ÉTUDE DE VALORISATION DES RETOURS D'EXPÉRIENCES LIES AUX EPISODES MEDITERRANEENS , IDENTIFICATION DES ALEAS ET ENJEUX LIES AU **RISQUE RUISSELLEMENT** TORRENTIEL ET **PRESCRIPTIONS TECHNIQUES** SUR DEUX SECTEURS DE LODEVE -

Rapport final – Novembre 2022

Une Co traitance :

SOMMAIRE

1 PHASE 1 : ETAT DES LIEUX 4

1.1 RECUEIL ET SYNTHESE DES DONNEES EXISTANTES : 4
1.1.1 TOPOGRAPHIE 4
1.1.2 HYDROLOGIE / HYDROGEOLOGIE / HYDRAULIQUE 5
1.1.3 AUTRES DONNEES 8
1.2 PRODUCTION DE DONNEES 8
1.2.1 TOPOGRAPHIE 8
1.2.2 CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL (ALISE GEOMATIQUE) 8
1.3 RECONNAISSANCE TERRAIN ET ENQUETE RIVERAINS / SERVICES TECHNIQUES 11
1.3.1 RECONNAISSANCE DE TERRAIN 11
1.3.2 ENQUETE AUPRES DES SERVICES TECHNIQUES ET RIVERAINS 20

2 PHASE 2 : DIAGNOSTIC 22

2.1 ANALYSE DE L'URBANISATION SUR 50 ANS 22
2.1.1 ANALYSE DE LA CONTRIBUTION POTENTIELLE AU RUISSELLEMENT 24
2.2 DETERMINATION DES EVENEMENTS DE PROJET 24
2.2.1 ANALYSE DES PLUIES HISTORIQUES 24
2.2.2 COURBES HAUTEUR DUREE FREQUENCE REGIONALISEES 29
2.2.3 DEFINITION DES PLUIES DE PROJET 29
2.2.4 IMPACTS DE L'URBANISATION SUR LES DEBITS DE POINTE 35

3 PHASE 3 : CARTOGRAPHIE DES RISQUES 38

3.1 CALCUL DES DEBITS AUX PRINCIPAUX NŒUDS HYDROGRAPHIQUES (OU POINTS NOIRS) 38
3.1.1 OBJECTIFS GENERAUX 38
3.1.2 DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DES OUVRAGES 38
3.1.3 MODELISATION HYDRAULIQUE 1D SUR LE BASSIN VERSANT DE SOLITUDE 50
3.1.4 HYDROLOGIE 55
3.1.5 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE AU COURS DE L'EVENEMENT DU 12/09/2015 55
3.1.6 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE POUR LA CRUE DE REFERENCE. 57
3.2 CARTOGRAPHIE DE LA PRODUCTION DE RUISSELLEMENT ET DE L'ALEAS 60
3.2.1 INDICATEURS DE PRODUCTION ELEMENTAIRES 60
3.2.2 INDICATEUR SYNTHETIQUE DE PRODUCTION DE RUISSELLEMENT 60
3.3 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA 62
3.3.1 CALCUL DU NIVEAU D'ALEA 62
3.3.2 VALIDATION DES CARTOGRAPHIES D'ALEA ET DE PRODUCTION 62

4 PHASE 4 PRECONISATIONS 65

4.1 PHILOSOPHIE GENERALE 65
4.2 AMENAGEMENT ET TRAVAUX (CCE&C) 66
4.2.1 PREAMBULE (ALISE ET CC&EC) 66
4.2.2 PRESENTATION SOMMAIRE DES FICHES ACTION ET SYNTHESE 67

4.2.3 ANALYSE MULTICRITERE DES SOLUTIONS ETUDIEES 68
4.3 PRESCRIPTION DE GESTION DE CRISE 2
4.4 SOLUTIONS TECHNIQUES ENVISAGEABLES NON ETUDIEES 4
4.4.1 SECTEURS PRIORITAIRES....4
4.4.2 AUTRES SECTEURS 5
4.5 URBANISME 6
4.5.1 PRECONISATIONS GENERALES ET CONTEXTE 6
4.5.2 ETAPES ET METHODES DE CARTOGRAPHIE DE LA PRODUCTION ET DE L'EXPOSITION AU RUISSELLEMENT 7
4.5.3 CARTE DE L'EXPOSITION PAR SOUS BASSIN VERSANT 10
4.5.4 REGLES D'URBANISME PROPOSEES ET VENTILATION 22

Date : 18/12/2022 **Version :** V1.0 **Rédacteur(s) :** H. Durand Alisé Géomatique
R. Suavet CCE&C

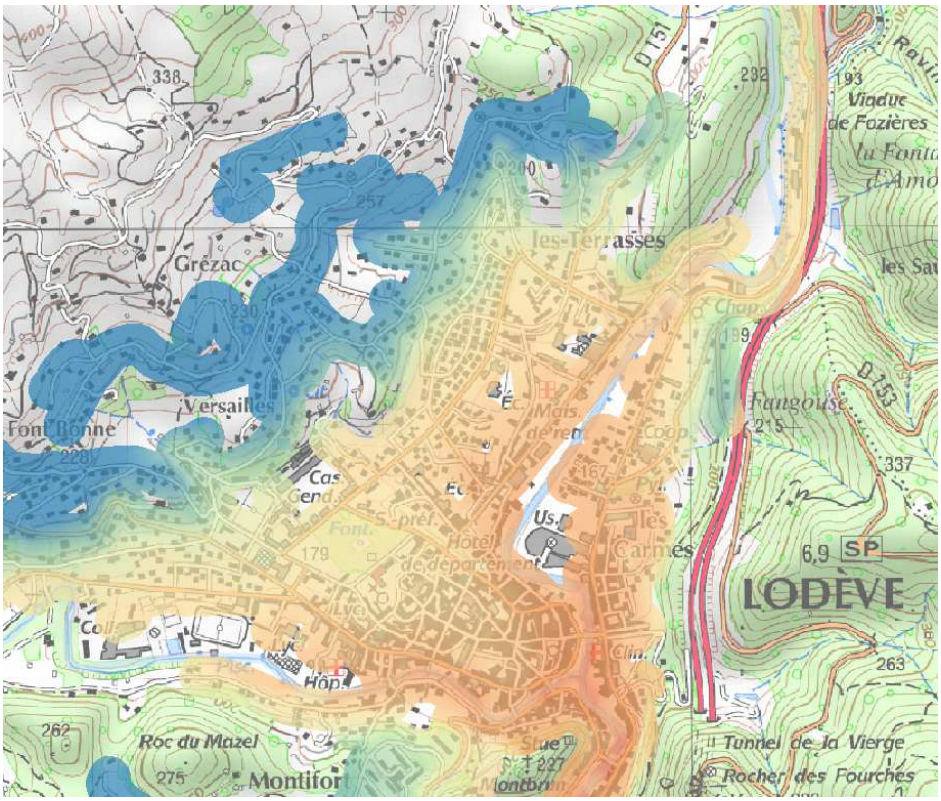
1 PHASE 1 : ÉTAT DES LIEUX

1.1 RECUEIL ET SYNTHÈSE DES DONNÉES EXISTANTES :

1.1.1 Topographie

1.1.1.1 MNT et MNS

La ville de Lodève dispose d'un MNT des voiries pour l'éclairage public d'une résolution de 20cm. L'emprise du MNT dans le secteur d'étude est présenté sur la figure suivante :



1.1.1.2 Levés topographiques des études passées

Les données topographiques suivantes ont été recueillies :

- Les données des réseaux unitaires fournies par le SIEL. Ces dernières intègrent les côtes tampon et fil d'eau des réseaux – toujours à collecter
- Les plans de récolement des cadres posés suites aux intempéries de 2015 :
  - Cadre 175x75cm de l'Hôpital.

- Cadre 150x70cm posés au stade / halle des sports

- Les fiches ouvrages du schéma directeur d'assainissement eaux usées / eaux pluviales disposent uniquement de profondeur de fil d'eau et les données topographiques utilisées dans le cadre des modélisations ne sont pas disponibles.

- Des données topographiques ponctuelles ont été récupérées sur les études hydrauliques réalisées pour les permis de construire, notamment au droit de la résidence des tamaris.

1.1.2 Hydrologie / hydrogéologie / hydraulique

1.1.2.1 Données pluviométriques

Les stations de météorologiques suivantes sont localisées à proximité de la zone d'étude :

Station	Producteur données	Disponibilité données horaires	Disponibilité données infrahoraires
Soumont (Les Camouelles)	Département de l'Hérault / Météo France	à partir de 01/01/1992	6 min à partir du 01/07/2005
Plans (La Quille)	Météo France	à partir de 01/06/1981	6 min à partir du 01/07/2005
Lodève	DREAL		5 min

Les données acquises ou collectées sont les suivantes :

	Station météo		
Dates d'événements remarquables	**Soumont**	**Lodève (DREAL)**	**Les plans**
17 au 18/09/2014	X	X	
28/11/2014	X	X	
23/08/2015	X	X	
12/09/2015	X	X	X
13/10/2016	absence donnée	X	X
23/10/2019	X	X	
	Pas de temps 6 min		

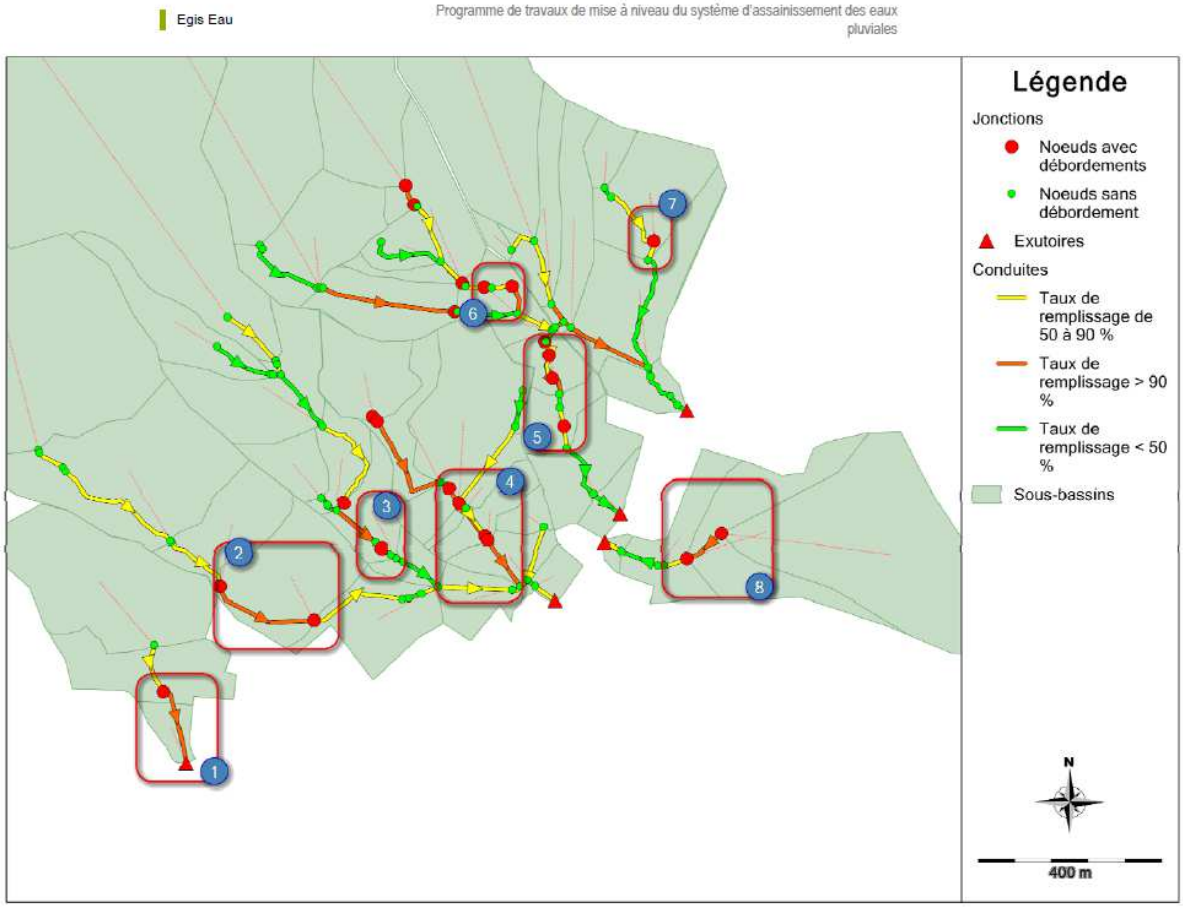
1.1.2.2 Schéma directeur de gestion des eaux pluviales, Egis 2014

Le Schéma Directeur d'Assainissement de la ville de Lodève comprends trois volets :

- Volet 1 : Schéma directeur d'assainissement des eaux usées
- Volet 2 : Zonage d'assainissement
- Volet 3 : Schéma directeur de gestion des eaux pluviales et zonage sur la partie agglomérée

Le rapport 4 de Septembre 2014 intègre les résultats du diagnostic des réseaux d'eaux pluviales et propose des travaux d'amélioration.

Les résultats des modélisations en crue décennale sont présentés à la figure suivante, huit secteurs de débordements ont été mis en évidence par ces modélisations :



Les données suivantes ne sont pas disponibles dans les rapports et ou fiches regard disponibles :

- Les débits générés pour les différents sous-bassins versant
- Les capacité hydrauliques des réseaux
- Les fils d'eau en NGF des ouvrages.

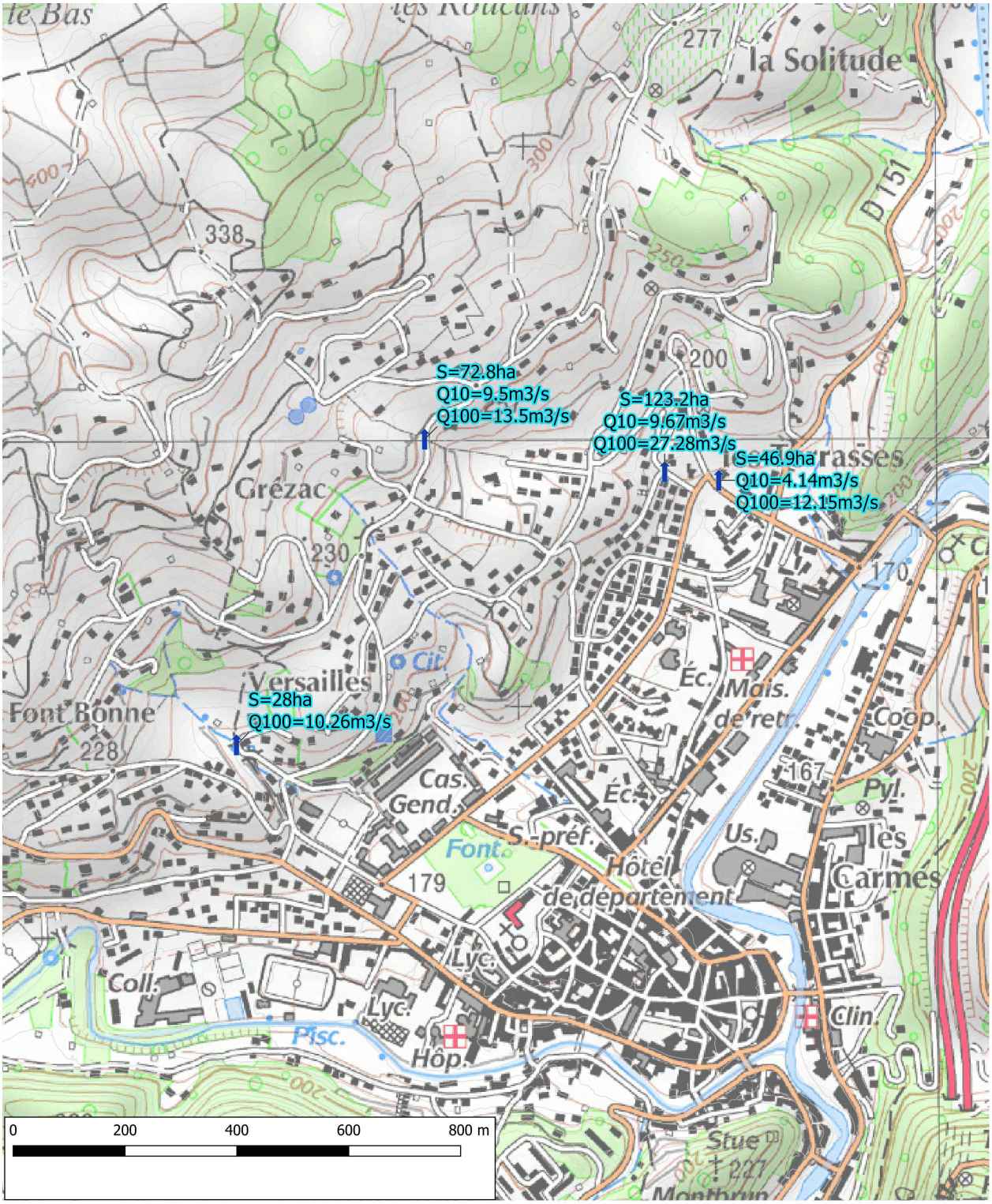
Au vu de l'absence de ces données, il n'apparait pas envisageable de réutiliser ces données pour appuyer le diagnostic de la présente étude et / ou pour proposer des aménagements sur les réseaux d'eaux pluviales sur la partie aval de la zone d'étude.

1.1.2.3 Hydrologie

Des données hydrologiques ont été collectées dans les études suivantes :

- Les études hydrauliques réalisées dans le cadre de dépôts de permis de construire
- La note hydraulique réalisée dans le cadre des étude de conception des cadre de l'Hôpital et du stade.

Les points de calculs et valeurs de débits des études de permis de construire sont présentés sur la figure suivante :



La note hydraulique pour la conception des cadre constitue un retour d'expérience de l'événement de septembre 2015 pour estimer les débits ayant transité par les voiries pour cet événement. Les données suivantes en ressortent :

- Un débit de 11,5 m3/s est arrivé de l'avenue Joseph Valot au niveau du rond point
- 20 à 30 m3/s ont transité par le Boulevard Pasteur.
- 3.5 à 5 m3/s ont transité par l'Hôpital.

1.1.3 Autres données

Un échange avec les services urbanisme et le géomaticien de la commnauté de communes, nous a permi d'échanger sur des données complémentaires :

- Données référentielles (IGN, cadastre, etc..)
- Document d'urbanisme en court
- Cartographie de la Trame verte et bleue
- PPRI
- Occupation du sol établie pour le PLU et tache urbaine
- AZI du BV de l'Hérault, données exzeco fournies par l'EPTB , mais ne couvraient pas la zone concernée

1.2 PRODUCTION DE DONNÉES

1.2.1 Topographie

En complément des données topographiques recueillies (LIDAR, données Schéma Egis), des levés topographiques terrestres ont été réalisés en interne par CCE&C (station GPS Leica) pour :

- Lever les profils en travers de voirie au droit des ouvrages hydrauliques afin d'évaluer les transferts de débits d'un bassin versant à l'autre
- Lever les fils d'eau des ouvrages de l'ensemble des ouvrages à diagnostiquer
- s'assurer de la validité et de la précision de certaines données recueillies ;
- Un levé de profils en travers sur la partie aval du secteur solitude

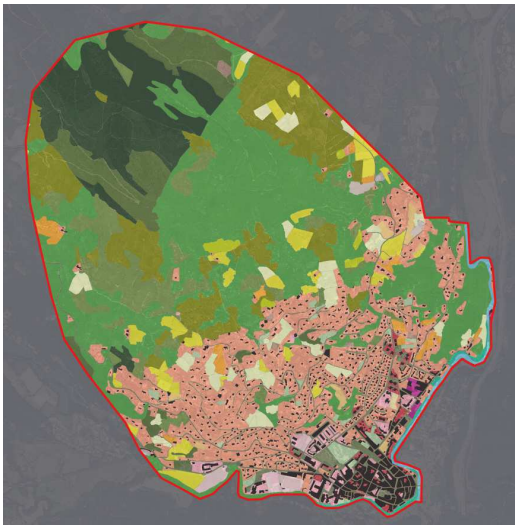
Les levés de fil d'eau ont été réalisés sur un total de 40 ouvrages.

1.2.2 Cartographie de l'occupation du sol (alisé géomatique)

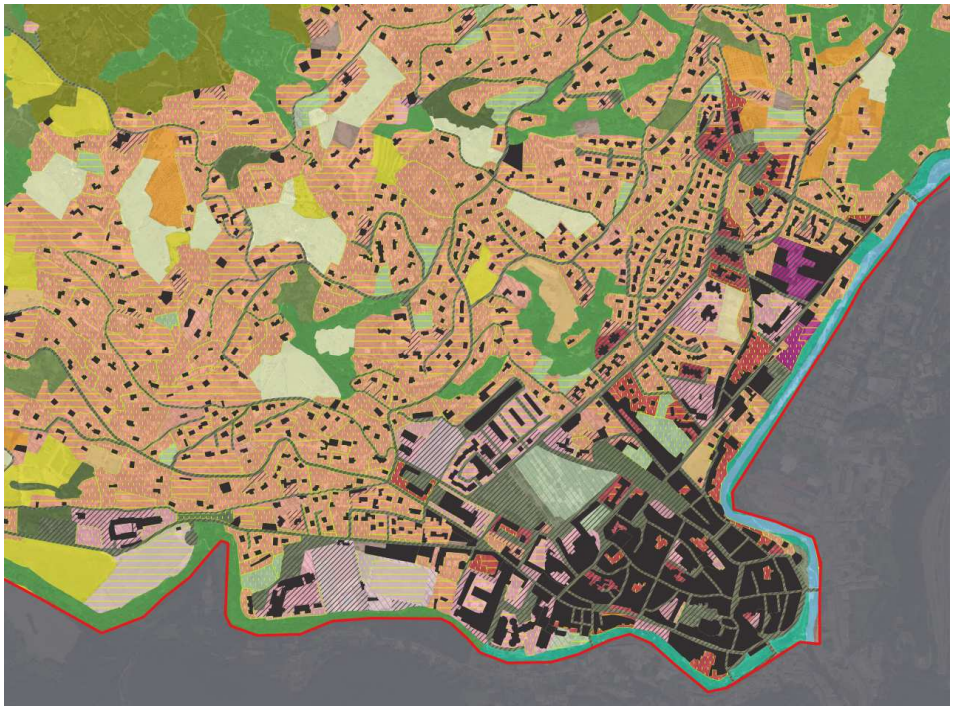
Méthode et choix de spécifications

Une donnée d'occupation du sol a été produite spécifiquement pour l'étude sur le bassin versant élargi par l'équipe d'Alisé géomatique, qui a initiés ces nouveaux modèles dits « 2D » ou « Couverture/usage » ou « OCS GE » en France

Cette production a été menée selon des process originaux (PIAO, couplage Intelligence artificielle en appui et PIAO par des opérateurs photo interprètes) , en « déconstruisant » la donnée OCS GE de l'IGN, en la corrigeant, et en l'enrichissant très largement (*niveau de fermeture des garrigues, pratiques agricoles, formes d'habitat et densité,* etc) , compte tenu des biais de cette donnée sur la représentation du bâti notamment. Deux millésimes ont été produite sur ortho photographie 2018 et 1956



Zone de production du MOS 2018 qui déborde légerement les deux bassins versants étudiés



Le MOS produit , dit de « niveau 5 » intègre une desription infra parcellaire, des niveaux de minéralité, et le bâti sur l'ensemble des espaces « urbanisés », habitat, équipement et activités.

Zoom de comparaison du niveau « 4 » correspondant à un MOS classique, et du niveau 5, selon un gradient de naturalité

1.3 RECONNAISSANCE TERRAIN ET ENQUÊTE RIVERAINS / SERVICES TECHNIQUES

1.3.1 Reconnaissance de terrain

1.3.1.1 Méthodologie

Afin d'appréhender au mieux les problématiques de ruissellement sur les bassins versants du Grezac et de Solitude, l'ensemble du secteur d'étude a fait l'objet d'une expertise au mois de Janvier 2022.
La saisie des informations a été faite avec une tablette de terrain que CCE&C utilise régulièrement, notamment pour la réalisation de visites techniques approfondies, de repérage de canaux d'irrigation, de plan de gestion...
Cet outil robuste muni d'un GPS, d'un appareil photo et d'un logiciel de SIG permet la saisie en temps réel des informations de terrain sur fond cadastral et orthophotographie.

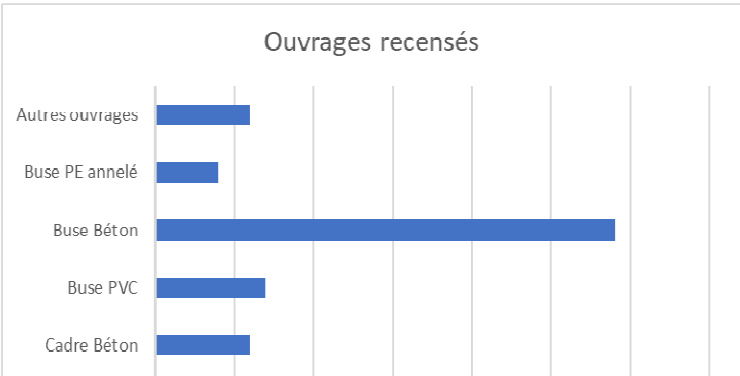
L'expertise hydraulique a permis de recenser les éléments suivants

- les ouvrages hydrauliques (ponts, ponceaux), leurs dimensions, la présence de parapets / entonnements, les impacts de leur mise en charge (inondation amont, transfert de débit…)
- les modalités d'engouffrement dans les réseaux pluviaux primaires (avaloirs, grilles, caniveaux à grilles, fosse d'engouffrement…),
- les axes d'écoulements au droit de ces différents ouvrages et les axes des principaux talwegs, les profils de voirie
- les traces d'érosion et désordres liés au ruissellement pluvial (mur de soutènement effondrés)
- Les principaux ouvrages impactant les écoulements de surface, leur type (murs de clôture, ralentisseurs…), et hauteur
- Les transparences hydrauliques

L'expertise de terrain a permis d'affiner la délimitation des bassins versants et de prendre en compte les impacts de l'urbanisation sur ces derniers ainsi que sur le chemin de l'eau.
La reconnaissance n'a pas porté les réseaux d'eaux pluviales de la partie basse de la zone d'étude. Peu de données étant disponible dans le Schéma Directeur, il conviendra de valider avant la phase 3 si des reconnaissances complémentaires doivent être réalisées sur ces derniers.

1.3.1.2 Synthèse des éléments recensés

Les types d'ouvrages hydrauliques recensés sont détaillés sur la table suivante



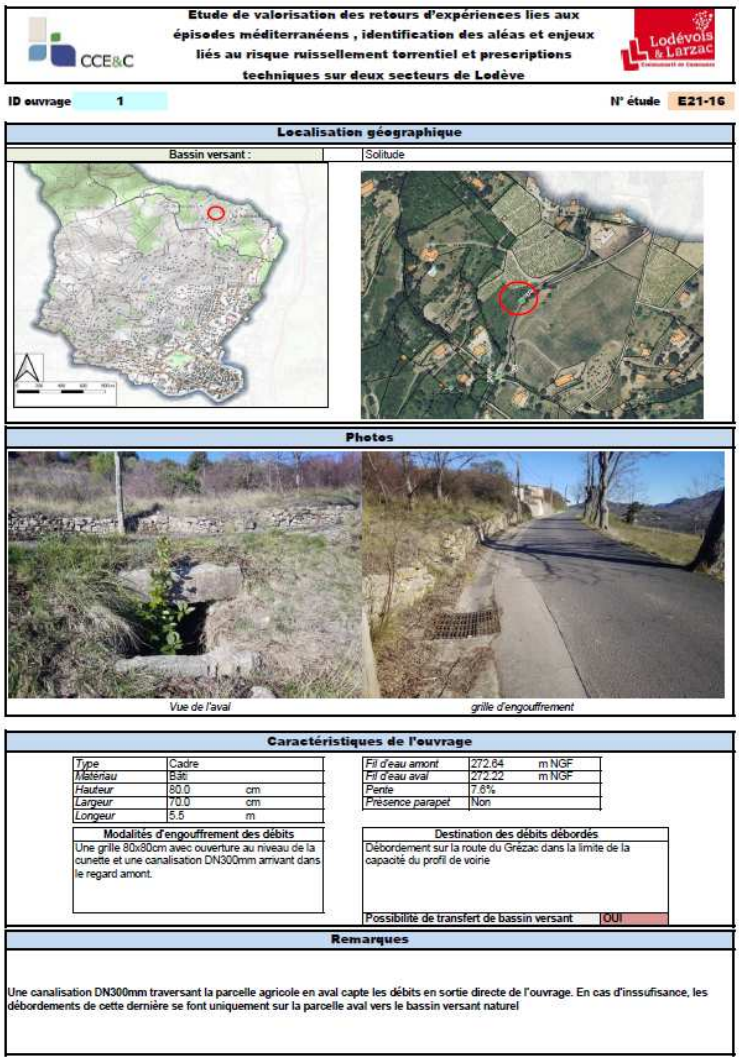
	Nombre d'ouvrages recensés
Cadre Bâti	24
Cadre Béton	6
Buse PVC	7
Buse Béton	29
Buse PE annelé	4
Autres ouvrages	6
TOTAL	**76**

Figure 4 Ouvrages recensés

Les ouvrages recensés représentent un linéaire total de 1,4 km.

Des fiches ouvrages ont été rédigées pour ceux présentant un impact sur le fonctionnement hydraulique où drainant des bassins versants importants, soit pour un total de 38 ouvrages. Un exemple est présenté à la page suivante et l'ensemble des fiches sont annexées au rapport.

Outre ces ouvrages, les obstacles aux écoulements ont été recensés en vue d'affiner la délimitation des bassins versants, la destination des débits débordés et de pouvoir estimer ultérieurement les capacités d'écoulement sur voirie. Les principaux obstacles recensés sont des murs de propriétés ou bordures T2, sur un linéaire de 5,0 km.



Etude de valorisation des retours d'expériences lies aux épisodes méditerranéens , identification des aléas et enjeux liés au risque ruissellement torrentiel et prescriptions techniques sur deux secteurs de Lodève

ID ouvrage 1 — N° étude E21-16

Localisation géographique

Bassin versant : Solitude

Photos

Vue de l'aval — grille d'engouffrement

Caractéristiques de l'ouvrage

Type	Cadre	
Matériau	Bâti	
Hauteur	80.0	cm
Largeur	70.0	cm
Longeur	5.5	m

Fil d'eau amont	272.64	m NGF
Fil d'eau aval	272.22	m NGF
Pente	7.6%	
Présence parapet	Non	

Modalités d'engouffrement des débits: Une grille 80x80cm avec ouverture au niveau de la cunette et une canalisation DN300mm arrivant dans le regard amont.

Destination des débits débordés: Débordement sur la route du Grézac dans la limite de la capacité du profil de voirie

Possibilité de transfert de bassin versant: OUI

Remarques

Une canalisation DN300mm traversant la parcelle agricole en aval capte les débits en sortie directe de l'ouvrage. En cas d'inssufisance, les débordements de cette dernière se font uniquement sur la parcelle aval vers le bassin versant naturel

Figure 5 Exemple de fiche ouvrage

1.3.1.3 Découpage des bassins versants (Alisé & CCEC)

Les découpages des principaux bassins versants du secteur d'étude a été mené par Alisé, sur la base :

- De la reconnaissance de terrain et en particulier des ouvrages et des obstacles aux écoulements
- De l'analyse du plan du réseau pluvial du Schéma directeur d'Egis, et confronté aux observations de terrain.
- De l'analyse des MNT disponibles : RGE Alti ou MNT de l'éclairage public pour les profils de voirie.

Un total de 13 bassins versants ont été délimités, leur principales caractéristiques sont présentées sur la table suivante :

Bassin versant	Surface (ha)	Plus long chemin hydraulique (m)	Pente moyenne
Centre	21.02	470.0	2.7%
Conquettes 1.1	20.07	1152.1	10.0%
Conquettes 1.2	7.22	703.2	13.3%
Fontbonne	42.78	1771.2	14.9%

Grezac_01	25.25	821.2	12.1%
Grezac_02.1	90.13	2825.3	13.9%
Grezac_02.2	22.9	1048.7	14.4%
Grezac_02.3	26.51	1057.3	8.0%
Grezac_03.1	15.04	640.3	18.7%
Grezac_03.2	39.66	1183.8	6.0%
Payssals	26.77	1283.0	14.6%
Solitude 1.1	34.86	1701.7	19.4%
Solitude 1.2	26.76	829.5	12.1%

Tableau 2 : Caractéristiques générales des bassins versants

Un travail de consolidation géomatique des bassins versants, a été mené par Alisé géoamtique, préalable indispensable pour mener les nombreuses analyses spatiales, qui découlent de ce découpage

La localisation des bassins versants est présentée ci-après et sur la planche 1.

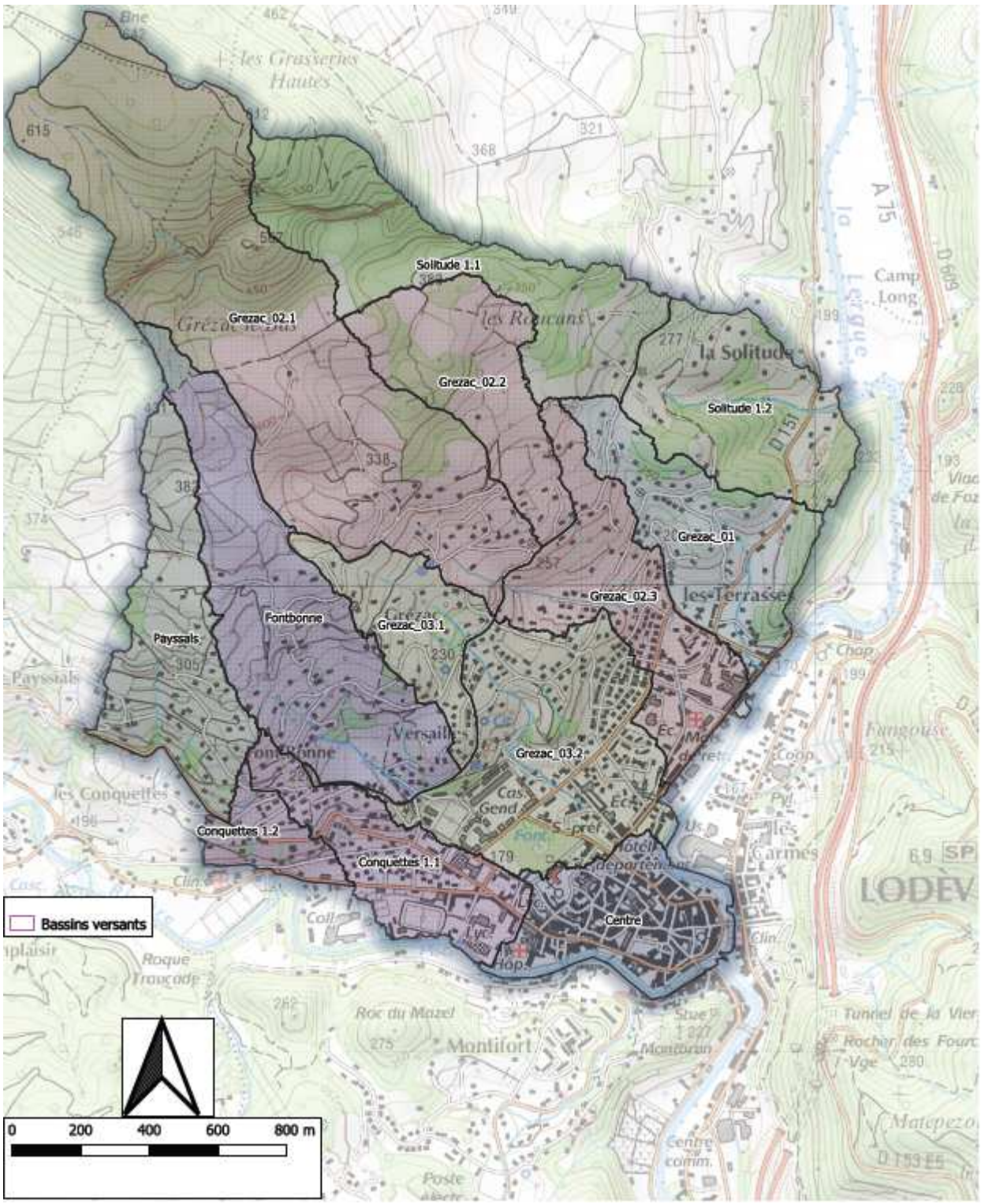


Figure 6 Découpage des bassins versants

1.3.1.4 Synthèse de la reconnaissance de terrain

1.3.1.4.1 Bassin versant de Solitude

Sur le bassin versant de Solitude, trois ouvrages localisés sur la route de Grézac (OH1, 2 et 3) drainent les écoulements de voirie et provenant du bassin versant amont au Nord Ouest. Ces ouvrages en cas d'insuffisance ou de mauvais engouffrement vont être à l'origine d'écoulement sur voirie, acheminer les débits vers le bassin versant Grézac 01 (flèche bleue ci-après) et occasionner des débordements sur les parcelles en aval. En aval des ouvrages 2 et 3, les écoulements sur voirie sont canalisés entre les murs de propriétés. On notera que des travaux localisés réalisés sur les accès suite à 2015 ont tendance à aggraver ce transfert de débits.

La route de Grézac provenant de l'amont de ce bassin versant (au Nord) n'est pas susceptible d'amener des débits supplémentaires au vu du profil de voirie.

Plus en aval du bassin versant (vieux chemin de Poujols), le talweg étant marqué y compris au croisement de voiries, les écoulements suivent le talweg naturel.

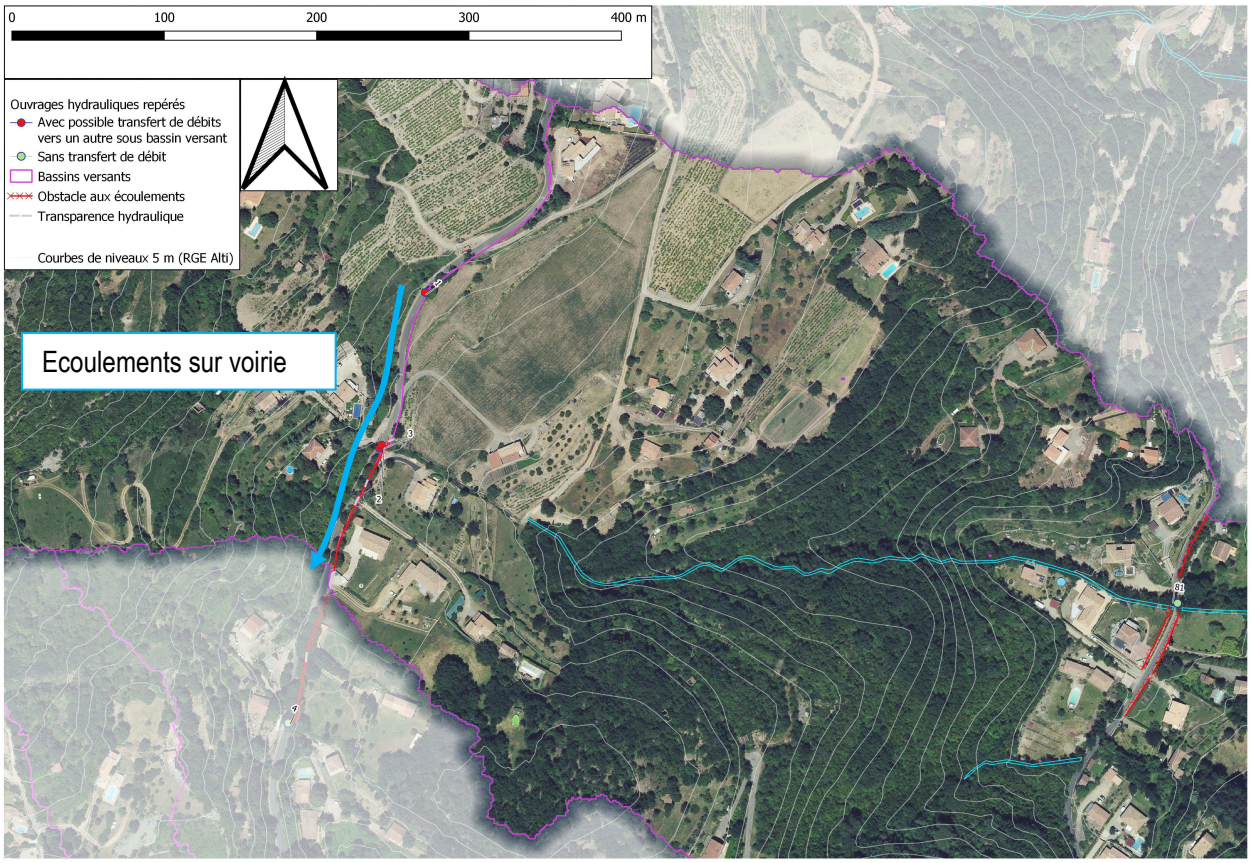


Figure 7 Fonctionnement hydraulique sur le bassin versant de Solitude.

1.3.1.4.2 *Bassin versant de Grézac 01*

La fraction du bassin versant Grézac 01 en amont de la route de Grézac présente une faible superficie, toutefois ce dernier reçoit potentiellement une partie des apports du bassin versant Solitude. Le talweg naturel étant bien marqué, il draine l'ensemble de ces apports vers le réseau pluvial de l'avenue de l'Escandorgue sans transfert de débits possible.

En amont de la rue du 8 Mai, l'axe du talweg se retrouve fortement contraint entre les habitations **(1).**

Sur la partie aval du bassin versant, deux ouvrages ou groupes d'ouvrages peuvent être à l'origine de désordres, mais sans transfert de débits vers un autre bassin versant :

- **(2)** : Un fossé à ciel ouvert (OH48) qui en cas d'insuffisance peut générer des débordements vers le chemin des Fauvettes
- **(3)** : Un groupe d'ouvrages (OH49,50 et 75) qui en cas d'insuffisance seront à l'origine d'écoulements sur le vieux chemin de Poujols jusqu'à l'avenue de l'Escandorgue.

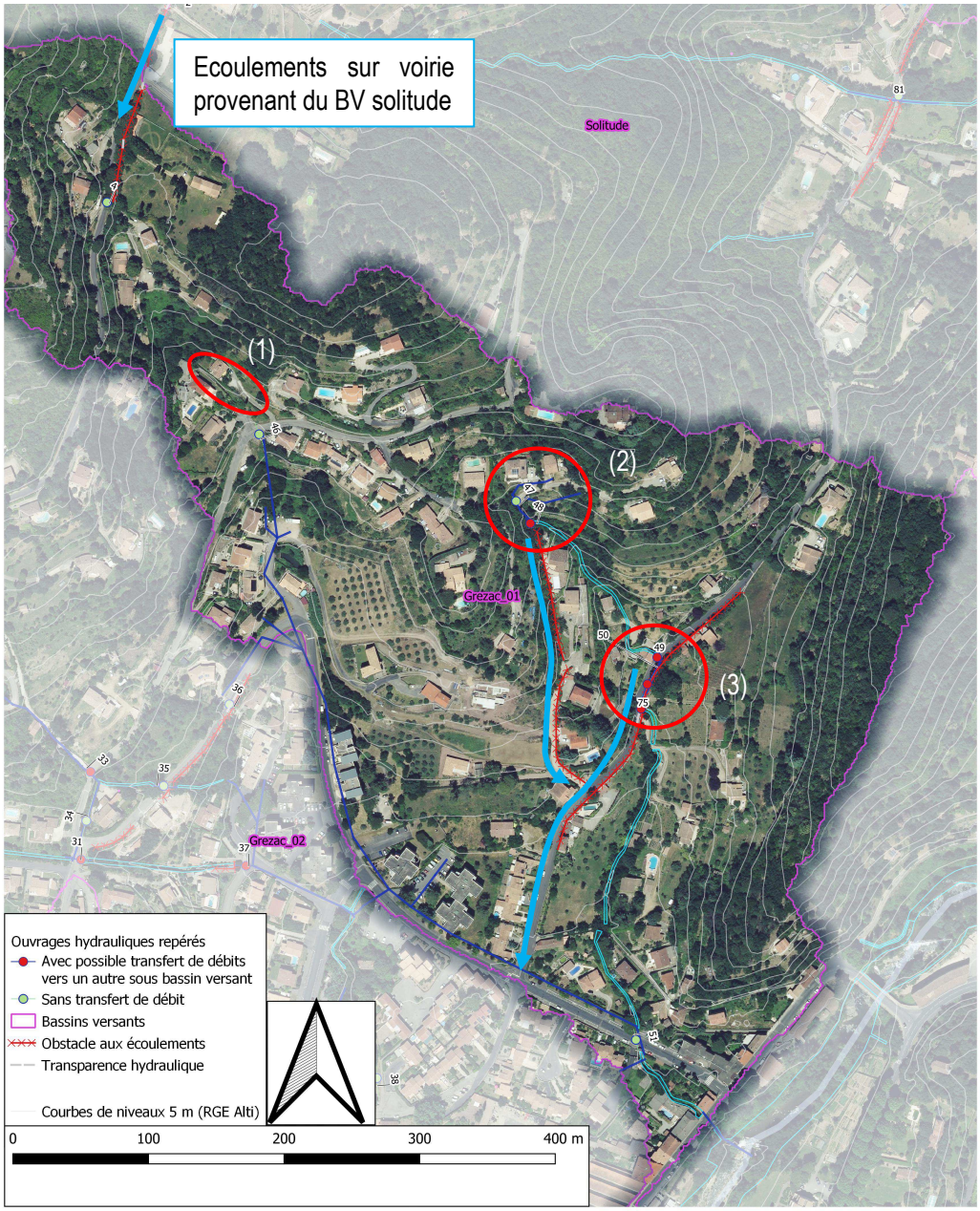


Figure 8 Fonctionnement hydraulique sur le bassin versant de Grézac 01.

1.3.1.4.3 Bassin versant de Grézac 02

Sur l'amont du bassin versant Grézac 02, et en particulier de la route de Mayres les talwegs sont peu marqués et peu d'ouvrages sont présents. La route de Mayres intercepte les écoulements amont et les redistribue en fonction des murs de propriétés et accès côté aval de la route **(1)**. Les débits s'écoulant en aval de l'OH72 (par débordement ou provenant du BV naturel) s'écoulent sur la route de Mayre et peuvent se répartir entre l'axe de talweg 1 et 2 en fonction de la capacité de l'OH70 **(2).**

Au niveau du réservoir sur la route de Mayres **(3),** de nombreux ouvrages sont présents, leur insuffisance impacte peu la répartition des débits, toutefois, elle peut être à l'origine d'écoulements sur voirie jusqu'à la route de Grézac. Les ouvrages présents sur cette dernière (OH5, 8, 11 et 12) peuvent être à l'origine d'écoulements sur voirie et de transfert de débits vers le bassin versant Grézac 03 en cas de débordement **(4).**

En aval du bassin versant, au niveau de la rue du 8 Mai **(5),** les ouvrages 31, 33 et 34 peuvent être à l'origine de transferts de débits d'un axe de talweg à l'autre avec toutefois peu d'impact dans la mesure où ces talweg convergent 100 m en aval au niveau de la rue des Arbousiers en entrée de réseau pluvial.

On notera que l'ouvrage 34 (buse DN600mm) dévie les débits de l'axe naturel du talweg.

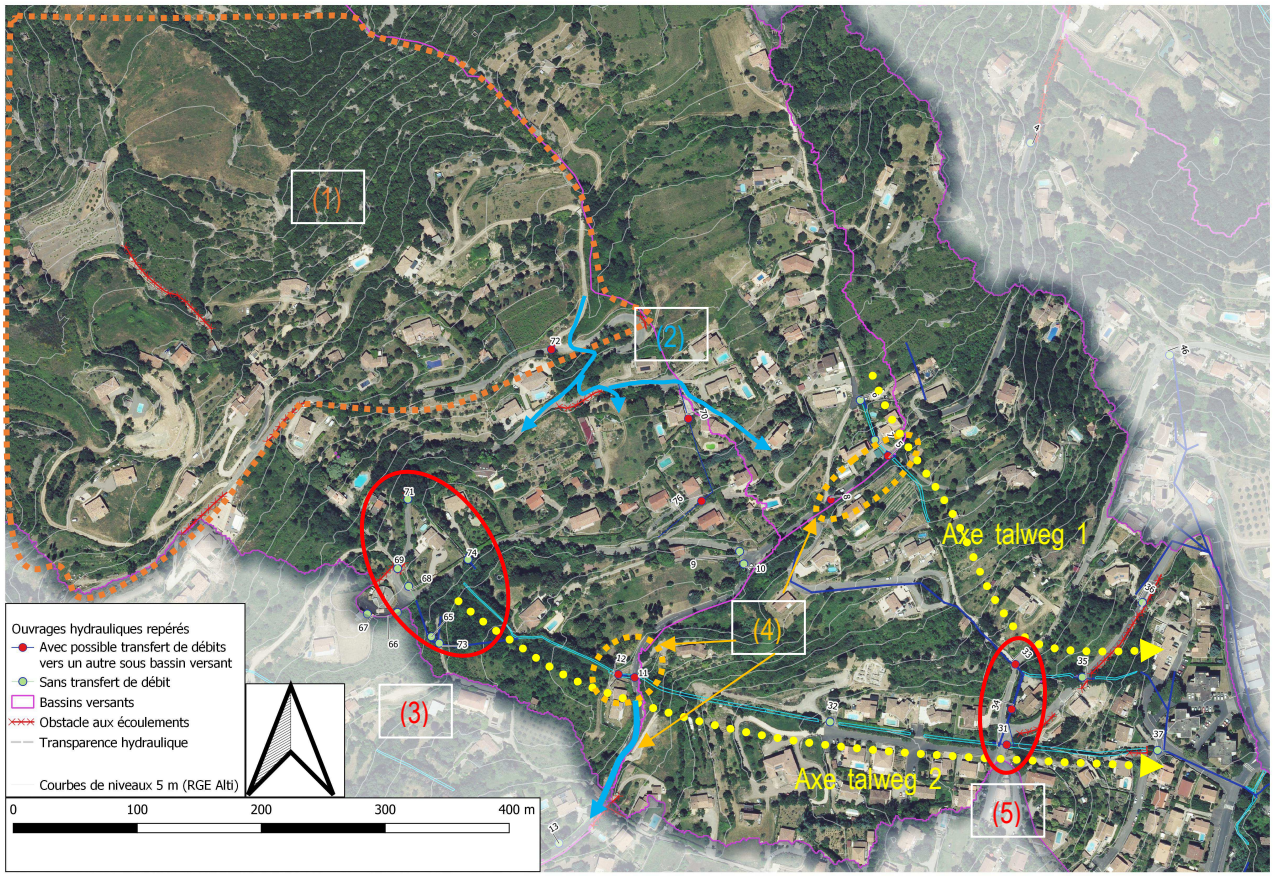


Figure 9 Fonctionnement hydraulique sur le bassin versant de Grézac 02.

1.3.1.4.4 *Bassin versant de Fontbonne et Grézac 03*

En amont du bassin versant de Fontbonne, les écoulements sont interceptés et canalisés par des Clapas longeant le chemin, en un point **(1)**, une partie des débit drainés surversent en direction du bassin versant Grézac 02.
Plus bas, la corniche de Fontbonne intercepte les débits provenant de l'amont et les débits débordés des ouvrages 22 et 25 **(2).** La voirie et sa cunette transfèrent une partie de ces débits dans la limite de leur capacité vers le bassin versant Grézac 03 et la route de Grézac, l'autre partie des débits se déversant vers les parcelles en aval.
Sur la route de Grézac, l'ensemble des ouvrages présents sont susceptibles de générer des ruissellements sur voirie du fait d'une insuffisance de ces dernier ou de leur faible capacité d'engouffrement **(3).** Ces débits sont selon les secteurs canalisés entre murs, ou bordure T2 avec des zones de débordements localisées au droit des accès, ouvrages ou intersections.

En aval du bassin versant de Fontbonne, deux ouvrages (OH20 et 21) sont susceptibles d'occasionner des débordements vers les bassins versants Conquettes et Centre ville **(4)**. Ces débits rejoignent les débits provenant de la route de Grézac non réengouffrés dans l'ouvrage 21.

En aval du bassin versant Grézac 03, les ouvrages suivent le talweg naturel **(5)** et leur insuffisance n'est pas à l'origine de transfert de débits vers un autre bassin versant, toutefois, l'insuffisance de l'ouvrage 42 peut être à l'origine d'une inondation des logements en amont de l'avenue de Premerlet du fait de son profil en remblai.

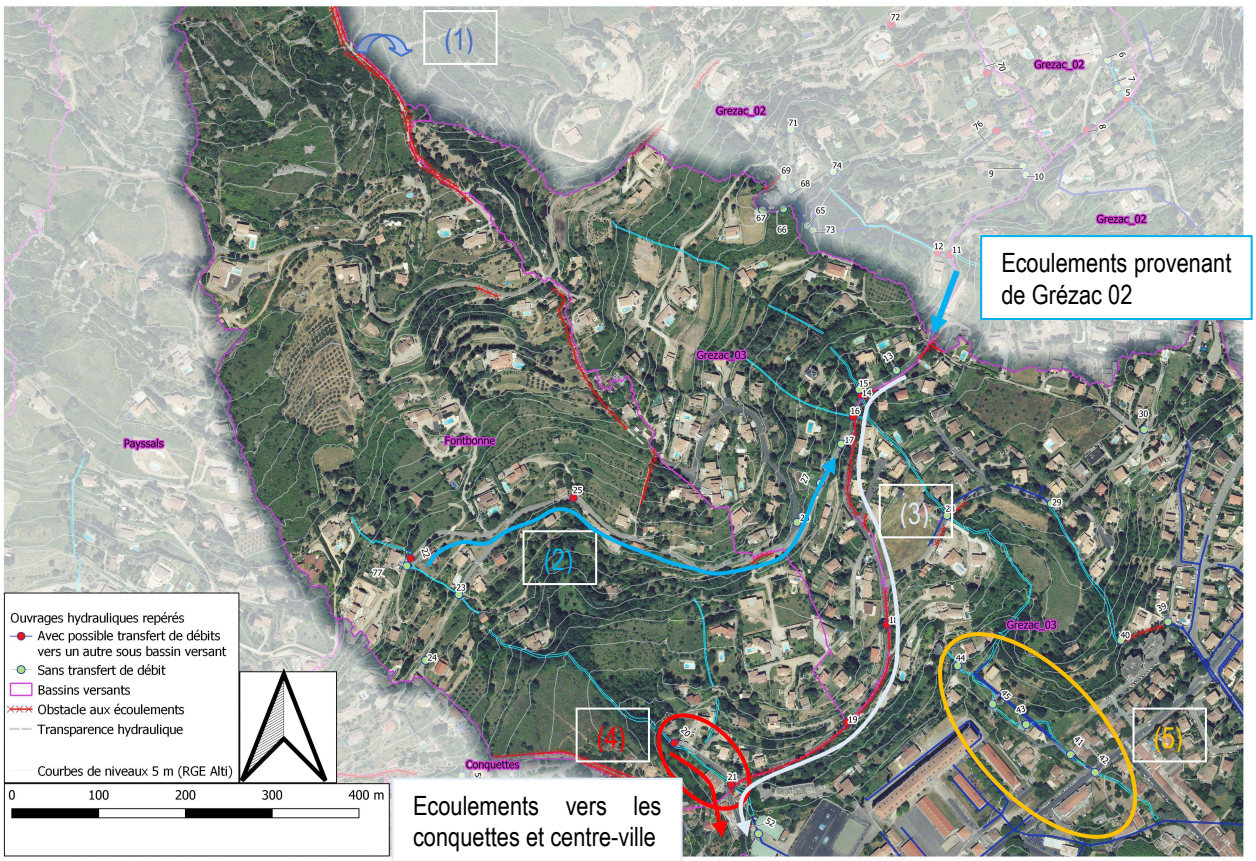


Figure 10 Fonctionnement hydraulique sur le bassin versant de Grézac 03 / Fontbonne.

1.3.1.4.5 Bassins versants des Conquettes et Payssals

Le bassin versant de Payssals localisé en dehors de la zone d'étude a été intégré au diagnostic pour le rôle qu'il joue sur le fonctionnement hydraulique du bassin versant des Conquettes. En effet, au niveau de la route de Perthus et des ouvrages 79 et 80, les débits débordés et drainés par la voirie sont canalisés entre deux murs et s'écoulent jusqu'au bassin versant des Conquettes **(1)**, avec une perte localisée de débit au niveau de l'accès à Payssals le Bas.

Sur la route de Perthus au niveau du bassin versant des Conquettes, le même fonctionnement est observé avec la présence de 4 ouvrages principaux (OH59, 60, 61 et 64) dont le rôle est d'assurer la transparence hydraulique vis-à-vis des écoulements amont et de la voirie, mais dont les insuffisances se traduisent par des écoulements sur voirie fortement canalisés par les murs riverains et acheminant les débits jusqu'à l'aval du Boulevard Joseph Railhac **(2).** Une partie de ces débits s'écoule vers le chemin des amoureux.

Le chemin des Amoureux présente une pente générale Ouest-Est avec un mur au Sud canalisant les écoulements et en cas d'insuffisance de l'ouvrage 78, les débits du bassin versant Conquette 1.2 sont déviés vers le point bas au niveau de l'OH53 **(3).** Au niveau de l'ouvrage 57 (cadre 150x70cm de 2018) une transfert de débit est susceptible de s'opérer vers l'avenue Joseph Valot.

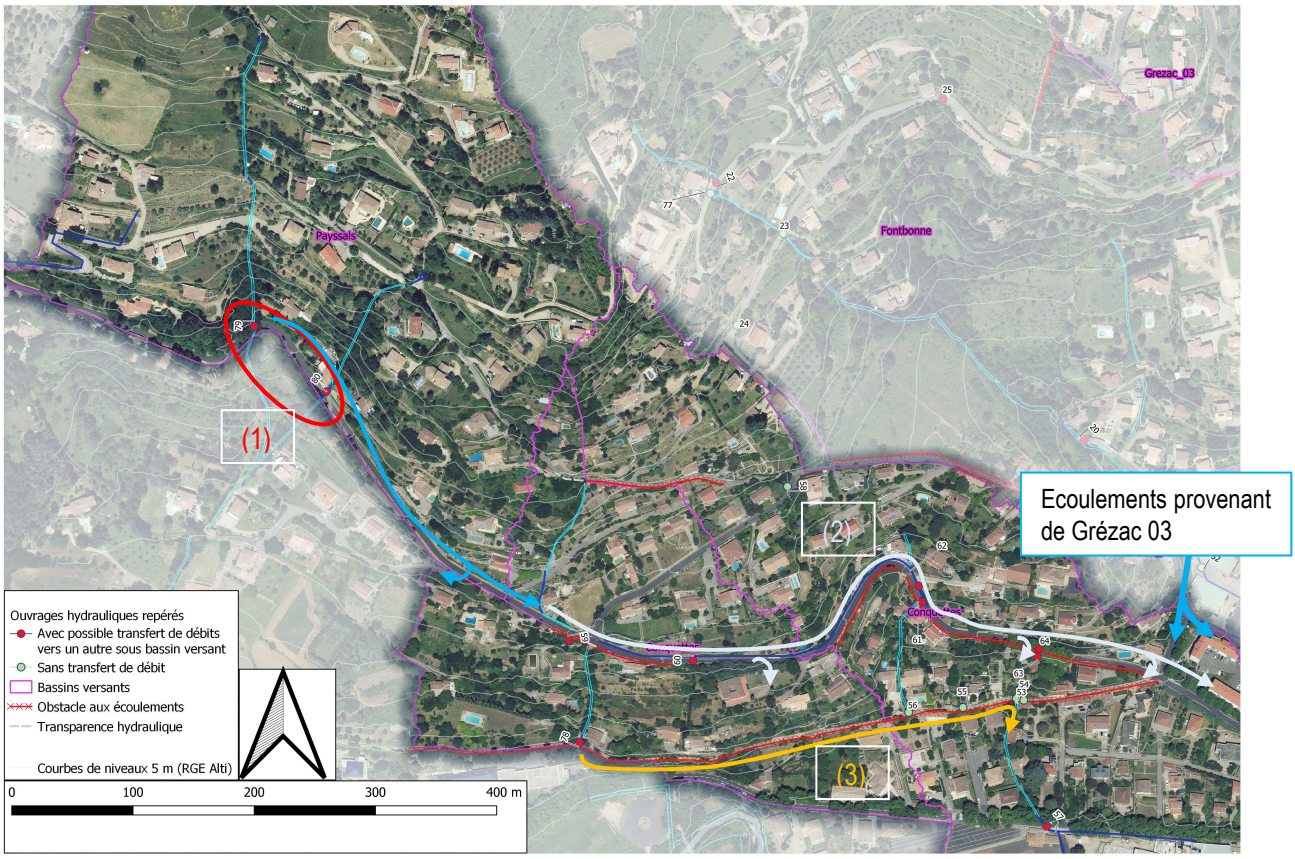


Figure 11 : Fonctionnement hydraulique sur les bassins versants de Conquettes / Payssals

1.3.2 Enquête auprès des services techniques et riverains

Une enquête auprès des services techniques de la commune a été menée dans les objectifs suivants :

- D'acquérir la connaissance du risque de ruissellement, notamment sur la base de la cartographie des dysfonctionnement établie en 2015.

  - Axes d'écoulement

- Evénements impactant les écoulements (obstruction d'ouvrages par le transport solide, « embâcles » sous les ouvrages de franchissement, rupture d'ouvrage, etc.)
- Dommages occasionnés, impacts sur le retour à la normale (rupture de réseaux, dommages voiries…)

- D'identifier les enjeux en lien avec le risque de ruissellement (sécurité publique, dommage aux infrastructures, aux réseaux…)
- Echanger sur les travaux engagés depuis 2015 en vue de réduire les phénomènes de ruissellement (redimensionnement / création de réseaux dans les secteurs hôpital / piscine)
- De partager leur retour d'expérience en gestion de crise
- D'identifier les événements pour lesquels des problématiques ruissellement ont été observées.

Un entretien complémentaire a été mené avec un riverain du secteur de Solitude en vue d'échanger sur le fonctionnement en cas de fortes pluies sur ce bassin versant et des problématiques identifiées au droit de l'ouvrage du chemin du vieux Poujols.

Les comptes rendus de ces entretiens sont annexés au rapport.

Des échanges informels ont été menés avec les riverains rencontrés lors de la phase de terrain afin d'acquérir leur connaissance des phénomènes de ruissellement.

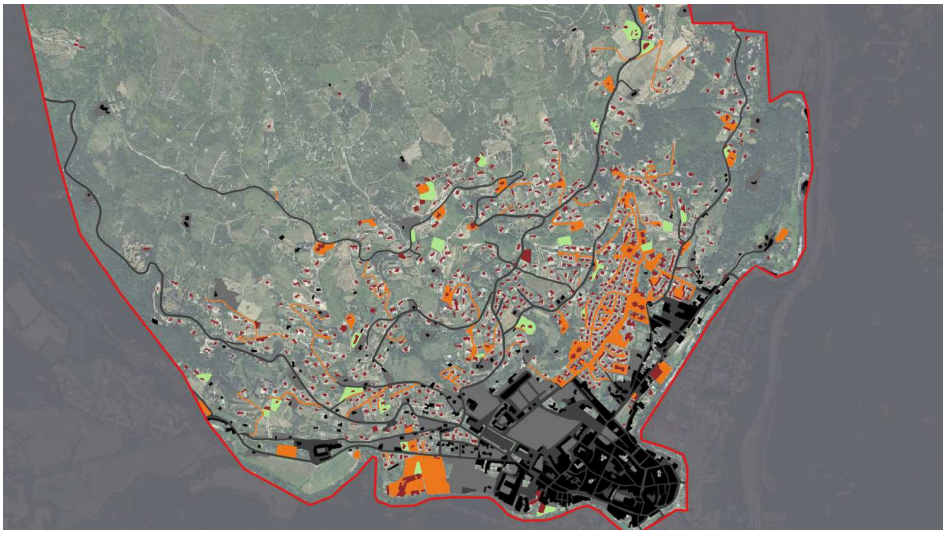
2 PHASE 2 : DIAGNOSTIC

Une analyse des données collectées et synthétisées en phase 1 permettra de produire un diagnostic du fonctionnement des deux bassins versant étudiés et des différentes problématiques liées au ruissellement.

2.1 ANALYSE DE L'URBANISATION SUR 50 ANS

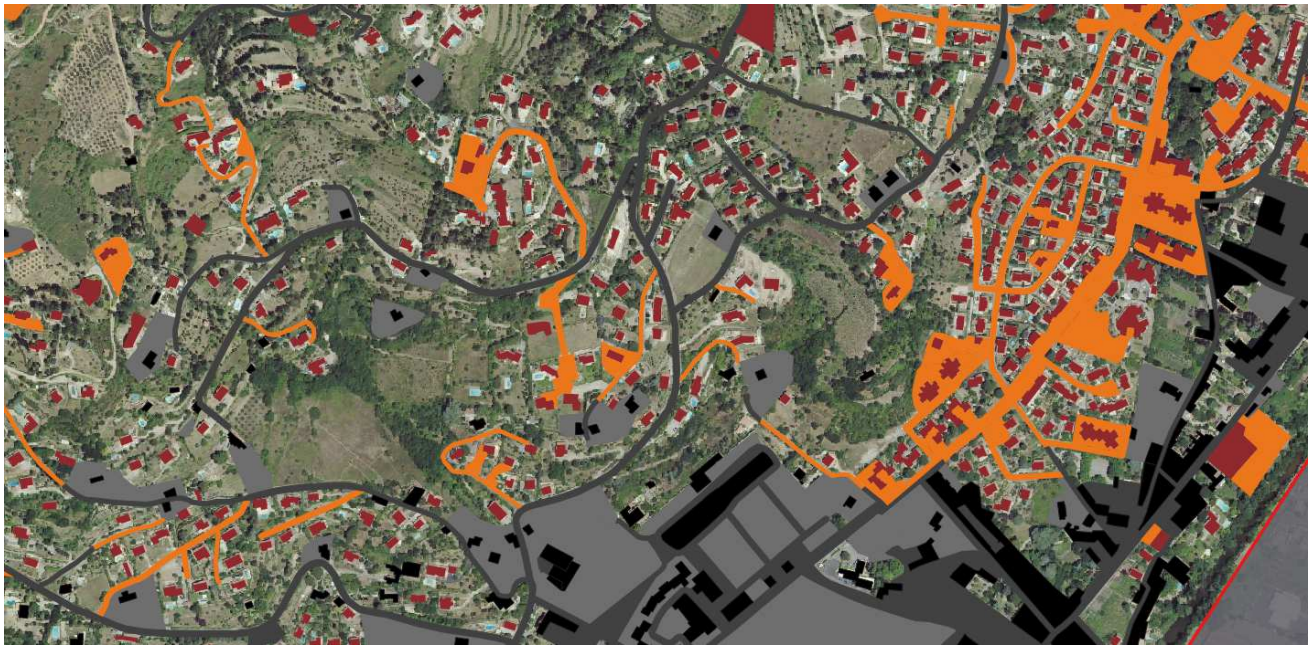
Les deux états de l'occupation du sol, encore dénommé « millésimes » établis en phase 1, ont permis de mener une étude diachronique des principaux changements d'occupation du sol sur cette période 1956 / 2018

Ceux-ci affectent tout autant l'usage des sols, que leur capacité d'infiltration / drainage, et donc leur aptitude au ruissellement qui a considérablement augmenter sur ce labs de temps



Carte XXXX Evolution de l'imperméabilisation sur les espaces urbanisés entre 1956 et 2018 :

En noir le bâti existant, en rouge, le nouveau bâti, en orange des espaces nouvellement imperméabiliés et de nouvelles voires. En vert des espaces anciennement agricoles ou naturels, qui ont été transformés en espace verts, publics, ou non.



Carte comparée de l'indice de naturalité /minératlité entre 1956 (en bas) et 2018 (en haut)

2.1.1 Analyse de la contribution potentielle au ruissellement

En croisant la donnée occupation du sol, la pédologie et les pentes, nous avons établi un indicateur de prédisposition au ruissellement.

Cet indicateur a ensuite été la base d'une caractérisation de **l'aptitude de production/ transfert du ruissellement le long des chemins de l'eau**, sur l'ensemble des sous bassins versants. Conjugué à la pente sur ces mêmes chemins, il spatialise les axes de transferts à enjeux, qui peuvent concentrer potentiellement les écoulements de surface, liés au ruissellement intense, une fois les sols saturés.

A noter que cette représentation est basée sur le MNT disponible dont la maille est hétérogène sur le territoire d'étude.

2.2 DÉTERMINATION DES ÉVÉNEMENTS DE PROJET

2.2.1 Analyse des pluies historiques

Une analyse de la chronique de Soumont a été menée afin d'extraire les dates d'événements pluvieux récents (post 2010) ayant généré des cumuls horaires supérieurs à 50mm correspondant à une période de retour de l'ordre de 2 à 5 ans. Les événements mentionnés lors des entretiens ont aussi été ajoutés..

Dates d'événements remarquables	cumul max 24h glissantes Soumont (mm)	cumul max 1h (mm)			cumul mois précédent Soumont (mm)
		Soumont	Lodève (DREAL)	Les plans	

17 au 18/09/2014	192.9	66.4	88	-	43
28/11/2014	147.7	36.2	26.5	-	133.5
23/08/2015	212.1	104.5	70.5	-	75.7
12/09/2015	279.7	119.7	140.5	74.3	231.9
13/10/2016		absence donnée	18.5	13.9	
23/10/2019	186.8	48.6	54	-	62.6

L'événement du 23/08/2015 ne sera pas analysé du fait de l'absence de désordres avérés, les cumuls sont présentés du fait de sa proximité avec l'événement du 12/09/2015.

Les données sont disponibles pour les trois stations uniquement pour l'événement du 12/09/2015, les cumuls observés sont présentés sur la figure suivante :

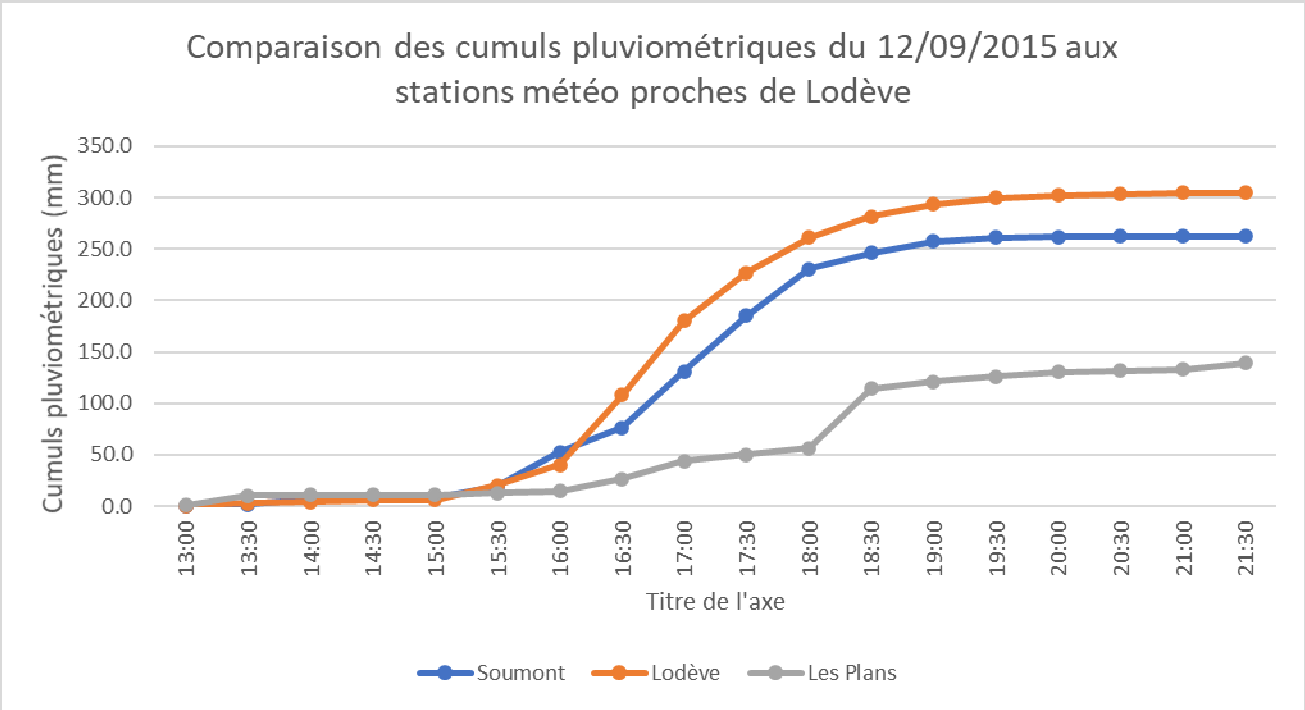
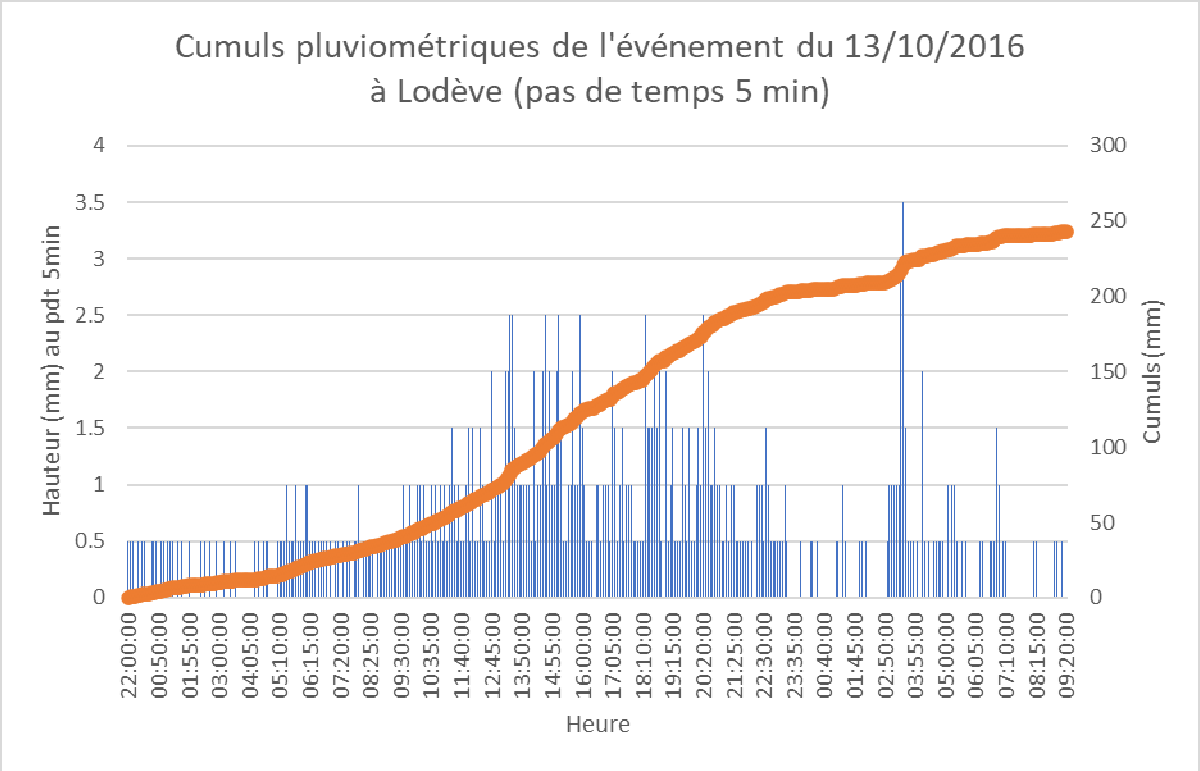


Figure 12 : Comparatif des cumuls pluviométriques pour l'événement du 12/09/2021 aux stations proches de Lodève

Il ressort de ce comparatif que les cumuls observés entre Soumont et Lodève sont relativement proche, bien que supérieurs sur Lodève. De ce fait, pour l'analyse des événements historiques, l'ordre de priorité suivant sera établi en fonction de la disponibilité des données :

1. Lodève
2. Soumont
3. Les Plans

Pour les pluies du 13/10/2016 et du 28/11/2014, les intensités observées restent faibles sur la totalité de l'événement, il apparait peu probable que cet événement ait généré du ruissellement, il ne seront pas analysés.



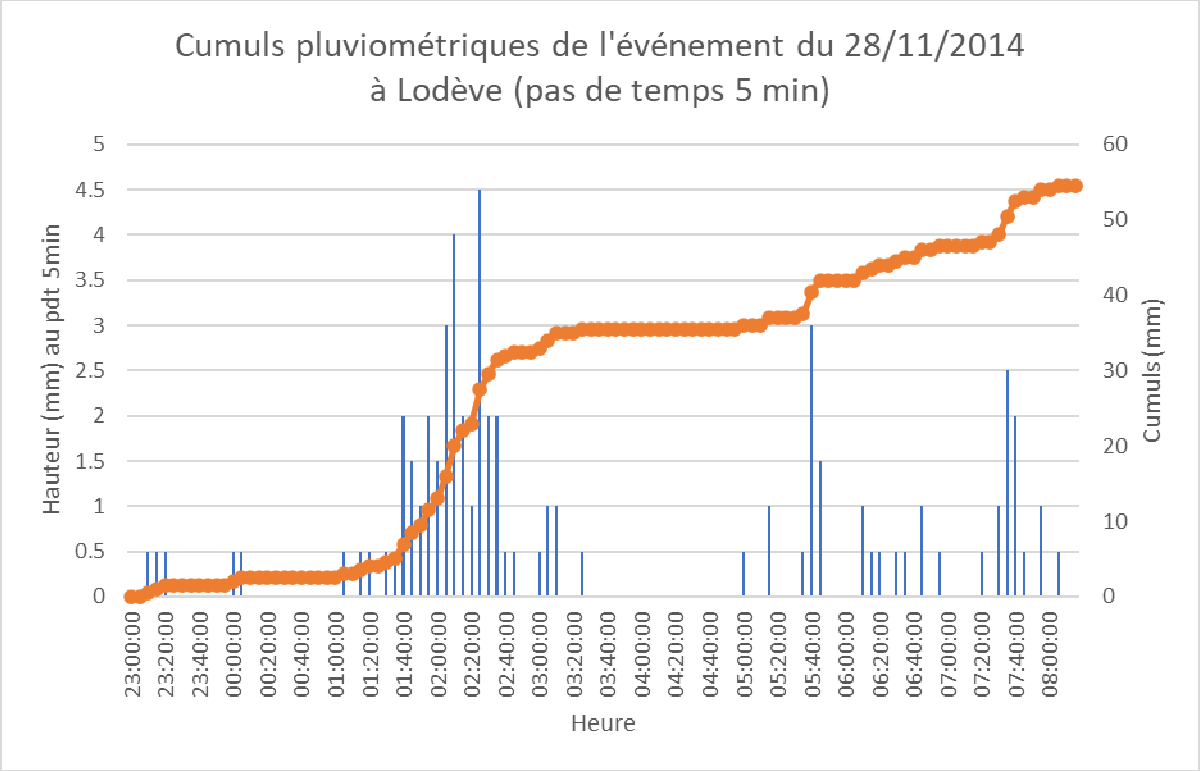
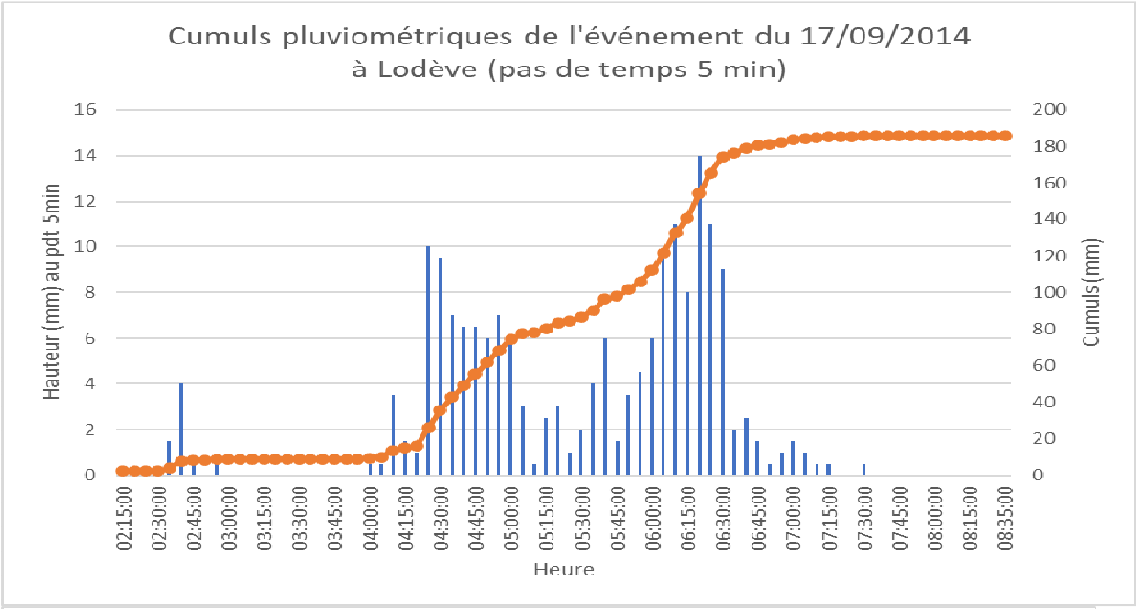
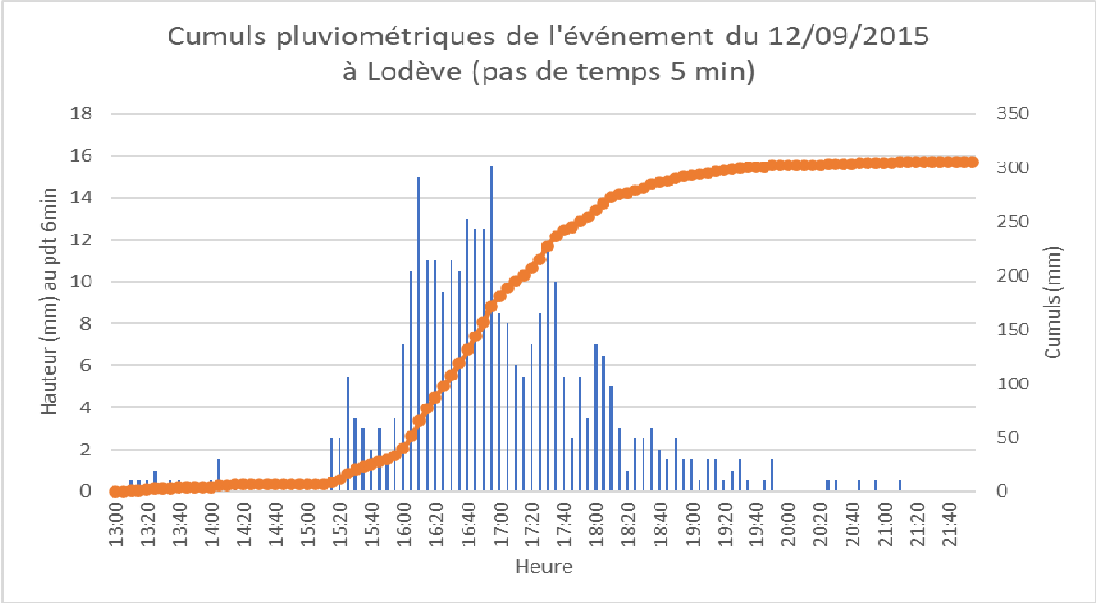


Figure 13 : Hyétogrammes des événements pluvieux récents non retenus

Les Hyétogrammes des événements remarquables retenus sont présentés ci-après :





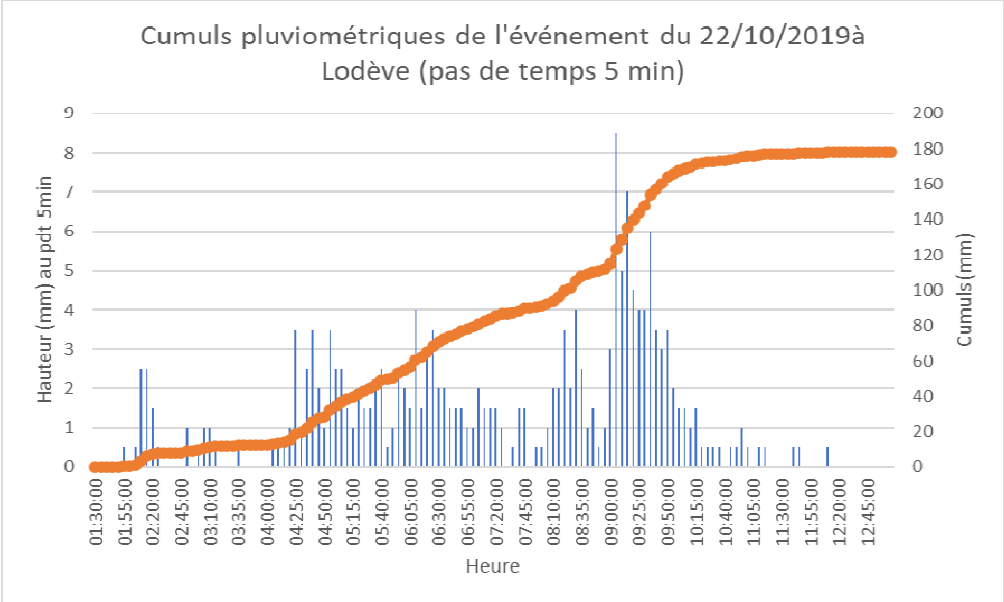


Figure 14 : Hyétogrammes des événements pluvieux remarquables récents

Les caractéristiques générales de ces pluies est présentée sur la table suivante :

Dates d'événements remarquables	cumul événement (mm)	cumul période intense (mm)	durée période intense (min)
17 au 18/09/2014	112.8	62.9	42
12/09/2015	329.5	239	100
23/10/2019	300	73	40

Tableau 3 : typologie des événements pluvieux remarquables récents

2.2.2 Courbes Hauteur Durée Fréquence régionalisées

Comme présenté précédemment, le poste pluviométrique de Soumont est le plus représentatif de la zone d'étude sur les événements pluvieux historiques. Toutefois ce dernier ne dispose que de 24 années d'enregistrement (1994-2018) pour le calcul des courbes Hauteur Durée Fréquence (HDF), ce qui se traduit par des cumuls pluviométriques moins importants qu'au poste de Montpellier Fréjorgues pour les événements rares et de durée courte. En outre, cette station dispose d'une durée d'enregistrement de plus de 50 ans pour le calcul des HDF (1960-2014).

De ce fait, la pluviométrie utilisée pour la construction des pluies de projet et le calcul des débits correspond au maximum entre les stations de Montpellier Fréjorgues (1960-2014) et de Soumont (1994-2018). Les HDF et la source des données utilisées pour la construction des pluies de projet est présentée ci-après :

T (ans)	Durée (h)				
	0.1	0.25	0.5	1	4
2	8.7	15.3	22.8	32.1	59
5	13	22	34	50	89
10	15	26	40	60	108
20	17	30	46	70	126
30	19	33	50	77	140
50	20	36	55	85	165
100	22	40	61	97	206

Source des données		
	1957-2003 Montpellier	1957-2003 Montpellier recalé soumont
	1960-2014 Montpellier	1960-2014 Montpellier recalé soumont

Tableau 4 : Tableau des HDF de la zone d'étude.

2.2.3 Définition des pluies de projet

2.2.3.1 Pluies de projet

Les pluies de projet utilisées sont de type Desbordes qui sont reconnues pour être adaptées sur les bassins versants urbains et avec un temps de réaction court. Les occurrences de pluies construites sont les suivantes :

- 10 ans et 30 ans afin de répondre à la norme Française – NF EN 752-2 Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments

- 100 ans afin de répondre à une approche de protection contre les débordements de cours d'eau

Elle est caractérisée par une durée intense, ce qui est typique des épisodes orageux du pourtour méditerranéen et peut être définie par 5 paramètres :

1. Durée totale : 4h ;
2. Durée de la période intense : trois durées intenses ont été testées : 15min, 30min et 1h
3. Hauteur de pluie pendant la période intense : déterminée à partir des HDF précédente pour la période de retour T donnée (T=10 ans, 30 ans ou 100 ans)
4. Hauteur totale sur la durée totale de la pluie : déterminée à partir des HDF précédente pour la période de retour T' (deux à trois fois inférieur à T)
5. Position de la pointe du hyétogramme (coefficient entre 0 et 1) : 0.75 afin de maximiser la saturation des sols à la survenue du pic d'intensité.

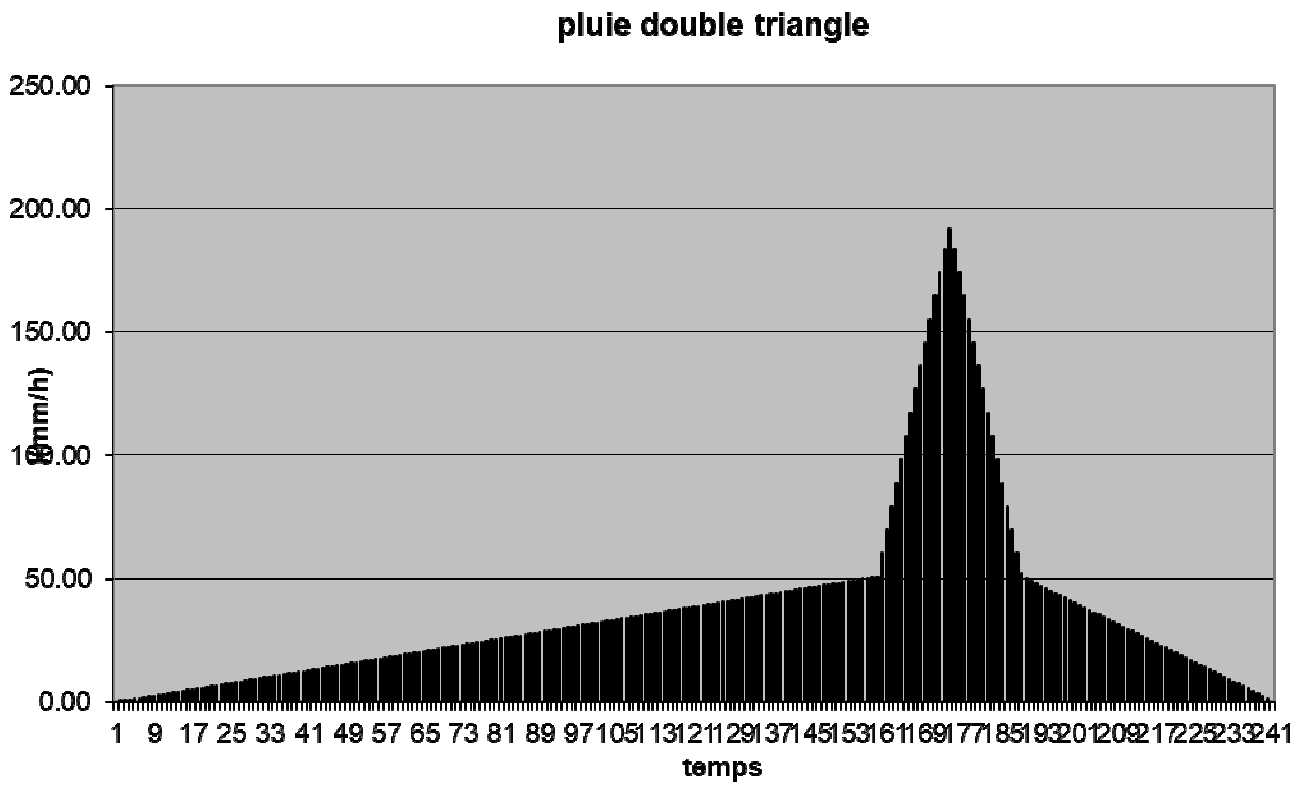


Figure 15 : Exemple d'une pluie de Desbordes de T=100 ans et durée intense = 30min

2.2.3.2 Modélisation hydrologique et calcul des débits de pointe

2.2.3.2.1 Logiciel utilisé

Le logiciel HEC-HMS pour Hydrologic Modeling System est conçu pour simuler les processus de précipitations-ruissellements des bassins versant dendritiques. HEC-HMS est développé par le Hydrologic Engineering Center de l'US Army Corps of Engineers. Ce logiciel permet d'appliquer de nombreuses méthodes classiques de l'hydrologie. Il propose plusieurs modèles d'infiltration (Green et Ampt, SCS Curve Number…), plusieurs modélisations du ruissellement (onde cinématique, méthode de l'hydrogramme unitaire selon Clark, Snyder, SCS…). Il peut permettre de prendre en compte des réservoirs souterrains, la fonte des neiges ou l'évapotranspiration.

Ce logiciel gratuit est aujourd'hui couramment utilisé pour l'hydrologie des petits bassins versants.

2.2.3.2.2 Modèle pluie-débit

Le modèle pluie débit utilisé est le modèle du SCS qui s'appuie sur le concept que la précipitation totale tombant sur un bassin peut être séparée en trois composantes : le ruissellement direct (Q), la rétention qui se produit dans le bassin (F) et les pertes initiales (Ia). Ces dernières (Ia) ont été négligées afin de maximiser la saturation des sols.

Pour pouvoir évaluer la rétention potentielle maximale S, il a été développé le concept d'un indice de ruissellement CN (runoff curve number) qui rend compte de la capacité au ruissellement de bassin versant.

Le ruissellement augmente proportionnellement à l'accroissement de cet indice. Des tables usuelles permettent de déterminer la valeur du CN (valeur entre 0 et 100).

Pour chacun des bassins versants le CN retenu est issu de la pondération des CN attribués à chacune des occupation des sols.

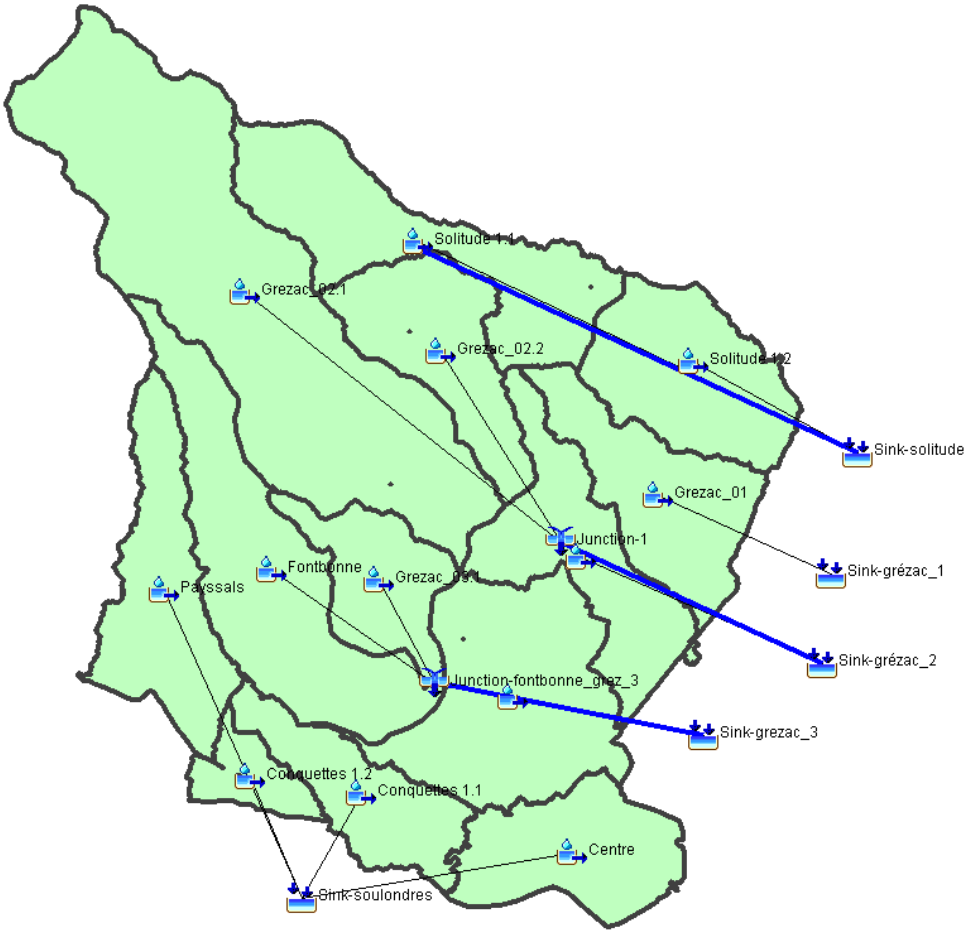


Figure 16 : Architecture du modèle HEC-HMS

2.2.3.3 Géologie

Les bassins versants de la zone d'étude reposent sur des terrains sont constitués de :

- Dolomies et calcaires dolomitiques (I1-2) sur l'extrême amont des bassins versants Solitude 1.1 et Grézac 02.1. Ces formations
- Des éboulis (E) issus de ces formations sur l'amont des autres bassins versant et la partie intermédiaire des autres bassins versants. Ces formations présentent une perméabilité à priori forte, mais repose sur des formations imperméables ci-après.
- Des argiles et grès (t3-5, t6-7, t8-9) sur l'essentiel du versant urbanisé du Grézac. Ces formations présentent une perméabilité faible à très faible.

- Des alluvions de moyennes terrasse (Fy) sur la partie densément urbanisée. Ces formations sont à priori perméable mais au vu du contexte urbain dense, elles sont peu affleurantes et ne jouent donc qu'un rôle limité sur l'aptitude au ruissellement.

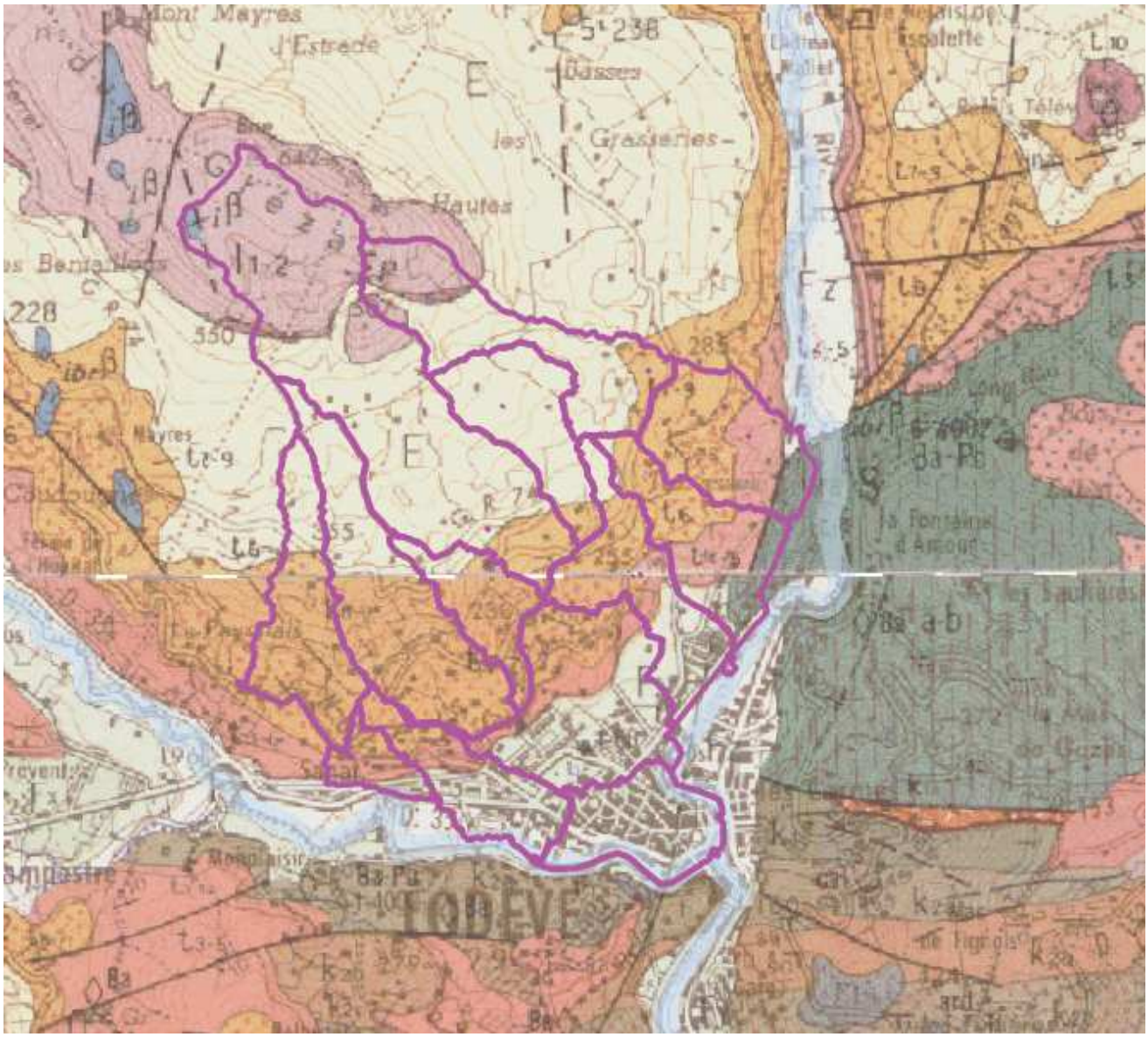


Figure 17: Géologie des bassins versant

Au vu de la géologie du secteur d'étude, le CN a été déterminé en considérant une aptitude au ruissellement modérée à forte (infiltration modérée à faible).

2.2.3.4 Fonctionnement hydrogéologique

Les principales zones de résurgence sont observées à l'interface entre les terrains perméables en amont des bassins versants (dolomies, calcaires et éboulis) et les terrains à dominante imperméable (Argiles et grès).

Un entretien a été menée avec l'ancien sourcier de la ville de Lodève afin de mieux cerner le fonctionnement du réseau de ces résurgences. Les principaux objectifs de cet entretien ont été les suivants :

- De vérifier que l'aire d'alimentation de ces résurgences ne diffère pas du bassin versant topographique
- De s'assurer que lors d'épisodes pluvieux intenses, les débits des sources restent minoritaires au regards des débits de crue

Au vu des échanges et des objectifs de l'étude (définition de niveau de risque), il a été fait le choix de négliger l'impact du fonctionnement hydrogéologique des bassins versants sur les débits de crue, et notamment d'un éventuel allongement du temps de transfert (ou temps de concentration), ou écrêtement des débits de crues. De la même manière, il a été considéré que les terrains calcaires en amont présentée une aptitude au ruissellement modérée, ce qui constitue une approche plutôt pénalisante en terme de débits de crue.

2.2.3.5 Caractéristiques des bassins versants

Les principales caractéristiques des bassins versants utilisées pour le calcul des débits de pointe sont les suivantes :

Bassin versant	Surface (ha)	Plus long chemin hydraulique (m)	Pente	Temps de concentration (min)	CN 2018	CN 1956
Centre	21.02	470.0	2.7%	20.5	90	89
Conquettes 1.1	20.07	1152.1	10.0%	11.3	78	72
Conquettes 1.2	7.22	703.2	13.3%	6.3	72	66
Fontbonne	42.78	1771.2	14.9%	13.9	62	58
Grezac_01	25.25	821.2	12.1%	11.0	67	62
Grezac_02.1	90.13	2825.3	13.9%	21.6	60	61
Grezac_02.2	22.9	1048.7	14.4%	10.1	57	56
Grezac_02.3	26.51	1057.3	8.0%	14.4	73	64
Grezac_03.1	15.04	640.3	18.7%	7.2	68	61
Grezac_03.2	39.66	1183.8	6.0%	20.1	78	70
Payssals	26.77	1283.0	14.6%	11.1	63	59
Solitude 1.1	34.86	1701.7	19.4%	11.3	58	59
Solitude 1.2	26.76	829.5	12.1%	11.3	60	58

Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants

2.2.3.6 Calcul des débits de pointe

Les débits de pointe calculés pour chacun des sous-bassins versants et pour les différentes périodes de retour et durées intenses sont synthétisées dans la table suivante, ils ont été calculés sur la base de l'occupation du sol en 2018 :

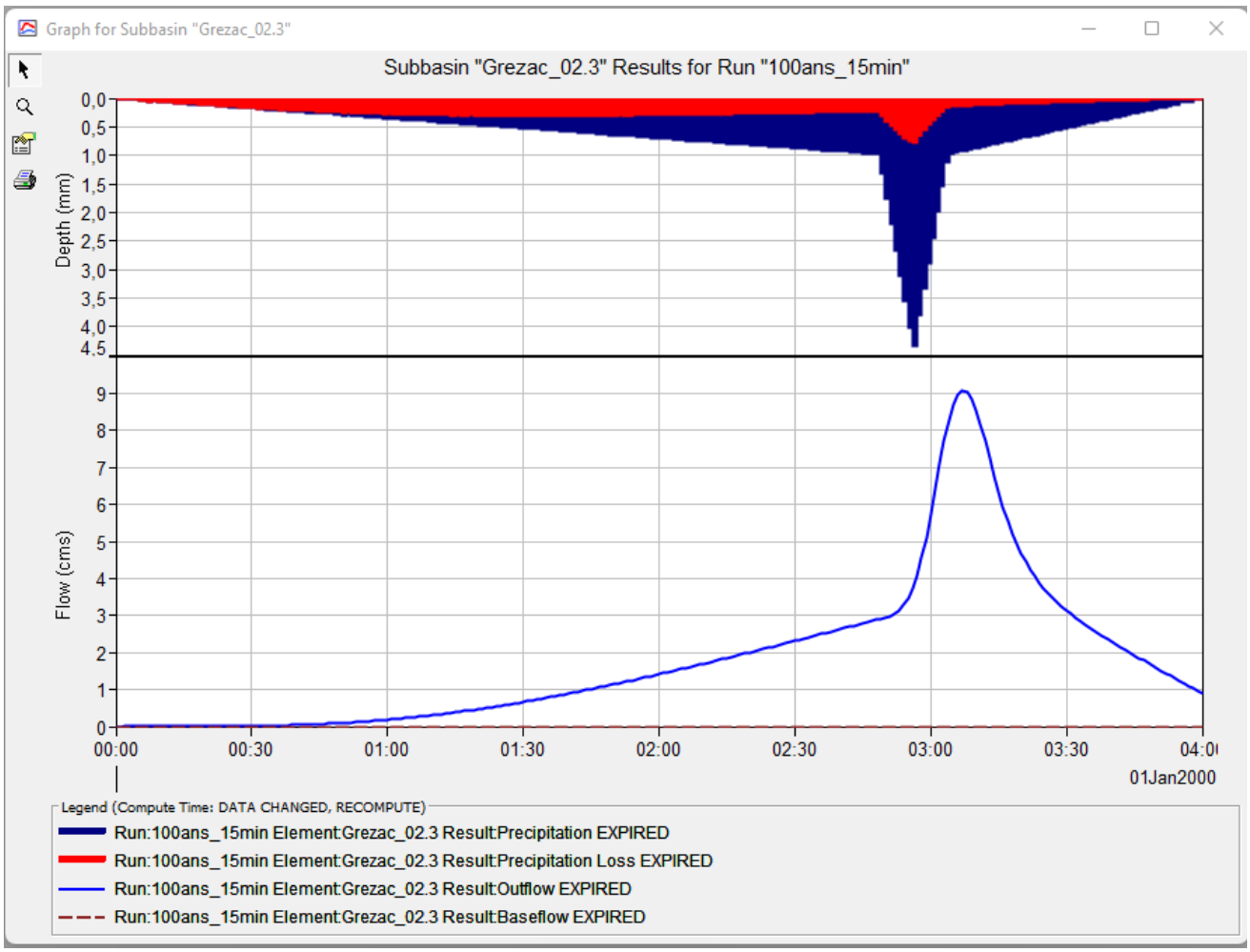


Figure 18 : Exemple d'un hydrogramme de crue calculé T=100 ans et durée intense = 15min

Bassin Versant	Superficie (ha)	Période de retour	10 ans			100 ans			12/05/2015
		Durée intense	15 min	30 min	60 min	15 min	30 min	60 min	
Centre	21.02		4.2	4.5	4.1	7.2	7.4	7.1	8.7
Conquettes 1.1	20.07		4.6	4.4	3.5	8.2	7.6	6.8	8.5
Conquettes 1.2	7.22		1.8	1.5	1.2	3.3	2.8	2.4	3.2
Fontbonne	42.78		5.6	5.5	4.5	12.2	11.5	10.4	15.2
Grezac_01	25.25		4.2	4	3.2	8.6	7.9	6.9	9.7
Grezac_02.1	90.13		8.1	8.6	7.7	19	19.2	18.2	28.1
Grezac_02.2	22.9		2.9	2.7	2.1	6.6	5.9	5.1	7.9
Grezac_02.3	26.51		4.6	4.6	3.9	9.1	8.7	7.9	10.5
Grezac_03.1	15.04		3.3	2.9	2.2	6.3	5.4	4.6	6.4
Grezac_03.2	39.66		6.4	6.8	6	12.3	12.5	11.9	15.5
Payssals	26.77		4.1	3.9	3.1	8.7	7.9	6.9	10
Solitude 1.1	34.86		4.2	3.9	3.1	9.4	8.6	7.5	11.6
Solitude 1.2	26.76		3.6	3.4	2.7	7.9	7.1	6.3	9.4

Tableau 6 : Débits de pointe générés par les bassins versants

Au vu des valeurs de débits obtenues, et au regard du temps de concentration des bassins versants, la pluie de Desbordes de durée intense 15 minutes est celle qui génère les débits de pointe les plus forts sur la majorité des bassins versants.
Les débits de pointe présentés ci-dessus n'ont pas fait l'objet de calage en l'absence de données de débits sur les événements passés ou de PHE permettant d'estimer ces débits. Au cours de la phase 3, le diagnostic des ouvrages pourra d'apporter des éléments pour évaluer la validité de ces débits.

2.2.4 Impacts de l'urbanisation sur les débits de pointe

L'impact de l'évolution de l'imperméabilisation des espaces urbanisés, tout autant que celui de la végétation en place , et celle des pratiques culturales, **est très rarement pris en compte, dans la genèse du ruissellement et donc les débits de pointe à l'exutoire**.

Dans les rares études, ou il est pris en compte, il l'est souvent à partir de données grossières, dont l'échelle ou la description sémantique ne permet pas de rendre compte de l'évolution de la contribution au ruissellement, tout autant que de l'infiltration.

Un important travail de configuration et calage de nos méthodes respectives entre Alisé Géomatique, ayant initié ces modèles d'occupation du sol, fin, infra parcellaire, et proposé cette métholologie, dans le cadre de cette étude, et CCEC, ayant ses propres méthodes et ses propres méthodes.

L'impact de l'évolution de l'occupation du sol entre 1956 et 2018 sur les débits de crue est synthétisé dans la table suivante pour la pluie de projet retenue de durée critique intense de 15 minutes.

Bassin versant	Surface (ha)	Impact du changement d'occupation des sols sur les débits de crue (1956-2018)					
		10 ans - 15 min		100 ans - 15 min		12-09-2015	
		(m3/s)	(%)	(m3/s)	(%)	(m3/s)	(%)
Centre	21.02	+0.2	+5%	+0.1	+1%	+0.3	+4%
Conquettes 1.1	20.07	+1.1	+31%	+1.2	+17%	+0.9	+12%
Conquettes 1.2	7.22	+0.5	+38%	+0.6	+22%	+0.4	+14%
Fontbonne	42.78	+1.0	+22%	+1.6	+15%	+1.6	+12%
Grezac_01	25.25	+0.8	+24%	+1.1	+15%	+1.1	+13%
Grezac_02.1	90.13	-0.2	-2%	-0.4	-2%	+0.3	+1%
Grezac_02.2	22.9	+0.2	+7%	+0.4	+6%	+0.7	+10%
Grezac_02.3	26.51	+1.3	+39%	+1.8	+25%	+1.4	+15%
Grezac_03.1	15.04	+1.0	+43%	+1.3	+26%	+1.1	+21%
Grezac_03.2	39.66	+1.5	+31%	+1.9	+18%	+1.7	+12%
Payssals	26.77	+0.8	+24%	+1.2	+16%	+1.3	+15%
Solitude 1.1	34.86	-0.1	-2%	-0.2	-2%	+0.2	+2%
Solitude 1.2	26.76	+0.4	+13%	+0.7	+10%	+0.8	+9%

Impact de l'évolution de l'occupation sur les débits de crue entre 1956 et 2018

L'impact des changements d'occupation des sols entre 1956 et 2018 est à l'origine d'une augmentation des **débits de 10 à 25 % sur la majorité des bassins versant** à l'exception de ceux déjà fortement urbanisés en 1956 ou des bassins versants amont restés naturels.

Les bassins versants les plus impactés sont les bassins versants **Grézac_2.3, Grezac_03.1 et Conquettes 1.2 pour lesquels l'augmentation est supérieure à 20%**

L'impact du changement d'occupation des sols sur la crue centennale de durée intense 15min est synthétisé sur la figure suivante.

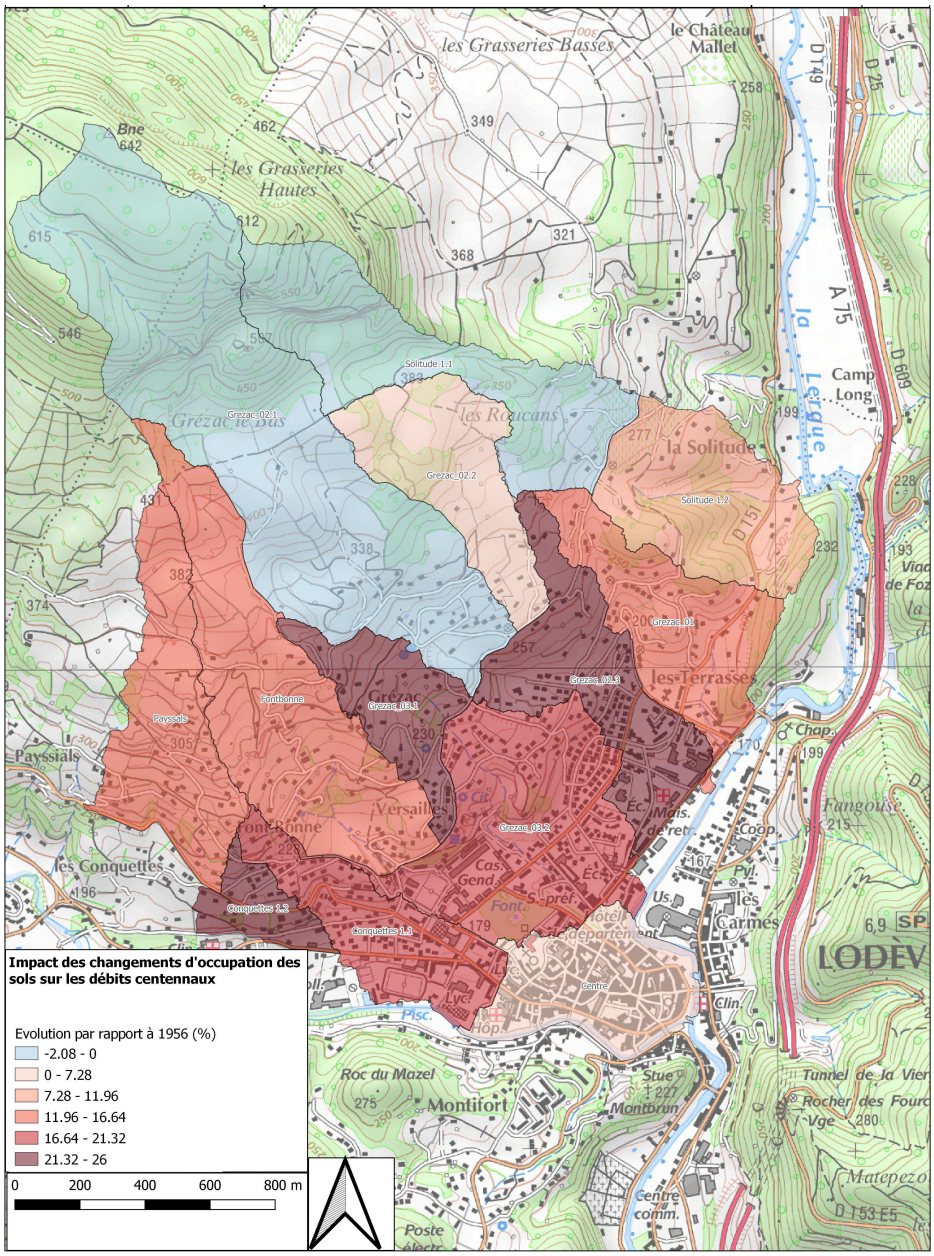


Figure 19 : Impact du changement d'occupation des sols (1956-2018) sur les débits centennaux (15-min)

Remarque importante :

A noter que ce tableau ne retient que **l'hypothèse finale de calcul des Curve Number**, la plus pénalisante sur l'augmentation des débits lié à cette imperméabilisation / artificialisation des bassins versants.

Une démarche de R&D menée par Alisé a montré, l'incidence considérable de la finesse de la donnée Occupation du sol dans de tels calculs.

Une variation de plus de 15 % pour certains BV de ce Curve Number moyen, a été observée dans le passage d'un Modèle, d'Occupation du sol , pourtant déjà « Grande échelle » (validité de 1/3000) , à un modèle décrivant les niveaux d'artificialisation à l'infra parcellaire, précis et fiable (Bien plus précis sur certaines composantes que la donnée OCS GE IGN, inadaptée sur un tel sujet compte tenu du modele d'envelope bâti) .

En d'autres termes **ces données d'occupation du sol, sont souvent un facteur de sous estimation du ruissellement potentiel en contexte réel, prenant en compte l'évolution réelle des niveaux d'artificialisation / imperméabilisation du Bassin Versant**

3 PHASE 3 : CARTOGRAPHIE DES RISQUES

L'approche par bassin versant naturel permettra notamment de bien anticiper le niveau de risque dans le secteur de l'Hôpital dont le bassin versant est drainé par des réseaux pluviaux mais dont l'axe du talweg naturel et entièrement dépourvu d'axe d'écoulement préférentiel.

3.1 CALCUL DES DÉBITS AUX PRINCIPAUX NŒUDS HYDROGRAPHIQUES (OU POINTS NOIRS)

3.1.1 Objectifs généraux

La bonne compréhension du fonctionnement hydraulique général et de répartition des débits est une phase essentielle pour :

- Recaler les paramètres de production du modèle topographique
- Apporter des éléments pour la validation de la pertinence des niveaux de risque proposés par la méthode topographique
  - Appréhender la répartition des débits sur le bassin versant
  - Identifier les voiries ou talweg drainant d'importants débits
  - Disposer d'une délimitation plus détaillée des zones inondables sur un secteur ciblé (solitude), pour appuyer le « calage » du modèle topographique.
- Assurer la proposition de solution techniques pertinentes de réduction du risque dans les phases ultérieures

3.1.2 Diagnostic hydraulique des ouvrages

3.1.2.1 Méthodologie

Le diagnostic hydraulique repose sur les phases d'étude suivantes :

- Un calcul des débits des sous-bassins versants au droit des principaux nœuds
- Un diagnostic hydraulique individuel des différents ouvrages jouant un rôle clé dans le fonctionnement hydraulique et le transfert de débits entre bassins versants et en particulier <u>les ouvrages de franchissement et les voiries.</u>
- Une analyse simplifiée de la répartition des débits en se basant sur l'analyse des deux éléments précédents (débit / capacité)

Le diagnostic a été réalisé pour l'événement pluvieux du 12/09/2015 qui constitue l'événement de référence sur la grande majorité des bassins versants.

Le diagnostic hydraulique individuel des ouvrages a été réalisé sous le logiciel libre de modélisation de ponceau HY8. Ce logiciel a été développé par l'US Highway Federal Administration pour automatiser le dimensionnement de ponceaux. Il permet de modéliser des ouvrages de différentes formes (circulaire, rectangulaire, voute, personnalisée) et permet de définir la capacité des ouvrages, la ligne d'eau sur la voirie ainsi que les débits y transitant.

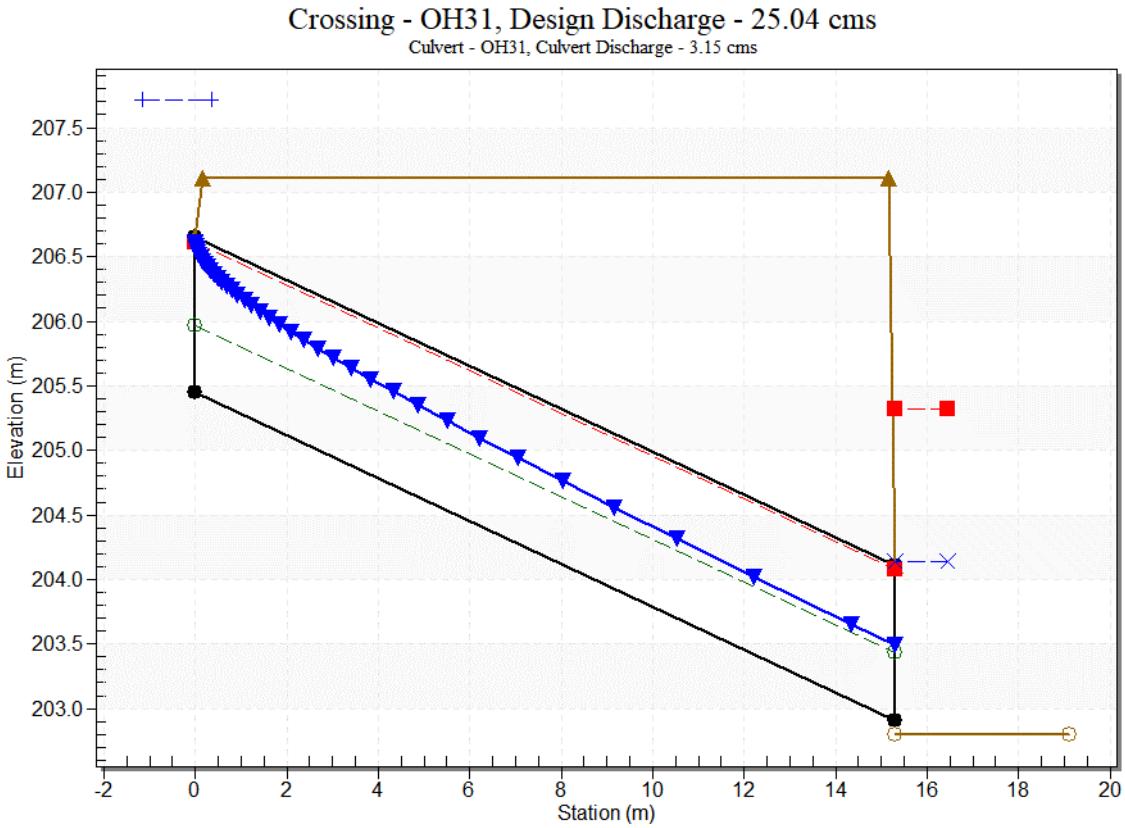


Figure 1 : Exemple de profil en long de ligne d'eau sous HY8 (OH31)

Sur la base de la ligne d'eau obtenue au droit des différents ouvrages pour une crue type 2015 et de, une loi de répartition des débits a été fixée et en particulier :

- Les débits rejoignant le talweg aval par l'intermédiaire de l'ouvrage ou par surverse au-dessus de la voirie
- Les débits empruntant la voirie croisée et s'écoulant vers les ouvrages suivants. Ces débits ont été déterminés selon la capacité des voiries établie selon la formule de Manning Strickler.

Un modèle simplifié a ensuite été réalisé sous forme de synoptique du fonctionnement hydraulique et analysant la répartition des débits par ensemble cohérent :

- Le bassin versant de Solitude et l'amont du bassin versant Grézac_01 recevant ses débits
- Le bassin versant Grézac_01 au droit du vieux chemin de Poujols
- Les bassins versants Grézac_02, Grézac_03 et Fontbonne interagissant fortement
- Le bassin versant Conquêtes.

Loi de transfert ***Correspond au pourcentage du débit débordé transféré vers le BV suivant en plus de la capacité de voirie***

Calcul sur la base de la capacité de voirie
Calcul sur la base de la loi de transfert

	Voirie OH2-3 -> EX02	
Q BV	1.85	m3/s
L	7	m
h cunette	0.155	m
h total	0.165	m
Section	0.6125	m²
Pente	2.5%	
Q transfert	3.89	m3/s

2.04 m3/s

	OH2-3	
Q BV	1.1	m3/s
Q amont	3.47	m3/s
K OH	0.87	m3/s
K engouffr	0.671	m3/s
Q débordé	2.80	m3/s
Loi transfert	73%	
Q aval	1.43	m3/s

2.37 m3/s

	Voirie OH1 -> OH2-3	
Q BV	0	m3/s
L	5	m
h cunette	0.05	m
h total	0.16	m
Section	0.675	m²
Pente	6.3%	
Q transfert	2.37	m3/s

2.37 m3/s

	OH1	
Q BV	9.6	m3/s
Q amont	9.6	m3/s
K OH	1.4	m3/s
K engouffr	0.32	m3/s
Q débordé	9.28	m3/s
Loi transfert	26%	
Q aval	7.23	m3/s

3.89 m3/s

1.43 m3/s

7.23 m3/s

	EX02	
Q BV	2.9	m3/s
Q total	6.79	m3/s

Ratio_transfert
2.34

	OH81	
Q BV	4.4	m3/s
Q amont	13.06	m3/s
K OH	1.5	m3/s
K engouffr		m3/s
Q débordé	11.56	m3/s
Loi transfert	0%	
Q aval	13.06	m3/s

13.06 m3/s

	EX01	
Q BV	5.5	m3/s
Q total	18.56	m3/s

Figure 2 : Vue du modèle simplifié sur le bassin versant de Solitude / Grézac_01

Ce diagnostic s'est intéressé aux ouvrages en amont des têtes de réseaux d'eau pluviales.

3.1.2.2 Hydrologie

Les bassins versants ont été redécoupés au droit des nœuds hydrauliques d'intérêt que constituent les ouvrages dont l'insuffisance peut être à l'origine de transferts de débits. Le CN de chacun des sous-bassins versants a été réévalué selon le modèle d'occupation du sol de 2018.

Le calcul des débits repose sur la méthodologie détaillée au paragraphe précédent.

Pour rappel les pluies de projet retenues sont des pluies de Desbordes de durée intense 15 minutes. Les débits calculés pour la bassins versants naturels (sans transferts de débits) sont synthétisés dans la table suivante :

			Débits de crue (m3/s) des BV naturels			
NOM	Surface BV (ha)	CN du BV	10 ans	30ans	100 ans	12/09/2015
OH1	28.57	58	3.5	5.4	7.9	9.6
OH2-3	2.61	58	0.5	0.8	1	1.10
OH11	83.43	76	8	12.3	18.3	26.1
OH12	80.68	58	7.3	11.4	17.1	24.9
OH14	7.27	69	1.5	2.2	3	3
OH16	2.71	76	0.6	0.9	1.2	1.2
OH18	4.25	83	1.2	1.7	2.1	2
OH19	0.5	79	0.1	0.2	0.2	0.2
OH20	**39.35**	68	4	6.52	9.4	12.3
OH21	42.78	79	4.6	7.42	10.6	13.6
OH22	12.1	65	1.8	2.8	4	4.4
OH25	7.5	71	1.6	2.3	3.2	3.2
OH31	125.94	60	10.4	16.4	24.6	38.3
OH33	30.3	61	4.1	6.3	9	10.6
OH34	30.3	61	4.1	6.3	9	10.6
OH48	2.22	70	0.4	0.7	0.9	0.9
OH49-50	**5.38**	67	1	1.6	2.1	2.2
OH53	10.3	80	2.3	3.1	4	4.3
OH57	13.26	82	3.1	4.3	5.5	5.7
OH59	4.17	77	1	1.4	1.9	1.9
OH60	1.12	82	0.3	0.4	0.6	0.5
OH61	4.74	83	1.3	1.7	2.2	2.1
OH63	0.69	78	0.2	0.2	0.3	0.3
OH70	3.95	56	0.6	0.9	1.2	1.4
OH72	1.03	70	0.2	0.3	0.4	0.4
OH75	5.38	67	1	1.6	2.1	2.2
OH78	6.17	75	1.5	2.1	2.8	2.8
OH79	16.56	62	2.4	3.7	5.2	6
OH80	7.2	76	1.7	2.5	3.3	3.2
OH81	46.93	58	5.6	8.7	12.6	15.7

Tableau 1 : Débits de pointe naturels au droit des ouvrages

3.1.2.3 Résultats du diagnostic hydraulique

Le diagnostic hydraulique (modélisation hydraulique sous HY8) a permis de définir la période de retour de débordement des différents ouvrages pour les bassins versants naturels.

Pour l'évaluation de la période de retour d'insuffisance, les débits biennaux et quinquennaux ont été évalués sur la base des ratio de l'ITT77 (Q2 = 0.6 Q10 et Q5 = 0.8 Q10).

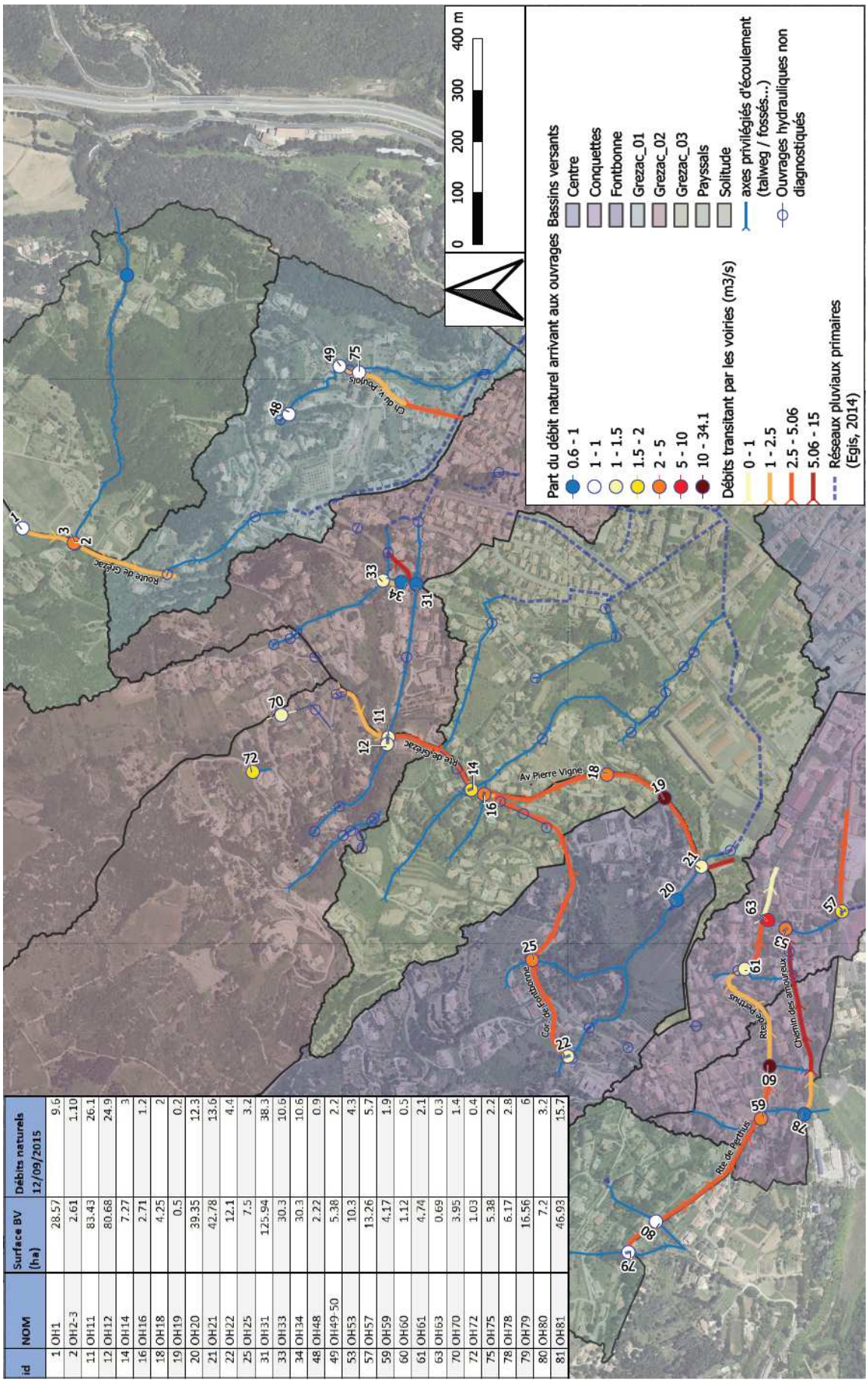
Pour l'ensemble des ouvrages diagnostiqués, les débits amont des bassins versants modifiés (avec prise en compte des transferts de débits) ont été évalués sur la base du modèle simplifié pour l'occurrence de 10 ans et pour la pluie du 12/09/2015. La part du débit par rapport au bassin versant naturel est présenté sur la table à la page suivante.

Ce modèle a aussi permis d'évaluer les débits transitant sur voirie pour l'événement de référence.

Les différents résultats sont présentés aux pages suivantes et sur les planches graphiques 5 à 7.

Tableau 2 : Synthèse du diagnostic hydraulique au droit des ouvrages

NOM	Surface BV (ha)	CN du BV	Capacité OH (m3/s)	Capacité engouffrement (m3/s)	Période de retour d'insuffisance	Débits de crue (m3/s) des BV modifiés			
						T=10 ans		12/09/2015	
						Débits (m3/s)	ratio modifié / naturel	Débits (m3/s)	ratio modifié / naturel
OH1	28.57	58	1.26	0.32	2 ans	3.50	1.00	9.60	1.00
OH2-3	2.61	58	0.87	0.67	30 ans	0.89	1.78	3.47	3.15
OH11	83.43	76	8.05		30 ans	8.80	1.10	27.54	1.06
OH12	80.68	58	1.50		2 ans	7.85	1.08	26.09	1.05
OH14	7.27	69	10.22		>100 ans	1.58	1.05	6.00	2.00
OH16	2.71	76	0.68		30 ans	0.68	1.13	2.70	2.25
OH18	4.25	83		0.22	2 ans	2.34	1.95	7.05	3.53
OH19	0.5	79		0.22	>100 ans	2.12	21.20	6.83	34.15
OH20	**39.35**	68	2.17		2 ans	5.76	1.44	11.45	0.93
OH21	42.78	79	0.86		2 ans	7.16	1.56	15.49	1.14
OH22	12.1	65	1.00		2 ans	2.60	1.44	6.48	1.47
OH25	7.5	71	0.22		2 ans	2.69	1.68	6.90	2.16
OH31	125.94	60	2.40		2 ans	9.99	0.96	25.04	0.65
OH33	30.3	61	0.31		2 ans	4.60	1.12	12.08	1.14
OH34	30.3	61	0.68		2 ans	3.76	0.92	9.75	0.92
OH48	2.22	70	5.00		>100 ans	0.40	1.00	0.90	1.00
OH49-50	**5.38**	67	0.39		2 ans	1.00	1.00	2.20	1.00
OH53	10.3	80	0.53		2 ans	4.13	1.80	8.63	2.01
OH57	13.26	82	4.90		100 ans	4.93	1.59	10.03	1.76
OH59	4.17	77	0.64		5 ans	1.32	1.32	5.28	2.78
OH60	1.12	82	1.47		>100 ans	0.98	3.27	5.14	10.28
OH61	4.74	83	0.53		2 ans	1.30	1.00	3.14	1.50
OH63	0.69	78	2.00		>100 ans	0.97	4.85	2.91	9.70
OH70	3.95	56	0.25		2 ans	0.75	1.25	1.73	1.24
OH72	1.03	70	0.28		30 ans	0.45	2.25	0.7	1.63
OH75	5.38	67	0.84		10 ans	1.40	1.40	3.1	1.41
OH78	6.17	75	Obstrué		2 ans	1.14	0.76	1.54	0.55
OH79	16.56	62	2.00		10 ans	2.40	1.00	6.00	1.00
OH80	7.2	76	1.60		10 ans	1.70	1.00	3.20	1.00
OH81	46.93	58	1.50		2 ans	5.48	0.98	13.06	0.83



id	NOM	Surface BV (ha)	Débits naturels 12/09/2015
1	OH1	28.57	9.6
2	OH2-3	2.61	1.10
11	OH11	83.43	26.1
12	OH12	80.68	24.9
14	OH14	7.27	3
16	OH16	2.71	1.2
18	OH18	4.25	2
19	OH19	0.5	0.2
20	OH20	39.35	12.3
21	OH21	42.78	13.6
22	OH22	12.1	4.4
25	OH25	7.5	3.2
31	OH31	125.94	38.3
33	OH33	30.3	10.6
34	OH34	30.3	10.6
48	OH48	2.22	0.9
49	OH49-50	5.38	2.2
53	OH53	10.3	4.3
57	OH57	13.26	5.7
59	OH59	4.17	1.9
60	OH60	1.12	0.5
61	OH61	4.74	2.1
63	OH63	0.69	0.3
70	OH70	3.95	1.4
72	OH72	1.03	0.4
75	OH75	5.38	2.2
78	OH78	6.17	2.8
79	OH79	16.56	6
80	OH80	7.2	3.2
81	OH81	46.93	15.7

Figure 3 : Fonctionnement hydraulique modifié au niveau des ouvrages pour un événement de type 12/09/2015

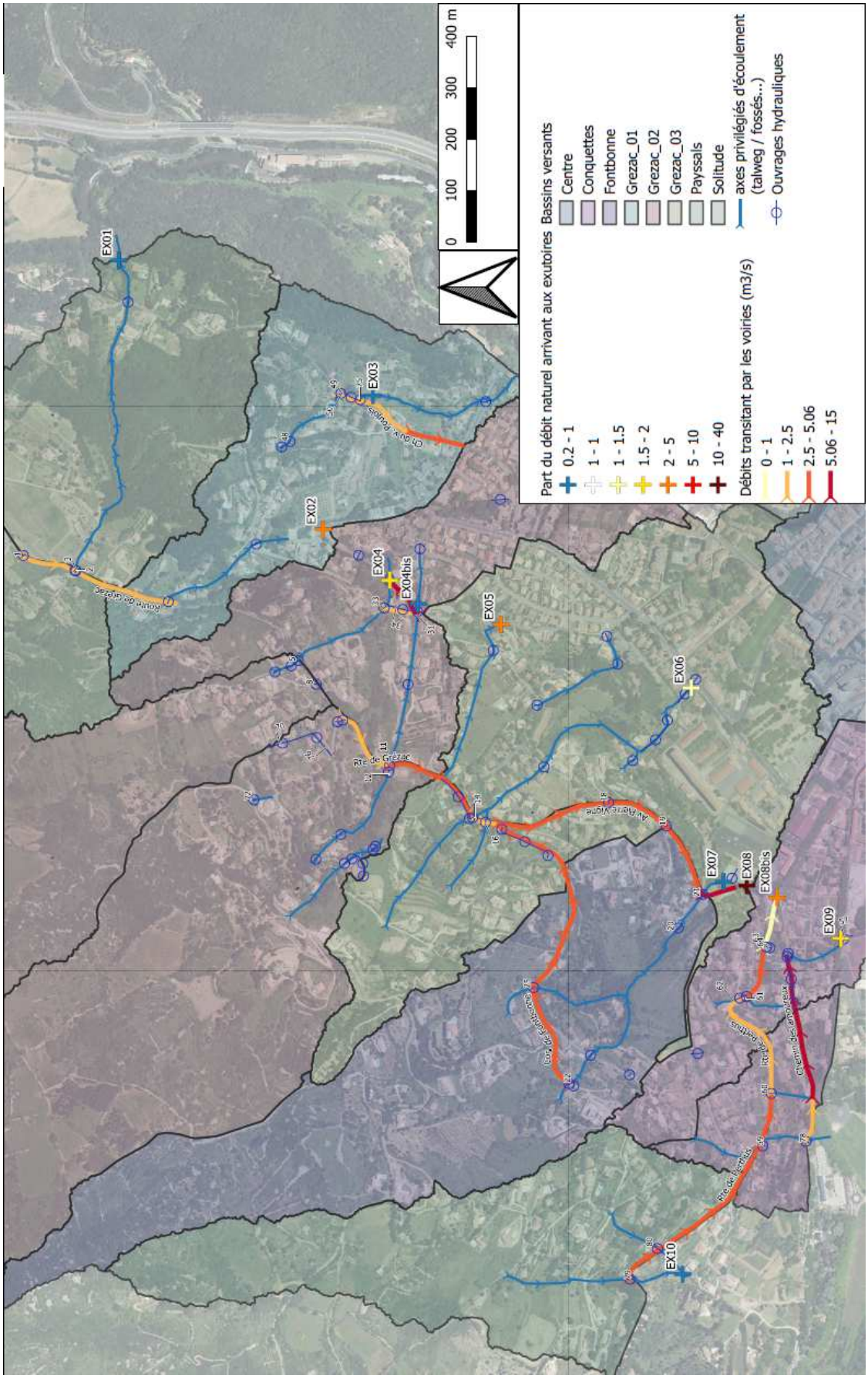


Figure 4 : Fonctionnement hydraulique modifié au niveau des exutoires pour un événement de type 12/09/2015

Exutoire	Surface BV (ha)	Description
EX01	63.3	Bassin versant de Solitude à la confluence avec la Lergue
EX02	7.2	Bassin versant Grézac_01 au niveau de l'Allée de la Source
EX03	5.4	Bassin versant Grézac_01 en aval du vieux chemin de Poujols (OH75)
EX04	30.3	Bassin versant Grézac_02 au niveau de l'avenue de l'Escandorgue amont
EX04bis	125.9	Bassin versant Grézac_02 en aval de l'OH31 (intersection av. de l'Escandorgue / rue du 08 Mai)
EX05	1.5	Bassin versant du chemin des Roucans (BV grézac_03)
EX06	23.2	Bassin versant Grézac_03 au niveau de l'avenue de Prémerlet / avenue des Tilleuls
EX07	42.8	Tête de réseau en amont de la caserne des pompiers
EX08	1.0	Avenue Pierre Vigne / Route de Grézac au niveau du chemin de Fontbonne
EX08bis	0.5	Intersection Route de Perthus / chemin des amoureux
EX09	13.3	Bassin versant Conquettes_1.1 au droit de l'Avenue Joseph Vallot
EX10	23.8	Exutoire du bassin versant Payssals

		Débits de crue (m3/s) des BV naturels				Débits de crue (m3/s) des BV modifiés			
						T=10 ans		12/09/2015	
BV	Surface BV (ha)	10 ans	30ans	100 ans	12/09/2015	10 ans	*ratio modifié / naturel Q10*	12/09/2015	*ratio modifié / naturel 2015*
EX01	63.3	8.1	12.6	18.0	21.8	7.8	*0.96*	18.6	*0.85*
EX02	7.2	1.3	2.0	2.8	2.9	2.0	*1.55*	6.8	*2.34*
EX03	5.4	1.0	1.6	2.1	2.2	0.8	*0.84*	0.8	*0.38*
EX04	30.3	4.1	6.3	9.0	10.6	5.8	*1.42*	18.1	*1.71*
EX04bis	125.9	10.4	16.4	24.6	38.3	8.8	*0.84*	19.0	*0.50*
EX05	1.5	0.4	0.5	0.7	0.7	0.4	*1.03*	1.5	*2.13*
EX06	23.2	5.2	7.6	10.0	10.0	4.7	*0.91*	12.5	*1.25*
EX07	42.8	4.6	7.4	10.6	13.6	2.2	*0.47*	3.0	*0.22*
EX08	1.0	0.3	0.4	0.5	0.4	6.2	*20.63*	15.2	*38.03*
EX08bis	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	*1.00*	0.7	*3.25*
EX09	13.3	3.1	4.3	5.5	5.7	4.4	*1.43*	10.0	*1.76*
EX10	23.8	4.1	6.2	8.5	9.2	3.8	*0.92*	5.8	*0.63*

Tableau 3 : Synthèse du diagnostic hydraulique au niveau des exutoires

Les principaux éléments mis en évidence par le diagnostic hydraulique sont les décrits ci-après :

- **Bassin versant Solitude** : L'insuffisance des ouvrages 1 à 3 conduit au transit de débits de l'ordre de 2 m³/s sur la route de Grézac et rejoignant le bassin versant adjacent Grézac_01 jusqu'à l'exutoire EX02

- **Bassin versant Grézac_01 – Vieux chemin de Poujols** : L'insuffisance des ouvrages 49-50 et 75 conduit à des débordements sur la voirie de l'ordre de 1.4 m³/s qui ne rejoignent plus le talweg naturel jusqu'à l'avenue de l'Escandorgue.

- **Bassin versant Grézac_02 :**

- Au niveau de l'OH70 les débits non captés par les caniveaux à grilles, de l'ordre de 1.5 m³/s transitent du bassin versant Grézac_2.1 à Grézac_2.2.
- Au niveau de la route de Grézac les débits captés par la voirie augmentés des débits débordés des ouvrages 11 et 12 conduisent au ruissellement sur voirie de débits de l'ordre de 5 m³/s vers le bassin versant Grézac_03
- Au niveau de la rue du 08 Mai, les débordements des ouvrages 31, 33 et 34 conduisent à un ruissellement sur voirie de 2.3 m³/s sur la rue du 08 Mai et 9.3 m³/s sur l'amont de la rue de l'Escandorgue.
- Le fonctionnement détaillé conduit à « déficit » de débit de l'ordre de 13 m³/s au niveau de l'Exutoire EX04bis et un excès de débit de 8 m³/s au niveau de de l'exutoire EX04.

- **Bassins versants Grézac_03 et Fontbonne :**

- La corniche de Fontbonne capte les débits débordés des ouvrages 22 et 25 conduisant au transit de débits de 2.8 m³/s en direction de la route de Grézac

- Le chemin de la Calade capte une partie des débits ruisselant sur la route de Grézac (environ 1 m³/s)

- La route de Grézac canalise les débordements provenant de l'amont, puis des débordements des ouvrages 14, 16 et des bassins versants propres à la voirie. Ces débits sont de l'ordre de 5 m³/s sur la majorité du linéaire et augmentent au niveau de l'ouvrage 21 du fait de son insuffisance (de capacité et de capacité d'engouffrement) pour atteindre 12.5 m³/s en aval de ce dernier.

- Les débordements de l'OH 20 de 2.5 m³/s rejoignent l'avenue Pierre Vigne

- **Bassins versants Payssals et Conquêtes :**

- Les insuffisances des ouvrages le long de la route de Perthus conduisent à des écoulements sur voirie :

- De 3 à 5 m³/s entre les ouvrages 79 et 60. Ce dernier présente une capacité importante et l'absence d'obstacles aux écoulements le long de la route en aval permet l'écoulement de la majorité de ces débits débordés en direction du chemin des amoureux (1m³/s restant en aval de l'ouvrage)

- De 2.6 m³/s en aval des ouvrages 61 et 62 du fait d'apports intermédiaires. Au niveau des ouvrages 63 et 64, la majorité des débits écoulés sur voirie sont repris par ces ouvrages ou surversent en direction du chemin des amoureux.

- De 0.5 m³/s en aval des ouvrages 63 et 64

- Le Chemin des amoureux capte les débits des ouvrage de franchissement de la route de Perthus et les écoulements diffus. Le mur localisé au Sud canalise les débits captés de 5.6 m³/s vers l'ouvrage 53 puis 57

- Les débordements de l'ouvrage 57 atteignant 4m³/s rejoignent l'avenue Joseph Valot

Lors de la crue du 12/09/2015, d'importants débits ont été canalisés sur l'avenue Joseph Vallot et sur le Boulevard Pasteur. Ces débits ont été estimés sur la base d'analyse de photos dans le cadre d'une étude hydraulique menée par Grontmij en 2015 et en vue de dimensionner les ouvrages cadres réalisés à l'Hôpital et au stade.

Au vu des données disponibles, il est possible de confronter ces débits avec ceux calculés dans le cadre de la présente étude en deux points :

- Au droit de l'Avenue Joseph Vallot, les débits ont été estimé à **8 à 15 m³/s**. Le présent diagnostic fait apparaitre un débit de **10 m³/s** en amont de l'OH57 (cadre pluvial), sachant que cet ouvrage a été intégralement obstrué lors de la crue de 2015. Le débit débordé de 4 m³/s correspond à la situation après travaux sur ce cadre.

- Au niveau du Boulevard Pasteur les débits ont été estimés **à 20-30m³/s** quand le présent diagnostic fait ressortir des débits de **25.60 m³/s** (15.60m³/s de la route de Grézac et route de Perthus et 10 m³/s depuis le Boulevard Joseph Vallot).

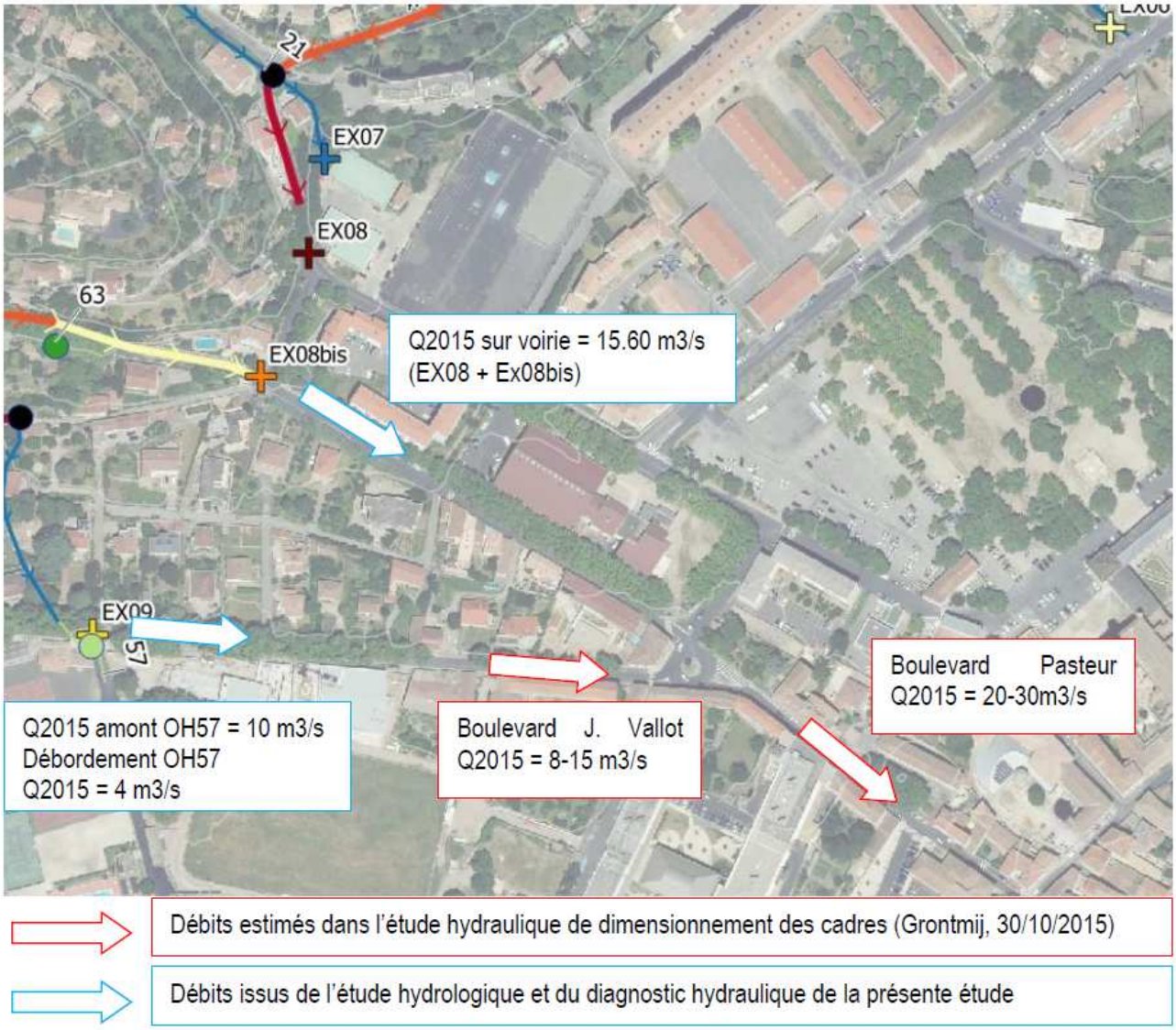


Figure 5 : Comparaison des débits calculés avec les débits de estimés dans l'expertise post crue (Grontmij, 2015)

3.1.2.4 Synthèse des points noirs identifiés

Les principaux points noirs identifiés sont localisés sur la figure suivante :

- 1. : Insuffisance de l'OH1 à l'origine d'écoulements sur voirie et en conséquence d'insuffisance des ouvrages suivants (OH2-3)
- 2. : Insuffisance OH49 et 75 occasionnant des débordements sur le vieux chemin de Poujols
- 3. : Forte insuffisance des OH 31, 33 et 34 à l'origine d'écoulements sur voirie et de ruissellement diffus vers les parcelles d'habitation.
- 4. : Insuffisance des OH11 et 12 et des capacités d'engouffrement occasionnant des écoulements sur la route de Grézac
- 5. : Insuffisance des OH 22 et 25 contribuant à des écoulements sur voire sur la Corniche de Fontbonne
- 6. : Débits canalisés sur la route de Grézac avec faible capacité d'évacuation vers l'aval
- 7. : Canalisation des écoulements sur la rouet de Perthus avec faible transparence et ouvrages de franchissement insuffisants
- 8. : déviation des apports amonts par le chemin des amoureux vers les OH53 et 57, notamment du fait de l'obstruction de l'OH78

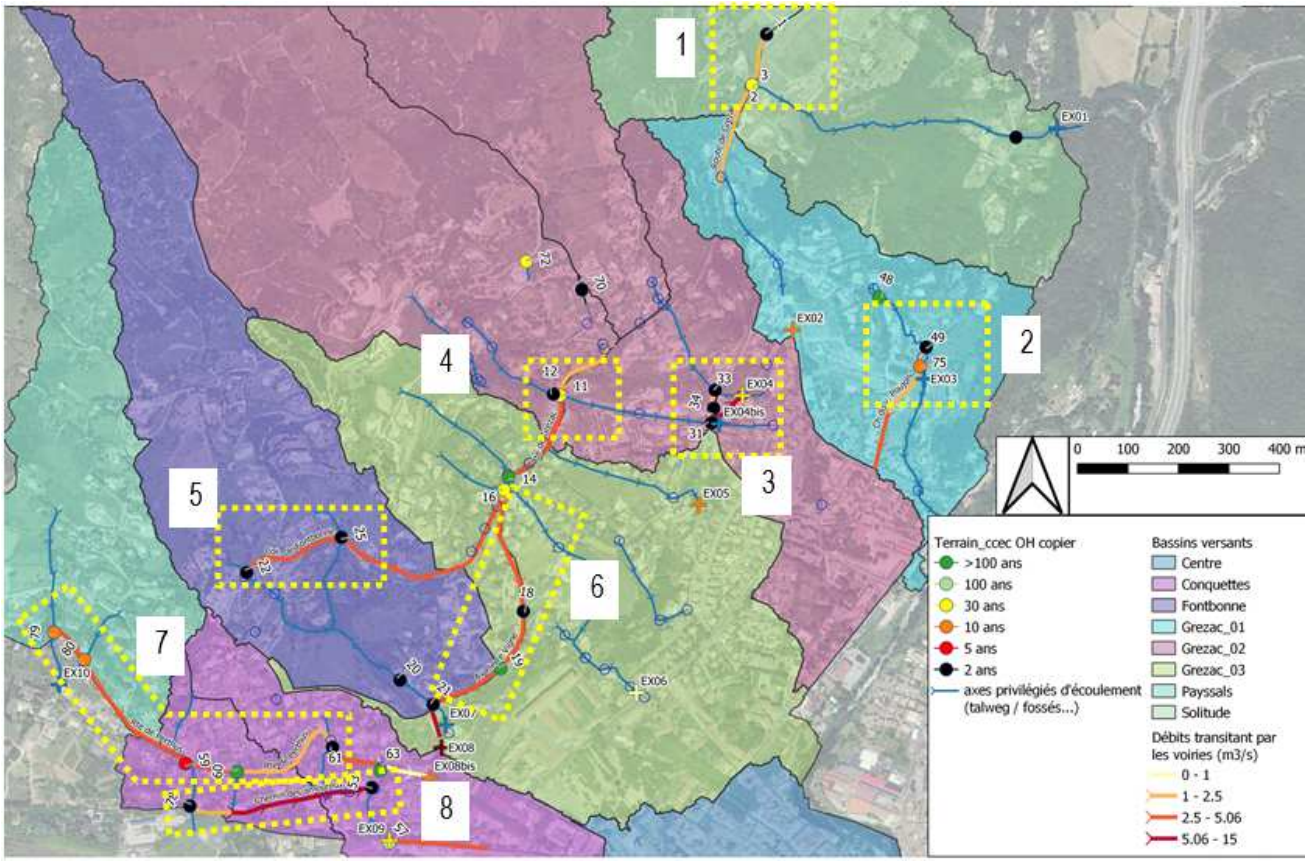


Figure 6 : *Localisation des points noirs*

Au-delà des points noirs identifiés dans ce diagnostic il est utile de rappeler qu'une insuffisance des réseaux pluviaux avait été identifiée dans le cadre du schéma directeur d'assainissement pluvial

3.1.2.5 Exploitation des résultats du diagnostic pour la cartographie de l'aléa

Les résultats du diagnostic hydraulique ont été fournis à ALISE GEOMATIQUE en vue d'affiner la représentativité du modèle topographique et notamment en intégrant les éléments suivants :

- Les transparences dans le MNT au droit d'ouvrages de capacité importante
- Les murs et ouvrages faisant obstruction aux écoulements
- Les transferts de débits d'un bassin versant à l'autre en augmentant la production des bassins versant recevant les débits débordés.

A noter :

- la méthode de cartographie retenue des Zones inondables potentielles, ne se prête que difficilement à la prise en compte détaillée des transferts de débits entre bassin versant.
- Les murs et ouvrages ont du être surelevés par rapport à la réalité, pour imprimer les variations d'écoulement compte tenu de la résolution du MNT de 1 metre, sur laquelle se base la modélisation ZIP.
-
-

3.1.3 Modélisation hydraulique 1D sur le bassin versant de Solitude

3.1.3.1 Modèle utilisé

Un modèle filaire monodimensionnel (1D) avec écoulement à surface libre en régime permanent a été utilisé pour la modélisation des écoulements en crue sur le bassin versant de Solitude au droit du vieux chemin de Poujols.

Compte tenu un profil globalement en V des zones topographiques dans lesquelles s'écoulent les cours d'eau étudiés (pas d'écoulement divergent) et compte tenu l'absence de grands casiers de stockage des débordements (les débordements s'écoulent sans zone d'eau morte de stockage), ce type de modèle hydraulique est approprié à rendre compte des conditions d'écoulement observées sur le terrain.

Le logiciel de modélisation utilisé pour simuler les écoulements en crue est HEC-RAS. Il est développé par l'US Army Corps of Engineers. Ce code de calcul permet la modélisation unidimensionnelle (1D) en régime permanent ou transitoire des écoulements graduellement variés. Il est basé sur la résolution des équations de Barré de Saint Venant. La topographie du terrain naturel est discrétisée sous forme de profils en travers et en tout nœud, le programme calcule les hauteurs d'eau et la vitesse moyenne d'écoulement.

Ce logiciel intègre les ouvrages particuliers tels que les digues, ouvrages de franchissement, déversoirs... Pour chacun d'eux, le modélisateur a le choix des paramètres et du type de formule de manière à optimiser la représentativité du modèle.

3.1.3.2 Topographie et paramètres de calcul

Les données topographiques utilisées pour la construction du modèle sont les suivantes :

- Les levés topographiques réalisés par CCE&C dans le cadre de la présente étude notamment pour l'ouvrage et le lit mineur.

- Le levé LIDAR réalisé par Instadrone dans le cadre de la présente étude en Février 2022

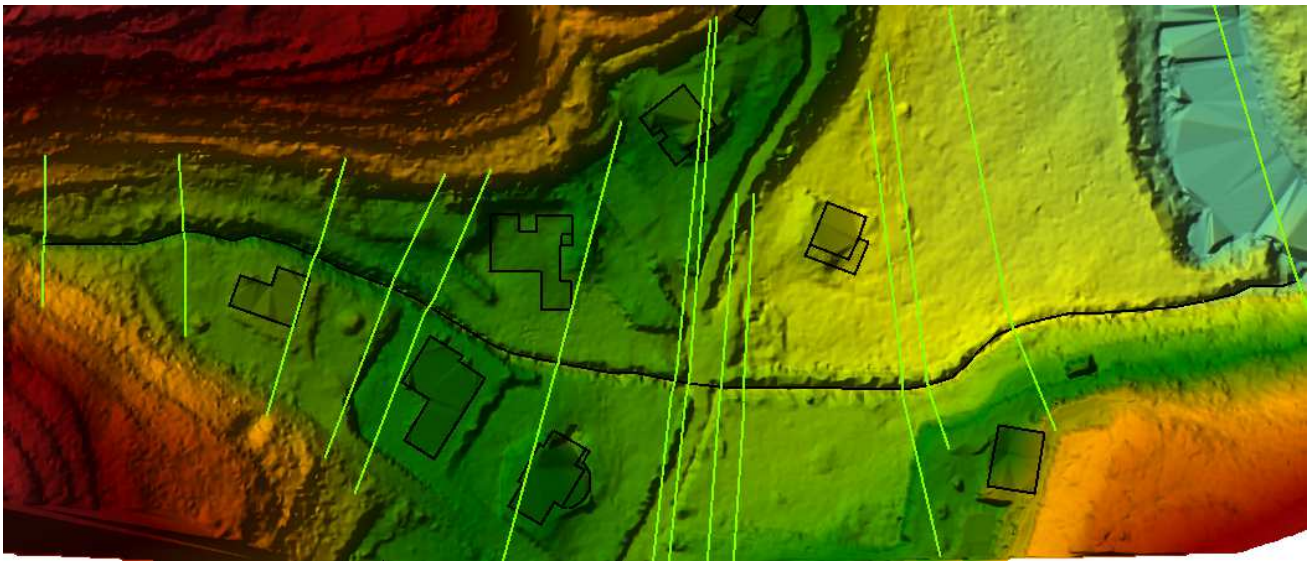


Figure 7 : *vue du MNT (LIDAR Instadrone, 2022)*

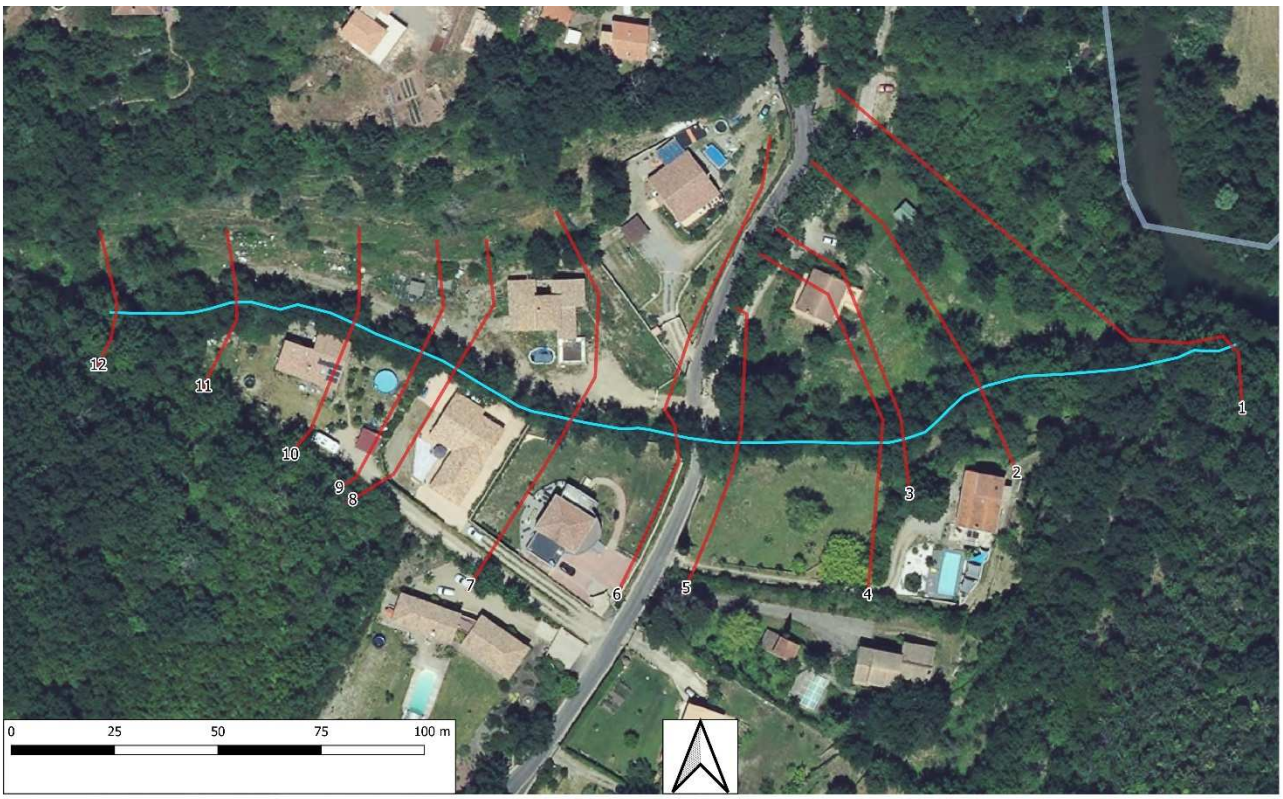


Figure 8 : *Localisation des profils en travers du modèle hydraulique*

Les coefficients de Manning-Strickler utilisés pour rendre compte des conditions de rugosité sur le fond sont globalement les suivants :

- Lit mineur : 0.0667
- Lit majeur : 0.04 à 0.1

La condition aval a été fixée à la côte normale avec une pente de 0.01.

3.1.3.3 Ouvrages modélisés

Les ouvrages suivants ont été intégrés au modèle et en vue de prendre en compte leur impact sur le fonctionnement hydraulique, ils sont illustrés ci-après :

- L'ouvrage de franchissement du vieux chemin de Poujols constitué d'un cadre 155 x 60 cm.
- Le mur longeant le vieux chemin de Poujols et faisant obstruction au écoulements
- En aval de l'ouvrage de franchissement le lit est perché (lit en toit) et les débordements rive gauche se font dans le lit majeur de la Lergue avec impossibilité de retour dans le lit. Ce fonctionnement a été modélisé par des déversoirs en rive gauche de lit mineur avec une perte de débits.

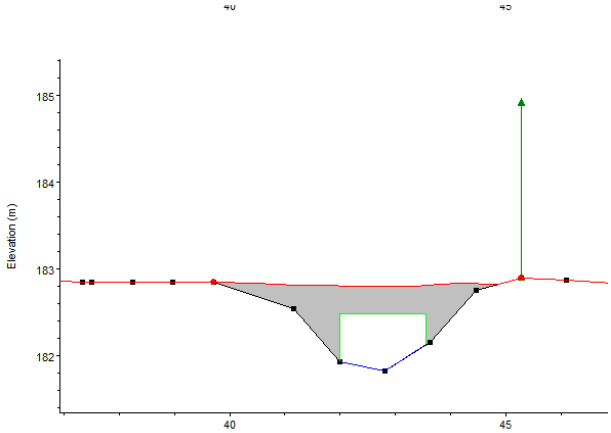


Figure 9 : *Vue de l'ouvrage de franchissement du vieux chemin de Poujols*

Figure 10 : *Vue du mur le long du vieux chemin de Poujols (rouge)*

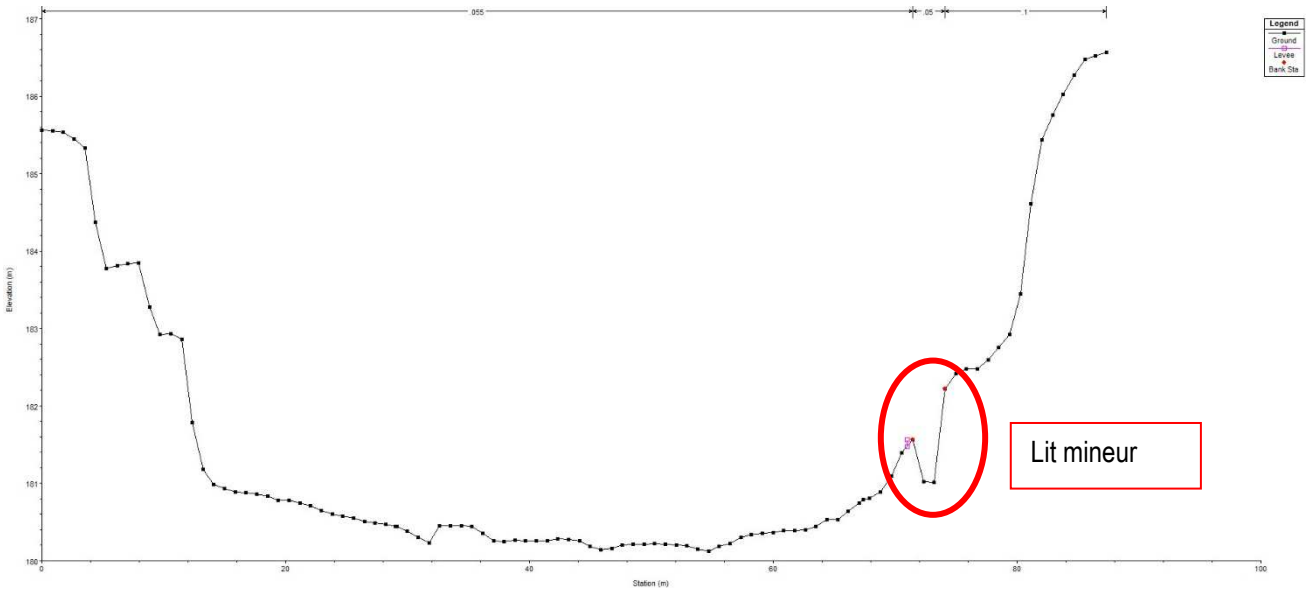


Figure 11 : *Vue du lit en toit au droit du profil en travers 3*

3.1.4 Hydrologie

Les données hydrologiques utilisées sont issue de la modélisation hydrologique menée dans le cadre de la présente étude. Les débits de crue injectés en amont du modèle sont les suivants :

		Débits de crue à Solitude au droit du vieux chemin de Poujols
superficie BV		46.9 ha
Période de retour	**T=10 ans**	5.6 m3/s
	T=30 ans	8.7 m3/s
	T=100 ans	12.6 m3/s
12/09/2015		15.7 m3/s

En complément, une modélisation de la crue de septembre 2015 a été menée en prenant en compte les pertes de débit vers la route de Grézac (cf. diagnostic hydraulique au paragraphe précédent), soit pour un débit de 13.06 m3/s. Ce fonctionnement est décrit au paragraphe suivant.

3.1.5 Fonctionnement hydraulique au cours de l'événement du 12/09/2015

Le modèle hydraulique a été adapté pour prendre en compte le fonctionnement observé lors de la crue de Septembre 2015 et de s'assurer de sa représentativité vis-à-vis de l'ampleur des phénomènes observés. En l'absence de Plus Hautes Eaux Connues et géoréférencées, une simple analyse qualitative a été menée. Les modifications suivantes ont été apportées au modèle :

- Une augmentation de la rugosité du lit en amont de l'ouvrage (0.3) afin de représenter l'obstruction du lit notamment par une voiture.
- Une obstruction de l'ouvrage sous le vieux chemin de Poujols à 80%
- La représentation de l'habitation de M. LOPEZ démolie suite à la crue par le fond Barnier (par définition d'une zone avec absence d'écoulement).

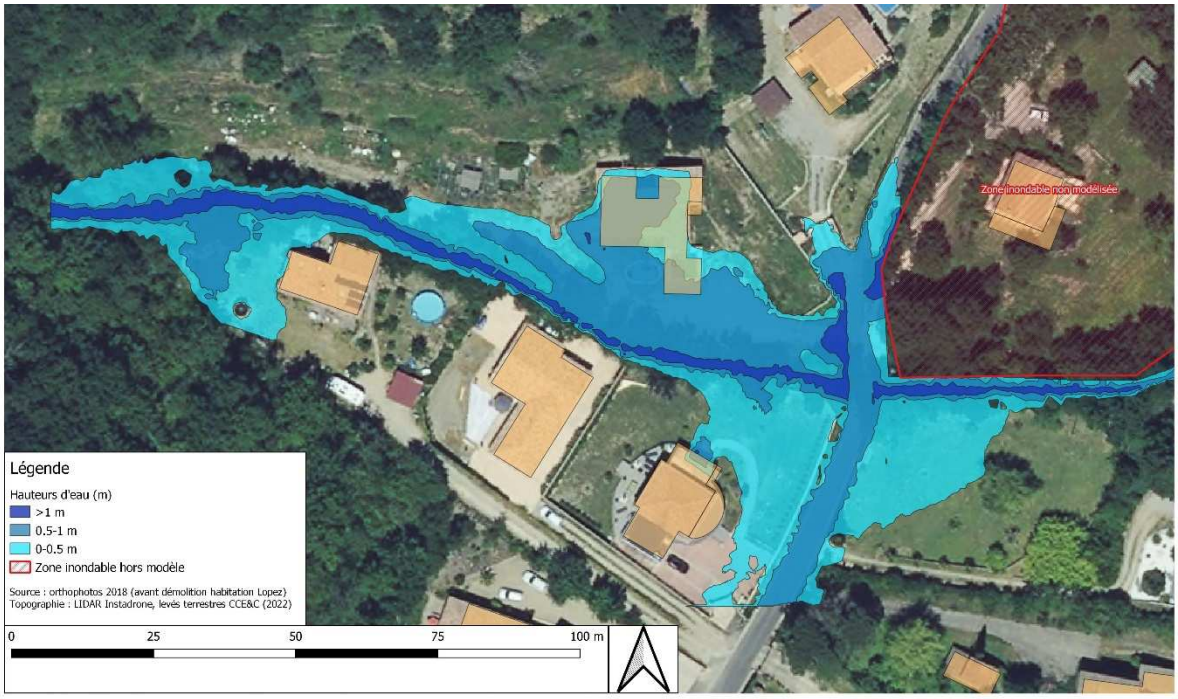


Figure 12 : *Hauteurs d'eaux pour la crue du 12/09/2015 (avec prise en compte des transferts de débits et facteurs aggravants)*

Le modèle hydraulique fait ressortir les éléments suivants :

- Habitation Lopez : Hauteur d'eau de 0.7 m au droit de la miellerie. Il faut noter que l'orientation du bâti perpendiculaire à l'écoulement et les vitesses de 1 à 1.5 m/s dans le secteur ont vraisemblablement été à l'origine d'un exhaussement localisé de la ligne d'eau au cours de la crue. D'autre part, une hauteur d'eau de 30cm est suffisante pour déplacer une voiture et crue.

- Habitation rive droite en amont du vieux chemin de Poujols : Atteinte du garage en sous-sol par les eaux.

Les observations précédentes sont en concordance avec celles faites sur site et illustrées sur les photos suivantes :

Habits / matériel inondé sorti du garage	Voiture déplacée est bloquée contre un arbre

3.1.6 Fonctionnement hydraulique pour la crue de référence.

Pour le présent bassin versant, la crue de référence correspond à la crue du 12/09/2015 générée par le bassin versant naturel, soit sans prise en compte de transfert de débit vers la route de Grézac.

La carte des hauteurs et des vitesses est présentée sur la figure suivante :

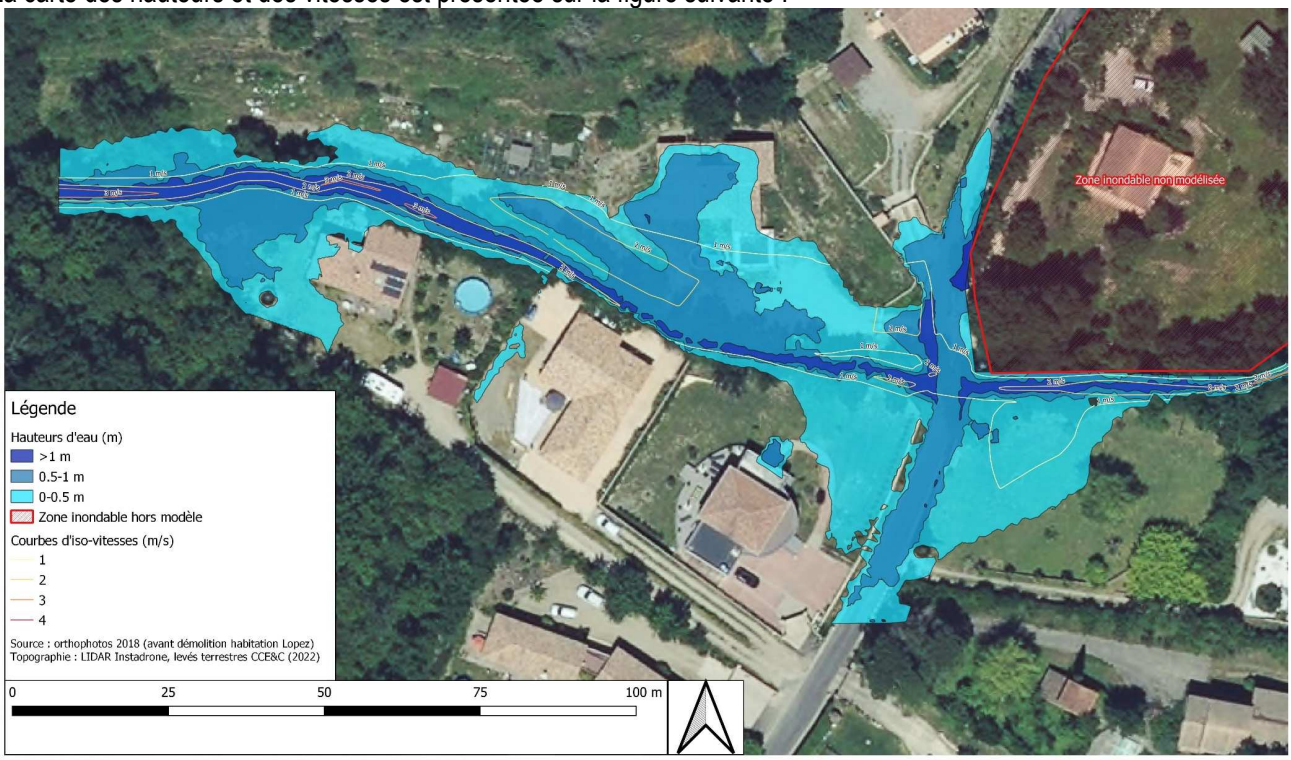


Figure 13 : *Hauteurs d'eaux pour la crue de référence (12/09/2015)*

Pour la crue de référence, le fonctionnement hydraulique est le suivant :

- Sur le tronçon en amont (PT12 à PT8), les vitesses sont fortes (de 1,9 à 2,9 m/s), notamment du fait de la forte pente du lit (4,5%). En amont et en aval du vieux chemin de Poujols, les vitesses diminuent (de l'ordre de 1m/s) du fait de l'influence de l'ouvrage, mais aussi de de la réduction de la pente du lit (2%) en aval de ce dernier. Le profil en long de ligne d'eau est présenté ci-après

- Les principaux débordements sont observés :

  - En rive droite en amont de la première habitation. Les débordements s'étalent de part et d'autre de l'habitation sur son amont et sont susceptibles de s'écouler sur le chemin d'accès en direction du vieux chemin de Poujols.

  - En rive gauche au droit des habitations et jusqu'au vieux chemin de Poujols (PT9 à PT6) avec des hauteurs d'eau de 0.5 à 0.7 m et des vitesses importantes de 1.5 à 2.8 m/s. L'urbanisation de la rive droite s'est vraisemblablement faite en remblai dans le lit majeur, venant aggraver les effets des débordements sur la rive opposée.

  - En amont et en aval du vieux chemin de Poujols, les débordements se font aussi en rive droite avec des hauteurs et de vitesses plus faibles que sur la rive opposée (0.2 à 0.4 m et vitesses inférieures à 0.5 m/s)

- En cas d'insuffisance de l'ouvrage de franchissement (à partir de débits de l'ordre de 1,5 m³/s), les débordements se font préférentiellement selon l'axe de l'ouvrage et en direction du chemin d'accès à la parcelle rive gauche.

- Sur le tronçon entre le vieux chemin de Poujols et la Lergue, le lit est endigué en rive gauche et les débordements rejoignent directement la Lergue.

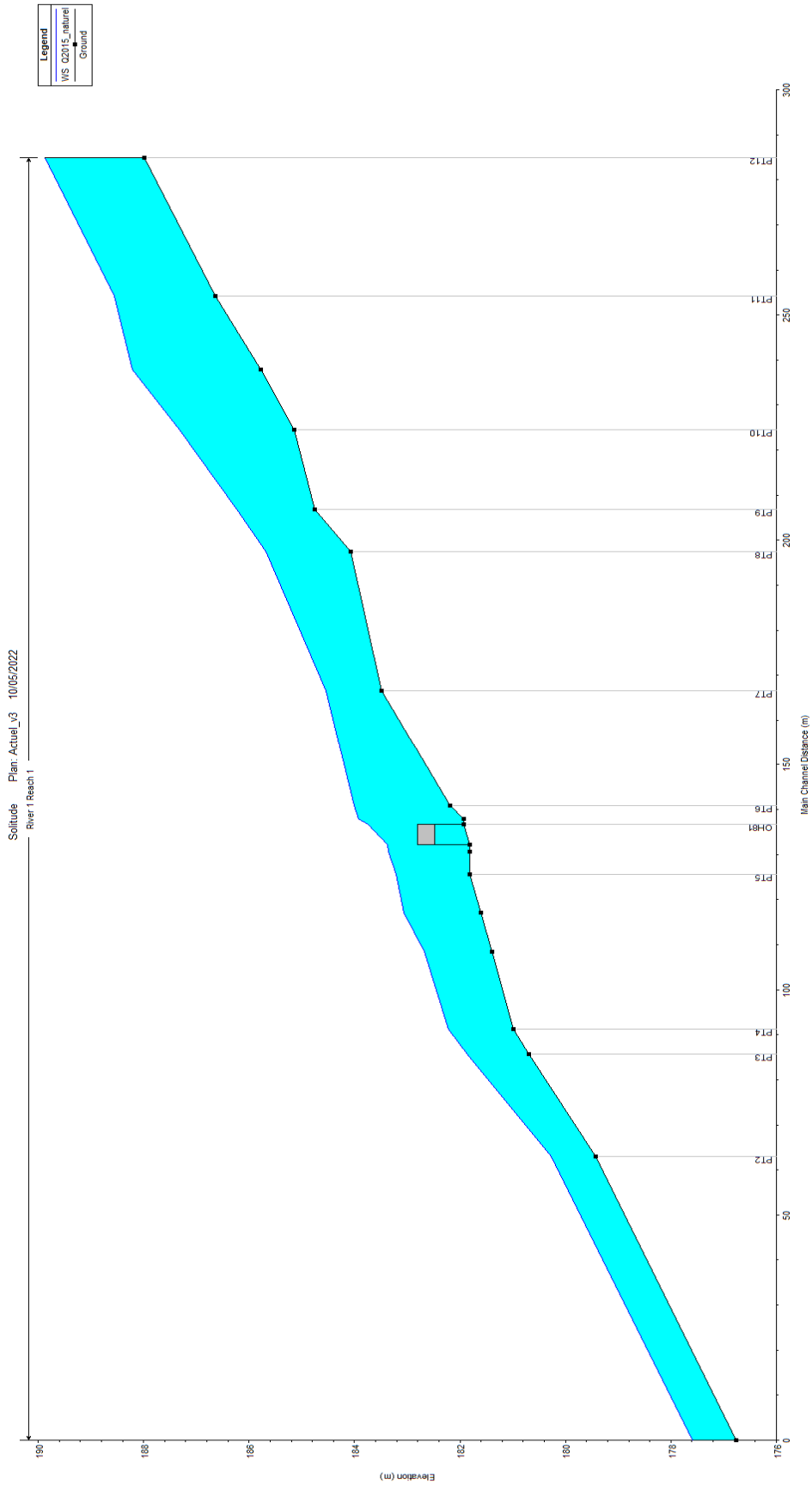


Figure 14 : *Profil en long de ligne d'eau pour la crue de référence (12/09/2015)*

3.2 CARTOGRAPHIE DE LA PRODUCTION DE RUISSELLEMENT ET DE L'ALEAS

3.2.1 Indicateurs de production élémentaires

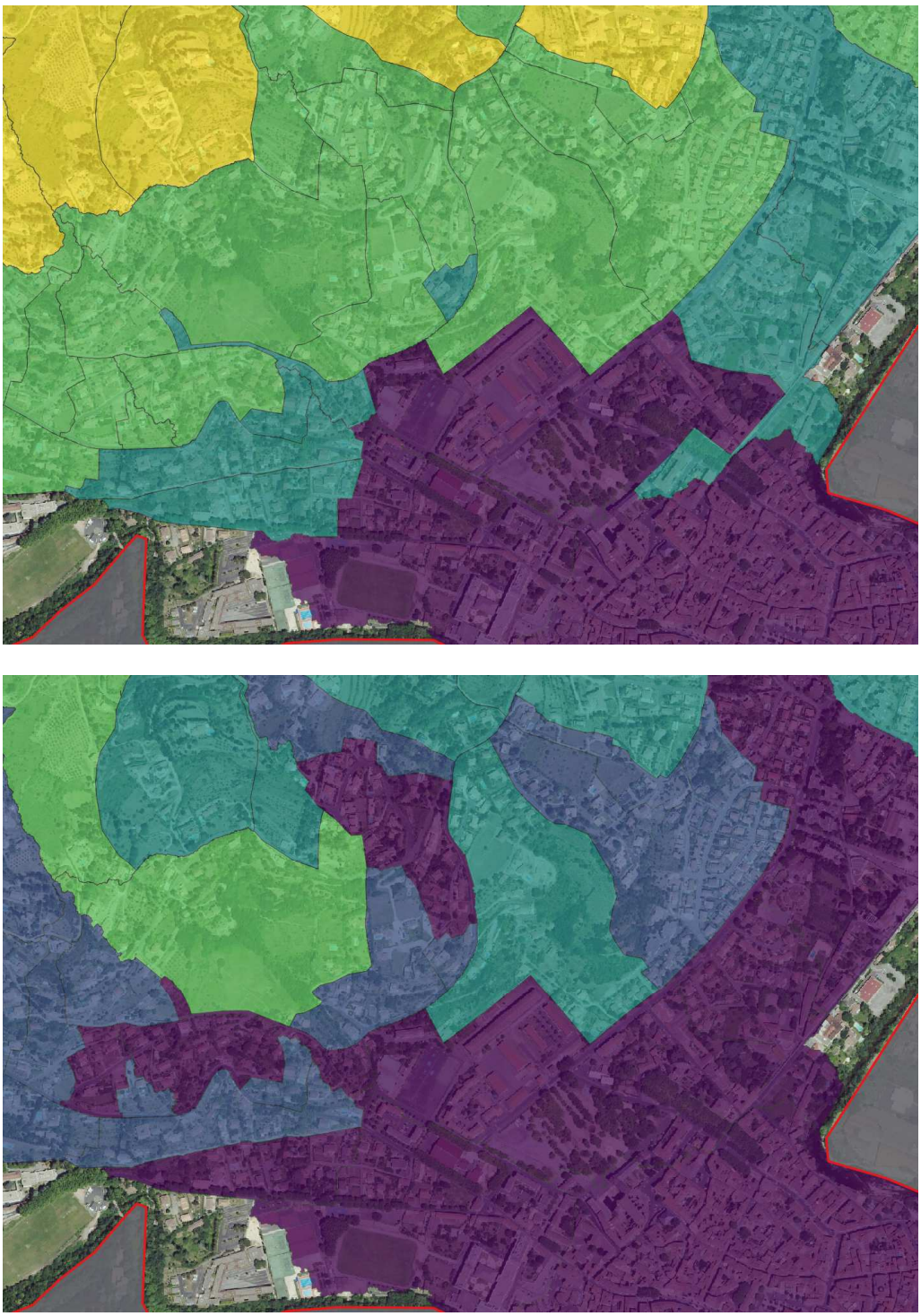
La production du ruissellement s'est basée sur les indicateurs de production élémentaires que sont :

- Pédologie / géologie
- L'occupation du sol
- Topographie / pente

L'occupation du sol est venue alimenter en sus le calcul des Curve Number présentés précédement.

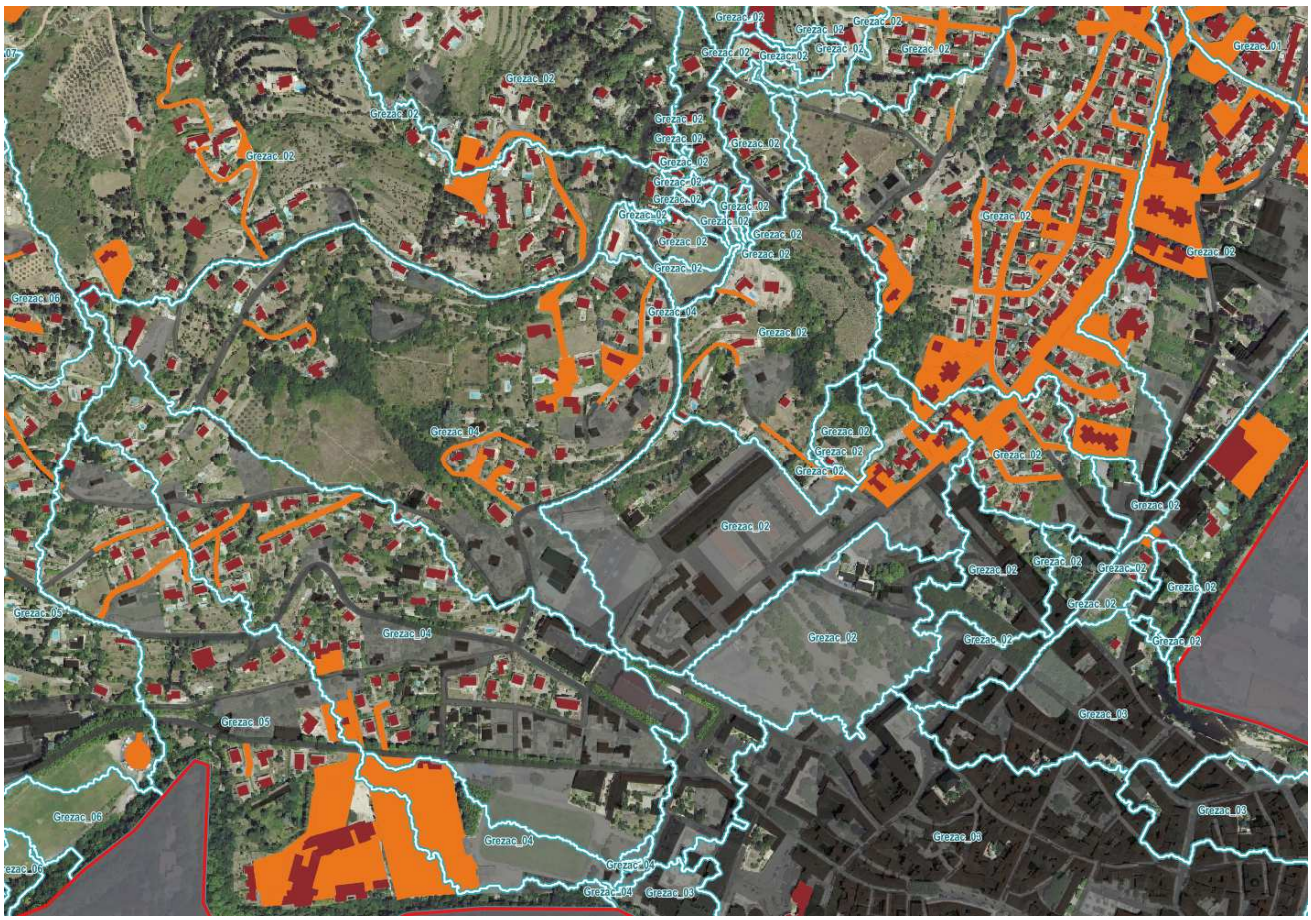
3.2.2 Indicateur synthétique de production de ruissellement

Sur cette base une cartographie synthétique de production du ruissellement a été établies de manière diachronique, c'est-à-dire sur chaque millésime produit, à



Evolution du coefficient de ruissellement par sous bassin versant entre 1956 et 2018

Cette évolution est bien sur liée au seul parametre de variration entre ces deux dates : a savoir les niveaux d'artificialisation des parcelles situées dans les nouvelle zones d'habitat laches via la construction bâti (en rouge ci-après) ou l'imperméabilisation, parfois totale (voirie, parking) des espaces périphériques aux bâti, ou les reliant (en orange)



3.3 CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

3.3.1 Calcul du niveau d'aléa

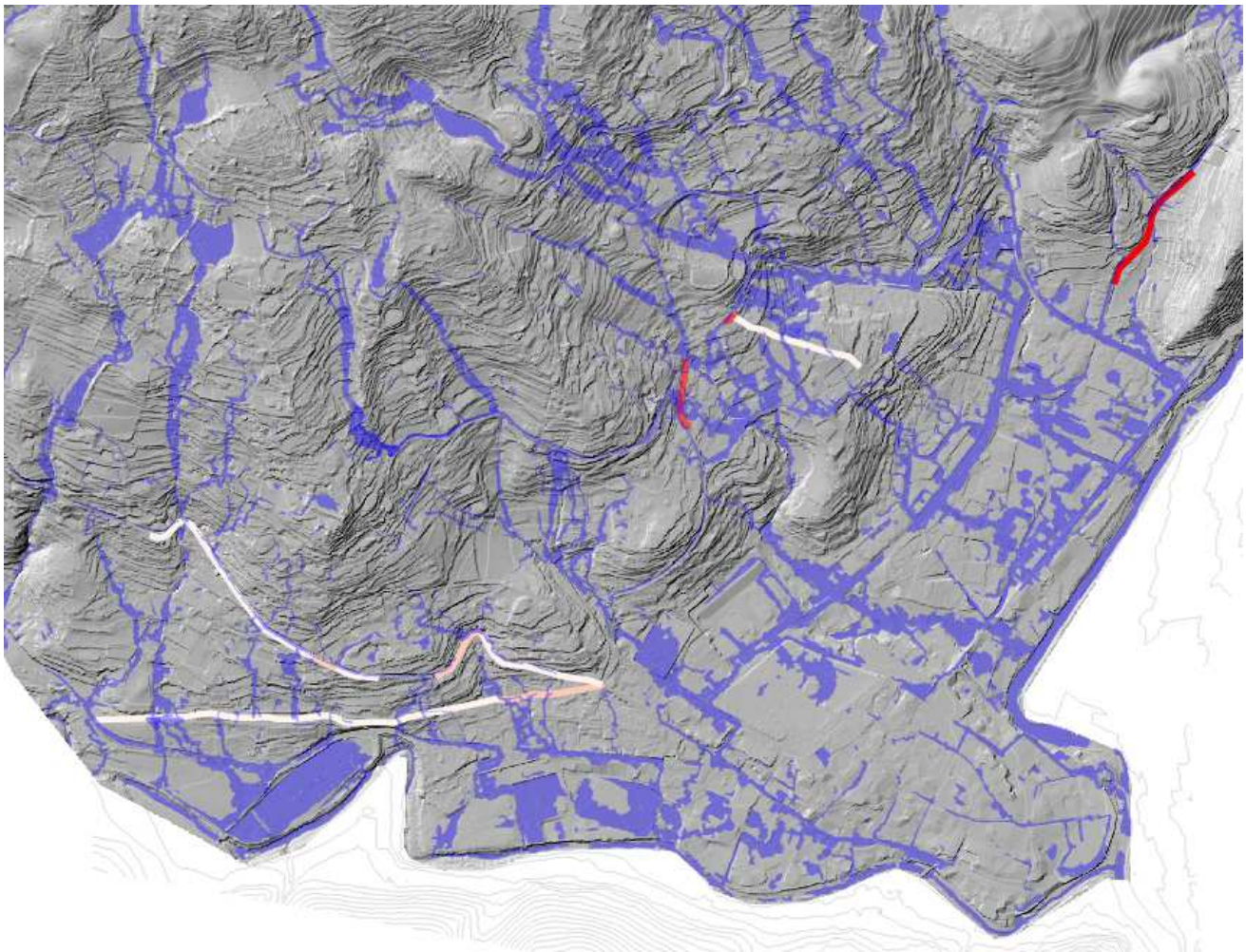
Le niveau d'aléa sera calculé et attribué à chaque zone inondable potentielle, par tronçon, sur la base des caractéristiques de la zone contributive amont et de la pente locale, à savoir :

- Superficie drainée
- Production amont
- Compacité du BV amont
- Pente locale

3.3.2 Validation des cartographies d'aléa et de production

En l'absence de données de calage tres précises, ces cartes ont été analysées par les services du Lodévois, suite à leur partage via un dispositif de WEB carto

Quelques secteurs, dans la première version, notamment à l'aval ont été relevés, comme n'étant pas totalement conformes aux observation terrain.



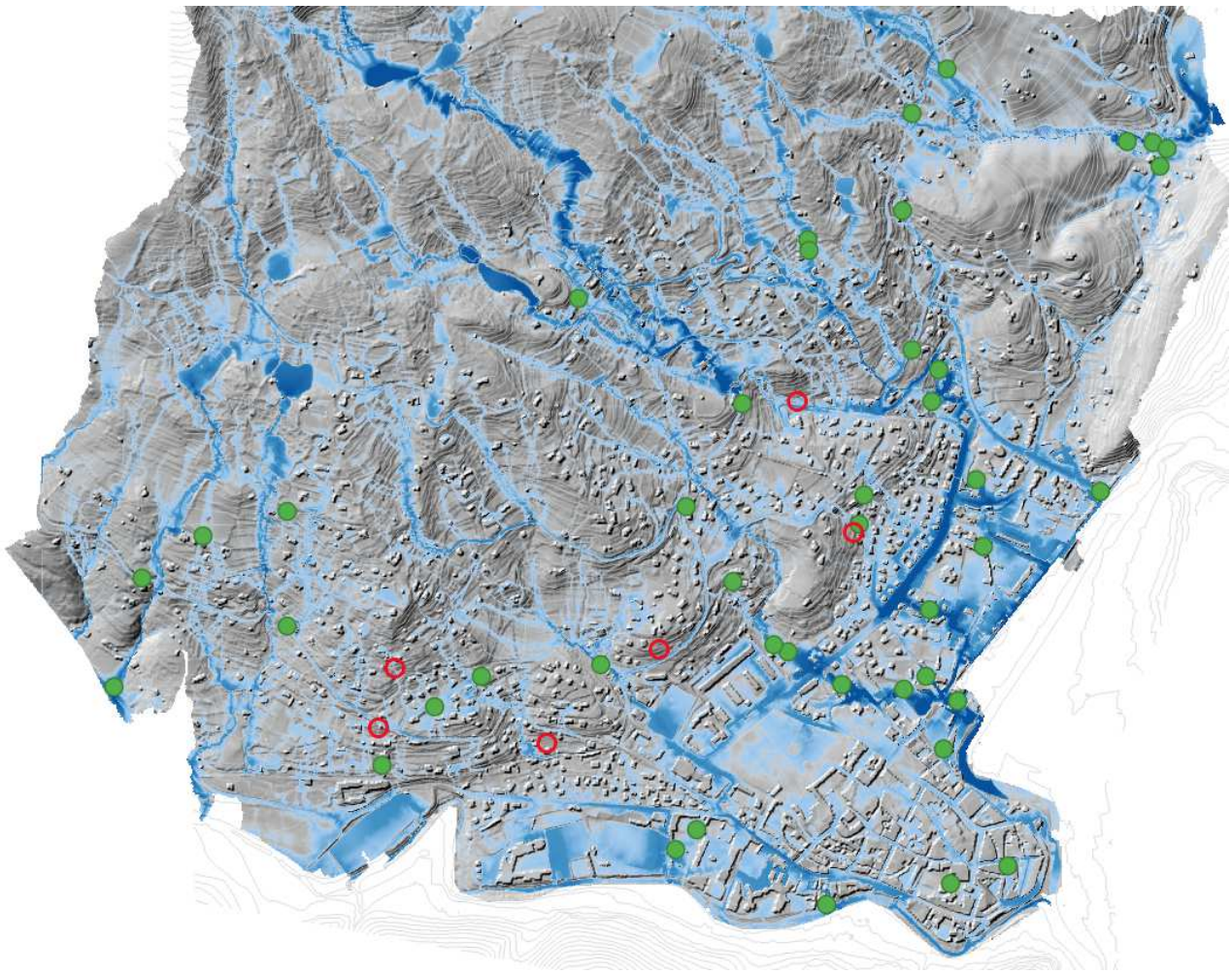
Principaux ouvrages et murs, forcés dans le MNT, pour être intégrés dans le modele de Zone inondable potentielle

La prise en compte des obstacles à l'écoulement dans un deuxième modèle a permis de s'assurer que tout les points de désordres à priori fiables , relevés suite à l'épisode intense, sont bien couvertes par cette cartographie ZIP

Dans l'ensemble cette cartographie (voir page suivante) recoupe donc bien les observations de désordres qui nous ont été fournies.

Les quelques points non validés (en rouge ci-dessus), sont :

- de simples observations sans dommage détaillé,
- des points de localisation déportés (*inondation dans la rue du 8 Mai* a laquelle ne correspond pas le point)
- ou flou dans la description du sinistre.



En vert les points d'observation de désordre suite à l'épisode extreme de 2015, qui sont bien situées dans la zone inondable potentielle.A l'inverse en rouge, quelques observations qui n'y figurent pas ,

4 PHASE 4 PRECONISATIONS

4.1 PHILOSOPHIE GÉNÉRALE

Les différentes préconisations faites mobilisent les trois leviers principaux de réduction du risque de ruissellement :

- sur la zone de production en favorisant l'infiltration et/ou retenant l'eau
- sur les zones de transferts en améliorant ou ralentissant l'écoulement en fonction des secteurs, et en prévenant les effets mécaniques du ruissellement (sans porter préjudice au transport sédimentaire)
- sur les zones d'accumulation en se prémunissant de l'eau par des mesures d'adaptation du bâti et des infrastructures notamment

Ces grands principes ont été déclinés sous la forme de préconisations et de travaux , selon les objectifs principaux, et les priorités suivantes :

- Réduire la vulnérabilité des biens, équipements et personnes
- Réduction du niveau de l'aléas généré,
- Se prémunir contre toute aggravation des débits ultérieurs

Les préconisations (voir chapitre ci-après) vont être traduites dans le PLUI en cours, de constitution, et ne portent donc uniquement sur **les nouvelles installations**, voir la modification de celles-ci en cas de permis modificatif. Les méthodes dites « douces » y sont autant que possible privilégiées. Les préconisations devront donc être déclinées à une échelle fine, celle de la parcelle.

Les aménagements (voir chapitre ci-dessous), ont eux pour objectif de **compléter ce dispositif** sur les secteurs ou points noirs existant, les plus exposés, pour se prémunir de leur exposition à l'aléas de demain. Ils constituent une urgence en contexte de changement climatique, compte tenu des variations des augmentation de débit, auxquelles il faut se préparer, telles qu'établies en phase 3 .

Ce sont **l'ensemble de ces leviers conjugués**, qui permettront d'atteindre une future « résilience » de cette portion du territoire communal, que recoupent ces deux bassins versants, tres exposés. Dans le même temps, cette zone étudiée, est le centre d'un bassin de vie dont l'attractivité est en hausse, soumis à une pression foncière du fait de la proximité de l'Autoroute et de la richesse paysagère et patrimoniale.

4.2 AMÉNAGEMENT ET TRAVAUX (CCE&C)

4.2.1 Préambule (Alisé et CC&EC)

4.2.1.1 Contexte et bénéfices des aménagements proposés

Au vu du contexte particulier de la ville de Lodève (intensité des phénomènes pluvieux , fortes pentes en amont des zones urbanisées) les bassins versants naturels sont à même de produire des débits de crue conséquents et **des phénomènes de ruissellement d'une rare intensité**.

De ce fait, les solutions techniques étudiées portent préférentiellement sur des mesures **de gestions des ruissellemen**t

La gestion **de la production est également abordée,** mais tout en étant conscient de la difficulté de son application dans ce contexte précis **:**

- Les deux bassins versants amont naturels déjà relativement perméables. Les pentes y sont fortes et se prêtent difficilement à la rétention.
- Le secteur étant déjà fortement imperméabilisé sur les pentes, et à l'aval, la réduction du ruissellement nécessiterait des opérations importantes en surface de dés imperméabilisation / renaturation, en amont.
- Les techniques de limitation, ne s'appliquent en général pas sur les terrains privés, déjà urbanisés (faute de financement et de leviers réglementaires), limitant ainsi fortement leur impact sur le plan quantitatif

Même si l'efficacité individuelle de chaque aménagement sur la réduction du risque de ruissellement est limitée, leur application systématique contribuera à **réduire la quantité d'eau de pluie ruisselée et donc à une gestion intégrée du pluvial**

En outre, ces techniques alternatives présentent de nombreux bénéfices au-delà de l'impact sur le ruissellement . Selon une stratégie Eviter , Réduire Compenser, elles permettent de :

- Se rapprocher **des écoulements naturels**, favorisent la recharge de nappe, et l'améliorent la qualité de l'eau
- **Restaurer ou préserver la biodiversité** , via la protection des milieux à haute valeur environnementale, la renaturation et la restauration de la nature en ville
- Développer ainsi les fameux services éco systémiques ou de bien être, innombrables, et que l'on redécouvre tels que : *la lutte contre les îlots de chaleur, la création de lieux récréatifs et multi fonctionnels, une sensibilisation à la richesse de l'eau en ville* , etc…

A noter que ce concept proposé de **ville « éponge »** qui redécouvre, l'eau dans la ville, selon une gestion **dite « à la source » ou « à ciel ouvert »** , et prend en compte les chemins de l'eau est paradoxalement moins développé dans le Sud de la France, alors même que l'ensemble des modèles **climatiques convergent pour attester que ce sont justement les territoires qui seront les plus exposés à ces aléas.**

4.2.1.2 Les mesures complémentaires préconisées

Comme, rappelé ci-dessous, ces mesures structurelles détaillées dans les fiches action (chapitre, suivant) devront être accompagnées de :

- Mesures en terme d'urbanisme détaillées d'autre part et permettant un contrôle de l'aggravation de la production de ruissellement.
- L'application de **techniques alternatives de gestion intégrées du pluvial** dans le cadre des projets d'aménagement d'ensemble .. Ces techniques alternatives peuvent à titre d'exemple porter sur :

  - **Noues** à faible pente ou en cascade en lieu et places de réseaux « tout-tuyaux »
  - Aménagements d'**espaces urbains inondables** par ruissellement / débordement de réseaux et favorisant le stockage et l'infiltration.
  - **Remise à ciel ouvert de réseaux** : Cette technique peut être combinée avec la précédente, elle est particulièrement intéressante sur la commune de Lodève dans la mesure où une grande partie des réseaux drainent des sources et que leur remise à ciel ouvert présenterai un intérêt fort en terme de biodiversité. Elle pourrait notamment être envisagée dans le cadre du réaménagement du plateau sportif du Grézac ou de l'Esplanade.
  - **Fosses d'arbres / arbres de pluie** : orienter les eaux de ruissellement vers des zones d'infiltration en lien avec le système racinaire des arbres. Des recommandations détaillées pour leur conceptions ont été établies par l'EPA (Stormwater to street trees) et Bruxelles environnement (GEQ08 Les arbres de pluie)
  - **Revêtements perméables** : privilégier les revêtements drainant, notamment sur les zones de stationnement (pavés drainants, géogrilles) , ou voiries (chaussées drainantes)

4.2.2 Présentation sommaire des fiches action et synthèse

Six fiches actions (voir annexe) ont été rédigées afin de présenter les aménagements à réaliser en vue d'améliorer la situation sur les points noirs détaillés ci-dessus. Ces dernières sont synthétisées dans la table suivante :

N°	Secteur	Aménagements prévus	Coût Total projet	Impact hydraulique
FA01	Point noir 3 : Rue du 8 Mai / Avenue de l'Escandorgue	Redimensionnement OH31, 33 et 35, création de réseau sur l'allée des Arbousier et redimensionnement des verrous en aval (rues des rouisseurs et 11 novembre)	410 000 €	Suppression débordements pour Q2
FA02	Point noir 4 : Route de Grézac / Route de Mayre	Création réseau route de Grézac, redimensionnement de l'OH12, amélioration de l'engouffrement OH11	110 000 €	Suppression débordements pour Q10
FA03	Point noir 1 : Route de Grézac amont	Amélioration engouffrement OH1 et création réseau et ouvrage de franchissement complémentaire	100 000 €	Suppression débordements pour Q5 et transferts de débits vers Grézac
FA04	Point noir 2 : Vieux chemin de Poujols	Création d'un ouvrage complémentaire au niveau de l'OH49 et création d'un réseau en aval du chemin	151 000 €	Suppression débordements pour Q30, mais aggravation du risque à vérifier localement
FA05	Point noir 5 : Corniche de Fontbonne	Redimensionnement des OH21 et 25	65 000 €	Suppression débordements pour Q10, mais aggravation du risque à vérifier localement
FA06	Chemin du Vieux Poujols - Solitude	Redimensionnement de l'OH81 et suppression merlons	88 500 €	Suppression débordements pour Q5 et abaissement ligne d'eau 10-15cm au droit des habitations

Tableau 4: Tableau de synthèse des fiches action

4.2.3 Analyse multicritère des solutions étudiées

4.2.3.1 Méthodologie générale

La méthode retenue pour la réalisation de l'analyse multicritère est une méthode d'agrégation pondérée (Weight Product Method ou WPM). Cette dernière a été retenue pour les raisons suivantes :

- Elle est facile d'utilisation avec des critères numériques, couvrant des gammes de valeurs différentes et exprimés avec des unités différentes. Cette facilité d'utilisation implique également une facilité de compréhension et d'appropriation par le maître d'ouvrage.
- Elle fournit un classement unique.
- Les critères retenus dans la présente étude sont majoritairement quantifiables. Il n'y a pas d'hésitation sur l'évaluation des critères.
- Chaque critère peut avoir sa propre échelle adaptée.
- Le résultat est indépendant de la plus ou moins grande gamme de valeurs que peuvent couvrir les critères.

4.2.3.2 Présentation des critères

L'analyse multicritère repose sur les critères suivants :

- Critère 1 : **Le coût du projet** intégrant les coûts des travaux et d'études complémentaires
- Critère 2 : un critère **d'efficacité hydraulique** du projet correspondant à la différence entre la période de retour de débordement à l'état actuel et à l'état projet
- Critère 3 : Un critère **d'efficacité géographique** correspondant au linéaire de voirie ou réseau sur lequel la situation est améliorée
- Critère 4 : correspondant à un critère qualitatif des **contraintes** liées aux aménagements.

4.2.3.3 Mode d'évaluation des critères

Chacun des critères ci-dessus ont été évalués selon la grille suivante :

	Critère 1	*Critère 2*	*Critère 3*	*Critère 4*
Note	**Prix**	**Impact hydraulique**	**Linéaire impacté**	**Contraintes**
1	>249k€	<Q2 à >Q2	<100 m	Fortes
2	200 à 249k€	<Q2 à >Q5	100-200 m	Moyennes
3	150 à 199k€	<Q2 à >Q10	200-300 m	Faibles
4	100 à 149k€	<Q2 à >Q30	300-400 m	
5	50 à 99k€		400-500 m	
6			>500 m	
+1		Suppression transfert BV		

Tableau 5: Mode d'évaluation des différents critères

4.2.3.4 Pondération des critères

Deux niveaux de pondération ont été définis 10% pour le critère 4 (contraintes) et 30% pour les autres.

4.2.3.5 Résultats

Les résultats de l'analyse multicritère sont présentés dans la table suivante.

En résumé, il apparait qu'au regard des critères évoqués précédemment, **les actions 3, 4 et 5** apparaissent comme les plus efficaces.

On notera toutefois que les **actions 4 et 5 pourraient** être discriminées en fonction des études hydrauliques complémentaires et des impacts éventuels du redimensionnement sur les enjeux en aval.

			Critère 1		*Critère 2*			*Critère 3*		*Critère 4*		
			Coût Total projet		**Débit de débordement**			**Linéaire impacté**		**Contraintes**		**Note globale**
N°	**Secteur**	**Aménagements prévus**	**€ HT**	**Note**	**Actuel**	**Projet**	**Note**	**m**	**Note**	**-**	**Note**	
FA01	Rue du 8 Mai / Avenue de l'Escandorgue	Redimensionnement OH31, 33 et 35, création de réseau sur l'allée des Arbousier et redimensionnement des verrous en aval (rues des rouisseurs et 11 novembre)	410 000 €	1	<Q2 - 1 m3/s	>Q2 - 5m3/s	2	600 m	6	Fortes	1	0.10
FA02	Route de Grézac / Route de Mayre	Création réseau route de Grézac, redimensionnement de l'OH12, amélioration de l'engouffrement OH11	110 000 €	4	<Q2	>Q10	3	175 m	2	Faibles	3	0.22
FA03	Route de Grézac amont	Amélioration engouffrement OH1 et création réseau et ouvrage de franchissement complémentaire	100 000 €	4	<Q2	>Q5 et suppression transferts BV	3	320 m	4	Faibles	3	0.44
FA04	Vieux chemin de Poujols	Création d'un ouvrage complémentaire au niveau de l'OH49 et création d'un réseau en aval du chemin	151 000 €	3	<Q2	>Q30	5	270 m	3	Moyennes	2	0.34
FA05	Corniche de Fontbonne	Redimensionnement des OH21 et 25	65 000 €	5	<Q2	>Q10	4	650 m	6	Moyennes	2	0.63
FA06	Chemin du Vieux Poujols - Solitude	Redimensionnement de l'OH81 et suppression merlons	88 500 €	5	<Q2	>Q5	2	40 m	1	Moyennes	2	0.05
		Pondération critère	30%		30%			30%		10%		

www.alise-geomatique.fr - Tél : 04 67 42 61 00 - E-mail : contact@alise-geomatique.fr
Alisé Géomatique - 5 allée du Bois - 34430 ST JEAN DE VEDAS

ALISÉ GÉOMATIQUE

Tableau 6: Analyse multicritère des actions

4.3 PRESCRIPTION DE GESTION DE CRISE

La commune de Lodève dispose d'un PCS datant d'Avril 2019. Bien que ce PCS ne soit pas rédigé spécifiquement pour le risque de ruissellement, ce dernier le prend en compte sur la base du retour d'expérience de l'épisode du 12 Septembre 2015.
Les prescriptions suivantes sont faites pour l'amélioration de la gestion de crise :

- Rééditer la carte d'action inondation en ajoutant les éléments suivants :
  - La couche de Zone Inondable Potentielle de la présente étude
  - La couche de zonage du PPR Inondation
  - Les enjeux et notamment :
    - Les principaux ERP (écoles, établissements de soins, culturels…)
    - Les moyens à mobiliser pour le PCS (centre d'hébergement, PC de crise, pompier, gendarmerie, ateliers municipaux…)
    - Les parking inondables
    - Reporter les éléments déjà présents en améliorant la légende, notamment sur les routes à fermer et les points de surveillance
- Intégrer des points de signalisation permanente des voiries exposées au risque de ruissellement (dont celles fermées actuellement) de manière à contribuer à entretenir la culture du risque et à ce que les populations soient mieux sensibilisées et mieux préparées. A ce titre les actions suivantes peuvent être menées :
  - L'installation de panneaux A14 avec panonceau chaussée submersible par temps de pluie, de part et d'autre de l'avenue Prémerlet notamment
  - L'ajout sur les barrières existantes route de Grézac du même panonceau précédent.
- L'ajout de barrières au niveau de l'OH31, à l'intersection avenue de l'Escandorgue / rue du 08 Mai

Panneau A14

Figure 15 : *Visuel d'un Panneau A14*

La localisation des panneaux et barrières complémentaires à mettre en œuvre est présentée ci-après

Figure 16 : *Localisation des points de signalisation et barrières*

4.4 SOLUTIONS TECHNIQUES ENVISAGEABLES NON ÉTUDIÉES

4.4.1 Secteurs prioritaires

4.4.1.1 Point noir 6. Route de Grézac aval:

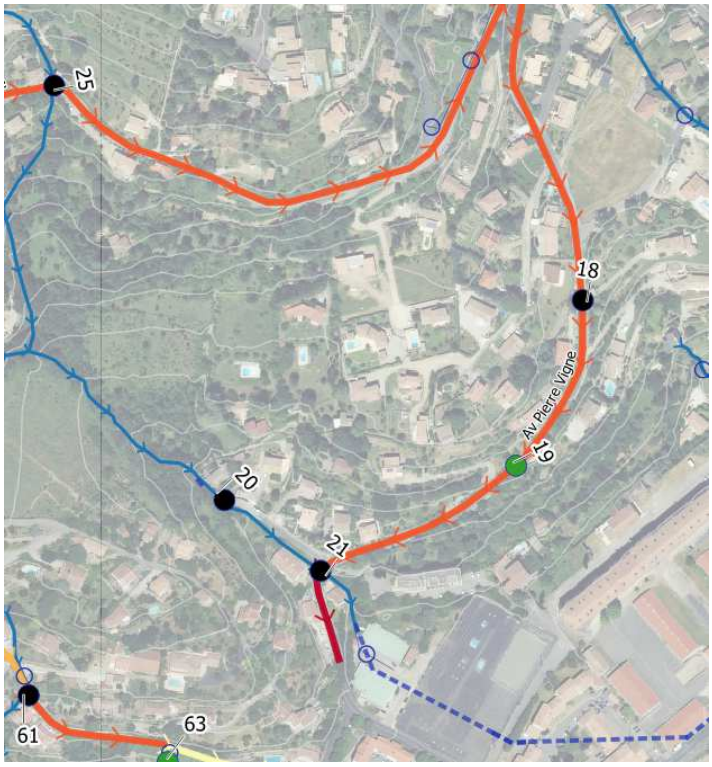


Figure 17 : *Localisation du point noir 5 : Route de Grézac aval*

Problématique : Sur la route de Grézac aval d'importants écoulements sur voirie sont observés. Deux ouvrages (OH18 et 19) disposent d'une faible capacité d'engouffrement ne leur permettant pas de jouer le rôle de décharge. D'autre part l'OH21 présente une très faible capacité au regard des débits provenant du bassin versant de Fontbonne et de la route de Grézac.

Objectifs d'aménagements : Décharger la route de Grézac des écoulements sur voirie et limiter les apports vers le boulevard Pasteur.

Propositions d'aménagements :

- Réaménager les ouvrages d'engouffrement des OH18 et 19
- Redimensionner l'OH21 et améliorer l'engouffrement des écoulements de surface.
- Réaménager l'ouvrage d'engouffrement de l'OH52 (amont caserne pompier) et en particulier le dégrilleur.

Limites de l'aménagement / inconvénients : Les talwegs en aval des OH 18 et 19 sont peu accessibles et la destination des débits inconnue.
La capacité des réseaux en aval et limitante avec des réductions de section (cadre 80x170 à 80x80 puis buses)

4.4.1.2 Point noir 8. Chemin des amoureux :

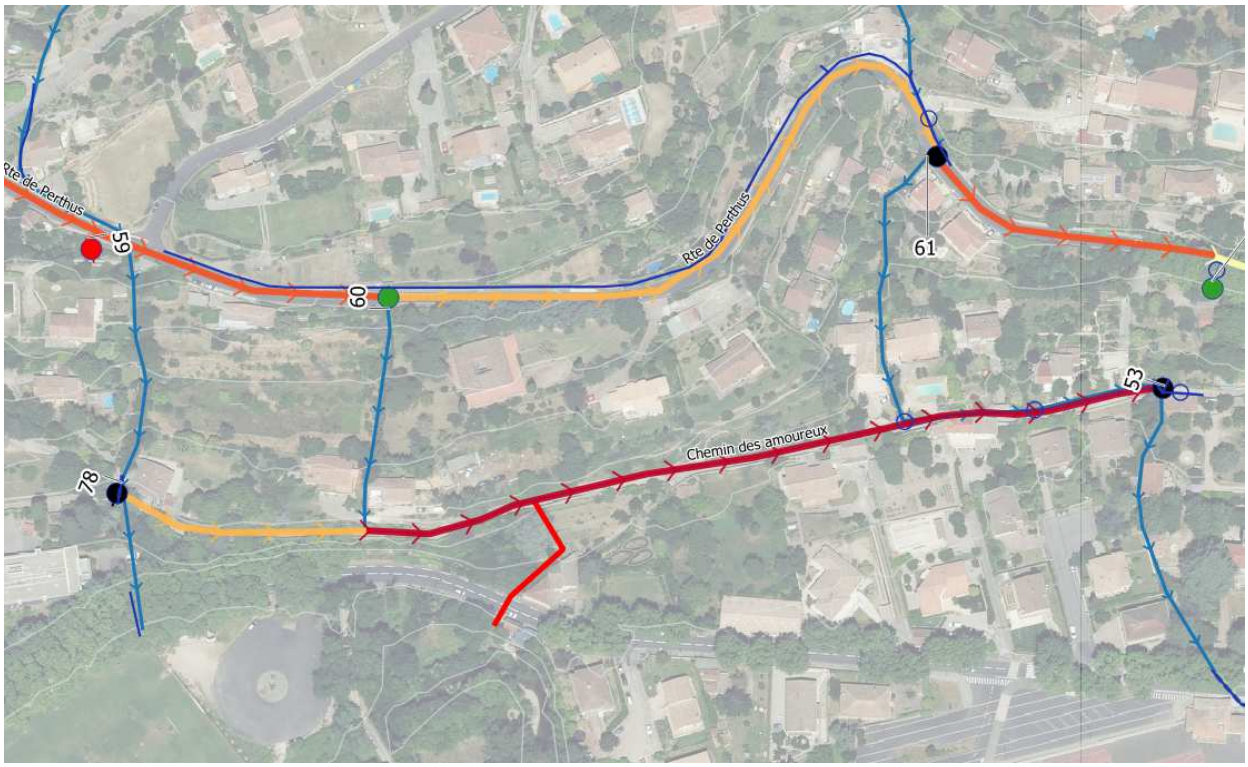


Figure 18 : *Localisation du point noir 8 : Chemin des amoureux*

Problématique : Le chemin des amoureux intercepte des talwegs et réseaux pluviaux sans transparence vers l'aval (mur faisant obstacle aux écoulements au Sud). De ce fait, l'ensemble des apports sont déviés vers l'Est, puis l'avenue Joseph Valot, augmentant ainsi les débits acheminés vers les zones habitées.

Objectifs d'aménagements : Réduire les apports du chemin des amoureux vers l'Est en aménageant des transparences.

Propositions d'aménagements :

- Diagnostiquer, curer l'OH78 pour rétablir sa transparence OU le redimensionner.
- Aménager un ouvrage directement du chemin des amoureux à la Soulondre.

Le redimensionnement de l'OH78 nécessitera de diagnostiquer la capacité des réseaux en aval

4.4.2 Autres secteurs

4.4.2.1 Point noir 7. Route de Perthus

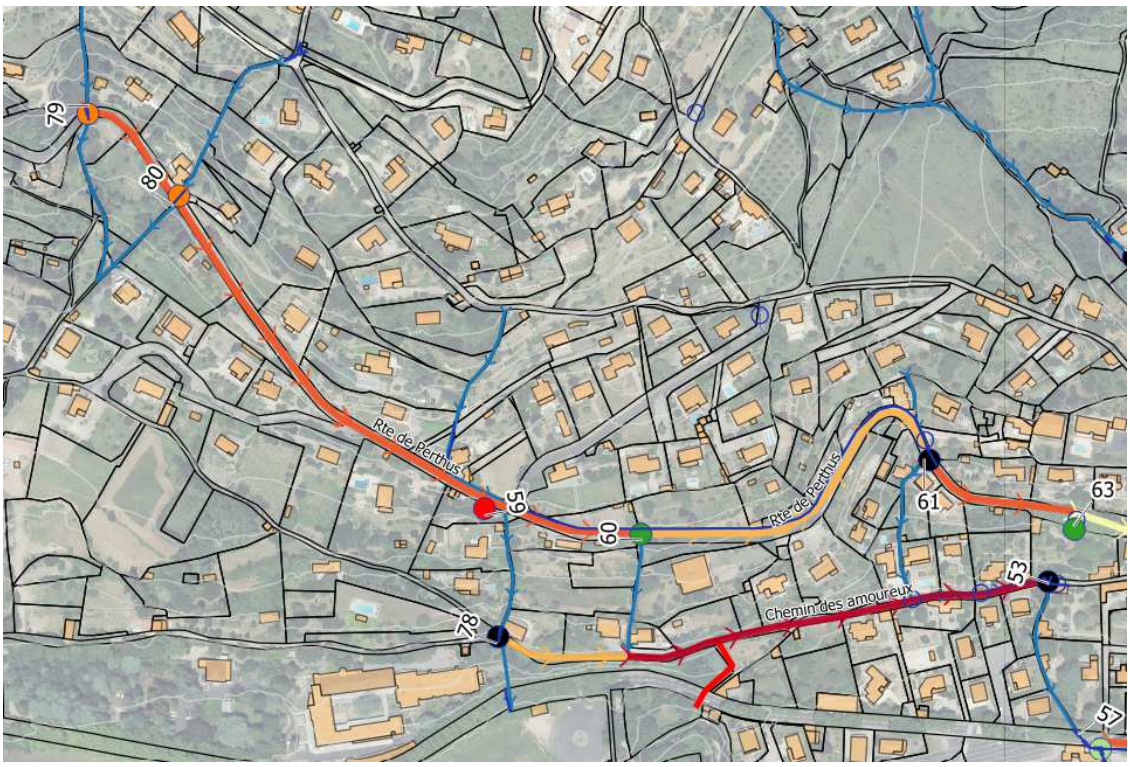


Figure 19 : *Localisation du point noir 7 : Route de Perthus*

Problématique : La route de Perthus intercepte successivement plusieurs talwegs avec une insuffisance des ouvrages à l'origine des débordements canalisés par des murs de propriété le long de la route. Ces écoulements sur voirie importants constituent un facteur de risque.

Objectifs d'aménagements : Rétablir les transparences pour limiter les écoulements sur voirie

Propositions d'aménagements :

- Redimensionnement de l'OH59. Cet aménagement nécessitera un diagnostic du talweg sur les parcelles privées en aval et de redimensionner l'OH 78 en aval.
- Redimensionnement et restructuration des OH61-62. Cet aménagement nécessitera un diagnostic du talweg sur les parcelles privées en aval

Principales contraintes : Réseaux en domaine privé en aval à diagnostiquer.

4.5 URBANISME

Cette étape a été pilotée par Alisé, en lien étroit avec Urban, sollicité ponctuellement et CC&EC amené à une relecture des résultats et règles, au regard de sa connaissance locale.

4.5.1 Préconisations générales et contexte

Comme énoncé en introduction, les règles d'urbanisme constituent le 2eme levier d'action pour à la fois :

- En priorité prévenir les risques actuels des biens et personnes ou futurs
- Réduire ou limiter l'exposition aux aléas des biens et personnes et donc l'aggravation fuutur du risque
- Diminuer la production du ruissellement, eu égard cet enjeux de prise en compte du grand cycle de l'eau

Notre travail de définition des préconisations s'inscrit dans la mise en œuvre actuelle du futur du PLU par les services de la ville de Lodève, accompagné par un Bureau d'étude en charge de ce document. Ces préconisations viennent donc en compléments des aménagements ponctuels, présentés au chapitre précédent et s'appliquent aux nouvelles constructions ou extensions.

Quelques pistes de préconisations avaient été proposées par nos commanditaires, souhaitant mobilisant un important panel de mesures, et ce jusqu'à l'éventuelle fermeture de zones à l'urbanisation. Le deuxième souhait était de spatialiser, ou régionaliser le plus finement possible ces règles, par sous bassin Versant à minima, selon le niveau de risque du niveau de risque et les problématiques identifiées.

Cette commande est donc originale, car elle multiplie les visions (opérationnelle et planification) et échelles. Elle a nécessité une forte interaction entre nos différentes structures :

- Alisé qui a porté la méthodologie de cartographie et d'analyse multicritères des dents creuses
- Urban project qui a établi une première liste de règles et actions, déclinables dans un PLU
- CC&EC qui a veillé à une relecture de ces règles et à leur ventilation concernant l'aléas hydrologique et le risque induit

Une forte agilité dans les traitements de ces données, et critères a été nécessaire pour :

- Etablir de premières hypothèses, et les cartographier
- Faire évoluer ces hypothèses, de manière agile, suite à une analyse menée au sein de l'équipe et par nos commanditaires,
- Stabiliser les règles finales via des modèles de traitement reproductibles et systématiques.
- Fournir une explication claire, détaillant les hypothèse et critères retenus à nos commanditaires
- Préciser les pièces dans lesquelles elles seront déclinées

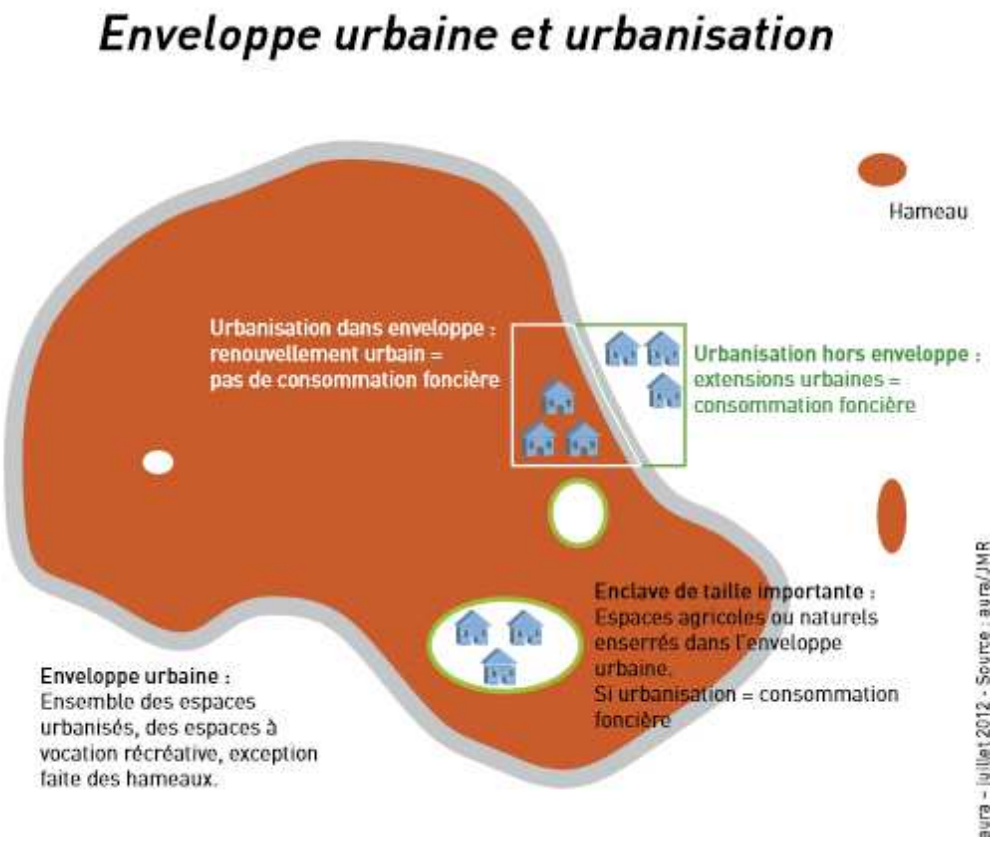
4.5.2 Etapes et méthodes de cartographie de la production et de l'exposition au ruissellement

4.5.2.1 Etapes préalables N°1 sur le potentiel foncier :

Ventiler des règles sur les dents creuses d'un futur PLU nécessite de passer par une étape de définition de plusieurs concepts, du droit de l'urbanisme, même si ceux-ci semblent à priori dépasser le cadre de cette étude

<u>Proposition d'enveloppe urbaines</u>

La méthode de définition d'une enveloppe urbaine, est la première étape, qui permet de définir la « centralité urbaine », c''est à dire d'opposer ce qui est du ressort d'espaces potentiellement naturels ou agricoles, des espaces diuts « urbanisés ». A l'heure de la Loi climat et résilience, ce concept fait débat, et des définitions et méthodes nombreuses cohabitent, sans qu'une réponse claire et harmonisée ne soit proposée à ce jour par l'état.



La méthode de simple dilatation bâti, qui entrainent des formes rondes, qui ne sont ni ancrées sur les limites parcellaires, ni sur la réalité de la nature et de l'usage des sols a été jugée, inaplicable pour cette étude.

Nous avons donc proposé une méthodologie automatisée, basée sur l'occupation du sol, qui prend en compte la couverture photo interprétée, et exclue les enclaves agricoles, situées à l'intérieur du tissus à usage d'habitat ou d'activité, ou d'équipement .

N.B. Cette méthode a été développée avec succès dans plusieurs territoires voisins, à l'échelle de SCOT, et de Communauté de commune, par une co construction vertueuse, avec les élus et les services de l'état.

<u>Evaluation du potentiel foncier sur terrain non bâti ou « dents creuses »</u>

Bien qu'une telle étape soit du ressort du BE en charge du PLU, nous l'avons également mené, pour limiter les aller et retours entre nos différentes structures et compte tenu des différentes méthodes retenues, notamment sur l'enveloppe, ci-dessus.

A noter que ce travail s'est inscrit dans la durée : deux ans se sont écoulés entre le début de l'étude et la fin de celle-ci. Les données mobilisées, sont donc celle qui étaient disponibles au démarrage, c'est-à-dire en 2020, en notant que l'ortho photographie disponible à l'époque, datait elle, comme le MOS de 2018.

Une actualisation sur le, millésime 2021 et la nouvelle ortho photographie, serait envisageable, dans le cadre d'une option. Ce décallage, peut amener à considérer comme « dents creuses » certaines parcelles construites depuis.

4.5.2.2 Etapes préalables N°2 : calcul d'indicateurs à la parcelle

Les régles du PLU doivent porter sur les entités foncières, c'est-à-dire les parcelles, telles que représentées via les données parcellaires, qui ont été mobilisées

Nombre de cartographies mobilisées, échappent à ce découpage, et sont :

- des représentations linéaires (chemin de l'eau, axe des talweg et leur pentes)
- des formes surfaciques allongées (cartographie des Zone inondables potentielles)
- Des polygones qui ne suivent pas le parcellaire (occupation du sol)

Une analyse spatiale a donc consisté à ventiler l'affectation de ces critères à la parcelle, selon des régles de topologie (croise, superpose, etc..) ou de proximité (distance planimétrique)

La règle de **maximisation de l'aléas a toujours été retenue**, qui veut que ce soit la valeur maximale existante sur une partie de la parcelle, ou un tronçon soit retenu.

4.5.2.3 Grille d'analyse et de représentation des Critères croisés d'exposition à l'aléas et de la production du ruissellement

La dernière étape, la plus exploratoire à consister à proposer une méthode de discrétisation de l'ensemble de ces critères, en deux axes d'analyse croisés :

1. L'exposition au ruissellement, prioritaire
2. L'aptitude à la production du ruissellement, utile pour ne pas accentuer l'exposition actuelle

Une double classification des parcelles de dents creuses a été menée selon les classes de représentation et les critères suivants :

Exposition graduelle BIEN / foncier	
Nul	Les parcelles en dehors des ZIP
Faible	Les parcelles en dehors des ZIP
Fort	Parcelle dont : - Débit exutoire sup à 5m/s - plus de 20% est exposée au ZIP - Forte accumulation (classe 2 ou 3 du ZIP)
tres Fort	Parcelle dont : - Débit exutoire sup à 10m/s - Plus de 70% de la parcelle est exposée au ZIP - Forte accumulation (classe 2 ou 3 du ZIP)

Classe d'exposition graduelle au ruissellement

Contribution au ruissellement	
Classe A	Le reste des parcelles
Classe B	Débit de pointe Bassin Versant > 7,5m3/s ET parcelle intersecte chemin de l'eau ET Pente sup à 10%
Classe C	Parcelle intersecte un chemin de l'eau ET une ZIP ET ordre de strahler = 1 ou 2 ET Coefficient de ruissellement sup à 0,4 ET Augmentation de débit de plus de 25% du BV

Classe d'aptitude à la contribution et / ou au transfert du ruissellement

4.5.3 Carte de l'exposition par sous bassin Versant

Pour chaque sous bassin versant, une carte synthétique a été établie, selon la double classification ci-dessus.
Les carte de chaque sous bassin, sont présentées en annexe …..

Une première analyse chiffrée à l'échelle globale des deux grands bassins versants, donne les résultats suivants :

- 218 Parcelles sont confrontés à **un aléas tres fort**
  - Situées sur des bassins versants qui concentrent les flux, (débits calculés à l'exutoire sont tres forts)
  - Et qui ont vu une forte imperméabilisation ces 4à dernières années
  - Ou ces parcelles concentrent les flux (classe 2 ou 3 des ZIP)
  - Et plus de 70% de la parcelle est concerné

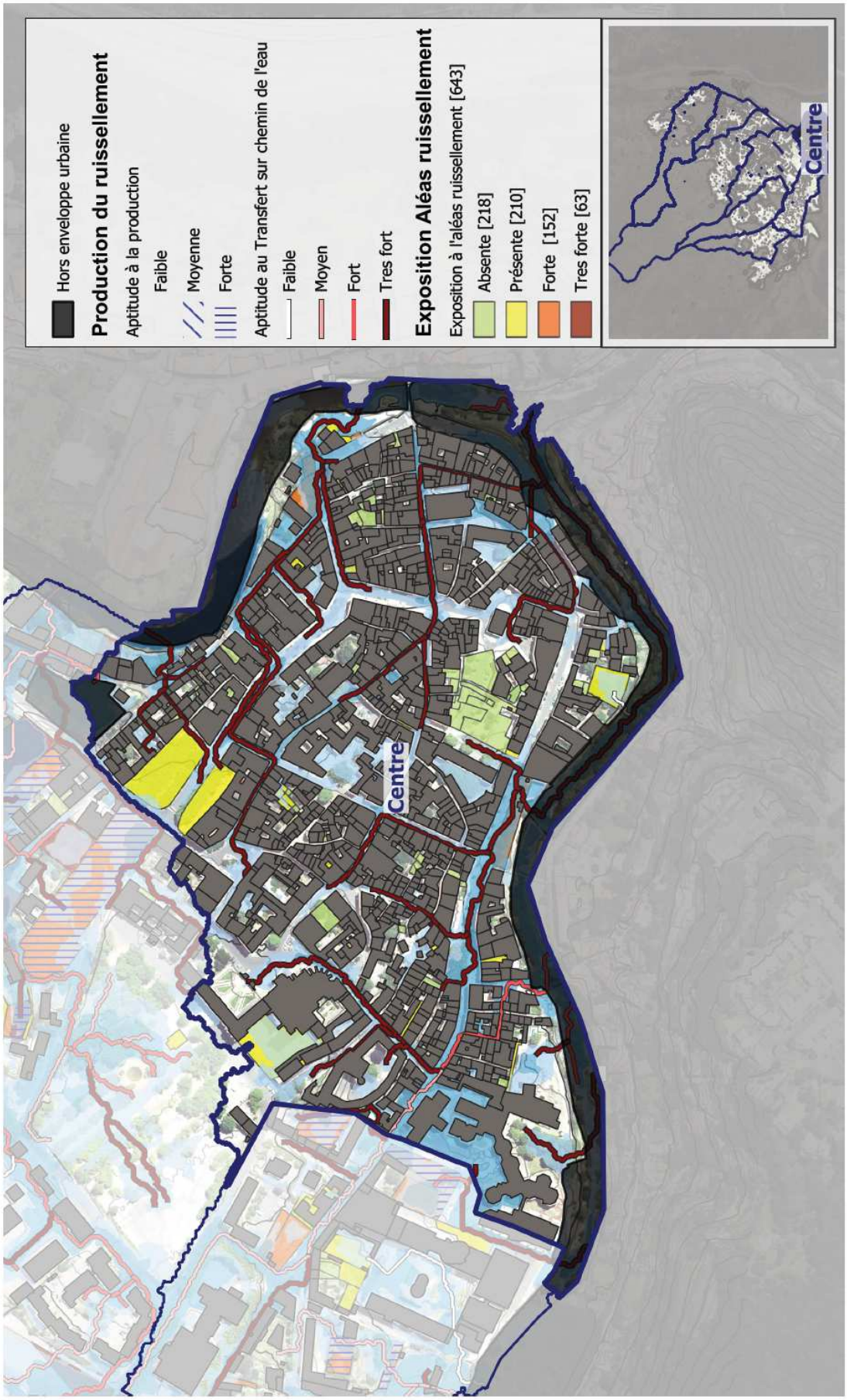
- 210 Parcelles sont confrontés à **un aléas fort**
  - Situées sur des bassins versants qui concentrent les flux, (débits calculés à l'exutoire sont elevés)
  - Ou ces parcelles concentrent les flux (classe 2 ou 3 des ZIP)
  - Sur une surface importante de la parcelle (entre 20 % et 70% de la parcelle est concerné)

- 152 Parcelles sont confrontés à **un aléas faible mais présent**
  - Qui ne rentrent pas dans les catégories ci-dessus
  - Mais sont potentiellement exposées sur une partie de la parcelle

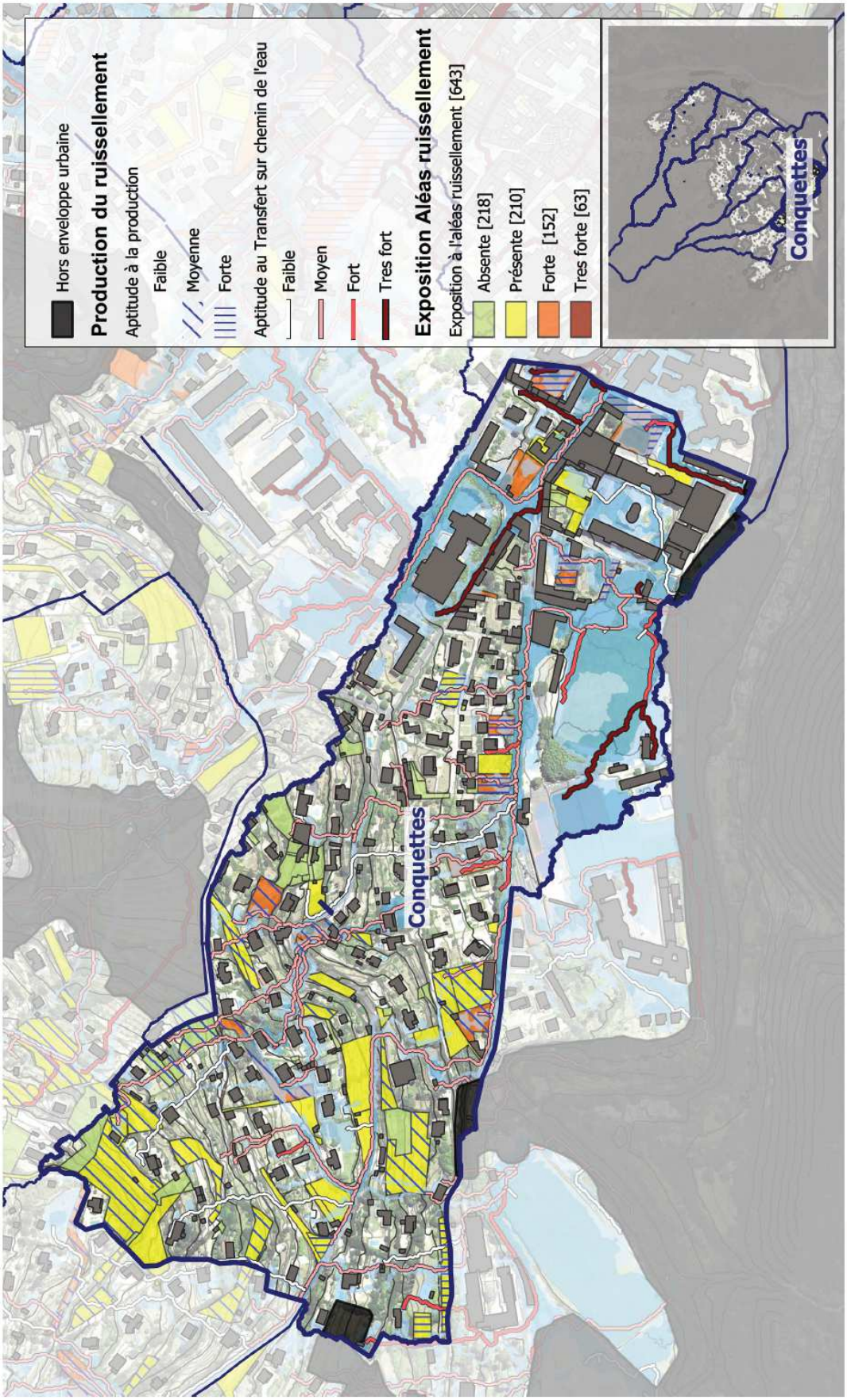
- 63 Parcelles ne sont pas confrontés à l'**aléas ruissellement**
  - Qui ne rentrent pas dans les catégories ci-dessus
  - Car en croisent pas la cartographie des ZIP

Les cartes de chaque sous bassin versant sont présentées ci-après

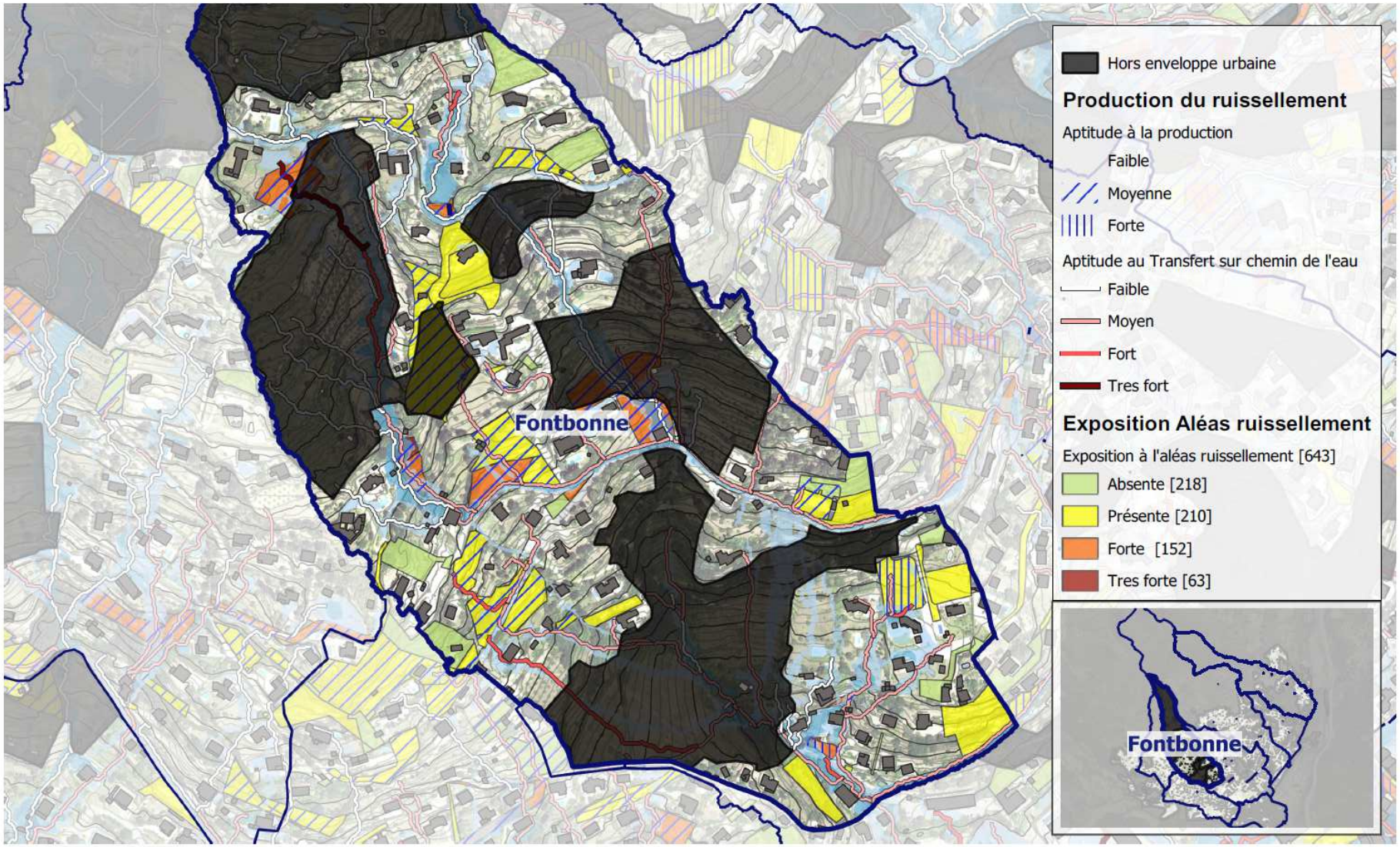
Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



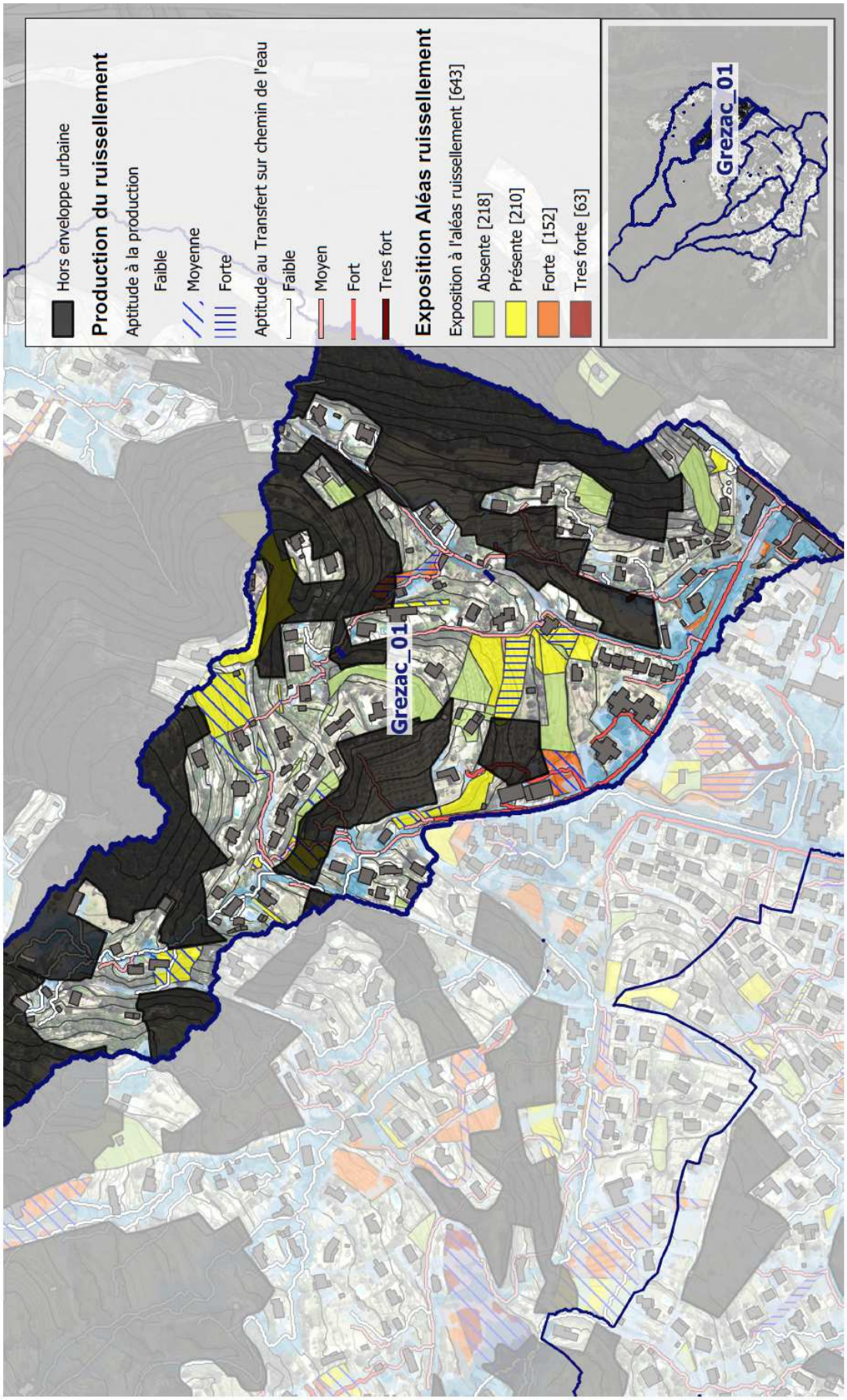
0 20 40 60 80 100 mètres

Sources : Modélisation des Débits sur la base de de régimes de Pluies et de Curve Number (CCEC) issu du MOS 2018 (Alisé géo)
Carte des Zones d'inondation Potentielles établies par Modélisation à partir du MNT Lidar (Alisé Géo)

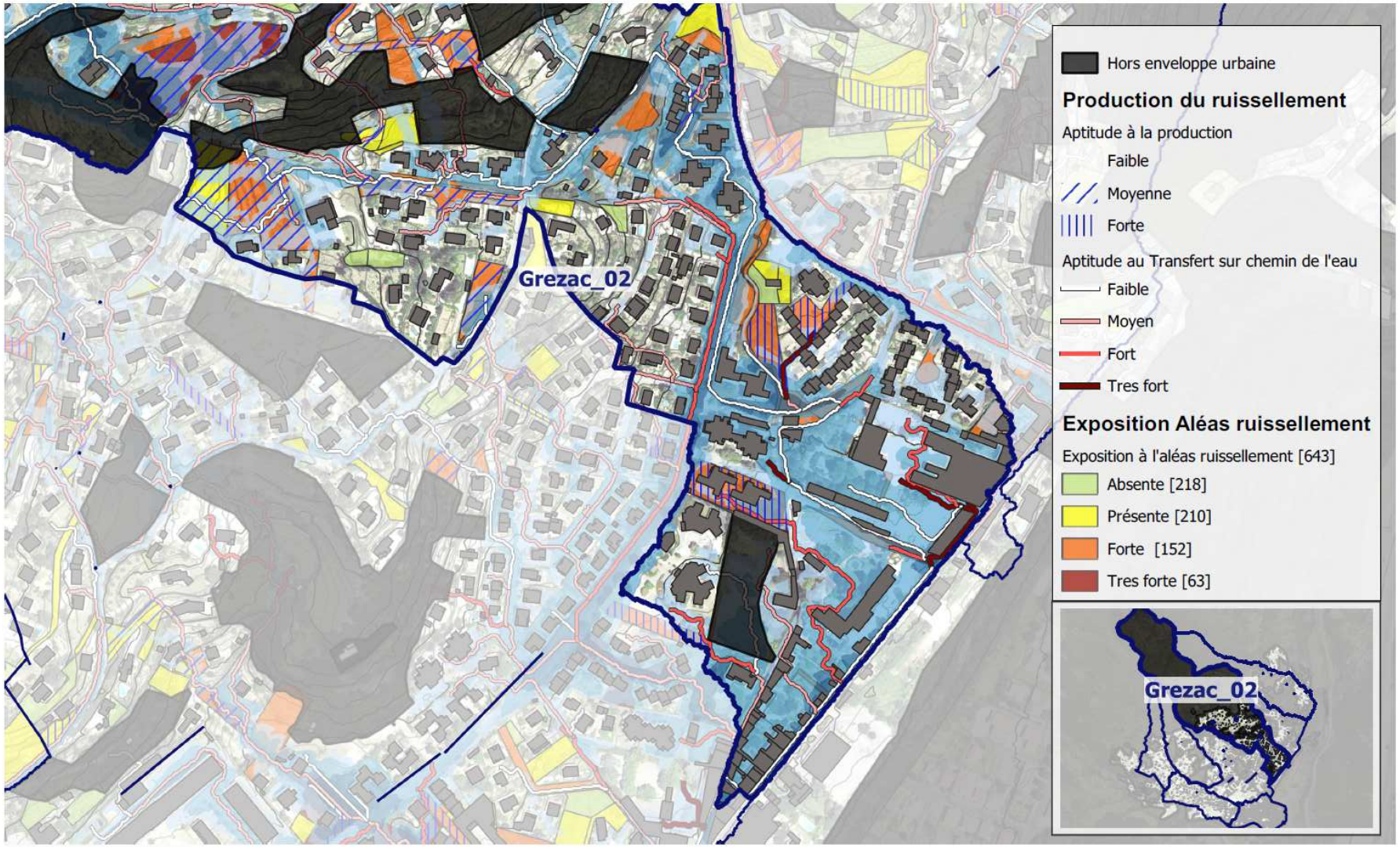
ALISÉ GÉOMATIQUE

Alisé Géomatique, Novembre 2022

Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production

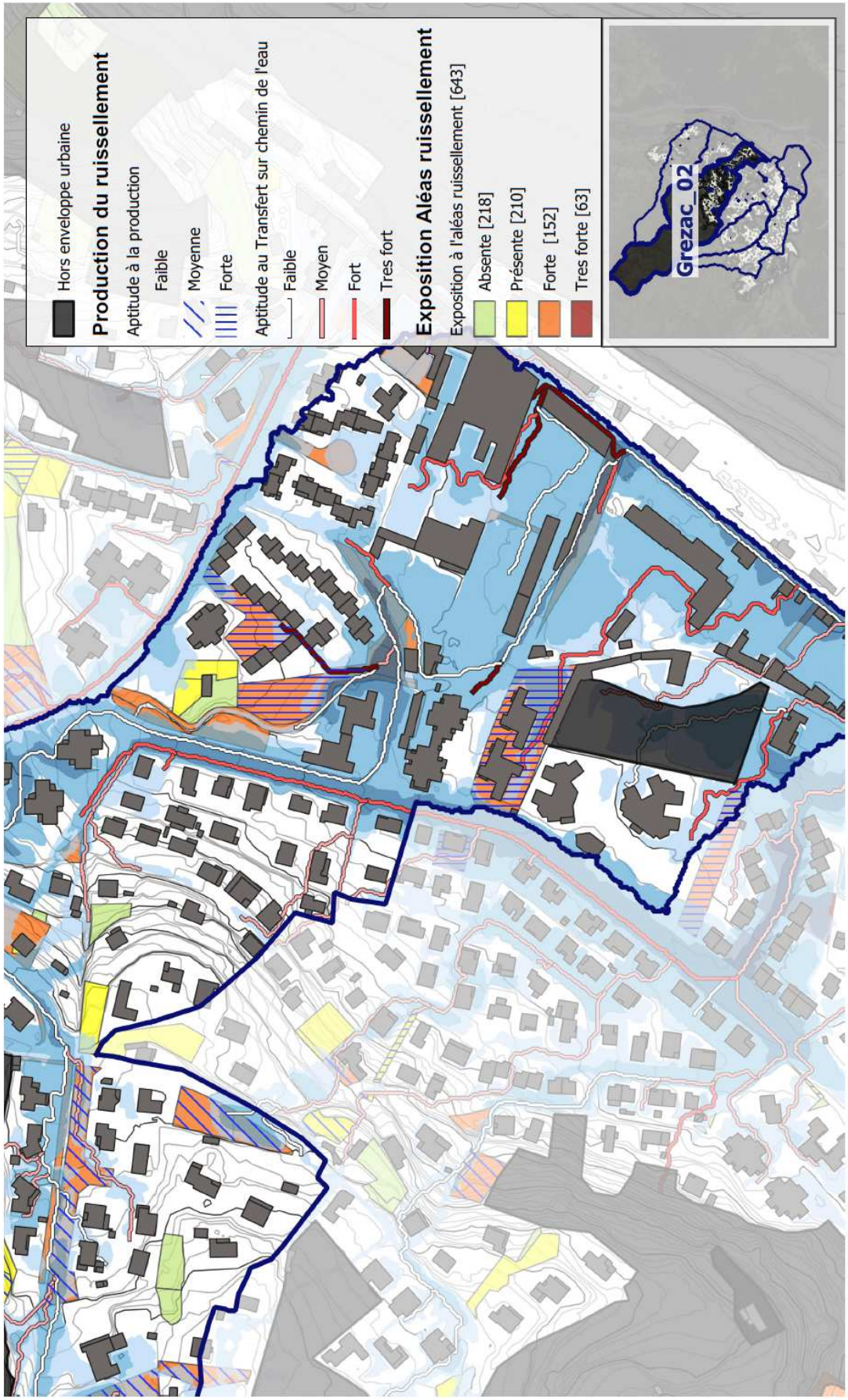


Sources : Modélisation des Débits sur la base de de régimes de Pluies et de Curve Number (CCEC) issu du MOS 2018 (Alisé géo)
Carte des Zones d'inondation Potentielles établies par modélisation à partir du MNT 25m (Alisé Geo)

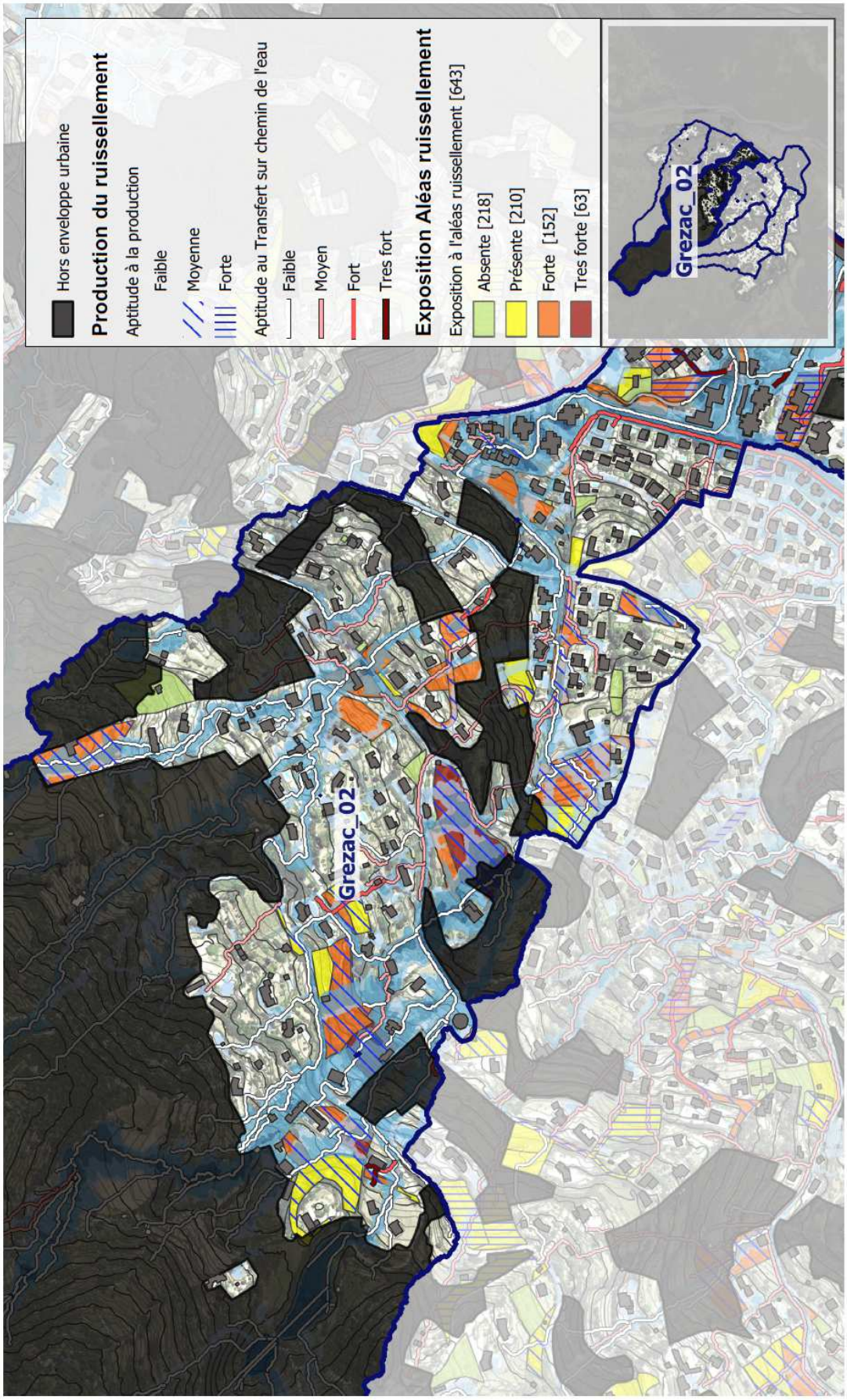
ALISÉ GÉOMATIQUE

Alisé Géomatique, Novembre 2022

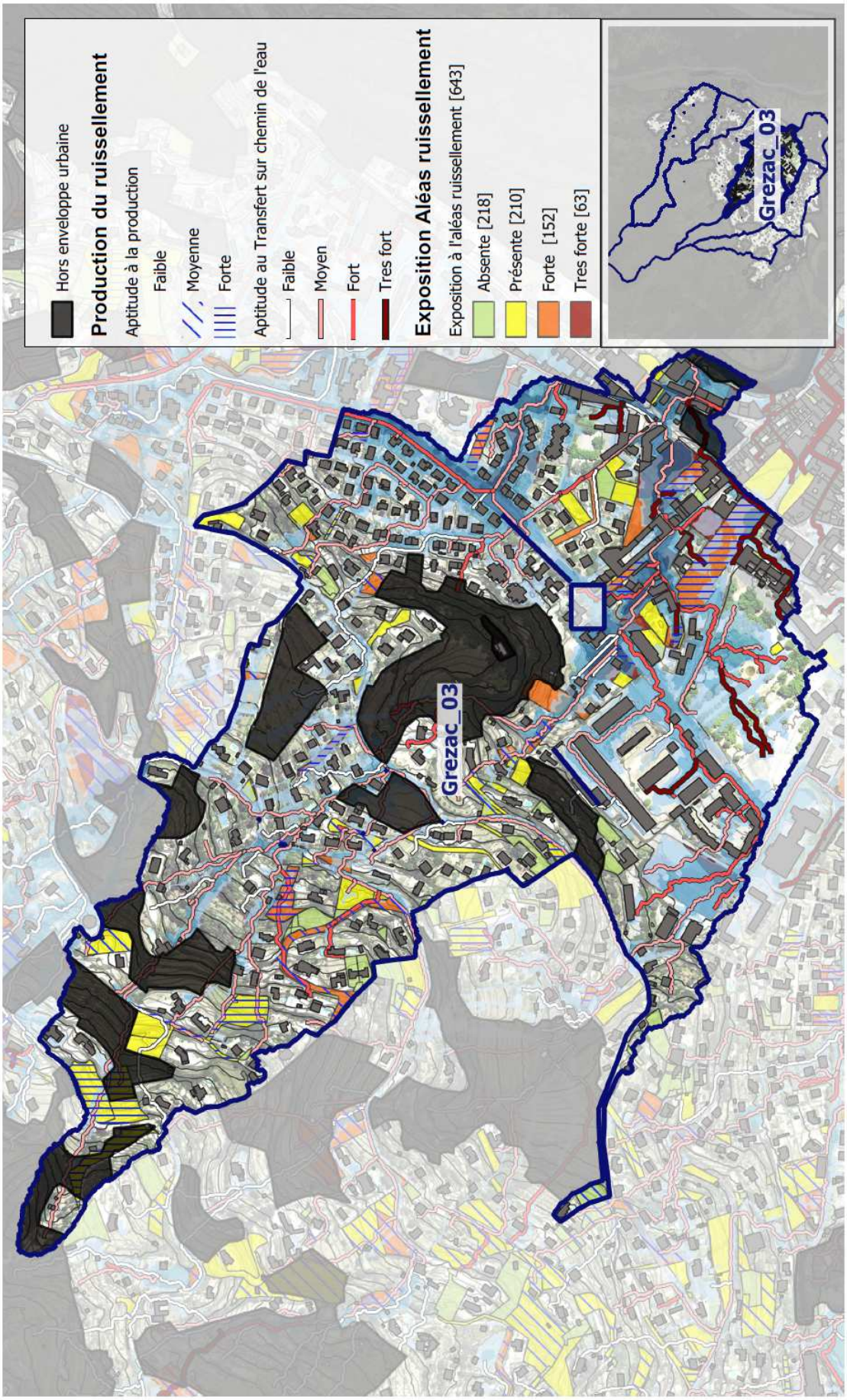
Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



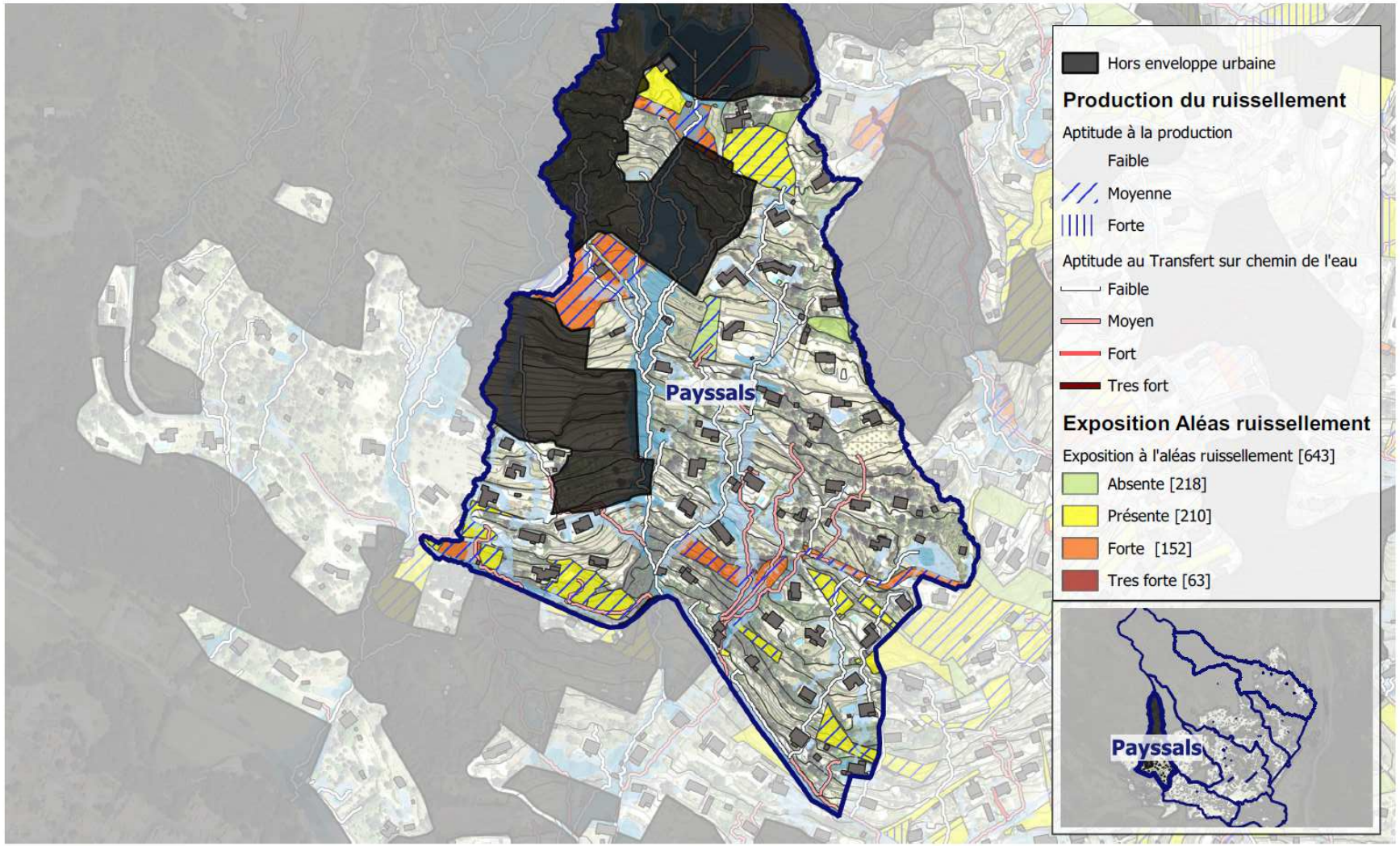
Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



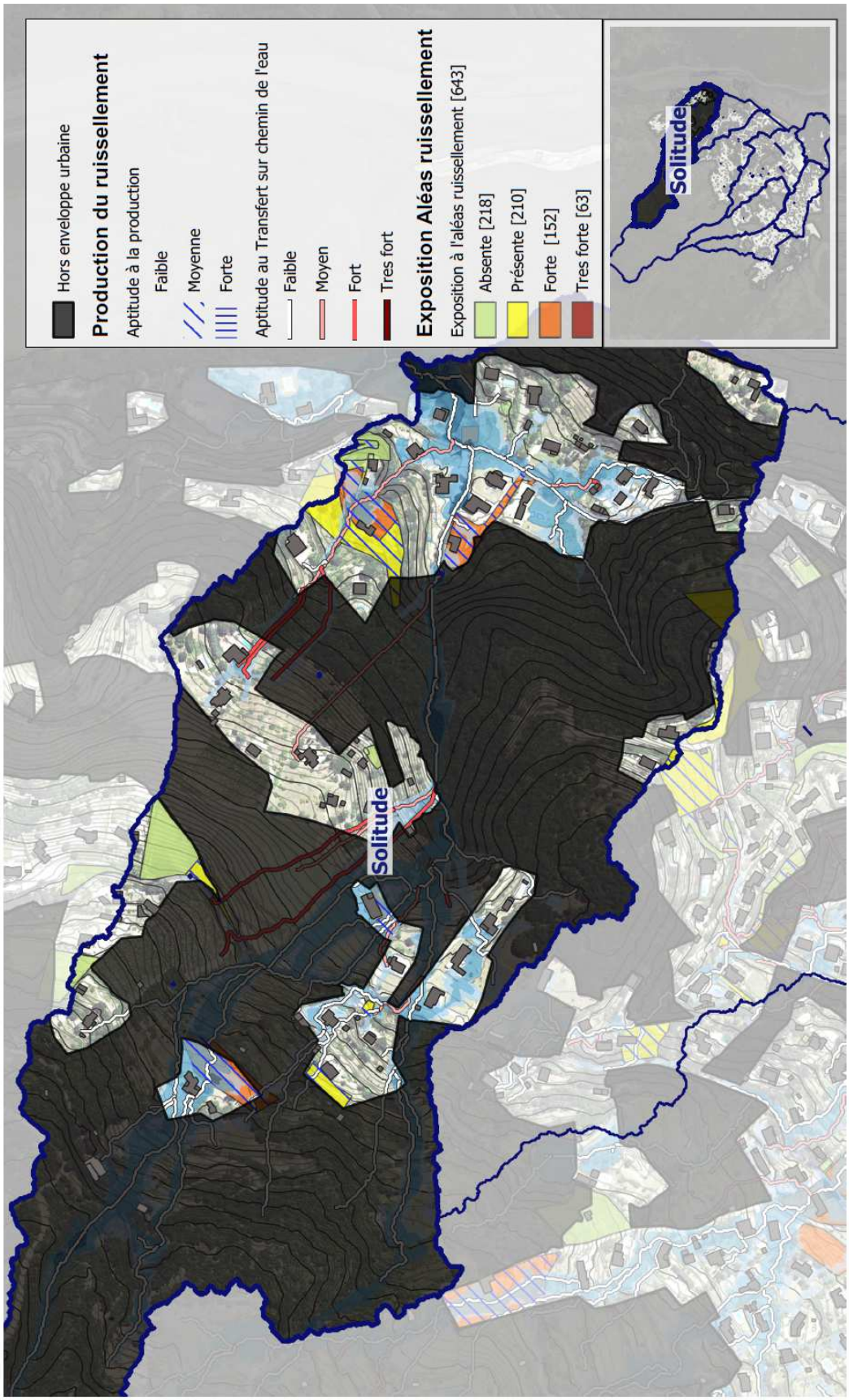
Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



Sources : Modélisation des Débits sur la base de de régimes de Pluies et de Curve Number (CCEC) issu du MOS 2018 (Alisé géo)
Carte des Zones d'inondation Potentielles établies par Modélisation à partir du MNT Lidar (Alisé Géo)

Alisé Géomatique, Novembre 2022

Carte de l'aléas Ruissellement sur les espaces non Bati : Exposition et Production



4.5.4 Règles d'urbanisme proposées et ventilation

4.5.4.1 Les différents leviers, à ventiler dans le PLU

Suite à une présentation des objectifs et priorités à l'équipe d'Urban project, ils ont été chargé d' établir la liste de règles qui pourraient être inscrite dans le document.

Elles ont été choisies, selon les priorités suivantes :

- Répondre au double objectif de limitation de l'aléas, et de non exposition à celui-ci
- D'offrir une réponse graduelle, adaptée au niveau de risque,

Le tableau suivant résume la liste des 12 règles proposées. Il met en évidence celles qui sont à privilégier, pour la non aggravation du risque.

	Liste préconisation
	1. Elévation du premier plancher
	2. Coefficient d'espace libre de pleine terre
	3. Prescription de traitement de l'emprise bâtie et des espaces libres de pleine terre
	4. Traitement des clôtures
	5. Traitement du végétal : espaces libres et clôtures
	6. OAP : Renaturation des berges
	7. Encadrement des déblais et remblais
	8. Réglementation autour des aménagements pour la rétention d'eau
	9.Réglementation autour des destinations en rez de chaussée de bâti
	10. Travail de recul des constructions par rapport aux voiries
	11. Techniques constructives des pilotis
	12. Interdiction de construire le long des cours d'eau

Préconisation pour limiter la production du ruissellement

Tableau : liste des préconisations à ventiler sur les parcelles

Le détail de chaque préconisation est fourni en annexe

4.5.4.2 La ventilation des règles proposées

Le tableau de synthèse ci-dessous, est le fruit de ce long travail méthodologique.

Il permet d'envisager les limites à la constructibilité, ou régles d'urbanisme, applicable sur l'ensemble des dents creuses, du territoire d'étude, selon la grille de lecture croisée suivante :

Contribution à l'aléas ruissellement et Transfert

Exposition à l'Aléas ruissellement — INDICE MULTICRITERE	A - Faible	B - Moyen	C - Fort
0 - Absente	0 A 2 | 4 | 5	0 B 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8	0 C 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8
1 - Présente	1A 1 | 2 | 4 | 5 | 7 | 8 | 12	1 B 1 | 2 | 3 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 12	1 C 1 | 2 | 3 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 12
2 - Forte	2 A DECLASSER ou 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 9 | 10 | 11 | 12	2 B DECLASSER ou 1 à 12	2 C DECLASSER ou 1 à 12
3 - Tres forte	3 A DECLASSER	3 B DECLASSER	3 C DECLASSER

En guise de synthèse, ce sont potentiellement :

- **218 parcelles soit 6.26 ha hectares**, qui ne sont pas exposées à l'aléas ruissellement. Même non exposées, elles contribuent aux écoulements, et tout particulièrement les parcelles ou l'aptitude au transfert / production du ruissellement est forte. Elles sont mobilisables, selon des règles minimales de non aggravation,

- **210 parcelles soit 14,10 hectares**, sont exposées à un aléas. Meme faible, les régles y sont renforcées, et ce d'autant qu'elles contribuent pour certaines fortement au transfert / production du ruissellement

- **152 parcelles soit 10.61 hectares**, sont exposées à un aléas fort. Cette classe est à la fois étendue et la plus délicate. Nous proposons de les déclasser, selon un principe de précaution. SI toutefois elles étaient maintenues constructibles, il convient d'appliquer la quais totalité des préconisations, et ce tout particulièrement pour les parcelles, qui contribuent fortement au transfert / production du ruissellement.

- **63 parcelles, soit 2,41 hectares** qui seraient à déclasser

Pour tout renseignement, merci de nous contacter
aux coordonnées ci-dessous :

Alisé géomatique
Allée du Terral, 34430 St JEAN DE VEDAS
Tél/fax : 04.67.42.61.00 - E mail : contact@alise-geomatique.fr

Annexes :

- Fiches ouvrages
- Compte rendu d'entretien avec les services techniques
-