

Département du Puy-de-Dôme

Commune d'AMBERT

**Juillet 2015
15CCH012**



Dimensionnement de bassins d'orage

Rapport d'Étude

Siège Social

Parc de l'Ile – 15/27 rue du Port
92022 NANTERRE Cedex



Direction Déléguée Centre-Est

Agence de Clermont-Ferrand

ZAC du Cheix – 3 rue Enrico Fermi – BP 318
63540 ROMAGNAT



SAFEGE, CONCEPTEUR DE SOLUTIONS D'AMENAGEMENT DURABLE

Sommaire

1... Introduction	5
2... Methodologie de l'étude	6
2.1 Phase 1 : État des lieux - Assainissement existant	6
2.2 Phase 2 : Modélisation du réseau actuel.....	6
2.3 Phase 3 : Mise en place de scénarios - Conclusion.....	6
3... Présentation de l'aire d'étude	7
3.1 Milieu naturel	7
3.1.1 Zonages « Nature »	7
3.1.2 Cours d'eau	8
3.2 Occupation du sol.....	9
3.2.1 Délimitation des grands bassins versants	9
3.2.2 Type d'occupation du sol	11
3.3 Description du réseau existant.....	11
3.3.1 Exutoires considérés.....	11
3.3.2 Voiries et fossés principaux	11
4... Modélisation.....	14
4.1 Élaboration du modèle	14
4.1.1 Présentation du logiciel	14
4.1.2 Définition des bassins versants	16
4.1.3 Descriptif du réseau.....	16
4.2 Modélisation du réseau actuel.....	18

4.2.1	Propagations des écoulements à travers le BV4.....	20
4.2.2	Propagations des écoulements à travers le BV1.....	22
4.2.3	Propagations des écoulements à travers le BV2.....	25
4.2.4	Propagation des écoulements dans le BV3	28
5...	Proposition de travaux.....	30
5.1	Solutions proposées	30
5.2	Contraintes	31
5.2.1	Bassin d'orage amont : BO1	31
5.2.2	Bassin d'orage intermédiaire : BO2.....	31
5.2.3	Bassin d'orage aval : BO3	31
5.3	Travaux préconisés	32
5.3.1	Bassin d'orage amont : BO1	32
5.3.2	Bassin d'orage intermédiaire : BO2.....	32
5.3.3	Zone industrielle et bassin d'orage aval (BO3)	33
5.4	Résultats de la modélisation	35
5.4.1	A l'aval du BV1	38
5.4.2	Dans la zone industrielle BV3.....	40
5.5	Chiffrage	45
5.5.1	Description des bassins d'orage mis en place.....	45
5.5.2	Coûts.....	46
6...	Conclusion	48

Illustrations

Figure n°1 : Zonage NATURA 2000 (jaune) et ZNIEFF de type 2 (vert)	7
Figure n°2 : Réseau hydrographique de la commune (Données IGN)	8
Figure n°3 : Plan de situation de l'aire d'étude	10
Figure n°4 : Plan de situation du réseau existant	12
Figure n°5 : Schématisation du réseau – Extrait de MIKE URBAN	17
Figure n°6 : Localisation des débordements sur le réseau à l'état initial, T = 20 ans	19
Figure n°7 : Hauteurs d'eau le long du réseau traversant le BV4	21
Figure n°8 : Débordements en aval du BV1	23
Figure n°9 : Débordements sur l'Avenue de la Résistance	24
Figure n°10 : Débordements à l'intersection des réseaux drainant les BV1 et BV2	26
Figure n°11 : Débordements en amont du BV3	27
Figure n°12 : Débordements générés dans le BV3	29
Figure n°13 : Schématisation du réseau avec bassins d'orage (extrait de MIKE URBAN)	30
Figure n°14 : Plan des travaux préconisés	34
Figure n°15 : Localisation des débordements du réseau après travaux, T = 20 ans	36
Figure n°16 : Localisation des débordements du réseau après travaux, T = 30 ans	37
Figure n°17 : Écoulements à l'aval du BV1 en présence du BO1	39
Figure n°18 : Écoulements après reconfiguration du réseau dans le BV3	41

Tableau n°1 : Caractéristiques générales des bassins versants considérés	9
Tableau n°2 : Détail de l'occupation des sols sur chaque bassin versant	11

Tableau n°3 : Périodes de retour à considérer pour le dimensionnement des ouvrages	15
Tableau n°4 : Estimation des travaux	47

1 INTRODUCTION

La commune d'Ambert, dans le cadre de l'aménagement du territoire, dispose d'une zone industrielle à proximité de la rive droite de la Dore, en zone inondable.

Suite à l'imperméabilisation des sols induite par cette nouvelle occupation ainsi que la position géographique du site (en aval du bassin versant), la zone subit chaque année des inondations.

L'objectif principal de cette étude est de proposer à la Commune les solutions techniques les mieux adaptées à l'amortissement des débordements observés dans la zone industrielle.

2 METHODOLOGIE DE L'ETUDE

2.1 Phase 1 : État des lieux - Assainissement existant

✓ État des lieux :

L'appréhension du contexte de l'assainissement communal repose sur l'analyse des documents et données existants, relatifs au milieu humain et naturel.

✓ Les renseignements obtenus concernent :

- le réseau d'assainissement pluvial existant ;
- l'occupation du sol ;
- l'hydrologie de l'aire d'étude.

✓ L'assainissement pluvial existant :

Les plans disponibles des réseaux d'assainissement existants ont été obtenus auprès de la commune.

Par ailleurs, des visites sur site ont permis de définir le fonctionnement du réseau de collecte ainsi que les dimensions des fossés principaux.

2.2 Phase 2 : Modélisation du réseau actuel

Au regard de l'ensemble des données recueillies, une modélisation hydrologique et hydraulique sur logiciel sera réalisée. Dans un premier temps, le fonctionnement du réseau sera testé pour différentes intensités de précipitations.

2.3 Phase 3 : Mise en place de scénarios - Conclusion

L'analyse des résultats permettra de tester plusieurs scénarios et de mettre en évidence les solutions techniques les mieux adaptées à la commune. Les contraintes associées aux solutions ainsi qu'un chiffrage des ouvrages présentés seront proposées.



3 PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE

3.1 Milieu naturel

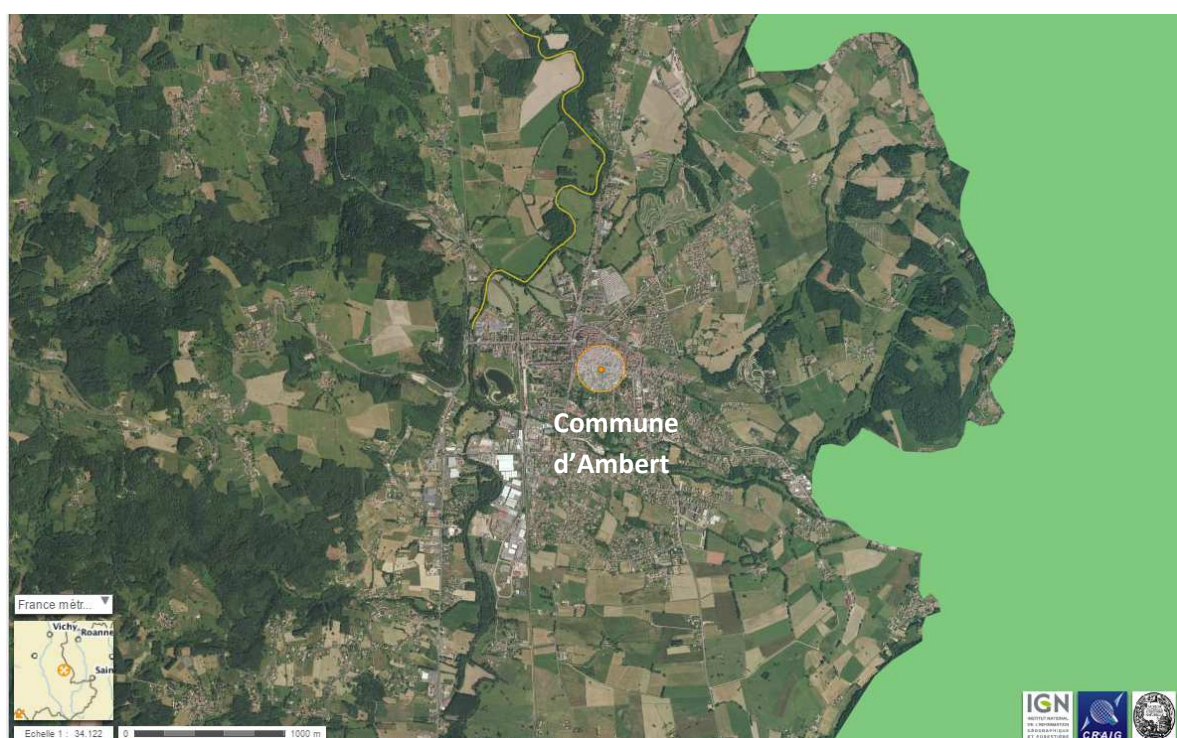
3.1.1 Zonages « Nature »

Plusieurs secteurs autour de la commune d'AMBERT sont répertoriés comme des zones naturelles à préserver :

- **Parc Naturel Régional** du Livradois- Forez ;
- **Zone NATURA 2000** : Dore et affluents ;
- **Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 2** : Haut-Forez.

La carte suivante présente le périmètre des zonages NATURA 2000 et ZNIEFF type 2.

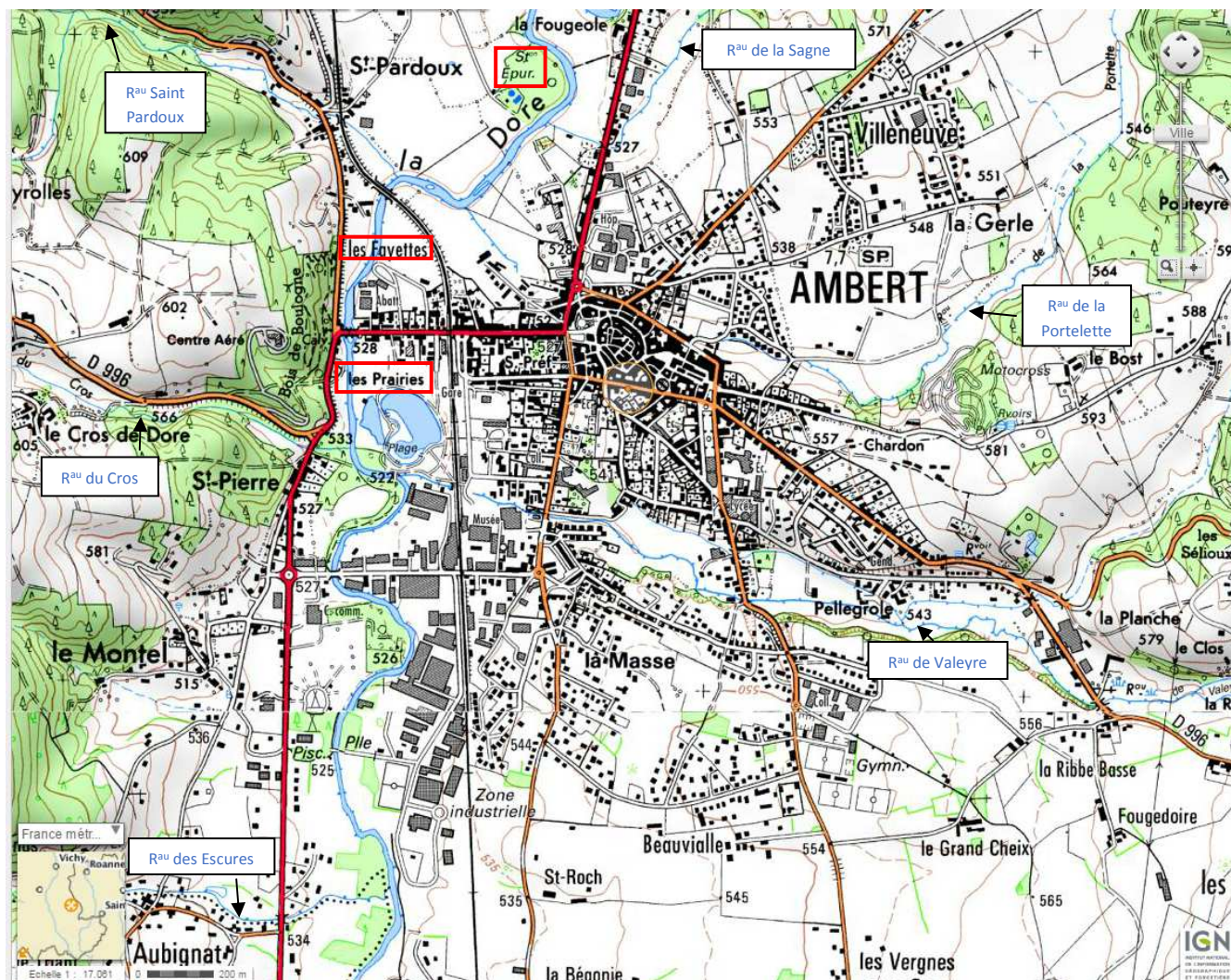
Figure n°1 : Zonage NATURA 2000 (jaune) et ZNIEFF de type 2 (vert)



3.1.2 Cours d'eau

La Commune d'Ambert est traversée par la Dore. La carte ci-dessous montre la situation hydrographique de la zone.

Figure n°2 : Réseau hydrographique de la commune (Données IGN)



Plusieurs ruisseaux, présents sur le territoire communal, sont des affluents de la Dore.

En rive droite:

- Au Sud, le Ruisseau de Valeyre se jette au Sud du lieu-dit *Les Prairies*.
- Le Ruisseau de la Portette se déverse au dessus du lieu-dit *Les Fayettes*.
- Plus au Nord, le Ruisseau de la Sagne se jette au niveau de la station d'épuration

En rive gauche :

- Au Sud, le Ruisseau des Escures rejoint la Dore au Nord d'Aubignat
- Le Ruisseau du Cros longe la D998 avant de se jeter dans la Dore au Sud du lieu-dit *Les Prairies*.
- Le Ruisseau St-Pardoux se déverse au Nord du lieu-dit *Les Fayettes*.

La Dore fait par ailleurs partie du SDAGE Loire-Bretagne et de la masse d'eau FRGR0230a. Les objectifs à atteindre sont le bon état écologique, chimique et global en 2015.

3.2 Occupation du sol

3.2.1 Délimitation des grands bassins versants

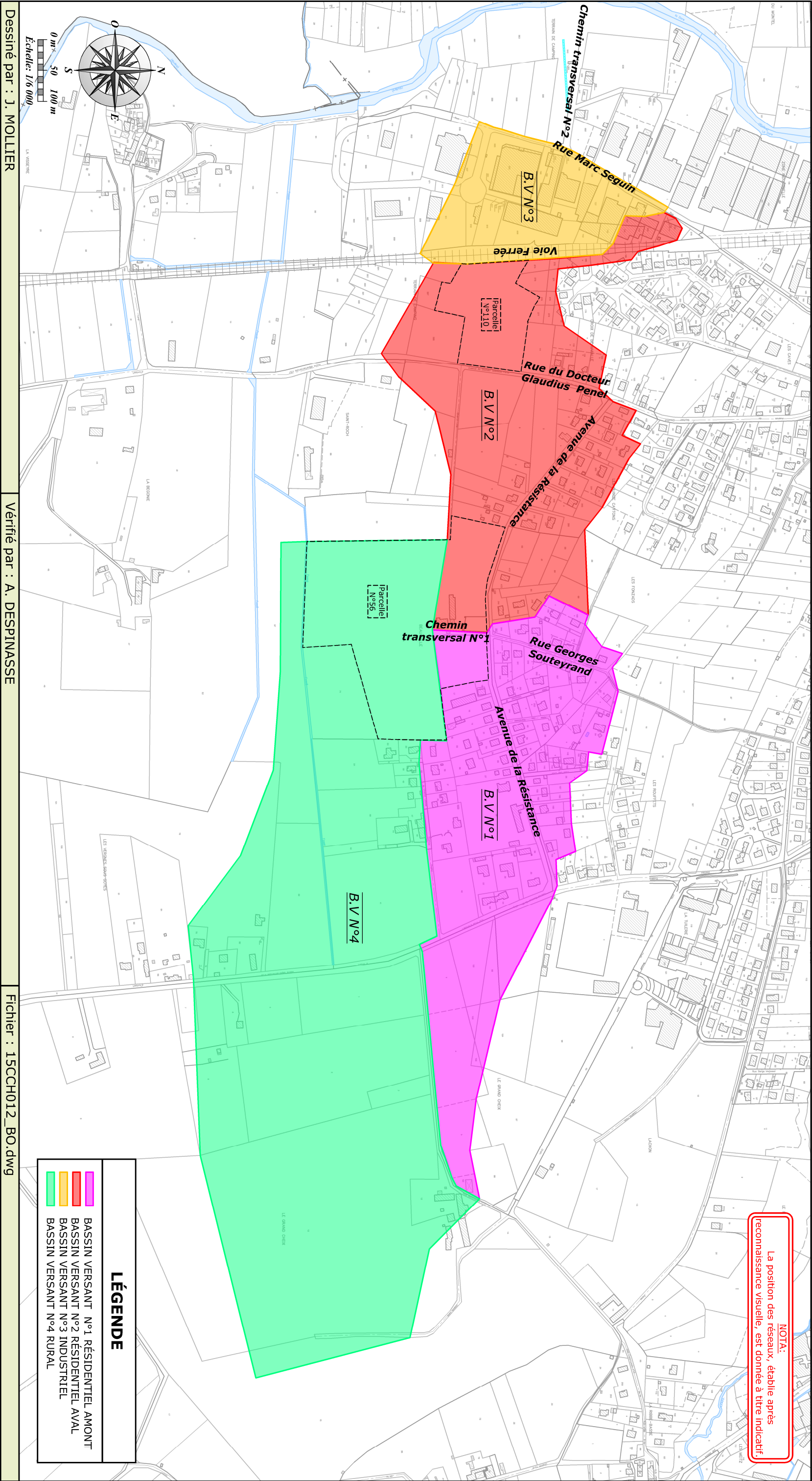
La zone industrielle est positionnée en aval de la zone d'étude. Elle intercepte ainsi le ruissellement produit à l'amont sur une surface partiellement urbanisée, constituée de lotissements et de prairies ou cultures. Le logiciel utilisé travaille sur des bassins versants ayant une occupation du sol homogène. La modélisation réalisée se base alors sur le découpage présenté sur la Figure n°3.

Le découpage des bassins versants hydrauliques a été réalisé à partir de l'occupation du sol ainsi que de la topographie et du réseau d'assainissement pluvial existant, conditionnant les cheminements hydrauliques préférentiels. Les quatre sous-ensembles définis présentent les caractéristiques suivantes :

Tableau n°1 : Caractéristiques générales des bassins versants considérés

Nom	BV4 (vert)	BV1 (rose)	BV2 (rouge)	BV3 (jaune)
Surface (Ha)	42,43	15,12	14,24	5,13
Longueur (m)	1 200	1 000	1200	250
Pente (%)	2.0	1,7	2.0	1.0
Type d'occupation	Rurale	Habitat résidentiel individuel	Habitat résidentiel individuel	Zone industrielle

Figure n°3 : Plan de situation de l'étude



3.2.2 Type d'occupation du sol

Tableau n°2 : Détail de l'occupation des sols sur chaque bassin versant

Nom	BV4 (vert)	BV1 (rose)	BV2 (rouge)	BV3 (jaune)
Surface route-parking (%)	1,48	13,69	7,21	50,00
Surface toitures (%)	0,91	7,25	4,97	42,00
Surface jardins privatifs (%)	1,81	51,27	12,43	3,95
Surface cultures (%)	95,80	27,79	75,39	5,54
Imperméabilisation (%)	2,39	20,94	11,18	92,00

Le coefficient d'imperméabilisation représente le pourcentage de surface imperméabilisée. Il est défini pour chaque bassin versant selon le type d'occupation du sol. Cette analyse a été effectuée visuellement en s'appuyant sur les photographies aériennes présentes sur Géoportail.

3.3 Description du réseau existant

3.3.1 Exutoires considérés

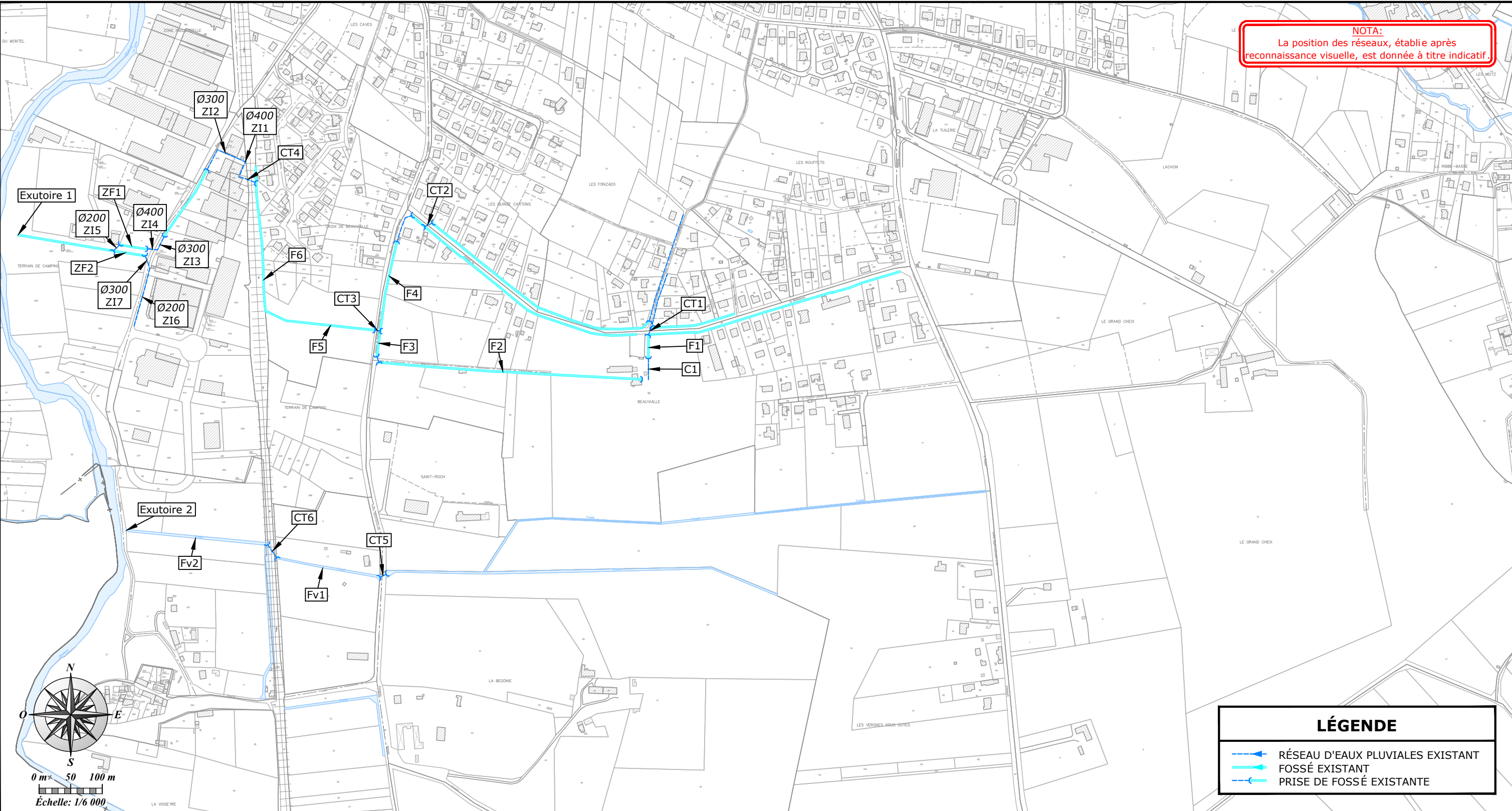
L'aire d'étude s'étend sur la partie Sud de la commune d'Ambert. Deux exutoires sont considérés :

- Le premier dans la Dore, au Sud de la zone industrielle. Il constitue l'exutoire du BV4.
- Le deuxième dans la Dore également, à l'Est de la zone industrielle et de la rue Marc Seguin. Il constitue actuellement l'exutoire de l'ensemble des bassins versants BV1-BV2 et BV3.

3.3.2 Voiries et fossés principaux

Le plan du réseau existant (conduites et fossés) est présenté ci-dessous (Figure n°4). Des noms ont été donnés à ces éléments pour faciliter la description des résultats et des travaux dans la suite du rapport. Ils sont indiqués par des étiquettes sur la figure suivante.

Figure n°4 : Plan de situation du réseau existant



Au niveau des bassins versants résidentiels, le réseau est constitué de la sorte par des fossés interceptant les eaux de ruissellement de part et d'autre de l'*Avenue de la Résistance*. Des busages sont présents au niveau des entrées de parcelles.

Concernant le **BV1**, les fossés et conduites de part et d'autre de la voirie se rejoignent dans le fossé nommé « F1 » grâce au busage « CT1 ». Ce fossé longe un chemin perpendiculaire à l'*Avenue de la Résistance*, à travers la parcelle 56. Après le passage dans la conduite « C1 » (Ø125 mm), les eaux se jettent dans le « F2 » qui rejoint le fossé « F3 » longeant l'*Avenue du D. Glaudius Penel*.

Sur le **BV2**, les réseaux de part et d'autre de l'*Avenue de la Résistance* se rejoignent à l'aval de cette voirie, grâce au busage « CT2 » passant sous la chaussée. Il sont ensuite envoyés vers le fossé « F4 » longeant l'*Avenue du D. Glaudius Penel*.

Ainsi, les deux réseaux se rejoignent au point bas de l'*Avenue du D. Glaudius Penel*. La canalisation « CT3 » (Ø400 mm) passe sous la voirie et permet le rejet des eaux pluviales à l'amont vers le fossé « F5 » traversant la parcelle 110, au-dessus de la voie ferrée. Le fossé longe ensuite la voie jusqu'au Nord de la zone industrielle. Les écoulements passent sous la voie ferrée (conduite « CT4 » Ø400 mm) avant d'entrer dans le BV3.

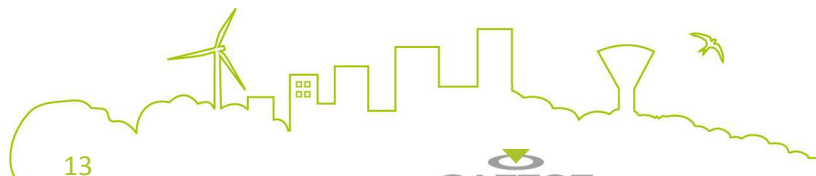
Dans la **zone industrielle**, les usines sont raccordées individuellement au réseau longeant la *Rue Marc Seguin*.

Sur la partie basse de la zone, une canalisation Ø200 mm (ZI6) draine les écoulements. Le busage « ZI7 » (Ø300 mm), passant sous la chaussée amène les eaux vers le fossé « ZF2 » longeant le « Chemin transversal n°2 ».

Sur la partie haute, un fossé en contrepente du terrain naturel entrecoupé de busages en sortie de parcelles entraîne les volumes vers la conduite « ZI3 » (Ø300 mm). Ces derniers passent ensuite sous la chaussée grâce à la conduite « ZI4 » (Ø400 mm) et sont déversés dans le fossé « ZF1 » longeant le « Chemin transversal n°2 ».

Le busage « ZI5 » (Ø200 mm) passant sous ce chemin permet l'évacuation des écoulements générés sur la partie haute, dans le fossé « ZF2 » indiqué au premier point et menant jusqu'à la Dore, l'exutoire naturel « Exutoire 1 ».

Concernant le **BV4**, un seul fossé intercepte les eaux de ruissellement. Ce dernier traverse successivement l'*Avenue du D. Glaudius Penel* puis la voie ferrée, parallèlement au réseau présenté juste avant. Il se rejette dans la Dore, au niveau de l'« Exutoire 2 ».



4 MODELISATION

4.1 Élaboration du modèle

4.1.1 Présentation du logiciel

4.1.1.1 Généralités

MIKE URBAN est le logiciel utilisé pour cette étude. Il s'agit d'un logiciel commercial de modélisation numérique de réseaux d'assainissements urbains. Il combine à la fois des moteurs de calculs hydrologiques et hydrauliques, simule le ruissellement de surface et la propagation des écoulements en réseau et évalue ainsi les débits rejetés en milieu naturel.

La modélisation d'un réseau nécessite la définition de 2 systèmes :

- les bassins versants qui « récupèrent » les eaux de pluies et les « injectent » dans le réseau par l'intermédiaire de certains nœuds définis comme les points d'affectation des bassins versants ;
- le réseau proprement dit, constitué de conduites et de nœuds qui peuvent être des regards, des exutoires, des bassins d'orage, des déversoirs d'orage, des pompes...

MIKE URBAN effectue deux types de calcul :

- des simulations hydrologiques qui décrivent le ruissellement de la pluie à la surface des bassins versants et servent de données d'entrée au module hydraulique (hydrogrammes de ruissellement) ;
- des simulations hydrauliques qui modélisent le transit de l'eau ruisselée dans le réseau.

De nombreuses données initiales sont nécessaires afin de reproduire de manière réaliste la situation :

- les données hydrologiques visant à la construction de la pluie de projet ;
- l'état de l'occupation du sol, permettant de caractériser la part de ruissellement, d'infiltration et de pertes initiales sur les bassins versants ;
- la topographie du site, le réseau d'assainissement actuel, les exutoires existants, visant à dresser le fonctionnement du réseau et à caractériser le mode de propagation des écoulements.



4.1.1.2 Pluie utilisée

N'ayant pas de mesures de pluviométrie sur l'aire d'études, une pluie de projet est utilisée. Il s'agit d'une pluie fictive à laquelle est affectée une période de retour donnée. Sa construction a été réalisée à partir de la méthode du double triangle de Desbordes, prenant en compte les coefficients de Montana définis sur la station de Clermont-Ferrand. Il a été supposé que la commune d'Ambert présentait les mêmes caractéristiques climatologiques que cette station.

Par ailleurs, il a été considéré que la durée de la pluie intense était de 15 minutes et celle de la pluie totale, de 1 heure.

Enfin, plusieurs hyétogrammes de pluie ont été calculés, pour plusieurs périodes de retour car la norme européenne NF EN 752-2 donne les contraintes suivantes :

Tableau n°3 : Périodes de retour à considérer pour le dimensionnement des ouvrages

Fréquence de mise en charge	Lieu	Fréquence d'inondation
1 par an	Zones rurales	1 tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres villes, zones industrielles ou commerciales : - si le risque d'inondation est vérifié - si le risque d'inondation n'est pas vérifié	1 tous les 30 ans -
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

Ainsi, pour les bassins versants amont de type résidentiels, les dimensionnements seront effectués sur la base de précipitations de période de retour 20 ans. Au niveau de la zone industrielle, une pluie de période de retour 30 ans sera utilisée lors des modélisations hydrologiques.

4.1.1.3 Calculs hydrologiques

Les hydrogrammes de ruissellement (débit en fonction du temps à l'exutoire des bassins versants) sont calculés par MIKE URBAN selon différentes méthodes.

Dans cette étude, la méthode de Horton est utilisée pour le calcul de la pluie nette. Elle permet de prendre en compte l'infiltration de l'eau sur les surfaces perméables telles que les cultures ou les jardins privatifs. Compte tenu de l'occupation de sol sur les surfaces amont (bassins versants ruraux et résidentiels individuels), ce choix semble le plus réaliste.

De plus, pour chaque bassin versant, une valeur de pertes initiales est déterminée prenant en compte le stockage d'une partie des précipitations dans les dépressions de sol (flaquage). Cette donnée dépend à la fois de la pente du bassin versant ainsi que de l'occupation du sol (pourcentages de terrain perméables et imperméables).

4.1.1.4 *Calculs hydrauliques*

La propagation des écoulements dans les conduites est obtenue à partir de la résolution des équations de Barré de Saint-Venant en régime transitoire.

4.1.2 Définition des bassins versants

Chaque bassin versant est affecté à un nœud du modèle. 41 bassins versants ont été modélisés. Ils sont définis par :

- une surface ;
- une longueur (distance la plus longue entre un point du bassin versant et l'exutoire) ;
- une pente ;
- un coefficient d'imperméabilisation ;
- un temps de concentration (correspondant au temps maximal mis par une goutte d'eau tombant à la surface du bassin, pour parvenir jusqu'à son nœud exutoire).

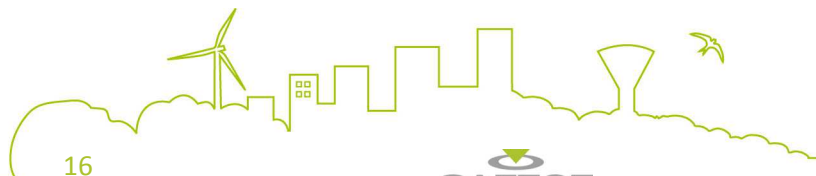
La surface totale des bassins versants de la zone d'étude est d'environ 80 hectares.

Le logiciel effectue lui-même les calculs des temps de concentration.

4.1.3 Descriptif du réseau

Les données du réseau intégrées au modèle ont été déterminées à partir du plan des réseaux fourni par le Maître d'Ouvrage (diamètre des conduites, représentation du tracé du réseau), des données topographiques (cotes TN en mNGF) obtenues à l'aide de cartes IGN et des reconnaissances terrain réalisées par le Bureau d'Etudes (dimensions des fossés).

Par ailleurs, il est important de préciser que sur une grande partie du réseau située sur les surfaces amont, la pente des conduites et des fossés a été considérée égale à la pente du terrain naturel (manque de données). De plus, un relevé non exhaustif des dimensions des fossés a induit une interpolation des sections sur l'ensemble du tracé des voiries.

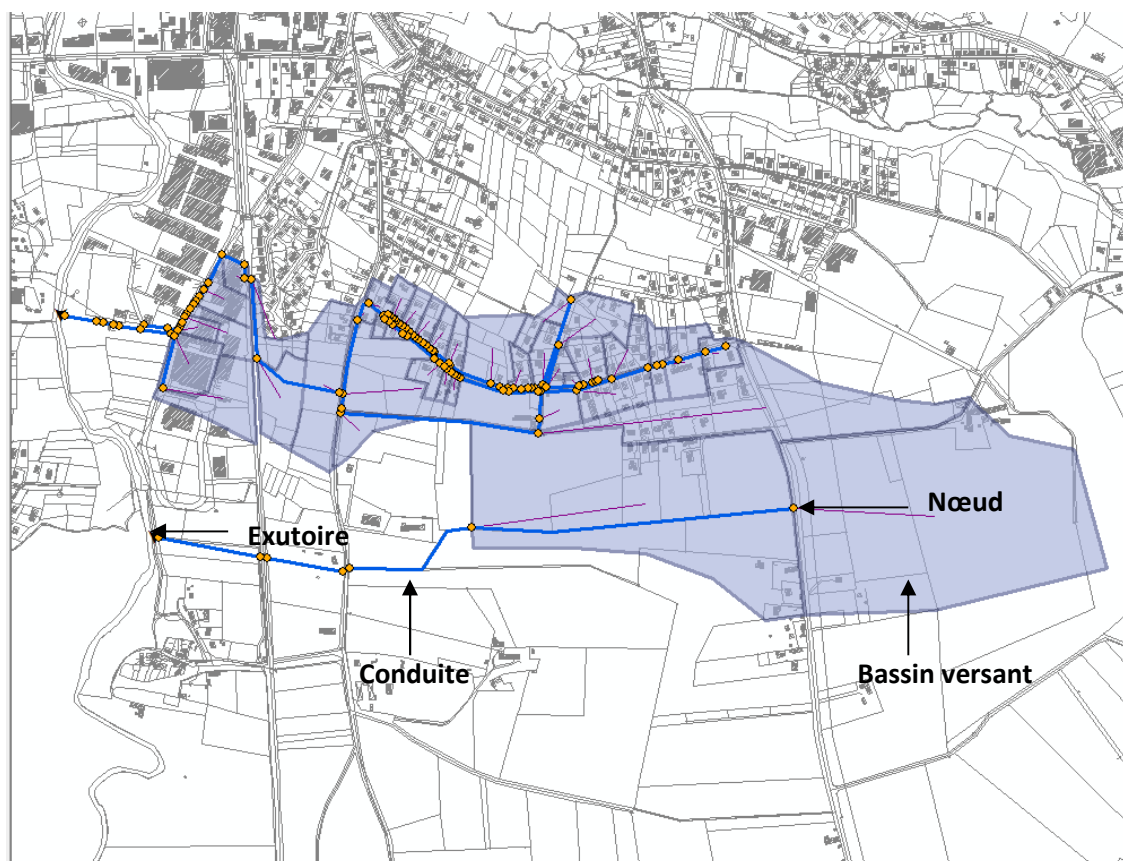


Les éléments modélisés pour représenter le réseau actuel sont les suivants :

Nœuds	106
Exutoires	2
Conduites	104

Le réseau tel qu'il a été modélisé, est présenté ci-dessous :

Figure n°5 : Schématisation du réseau – Extrait de MIKE URBAN



4.2 Modélisation du réseau actuel

La modélisation du réseau à l'état initial est présentée ci-dessous. Cette étape a permis de mettre en évidence les points sensibles du réseau, où des débordements importants et des mises en charge sont constatés.



Figure n°6 : Localisation des débordements sur le réseau à l'état initial, T = 20 ans



4.2.1 Propagations des écoulements à travers le BV4

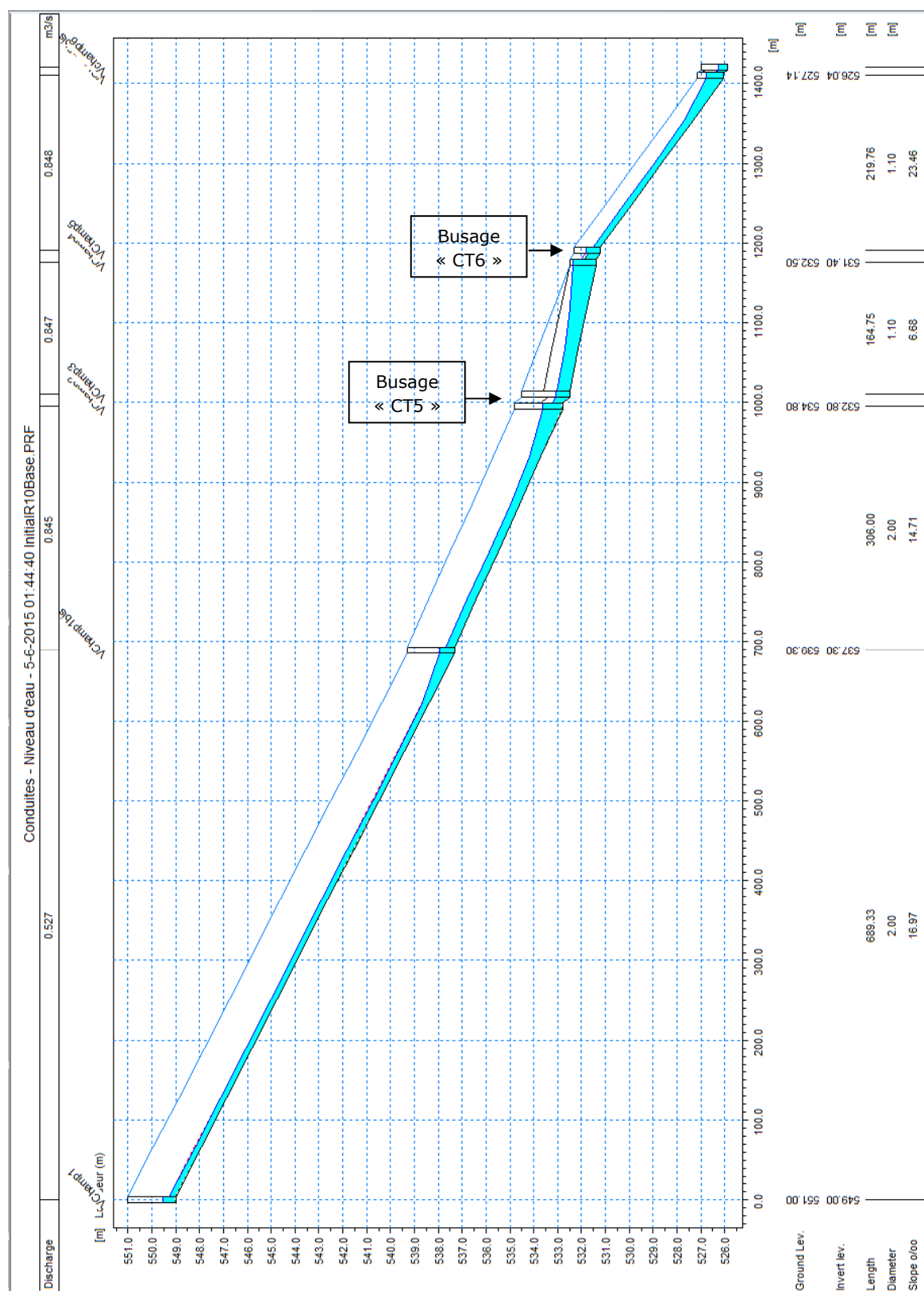
Le BV4 est indépendant du reste de la zone d'étude. En effet, son exutoire naturel est différent de celui en aval de la zone industrielle. Le ruissellement généré sur cette surface ne transite donc pas dans la zone industrielle soumise aux débordements.

Au vu de l'occupation du sol, la pluie de projet utilisée ici est une pluie de période de retour décennale.

La Figure n°7 montre la hauteur d'eau maximale atteinte dans le réseau traversant le BV4. Une mise en charge est visible en aval, dans la conduite « CT6 ». Ce résultat est prévisible puisque la taille de conduite est faible ($\varnothing 500$ mm) au regard des fossés « Fv1 » et « Fv2 » drainant le ruissellement, respectivement à l'amont et à l'aval, avec une hauteur de 1,10 m.

Cependant, cette situation ne présente pas de problème majeur puisqu'aucun débordement n'est induit dans ces fossés. De plus, il s'agit d'une zone agricole ne présentant pas une vulnérabilité envers les biens et les personnes.

Figure n°7 : Hauteurs d'eau le long du réseau traversant le BV4



4.2.2 Propagations des écoulements à travers le BV1

Au cours de l'étude, il a été décidé de traiter indépendamment les deux bassins versants résidentiels du fait de la structure du réseau (déviation du réseau drainant le BV1).

L'état de l'occupation sur cette zone oblige à travailler avec des précipitations vicennales (période de retour de 20 ans).

La Figure n°8 représente le profil en long du réseau en chaussée gauche de l'Avenue de la Résistance puis sa déviation sur le « Chemin transversal n°1 » traversant la parcelle 56 et arrivant sur « F1 ». Un débordement majeur est alors observé au niveau du Chemin transversal n°1. Cela est en adéquation avec les données recueillies puisque la ferme située de l'autre côté du chemin est régulièrement inondée.

Il est évident ici que la canalisation « C1 » n'est pas appropriée. L'ensemble du ruissellement tombant à la surface du bassin versant converge vers un busage de Ø 125 mm. Cet ouvrage est largement sous-dimensionné.

Par ailleurs, la mise en charge de ce busage entraîne un stockage de l'eau en amont, puis une mise en charge des conduites avec débordements. Cela est d'autant plus important de l'autre côté de la chaussée où les eaux issues du ruissellement arrivent dans le busage « CT1 » (Ø300 mm) passant sous l'Avenue de la Résistance (Figure n°9).



Figure n°8 : Débordements en aval du BV1

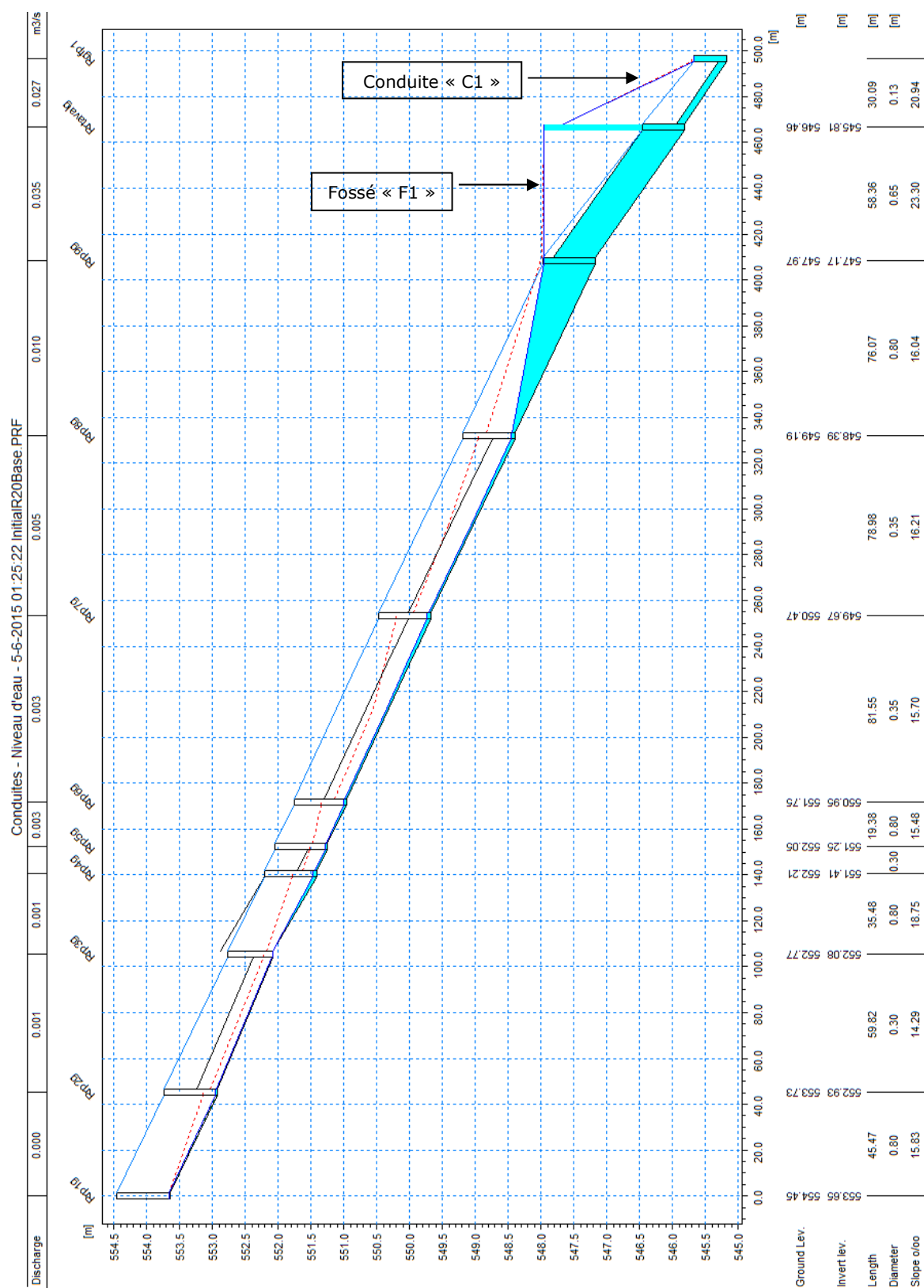
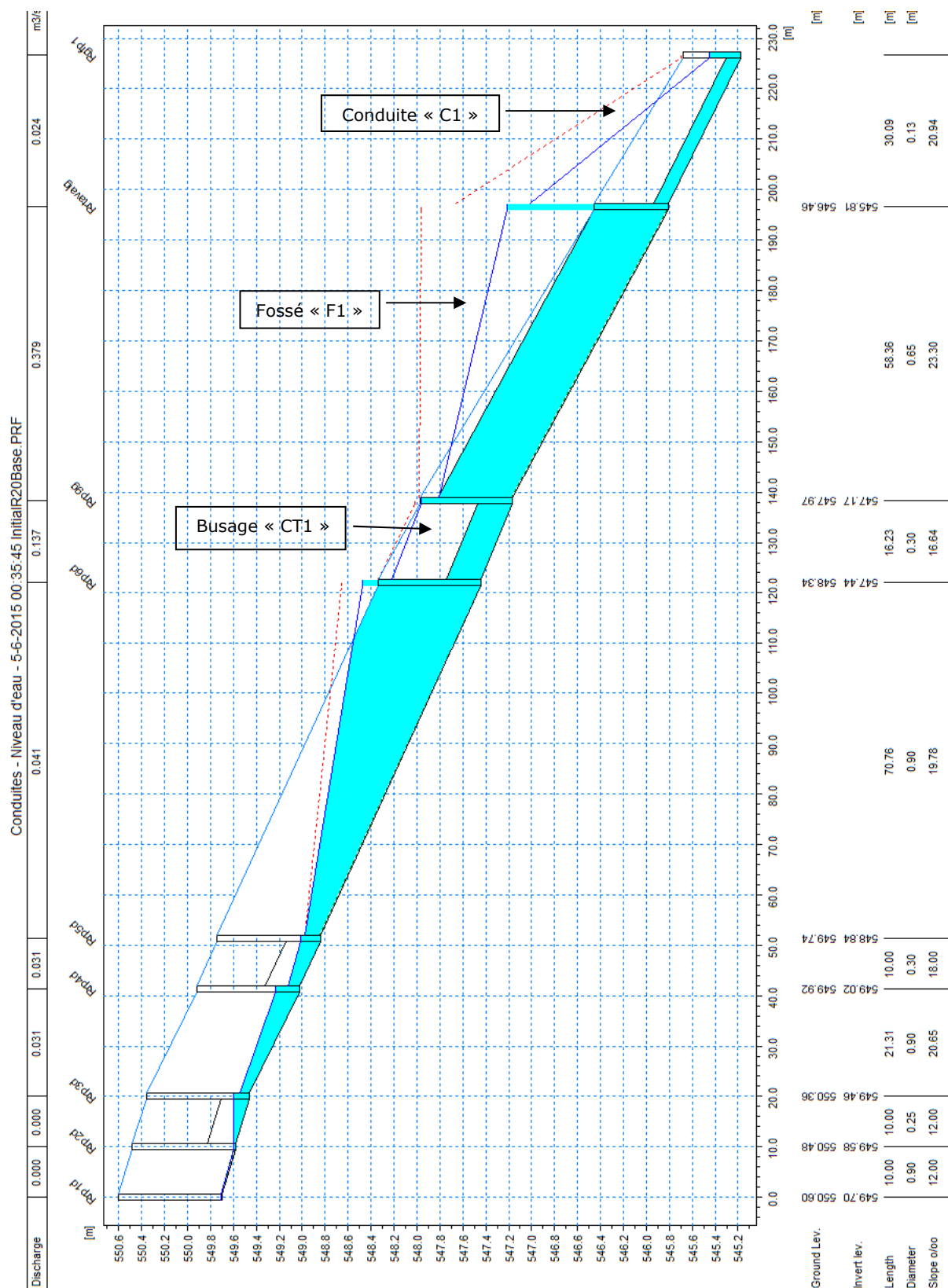


Figure n°9 : Débordements sur l'Avenue de la Résistance



4.2.3 Propagations des écoulements à travers le BV2

De la même manière que précédemment, compte tenu d'une occupation du sol de type résidentiel, la période de retour utilisée pour la pluie de projet est de 20 ans.

La structure actuelle du réseau fait converger les ruissellements produits sur les BV1 et BV2 vers le busage « CT3 » traversant l'Avenue du D. Glaudius Penel. Un débordement important peut alors être constaté en amont de ce dernier (Figure n°10) dû à un diamètre de busage Ø400 mm sous-dimensionné.

Par ailleurs, en aval du BV2, le fossé « F6 » longeant la voie ferrée, draine l'ensemble des écoulements se propageant depuis les surfaces amont.

De la même façon, un débordement important de ce canal est observable juste avant l'entrée dans le BV3 (Figure n°11). Puisque l'écoulement dans le fossé « F5 » faisant suite au busage « CT3 » n'atteint pas sa hauteur maximale, cette situation est probablement due à une surcharge des réseaux au sein de la zone industrielle.

Figure n°10 : Débordements à l'intersection des réseaux drainant les BV1 et BV2

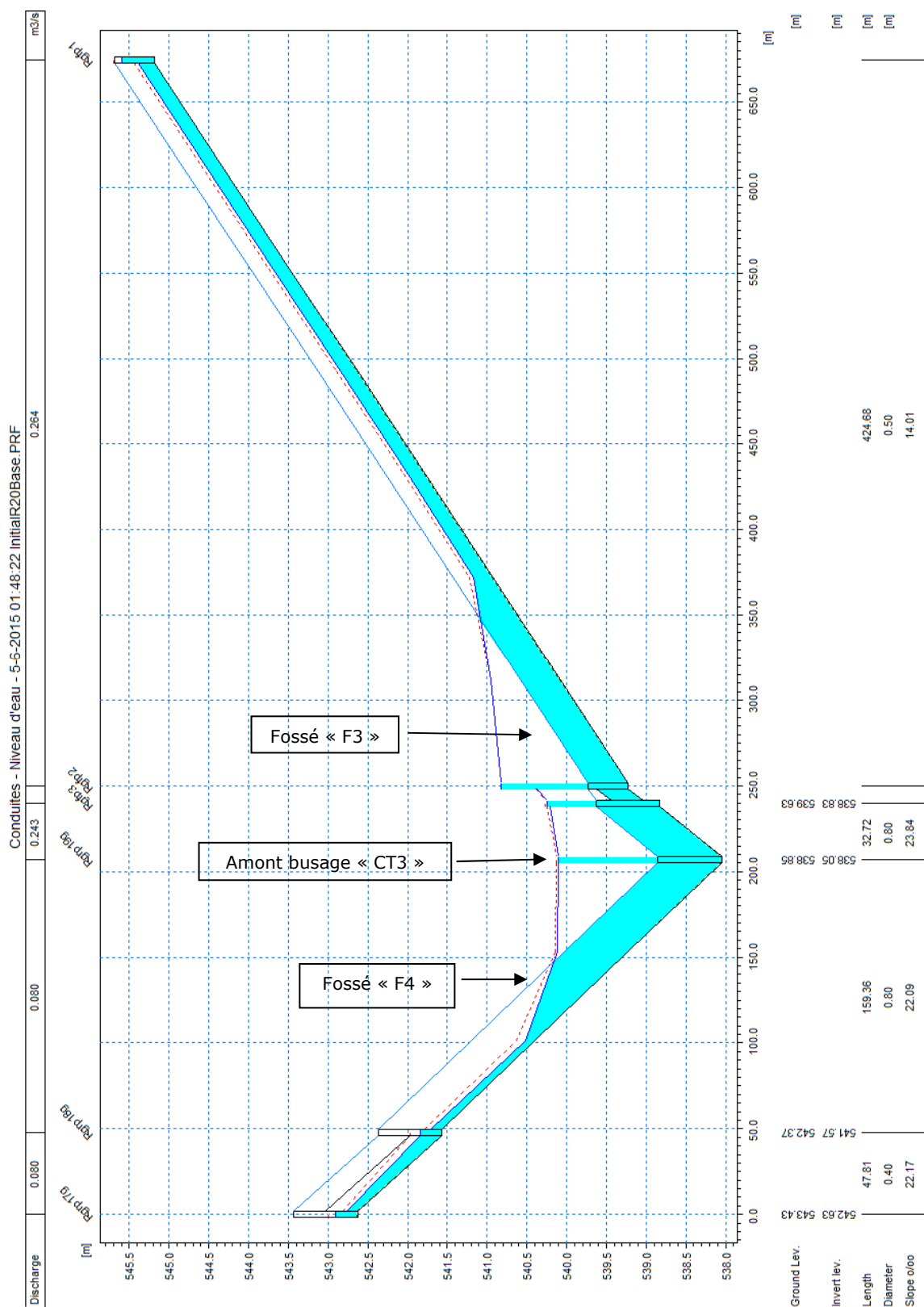
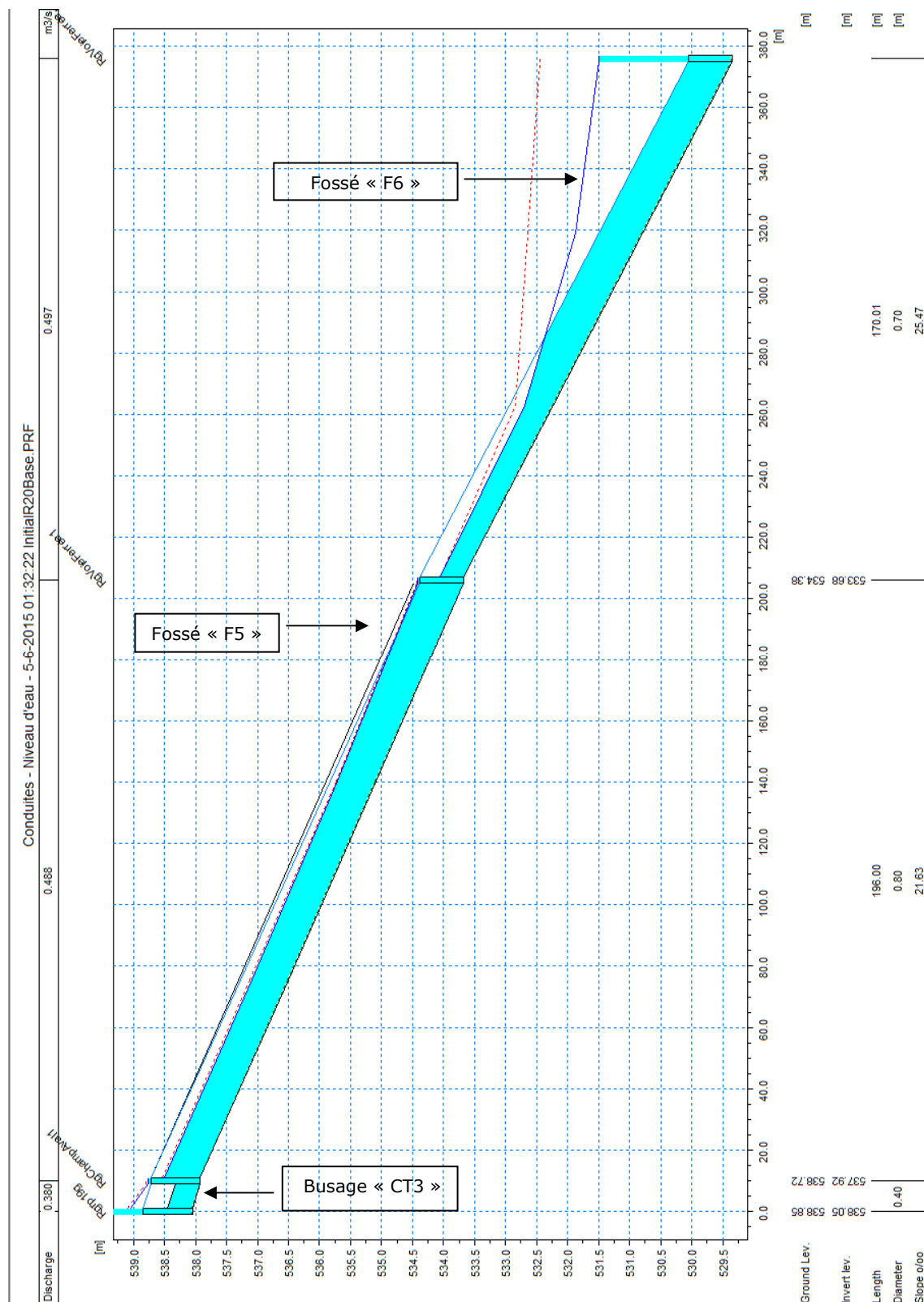


Figure n°11 : Débordements en amont du BV3



4.2.4 Propagation des écoulements dans le BV3

Dans une première approche et afin de rester en adéquation avec les résultats présentés juste avant, la période de retour considérée ici est toujours de 20 ans. Il sera par contre nécessaire d'utiliser une pluie de période de retour 30 ans pour le dimensionnement des ouvrages présentés par la suite.

Remarque : Le modèle ne peut utiliser qu'une seule pluie de projet lors d'une simulation, alors affectée de la même façon à tous les bassins versants.

Le profil en long présenté sur la Figure n°12 montre un dysfonctionnement du réseau de manière évidente. En effet, les conduites sont toutes en charge et les fossés présentent des débordements importants. Plusieurs constats expliquent ce schéma :

- Le BV3 draine l'ensemble des bassins versants amont (BV1 et BV2),
- La convergence des volumes générés sur la partie amont se fait en amont de la zone industrielle, dans la conduite « ZI1 » (400 mm). Cette conduite est suivie de « ZI2 » de diamètre 300 mm,
- La pente des fossés et des busages récupérant les eaux de ruissellement générées sur les parcelles industrielles est très faible et ne permet pas une évacuation suffisante des volumes. Au contraire, cette configuration entraîne un effet de stockage. Par ailleurs, les diamètres de busage sont ici aussi sous-dimensionnés.
- La conduite « ZI5 » présente un diamètre très faible (200 mm), ce qui empêche une bonne évacuation des volumes générés en amont.

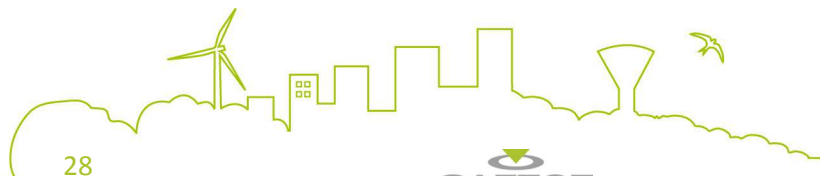
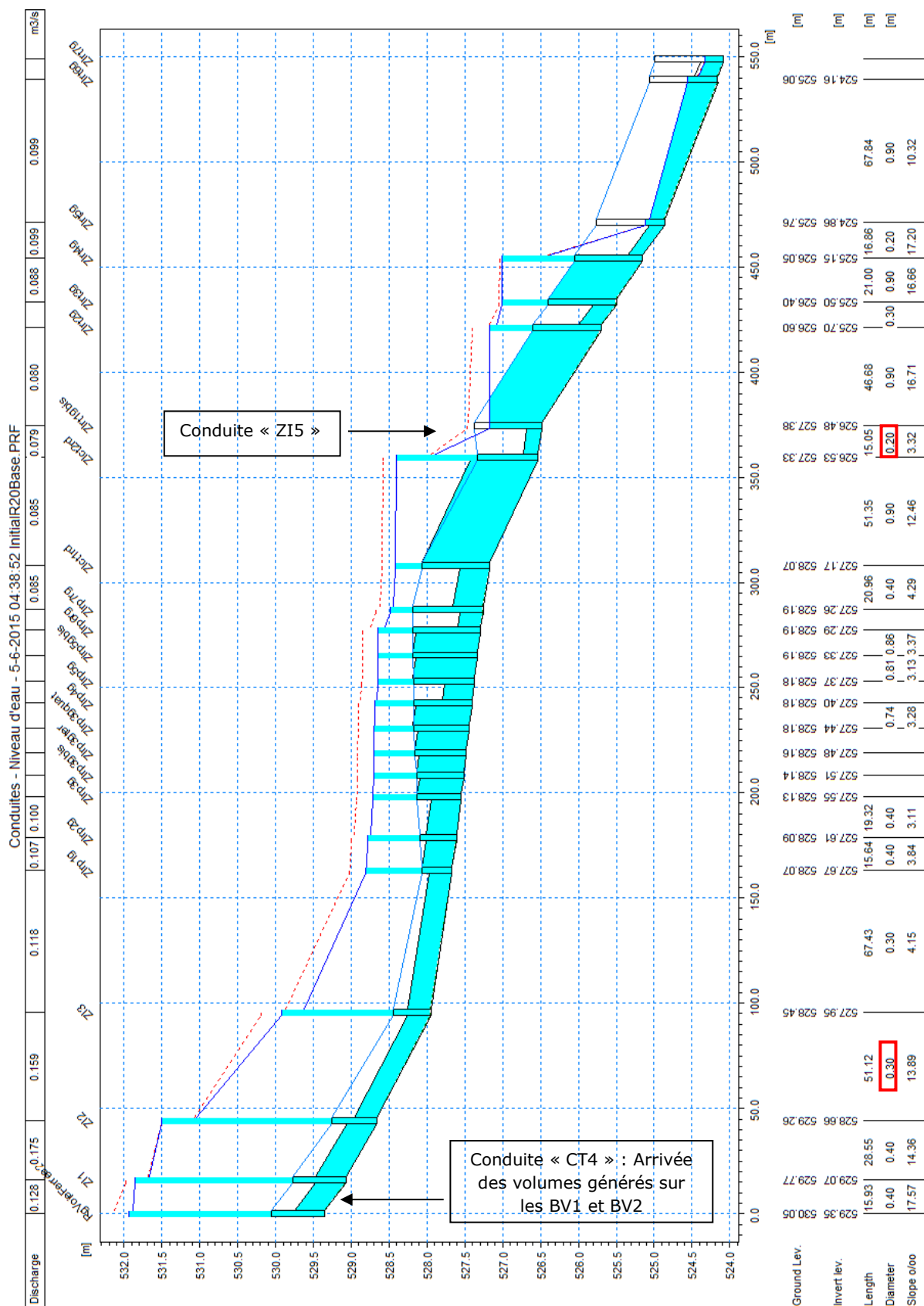


Figure n°12 : Débordements générés dans le BV3



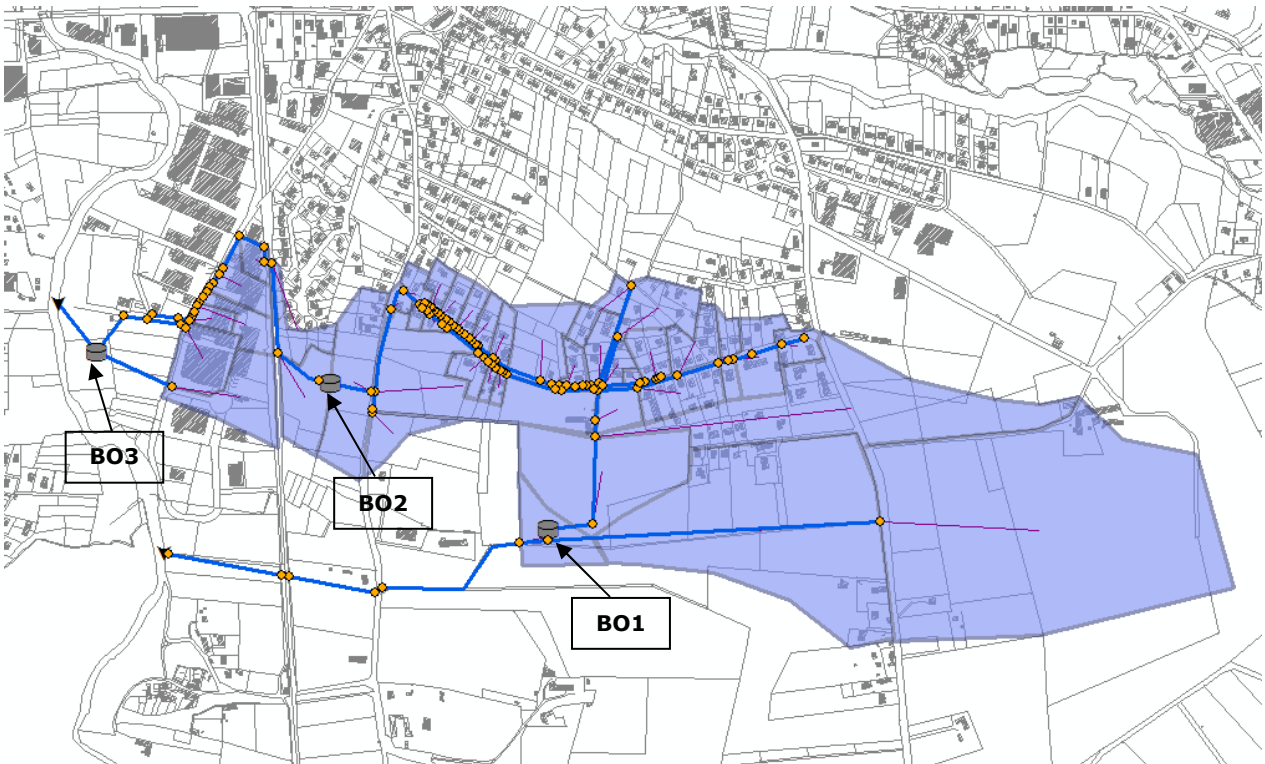
5 PROPOSITION DE TRAVAUX

5.1 Solutions proposées

Dans ce scénario, il est proposé de créer trois bassins d'orage :

- Le « BO1 », sur la parcelle 56, en aval du BV4. Ce bassin interceptera les eaux de ruissellement générées sur une partie du BV4, ainsi que les volumes générés sur le BV1. Ce dernier sera alors déconnecté du réseau existant et les volumes ruisselant à sa surface se rejeteront à l'« Exutoire 2 » sans passer par la zone industrielle.
- Le « BO2 » en aval du BV2, dans la parcelle 110. Cet ouvrage interceptera les volumes générés sur le BV2 uniquement. Il a pour but de tamponner et écrêter le débit arrivant en tête de BV3.
- Le « BO3 » en aval du BV3, sur la parcelle 940. Il interceptera le débit de sortie du BO2, ainsi que les volumes générés sur le BV3.

Figure n°13 : Schématisation du réseau avec bassins d'orage (extrait de MIKE URBAN)



5.2 Contraintes

5.2.1 Bassin d'orage amont : BO1

Le débit de fuite du bassin d'orage « BO1 » ne peut excéder 59 l/s d'après le SDAGE Loire-Bretagne (3 l/s/ha de surface drainée). Dans ce cas, la surface drainée est une partie de la surface du BV4 ainsi que celle du BV1, à savoir 19.6 Ha.

Le bassin d'orage se trouvant à l'aval d'un terrain agricole, les conduites d'arrivée traversent une zone cultivable sur laquelle du matériel agricole peut transiter. Elles doivent être suffisamment enterrées pour ne pas être détériorées par le passage des engins.

La période de retour utilisée pour le dimensionnement est vicennale car le BV1 drainé a une occupation du sol de type résidentielle.

5.2.2 Bassin d'orage intermédiaire : BO2

Le fossé « F5 » traversant la parcelle 110 présente une profondeur de 0,8 m.

Le bassin d'orage « BO2 » doit avoir un débit de fuite inférieur ou égal à 42.6 l/s/ha selon les prescriptions du SDAGE Loire-Bretagne (surface drainée prise égale à celle du BV2 : 14.2 Ha).

La période de retour utilisée pour le dimensionnement est une période vicennale car le bassin versant drainé (BV2) est de type résidentiel.

5.2.3 Bassin d'orage aval : BO3

Dans le BV3, la principale contrainte vient du réseau existant. En effet, les conduites en place sont, pour la plupart, situées sous les bâtiments et ne sont dès lors plus accessibles ou difficilement remplaçables. Un redimensionnement du réseau serait la solution la plus efficace pour limiter les débordements mais difficile du point de vue de la faisabilité.

Actuellement, une partie des écoulements est drainée par un fossé qui se rejette dans un Ø1000 mm engorgé, Rue de l'Industrie. À la demande du Maître d'Ouvrage, l'étude a pris en compte la possibilité d'inverser la pente du fossé par rapport au terrain naturel pour désengorger ce réseau.

Les conduites passant sous les voiries ainsi que les busages aux entrées de parcelles doivent être suffisamment enterrées pour ne pas être impactées par le passage des véhicules sur la chaussée.

Le débit de fuite du bassin d'orage « BO3 » doit respecter la norme imposée par le SDAGE Loire-Bretagne (3 l/s/ha surface drainée). Dans ce cas, la surface drainée comprend le BV2 ainsi que le BV3 (environ 19.4 Ha). Le débit de fuite maximal est alors de 58.2 l/s.

Le dimensionnement a été effectué sur la base d'une période de retour de 30 ans car l'occupation des sols sur le BV3 est de type industriel.

5.3 Travaux préconisés

L'ensemble des travaux listés ci-dessous sont présentés sur la Figure n°14 ci-dessous.

5.3.1 Bassin d'orage amont : BO1

Afin de limiter les débordements :

- La conduite « **CT1** » passant sous l'Avenue de la Résistance doit être remplacée par un diamètre **Ø400 mm** ;
- Un **reprofilage du fossé « F1 »** est nécessaire. Il présente désormais une section de 0,8×0,6 m ;
- La conduite « **C1** » de Ø125 mm (ancien poteau téléphonique) doit être remplacée par une conduite **Ø500 mm** ;
- À l'aval de cette canalisation, il est préconisé de mettre en place **deux conduites Ø500 mm** « C2/C3 » et « C2bis/C3bis » à travers champ jusqu'en entrée du bassin d'orage. D'après le modèle, la couverture sur les conduites est de 0,7 m en moyenne.

Le volume utile du bassin d'orage BO1 est de **2 400 m³**. À titre indicatif, il a été modélisé avec les dimensions suivantes : profondeur de 1,5 m, largeur de 50 m et longueur de 80 m. Ainsi, le volume à terrasser est de 7 800 m³. Ces données sont présentées à titre indicatif.

La double conduite d'arrivée est située au niveau de la cote TN du bassin.

La conduite de vidange se rejette dans le fossé traversant le BV4.

5.3.2 Bassin d'orage intermédiaire : BO2

L'arrivée des écoulements jusqu'au bassin d'orage se fait grâce au fossé déjà existant.

Le volume utile du bassin d'orage BO2 est de **2 000 m³**. À titre indicatif, il a été modélisé avec les dimensions suivantes : profondeur de 1,1 m, largeur de 67 m et longueur de 100 m. Ainsi, le volume à terrasser est de 9 330 m³ pour une profondeur utile de seulement 30 cm. Ces données sont présentées à titre indicatif.

La conduite de vidange se rejette dans le fossé « F5 » traversant la parcelle 110 en direction de la voie ferrée.



5.3.3 Zone industrielle et bassin d'orage aval (BO3)

D'importants travaux de remplacement de canalisations sont à prévoir au niveau de la zone industrielle afin de supprimer les débordements des conduites pour une pluie de période de retour 30 ans. Ainsi, il est préconisé de remplacer :

- La canalisation « **ZI2** » à l'amont (Ø300 mm), par une canalisation de **Ø400 mm** ;

Celle-ci sera prolongée par :

- Un busage « **ZI8** » **Ø400 mm** à créer passant sous la voirie de la rue Marc Seguin ;
- Une canalisation « **ZI9** » **Ø400 mm** à créer sous trottoir dans la rue Marc Seguin rejoignant le fossé « **ZF1** ». Ce fossé sera reprofilé de manière à avoir une section **1,1×0,6 m**.

De l'autre côté de la Rue Marc Seguin, les travaux suivants sont à prévoir :

- Remplacement de la conduite « **ZI2** » à l'aval (Ø300 mm) par une canalisation **Ø400 mm** (nommée **ZI2bis**) ;
- Remplacement du fossé entrecoupé de busages le long de la rue Marc Seguin par une canalisation unique **Ø500 mm** (nommée **ZI3**) ;
- Remplacement de la conduite sous voirie « **ZI4** » Ø400 mm par une conduite **Ø600 mm** ;
- Remplacement de la canalisation « **ZI5** » (Ø200 mm), par 2 canalisations **Ø600 mm** ;
- Remplacement de la canalisation « **ZI6** » (Ø200 mm), par une canalisation **Ø500 mm** ;
- Remplacement de la canalisation « **ZI7** » (Ø300 mm), par une canalisation **Ø500 mm** ;
- Reprofilage du fossé « **ZF2** » avec pour nouvelle section de **1,1×0,6 m** ;
- Ce fossé se poursuit en dessous du terrain de rugby jusqu'au BO3 par les fossés « **ZF3** » et « **ZF4** ».

La partie basse du BV3 est déconnectée du reste du réseau avec la création d'une canalisation **Ø500** « **ZI10** » draine les volumes ruisselés sur la zone au Sud-Ouest du terrain de rugby. Celle-ci longe le terrain de rugby et se rejette dans le BO3.

Le volume utile du bassin d'orage BO3 est de **1 400 m³**. À titre indicatif, il a été modélisé avec les dimensions suivantes : profondeur de 1,6 m, largeur de 39 m et longueur de 60 m. Ainsi, le volume à terrasser est de 9 440 m³ dû à la présence d'un remblai important sur cette parcelle.

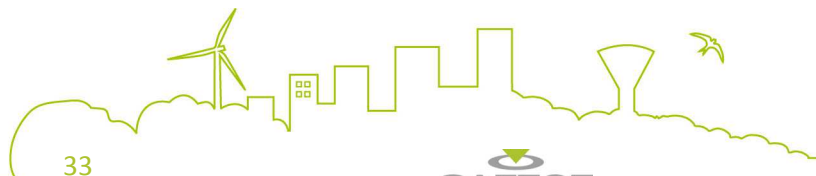
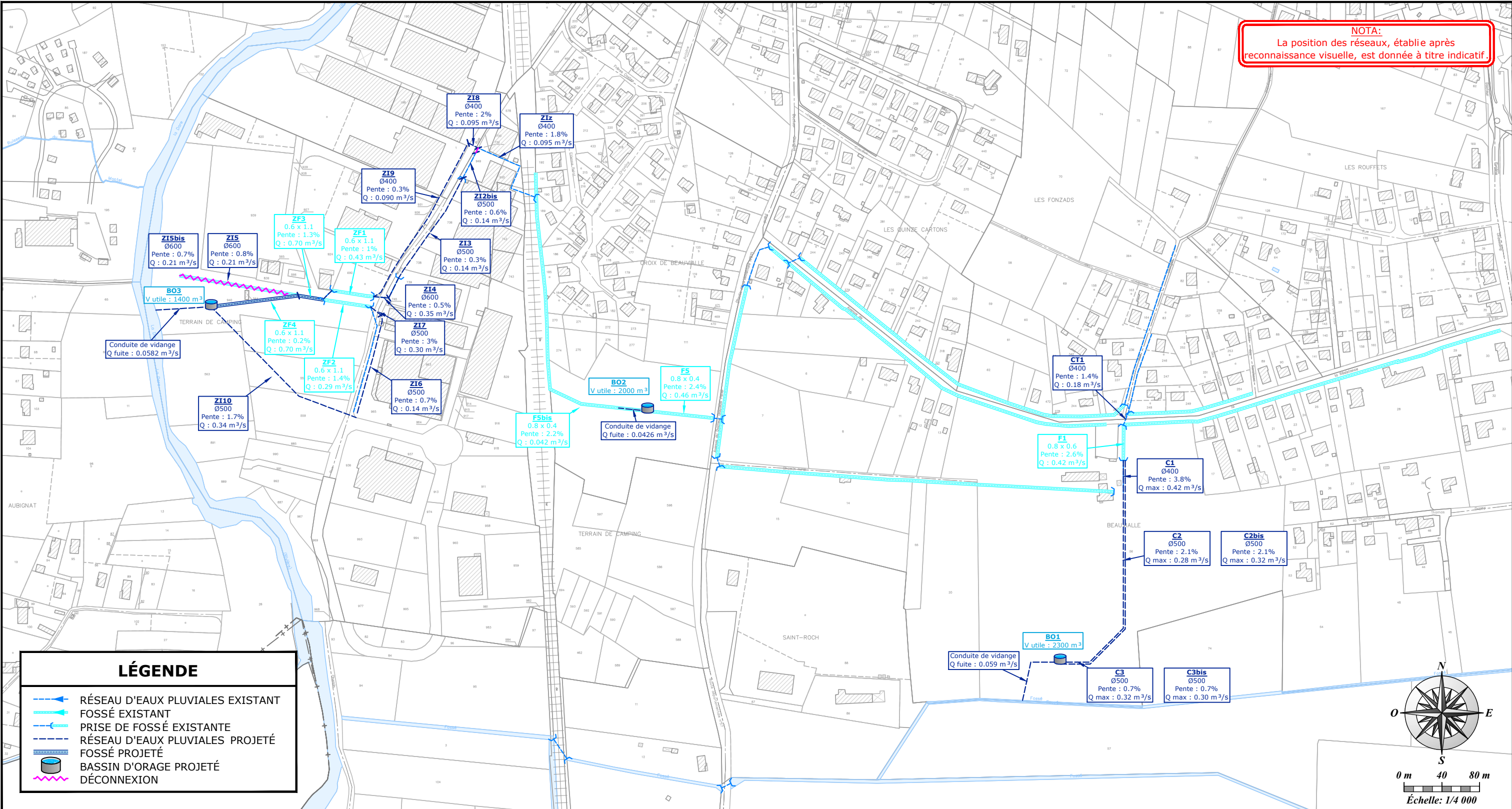


Figure n°14: Plan de situation après travaux



Dessiné par : J. D.S.GOMES

Vérifié par : A. DESPINASSE

Fichier : 15CCH012_BO-V2.dwg

5.4 Résultats de la modélisation

Les figures suivantes présentent les résultats de la modélisation sur l'ensemble du réseau après travaux. La Figure 15 présente l'évolution des débordements pour une période de retour 20 ans et la figure 16 pour une période de retour 30 ans concernant la zone industrielle. Elles mettent en évidence l'élimination des débordements sur les points noirs du réseau :

- A l'aval du BV1 ;
- Dans la zone industrielle (BV3).



Figure n°15 : Localisation des débordements du réseau après travaux, T = 20 ans



Figure n°16 : Localisation des débordements du réseau après travaux, T = 30 ans



5.4.1 A l'aval du BV1

Comme le montre la Figure n°17 ci-dessous représentant les hauteurs d'eau dans les conduites en amont du « BO1 », la nouvelle configuration du réseau permet d'éliminer tous risques de débordements pour des pluies de période de retour 20 ans.

La modélisation montre une couverture comprise entre 30 et 70 cm pour la canalisation « C1 », ce qui reste assez faible pour une entrée de parcelle sur laquelle du matériel agricole est susceptible de passer. Ainsi, la mise en place d'une protection type dalle béton sur la conduite pourrait être judicieuse.

Concernant les conduites passant à travers champ jusqu'au bassin d'orage BO1, la couverture est en moyenne de 70 cm.

Le débit de fuite du bassin d'orage BO1 respecte lui aussi la limite de rejet fixée par le SDAGE, à savoir **59 l/s**.

Conduites - Niveau d'eau - 5-6-2015 00:31:30 B0indus+rouge20RBase.PRF

Discharge	0.037	0.113	0.289	0.274	0.153/0.174	0.132/0.122	0.000
Ground Lev.	548.84	549.74					
invert lev.			547.17	547.97	544.53	545.88	539.50
Length	70.76	16.23	58.36	30.09	165.17/185.17	87.40/87.40	21.88
Diameter	0.90	0.40	0.80	0.50	0.50/0.50	0.50/0.50	0.25
Slope o/oo	19.78	13.56	25.87	37.56	20.77/20.77	6.86/6.86	13.71

5.4.2 Dans la zone industrielle BV3

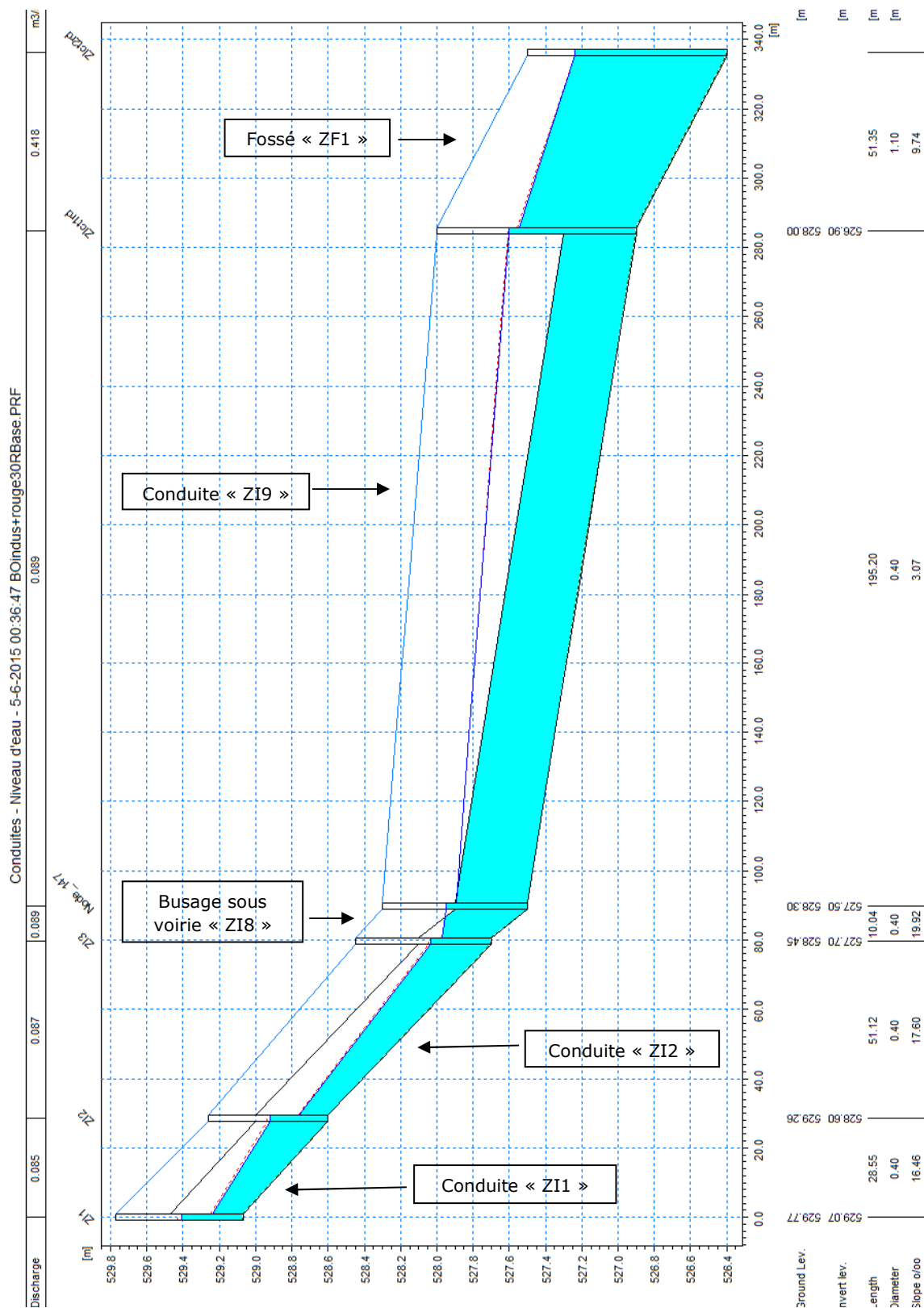
La modélisation a été réalisée à partir d'une pluie trentennale telle que le préconise la réglementation. Les résultats présentés sur les figures ci-dessous montrent que la nouvelle configuration du réseau permet d'éliminer tous risques de débordements dans la zone industrielle.

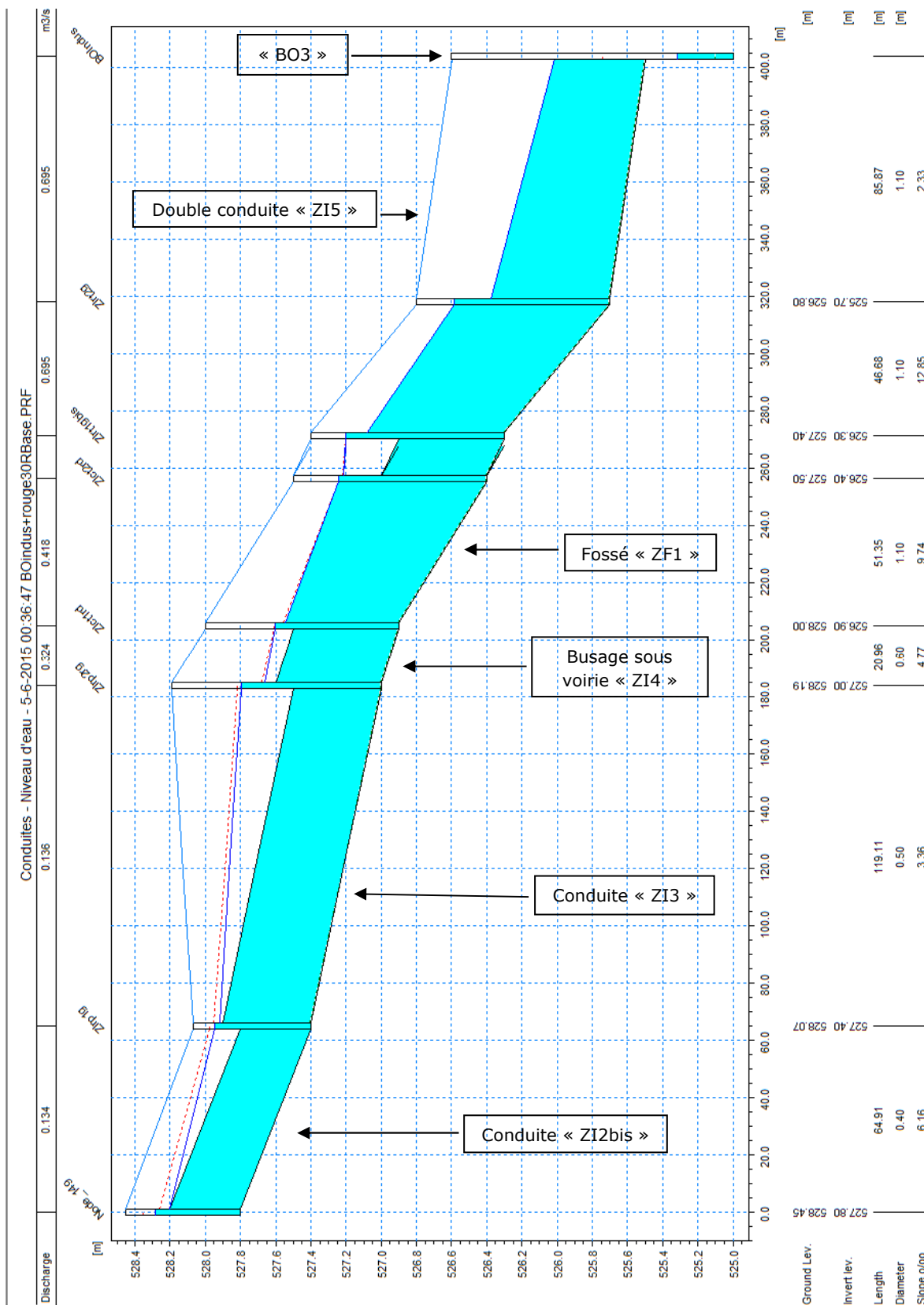
Les volumes issus du BV2 sont tamponnés et écrêtés par le bassin d'orage BO2 qui respecte un débit maximum de vidange de **42,6 l/s**. De plus, la partie haute de la zone industrielle est déconnectée du réseau existant par la création d'un nouveau réseau de l'autre côté de la rue Marc Seguin (ZI9), ce qui permet de désengorger le réseau existant.

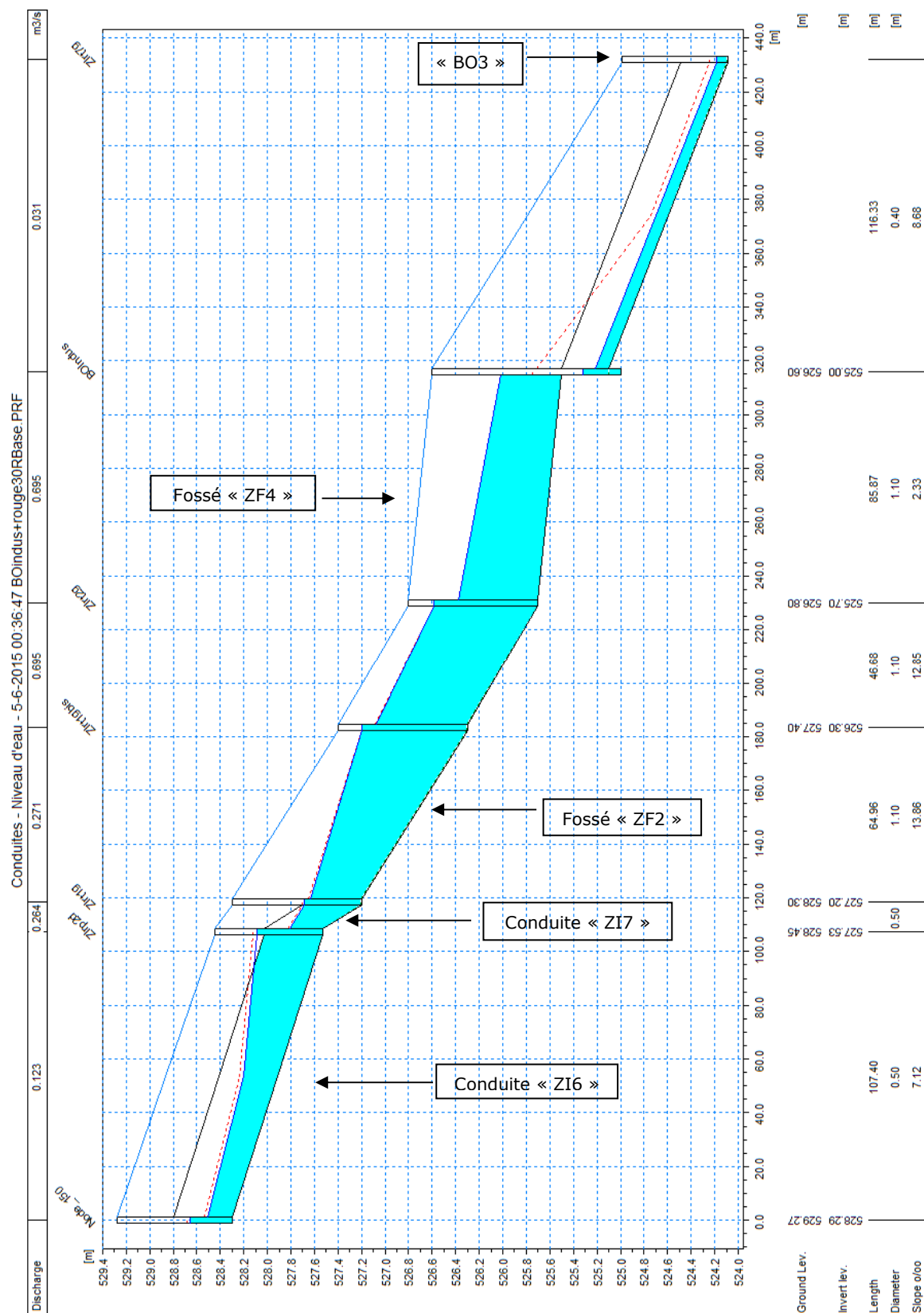
De la même façon, les volumes générés sur la partie basse du BV3 sont récupéré par une nouvelle conduite Ø500 mm (ZI10) et envoyés en tête du BO3 sans passer par le réseau existant.

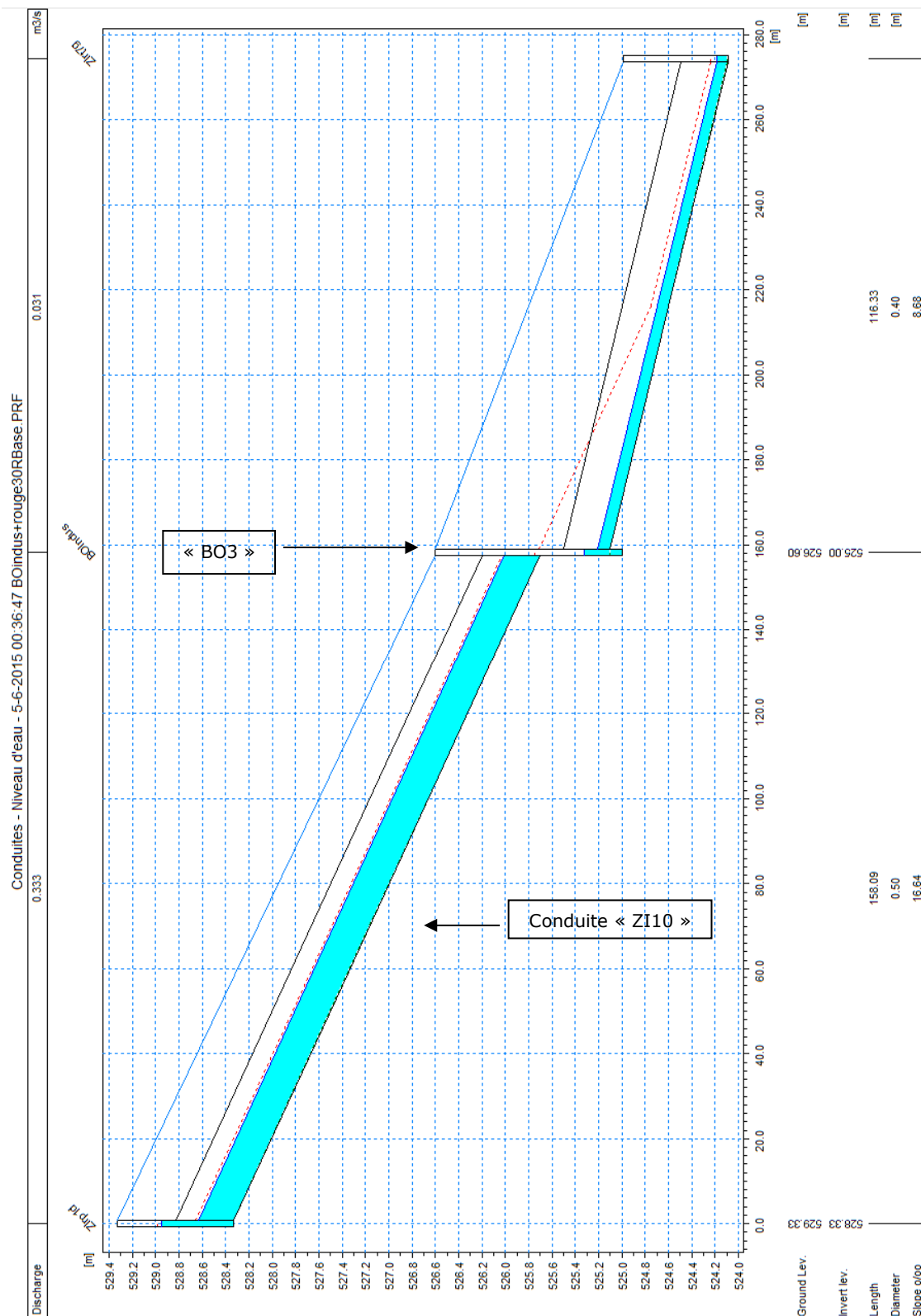
Le débit de fuite du bassin d'orage BO3 respecte lui aussi la limite de rejet fixée par le SDAGE, à savoir **58,2 l/s**.

Figure n°18 : Écoulements après reconfiguration du réseau dans le BV3









5.5 Chiffrage

À titre indicatif, un chiffrage préalable de l'ensemble des travaux exposés précédemment a été réalisé sur la base d'hypothèses précisées ci-dessous.

5.5.1 Description des bassins d'orage mis en place

Concernant le bassin d'orage **BO1**, il a été considéré qu'il ne serait pas étanché, permettant une infiltration donc une diminution du risque inondation. Afin de limiter le risque de pollution accidentelle, il est prévu la mise en place de décanteurs lamellaires sur chacune des conduites d'arrivée au BO1. Il est aussi prévu une clôture et un portail afin de sécuriser l'accès au bassin. En effet, il s'agit d'un ouvrage communal et la responsabilité du Maire est engagée en cas de noyade accidentelle. Le bassin d'orage BO1 présente les caractéristiques suivantes :

- 1 ouvrage de sortie avec limiteur de débit mécanique ;
- 1 déversoir trop-plein ;
- 1 caniveau en béton.

Tout comme le BO1, le bassin d'orage **BO2** ne sera pas étanché mais clôturé. Il présente les caractéristiques suivantes :

- 1 ouvrage de vidange avec limiteur de débit mécanique ;
- 1 déversoir trop plein ;
- 1 prétraitement type décantation lamellaire en sortie du busage « CT3 » pour traiter la pollution générée à l'amont ;
- 1 caniveau en béton.

Le bassin d'orage **BO3** présente un coût plus important du fait de sa localisation à proximité de la Dore imposant de l'étancher. En effet, une remontée de la nappe alluviale dans l'ouvrage est possible. Il est indispensable de procéder à des investigations complémentaires (carottages) afin de connaître le niveau de la nappe et définir le type d'étanchéité à mettre en place. De plus, cela permettra d'éviter une pollution de la nappe en cas de pollution accidentelle générée à l'amont du bassin d'orage. Le bassin d'orage BO3 présente les caractéristiques suivantes :

- Une étanchéité par argile sur 2m de haut (cas où le niveau de la nappe est à 1 m du fond du bassin) ;
- 1 tête de buse et 1 ouvrage de vidange avec limiteur de débit mécanique ;
- 1 vanne d'isolement ;
- 1 déversoir trop-plein ;



- 1 prétraitement type décantation lamellaire à la sortie pour limiter toute pollution de la Dore (exutoire direct au point de rejet),
- 1 clôture et 1 portail afin de limiter l'accès aux riverains et prévenir tout risque de noyade ;
- 1 caniveau en béton.

5.5.2 Coûts

Le tableau suivant présente une estimation du coût total pour la réalisation de l'ensemble des travaux présentés dans la partie précédente : remplacement et création de canalisations + création de 3 bassins d'orage. Les coûts de la maîtrise d'œuvre sont inclus dans les chiffrages des bassins d'orage.



Tableau n°4 : Estimation des travaux

Caractéristique	Référence Ouvrage	Prix ml/m ³ de terrassement (€ HT)	Prix total (€ HT)
Remplacement Ø125 mm par Ø 500mm sur 15ml	C1	340 €	5 100 €
Création canalisation Ø 500mm alimentant le BO1 sur 250 ml	C2-C3	200 €	50 000 €
Création canalisation Ø 500mm alimentant le BO1 sur 250 ml	C2bis-C3bis	200 €	50 000 €
Remplacement Ø300 mm par Ø 400mm sur 16 ml	CT1	285 €	4 600 €
Remplacement Ø300 mm par Ø 400mm sur 50 ml	ZI2	295 €	14 700 €
Création Ø 400mm sur 10 ml	ZI8	195 €	1 950 €
Création Ø 400mm sur 200 ml	ZI9	215 €	43 000 €
Remplacement Ø300 mm par Ø 400mm sur 65 ml	ZI2bis	280 €	18 200 €
Création Ø 500mm sur 120 ml	ZI3	280 €	33 600 €
Remplacement Ø400 mm par Ø 600mm sur 21 ml	ZI4	350 €	7 350 €
Remplacement Ø200 mm par Ø 600mm sur 15 ml	ZI5	355 €	5 325 €
Remplacement Ø200 mm par Ø 600mm sur 15 ml	ZI5bis	280 €	4 200 €
Remplacement Ø300 mm par Ø 500mm sur 11 ml	ZI7	330 €	3 630 €
Remplacement Ø200 mm par Ø 500mm sur 115 ml	ZI6	375 €	43 125 €
Création canalisation Ø 500 mm sur 160 ml	C4	260 €	41 100 €
Création BO1 (Volume utile de 2 300 m ³ et volume à terrasser de 7 520 m ³)	BO1	30 €	215 000 €
Création BO2 (Volume utile de 2 000 m ³ et volume à terrasser de 9350 m ³)	BO2	27 €	240 000 €
Création BO3 (Volume utile de 1 400 m ³ et volume à terrasser de 9 440 m ³)	BO3	72 €	680 000 €
Total			1 460 880 €

Remarque : En absence d'étanchéité et de vanne d'isolement, le coût du BO3 est de **500 000 €** soit **53 €/m³**.

La commune n'étant pas propriétaire des parcelles, il faudra prévoir de réaliser des procédures de DUP pour la création des 3 bassins d'orage.

Le chiffrage ici présenté devra être précisé par une étude de Maîtrise d'Œuvre spécifique.

6 CONCLUSION

Pour obtenir les résultats présentés ci-dessus, plusieurs hypothèses ont été prises en compte.

Concernant les calculs hydrauliques, l'absence de relevés topographiques sur l'ensemble de la zone a conduit à de nombreuses approximations concernant les pentes du réseau et des bassins versants. Ceci peut générer des biais quant à la vitesse d'écoulement dans les bassins versants ainsi que dans les conduites.

De plus, aucune mesure de débits en réseau n'a été réalisée. Ainsi, le calage du modèle n'a pas pu être réalisé.

Toutefois, les résultats ont montré des anomalies générant des dysfonctionnements importants, principalement dans la zone industrielle.

Au vu des résultats présentés ci-dessus, **la configuration la plus pertinente** serait la création de 3 bassins d'orage permettant de déconnecter le BV1 et de tamponner les volumes ruisselés sur le BV2. Cela permet de limiter au maximum les débits arrivant en entrée de BV3 et donc de désengorger le réseau dans la zone industrielle et d'empêcher les inondations. Le BO3 permet quant à lui d'écarter le débit rejeter à la Dore.

