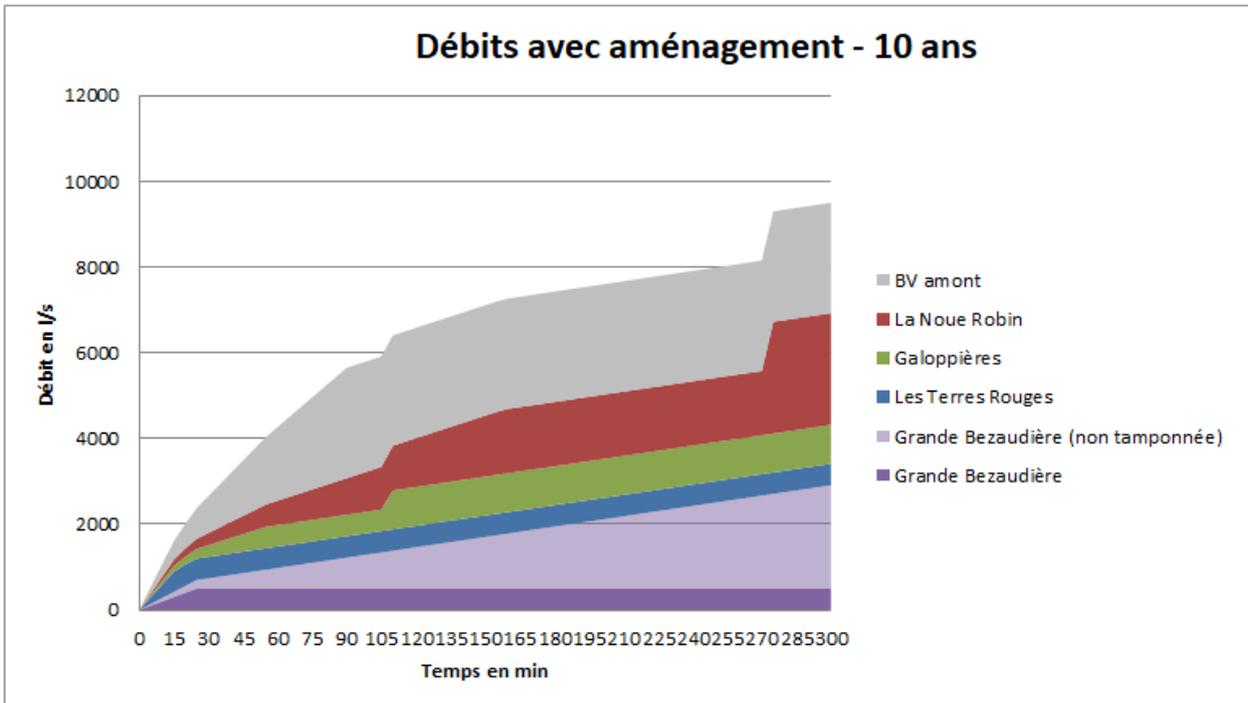


Figure 51 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 10 ans – dans le bourg de Châteaueux

Pluie de retour 50 ans

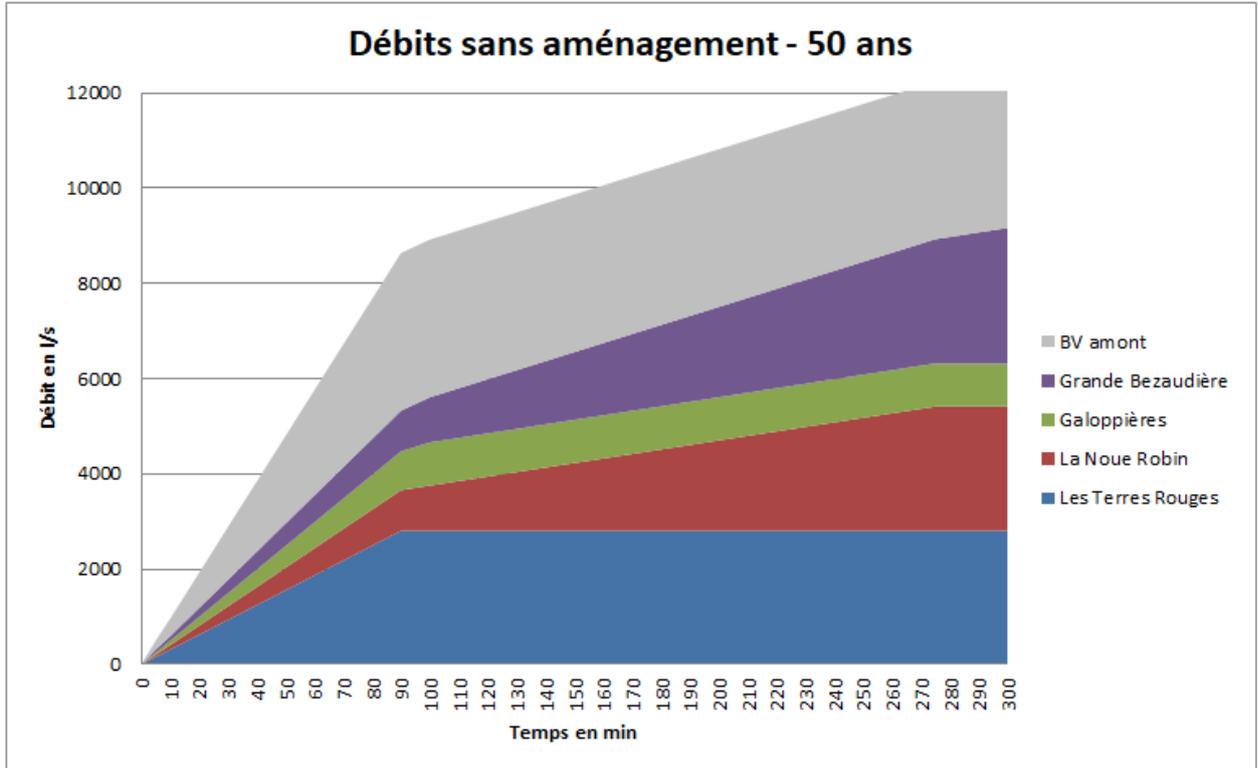


Figure 52 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 50 ans – dans le bourg de Châteaueux

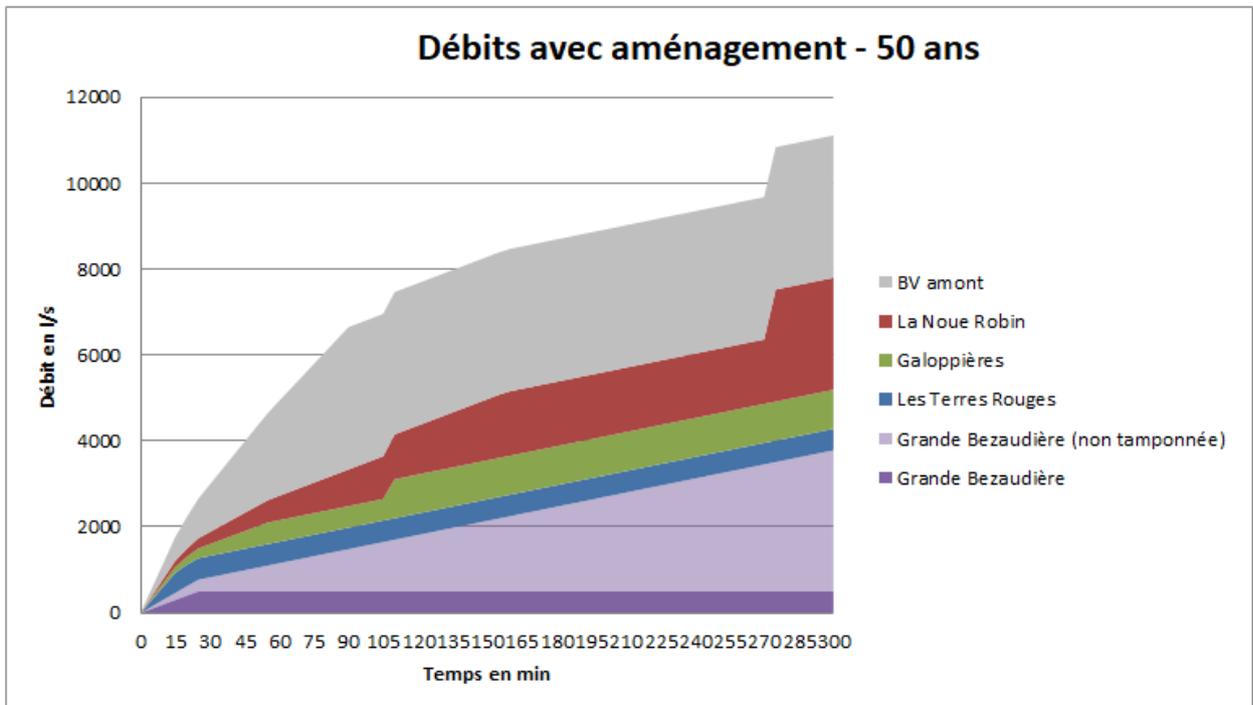


Figure 53 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 50 ans – dans le bourg de Châteaueux

Pluie de retour 100 ans

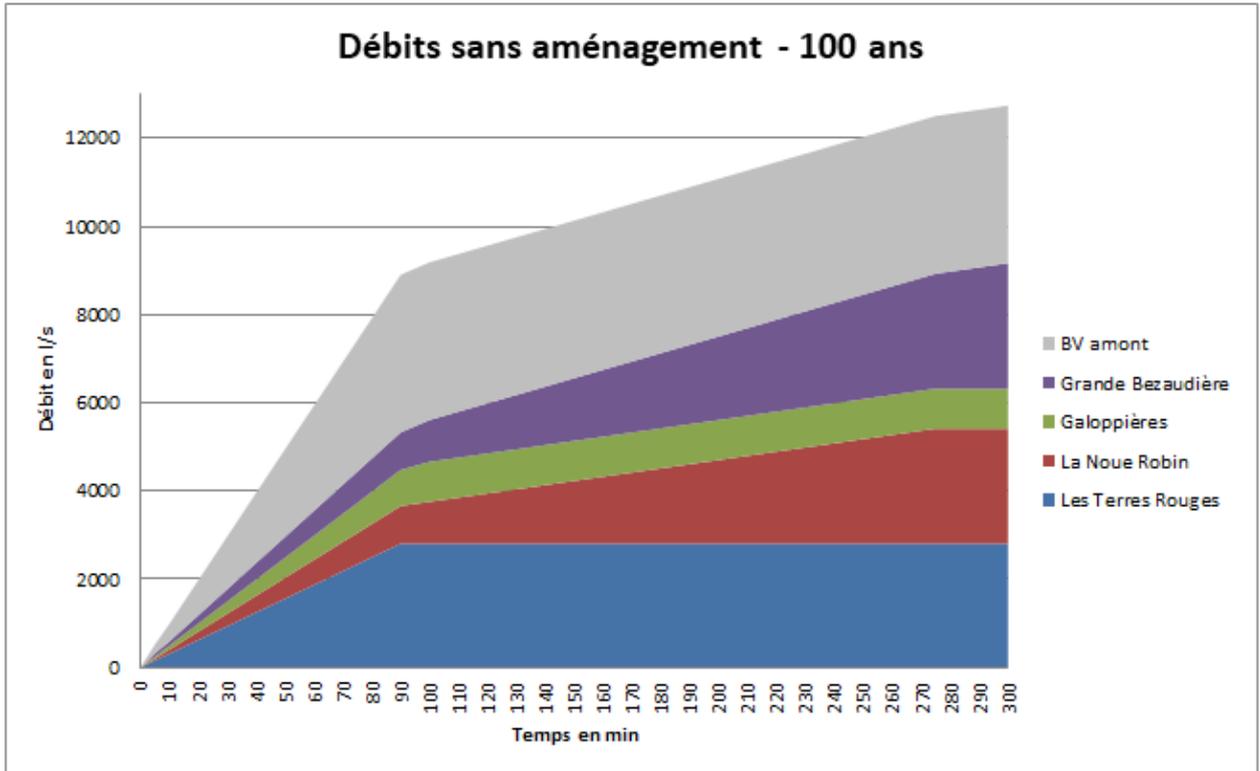


Figure 54 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 100 ans – dans le bourg de Châteaueux

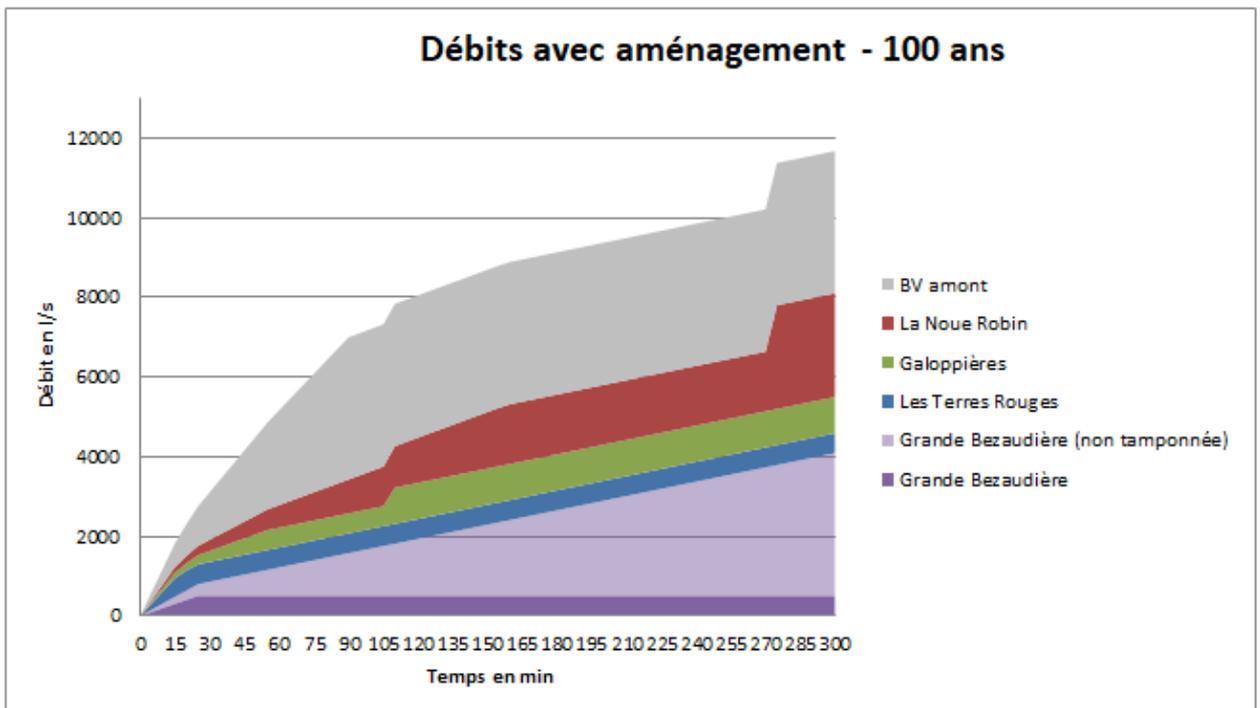


Figure 55 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 100 ans – dans le bourg de Châteaueux

c. En sortie du périmètre de l'AFAF

Pluie de retour 5 ans

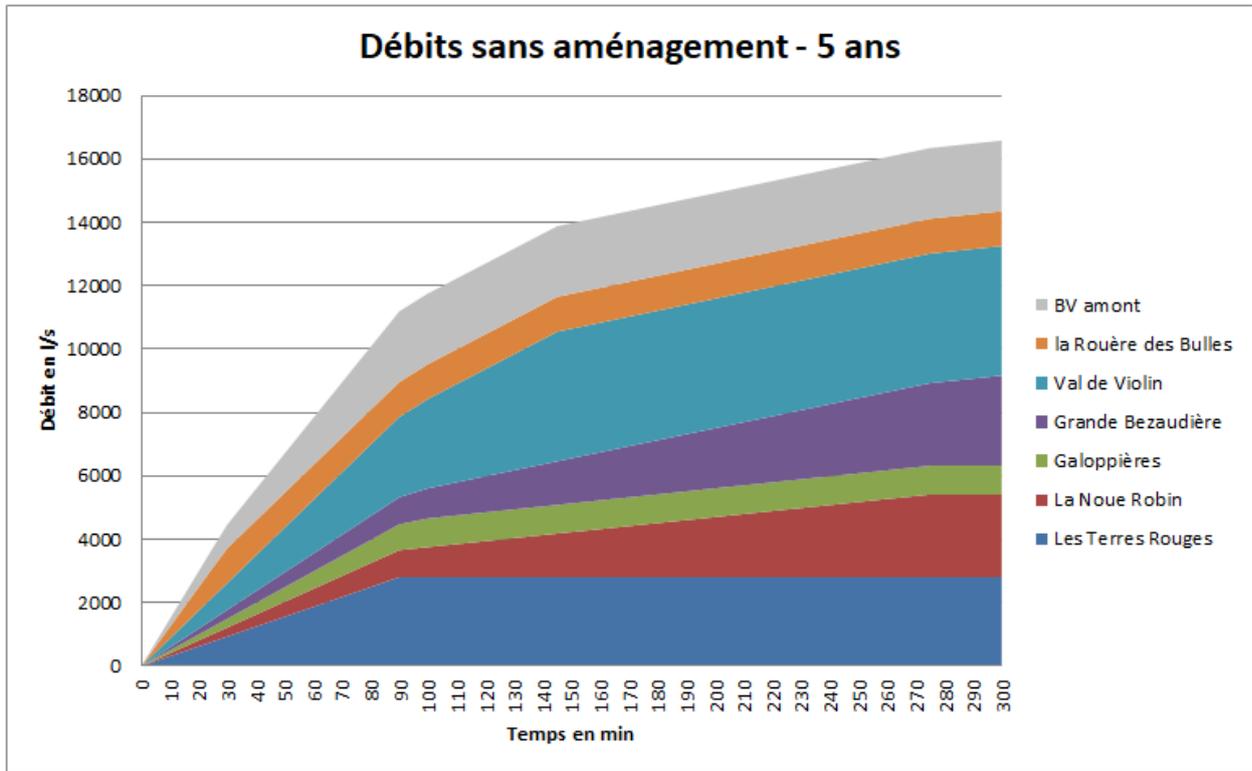


Figure 56 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 5 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

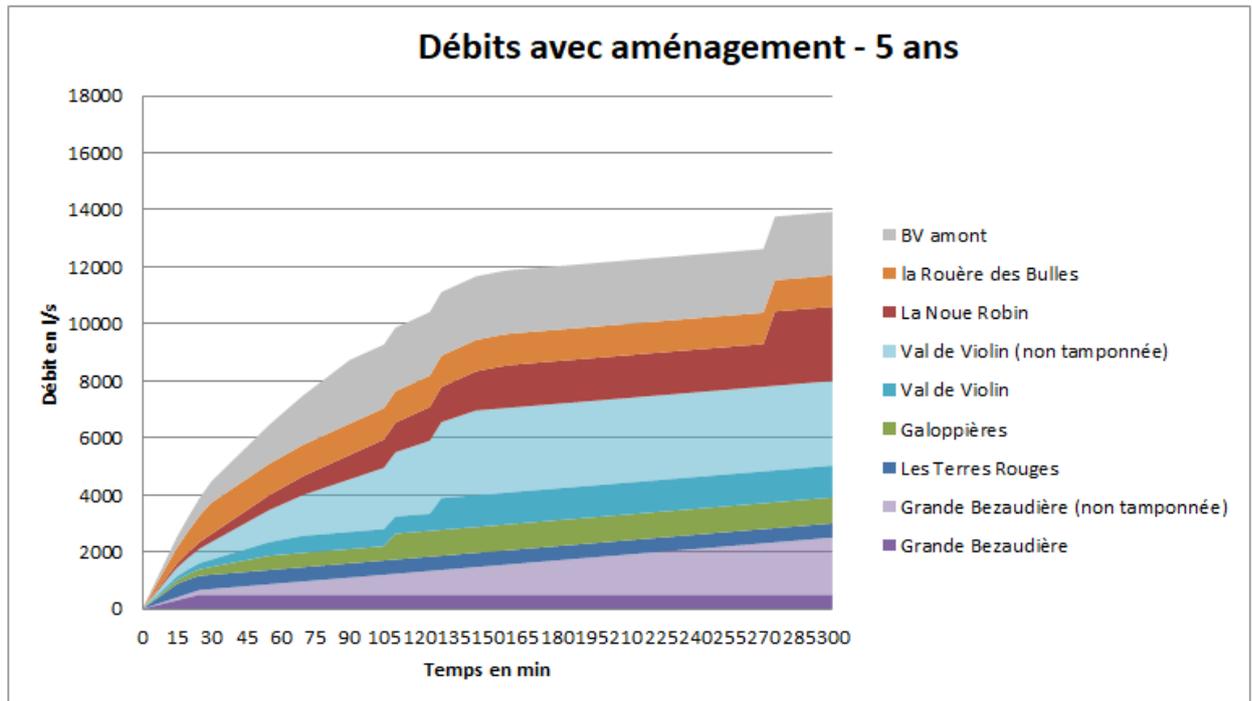


Figure 57 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 5 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

Pluie de retour 10 ans

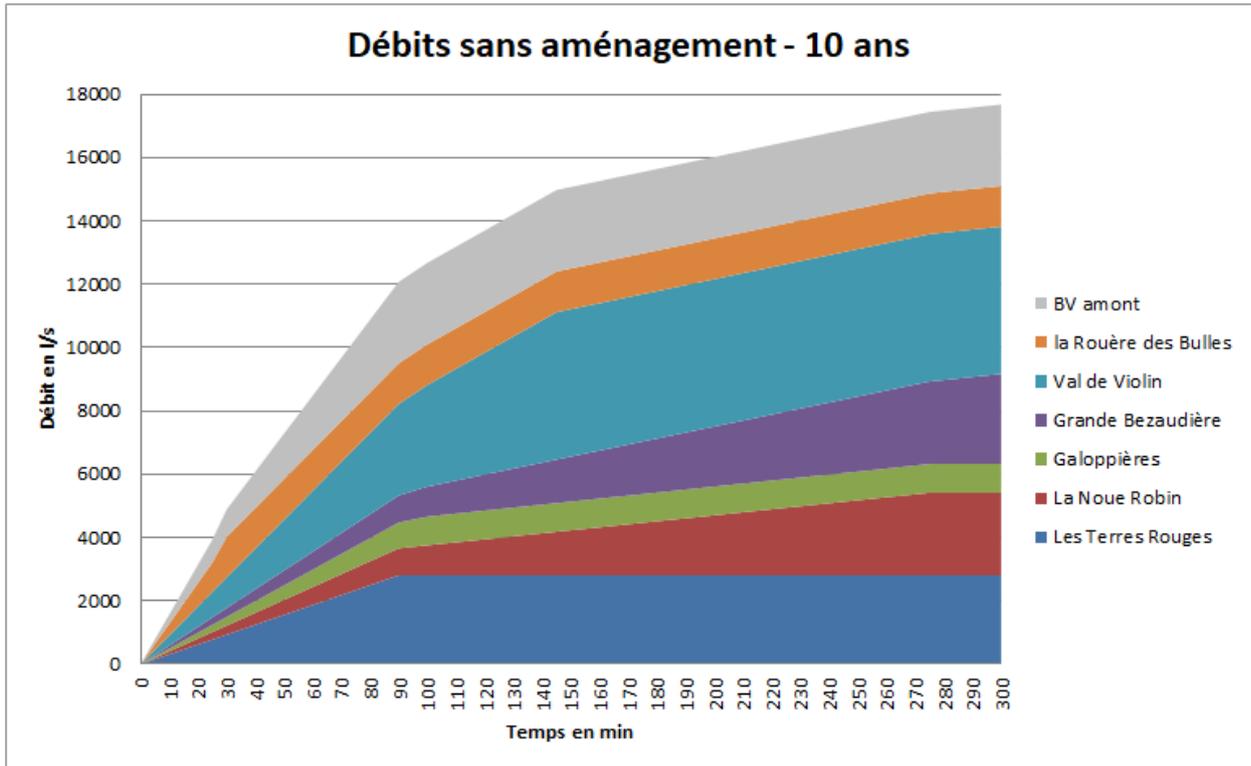


Figure 58 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 10 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

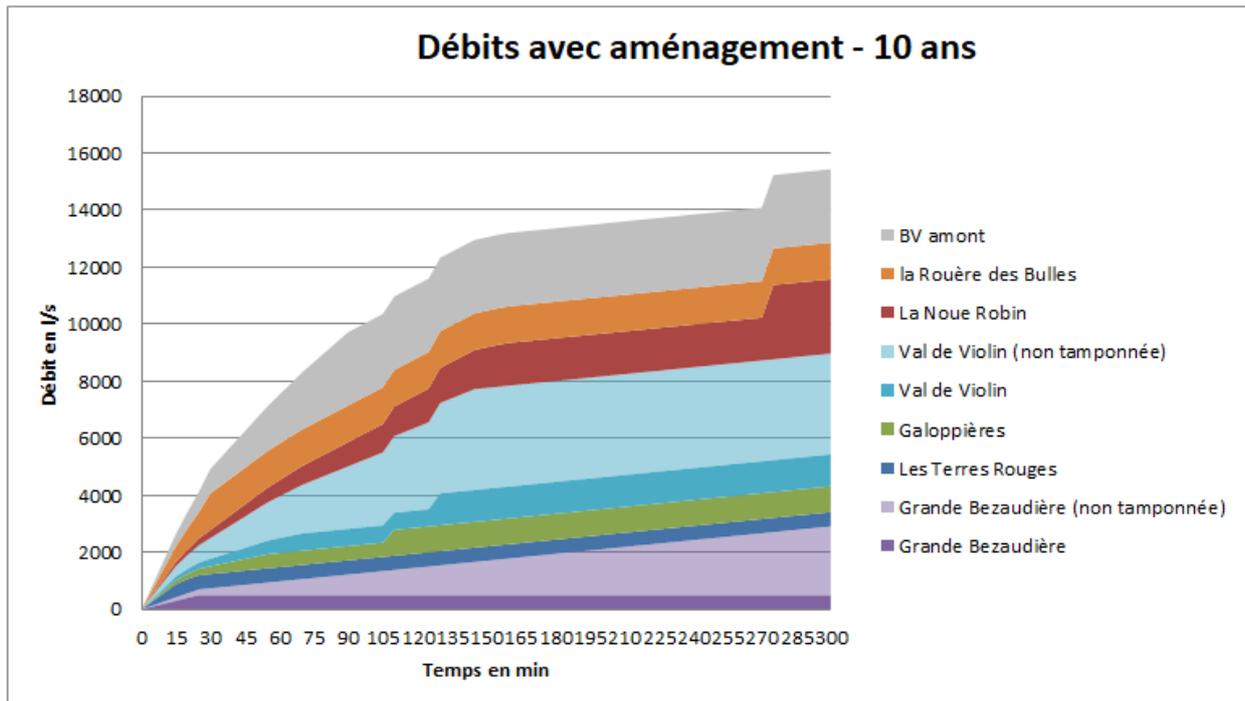


Figure 59 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 10 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

Pluie de retour 50 ans

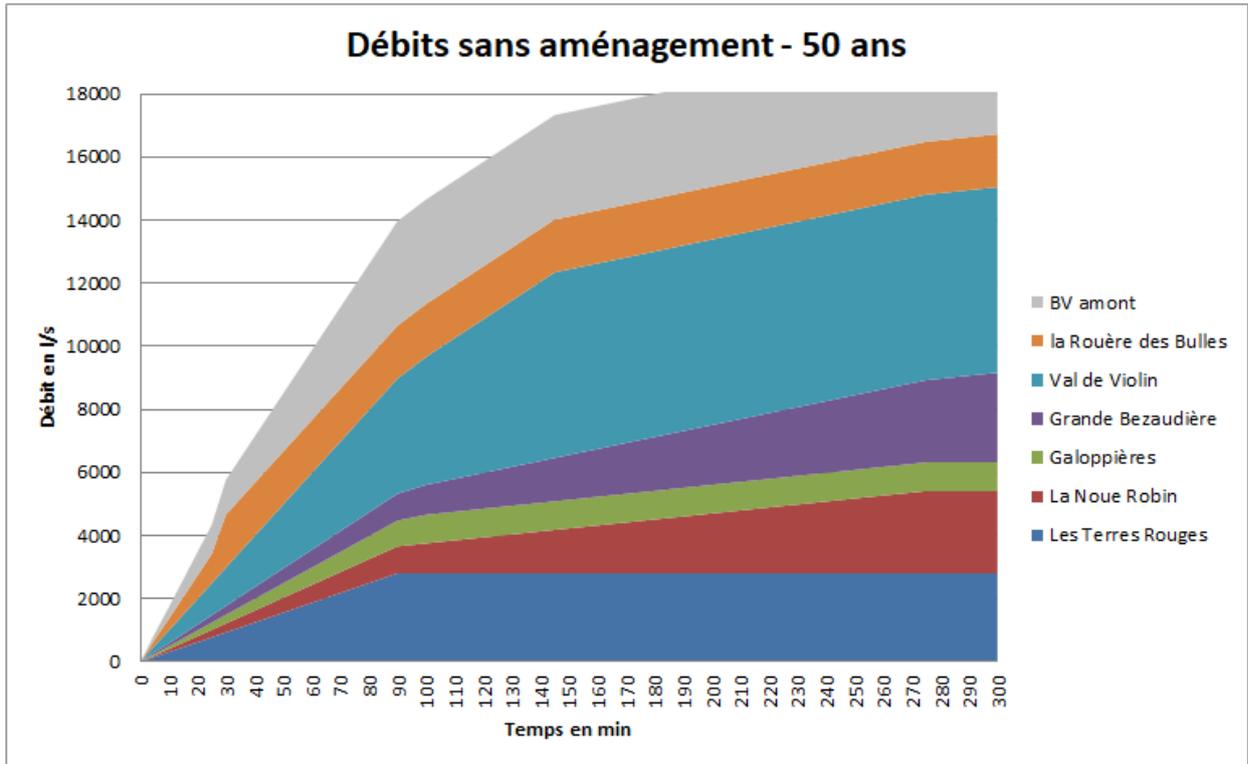


Figure 60 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 50 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

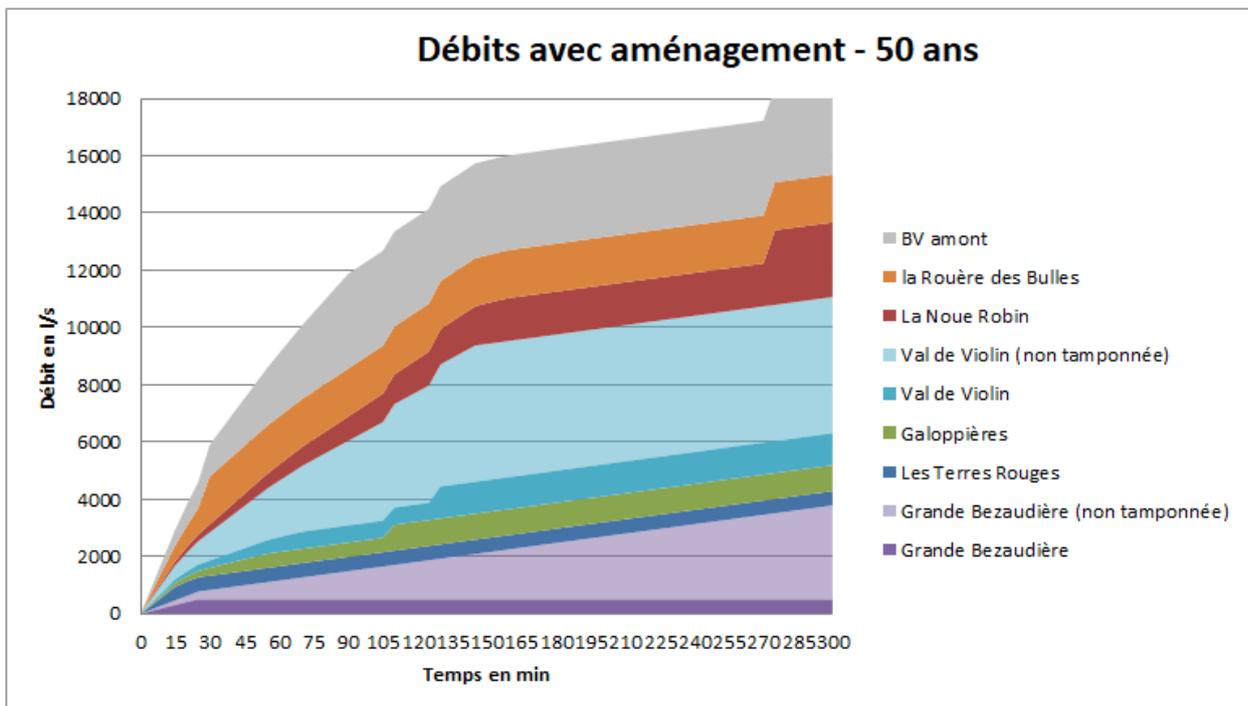


Figure 61 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 50 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

Pluie de retour 100 ans

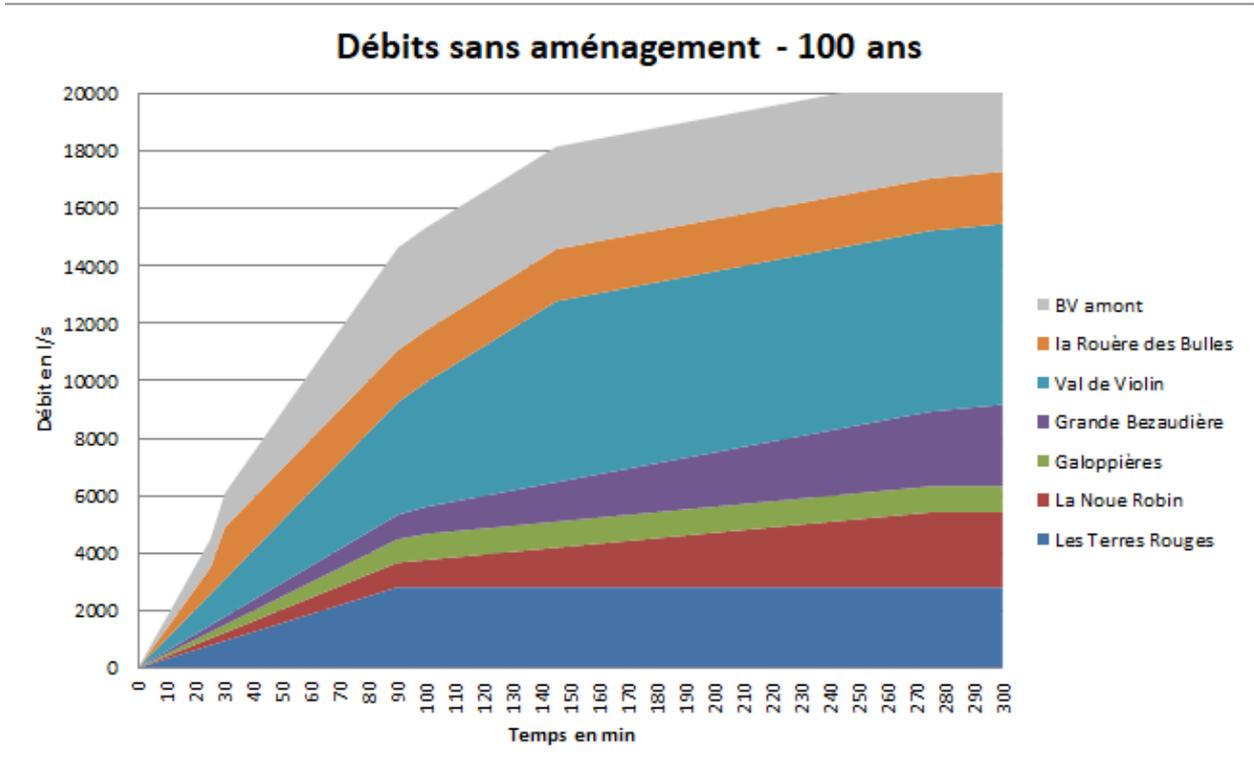


Figure 62 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant sans aménagement – 100 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

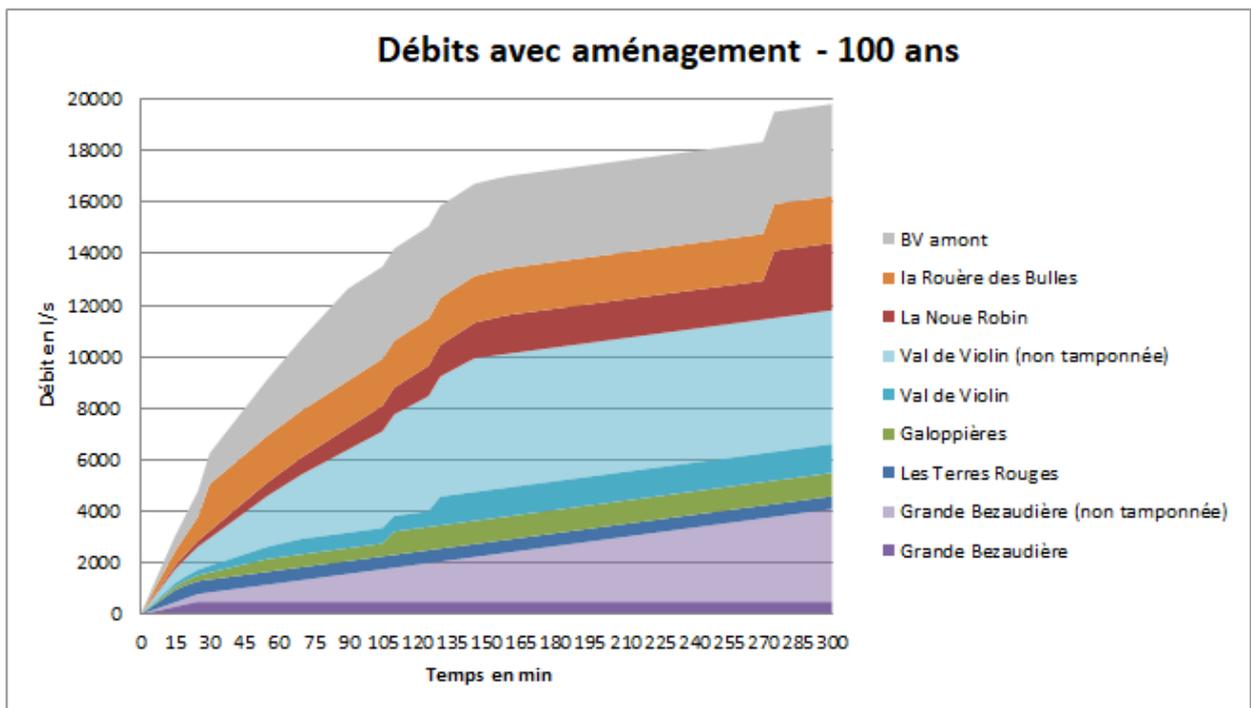


Figure 63 : Débits transitant dans les bassins versants captés sortant avec aménagement – 100 ans - en sortie du périmètre de l'AFAF

3. Effets sur la qualité des eaux superficielles

Le ralentissement des écoulements et le tamponnement des eaux dans les bassins d'écretement permettront un traitement des eaux par décantation. En effet les Matières en Suspensions (MES) et les pollutions qu'elles transportent (DCO et DBO principalement) décanteront dans les bassins ce qui permettra d'améliorer la qualité de l'eau rejoignant le milieu récepteur.

PIECE 7. Conclusion

Les différents aménagements proposés permettront un réel impact positif avec la situation actuelle.

En effet aujourd'hui aucun tamponnement n'a lieu et par conséquent les fortes pluies engendrent des inondations. Les solutions évoquées dans ce document permettront donc le tamponnement des eaux pluviales.

Malgré la difficulté de stocker la totalité des volumes engendrés en cas de pluies décennales, notamment du fait de la surface importante des bassins versants, les débits de ruissellement seront à l'exutoire fortement inférieurs après aménagement qu'à l'état actuel.

PIECE 8. Annexes

1. Calculs hydrauliques

a. Débit de ruissellement des bassins versants captés par les ouvrages

T = 5 ans

Bassin versant des Terres Rouges

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *quinquennal* (Q5) :

$$Q_5 = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q5* débit quinquennal (l/s),
- A* aire du bassin versant (ha),
- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr* coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a* et *b* coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *tc* est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc* temps de concentration (min)
- A* aire du bassin versant (ha),
- p* pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 5 ans	Cr	0,25
	a	502
	b	0,735
	A (ha)	214,22
	p (m/m)	0,19
	tc (min)	88
	I (mm/h)	19
	Q5 (l/s) total	2809

Bassin versant de la Noue Robin

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *quinquennal* (Q5) :

$$Q_5 = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q5 *débit quinquennal (l/s),*
- A *aire du bassin versant (ha),*
- I *intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)*
- Cr *coefficient de ruissellement*

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I *intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)*
- a et b *coefficient de Montana*

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration tc est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc *temps de concentration (min)*
- A *aire du bassin versant (ha),*
- p *pente du cheminement le plus long (m/m)*

T = 5 ans

Cr	0,15
a	502
b	0,735
A (ha)	775,00
p (m/m)	0,011
tc (min)	276
I (mm/h)	8
Q5 (l/s) total	2607

Bassin versant des Galoppières

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *quinquennal* (Q5) :

$$Q_5 = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q5 débit quinquennal (l/s),
- A aire du bassin versant (ha),
- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a et b coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration tc est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc temps de concentration (min)
- A aire du bassin versant (ha),
- p pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 5 ans

Cr	0,18
a	502
b	0,735
A (ha)	107,69
p (m/m)	0,023
tc (min)	98
I (mm/h)	17
Q5 (l/s) total	907

Bassin versant de la Bezaudière

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *quinquennal* (Q5) :

$$Q_5 = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q5 *débit quinquennal (l/s),*
- A *aire du bassin versant (ha),*
- I *intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)*
- Cr *coefficient de ruissellement*

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I *intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)*
- a et b *coefficient de Montana*

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration tc est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc *temps de concentration (min)*
- A *aire du bassin versant (ha),*
- p *pente du cheminement le plus long (m/m)*

T = 5 ans

Cr	0,24
a	502
b	0,735
A (ha)	34.87
p (m/m)	0,022
tc (min)	37
I (mm/h)	35
Q5 (l/s) total	806

Bassin versant du Val de Violin

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *quinquennal* (Q5) :

$$Q_5 = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q5 *débit quinquennal (l/s),*
- A *aire du bassin versant (ha),*
- I *intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)*
- Cr *coefficient de ruissellement*

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I *intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)*
- a et b *coefficient de Montana*

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration tc est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc *temps de concentration (min)*
- A *aire du bassin versant (ha),*
- p *pente du cheminement le plus long (m/m)*

T = 5 ans

Cr	0,18
a	502
b	0,735
A (ha)	163.55
p (m/m)	0.017
tc (min)	130
I (mm/h)	14
Q5 (l/s) total	1116

T = 10 ans

Bassin versant des Terres Rouges

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe décennal (Q10) :

$$Q_{10} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q_{10} débit décennal (l/s),
- A aire du bassin versant (ha),
- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a et b coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration t_c est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c temps de concentration (min)
- A aire du bassin versant (ha),
- p pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 10 ans	Cr	0,25
	a	606
	b	0,745
	A (ha)	214,22
	p (m/m)	0,19
	t_c (min)	88
	I (mm/h)	22
	Q10 (l/s) total	3242

Bassin versant de la Noue Robin

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe décennal (Q10) :

$$Q_{10} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q_{10} débit décennal (l/s),
- A aire du bassin versant (ha),
- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a et b coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration t_c est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c temps de concentration (min)
- A aire du bassin versant (ha),
- p pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 10 ans

Cr	0,15
a	606
b	0,745
A (ha)	775,00
p (m/m)	0,011
t_c (min)	276
I (mm/h)	9
Q10 (l/s) total	2975

Bassin versant des Galoppières

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe décennal (Q10) :

$$Q_{10} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q10* débit décennal (l/s),
- A* aire du bassin versant (ha),
- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr* coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a* et *b* coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *t_c* est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c* temps de concentration (min)
- A* aire du bassin versant (ha),
- p* pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 10 ans

Cr	0,18
a	606
b	0,745
A (ha)	107,69
p (m/m)	0,023
t _c (min)	98
I (mm/h)	20
Q10 (l/s) total	1046

Bassin versant de la Bezaudière

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe décennal (Q10) :

$$Q_{10} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q_{10} débit décennal (l/s),
- A aire du bassin versant (ha),
- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a et b coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration t_c est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c temps de concentration (min)
- A aire du bassin versant (ha),
- p pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 10 ans

Cr	0,24
a	606
b	0,745
A (ha)	34.87
p (m/m)	0,022
t_c (min)	37
I (mm/h)	41
Q10 (l/s) total	938

Bassin versant du Val de Violin

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe décennal (Q10) :

$$Q_{10} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q_{10} débit décennal (l/s),
- A aire du bassin versant (ha),
- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a et b coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration t_c est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c temps de concentration (min)
- A aire du bassin versant (ha),
- p pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 10 ans

Cr	0,18
a	606
b	0,745
A (ha)	163.55
p (m/m)	0.017
t_c (min)	130
I (mm/h)	16
Q10 (l/s) total	1283

Bassin versant de la Rouère des Bulles

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe décennal (Q10) :

$$Q_{10} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q_{10} débit décennal (l/s),
- A aire du bassin versant (ha),
- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a et b coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration tc est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc temps de concentration (min)
- A aire du bassin versant (ha),
- p pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 10 ans

Cr	0,21
a	606
b	0,745
A (ha)	11.11
p (m/m)	0,049
t_c (min)	25
I (mm/h)	56
Q10 (l/s) total	366

T = 50 ans

Bassin versant des Terres Rouges

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *cinquantennal* (Q50) :

$$Q_{50} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q50* débit cinquantennal (l/s),
- A* aire du bassin versant (ha),
- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr* coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a* et *b* coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *tc* est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc* temps de concentration (min)
- A* aire du bassin versant (ha),
- p* pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 50 ans	Cr	0,25
	a	830
	b	0,759
	A (ha)	214,22
	p (m/m)	0,19
	tc (min)	88
	I (mm/h)	28
	Q50 (l/s) total	4171

Bassin versant de la Noue Robin

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *cinquantennal* (Q50) :

$$Q_{50} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q50* débit cinquantennal (l/s),
- A* aire du bassin versant (ha),
- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr* coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a* et *b* coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *tc* est donné par la formule de Ventura :

$$tc = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- tc* temps de concentration (min)
- A* aire du bassin versant (ha),
- p* pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 50 ans

Cr	0,15
a	830
b	0,759
A (ha)	775,00
p (m/m)	0,011
tc (min)	276
I (mm/h)	12
Q50 (l/s) total	3767

Bassin versant des Galoppières

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *cinquantennal* (Q50) :

$$Q_{50} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q50* débit cinquantennal (l/s),
- A* aire du bassin versant (ha),
- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr* coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a* et *b* coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *t_c* est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c* temps de concentration (min)
- A* aire du bassin versant (ha),
- p* pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 50 ans

Cr	0,18
a	830
b	0,759
A (ha)	107,69
p (m/m)	0,023
t _c (min)	98
I (mm/h)	26
Q50 (l/s) total	1344

Bassin versant de la Bezaudière

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *cinquantennal* (Q50) :

$$Q_{50} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q50* débit cinquantennal (l/s),
- A* aire du bassin versant (ha),
- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr* coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a* et *b* coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *t_c* est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c* temps de concentration (min)
- A* aire du bassin versant (ha),
- p* pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 50 ans

Cr	0,24
a	830
b	0,759
A (ha)	34.87
p (m/m)	0,022
t _c (min)	37
I (mm/h)	56
Q50 (l/s) total	1222

Bassin versant du Val de Violin

**Détermination des débits de pointe décennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe *cinquantennal* (Q50) :

$$Q_{50} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

- Q50* débit cinquantennal (l/s),
- A* aire du bassin versant (ha),
- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- Cr* coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot t_c^{-b}$$

avec :

- I* intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
- a* et *b* coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *t_c* est donné par la formule de Ventura :

$$t_c = 0,763 \cdot (A/p)^{1/2}$$

avec :

- t_c* temps de concentration (min)
- A* aire du bassin versant (ha),
- p* pente du cheminement le plus long (m/m)

T = 50 ans

Cr	0,18
a	830
b	0,759
A (ha)	163.55
p (m/m)	0.017
t _c (min)	130
I (mm/h)	21
Q50 (l/s) total	1641

T = 100 ans

Bassin versant des Terres Rouges

**Détermination du débit de pointe centennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe centennal (Q100) :

$$Q_{100} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

<i>Q100</i>	débit centennal (l/s),
<i>A</i>	aire du bassin versant (ha),
<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>Cr</i>	coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>a</i> et <i>b</i>	coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *tc* est donné par la formule de Mockus :

$$T_c = \frac{L^{0,8} \times [\frac{1000 - 9}{NC}]^{1,67}}{2083 \times (100 \times S)^{0,5}}$$

avec :

<i>tc</i>	temps de concentration (min)
<i>L</i>	longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant (m)
<i>p</i>	numéro de courbe (pas d'unité)
<i>S</i>	pente longitudinale moyenne du bassin versant.

T = 100 ans	Cr	0,25
	a	912
	b	0,763
	A (ha)	214,22
	p (m/m)	0,019
	tc (min)	88
	I (mm/h)	30
	Q100 (l/s) total	4502

Bassin versant de la Noue Robin

**Détermination du débit de pointe centennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe centennal (Q100) :

$$Q_{100} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

<i>Q100</i>	débit centennal (l/s),
<i>A</i>	aire du bassin versant (ha),
<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>Cr</i>	coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>a</i> et <i>b</i>	coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *tc* est donné par la formule de Mockus :

$$T_c = \frac{L^{0,8} \times \left[\frac{1000 - 9}{NC} \right]^{1,67}}{2083 \times (100 \times S)^{0,5}}$$

avec :

<i>tc</i>	temps de concentration (min)
<i>L</i>	longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant (m)
<i>p</i>	numéro de courbe (pas d'unité)
<i>S</i>	pente longitudinale moyenne du bassin versant.

T = 100 ans

Cr	0,15
a	912
b	0,763
A (ha)	775,00
p (m/m)	0,011
tc (min)	276
I (mm/h)	12
Q100 (l/s) total	3767

Bassin versant des Galoppières

**Détermination du débit de pointe centennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe centennal (Q100) :

$$Q_{100} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

Q_{100}	débit centennal (l/s),
A	aire du bassin versant (ha),
I	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
Cr	coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie I est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

I	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
a et b	coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration tc est donné par la formule de Mockus :

$$T_c = \frac{L^{0,8} \times \left[\frac{1000 - 9}{NC} \right]^{1,67}}{2083 \times (100 \times S)^{0,5}}$$

avec :

tc	temps de concentration (min)
L	longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant (m)
p	numéro de courbe (pas d'unité)
S	pente longitudinale moyenne du bassin versant.

T = 100 ans

Cr	0,18
a	912
b	0,763
A (ha)	107,69
p (m/m)	0,023
t_c (min)	98
I (mm/h)	28
Q100 (l/s) total	1450

Bassin versant de la Bezaudière

**Détermination du débit de pointe centennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe centennal (Q100) :

$$Q_{100} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

<i>Q100</i>	débit centennal (l/s),
<i>A</i>	aire du bassin versant (ha),
<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>Cr</i>	coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>a</i> et <i>b</i>	coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *tc* est donné par la formule de Mockus :

$$T_c = \frac{L^{0,8} \times \left[\frac{1000 - 9}{NC} \right]^{1,67}}{2083 \times (100 \times S)^{0,5}}$$

avec :

<i>tc</i>	temps de concentration (min)
<i>L</i>	longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant (m)
<i>p</i>	numéro de courbe (pas d'unité)
<i>S</i>	pente longitudinale moyenne du bassin versant.

T = 100 ans

Cr	0,24
a	912
b	0,763
A (ha)	34.87
p (m/m)	0,022
tc (min)	37
I (mm/h)	58
Q100 (l/s) total	1323

Bassin versant du Val de Violin

**Détermination du débit de pointe centennal
avec formule de Mockus**

La méthode rationnelle donne le débit de pointe centennal (Q100) :

$$Q_{100} = 2,78 \cdot Cr \cdot I \cdot A$$

avec :

<i>Q100</i>	débit centennal (l/s),
<i>A</i>	aire du bassin versant (ha),
<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>Cr</i>	coefficient de ruissellement

L'intensité de pluie *I* est obtenue à partir de l'équation de Montana :

$$I = a \cdot tc^{-b}$$

avec :

<i>I</i>	intensité de pluie correspondant au temps de concentration (mm/h)
<i>a</i> et <i>b</i>	coefficient de Montana

Pour un bassin versant naturel, le temps de concentration *tc* est donné par la formule de Mockus :

$$T_c = \frac{L^{0,8} \times [\frac{1000}{NC} - 9]^{1,67}}{2083 \times (100 \times S)^{0,5}}$$

avec :

<i>tc</i>	temps de concentration (min)
<i>L</i>	longueur maximale du parcours de l'eau dans le bassin versant (m)
<i>p</i>	numéro de courbe (pas d'unité)
<i>S</i>	pente longitudinale moyenne du bassin versant.

T = 100 ans

Cr	0,18
a	912
b	0,763
A (ha)	163.55
p (m/m)	0.017
tc (min)	74
I (mm/h)	34
Q100 (l/s) total	2711

b. Volume à stocker

T = 10 ans

Bassin versant des Terres Rouges

Dimensionnement du volume de stockage quantitatif

Le dimensionnement des ouvrages de rétention a été effectué avec la méthode des pluies, qui permet de prendre en compte les données météorologiques locales et récentes.

Surface du bassin versant : **214** ha
 Coefficient d'apport moyen : **0,25**

Construction de la courbe enveloppe des précipitations :

Le volume précipité en fonction du temps est donné par l'équation suivante :

$$V_{\text{précipité}} = 10 \cdot a \cdot t^{(1-b)} \cdot Sa$$

avec :

V	le volume entrant dans le bassin (m ³)
Sa	la surface active du bassin versant (ha)
t	le pas de temps (min)
a et b	coefficient de Montana de Roissy en France

La vidange

Le volume de fuite en fonction du temps s'exprime par la relation suivante :

$$V_{\text{vidangé}} = 60 \cdot Qs \cdot t$$

avec :

V	le volume sortant du bassin (m ³)
Qs	le débit de fuite (m ³ /s)
t	le temps (min)

Détermination du volume de rétention

L'équation de conservation du volume est résolue graphiquement en remarquant que la hauteur d'eau maximale à stocker dans la retenue égale à l'écart maximum entre les deux courbes.

$$V_{\text{rétention}} = 10 \cdot \Delta H \cdot S \cdot Cr$$

Détails des données

Débit de fuite moyen (Qs)	500	l/s
Coefficient de ruissellement (Cr)	0,25	
Surface totale du projet (S)	214,219	ha
Surface active (Sa)	53,555	ha
Pas de temps :	a	b
6 min à 24 h :	6,141	0,598
1 h à 6 h	11,145	0,751
6 h à 48 h	17,017	0,825
Δ Hauteur maximum	24,22	mm
Volume de rétention (m³)	6227	m³

Bassin versant du Gué Moulin

Dimensionnement du volume de stockage quantitatif

Le dimensionnement des ouvrages de rétention a été effectué avec la méthode des pluies, qui permet de prendre en compte les données météorologiques locales et récentes.

Surface du bassin versant : **775** ha
 Coefficient d'apport moyen : **0,15**

Construction de la courbe enveloppe des précipitations :

Le volume précipité en fonction du temps est donné par l'équation suivante :

$$V_{\text{précipité}} = 10 \cdot a \cdot t^{(1-b)} \cdot Sa$$

avec :

V	le volume entrant dans le bassin (m ³)
Sa	la surface active du bassin versant (ha)
t	le pas de temps (min)
a et b	coefficient de Montana de Roissy en France

La vidange

Le volume de fuite en fonction du temps s'exprime par la relation suivante :

$$V_{\text{vidangé}} = 60 \cdot Qs \cdot t$$

avec :

V	le volume sortant du bassin (m ³)
Qs	le débit de fuite (m ³ /s)
t	le temps (min)

Détermination du volume de rétention

L'équation de conservation du volume est résolue graphiquement en remarquant que la hauteur d'eau maximale à stocker dans la retenue égale à l'écart maximum entre les deux courbes.

$$V_{\text{rétention}} = 10 \cdot \Delta H \cdot S \cdot Cr$$

Détails des données

Débit de fuite moyen (Qs)	2000	l/s
Coefficient de ruissellement (Cr)	0,15	
Surface totale du projet (S)	774,944	ha
Surface active (Sa)	116,242	ha
Pas de temps :	a	b
6 min à 24 h :	6,141	0,598
1 h à 6 h	11,145	0,751
6 h à 48 h	17,017	0,825
Δ Hauteur maximum	24,95	mm
Volume de rétention (m³)	29003	m³

Bassin versant des Galoppières

Dimensionnement du volume de stockage quantitatif

Le dimensionnement des ouvrages de rétention a été effectué avec la méthode des pluies, qui permet de prendre en compte les données météorologiques locales et récentes.

Surface du bassin versant : **107** ha
 Coefficient d'apport moyen : **0,18**

Construction de la courbe enveloppe des précipitations :

Le volume précipité en fonction du temps est donné par l'équation suivante :

$$V_{\text{précipité}} = 10.a.t^{(1-b)}.Sa$$

avec :

V	le volume entrant dans le bassin (m ³)
Sa	la surface active du bassin versant (ha)
t	le pas de temps (min)
a et b	coefficient de Montana de Roissy en France

La vidange

Le volume de fuite en fonction du temps s'exprime par la relation suivante :

$$V_{\text{vidangé}} = 60 . Qs . t$$

avec :

V	le volume sortant du bassin (m ³)
Qs	le débit de fuite (m ³ /s)
t	le temps (min)

Détermination du volume de rétention

L'équation de conservation du volume est résolue graphiquement en remarquant que la hauteur d'eau maximale à stocker dans la retenue égale à l'écart maximum entre les deux courbes.

$$V_{\text{rétention}} = 10. \Delta H.S.Cr$$

Détails des données

Débit de fuite moyen (Qs)	705	l/s
Coefficient de ruissellement (Cr)	0.18	
Surface totale du projet (S)	107.692	ha
Surface active (Sa)	18.846	ha
Pas de temps :	a	b
6 min à 24 h :	6,141	0,598
1 h à 6 h	11,145	0,751
6 h à 48 h	17,017	0,825
Δ Hauteur maximum	17.65	mm
Volume de rétention (m³)	3327	m³

Bassin versant de la Bezaudière

Dimensionnement du volume de stockage quantitatif

Le dimensionnement des ouvrages de rétention a été effectué avec la méthode des pluies, qui permet de prendre en compte les données météorologiques locales et récentes.

Surface du bassin versant : 35 ha
Coefficient d'apport moyen : 0.22

Construction de la courbe enveloppe des précipitations :

Le volume précipité en fonction du temps est donné par l'équation suivante :

$$V_{\text{précipité}} = 10.a.t^{(1-b)}.Sa$$

avec :

V	le volume entrant dans le bassin (m ³)
Sa	la surface active du bassin versant (ha)
t	le pas de temps (min)
a et b	coefficient de Montana de Roissy en France

La vidange

Le volume de fuite en fonction du temps s'exprime par la relation suivante :

$$V_{\text{vidangé}} = 60 . Qs . t$$

avec :

V	le volume sortant du bassin (m ³)
Qs	le débit de fuite (m ³ /s)
t	le temps (min)

Détermination du volume de rétention

L'équation de conservation du volume est résolue graphiquement en remarquant que la hauteur d'eau maximale à stocker dans la retenue égale à l'écart maximum entre les deux courbes.

$$V_{\text{rétention}} = 10. \Delta H.S.Cr$$

Détails des données

Débit de fuite moyen (Qs)	500	l/s
Coefficient de ruissellement (Cr)	0.22	
Surface totale du projet (S)	34.870	ha
Surface active (Sa)	7.671	ha
Pas de temps :	a	b
6 min à 24 h :	6,141	0,598
1 h à 6 h	11,145	0,751
6 h à 48 h	17,017	0,825
Δ Hauteur maximum	12.65	mm
Volume de rétention (m³)	970	m³

Bassin versant du Val de Violin

Dimensionnement du volume de stockage quantitatif

Le dimensionnement des ouvrages de rétention a été effectué avec la méthode des pluies, qui permet de prendre en compte les données météorologiques locales et récentes.

Surface du bassin versant : **163** ha
 Coefficient d'apport moyen : **0,18**

Construction de la courbe enveloppe des précipitations :

Le volume précipité en fonction du temps est donné par l'équation suivante :

$$V_{\text{précipité}} = 10.a.t^{(1-b)}.Sa$$

avec :

V	le volume entrant dans le bassin (m ³)
Sa	la surface active du bassin versant (ha)
t	le pas de temps (min)
a et b	coefficient de Montana de Roissy en France

La vidange

Le volume de fuite en fonction du temps s'exprime par la relation suivante :

$$V_{\text{vidangé}} = 60 . Qs . t$$

avec :

V	le volume sortant du bassin (m ³)
Qs	le débit de fuite (m ³ /s)
t	le temps (min)

Détermination du volume de rétention

L'équation de conservation du volume est résolue graphiquement en remarquant que la hauteur d'eau maximale à stocker dans la retenue égale à l'écart maximum entre les deux courbes.

$$V_{\text{rétention}} = 10. \Delta H.S.Cr$$

Détails des données

Débit de fuite moyen (Qs)	1000	l/s
Coefficient de ruissellement (Cr)	0.18	
Surface totale du projet (S)	163.552	ha
Surface active (Sa)	28.622	ha
Pas de temps :	a	b
6 min à 24 h :	6,141	0,598
1 h à 6 h	11,145	0,751
6 h à 48 h	17,017	0,825
Δ Hauteur maximum	19.21	mm
Volume de rétention (m³)	5497	m³

2. Document AREA

FASCINES & HAIES

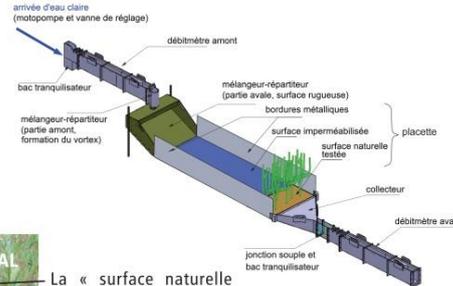
MATÉRIEL ET MÉTHODE



Simulateur de ruissellement

Le simulateur de ruissellement est construit selon le modèle de SOUILLER *et al.* (Cemagref, 2002) avec :

- placette de largeur réglable de 0,3 à 1 m, et de longueur 6 m ;
- gamme des débits entre 0,3 l/s et 6 l/s.



La « surface naturelle testée » mesure de 2 à 2,5 m². Les mesures d'infiltration y sont faites. Les 4 premiers mètres de la « placette » sont rendus étanches par la mise en place d'une bâche. Un soin tout particulier est apporté à la maîtrise des pertes latérales, des pertes par la présence de galeries et des écoulements préférentiels.

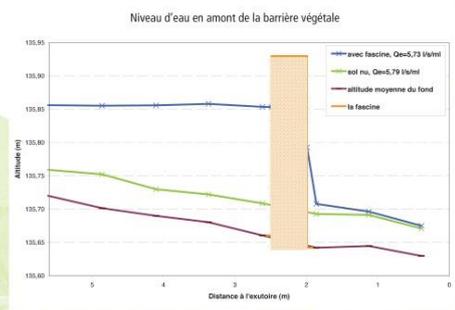


- 4 à 8 débits différents sont testés par essai. L'ensemble « mélangeur – répartiteur » assure un brassage et une répartition homogène du flux d'eau sur toute la largeur de la « placette ».
- Les débits spécifiques retenus sont compris entre 0,5 l/s/ml et 6 l/s/ml. Ces valeurs ont été choisies en rapport avec l'analyse statistique des débits mesurés sur le bassin versant représentatif de Bourville depuis 1995.
- En fin d'essai, une observation de l'aménagement sous un flux d'environ 12 l/s/ml (\pm 1 l/s/ml) est réalisée.



Mesures des hauteurs d'eau et des débits

- Les débits entrants et sortants sont mesurés par des capteurs ultrasons.
- Les hauteurs d'eau et la position du ressaut hydraulique sont mesurées pour chacun des débits explorés. Les hauteurs d'eau sont mesurées à la verticale de 5 entretoises. Ces résultats permettent de calculer les vitesses d'écoulement et les coefficients de frottement de Manning.



Protocole utilisé pour les essais de sédimentation

Matériaux utilisés pour constituer les Matières en Suspension (MES) :

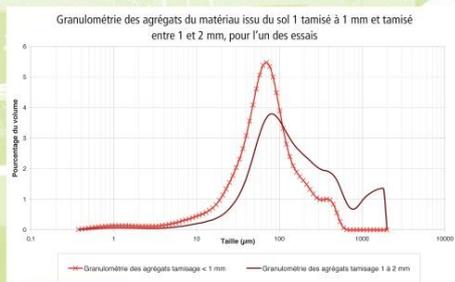
- 4 sols de limons moyens sableux de la région ;
- prélèvements dans l'horizon labouré (10 à 30 cm) : caractéristiques de ce qui est habituellement entraîné par l'érosion ;
- tous les matériaux ont été tamisés avant leur injection dans le flux.

Granulométrie issue du tamisage	< 1 mm	< 2 mm	Comprise entre 1 et 2 mm
	Groupes Fin : La Proportion de particules > 125 µm est inférieure à 35 %	Groupes Grossier : La Proportion de particules > 125 µm est supérieure à 50 %	ALBL; SGN; TLC
Sol 1	ALBL; SGN; TLC	ALBL	ALBL; SGN; TLC
Sol 1bis	ETLE		
Sol 2		CB	
Sol 3		YVC	

Sur chaque site, une série de deux à trois essais a été menée avec les paramètres suivants :

- la concentration injectée, dans la gamme 7 g/l – 28 g/l ;
- le débit spécifique d'entrée, dans la gamme 1,9 l/s/ml – 6,2 l/s/ml ;
- la granulométrie apparente des sédiments injectés avec les 3 niveaux de tamisage.

Ces concentrations correspondent aux moyennes des valeurs mesurées sur la région du Pays de Caux, et sont cohérentes avec celles observées dans les autres régions limoneuses de grande culture du nord de l'Europe.



- Injection des matériaux pendant 1 à 2 minutes à débit solide constant dans un flot à régime permanent.
- L'homogénéisation des sédiments dans l'eau est assurée par le vortex et le tapis rugueux du plan incliné.



ASSOCIATION RÉGIONALE POUR L'ÉTUDE ET L'AMÉLIORATION DES SOLS
2, avenue Foch - 76460 ST VALÉRY EN CAUX
Tél. : 02 35 97 25 12 - FAX : 02 35 97 25 73
contact@areas.asso.fr - www.areas.asso.fr



Ce projet est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Haute-Normandie avec le Fonds européen de développement régional.

FASCINES

EFFICACITÉ POUR RÉDUIRE LES EFFETS DU RUISSELLEMENT ÉROSIF



Un écran de branchages en travers du ruissellement



- Une fascine est constituée d'un fagot de branchages tassé entre deux rangées de pieux.
- C'est une barrière végétale en travers du ruissellement.
- Avec des pieux en saule, la fascine est vivante.
- Une efficacité immédiate mais de durée limitée à 5-7 ans, si rien n'est fait pour rajeunir le fagot ou densifier les pieux et tiges plantés.



Fascine avec pieux vivants après 10 ans (Photo Chambre d'Agriculture 76)



Fascine morte après 10 ans



Fascine avec pieux vivants courts (Photo ARAA)



Fascine avec pieux vivants longs (Photo SBEV du Dan et de la Vexille)



Fascine vivante avec reprise des tiges du fagot



Fascine avec pieux vivants et plançons de saule

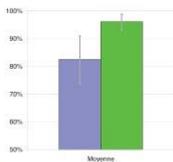


Fascine morte

Avant tout un excellent piège pour les particules grossières en suspension

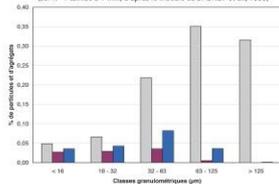
Effet sur la sédimentation :

Taux d'abattement des MES en fonction de la granulométrie des MES entrants

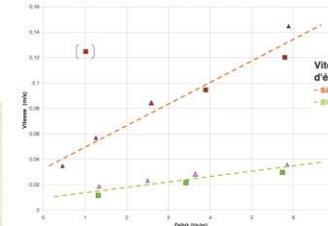


- 74 à 99 % des particules de terre sont piégées selon les conditions érosives.
- 93 à 99 % quand plus de la moitié des particules transportées est > 125 µm.

Comparaison de la granulométrie des MES avant et après une fascine pour 2 débits (sol N° 1 tamisé à 1 mm, d'après le modèle de DABNEY et al., 1995)



Effet sur la vitesse de l'écoulement :



- La vitesse de l'écoulement est divisée par 3 (dans la gamme des débits spécifiques testés allant de 1 à 6 l/s/ml). Elle est réduite à 0,05 m/s. Ceci est favorable à la sédimentation des particules.

Effet sur l'infiltration :

Infiltration faible des fascines récentes ou avec peu d'activité biologique	35 mm/h (± 50 mm/h)
Infiltration moyenne des fascines avec une meilleure activité biologique	360 mm/h (± 100 mm/h), soit des valeurs voisines de celles des haies.

- Une très forte variabilité des résultats.

Qualité des fagots, longueur suffisante, suivi dans le temps sont gages d'une efficacité maximale



- ▶ L'efficacité globale est directement proportionnelle à la densité de plein. Un taux de remplissage de 40 à 50 % est indispensable.

- Bien tasser les fagots à l'aide d'une pelle mécanique.
- Assurer l'homogénéité du remplissage.
- Utiliser des branches droites de même essence et de 2 à 3 cm de diamètres.
- Ne pas planter de tige au sein du fagot.



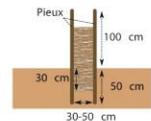
- ▶ Au fil du temps les fagots pourrissent, l'efficacité de filtre de la fascine diminue.

- Recharger les fagots avec des branches fraîches et tasser (si c'est une fascine vivante, les tiges taillées peuvent servir à cela).



- ▶ L'efficacité est réduite par l'apparition de courts-circuits ou le contournement d'une fascine trop courte.

- Ancrer suffisamment la fascine.
- Surveiller l'apparition de galeries d'animaux ou d'affouillements : combler et renforcer la fascine.
- Déterminer la longueur de fascine nécessaire.



- ▶ Au fil du temps, la fascine a tendance à se combler en amont, ce qui réduit son efficacité.

- Rehausser la fascine avec des branchages si les pieux sont suffisamment longs.
- Curer l'amont de la fascine s'il n'est pas possible de la rehausser, en conservant une plage quasi-horizontale sur 10 m de large, en amont de la fascine.



ASSOCIATION RÉGIONALE POUR L'ÉTUDE ET L'AMÉLIORATION DES SOLS
2, avenue Foch - 76460 ST VALÉRY EN CAUX
Tél. : 02 35 97 25 12 - FAX : 02 35 97 25 73
contact@areas.asso.fr - www.areas.asso.fr



Ce projet est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Haute-Normandie avec le Fonds européen de développement régional.

H A I E S

EFFICACITÉ POUR RÉDUIRE LES EFFETS DU RUISSELLEMENT ÉROSIF



Une barrière végétale multifonctionnelle



1 Haie à plat très dense et ancienne



2 Haie à plat très dense et jeune
Photo: CC Caux Vallée de Seine



3 Haie à plat peu dense



4 Haie paysagère ou clôture



5 Haie d'infiltration peu dense dans un talweg

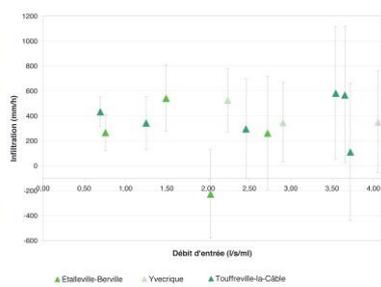


6 Haie plantée sur talus

- Un alignement d'arbustes avec quelques arbres se développant sur un tapis de végétation herbacée.
- Un aménagement aux fonctions multiples : réduction de l'érosion, brise-vent, biodiversité, bois-énergie...
- Les haies à plat très denses constituent de véritables « barrières végétales hydrauliques ».
- C'est ce type de haies à plat très denses qui a fait l'objet des présentes expérimentations.

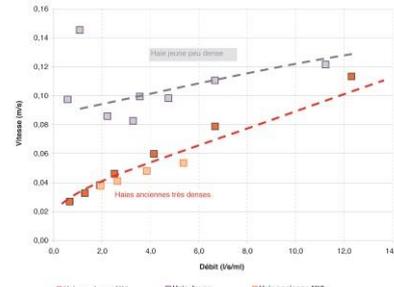
Un niveau d'infiltration élevé associé à un excellent piège pour les particules grossières en suspension

Effet sur l'infiltration :



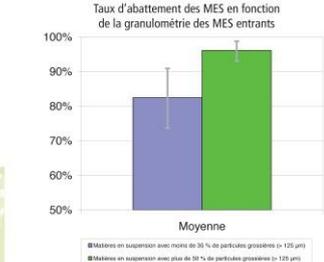
- Infiltration moyenne de 400 mm/h (\pm 100 mm/h) en sol limoneux drainant avec une activité biologique forte.
- 9 m² suffisent pour infiltrer 1 l/s.

Effet sur la vitesse de l'écoulement :



- Avec une haie bien développée présentant une densité de 50 tiges/ml sortant du sol, la vitesse est réduite dans une gamme de 0,01 à 0,14 m/s.

Effet sur la sédimentation :



- 74 à 99 % des particules de terre sont piégées selon les conditions érosives.
- 93 à 99 % quand plus de la moitié des particules transportées est > 125 µm.

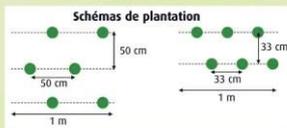
La densité de tiges au sol est le facteur primordial



- ▶ L'efficacité vis-à-vis de la sédimentation repose essentiellement sur la densité de tiges partant du sol, toutes tiges confondues.

Il faut atteindre au minimum 50 tiges/ml de haies pour obtenir des taux de sédimentation supérieurs à 80 %. Pour avoir ces résultats dans un délai raisonnable, il convient de conjuguer :

- une densité de plantation serrée de l'ordre de 6 pieds / ml selon les schémas ci-contre ;
- des espèces locales en mélange, qui drageonnent ;
- la pratique du recépage les premières années afin de multiplier les tiges partant du pied ;
- la qualité de la préparation du sol : décompactage, humus ;
- la réduction de la concurrence les premières années, par un paillage naturel ou un désherbage manuel autour des plants.



- ▶ Les courts-circuits réduisent l'efficacité de la haie vis-à-vis de l'érosion.

- Assurer l'homogénéité de la densité.
- Éviter les passages privilégiés sous la haie.
- Déterminer la longueur de haie nécessaire.

Type de haie	Localisation	Ruisseau	Ordre de grandeur de l'efficacité		N° photo
			Infiltration	Sédimentation	
Haie dense	A plat	Concentré	+	+++	1 2
			++	0 à +	6
Haie peu dense	A plat	Diffus	# 0	# 0	4
			+++	+ à ++	3
Sur talus	A plat	Indifférent	+++	+++	5
			+++	+++	

Voir aussi l'affiche sur les localisations pertinentes.



ASSOCIATION RÉGIONALE POUR L'ÉTUDE ET L'AMÉLIORATION DES SOLS
2, avenue Foch - 76460 ST VALÉRY EN CAUX
Tél. : 02 35 97 25 12 - FAX : 02 35 97 25 73
contact@areas.asso.fr - www.areas.asso.fr



Ce projet est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Haute-Normandie avec le Fonds européen de développement régional.

FASCINES & HAIES

OÙ LES PLACER POUR RÉDUIRE LES EFFETS DU RUISSELLEMENT ÉROSIF ?



En aval immédiat d'un secteur à forte érosion ou en amont d'une zone à enjeux

Les fascines et les haies sont particulièrement utiles dans 2 cas de figure :

- soit implantées immédiatement en aval d'une parcelle ruisselante et fortement concernée par de l'érosion de versant, ou par de l'érosion de talweg ;
- soit à l'interface entre une zone d'érosion et un enjeu, comme élément de protection rapprochée.

- ▶ Fascines et haies sont à placer perpendiculairement à tous les talwegs des petits bassins versants ainsi qu'aux talwegs à fond plat des bassins versants plus grands.



Localisations pertinentes des haies et des fascines pour réduire l'érosion des sols



3 Au coin d'une parcelle de pente > 1 % sujette à l'érosion en rigoles



2 Perpendiculairement à un petit talweg (ordre 1 et 2 de Strahler)



2 Perpendiculairement à un talweg plus grand en associant haie + fascine



10 Perpendiculairement à un talweg plus grand en association avec une bande enherbée de talweg



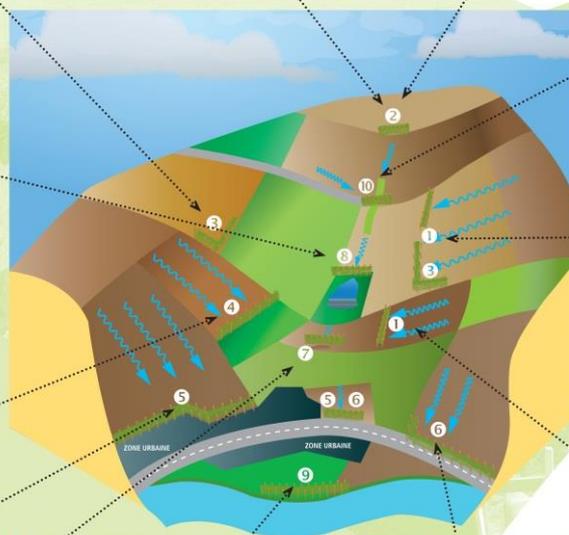
8 En protection rapprochée d'un ouvrage hydraulique



4 A l'interface entre une parcelle cultivée et une prairie



5 En protection rapprochée d'une zone d'habitat



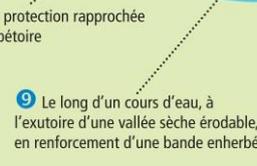
1 Au pied d'un versant de pente > 5 % qui souffre d'érosion en rigoles



1 Au pied d'un versant de pente comprise entre 2 et 5 % occupé par une culture à risque, ou concerné par des pluies intenses sur sol nu



6 En protection rapprochée d'une route



9 Le long d'un cours d'eau, à l'exutoire d'une vallée sèche érodable, en renforcement d'une bande enherbée



ASSOCIATION RÉGIONALE POUR L'ÉTUDE ET L'AMÉLIORATION DES SOLS
2, avenue Foch - 76460 ST VALÉRY EN CAUX
Tél. : 02 35 97 25 12 - FAX : 02 35 97 25 73
contact@areas.asso.fr - www.areas.asso.fr



Ce projet est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Haute-Normandie avec le Fonds européen de développement régional.

FASCINES & HAIES

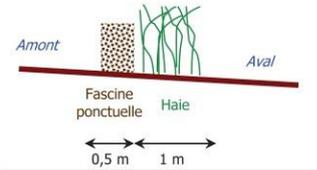
LES ASSOCIER POUR PLUS D'EFFICACITÉ



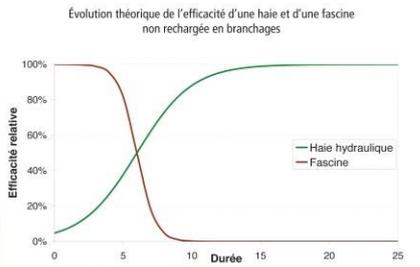
Haie dense + fascine : un couple efficace, durable et favorable à la biodiversité ▶ une bonne solution

Le couple haie dense + fascine :

- conjugue les atouts de la fascine et de la haie ;
- apporte une grande efficacité dès l'implantation et sur le long terme ;
- renforce l'infiltration et favorise la biodiversité en comparaison de l'utilisation de la fascine seule ;
- permet de faire face à des débits spécifiques plus élevés. Ce couple peut donc être utilisé en aval de surfaces ruisselantes plus vastes.



Cette association nécessite une emprise au sol de l'ordre de 2 m.



Fascine + plançons de saule : une alternative possible pour peu d'emprise

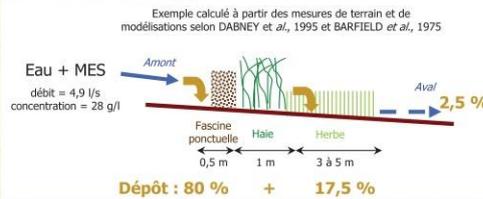


Les plançons de saule piqués contre la fascine constitueront à terme une haie dense. C'est elle qui assurera l'efficacité de l'aménagement quand le fagot aura pourri.

Les plançons sont soit piqués à la conception, soit prélevés sur les pieux de saule dès que leur développement le permet.

Pour une bonne reprise, les plançons doivent être enfoncés à environ 50 cm de profondeur, à une époque propice aux plantations.

Fascine + haie dense + bande enherbée : pour renforcer la sédimentation ▶ la meilleure solution



A l'amont, le couple fascine + haie dense (ou fascine ou haie seule), piège les particules grossières et étale les écoulements.

A l'aval, l'herbe positionnée à la sortie de ces barrières végétales reçoit une faible lame d'eau par unité de largeur, ce qui permet le piégeage des éléments plus fins.

Haie dense et/ou fascine dans une haie avec d'autres fonctions



La haie dense et/ou la fascine sont indispensables dans les passages d'eau pour réduire les effets du ruissellement érosif.

Mais une haie a de multiples fonctions : favoriser la biodiversité, protéger du vent, délimiter un espace, agrémenter le paysage, produire du bois de chauffage... Autant d'atouts qui peuvent être développés en complément du tronçon « barrière végétale hydraulique ». En dehors du passage d'eau, la haie peut être conçue de manière à répondre à une ou plusieurs de ces fonctions.

Al'inverse, lorsqu'un programme de plantation est prévu sur un territoire, il est important d'identifier les passages d'eau, afin de donner localement à la haie les caractéristiques nécessaires pour être efficace vis-à-vis du ruissellement érosif.



Haie dense et/ou fascine + chenal enherbé de talweg : prévenir l'érosion concentrée

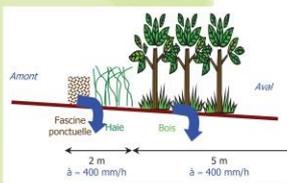


En cas de ravinement dans le talweg, il est très utile d'installer un chenal enherbé :

- en amont pour prévenir le colmatage rapide de la barrière végétale ;
- en aval pour éviter la création d'une ravine après la barrière végétale.

Il est aussi possible de créer plusieurs fascines à écartement régulier, tout le long du talweg.

Haie dense et/ou fascine + bande boisée : pour renforcer l'infiltration



Une bande boisée de 5 m de large en aval d'une fascine ou d'une haie, permet de tripler la quantité de ruissellement infiltré.

En effet, en aval de la haie ou de la fascine, le ruissellement s'étale en une faible lame d'eau. Il entre au contact de la surface boisée, avec des caractéristiques d'infiltration proches de celles de la haie.



ASSOCIATION RÉGIONALE POUR L'ÉTUDE ET L'AMÉLIORATION DES SOLS
2, avenue Foch - 76460 ST VALÉRY EN CAUX
Tél. : 02 35 97 25 12 - FAX : 02 35 97 25 73
contact@areas.asso.fr - www.areas.asso.fr



Ce projet est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage en Haute-Normandie avec le Fonds européen de développement régional.

