



ETUDE PLUVIALE DU QUARTIER DU RIGABO

COMMUNE DE BOLLENE



MEMOIRE TECHNIQUE

Version : 1

Date : Février 2023

Maitre d'œuvre

Cabinet TRAMOY
Agence de Saint-Pierre-de-Vassols
277 Chemin des Vieilles Vignes
84240 LA TOUR d'AIGUES



Sommaire

Chapitre 1 : Préambule.....	4
1.1. Contexte de l'étude.....	4
1.2. Objectifs de l'étude.....	5
1.3. Contenu et méthodologie de l'étude.....	5
1.3.1. Etat des lieux.....	6
1.3.2. Modélisation hydraulique.....	6
1.3.1. Propositions d'aménagement.....	6
Chapitre 2 : Etat des lieux et identification des problématiques.....	7
2.1. Localisation du secteur d'étude.....	7
2.2. Topographie.....	9
2.3. Caractéristiques du sous-sol.....	9
2.4. Occupation des sols.....	10
Chapitre 3 : Recensement des réseaux et ouvrages hydrauliques existants.....	11
3.1. Réseaux et ouvrages hydrauliques existantes.....	11
3.1.1. Réseaux et ouvrages de franchissement.....	11
3.1.2. Bassins de rétention.....	13
3.1. Ouvrages limitants et points de débordement.....	14
Chapitre 4 : Modélisation et analyse des résultats.....	15
4.1. Principe du modèle hydraulique.....	15
4.1. Méthode d'approche et hypothèse retenues.....	16
4.1.1. Définition des sous-bassins.....	16
4.1.2. Pluviométrie.....	16
4.1.1. Coefficient de ruissellement.....	17
4.1. Résultat de la modélisation.....	17
4.1.1. Débit maximal admissible.....	17
Chapitre 5 : Propositions d'aménagement.....	22
5.1. Préambule.....	22
5.2. Secteur « réseau unitaire » : scenario n°1.....	23
5.2.1. Principe proposé au scénario n°1.....	23
5.2.2. Descriptions des aménagements.....	25
5.3. Secteur « réseau unitaire » : scenario n°2.....	26
5.3.1. Principe proposé au scénario n°2.....	26
5.4. Secteur « exutoire le lez » : scenario n°1.....	27
5.4.1. Principe proposé.....	27

5.4.2. Descriptions des aménagements proposés.....	29
5.5. Limites des scenarii proposés.....	30
Chapitre 6 : Chiffrage estimatif des travaux	32
6.1. Secteur « réseau unitaire » - Scenario n°1.....	32
6.1.1. Coût estimatif des travaux	32
6.1.2. Coût estimatif de l’opération	33
6.2. Secteur « réseau unitaire » – Scenario n°2.....	33
6.2.1. Coût estimatif des travaux	33
6.2.2. Coût estimatif de l’opération	34
6.3. Secteur « exutoire Lez »	34
6.3.1. Coût estimatif des travaux	34
6.3.2. Coût estimatif de l’opération	35

CHAPITRE 1 : PREAMBULE

1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

La commune Bollène subit régulièrement des inondations au niveau de l'Avenue Emile Lachaux au niveau du Quartier dit « Rigabo » situé à l'est de la commune.

Il se constitue d'un ensemble urbanisé construit le long de l'avenue Emile Lachaux côté sud. Il s'agit de résidences et maisons individuelles dont l'accès se fait par des rues et impasses perpendiculaires à l'avenue Emile Lachaux. Ces habitations sont adossées au flan du massif forestier de la colline de Penègue.

Le secteur d'étude est caractérisé par d'importants effets de ruissellement provenant des rues et impasses perpendiculaires à l'avenue Emile Lachaux. Le ruissellement sur ces différentes voiries est accentué par la forte pente de ces dernières ainsi que par la taille des bassins versants drainés.

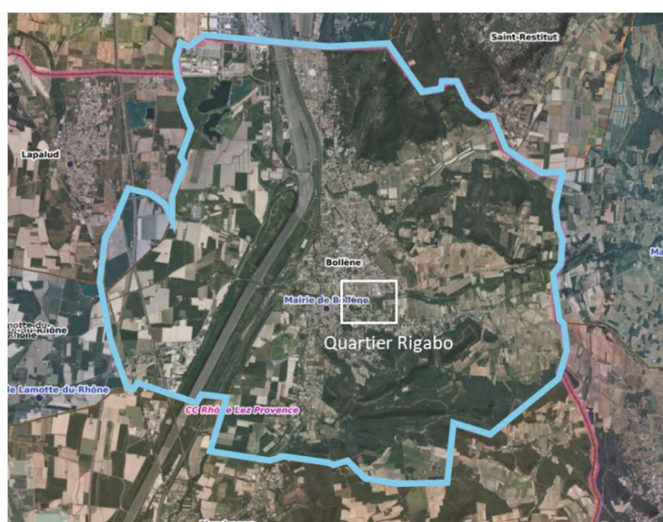


Figure 1 : Vue aérienne de la localisation de la commune de Bollène

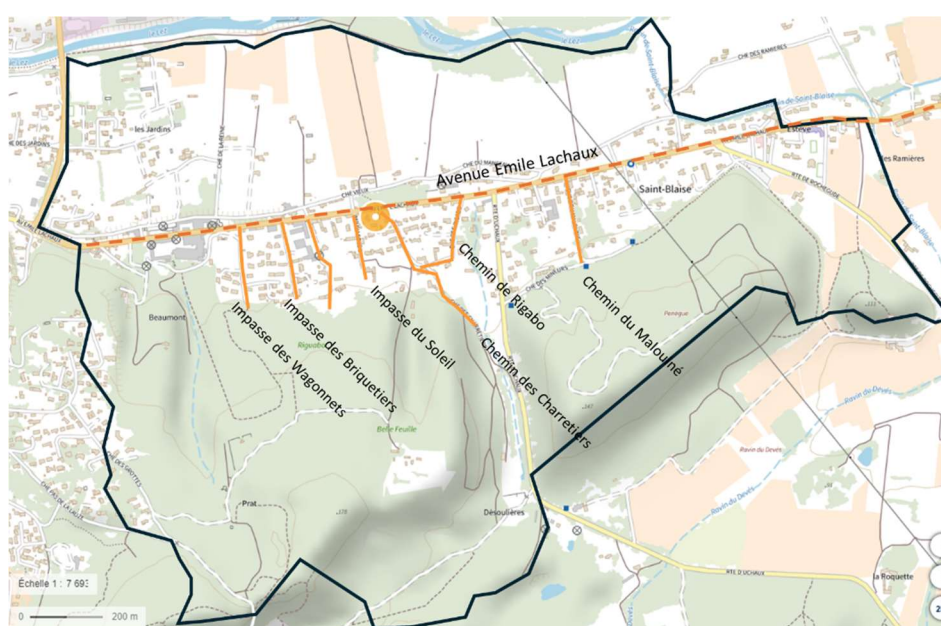


Figure 2 : Carte IGN Quartier Rigabo



Figure 3 : Vue de l'impasse des Briquetiers

1.2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de travaux d'aménagement hydraulique et de gestion des problématiques de ruissellement issus des préconisations du schéma directeur d'eaux pluviales, la commune de Bollène a souhaité engager une étude hydraulique sur le Quartier du Rigabo intégrant les voiries communales suivantes :

- Avenue Emile Lachaux
- Impasse des Wagonnets
- Impasse des Briquetiers
- Impasse du Soleil
- Chemin des Charretiers
- Chemin du Rigabo

Les objectifs de l'étude sont, après détermination des bassins versants, de réaliser des ouvrages de protections contre les ruissellements, des réseaux de collectes d'eaux pluviales de voiries et de créer des exutoires calibrés.

Cette étude s'inscrit dans le programme PAPI porté par le Syndicat Mixte du Bassin Versant du Lez (SMBVL)

1.3. CONTENU ET METHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

Dans le cadre des missions qui lui ont été confiées, le Cabinet Tramoy a réalisé :

- Un état des lieux du système pluvial du quartier du Rigabo et localiser les points de débordement et les zones sujettes aux inondations
- Une caractérisation du bassin versant et une modélisation hydraulique afin d'appréhender les volumes d'eau de ruissellement et les débits de pointes
- Des propositions d'aménagements de travaux hydrauliques afin de limiter voire de supprimer les problématiques d'inondations rencontrées

1.3.1. ETAT DES LIEUX

Plusieurs phases terrains ont été réalisées du 06/09/2023 au 04/10/2023.

L'objectif de ces dernières était de prendre connaissance du fonctionnement des réseaux d'eau pluviales ainsi que des caractéristiques générales des bassins versants étudiés. Ces enquêtes de terrain ont également permis de rencontrer les riverains impactés par les inondations afin de recueillir des témoignages sur l'ampleur et la fréquence des inondations subies.

Enfin, cette phase d'état des lieux a été complétée par une approche bibliographique concernant la zone d'étude et de recensement des études existantes sur le secteur (notamment sur le schéma directeur du pluvial de la commune de Bollène).

1.3.2. MODELISATION HYDRAULIQUE

La réalisation de cette étude va se faire en grande partie à l'aide du **logiciel de modélisation PCSWMM**.

PCSWMM se distingue par sa capacité à modéliser de manière détaillée les processus hydrologiques et hydrauliques dans un contexte urbain.

Le logiciel permet de prendre en compte les différentes phases du cycle hydrologique, de la pluie à l'écoulement, en passant par l'infiltration et le ruissellement. Il offre également des outils avancés pour la modélisation des réseaux d'assainissement, en prenant en considération les écoulements dans les canalisations, les déversoirs, et les bassins de rétention.

L'interface de PCSWMM facilite la création de modèles complexes, tout en offrant une visualisation claire des résultats. Les utilisateurs peuvent simuler divers scénarios pour évaluer l'impact des changements climatiques, des aménagements urbains ou des infrastructures sur le comportement hydraulique.

Le modèle hydraulique a été bâti en utilisant les données suivantes :

- Pluie de référence par rapport aux périodes de retour 30 ans et 50 ans... Cette dernière sera calculée avec les coefficients de Montana provenant de la station météorologique de Météo France à Orange.
- Données topographiques ou altimétriques : utilisation des dalles recoupant les données altimétriques du Vaucluse provenant de la base de données Géoservices.

1.3.1. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

Cette phase a pour objectifs de :

- Dresser les premiers scénarii d'aménagements envisagés ;
- Décrire les principales caractéristiques ainsi que leur dimensionnement ;
- Etablir un coût prévisionnel des travaux par éléments techniquement homogènes.

CHAPITRE 2 : ETAT DES LIEUX ET IDENTIFICATION DES PROBLEMATIQUES

2.1. LOCALISATION DU SECTEUR D'ETUDE

Le secteur d'étude est localisé sur le quartier du Rigabo représentant un bassin versant d'une surface totale de 262 ha qui se décomposent en 26 sous-bassins versants dont le fonctionnement hydraulique a pu être modélisé.

Sur ce secteur d'étude, l'écoulement des eaux de ruissellement présente 2 régimes distincts :

- A l'ouest de l'impasse du Soleil, les eaux sont collectées principalement par un réseau d'eaux pluviales qui est connecté au réseau unitaire de la Ville de Bollène.
- A l'est de l'impasse du Soleil, les eaux sont collectées par un ensemble de réseau et de fossés ouverts dont l'exutoire est le Lez.

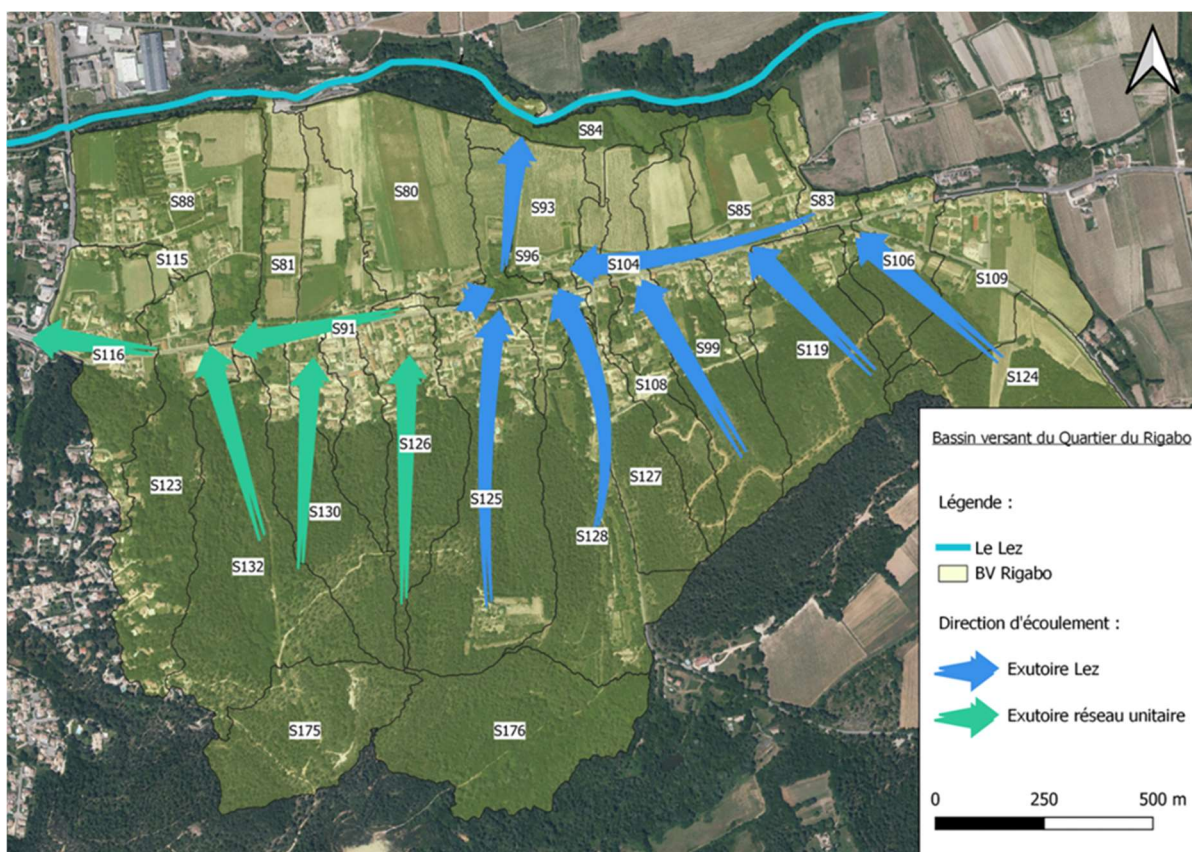


Figure 4 : Carte du régime d'écoulement général sur le bassin versant du Quartier du Rigabo

Exutoires

Le Lez constitue donc l'exutoire majeur des écoulements des eaux de pluie du secteur. A noter que le Syndicat Mixte du Bassin Versant du Lez a entrepris des travaux de sécurisation de la rivière et de modification de l'endiguement qui concerne en partie le secteur d'étude.

En l'état des connaissances des travaux :

- Le fossé à ciel ouvert actuellement existant (débit : 12 m³/s) au niveau du chemin Vieux et du Manceau et qui trouve son exutoire directement au Lez ne sera pas modifié ;
- Le SMBVL prévoit la création d'un fossé d'écoulement (débit : 14 m³/s) le long du chemin de la Reine qui conduira à une zone d'expansion des eaux au niveau des parcelles agricoles situées en bordure de digue du Lez

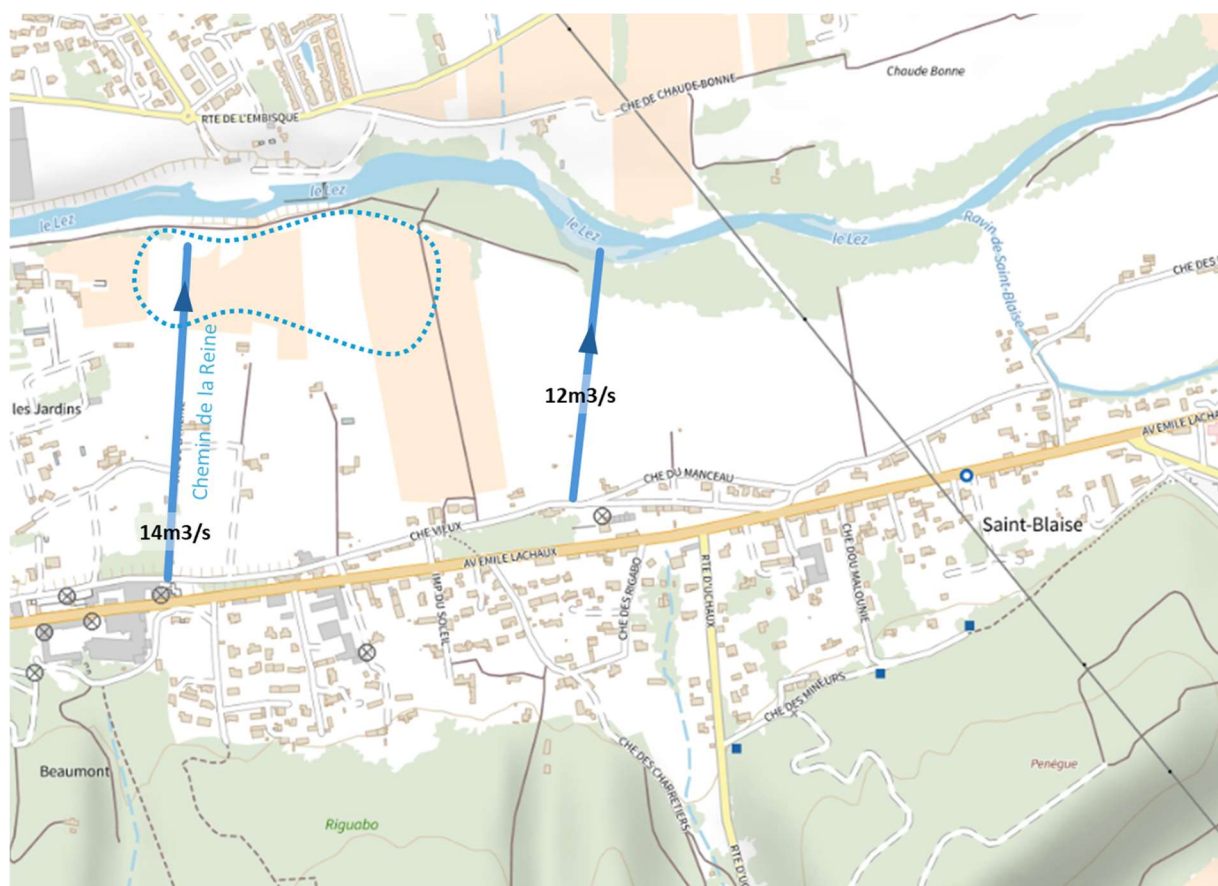


Figure 5 : Carte de localisation des exutoires du Lez

La suite de notre étude intègre les hypothèses de dimensionnement et de capacité de ces 2 exutoires au Lez.

2.2. TOPOGRAPHIE

Le profil altimétrique de la zone d'étude présente une pente moyenne de l'ordre 50 %.

En effet le nord du bassin versant est caractérisé par de faibles pentes s'étalant vers l'Avenue Emile Lachaux.

Au contraire, le sud du quartier du Rigabo est constitué de reliefs plus importants, culminant à 140 m d'altitude. Ces derniers présentent donc de fortes pentes pouvant aller jusqu'à 76%.

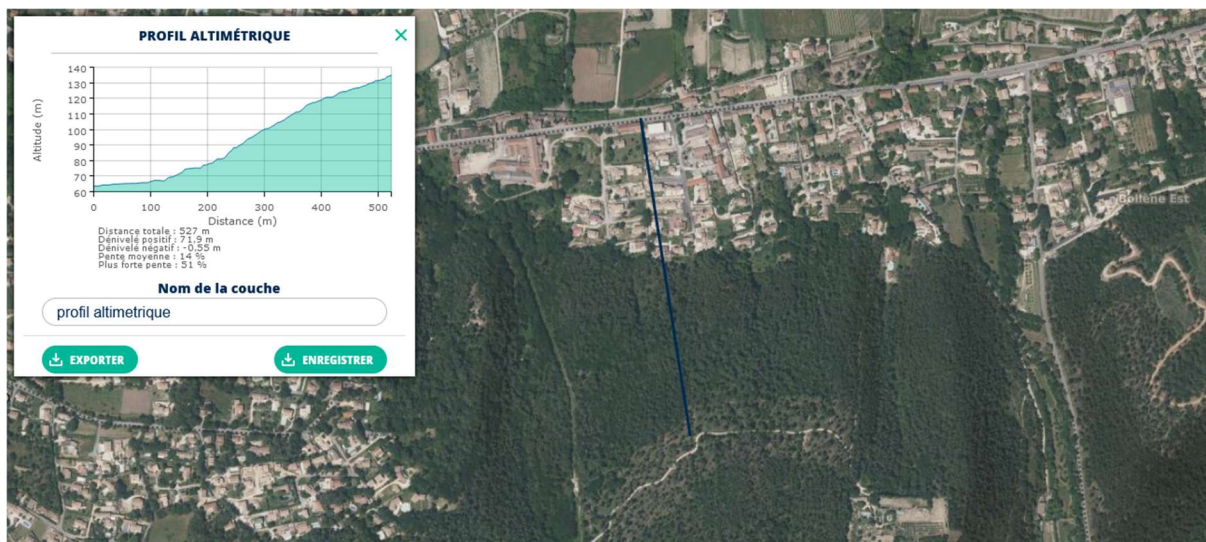


Figure 6 : Profil altimétrique du sud du quartier du Rigabo

2.3. CARACTERISTIQUES DU SOUS-SOL

Le sol du secteur du Quartier du Rigabo est majoritairement constitué par les éléments suivants :

- Alluvions récentes : cailloutis, graviers, sables et limons (Quaternaire) ;
- Würm : alluvions de la basse terrasse (cailloutis, graviers, sables) ;
- Cailloutis résiduels (Quaternaire) ;

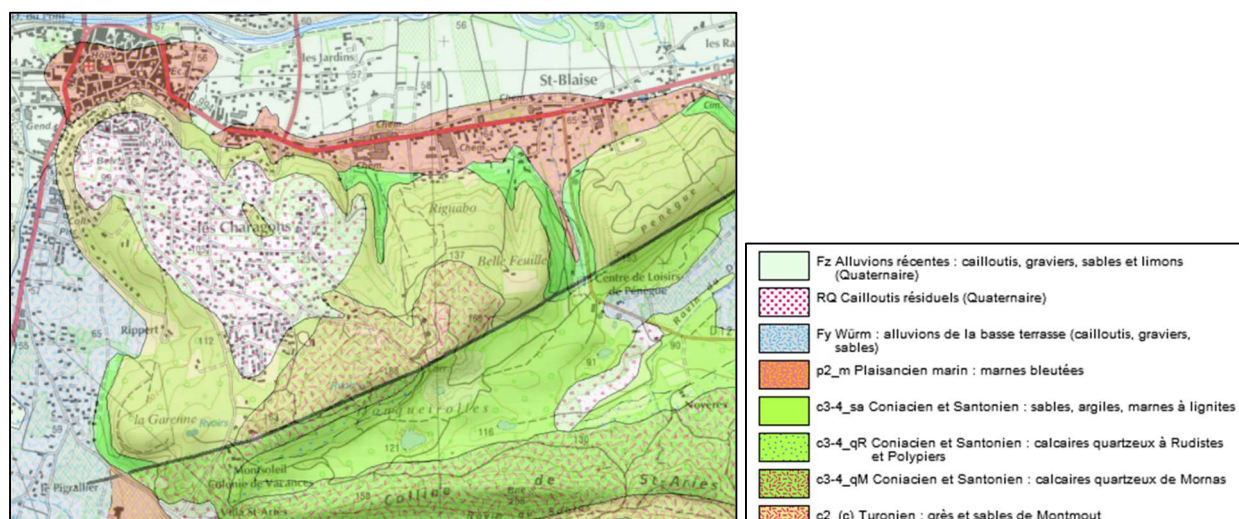


Figure 7 : Composition géologique du sol de la commune de Bollène (+ Plan IGN)

Le secteur du Rigabo est composé en grande partie de marnes ce qui rend l'infiltration de l'eau pluviale plus complexe.

2.4. OCCUPATION DES SOLS

La zone d'étude se caractérise ainsi par :

- Une surface boisée et encaissée au sud des différents sous bassins versants ;
- Une zone urbanisée d'une densité plutôt importante située le long de l'avenue Emile Lachaux.

Ces différents profils d'occupation de sol vont jouer un rôle dans la vitesse d'écoulement des eaux et dans le comportement des ruissellements qui seront prise en compte dans la modélisation hydraulique à travers les coefficients de ruissellement.

En termes d'urbanisme, le plan local de l'urbanisme (PLU) de la Ville de Bollène nous indique la présence d'un espace boisé classé ainsi que de plusieurs zones à enjeux protégées ou à intérêt culturel, écologique et paysager.

Dans le cadre de besoin d'espace foncier pour la création d'aménagement spécifique, ces contraintes sont à intégrer dans le choix de l'implantation des ouvrages.



Légende

- Espace boisé classé
Espaces Boisés Classes (EBC) (au titre de l'article L113-1 du code de l'urbanisme)
- Parcelle classée A, Zone comprenant les terrains qui font l'objet d'une protection particulière en raison de la valeur et du potentiel agronomique biologique et économique des terres agricoles
- Patrimoine bâti, paysager ou éléments de paysages à protéger pour des motifs d'ordre culturel, historique, architectural ou écologique
Patrimoines bâtis (au titre de l'article L151-19 du code de l'urbanisme)
- Emplacement réservé
Emplacements Réserves (ER) (au titre de l'article L151-41 du code de l'urbanisme)

Figure 8 : Extrait du PLU de la ville de Bollène

CHAPITRE 3 : RECENSEMENT DES RESEAUX ET OUVRAGES HYDRAULIQUES EXISTANTS

3.1. RESEAUX ET OUVRAGES HYDRAULIQUES EXISTANTES

3.1.1. RESEAUX ET OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT

Le bassin versant du secteur Rigabo a été visité entièrement et les ouvrages de rétention pluviales ont été mesurés et replacés dans la modélisation hydraulique afin de comprendre leur impact sur l'écoulement des eaux.

Les réseaux de collecte des eaux de pluie et de ruissellement du secteur Rigabo est principalement sous voirie et présente une très grande hétérogénéité. Il est reporté sur le plan de situation ci-dessous :

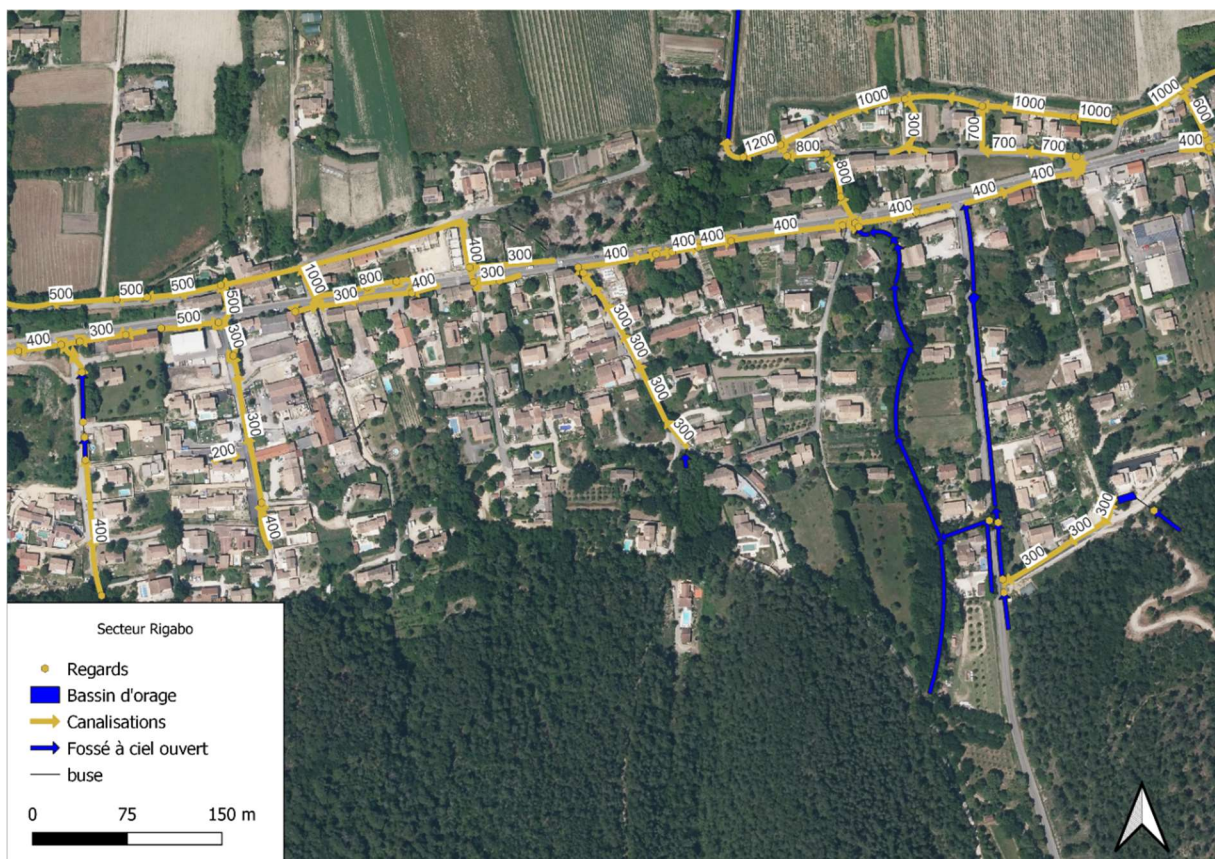


Figure 9 : Recensement des réseaux d'eau pluviale sur le secteur de Rigabo

Les eaux de ruissellement du secteur sont collectées au niveau des ruelles proches de l'avenue Emile Lachaux (impasse des Wagonnets, impasse des Briquetiers, etc...) par des réseaux d'eaux pluviales (DN300 à 500 mm) (photo n°1) avant de rejoindre les réseaux principaux de l'avenue Emile Lachaux (DN400) (photo n°2).

Photo n°1



Photo n°2



Les réseaux de l'avenue Emile Lachaux se divisent ensuite en deux branches différentes rejoignant les exutoires du réseau unitaire (photo n°3) et du fossé à ciel ouvert rejoignant le Lez (photo n°4).

Photo n°3



Photo n°4



3.1.2. BASSINS DE RETENTION

Deux bassins d'orages ont été recensés à l'amont du bassin versant de Rigabo au niveau du chemin des Mineurs et du chemin de Malouiné :

- Le bassin du chemin des Mineurs mesure 66 m² pour 0.70 m de profondeur soit un volume total de 46.2 m³. Il récupère les eaux de ruissellement des zones boisées localisées au sud du chemin. Il possède une sortie de régulation en PVC DN 300 sans surverse. L'exutoire de ce bassin est le réseau pluvial situé sur le chemin des Mineurs.
- Le bassin à l'est du chemin de Malouiné récupère les eaux de ruissellement des zones boisées situées en amont de celui-ci. Le bassin dispose d'une surface d'environ 75 m² pour une profondeur de 1.6 m. Cet ouvrage possède donc un volume de stockage total de 120 m³. La vidange du bassin se fait par une canalisation en DN 300 en PVC. Il n'y a pas de surverse.



Figure 9 : Localisation des bassins de rétention existants

3.1. OUVRAGES LIMITANTS ET POINTS DE DEBORDEMENT

Les enquêtes terrains et de voisinage ont permis de mettre en avant plusieurs zones inondées lors d'importants événements pluvieux.

De l'amont vers l'aval, les secteurs concernés par des débordements et des inondations sont les suivants :

- Le réseau de collecte de l'Avenue Emile Lachaux
- La traversée sous l'avenue Emile Lachaux au niveau de l'impasse des Wagonnets
- La traversée sous l'avenue Emile Lachaux du ravin de la route d'Uchaux
- Les réseaux de collecte des voiries perpendiculaires à l'avenue Emile Lachaux
- Le réseau de collecte au niveau du chemin Vieux

Ces investigations de terrain ont été mis en corrélation avec les résultats du modèle hydraulique qui a permis d'identifier de manière théorique les points de débordement lors d'une pluie 30 ans.

La carte ci-dessus présente les zones pour lesquelles la modélisation indique la formation d'une lame d'eau supérieure à 10 cm (bleu clair) lors d'une pluie 30 ans.



Figure 10 : Modélisation hydraulique des points de débordement

CHAPITRE 4 : MODELISATION ET ANALYSE DES RESULTATS

4.1. PRINCIPE DU MODELE HYDRAULIQUE

Le but de cette modélisation est de déterminer en premier lieux les points noirs des systèmes d'eau pluviale sur les bassins des secteurs de Saint Ariès, quantifier les volumes de ruissellement d'eau en excès et finalement dimensionner et tester des ouvrages de régulation sur le modèle.

Cette simulation consiste à mettre en forme toutes les données récoltées sur les sorties terrains ainsi que celles récoltées sur les différentes bases de données.

Les réseaux d'eau pluviales avec leurs profondeurs, diamètre et matériaux seront implantés dans la modélisation de façon à pouvoir déterminer les hauteurs d'eau ou les débits maximums sur les tronçons inspectés.

Afin de comprendre l'utilisation des réseaux ainsi que leur charge, une modélisation dite "1d" est suffisante. Cependant la modélisation 1d a des limites : elle ne prend pas en compte l'écoulement des eaux en surface des réseaux.

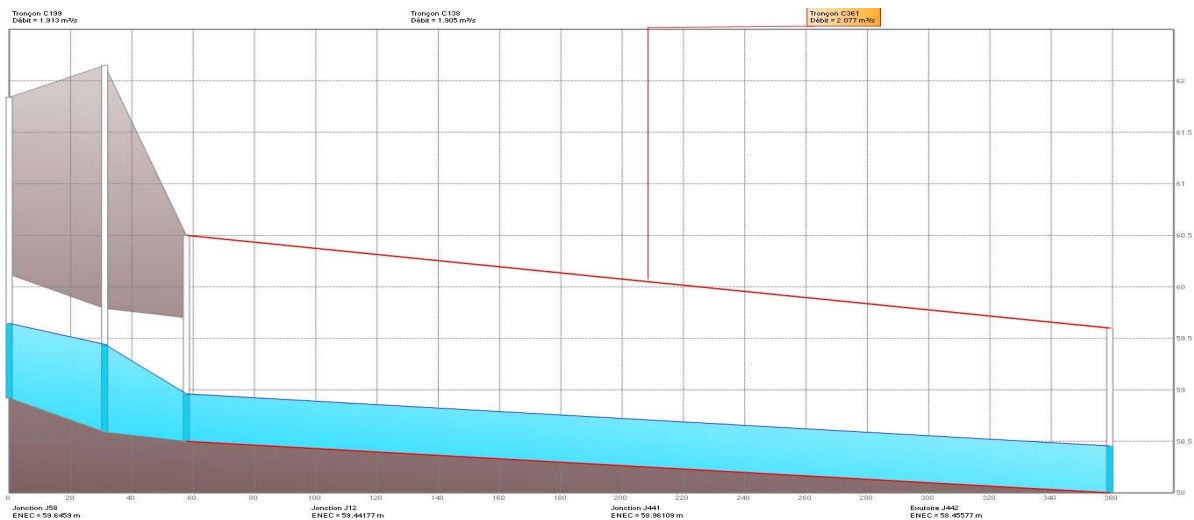


Figure 11 : Profil du fossé existant vers le Lez

Il est donc possible de réaliser des modélisations dites "2d" qui présente la propagation d'une lame d'eau sur un terrain donné en indiquant la hauteur de cette lame d'eau en tout point. La modélisation 2d permet de présenter plus précisément les zones inondées et l'importance de ces inondations.

Les modèles 1d et 2d ont tous les deux pour base un MNT qui leurs permettra de caler l'élévations des modèles et sur lequel le logiciel se basera en grande partie pour déterminer les directions et les vitesses d'écoulements.

4.1. METHODE D'APPROCHE ET HYPOTHESE RETENUES

4.1.1. DEFINITION DES SOUS-BASSINS

Le modèle numérique de terrain (MNT) utilisé permet donc de diviser le bassin versant total de la zone d'étude en plusieurs sous bassins versants. La direction de l'écoulement sur chaque sous bassins est donc déterminée en présentant un chenal d'écoulement préférentiel pour le ruissellement de l'eau.

Un coefficient de rugosité a été appliqué pour caractériser chaque surface perméable et imperméable des sous bassins permettant par la suite de calculer les vitesses et débit maximums s'écoulant sur ces derniers.

Les relevés altimétriques de la zone d'étude ont permis de délimiter 26 sous bassins-versants et de définir 2 principaux axes d'écoulement présentés sur la carte ci-dessous

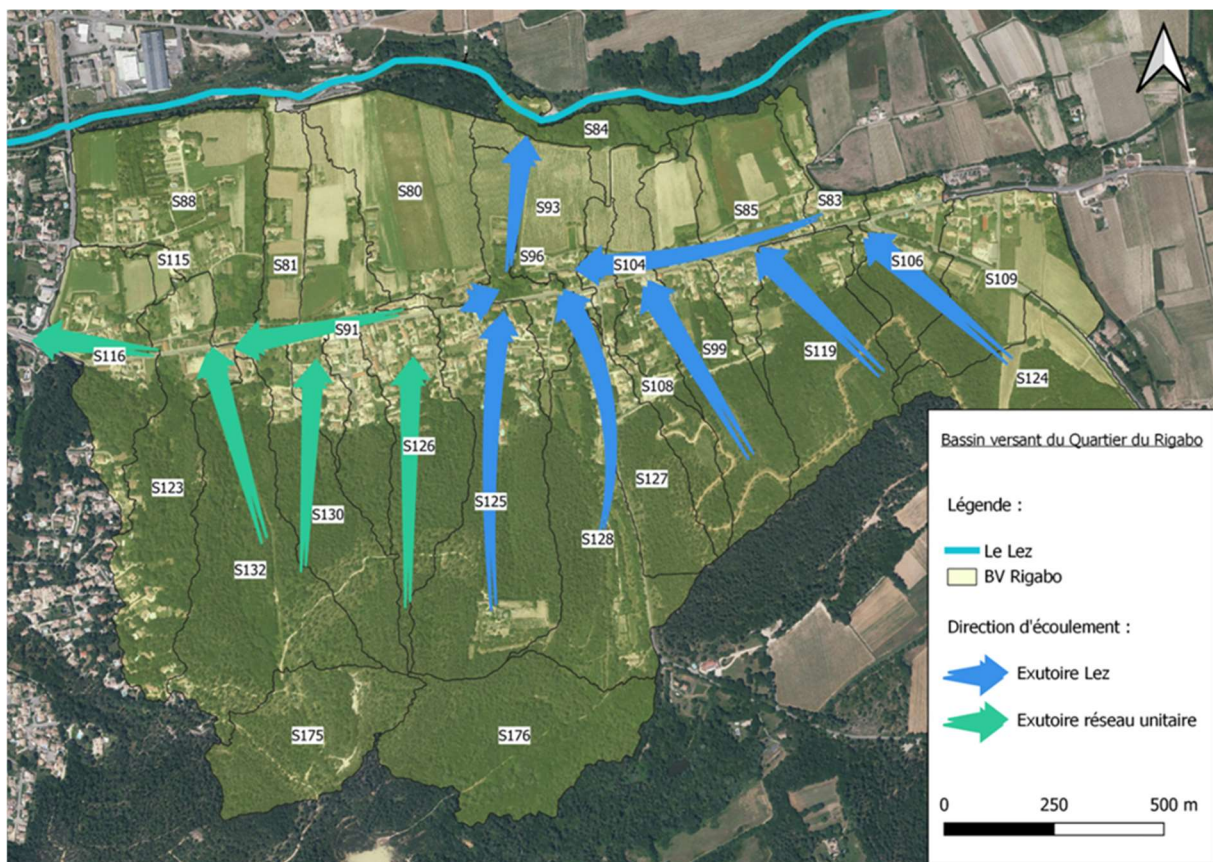


Figure 4 : Emprise de l'étude sur le bassin versant de Rigabo

4.1.2. PLUVIOMETRIE

Les hauteurs de pluies ont pu être calculés grâce aux coefficients de Montana issus de la base de données Météo France à Orange.

Voici les périodes de retour de Bollène :

Coefficient de montana Orange pluies de 6min a 2h	A	B	H(Pluie 2h) mm	Intensité(15min) (mm)
Pluie 5 ans	5,144	0,487	59,97	20,6
Pluie 10 ans	5,051	0,434	75,89	23,4
Pluie 20 ans	4,711	0,374	94,34	25,7
Pluie 30 ans	4,493	0,34	105,88	26,8
Pluie 50 ans	4,135	0,292	122,61	28,1

Figure 5 : Donnée pluviométriques pour une pluie de 2h

Coefficient de montana Orange pluies de 2h à 24 h	A	B	H (Pluie 3h) mm	Intensité(15min) (mm)
Pluie 5 ans	16,239	0,739	62,98	32,9
Pluie 10 ans	23,52	0,76	81,79	45,1
Pluie 20 ans	33,318	0,731	134,69	69,0
Pluie 30 ans	40,588	0,792	119,53	71,3
Pluie 50 ans	52,061	0,808	141,10	87,6

Figure 6:Donnée pluviométriques pour une pluie de 3h

Coefficient de montana Orange pluies de 2h à 24 h	A	B	H (Pluie 6h) mm	Intensité(25min) (mm)
Pluie 5 ans	16,239	0,739	75,47	37,6
Pluie 10 ans	23,52	0,76	96,59	50,9
Pluie 20 ans	33,318	0,731	162,30	79,2
Pluie 30 ans	40,588	0,792	138,07	79,3
Pluie 50 ans	52,061	0,808	161,18	96,6

Figure 7 : Donnée pluviométriques pour une pluie de 6h

Les ouvrages de protection contre les inondations ont été calibrés pour prévenir des impacts du pluies 30 ans et moins.

4.1.1. COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Un coefficient de ruissellement caractéristique du ruissellement sur les sous-bassins versant ont été calculés en fonction de la nature des sols relevée par image satellite.

Ce coefficient a été saisi dans le modèle hydraulique pour chaque sous-bassin identifié de la zone d'étude.

4.1. RESULTAT DE LA MODELISATION

4.1.1. DEBIT MAXIMAL ADMISSIBLE

Pour chaque pluie d'étude (30 ans et 50 ans), le modèle hydraulique a permis de calculer le **débit maximum d'écoulement théoriquement** observable en sortie de chaque sous-bassin versant du quartier « Rigabo » :



Figure 8 : Calcul des débits max observés par sous-bassin pour une pluie 30 ans

La carte ci-dessus présente une approche de la contribution de chacun des sous-bassins versant de la zone d'étude au débit global de ruissellement des eaux de pluies du bassin versant général.

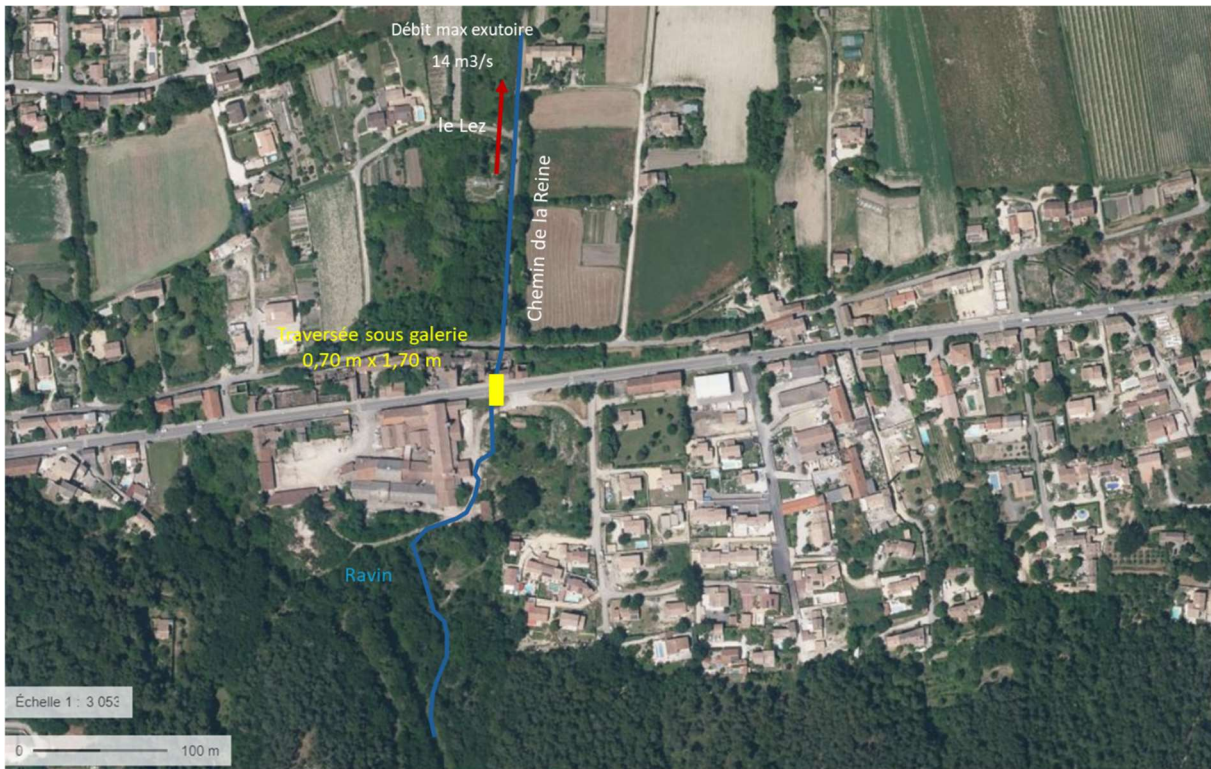
Il s'agit du débit de pointe théorique observé sur l'écoulement des eaux de pluie pour chacun des sous-bassins versants de la zone d'étude. Les axes en pointillés rouge reportés sur la carte indiquent le sens général d'écoulement des eaux de pluie.

Exutoire « réseau unitaire »

	Pluie projet 30 ans	Pluie projet 50 ans
Impasse des Wagonnets	4.06 m ³ /s	5.29 m ³ /s
Impasse des Briquetiers	2.16 m ³ /s	2.76 m ³ /s
Impasse privée (sans nom)	2.36 m ³ /s	2.96 m ³ /s
Impasse du Soleil	1.08 m ³ /s	1.37 m ³ /s

A noter que sur secteur, le ravin situé à l'ouest de l'impasse des Wagonnets (identifié sur la carte ci-après) gère d'importants écoulements respectivement de 6.36 m³/s et de 8.23 m³/s pour les pluies respectives 30 et 50 ans.

Ces écoulements sont canalisés au niveau d'une galerie qui traverse l'Avenue Emile Lachaux en face du chemin de la Reine avant de rejoindre le fossé qui sera restructuré dans le cadre des travaux du SMBVL.



Exutoire : « fossé vers le Lez »

	Pluie projet 30 ans	Pluie projet 50 ans
Impasse des Charretiers	5.61 m3/s	7.31 m3/s
Chemin de Rigabo	0.78 m3/s	1.00 m3/s
Route d'Uchaux	8.00 m3/s	9.60 m3/s
Chemin de Malouiné	1.66 m3/s	2.26 m3/s

Ces débits sont à mettre en corrélation avec les débits maximum admissibles par les réseaux, ouvrages et fossés de transit des eaux de pluie du secteur.

Cette approche permet d'identifier les ouvrages limitant l'écoulement des eaux de ruissellement identifiés lors des visites terrain, à savoir :

Exutoire réseau unitaire

- Sous-dimensionnement des collecteurs (DN400 et 500) situés Avenue Emile Lachaux et Chemin Vieux qui ont un débit limitant inférieur à 0.30 m3/s
- Sous-dimensionnement des différents collecteurs traversant l'Avenue Emilie Lachaux
- Vitesse de ruissellement > 2 m3/s qui rendent inefficace la captation des grilles et avaloirs sur l'ensemble des rues perpendiculaires à l'Avenue Emile Lachaux
- Absence d'ouvrage de temporisation des écoulements provenant de la forêt en aval des différents rues et impasses
- Galerie (0.70 x 1.70 m) traversant l'avenue vers le Chemin de la Reine présente la plus grande capacité de franchissement avec un débit acceptable de 5.2 m3/s mais très vite saturé par l'apport des eaux de ruissellement captées par le ravin qui peut présenter un débit max de 6.36 m3/s.

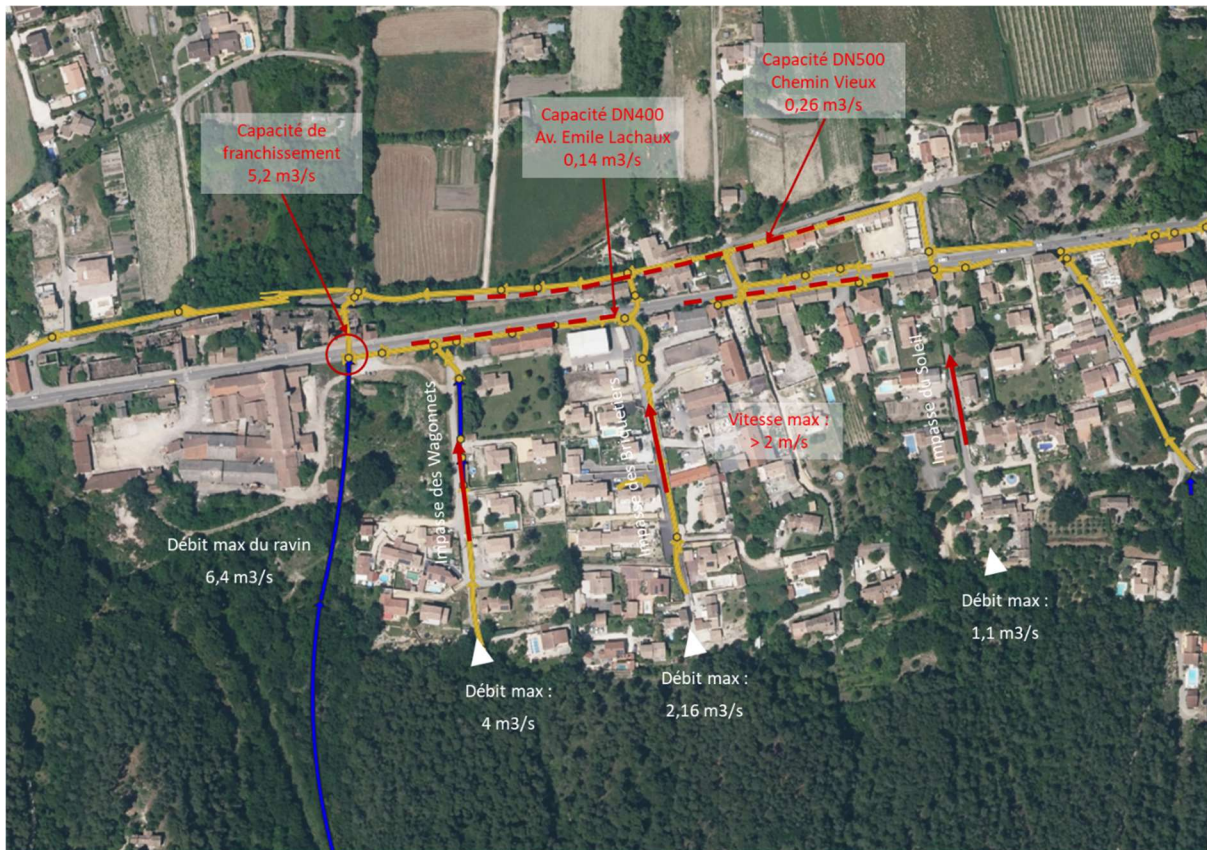


Figure 9 : Carte synoptique des débits max et limite de capacité des réseaux pour le secteur ouest du quartier du Rigabo dont l'exutoire est le réseau unitaire

Exutoire vers le Lez

Sur ce secteur, l'ensemble du système de collecte situé à l'est de la Route d'Uchaux ne présente pas de dysfonctionnement majeur car les débits d'écoulement restent plutôt faibles et les réseaux suffisamment dimensionnés afin de pouvoir en assurer leur bon écoulement.

Sur la partie ouest et pour le chemin des Charretiers, les causes et effets sont identiques à ce qui a pu être identifié pour les rues et impasses précédentes à savoir :

- Sous-dimensionnement des collecteurs (DN400 et 500) situés Avenue Emile Lachaux et chemin des Charretiers qui ont un débit limitant $< 2 \text{ m}^3/\text{s}$
- Absence d'ouvrage de temporisation des écoulements provenant de la forêt en aval du chemin qui accentue les phénomènes de débordement

Enfin, le collecteur franchissant l'avenue Emile Lachaux en sortie du ravin est clairement le point limitant. Les collecteurs aval permettent un bon écoulement des eaux jusqu'au fossé conduisant actuellement au Lez et qui a une capacité d'environ $12 \text{ m}^3/\text{s}$.

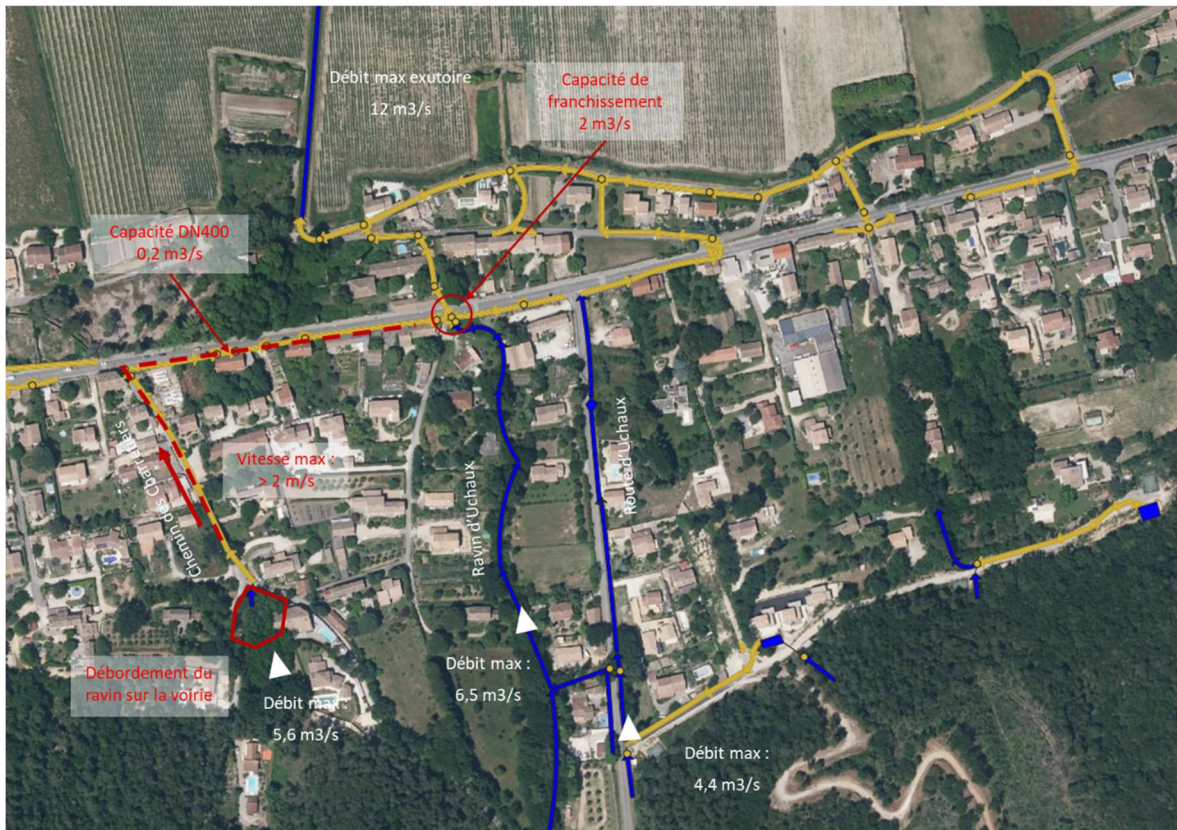


Figure 10 : Carte synoptique des débits max et limite de capacité des réseaux pour le secteur est du quartier du Rigabo dont l'exutoire est le Lez

CHAPITRE 5 : PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

5.1. PREAMBULE

L'objectif de ces aménagements est de supprimer les zones inondables précédemment identifiées pour une pluie de 6h avec une période de retour de 30 ans.

A ce stade du projet et compte tenu de la complexité et des contraintes identifiées dans la mise en œuvre de solutions d'aménagements hydraulique sur le quartier « Rigabo », les scénarii proposés devront faire l'objet d'études complémentaires permettant d'en finaliser leur faisabilité.

Les principales contraintes identifiées sont :

- L'absence d'emprise foncière en domaine public permettant l'implantation d'ouvrage de stockage ou de temporisation des écoulements ;
- La présence d'espaces naturelles remarquables en raison de la qualité des sites, des paysages ou de la valeur du boisement. Certaines parcelles sont même classées avec un intérêt historique ou culturel. Aussi, les aménagements proposés – en particulier en sortie d'espaces boisés – afin de capter ou de jouer un rôle tampon dans la restitution des flux d'écoulements seront nécessairement implantés sur des parcelles en zone naturel N qui nécessiteront à minima de réaliser des autorisations préalables de déboisement ;
- L'étroitesse de l'ensemble des ruelles et impasses perpendiculaires à l'avenue Emile Lachaux ne permet pas d'envisager la création d'ouvrages annexes sans envisager une restructuration globale de la chaussée ;
- L'avenue Emile Lachaux est une route départementale et un axe de circulation très fréquenté. Pour autant cette avenue constitue un axe stratégique pour la restructuration du réseau de collecte des eaux de pluie ; il sera difficile voire impossible de s'affranchir complètement d'intervention sur cette avenue. Les contraintes imposées pour les travaux sur cette avenue constitueront un élément de décision sur les scénarii et phasage d'opération à retenir.

Les propositions d'aménagements sont présentées ci-après en fonction des exutoires de 2 bassins d'écoulement identifiés sur le quartier : « actuel réseau unitaire » et « exutoire du Lez ».

5.2. SECTEUR « RESEAU UNITAIRE » : SCENARIO N°1

5.2.1. PRINCIPE PROPOSE AU SCENARIO N°1

Pour rappel, ce secteur correspond au ruissellement des eaux issues des impasses des Wagonnets, des Briquetiers, du Soleil.

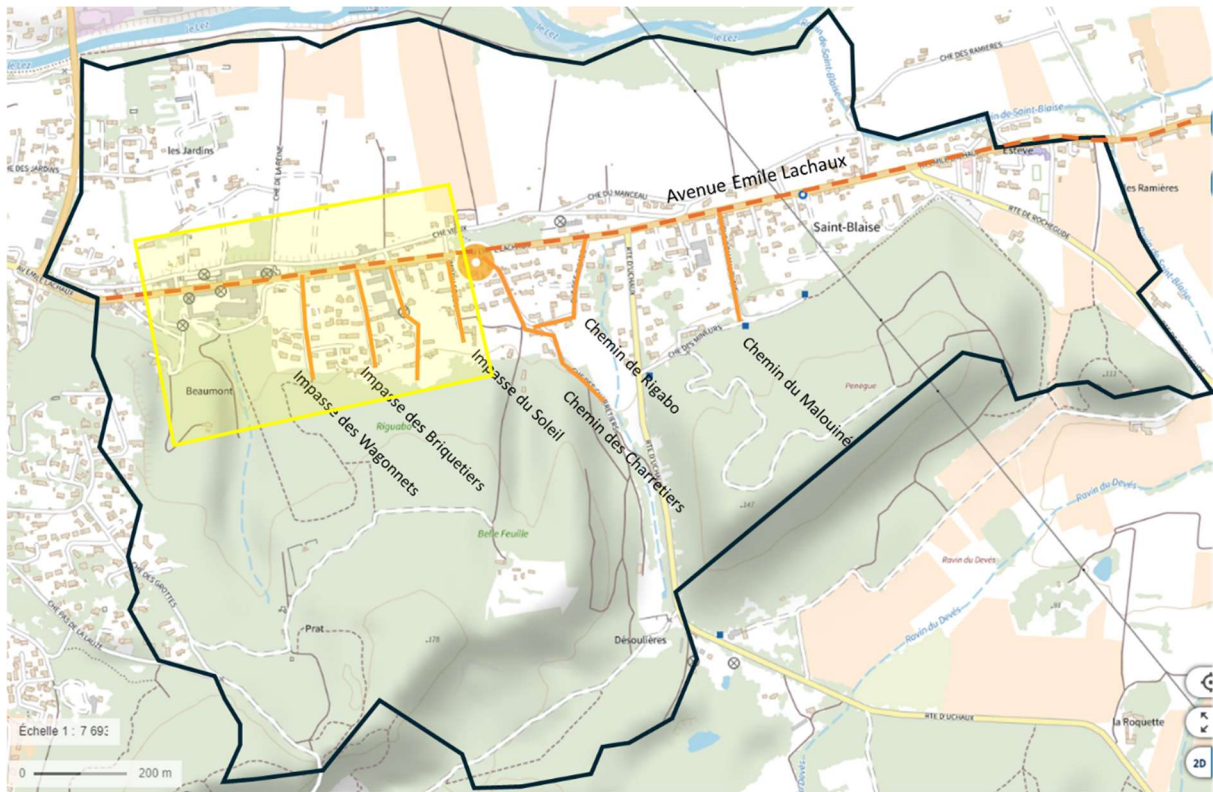


Figure 11 : Carte de localisation du secteur dénommé « réseau unitaire »

Afin de proposer des options d'aménagements pertinentes, l'ensemble des eaux de ruissellements de ce secteur seront déconnectées de leur exutoire actuel (le réseau unitaire) pour être redirigées vers le fossé qui sera aménagé par le SMBVL le long du chemin de la Reine et qui trouvera son exutoire au niveau du Lez.

Dans l'hypothèse, ce fossé sera dimensionné pour accepter un débit maximal de 14 m³/s. Aussi, les aménagements prévus sur cet exutoire seront donc calibrés afin de respecter ce débit nominal qui intègre le débit des eaux canalisées au niveau du ravin situé à l'ouest pour un débit max d'environ 6.4 m³/s.

Ce scénario consiste à créer un réseau d'eaux pluviales (EP) de dévoiement récoltant les eaux de ruissellement issues des impasses Wagonnets, des Briquetiers et du Soleil pour les transférer dans le futur fossé situé chemin de la Reine.

Ce scénario permet de supprimer les risques d'inondation localisés sur l'avenue Emile Lachaux mais également de déconnecter tous les réseaux d'eau pluviales du réseau d'assainissement de la commune de Bollène.

L'ensemble des aménagements de ce scénario consiste en :

- La création de bassins d'orages permettant de temporiser les écoulements en aval des impasses des Wagonnets (100 m³) et des Briquetiers (100 m³) ;
- La création d'un ouvrage d'équilibre hydraulique collectant les eaux du ravin et celles de l'impasse des Wagonnets au droit de l'avenue Emile Lachaux (900 m³) ;
- La création d'une noue et d'un fossé de temporisation au niveau de l'impasse des Wagonnets d'un volume de 600 m³ ;
- La création d'un réseau EP en DN 1500 pour le transfert des eaux vers le fossé chemin de la Reine ;
- L'ajout de grille et avaloirs en bas des impasses afin d'augmenter les capacités de captation des eaux d'écoulement sur voirie des différentes impasses et éviter les écoulements liés à la survitesse sur l'avenue Emile Lachaux ;
- Le renforcement des traversées existantes en DN 1000 ou équivalent cadre au niveau des traversées de l'avenue Emile Lachaux
- La création d'un réseau EP en DN 1000 sur le chemin Vieux permettant la déconnexion au réseau d'assainissement

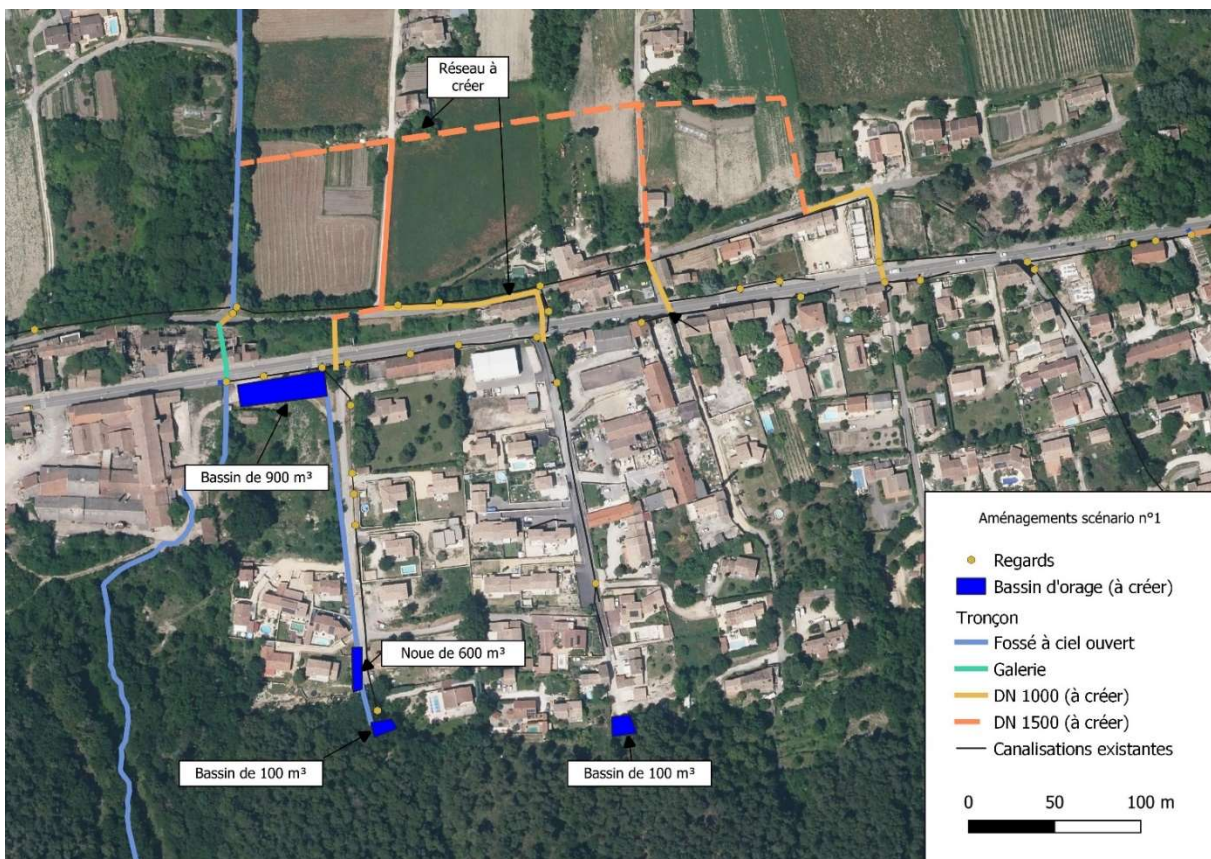


Figure 20 : Synthèse des propositions d'aménagement au scénario n°1

5.2.2. DESCRIPTIONS DES AMENAGEMENTS

Bassin aval de temporisation

Ce bassin permettra de stocker environ 900 m³ sur une surface de 600 m². La profondeur de l'ouvrage sera d'environ 2 m pour une hauteur d'eau d'environ 1.50 m. Le profil de talus serait de 1/1. Cet ouvrage assurera le transfert des eaux de ruissellement de l'impasse des Wagonnets et celles du ravin situé à l'ouest de cette même impasse.

Ce bassin présentera deux exutoires : le premier reprendra l'exutoire existant sous l'avenue Emile Lachaux au niveau de l'usine abandonnée et le second sera une canalisation en DN 1000 traversant l'avenue Emile Lachaux au droit de l'impasse des Wagonnets.

Ce bassin permettra donc de réguler les débits provenant des bassins versants supérieurs à l'impasse des Wagonnets et aura un rôle de régulateur et de mise à l'équilibre.

Bassins amont impasse des Wagonnets et des Briquetiers :

Ces bassins permettront de stocker environ 100 m³ sur une surface de 70 m². La profondeur de l'ouvrage sera d'environ 2 m pour une hauteur d'eau d'environ 1.50 m. Le profil de talus serait de 1/1.

Les entrées des eaux sur ces bassins se feraient par le ravin du bassin versant supérieur et auront pour exutoire un fossé à créer sur le haut de cette même impasse.

Ces bassins permettront de temporiser le flux d'eau s'écoulant de la forêt et permettront également de canaliser ces ruissellements vers un ouvrage de réception afin de limiter le ruissellement de voirie sur l'impasse.

Création d'un réseau pluvial

Les réseaux d'eau pluviales qui étaient jusqu'alors raccordés sur le réseau d'assainissement de Bollène au niveau du chemin Vieux seront déviés vers un nouveau système ayant pour exutoire le fossé de collecte prévu par le SMBVL au niveau du chemin de la Reine.

Ce réseau de collecte à créer se compose de :

- 550 ml de canalisation en DN 1500 qui passeront à travers champ dans les parcelles BH / 0069, BH / 0071, BH / 0116, BH / 0120 , BH / 0062, BH / 0058, BH / 0057 et BH / 0055. Cette canalisation collectera en trois points différents les eaux de l'avenue Emile Lachaux.
- 315 ml de canalisation DN 1000 qui composeront entre autres les différentes traversées de l'avenue Emile Lachaux et la pose d'un nouveau réseau sur le chemin Vieux.

Création de fossé et noue

Nous envisageons de créer une noue d'un volume d'environ 600 m³ au niveau de la parcelle BN / 0202 à l'amont de l'impasse des Wagonnets.

Cet aménagement permettra de ralentir les vitesses d'écoulement. La noue aura pour exutoire un fossé qui sera reprofilé sur une longueur d'environ 160 m dans l'objectif de lisser les flux dans le temps.

5.3. SECTEUR « RESEAU UNITAIRE » : SCENARIO N°2

5.3.1. PRINCIPE PROPOSE AU SCENARIO N°2

Ce scénario prévoit les aménagements identiques à ceux proposés au scénario n°1 pour la gestion des écoulements provenant du ravin et des impasses perpendiculaires à l'avenue Emile Lachaux.

En revanche, nous proposons dans ce scénario un renforcement et la reprise du réseau d'eaux pluviales sous l'avenue Emile Lachaux en DN 1200 ou cadre béton équivalent.

Ce scénario permet de s'affranchir des contraintes foncières nécessaires à la création d'un réseau pluviale en plein champs ainsi que les travaux de reprise du réseau sur chemin Vieux.

En revanche, il nécessitera d'intervenir sur l'axe principale de circulation et de concevoir dans le projet une phase préalable complète de dévoiement des réseaux existants (eau, électricité, télécom...) sur une longueur de près de 330 m de l'avenue afin de permettre l'implantation du futur réseau de collecte.

Ce réseau se raccorderait au fossé situé chemin de la Reine par un réseau en DN1000 qu'il conviendra de créer soit sur le chemin Vieux si l'emprise le permet, soit en l'implantant sur la parcelle agricole adjacente.

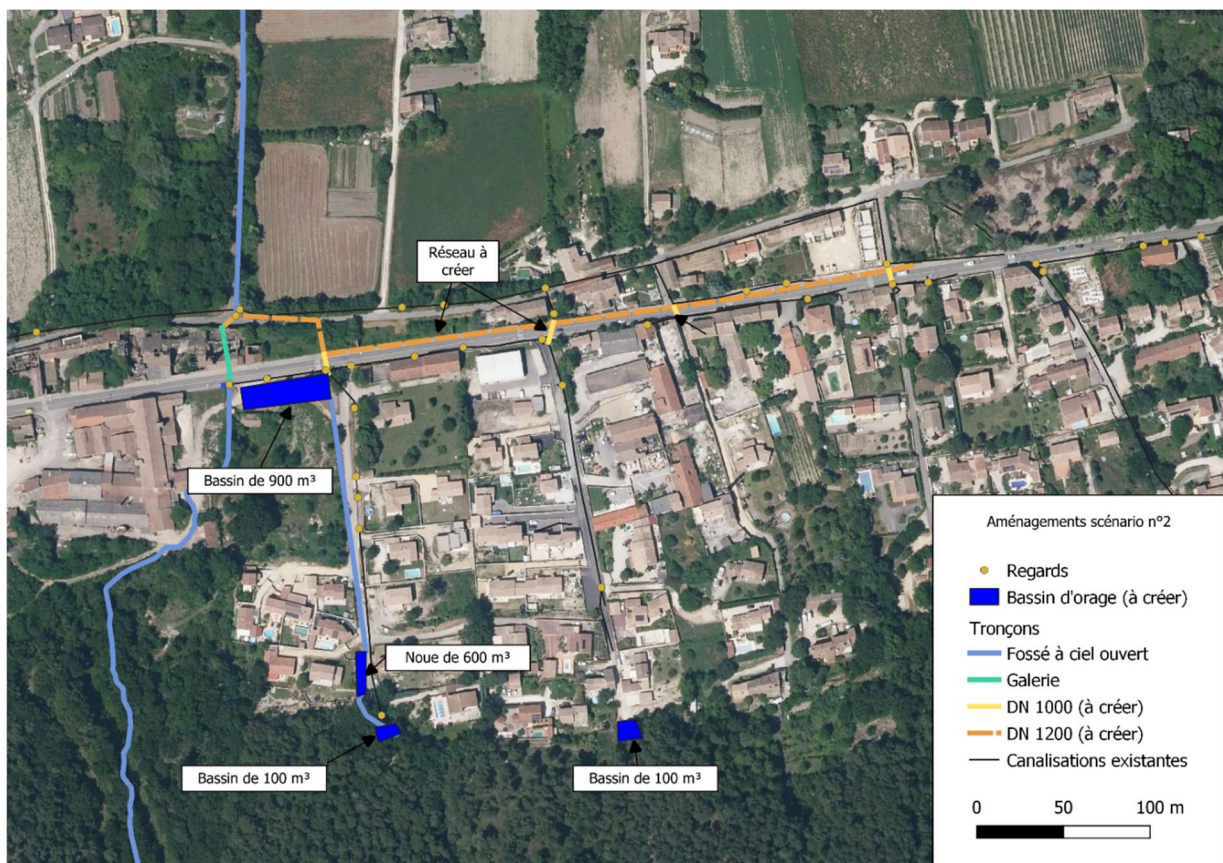


Figure 21 : Synthèse des propositions d'aménagement au scénario n°2

Figure 21 : Synthèse des propositions d'aménagement au scenario n°2

5.4. SECTEUR « EXUTOIRE LE Z » : SCENARIO N°1

5.4.1. PRINCIPLE PROPOSE

Le secteur concerné par les aménagements proposés dans cette partie se situe à l'est de l'impasse du Soleil.

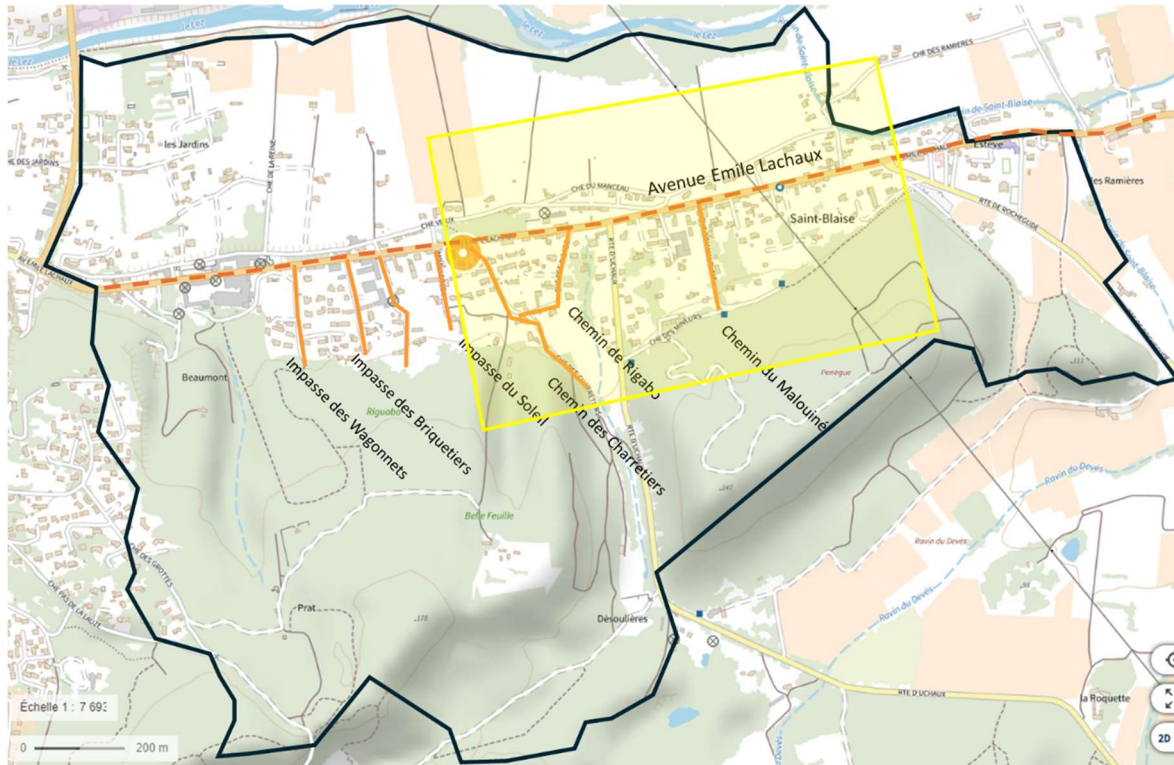


Figure 12 : Carte de localisation du secteur dénommé « exutoire Lez »

La particularité de ce secteur est que l'essentiel des eaux de ruissellement provenant des chemins Rigabo et Charreitiers ne peuvent rejoindre le Lez qu'en empruntant la traversée en DN600 située au droit de l'exutoire du ravin d'Uchaux ; ce point constitue un goulot d'étranglement.

Par ailleurs, le sous-bassin versant que constitue le chemin des Charreitiers est fortement contributeur au débit d'écoulement d'ensemble contrairement au reste de la zone urbanisée située à l'est de la route d'Uchaux qui ne présente pas de problématique majeure.

Les aménagements proposés sur ce secteur ont donc été réfléchis afin de répartir les débits d'écoulement pour éviter l'effet d'étranglement et maximiser les capacités de transit des collecteurs en place.

Dans ce scenario, les travaux proposés conduisent à modifier le régime et sens d'écoulement aujourd'hui établi des eaux de ruissellement.



Figure 13 : Schéma de principe de modification des sens d'écoulement

Enfin, de même que pour le premier secteur d'étude, ce scénario prévoit l'aménagement de plusieurs bassins situés à l'amont des différentes voiries perpendiculaires à l'avenue Emile Lachaux ainsi que du ravin de la route d'Uchaux afin de collecter et tamponner les eaux qui ruissellent de la partie boisée.

L'ensemble des aménagements de ce scénario consiste en :

- La création de bassins d'orages permettant de temporiser les écoulements en aval des impasses :
 - o Chemin des Charretiers : bassin de rétention et ouvrage de collecte de 620 m³ ;
 - o Chemin de Malouiné : bassin de rétention et ouvrage de collecte de 100 m³ ;
 - o Ravin d'Uchaux : bassin aval de stockage de 1 400 m³
- La création d'un réseau d'eaux pluviales depuis le bas du chemin des Charretiers jusqu'au fossé menant au Lez ;
- L'ajout de grille et avaloirs en bas des impasses afin d'augmenter les capacités de captations des eaux d'écoulement sur voirie des différentes impasses et éviter les écoulements liés au survitesse sur l'avenue Emile Lachaux ;
- La reprise et le redimensionnement des collecteurs de traversées sous voiries de l'Avenue Emile Lachaux et sur le chemin des Charretiers

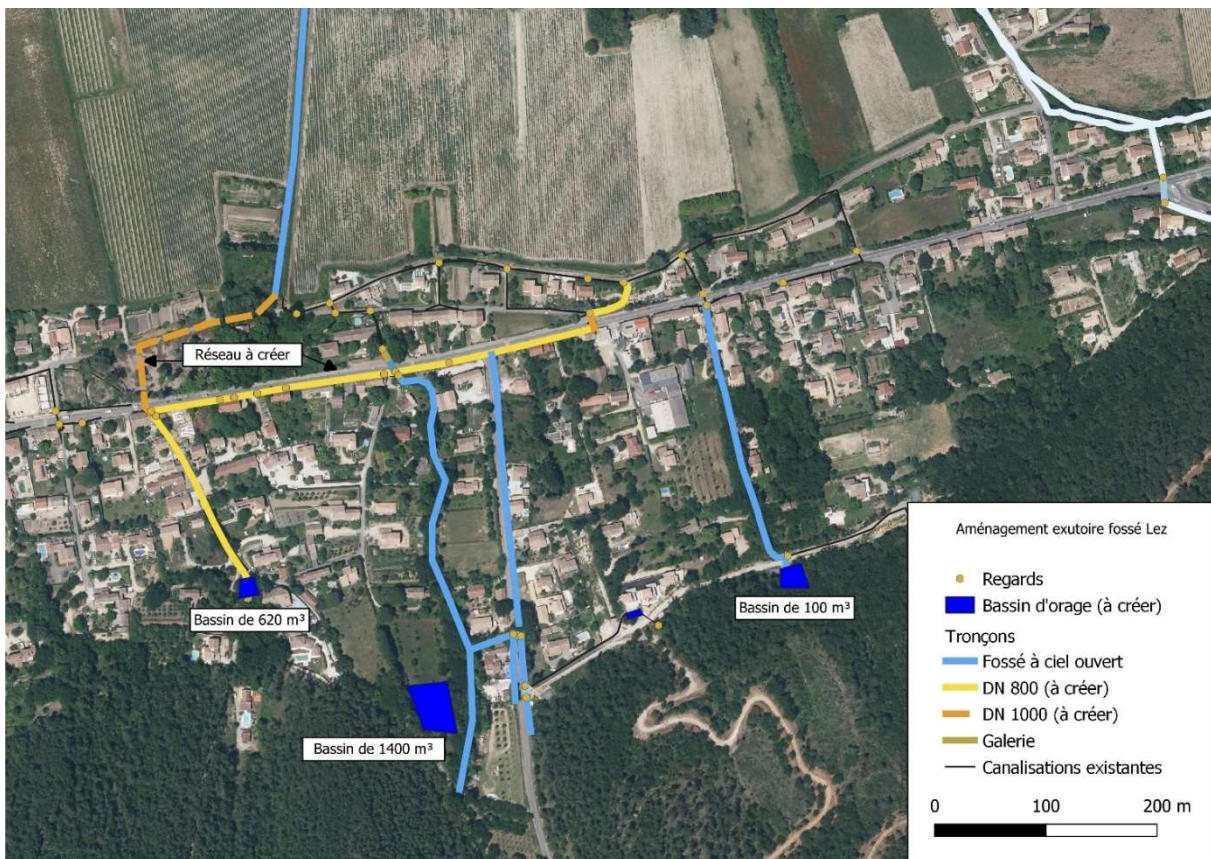


Figure 23 : Synthèse des propositions d'aménagement au scénario n°1

5.4.2. DESCRIPTIONS DES AMENAGEMENTS PROPOSES

Bassin chemin des Charretiers :

Ce bassin permettra de stocker environ 620 m³ sur une surface de 310 m². La profondeur de l'ouvrage sera d'environ 2.5 m pour une hauteur d'eau d'environ 2 m. Le profil de talus serait de 1/1.

Les entrées des eaux dans ce bassin se feraient par le fossé où s'écoulent les eaux de ruissellement provenant du ravin à l'amont du chemin. Les eaux du ravin sont actuellement canalisées par une conduite en DN 300 insuffisamment dimensionnée.

L'exutoire de ce bassin se fera par une canalisation de DN 800 à créer qui traversera l'avenue Emile Lachaux pour ensuite se déverser dans le fossé pluvial existant au niveau du chemin Vieux.

Bassin chemin de Malouiné :

Ce bassin permettra de stocker environ 100 m³ sur une surface de 70 m². La profondeur de l'ouvrage sera d'environ 2 m pour une hauteur d'eau d'environ 1.50 m. Le profil de talus serait de 1/1.

Les entrées des eaux dans ce bassin se feraient par le ravin du bassin versant supérieur raccordé au chemin de Malouiné. Ce bassin aurait pour exutoire un fossé à créer le long du chemin.

Ce bassin permettra donc de ralentir le flux d'eau s'écoulant de la partie boisée supérieure et permettra également de canaliser ces ruissellements vers un ouvrage de réception afin de limiter les débordements sur la voirie du chemin.

Bassin d'orage ravin de d'Uchaux :

Ce bassin versant est fortement contributeur en termes de débit d'écoulement. Aussi, nous proposons de créer un bassin de rétention d'une plus grande capacité d'environ 1400 m³. La profondeur de l'ouvrage sera d'environ 1.5 m pour une hauteur d'eau d'environ 1. m. Le profil de talus serait de 1/1.

Le rôle de ce bassin est de casser le flux canalisé par le ravin et de le restituer de manière plus lissée afin de supprimer les débordements.

Création d'un réseau d'eaux pluviales

Les travaux comprennent :

- 620 ml de canalisation en DN 800 à créer en lieu et place des réseaux existantes :
 - o 170 ml sur le chemin des Charretiers
 - o 400 ml sur l'avenue Emile Lachaux avec modification du profil d'écoulement
 - o 50 ml de dévoiement sur le chemin Vieux.
- 200 ml de canalisation DN 1000 qui composeront entre autres les différentes traversées de l'avenue Emile Lachaux et la pose du réseau de dévoiement du chemin des Charretiers vers le chemin Vieux.

5.5. LIMITES DES SCENARII PROPOSES

Les aménagements proposés permettront d'améliorer la situation hydraulique par temps de pluies sur ce secteur et de supprimer les phénomènes de débordement et d'inondation dans la limite de la pluie de référence retenue : 30 ans – durée 6 heures.

A ce stade de l'étude, les propositions d'aménagement proposées (en fonction des scenarii qui seront retenus) devront être conforté en étude avant-projet. Il sera nécessaire de réaliser des études complémentaires sur le secteur pour réduire les zones d'incertitudes techniques et d'affiner le chiffrage des travaux.

Les études complémentaires à réaliser sont :

- Relevé topographique sur avenue Emile Lachaux, chemin Vieux et les emprises des futurs réseaux ;
- Géo détection des réseaux sur avenue Emile Lachaux, chemin Vieux et les emprises des futurs réseaux ;
- Analyse Amiante HAP sur les enrobés ;
- Plan et profil en long des futurs réseaux « Plan Avant-Projet »
- Echange avec les différents concessionnaires

CHAPITRE 6 : CHIFFRAGE ESTIMATIF DES TRAVAUX

6.1. SECTEUR « RESEAU UNITAIRE » - SCENARIO N°1

6.1.1. COUT ESTIMATIF DES TRAVAUX

Création d'un bassin de stockage (1100 m3)

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	2 500 €	2 500 €
Terrassement bassin / évacuation déblai	1 100	m3	30 €	33 000 €
Travaux de déboisement / mise en forme	1 100	m2	8 €	8 800 €
Création ouvrage de collecte et de déversement	6	forfait	4 000 €	24 000 €
Création des pistes et accès	1200	m2	50 €	60 000 €
Clôture du site	251	ml	35 €	8 785 €
Total				142 085 €

Fourniture et pose d'une conduite supplémentaire DN1500 dans champ

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du réseau	549	ml	2 000 €	1 098 000 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1€	forfait	500 €	500 €
Total				1 104 500 €

Fourniture et pose d'une conduite supplémentaire DN1000 sur le chemin vieux et les traversées de l'avenue Emile Lachaux

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du réseau	315	ml	2 000 €	630 000 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1€	forfait	500 €	500 €
Total				636 500 €

Aménagement de fossé impasse des wagonnets

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du fossé	153	ml	50 €	7 650 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1€	forfait	500 €	500 €
Total				14 150 €

Aménagement de noues impasse des Wagonnets

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 500 €	1 500 €
Nettoyage et mise en forme des bassins existants	2	forfait	5 000 €	10 000 €
Aménagement hydraulique (surverse, trop plein)	2	forfait	20 000 €	40 000 €
Création d'une noue d'infiltration	558	m3	30 €	16 740 €
Terrassement et déblais des fossés Mise en forme et reprise des eaux d'écoulement	3	forfait	5 000 €	15 000 €
Total				88 240 €

6.1.2. COUT ESTIMATIF DE L'OPERATION

MONTANT OPERATION A FINANCER

	Montant €HT	TVA 20%	Montant TTC
Montant des travaux	1 985 475 €	397 095 €	2 382 570 €
Montant études MOE	99 274 €	19 855 €	119 129 €
Montant études complémentaires	99 274 €	19 855 €	119 129 €
Aléas et imprévus	174 722 €	34 944 €	209 666 €
Total	2 358 744 €	471 749 €	2 830 493 €

6.2. SECTEUR « RESEAU UNITAIRE » – SCENARIO N°2

6.2.1. COUT ESTIMATIF DES TRAVAUX

Création de bassins de stockage (1100 m3)

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	2 500 €	2 500 €
Terrassement bassin / évacuation déblai	1 100	m3	30 €	33 000 €
Travaux de déboisement / mise en forme	1 100	m2	8 €	8 800 €
Création ouvrage de collecte et de déversement	6	forfait	4 000 €	24 000 €
Création des pistes et accès	1200	m2	50 €	60 000 €
Clôture du site	251	ml	35 €	8 785 €
Total				142 085 €

Fourniture et pose d'une conduite supplémentaire DN1200 sur l'avenue Emile Lachaux

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du réseau	320	ml	2 500 €	800 000 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1 €	forfait	500 €	500 €
Dévoiment des réseaux sur la voie opposée aux travaux	320	forfait	2180	697 600 €
Total				1 504 100 €

Fourniture et pose d'une conduite supplémentaire DN1000 sur le chemin vieux et les traversées de l'avenue Emile Lachaux

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du réseau	110	ml	2 000 €	220 000 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1 €	forfait	500 €	500 €
Total				226 500 €

Aménagement de fossé impasse des Wagonnets

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du fossé	153	ml	50 €	7 650 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1 €	forfait	500 €	500 €
Total				14 150 €

Aménagement de noues impasse des Wagonnets

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 500 €	1 500 €
Nettoyage et mise en forme des bassins existants	2	forfait	5 000 €	10 000 €
Aménagement hydraulique (surverse, trop plein)	2	forfait	20 000 €	40 000 €
Création d'une noue d'infiltration	558	m3	30 €	16 740 €
Terrassement et déblais des fossés Mise en forme et reprise des eaux d'écoulement	3	forfait	5 000 €	15 000 €
Total				88 240 €

6.2.2. COUT ESTIMATIF DE L'OPERATION**MONTANT OPERATION A FINANCER**

	Montant €HT	TVA 20%	Montant TTC
Montant des travaux	1 975 075 €	395 015 €	2 370 090 €
Montant études MOE	98 754 €	19 751 €	118 505 €
Montant études complémentaires	98 754 €	19 751 €	118 505 €
Aléas et imprévus	173 807 €	34 761 €	208 568 €
Total	2 346 389 €	469 278 €	2 815 667 €

6.3. SECTEUR « EXUTOIRE LEZ »**6.3.1. COUT ESTIMATIF DES TRAVAUX**

Création de bassins de stockage (2116 m3)				
	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	2 500 €	2 500 €
Terrassement bassin / évacuation déblai	2 116	m3	30 €	63 480 €
Travaux de déboisement / mise en forme	2 116	m2	8 €	16 928 €
Création ouvrage de collecte et de déversement	6	forfait	4 000 €	24 000 €
Création des pistes et accès	1200	m2	50 €	60 000 €
Clôture du site	600	ml	35 €	21 000 €
Total				192 908 €

Fourniture et pose d'une conduite supplémentaire DN 800 sur l'avenue Emile Lachaux, chemin des Charretiers et chemin Vieux

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du réseau	619	ml	2 300 €	1 423 700 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1 €	forfait	500 €	500 €
Total				1 430 200 €

Fourniture et pose d'une conduite supplémentaire DN1000 sur le chemin Vieux

	Quantité	Unité	PU	Total
Installation / signalisation chantier	1	forfait	5 000 €	5 000 €
Etudes exécution / PAQ	1	forfait	1 000 €	1 000 €
Création du réseau	202	ml	2 000 €	404 000 €
Mise en forme du fossé / exutoire	1 €	forfait	500 €	500 €
Total				410 500 €

6.3.2. COUT ESTIMATIF DE L'OPERATION**MONTANT OPERATION A FINANCER**

	Montant €HT	TVA 20%	Montant TTC
Montant des travaux	1 951 998 €	390 400 €	2 342 398 €
Montant études MOE	97 600 €	19 520 €	117 120 €
Montant études complémentaires	97 600 €	19 520 €	117 120 €
Aléas et imprévus	171 776 €	34 355 €	206 131 €
Total	2 318 974 €	463 795 €	2 782 768 €

À Saint-Pierre-de-Vassols, le 8 février 2024

Cabinet TRAMOY
Parc d'Activites le REVOL
277 chemin des vieilles vignes
84240 La Tour d'Aigues
Tél: 04 90 08 98 34
Fax: 04 90 08 97 27