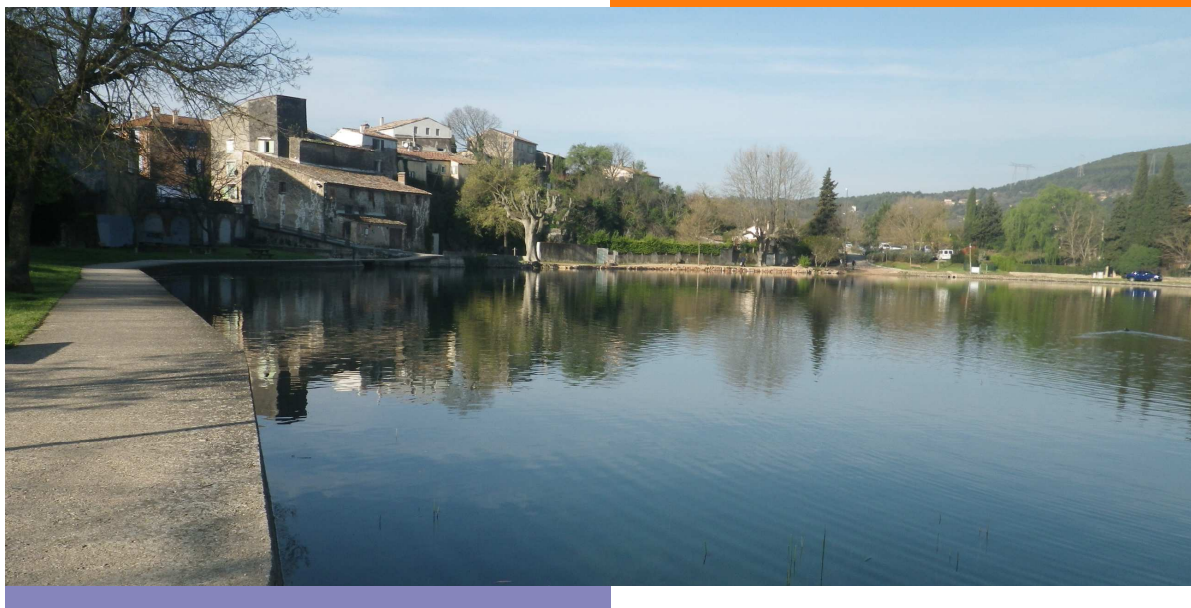




RAPPORT

Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial

Phase 2– Diagnostic

Octobre 2017

Commune de Besse-sur-Issole



CLIENT

RAISON SOCIALE	Commune de Besse-sur-Issole
COORDONNÉES	Hôtel de Ville 15, Bd Paul Bert 83890 Besse-sur-Issole Tél. +33 4 94 69 70 04
INTERLOCUTEUR (nom et coordonnées)	Monsieur MAZEYRAT Tél. +33 4 94 69 70 04 Adjointurba.besse@orange.f

SCE

COORDONNÉES	30 Avenue de Rome, 83 500 LA SEYNE-SUR-MER44262 Tél. +33 4 98 00 67 52 E-mail : sce@sce.fr
INTERLOCUTEUR (nom et coordonnées)	Monsieur Humbert Lucas Tél. +33 4 98 00 27 44 E-mail : lucas.humbert@sce.fr

RAPPORT

TITRE	Rapport de phase 2 : Elaboration du schéma directeur d'assainissement pluvial
NOMBRE DE PAGES	63
NOMBRE D'ANNEXES	0
OFFRE DE RÉFÉRENCE	81729
N° COMMANDE	

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	RÉVISION DU DOCUMENT	OBJET RÉVISION	DE LA	RÉDACTEUR	CONTRÔLE QUALITÉ
170068		Édition 1			LHM	OVI
170068		Édition 2	Ajout du volet qualitatif		LHM	OVI

Sommaire

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	7
2. OBJET DU RAPPORT	9
3. VISITE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	10
4. DEVELOPPEMENT D'UN MODELE D'ECOULEMENT	14
4.1. Principe général de la modélisation.....	14
4.2. Définition des sous-bassins versants.....	15
4.3. Données climatologiques	19
5. MODELE HYDRAULIQUE	21
5.1. Analyse quantitative.....	21
5.1.1. Mode opératoire retenu	21
5.1.2. Conditions aux limites du modèle.....	26
5.1.3. Calage et validation du modèle	26
5.1.4. Résultats des modélisations.....	26
5.1.5. Diagnostic par secteur et propositions d'aménagements	32
5.1.5.1. Quartier du Lac.....	35
5.1.5.2. Quartier du Lacquet (La rouge)	38
5.1.5.3. Quartier au niveau de la rue Notre Dame	41
5.1.5.4. Quartier Saint Pierre.....	45
5.1.5.5. Quartier Docteur Roux	49
5.2. Analyse qualitative	53
5.2.1. Préambule	53
5.2.2. Origine de la pollution pluviale	53
5.2.3. Diagnostic sur la commune	53
5.2.3.1. Le réseau.....	53

5.2.3.2. Le milieu récepteur	54
5.2.3.3. Source de pollution potentielles	54
5.2.3.4. La qualité du milieu récepteur	56
5.2.3.5. La baignade	57
5.2.4. Méthode de quantification de la pollution pluviale	58
5.2.5. Résultats de la simulation	59
5.2.6. Limite de la simulation et propositions	61
5.2.7. Mesures à prendre en compte dans la phase 3	62

Table des figures

Figure 1 : Augmentation du débit de pointe associée à une pluie donnée du fait de la réduction du temps de réponse du bassin versant. (Source : GRAIE, Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants, que fait-on des eaux pluviales, journée d'information Drôme-Ardèche, GRAIE, 18 septembre 2007).....	7
Figure 2 : MNT par LIDAR réalisé en Mai 2017 par la société OPSIA en complément du MNT de 2014.....	9
Figure 3 : Localisation des « points noirs » sur la commune.....	10
Figure 4 : Délimitation des principaux bassins versants drainés.....	16
Figure 5: Pluie-projet.....	20
Figure 6: Illustration du principe du couplage 1D/2D.....	21
Figure 7 : Schéma numérique de Saint-Venant.....	24
Figure 8 : Limite de l'emprise du modèle 1D/2D et localisation des points d'injection du modèle	25
Figure 9 : Enveloppe de la crue centennale sur la commune de Besse-sur-Issole	27
Figure 10: Hauteurs d'eau - T=2 ans.....	28
Figure 11: Hauteurs d'eau - T=5 ans.....	29
Figure 12: Hauteurs d'eau - T=10 ans.....	30
Figure 13: Hauteurs d'eau - T=100 ans.....	31
Figure 14: Emprises inondées pour les différentes périodes de retour et positionnement des PHE de 1999 comparées avec les hauteurs obtenues avec le modèle.....	33
Figure 15: Localisation des hydrogrammes présentés.....	34
Figure 16 : Localisation des éléments du réseau dans le quartier du Lac.....	35
Figure 17 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartier du Lac	36
Figure 18 : Hydrogramme de crue à la sortie de la buse diamètre 800	37
Figure 19 : Impact de l'aménagement des ZAU sur le quartier des Hauts du Lac sur les débits décennaux.....	37
Figure 20 : Propositions d'aménagement – A affiner en fonction des emprises foncières (surfaces cultivées de vigne importante).....	38
Figure 21 : Localisation des éléments du réseau au niveau des quartiers du Lacquet	39

Figure 22 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartiers rue Notre Dame.....	40
Figure 23 : Propositions d'aménagement.....	41
Figure 24 : Photographie de l'intersection du réseau du lac avec le Cal de l'Issolette	42
Figure 25 : Localisation des éléments du réseau au niveau des quartiers situés au niveau de la rue Notre Dame.....	42
Figure 26 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartiers rue Notre Dame.....	43
Figure 27 : Hydrogramme de crue au niveau du canal de l'Issolette et du ruisseau Notre Dame en aval de la D13.....	44
Figure 28 : Photographie de la zone posant un problème d'évacuation des débits.....	44
Figure 29 : Localisation des éléments du réseau au niveau des quartiers Saint Pierre.....	45
Figure 30 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartiers Saint Pierre	46
Figure 31 : Hydrogramme de crue au niveau du canal de l'Issole avant son passage en souterrain et avant le déversement du réseau sur celui du collège Frédéric Montenard.	47
Figure 32 : Photographie de la zone posant un problème d'évacuation des débits.....	47
Figure 33 : Impact de l'aménagement des ZAU sur le quartier de Saint Pierre sur les débits décennaux.....	48
Figure 34 : Propositions d'aménagement.....	49
Figure 35 : Localisation des éléments du réseau au niveau du quartier sur la rue Docteur Roux	50
Figure 36 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartier au niveau de la rue Docteur Roux	51
Figure 37 : Hydrogramme de crue au niveau du fossé enherbé du collège Frédéric Montenard à l'Ouest de l'Abri du Poète.....	51
Figure 38 : Propositions d'aménagement.....	52

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

La question des eaux pluviales et plus globalement météoriques, du fait des débordements des réseaux hydrographiques en crue, est une problématique pointée de manière récurrente par les élus du territoire. Si cet enjeu se manifeste de manière très concrète à travers les épisodes pluvieux qui inondent les quartiers situés dans les points bas des villes, il fait référence dans le même temps à de nombreuses problématiques de développement urbain.

Cela a induit des impacts très importants sur le cycle naturel de l'eau dont les principaux sont repris ci-dessous :

- ▶ L'imperméabilisation des sols, à la fois dans le domaine privé (construction) et dans le domaine public (infrastructure), a augmenté de manière importante les volumes d'eau de ruissellement à traiter et à évacuer par le réseau hydrographique.
- ▶ L'accélération des écoulements : les caractéristiques physiques (pente, encombrement, sinuosité, longueur de ruissellement, etc.) du réseau hydrographique naturel sont sensiblement différentes du réseau artificiel créé par l'homme (direct, souvent surdimensionné en amont, pente confortable, etc.). Ces changements provoquent une nette augmentation des vitesses d'écoulement et une diminution du temps de réponse des bassins versants, induisant une augmentation des débits de pointe, et donc des risques d'inondation si le bassin versant concerné y est sensible.

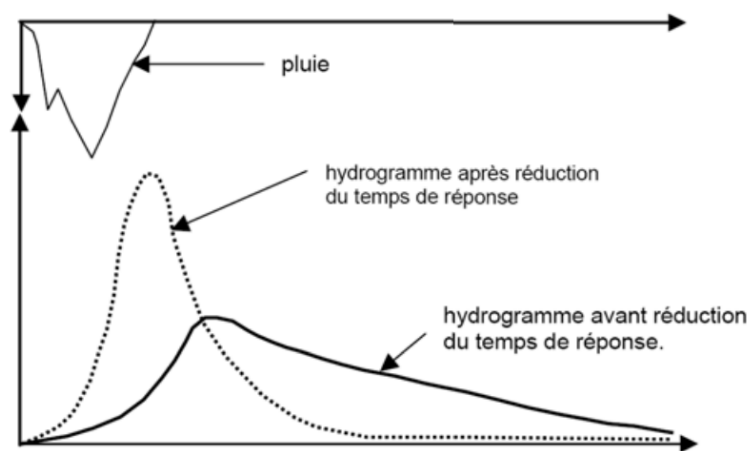


Figure 1 : Augmentation du débit de pointe associée à une pluie donnée du fait de la réduction du temps de réponse du bassin versant. (Source : GRAIE, Gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants, que fait-on des eaux pluviales, journée d'information Drôme-Ardèche, GRAIE, 18 septembre 2007)

- ▶ Les obstacles à l'écoulement : certaines infrastructures (routes, ponts, voies ferrées, etc.) peuvent modifier considérablement l'écoulement des eaux superficielles. Construits généralement en remblai ou en déblai par rapport au terrain naturel, ces obstacles peuvent constituer de véritables digues ou canaux.
- ▶ L'artificialisation des rivières et des conditions de collecte et d'évacuation des ruissellements: Les cours d'eau progressivement busés, canalisés et enterrés suite à la croissance de l'urbanisation ont perdu leurs possibilités naturelles de débordement en cas de crue ou d'événement pluvieux exceptionnel. De la même manière, le recours au « tout-tuyaux » limite les capacités intrinsèques d'écoulement en oubliant les risques induits par un sous-dimensionnement de ces collecteurs. Cela peut se révéler catastrophique tant au niveau écologique qu'au niveau matériel et humain. Par ailleurs, la disparition de tout contact entre

les habitants et les eaux météoriques (pluviales, des cours d'eau) entraîne petit à petit la perte de la culture de l'eau chez les citoyens.

- ▶ La pollution des milieux récepteurs : Pour certaines communes, la pollution spécifique (métaux lourds, hydrocarbures, etc.) des rejets urbains, véhiculée par les eaux de ruissellement par temps de pluie génère une pollution non négligeable des milieux récepteurs sensibles et peut fortement les dégrader. De nombreuses études menées depuis les années 1970 ont démontré l'importance de la contamination des rejets urbains par temps de pluie et leur impact néfaste sur le milieu naturel.

Un zonage pluvial doit être établi en vertu du Code général des Collectivités territoriales (art. L224.10) tout comme des actions de gestion patrimoniale du réseau doit participer en corollaire du schéma directeur à une gestion raisonnée et responsable des eaux pluviales sur le territoire de Besse-sur-Issole.

Le zonage assainissement. Article L2224-10 du CGCT (extraits)

« **Les communes** ou leurs établissements publics de coopération **délimitent**, après enquête publique :

1° les zones d'assainissement collectif (...) ;

2° Les zones relevant de l'assainissement non collectif (...) ;

3 ° Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;

4° Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations **pour assurer la collecte, le stockage** éventuel et, en tant que de besoin, **le traitement des eaux pluviales** et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement. »

Dans ce cadre, la commune de Besse-sur-Issole a mandaté SCE pour élaborer le Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial ou Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluvial.

Notre programme d'intervention pour la réalisation du schéma directeur se décomposera en **quatre phases** :

- ▶ **Phase 1** : Etat des lieux du système pluvial et analyse de la situation existante ;
- ▶ **Phase 2** : Diagnostic du système pluvial, étude et modélisation des écoulements ;
- ▶ **Phase 3** : Etude des solutions et schéma directeur pluvial ;
- ▶ **Phase 4** : Mise à l'enquête publique

Le présent document constitue le **rapport de phase 2 du schéma directeur**.

Ce rapport est **indissociable** du « **Rapport de phase 1 – Etat des lieux du système pluvial** » et analyse de la situation existante. Il présente, outre la présentation des conditions actuelles d'évacuation des eaux pluviales, des premières propositions d'aménagement.

2. OBJET DU RAPPORT

Le présente le rapport présente le diagnostic sur l'état du réseau de collecte d'eaux pluviales qui s'inscrit dans la démarche de réalisation du Schéma directeur d'Assainissement Pluvial de la Commune de Besse-sur-Issole.

Ce rapport s'appuie sur l'enquête de terrain menée en phase 1 et ayant pour objectif :

- ▶ La compréhension des phénomènes de propagation des ruissellements en identifiant le réseau de collecte primaire pluvial, le réseau d'irrigation ainsi que les zones de rétention et les exutoires du réseau
- ▶ De connaître les secteurs où des débordements du réseau pluvial ont été constatés et les points de plus hautes eaux connus.

Cette analyse nous permet de quantifier les ruissellements traversant le secteur d'étude, évaluer les capacités hydrauliques du réseau pluvial et estimer les hauteurs d'eau et largeurs des écoulements. Les dysfonctionnements hydrauliques sur l'état existant mis en évidence seront analysés et des solutions seront proposées en phase 3 pour les limiter ou les supprimer.

Le manque de données topographiques sur le secteur d'études a nécessité la réalisation d'un complément au Modèle Numérique de Terrain disponible de 2014 par relevé LIDAR. Cette prestation a été réalisée par la société OPSIA, société de géomètres experts.

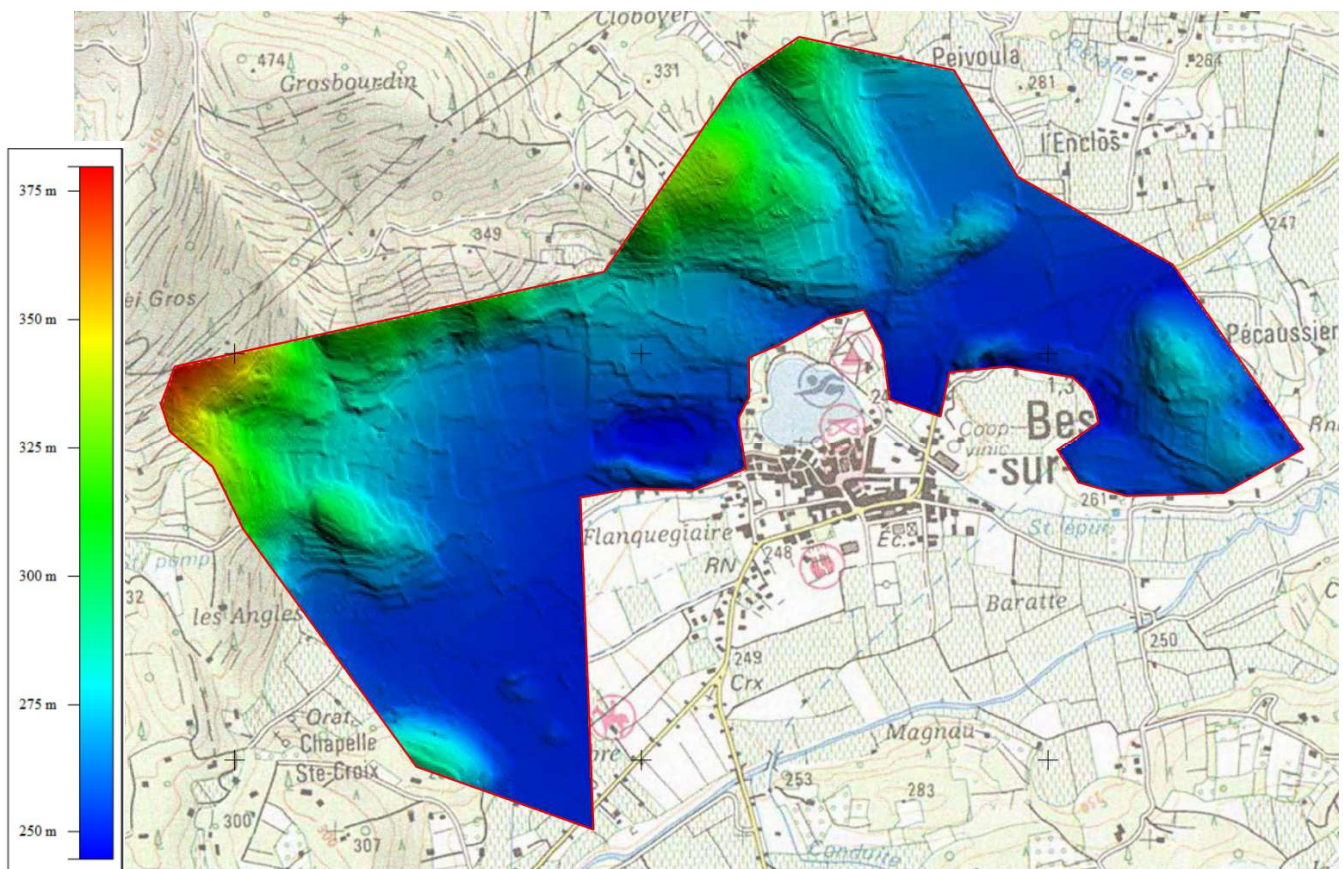


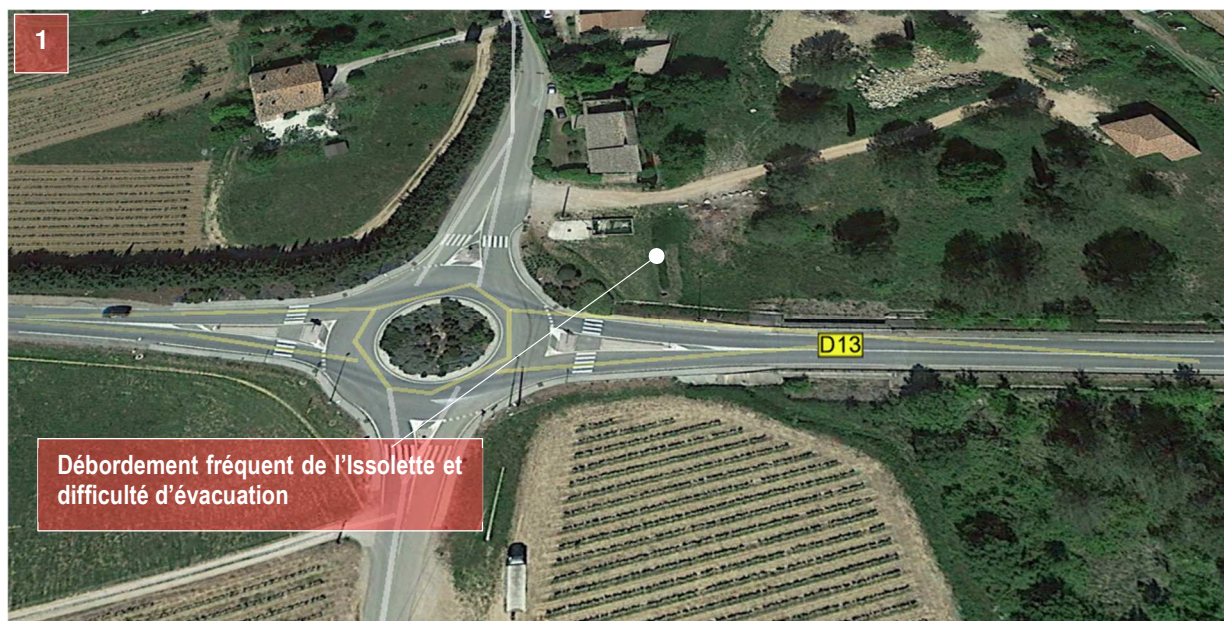
Figure 2 : MNT par LIDAR réalisé en Mai 2017 par la société OPSIA en complément du MNT de 2014

3. VISITE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

L'enquête de terrain et la rencontre avec les personnes ressources lors de la phase 1 ont permis de mettre en évidence les principaux « points noirs » sur le réseau pluvial de la commune de Besse-sur-Issole.



Figure 3 : Localisation des « points noirs » sur la commune







4. DEVELOPPEMENT D'UN MODELE D'ECOULEMENT

4.1. Principe général de la modélisation

Pour mener l'analyse hydraulique sur le territoire Bessois, le modèle pluie-débit utilisé est constitué avec le module hydrologique du **logiciel XP-SWMM**.

Ce modèle permet d'établir des débits de pointe et hydrogrammes ruisselés comparables à ceux préconisés par le référentiel hydrologique du bassin versant de l'Argens.

Le modèle XP-SWMM offre la possibilité de réaliser plusieurs types de calculs hydrologiques. Il est possible de choisir parmi plusieurs modèles de transformation Pluie-Débit capables de décrire le processus de ruissellement de surface à partir d'approches simplifiées ou d'approches plus complètes.

Pour notre modèle, la fonction de production sur les impluviums naturels est basée sur la formulation du SCS (Soil Conservation Service).

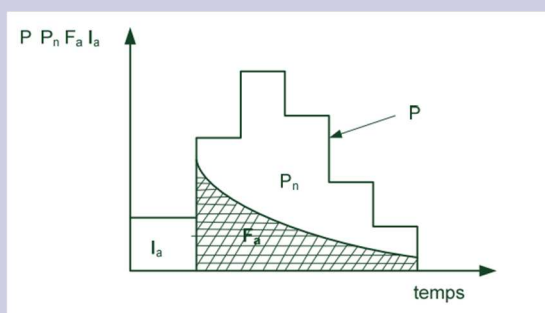
Explication de la méthode SCS :

Cette méthode très employée en hydrologie permet de faire intervenir directement l'état du sol et son état de saturation. La méthode du SCS nécessite des connaissances sur les éléments suivants :

- ▶ Les données concernant les caractéristiques des précipitations et des tempêtes de la région
- ▶ Les valeurs de l'utilisation ou de la couverture du sol, du traitement ou de la méthode de conservation, des conditions hydrologiques et des caractéristiques du sol dans la région, représentées par le numéro de courbe des précipitations (CN).

Le service de conservation du sol a développé en 1972 une méthode pour l'évaluation des pertes par infiltration à la suite d'une averse.

Dénotons par P la hauteur brute de l'averse en mm, P_n la hauteur nette de l'averse en mm, I_a les pertes initiales avant le début du ruissellement en mm, S la rétention potentielle maximale sur le bassin après le début du ruissellement en mm, F_a l'infiltration après le début du ruissellement., soit :



$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_n}{P - I_a}$$

- ▶ Lorsque la pluie commence à tomber, il n'y a pas ruissellement immédiat. Des études ont montré que l'on pouvait estimer cette rétention initiale à $0.2 \cdot S$. On a donc :

$$Pn = \frac{(P - 0.25 S)^2}{P + 0.8 S} : \text{fonction dite de production}$$

Avec : $S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) [\text{mm}]$

- ▶ CN (Curve Number) est un coefficient de ruissellement qui est fonction de la nature du sol et de l'antécédent pluviométrique donnée par la bibliographie.
- ▶ Le débit de point q est ainsi calculé avec la formule suivante :

$$q = \frac{0.0028 A Pn}{\frac{D}{2} + 0.6 Tc}$$

Où : q = le débit de pointe du ruissellement (en m³/s)

A = aire du bassin hydrographique (ha)

Q = le volume de ruissellement (en mm par rapport au bassin hydrographique)

D = la durée de la tempête (h)

Tc = le temps de concentration (h)

4.2. Définition des sous-bassins versants

Les reconnaissances de terrains réalisées sur les bassins versants ont permis d'en préciser les caractéristiques suivantes :

- ▶ Perception de la topographie ;
- ▶ Repérage des contours et identification des exutoires ;
- ▶ Caractéristiques générales d'écoulement (facteurs naturels ou humains)

En prenant en compte ces informations, mais aussi l'organisation du réseau de collecte et les informations topographique disponibles (MNT 2014 et 2017), la définition des sous-bassins versant a été précisé.

Le secteur d'étude comprend cinq (5) bassins versant élémentaires (ou sous-bassin versant) définis sur la figure ci-dessous :

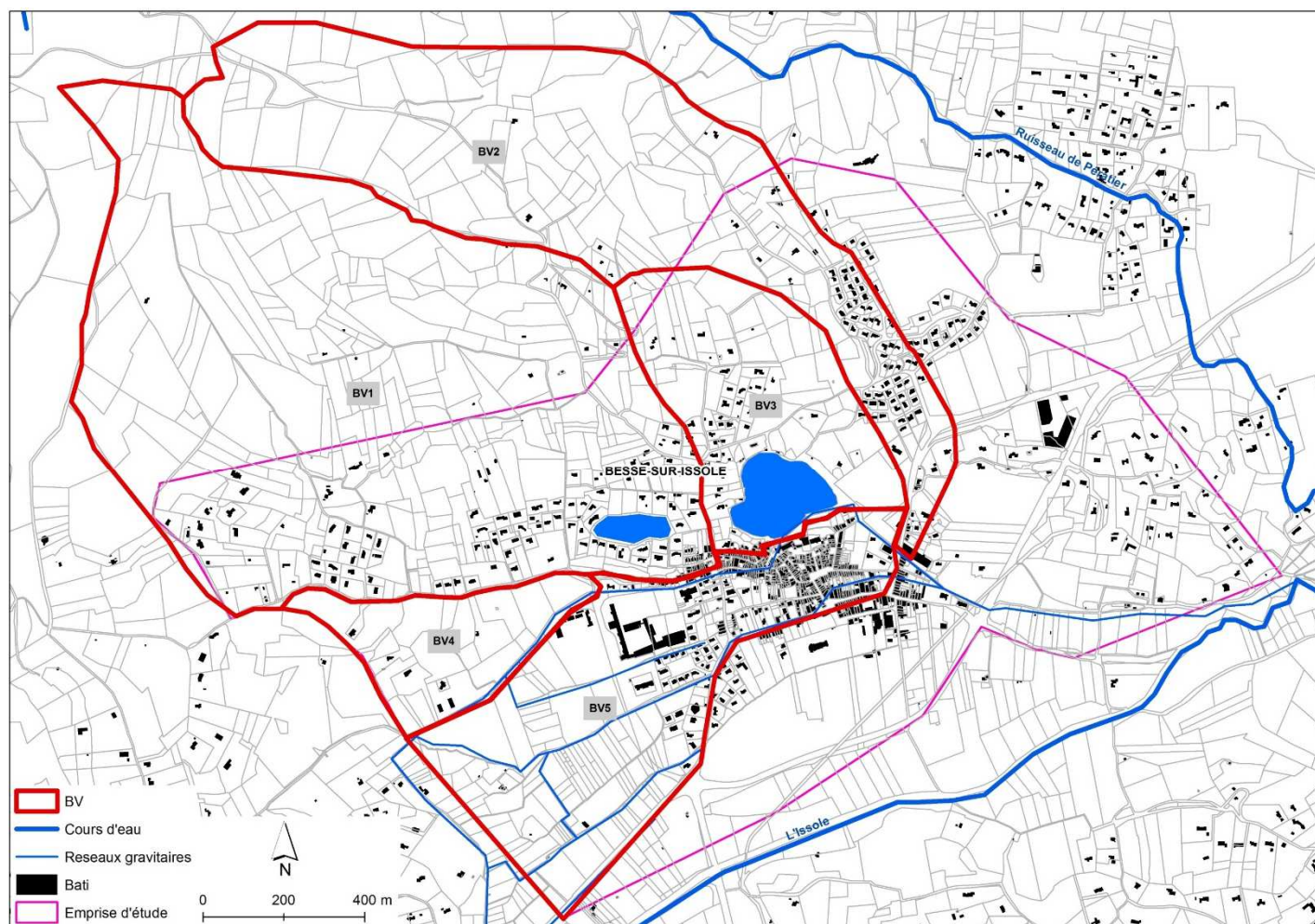


Figure 4 : Délimitation des principaux bassins versants drainés.

Les caractéristiques géomorphologiques de chaque sous-bassin versant ont pu être établies avec précision :

- ▶ Emprise en ha,
- ▶ Longueur hydraulique,
- ▶ Pente moyenne d'écoulement
- ▶ Temps de concentration moyen

Note : Le temps de concentration (T_c) des bassins versants correspond au temps mis par une goutte qui se trouve au point le plus éloigné du bassin versant pour parvenir à l'exutoire. Celui-ci a été calculé à l'aide de deux formules (Passini et Kirpich) puis moyenné.

Tableau 1: Caractéristiques des principaux bassins versants sur la commune de Besse-sur-Issole

Nom	Superficie (ha)	Altitude max (m)	Altitude min (m)	Chemin hydraulique (m)	Pente (m/m)	Tc (mn) Passini	Tc (mn) Kirpich	Tc (mn) moyen
BV1	135.4	491	257	2160	0.108	28.16	16.95	22.55
BV2	74.7	459	258	2526	0.080	28.39	21.53	24.96
BV3	30	332	258	850	0.087	13.92	8.99	11.46
BV4	14.7	299	257	867	0.048	14.82	11.44	13.13
BV5	46.1	258	248.8	1350	0.007	67.02	34.24	50.63

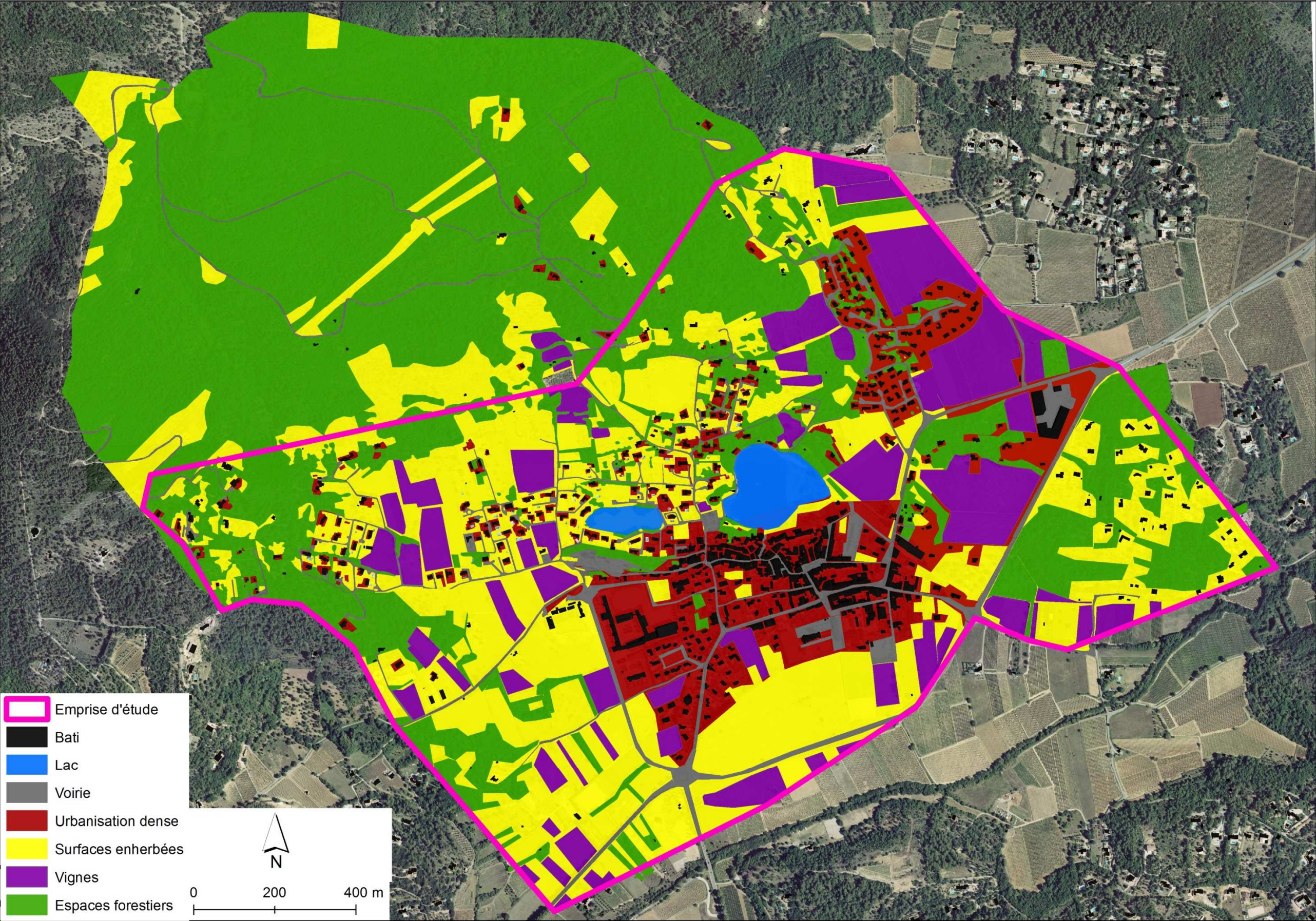
Par ailleurs, un coefficient de ruissellement (traduisant le degré d'imperméabilisation) a été attribué à chaque sous-bassin en fonction de la couverture de sol identifiée. Il s'agit ici du Curve Number, utilisé dans la méthode SCS, pour la modélisation hydrologique.

Pour cela, une cartographie de l'occupation des sols en état actuel a été réalisée sur la base des photographies aériennes, du parcellaire existant et des données récoltées sur le terrain.

Les différentes catégories d'utilisation du sol apparaissent dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2: Pourcentage d'occupation du sol par bassin versant

Pourcentage Occupations du sol	BV1	BV2	BV3	BV4	BV5	CN
Surfaces boisées	60 %	79 %	45 %	32 %	23 %	55
Surfaces enherbées	27%	10 %	29 %	44 %	38 %	60
Vignes	5 %	2 %	14 %	16 %	8 %	70
Urbanisation dense	4 %	5 %	8 %	4 %	23 %	80
Voirie	4 %	4 %	4 %	4 %	8 %	90



4.3. Données climatologiques

Dans le cadre du PAPI de l'Argens, un référentiel hydrologique et hydraulique a été établi (Action n°5) pour tous les cours d'eau du bassin versant de l'Argens.

L'analyse des pluies a été effectuée à partir des données des postes pluviométriques, pluviographiques et des lames d'eau radar. Une ligne méthodologique a été établie afin d'estimer les pluies par sous-bassin versant.

Le hyétogramme utilisé pour estimer le débit de pointe du bassin versant de Besse-sur-Issole dans le PAPI de l'Argens a été repris.

La pluie-projet respecte la règle suivante :

- ▶ le corps de pluie a une durée paramétrable égale à 12 heures dans notre modèle,
- ▶ la pointe de pluie a une durée correspondant à environ 20% de la durée totale de l'averse et une hauteur totale précipitée représentant environ 25% de la hauteur totale précipitée du corps de pluie.
- ▶ la pointe de pluie est centrée sur la durée de l'averse.

Lors de l'analyse des pluies, un rapport moyen entre les pluies de faible période retour et la pluie décennale a été établi.

- ▶ 2 ans : 0,54
- ▶ 5 ans : 0,83

Ce rapport a été gardé pour estimer les hauteurs de pluies sur ces périodes, données d'entrée du futur diagnostic pluvial.

Tableau 3: Hauteurs d'eau totales précipitées retenues pour l'étude - Pluie de 12h avec une durée intense de 2h

Hauteurs d'eau totales précipitées	
2 ans	115 mm x 0,54 = 62 mm
5 ans	115 mm x 0,83 = 95 mm
10 ans	115 mm
100 ans	183 mm

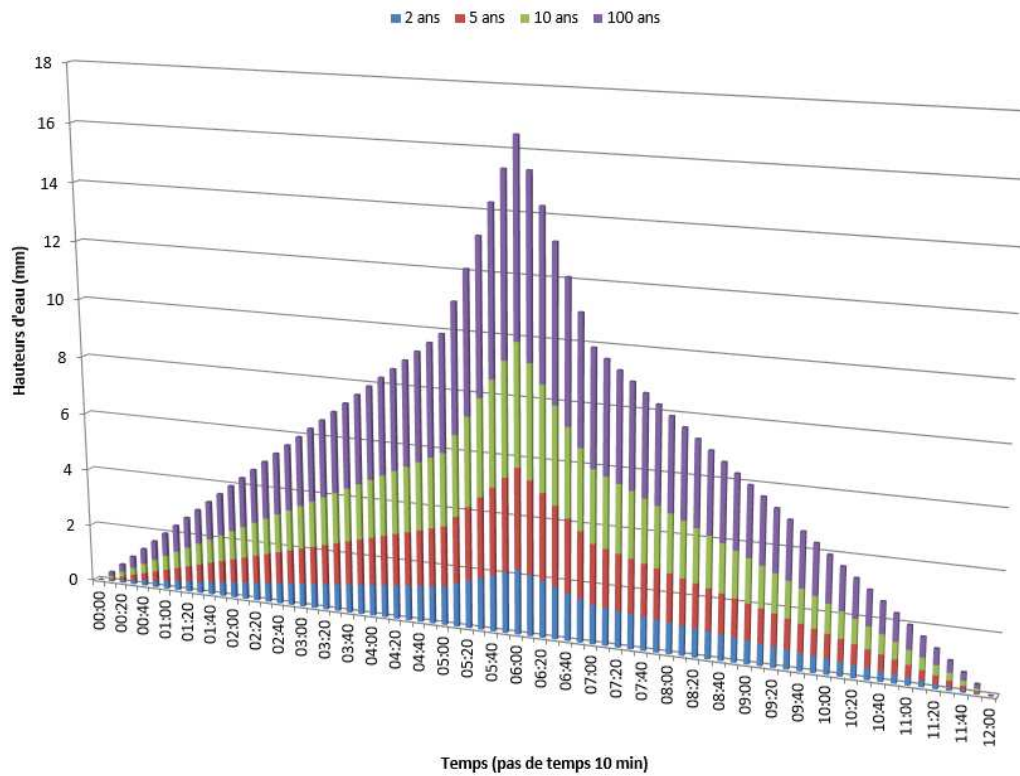


Figure 5: Pluie-projet

5. MODELE HYDRAULIQUE

5.1. Analyse quantitative

5.1.1. Mode opératoire retenu

Pour établir les caractéristiques d'évacuation des ruissellements sur le territoire d'étude pour des épisodes pluvieux d'occurrences fréquentes à rares, nous avons constitué un modèle d'écoulement 1D/2D à l'aide d'un logiciel de modélisation mathématique d'écoulement permettant simultanément :

- ▶ D'intégrer les enseignements de l'analyse pluie-débit,
- ▶ De modéliser la propagation des ruissellements au sein du réseau hydrographique intégrant les collecteurs, les digues, les ouvrages de franchissement,
- ▶ De représenter les conditions de submersion et de ressuyage au moyen d'un modèle couplé 1D/2D.

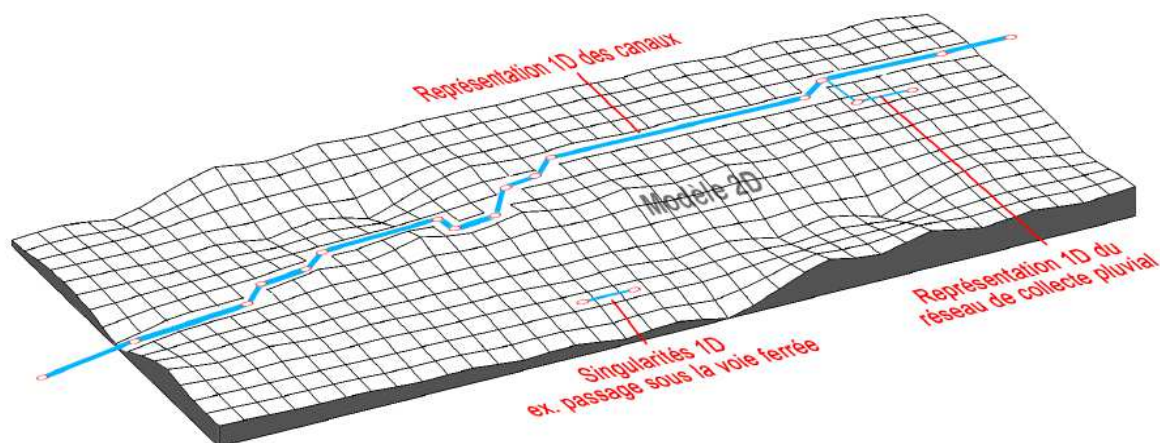


Figure 6: Illustration du principe du couplage 1D/2D

Le nombre de nœuds de calcul a été adapté à la transcription de la collecte des eaux pluviales :

- ▶ Prise en compte des modifications de pente (collecte enterrée et propagation en surface),
- ▶ Prise en compte des modifications de section,
- ▶ Prise en compte des singularités en surface (obstacles),
- ▶ Prise en compte des bassins d'orage et d'écêtement,
- ▶ Injection de débits...

Le modèle d'écoulement a été valorisé pour établir les crues d'occurrence :

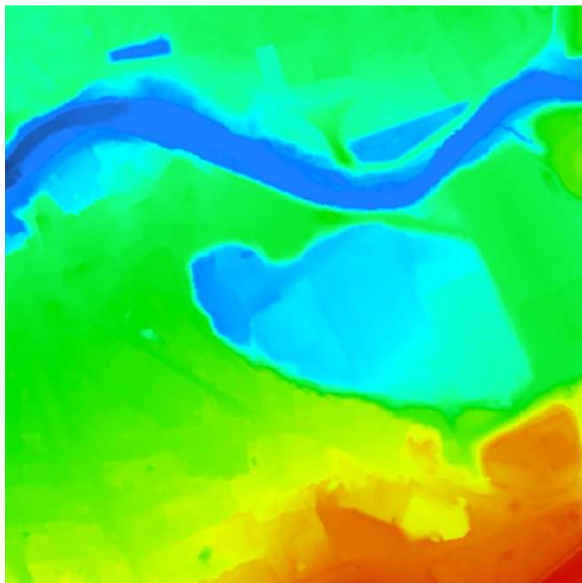
- ▶ 2 ans (crue courante),
- ▶ 5 ans (crue fréquente),
- ▶ 10 ans (crue fréquente à rare),

- ▶ 100 ans (crue de référence rare).

Les figures des pages suivantes présentent les différentes étapes de constitution du modèle d'écoulement.

Les lits mineurs des cours d'eau ainsi que les canaux d'irrigation sont représentés sous la forme d'une succession de profils en travers au sein d'un modèle filaire (1D).

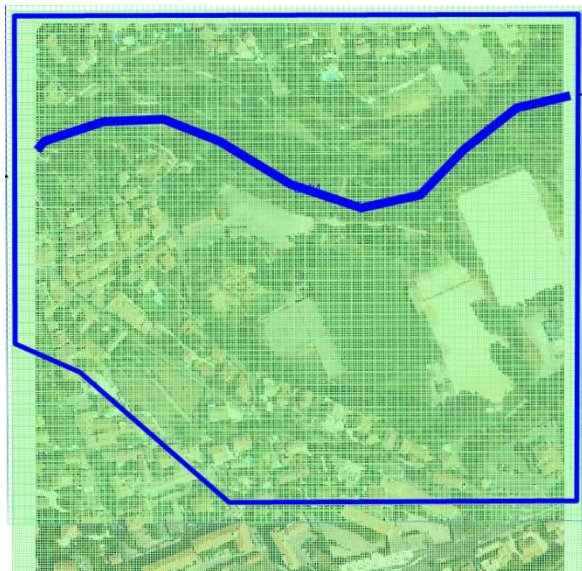
Les champs d'expansion des crues (lits majeurs) sont représentés sous la forme d'un modèle 2D permettant lors de son exploitation pour les quatre occurrences de déterminer de façon dense : les niveaux, hauteurs et vitesses atteints.



Analyse du MNT dans le progiciel TUFLOW



Analyse des conditions d'écoulement à partir des photos aériennes



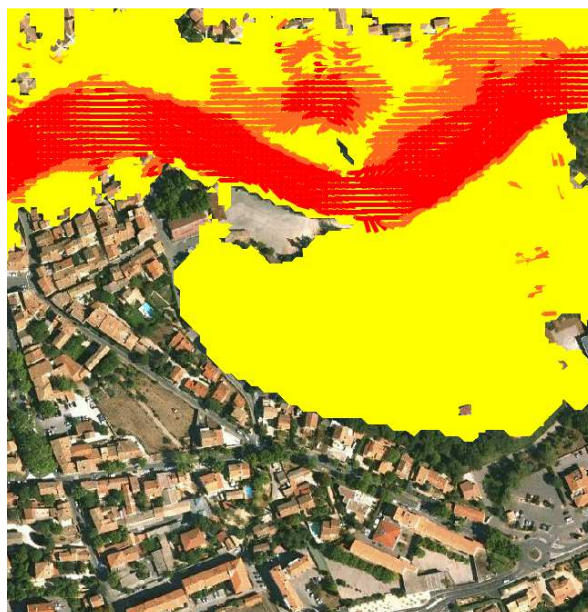
Définition du maillage de calcul, de l'aire d'étude en 2D et caractérisation des lits mineurs.



Prise en compte des bâtiments pour calculs hydrauliques de propagation. Définition des coefficients de rugosité.

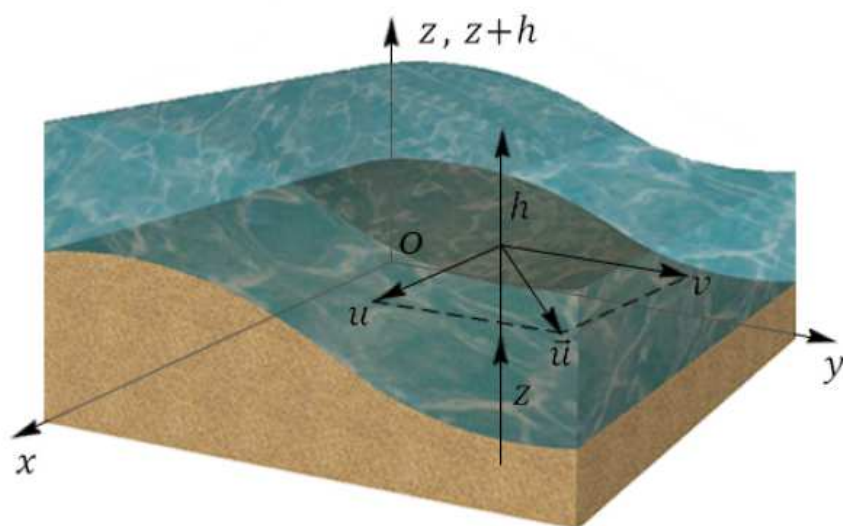


Résultats des modélisations – Hauteurs de submersion



Résultats des modélisations – Vitesses d'écoulement

XPSWMM sert à résoudre le système de Saint-Venant par la méthode aux différences finies. Le système de Saint-Venant est communément utilisé pour modéliser l'écoulement en eau peu profonde. On suppose que la couche d'eau est assez fine pour négliger l'échange de la vitesse et de l'accélération verticale de l'eau. Le logiciel XPSWMM est basé sur ce système sous sa forme unidimensionnelle et bidimensionnelle.



$$\begin{cases} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} + \frac{\partial hv}{\partial y} = P - I \\ \frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial (hu^2 + gh^2/2)}{\partial x} + \frac{\partial huv}{\partial y} = gh (S_{0x} - S_{fx}) \\ \frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial huv}{\partial x} + \frac{\partial (hv^2 + gh^2/2)}{\partial y} = gh (S_{0y} - S_{fy}) \end{cases}$$

avec $S_{0x} = -\frac{\partial z(x,y)}{\partial x}$ et $S_{0y} = -\frac{\partial z(x,y)}{\partial y}$

$g[m/s^2]$ est la constante de gravité,

$h[m]$ est la hauteur d'eau,

$u[m/s]$ (respectivement v) est la projection orthogonale de la vitesse d'eau selon la direction x (respectivement y),

$P(t, x, y)[m/s]$ est l'intensité de la précipitation,

$I(t, x, y)[m/s]$ est le taux d'infiltration de l'eau dans le sol,

$S_{fx}, S_{fy} \in \mathbb{R}^2$ sont les termes de frottement qui dépendent de la loi de frottement choisie,

S_{0x}, S_{0y} sont les pentes selon x et y , elles sont égales aux valeurs opposées de la variation de la topographie selon x et y ,

$z(x, y)[m]$ est la topographie.

Figure 7 : Schéma numérique de Saint-Venant

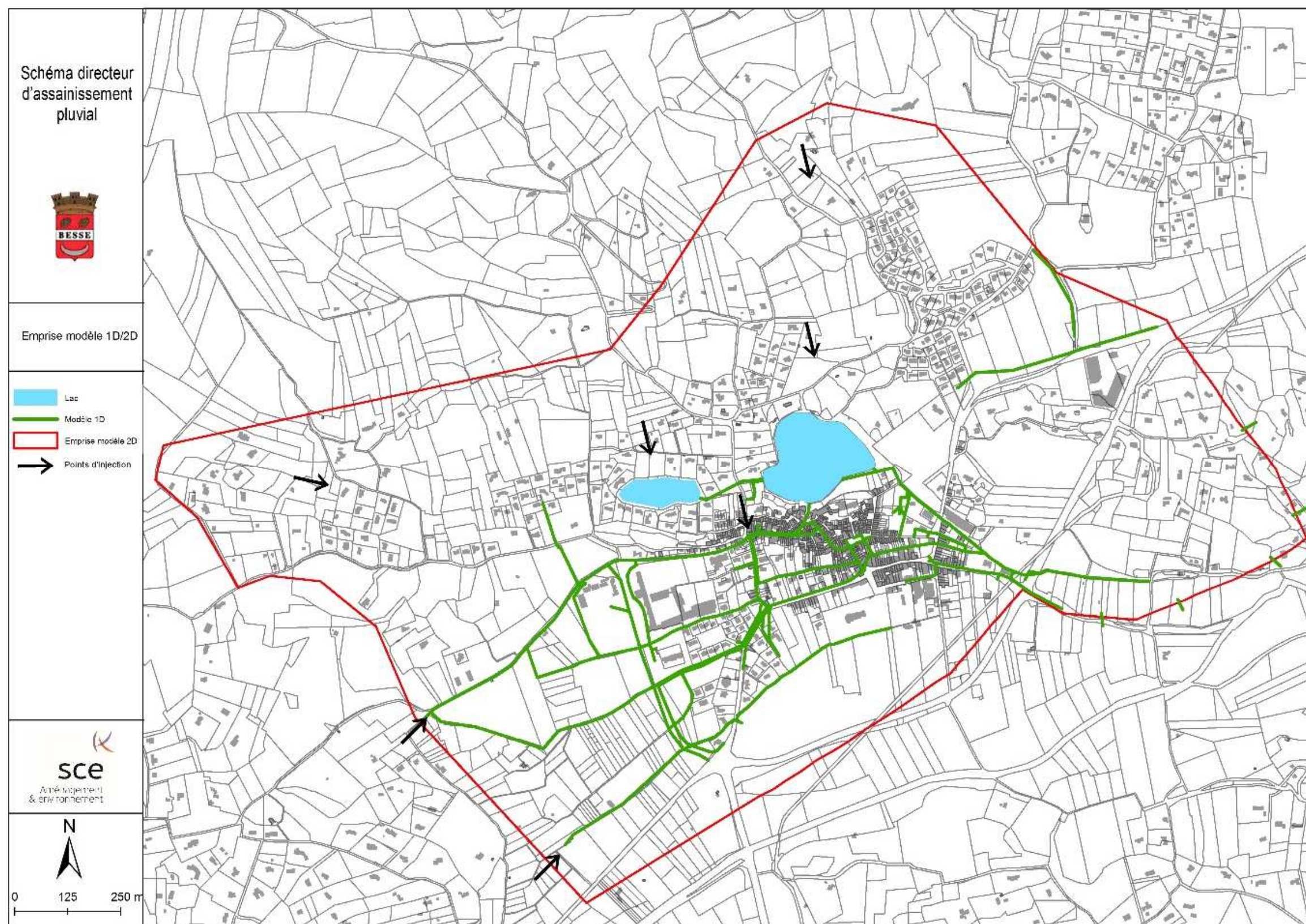


Figure 8 : Limite de l'emprise du modèle 1D/2D et localisation des points d'injection du modèle

5.1.2. Conditions aux limites du modèle

► **Conditions limites amont :**

Les hydrogrammes générés par les bassins versants au cours de la simulation hydrologique sont utilisés comme conditions limites amont.

► **Conditions limites aval :**

La condition aval du modèle est le niveau de l'Issolette à l'est de la route départementale pour les différentes périodes de retour. Aucun niveau d'eau n'a été imposé.

Pour des faibles périodes de retour, le niveau de l'Issole ne remonte pas jusque la route départementale

La période de retour 100ans a été simulée afin de ne faire réagir uniquement le réseau pluvial avec les apports pluviaux amont.

5.1.3. Calage et validation du modèle

Le calage a pour but de valider le modèle construit, les hypothèses et les coefficients choisis.

Dans le cadre de cette étude, le calage a été réalisé en prenant en compte certaines PHE de 1999 indiquées dans l'étude hydraulique de HGM environnement, voir Figure 14, ainsi que les observations constatées et rapportées par les personnes ressources lors de la phase d'expertise de terrain.

5.1.4. Résultats des modélisations

Les résultats des hauteurs de submersions sont présentés sur les cartes suivantes. Les hauteurs de moins de 5 cm n'ont pas été représentées. Un certain nombre d'incertitude persiste sur la composition et l'état du réseau sur certaines zones et notamment au niveau de l'exutoire sous la Départementale 13, secteur qui joue un rôle important dans l'évacuation des débits vers l'Issole.

La période de retour 100ans ne prend pas en compte les débordements de l'Issole. La simulation a été réalisée pour diagnostiquer le comportement du réseau pluvial hors inondation de l'Issole. Pour cette période de retour, il est à prendre en compte que l'ensemble de la partie sud de la ville, jusqu'au collège Frédéric Montenard, est sous les eaux



Figure 9 : Enveloppe de la crue centennale sur la commune de Besse-sur-Issole



Figure 10: Hauteurs d'eau - T=2 ans

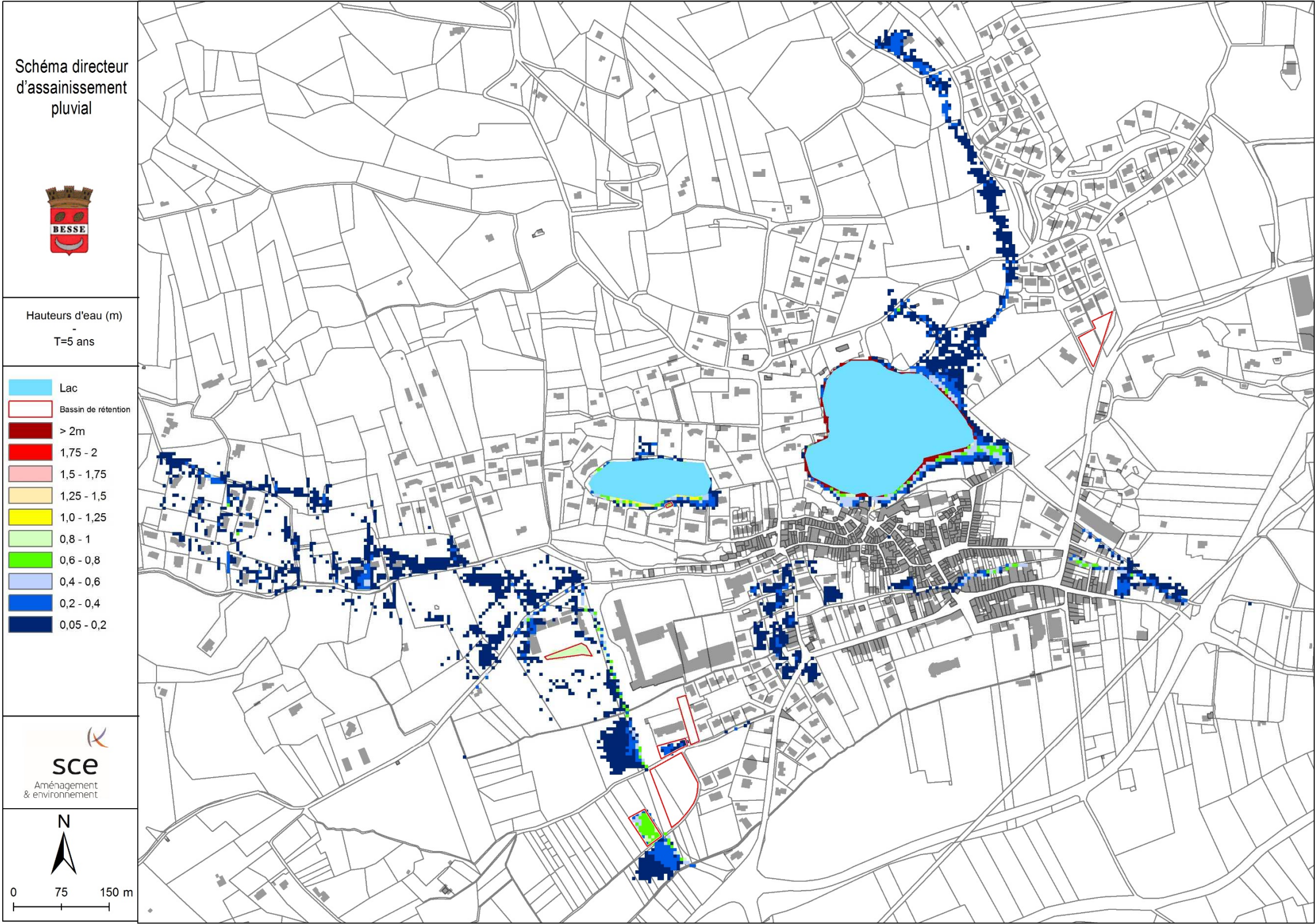


Figure 11: Hauteurs d'eau - T=5 ans

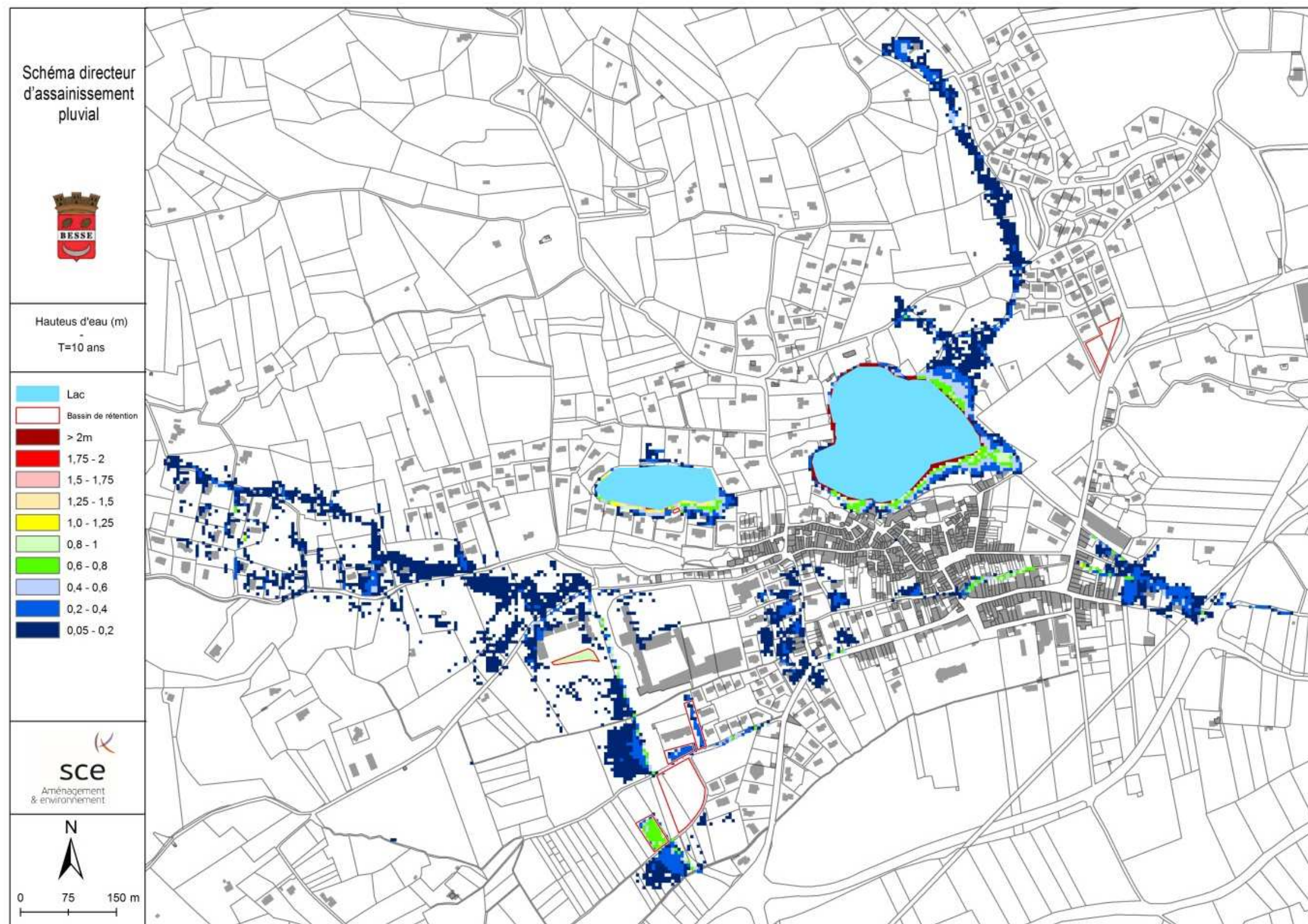


Figure 12: Hauteurs d'eau - T=10 ans

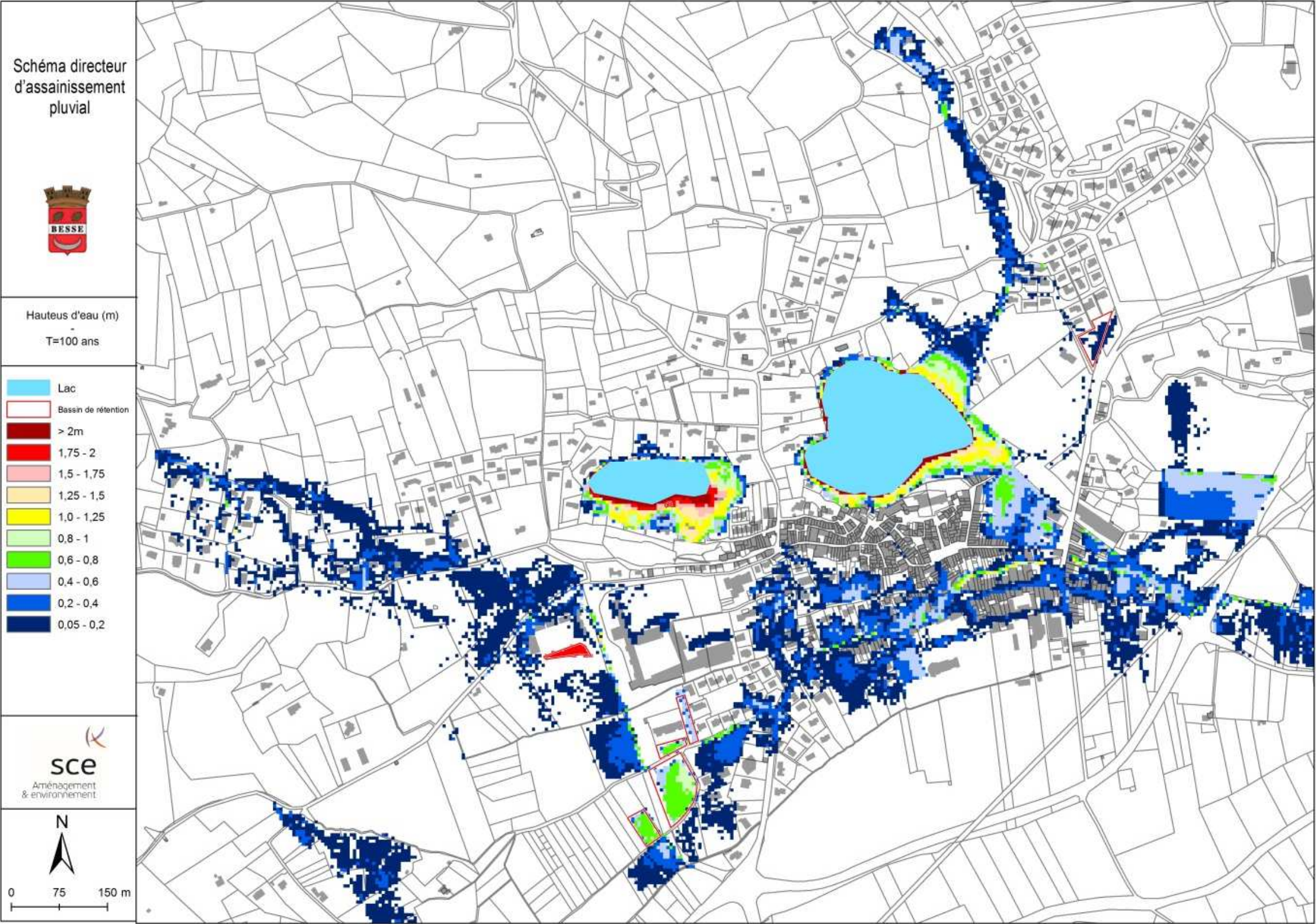


Figure 13: Hauteurs d'eau - T=100 ans

5.1.5. Diagnostic par secteur et propositions d'aménagements

La commune se prononcera, à la suite de la présentation des résultats du diagnostic hydraulique, sur la période de retour des pluies à retenir pour définir les propositions d'aménagements.

Il est classique de dimensionner les aménagements pour un **évènement décennal** car il est généralement avantageux d'un point de vue coût/bénéfice.

Il faut toutefois tenir compte de l'application de la norme NF EN 752-2 (voir tableau ci-après) pour établir les occurrences de protection.

Tableau 4 : Extrait de la norme NF EN 752-2

Fréquence d'un orage Le système doit fonctionner sans mise en charge	Lieu = site général dans lequel se situe le projet et notamment prise en compte des zones à l'aval du projet où vont se déverser les eaux de pluie	Fréquence d'inondation acceptable = fréquence à partir de laquelle les débordement des eaux collectées sont admises en surface (impossibilité pour celle-ci de pénétrer dans le réseau)
1 par an	Zones rurales	1 fois tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 fois tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres-villes / zones industrielles ou commerciales : - si risque d'inondation vérifié - si risque d'inondation non vérifié	1 fois tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 fois tous les 50 ans

Il sera défini conjointement avec la commune les quartiers retenus comme prioritaires et dont des mesures doivent être prises pour limiter et/ou supprimer les débordements mis en avant dans le diagnostic.

En phase 3, nous dresserons ainsi une liste la plus exhaustive possible des interventions souhaitables sur le réseau d'étude (hydrographique ou de collecte) intégrant les projets existants qui seront discutés lors de la réunion de présentation du présent rapport et permettant d'atteindre les objectifs souhaités par la collectivité.

Toutes les solutions qui seront proposées feront l'objet d'une modélisation afin d'en préciser les dimensionnements, le fonctionnement en période de crue et d'en tester l'efficacité.

En première approche, nous considérons comme prioritaire les quartiers présentés sur la figure ci-dessous.

Il faudra également avoir à l'esprit que l'urbanisation des quartiers ZAU pourrait aggraver les conditions d'inondation des secteurs situés en aval.

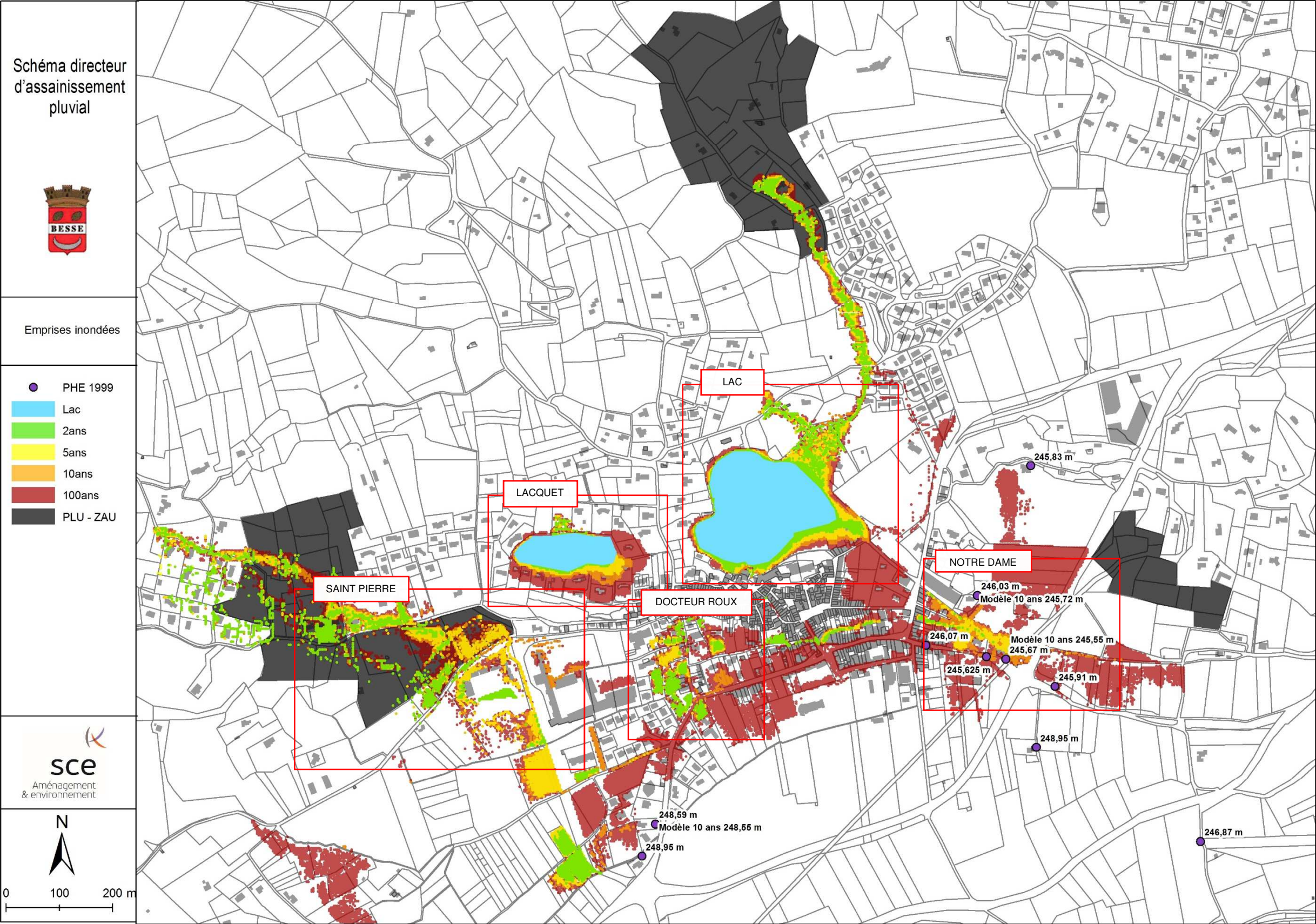


Figure 14: Emprises inondées pour les différentes périodes de retour et positionnement des PHE de 1999 comparées avec les hauteurs obtenues avec le modèle



Figure 15: Localisation des hydrogrammes présentés

5.1.5.1. Quartier du Lac

► **Description du Réseau :**

Le Lac intercepte l'ensemble des eaux de ruissellement du bassin versant BV2 mais également une grande partie du BV1 par l'intermédiaire du refoulement par la station de pompage en place sur le Lacquet et par le canal de l'Issole qui draine les eaux sur son tronçon à ciel ouvert (environ 500 mètres de canal) à l'Ouest du collège de F. Montenard.

Les eaux sont ensuite évacuées par le réseau $\varnothing 800$, qui rejoint le canal de l'Issolette, pour ensuite être évacuées par le ruisseau Notre Dame ou le canal de l'Issolette (partage réalisé au Nord de la D13) jusqu'à l'Issole.

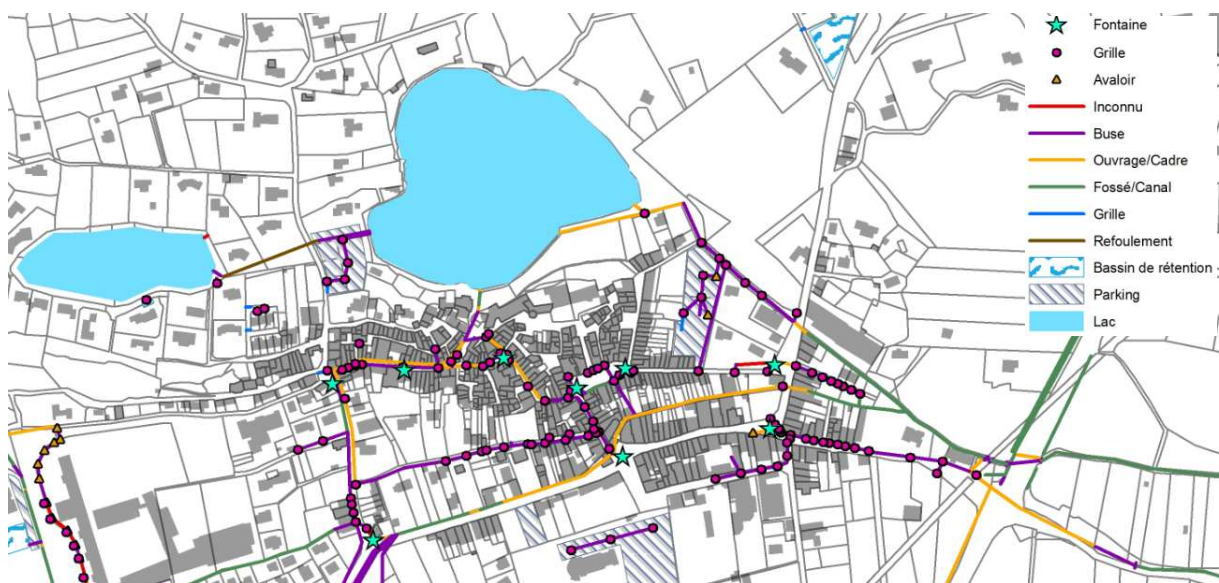


Figure 16 : Localisation des éléments du réseau dans le quartier du Lac

► **Fonctionnements/ dysfonctionnements :**

Ce quartier est un des secteurs considérés comme prioritaire car les premiers débordements apparaissent pour les crues fréquentes (2 ans) avec une inondation du camping situé au Nord Est du Lac.

La figure suivante présente l'enveloppe de crue provoquée par une pluie Décennale.

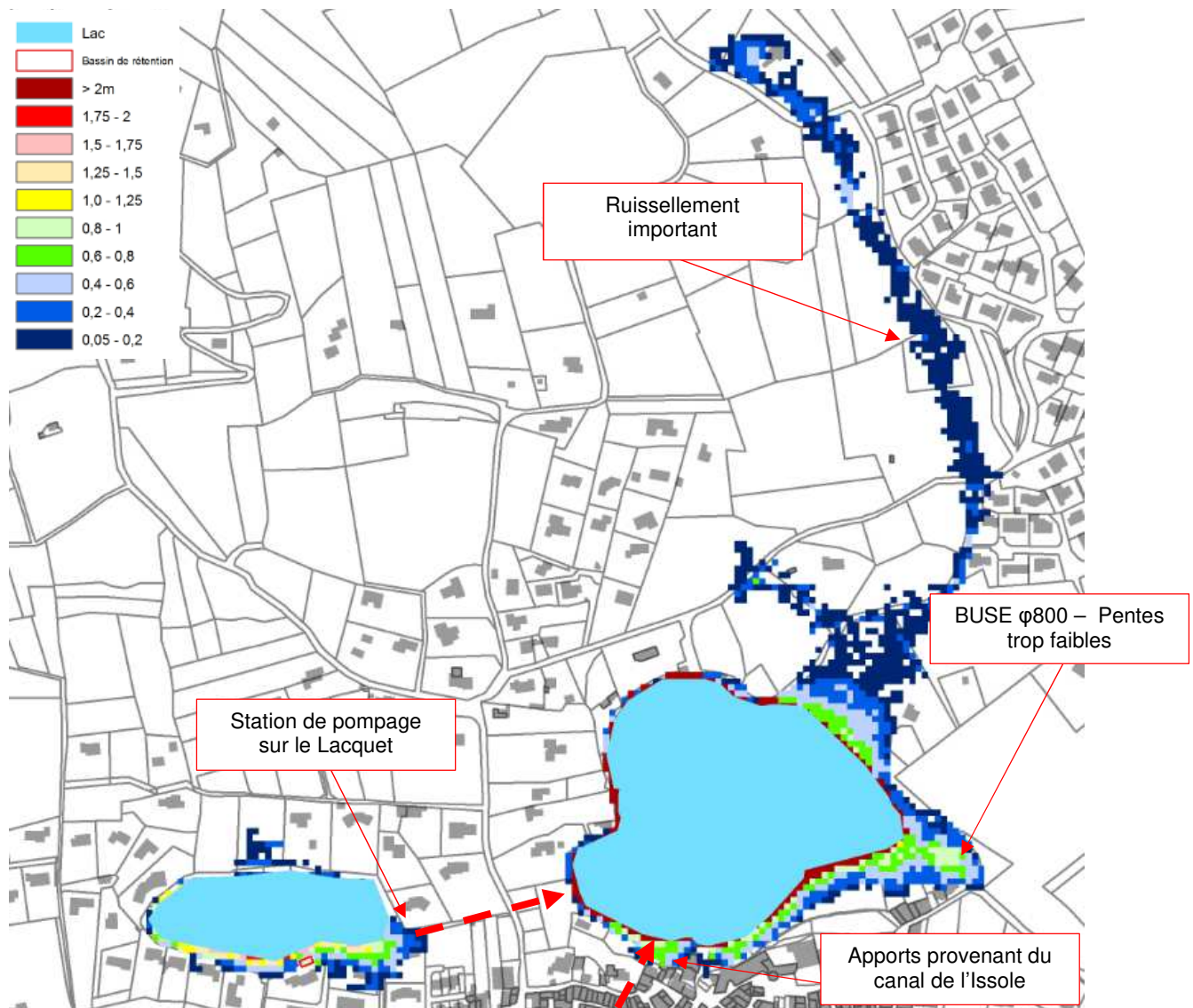


Figure 17 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartier du Lac

Plusieurs éléments sont à prendre en compte :

- Le Lac intercepte un grand volume d'eau de ruissellement par rapport à sa capacité de stockage et d'évacuation. Pour une crue de période retour de 10 ans, BV2 draine 20 300 m³ d'eau. Les apports provenant du Lacquet et du canal de l'Issole sont également important. Pour une pluie de 12 heures les volumes suivants sont stockés dans le Lac :
 - Volume d'eau provenant du BV 2 : **29 250 m³**
 - Volume d'eau provenant du Lacquet : **8 000 m³**
 - Volume d'eau provenant du Canal de l'Issole : **4 820 m³**
 - Volume évacué par le Lac = **3 570 m³**
 - Volume d'eau stockée = **38 500 m³** créant une remontée d'environ de 0,80 à 1,00 mètre du niveau d'eau

- Les pentes du réseau (buse $\phi 800$) semblent être trop faible pour évacuer suffisamment les débits entrants dans le Lac.

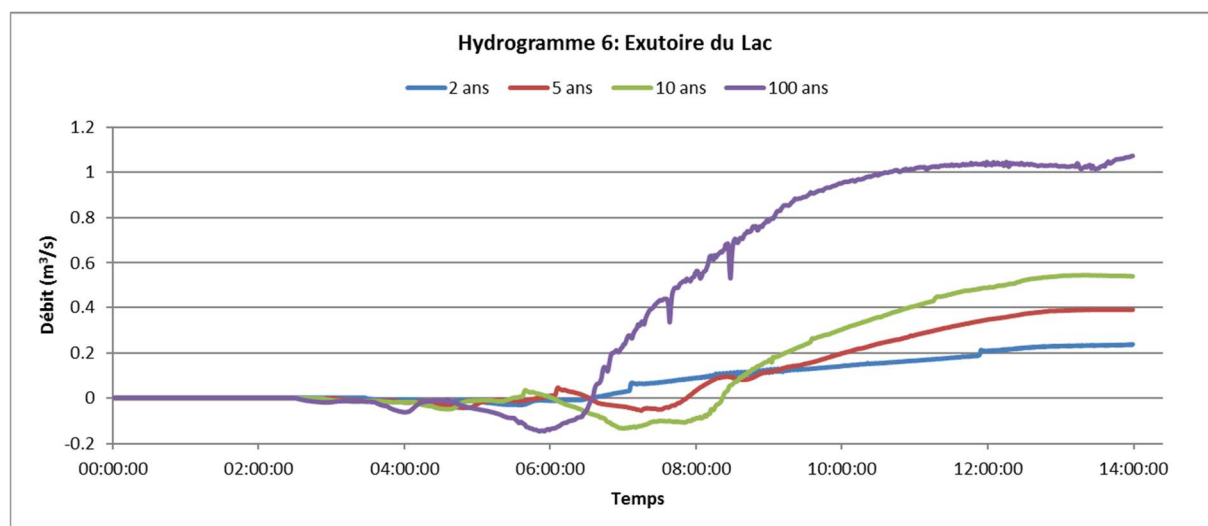


Figure 18 : Hydrogramme de crue à la sortie de la buse diamètre 800

L'impact de l'aménagement du quartier « **Les Gabrielles / La Catarane** » (**Zone 2AUc**), quartier situé au Nord du Lac, qui aura principalement vocation à accueillir des constructions à destination d'habitat, avec une densité envisagée de 10 logements par ha, est présenté ci-dessous.

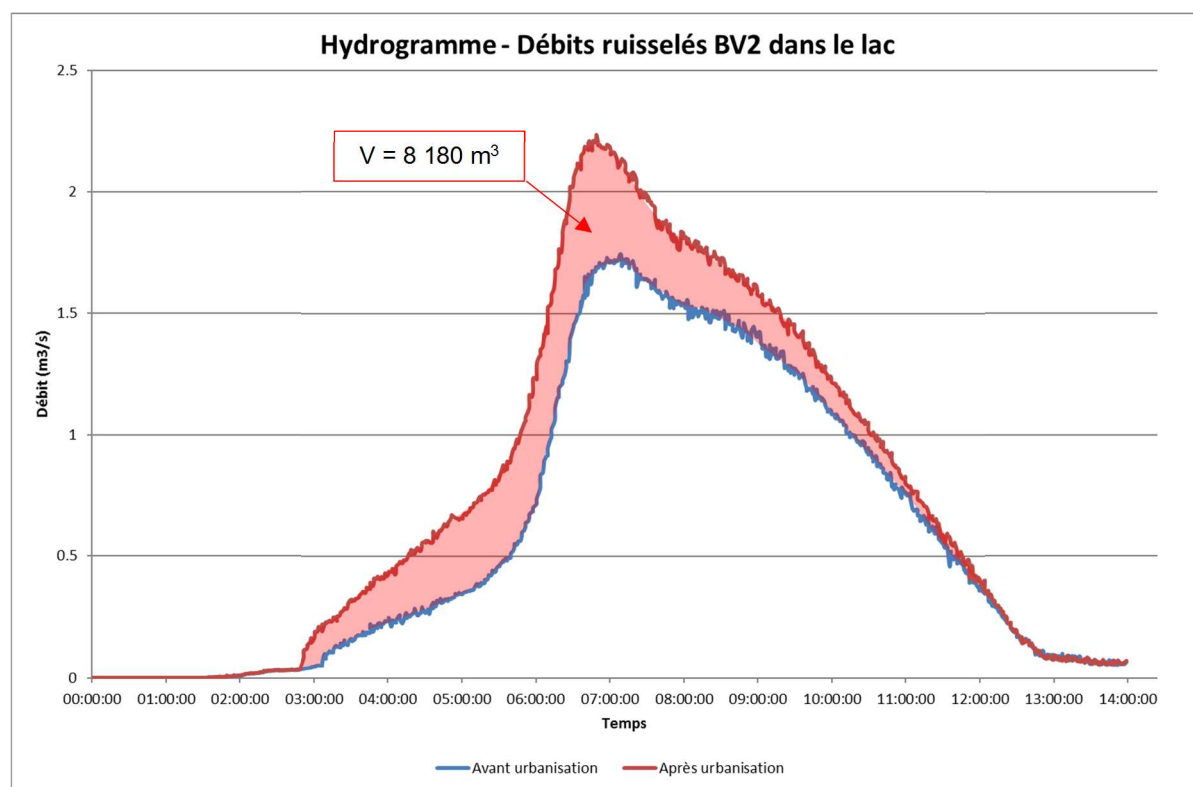


Figure 19 : Impact de l'aménagement des ZAU sur le quartier des Hauts du Lac sur les débits décennaux

Les volumes de ruissellement, interceptés par le Lac en prenant en considération un aménagement de la ZAU sur le quartier des Hauts du Lac, augmentent de 8 180 m³ qu'il sera nécessaire de réduire ou ralentir pour limiter la montée des eaux du Lac.

► **Solutions envisagées :**

- Canalisation d'une partie des débits provenant du bassin versant et évacuation par un réseau à créer se raccordant en aval de l'exutoire du Lac. La faisabilité de la solution et son coût dépendront des contraintes foncières.
- Ralentissement des débits de ruissellement sur le bassin versant (aménagement des restanques, création de fascines, etc.)
- Solution de récupération et de rétention à la parcelle avec limitation du débit de rejet.
- Amélioration des capacités d'évacuation du réseau exutoire du Lac nécessitant une reprise complète du réseau souterrain sur 200 ml.

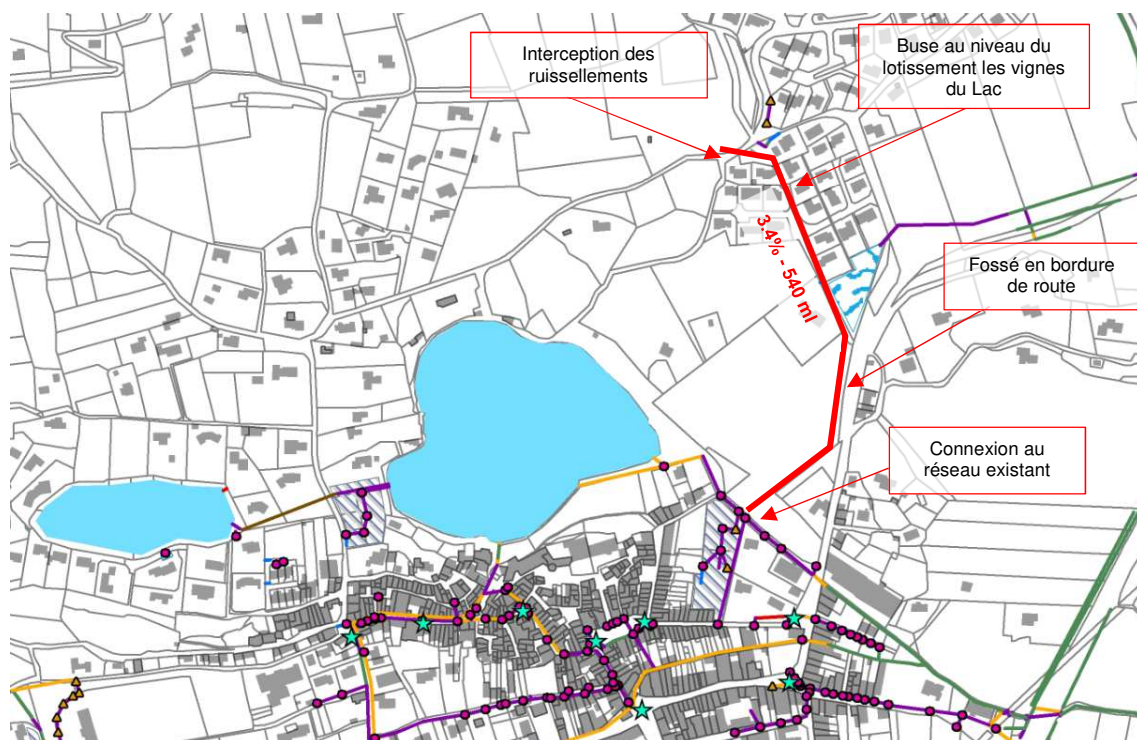


Figure 20 : Propositions d'aménagement – A affiner en fonction des emprises foncières (surfaces cultivées de vigne importante)

5.1.5.2. Quartier du Lacquet (La rouge)

► **Description du Réseau :**

Le Lacquet permet la rétention d'une partie des eaux de ruissellement du bassin versant BV1. A partir d'un certain seuil, deux pompes immergées de capacités 364 m³/h maximum permettent le pompage des eaux vers le Lac par une buse en fonte de diamètre 300.



Figure 21 : Localisation des éléments du réseau au niveau des quartiers du Lacquet

► **Fonctionnements/ dysfonctionnements :**

De légers débordements apparaissent sur la partie Sud-Ouest du Lacquet pour une crue de période de retour 5 ans et plus. Deux habitations situées en bordure du Lacquet semblent être impactées. En cause, la capacité insuffisante des pompes immergées lorsque la hauteur d'eau est trop importante.

NOTE : Ce secteur n'a pas été indiqué comme sujet à des débordements lors de notre phase 1. Cette enveloppe de crue peut être biaisée du fait qu'aucun relevé de dimensions d'ouvrage n'a pu être réalisé sur le Lacquet (zone clôturée). La commune confirmera ou abrogera cette information lors de la réunion de présentation.

La figure suivante présente l'enveloppe de crue provoquée par une pluie Décennale.

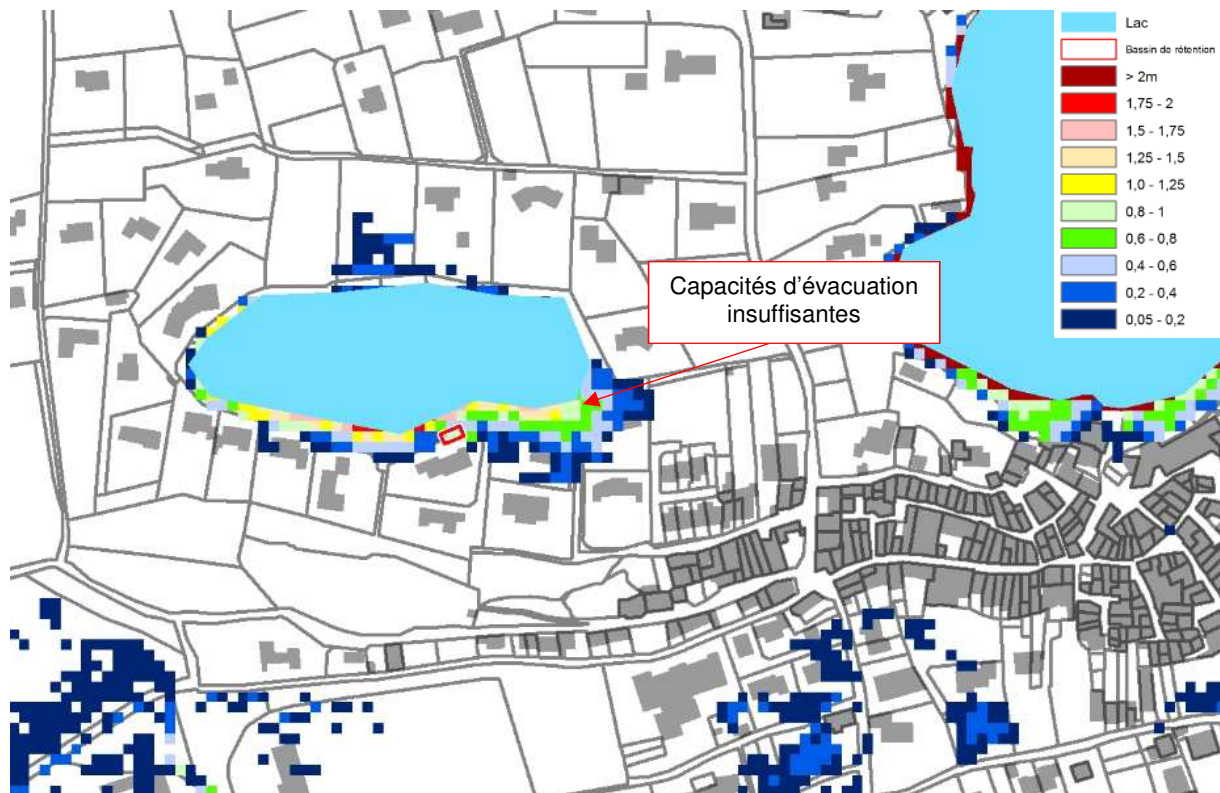


Figure 22 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartiers rue Notre Dame

► Solutions envisagées :

- Création d'un fossé d'interception des eaux de ruissellement au Nord du Lacquet pour limiter les apports et déversement dans le Lac. Cette solution nécessite au préalable l'intervention sur le réseau exutoire du Lac qui est sous-dimensionné par rapport à sa capacité de stockage et d'évacuation

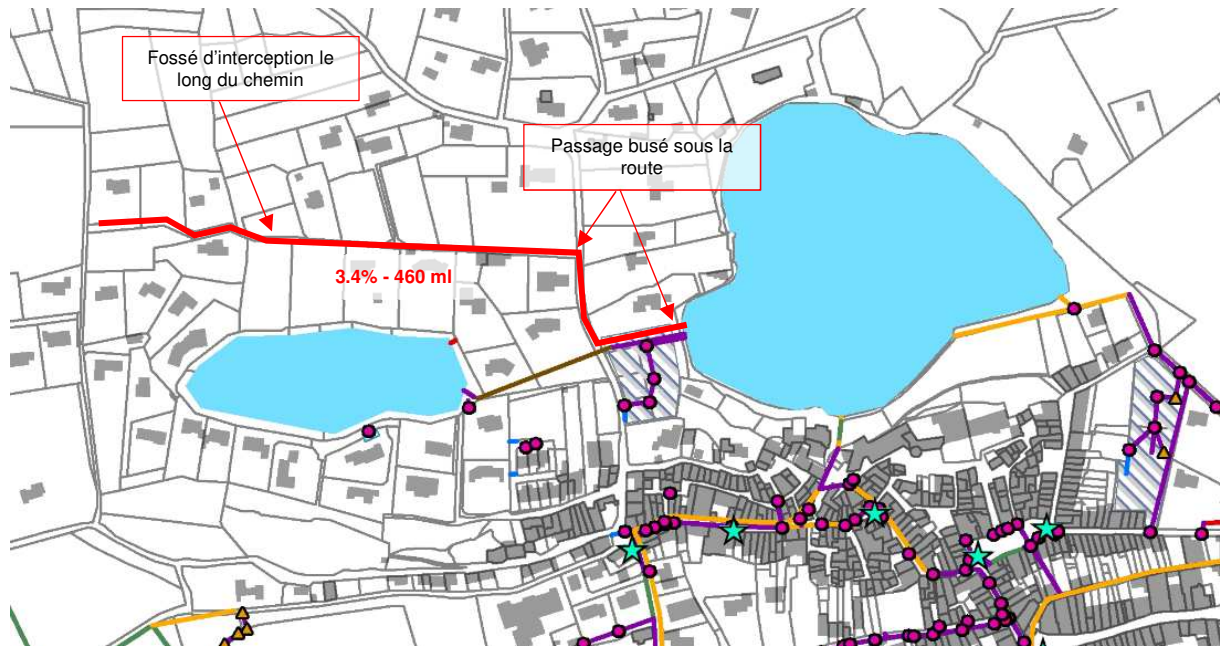


Figure 23 : Propositions d'aménagement

5.1.5.3. Quartier au niveau de la rue Notre Dame

► Description du Réseau :

A ce niveau-là, les trois réseaux principaux de la commune se rejoignent :

- Le réseau provenant du Lac : buse $\phi 800$ suivi d'un cadre béton
- Le canal de l'Issolette
- Le réseau pluvial de la rue Notre dame qui draine un secteur important (rue de la République, Boulevard Paul Bert, Avenue Victor Hugo) : ce réseau a fait l'objet de travaux en 2017 qu'il sera nécessaire de prendre en compte dans notre modèle après réception des plans CAE par la commune.

Plus de 90% des débits drainés par le secteur d'étude arrivent sur cette zone pour ensuite être évacués par le canal de l'Issolette ou la ruisseau Notre Dame jusqu'à l'Issole.

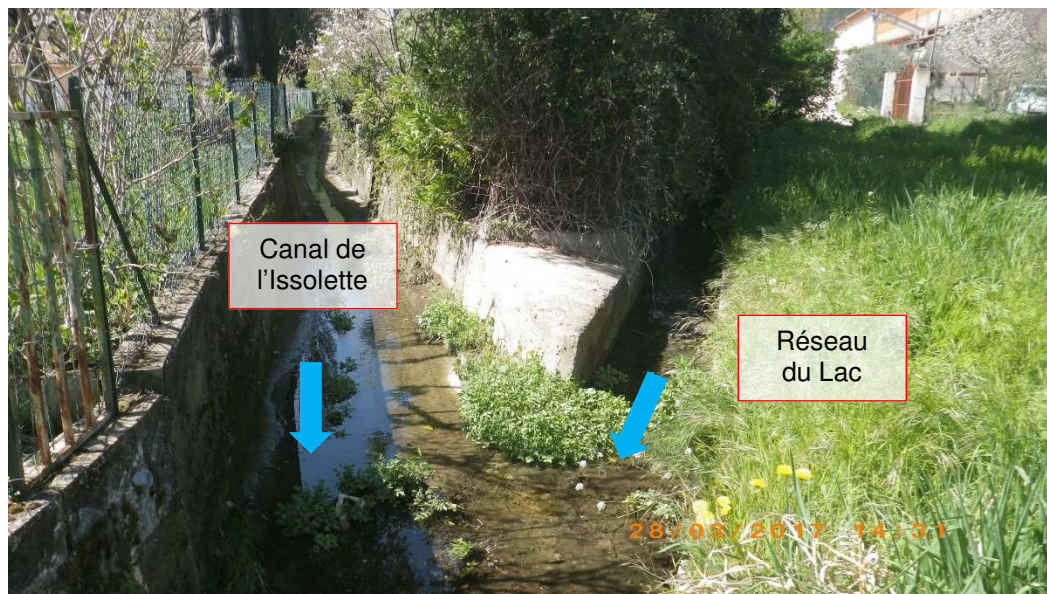


Figure 24 : Photographie de l'intersection du réseau du lac avec le Cal de l'Issolette



Figure 25 : Localisation des éléments du réseau au niveau des quartiers situés au niveau de la rue Notre Dame

► Fonctionnements/ dysfonctionnements :

Les premiers débordements, qui impactent les habitations situées à proximité, interviennent pour les crues fréquentes (5 ans). A partir d'une crue 10 ans, l'eau commence à remonter en direction de la rue notre Dame.

La figure suivante présente l'enveloppe de crue provoquée par une pluie Décennale.

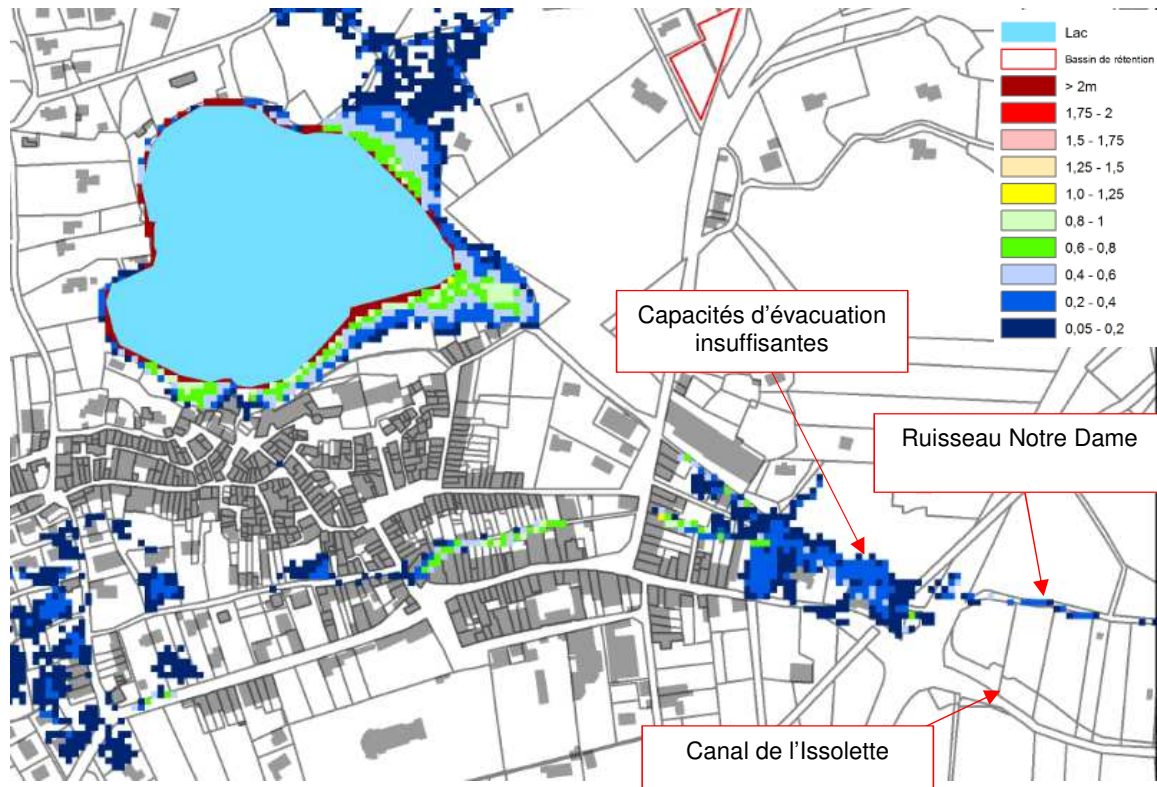
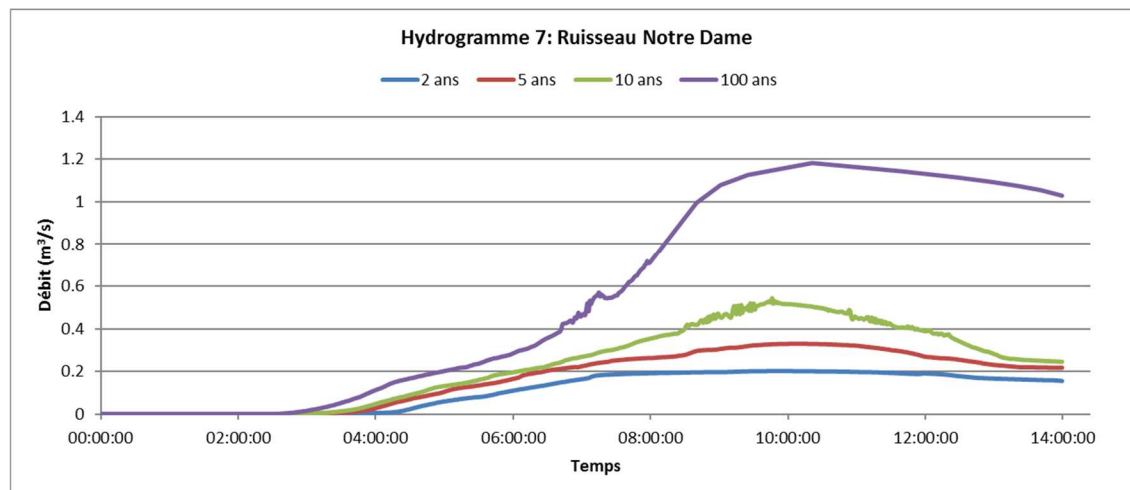


Figure 26 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartiers rue Notre Dame



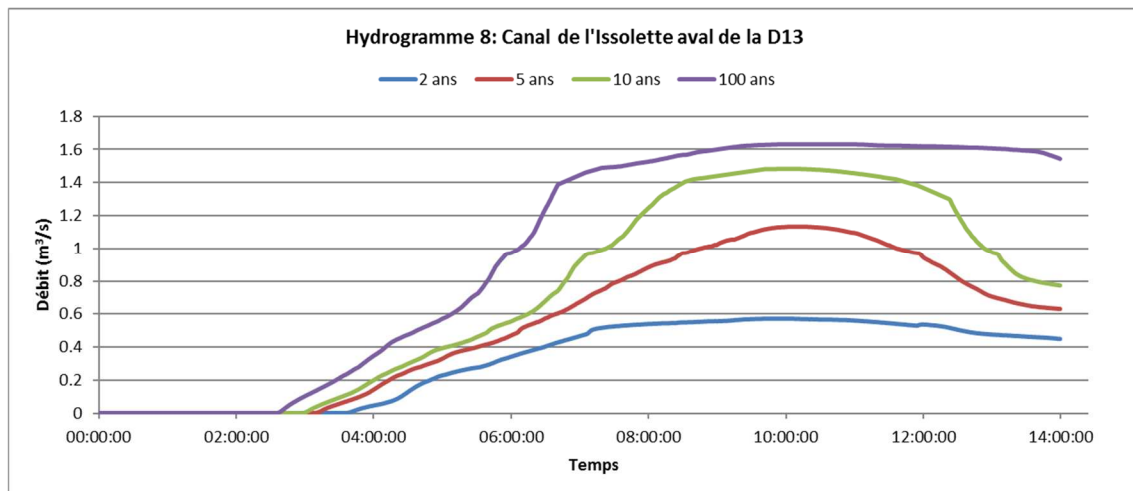


Figure 27 : Hydrogramme de crue au niveau du canal de l'Issolette et du ruisseau Notre Dame en aval de la D13

Sur ce secteur, les débordements peuvent s'expliquer du fait des caractéristiques géométriques du réseau (présence de coudes à 90°) ne permettant pas une évacuation optimum des eaux vers l'Issole.

La départemental D13 fait office d'obstacle à l'écoulement et ceux malgré la création des dalots en rive gauche qui semblent ne pas avoir été implantés correctement.

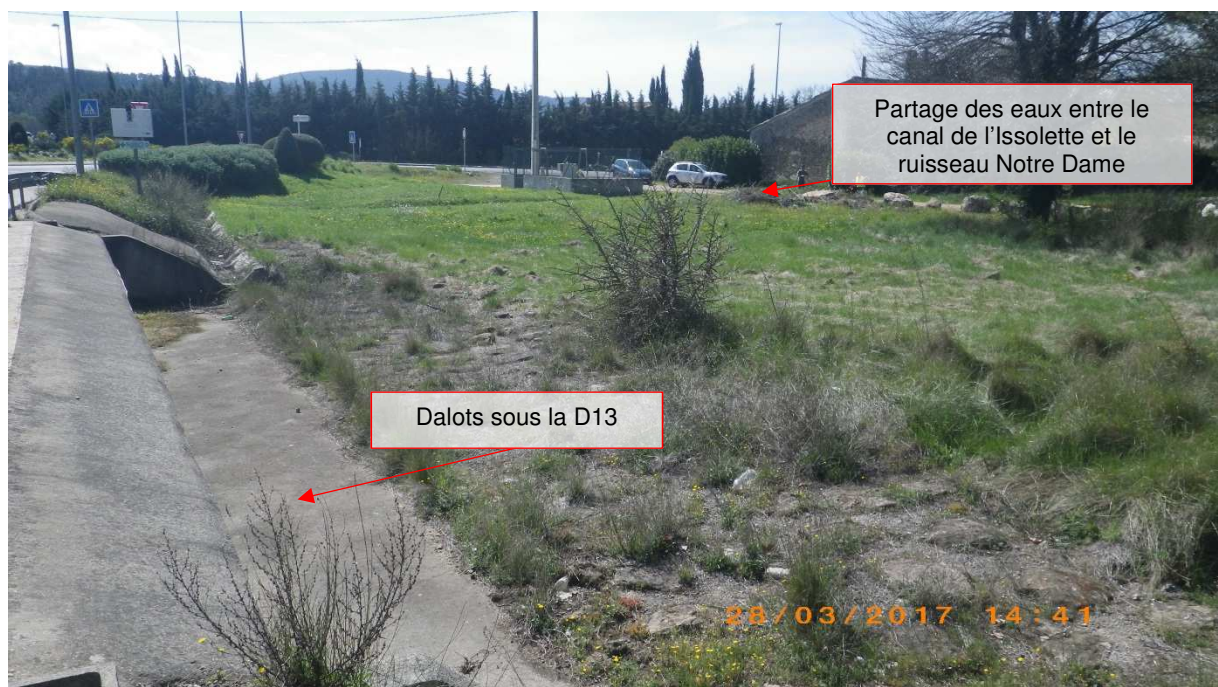


Figure 28 : Photographie de la zone posant un problème d'évacuation des débits

Le modèle indique une hauteur d'eau de moins de 5 cm dans les 7 dalots avec un débit de l'ordre de 70 l/s.

► **Solutions envisagées :**

- Reprise des capacités d'évacuation de l'exutoire : Terrassement et abaissement des radiers des dalots
- Les réseaux dans cette zone doivent être réhabilités pour limiter les pertes de charges et faciliter les écoulements. Il est primordial d'avoir une vision précise dans ce secteur pour dimensionner une solution pérenne (aucun plan existant et difficulté d'accès pour expertise)

5.1.5.4. Quartier Saint Pierre

► **Description du Réseau :**

Dans ce secteur, il existe peu de réseaux de collecte des eaux pluviales. Le bassin versant draine un gros volume d'eau (38 000 m³ pour 10 ans) et celles-ci sont interceptées soit par le canal de l'Issole, mis au chômage pendant les épisodes pluvieux, soit par un fossé en terre.

Les eaux sont ensuite évacuées par le canal de l'Issole vers le Lac ou vers le réseau d'eau pluvial du secteur du collège Frédéric Montenard, via une martellière, composés de cadre rectangulaires de dimensions 0.70 m (h) x 1.60 m (l) se connectant au canal de l'Issolette au croisement de l'avenue de la Libération

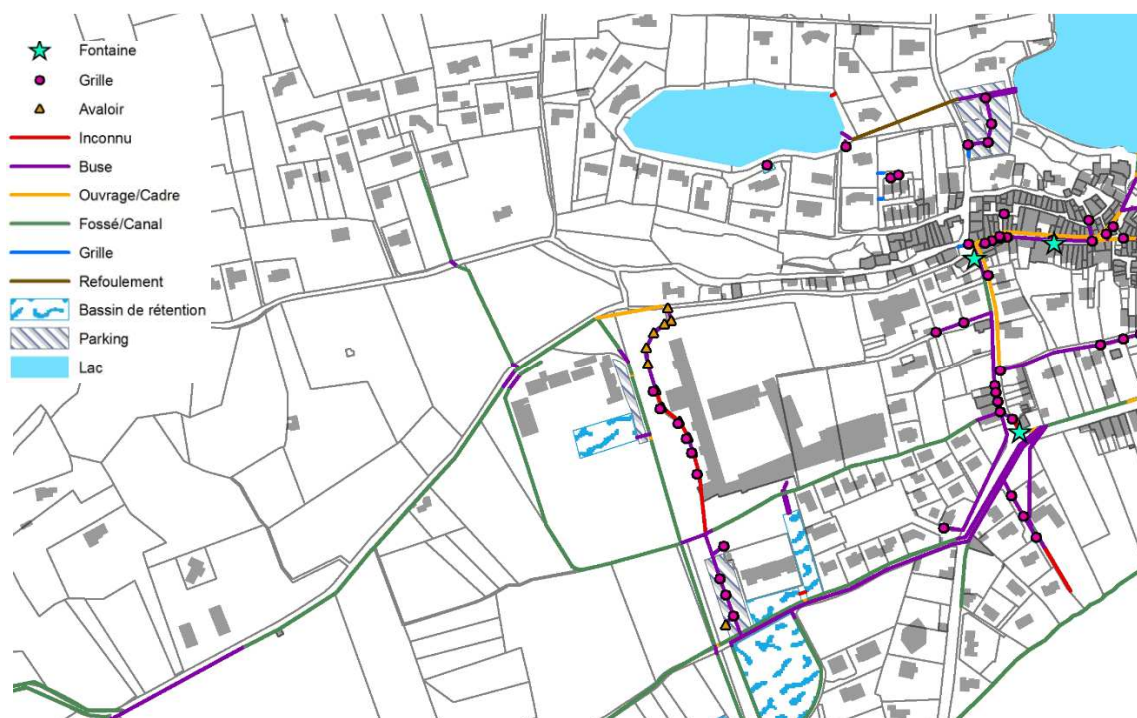


Figure 29 : Localisation des éléments du réseau au niveau des quartiers Saint Pierre

► **Fonctionnements/ dysfonctionnements :**

Dans cette zone, les eaux de ruissellements sont mal interceptées et suivent la topographie du site. Le canal de l'Issole se retrouve vite insuffisant pour évacuer l'ensemble des débits provoquant des débordements de part et d'autre du réseau.

Notre modèle indique des débordements compris entre 5 cm et 20 cm sur le collège Frédéric Montenard et à proximité de l'Ecole Victor Quintius Thouron, plus précisément sur le stade de football

situé au Sud, pour une période de retour 10 ans. Plusieurs bassins de rétention sont présents dans la zone et jouent bien leur rôle.

La figure suivante présente l'enveloppe de crue provoquée par une pluie Décennale.

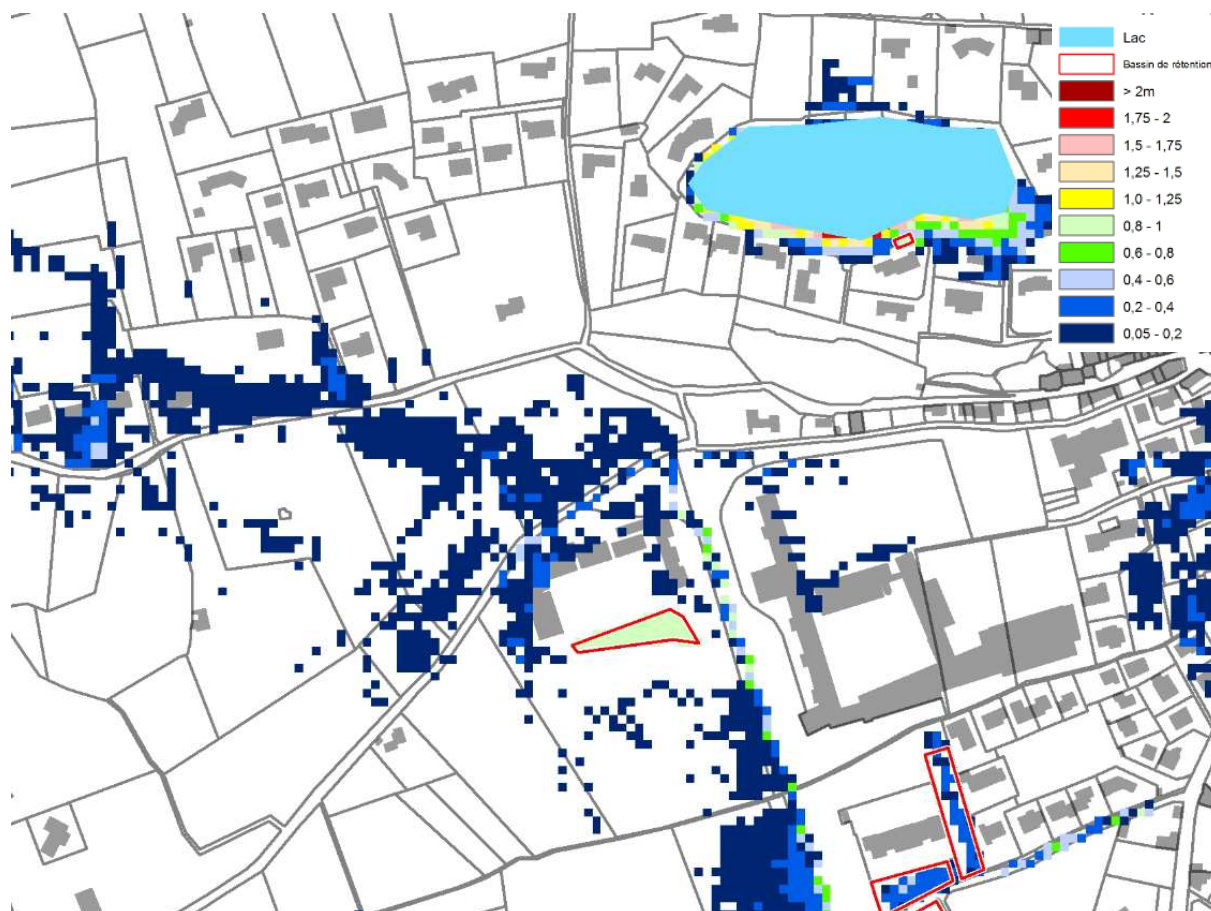
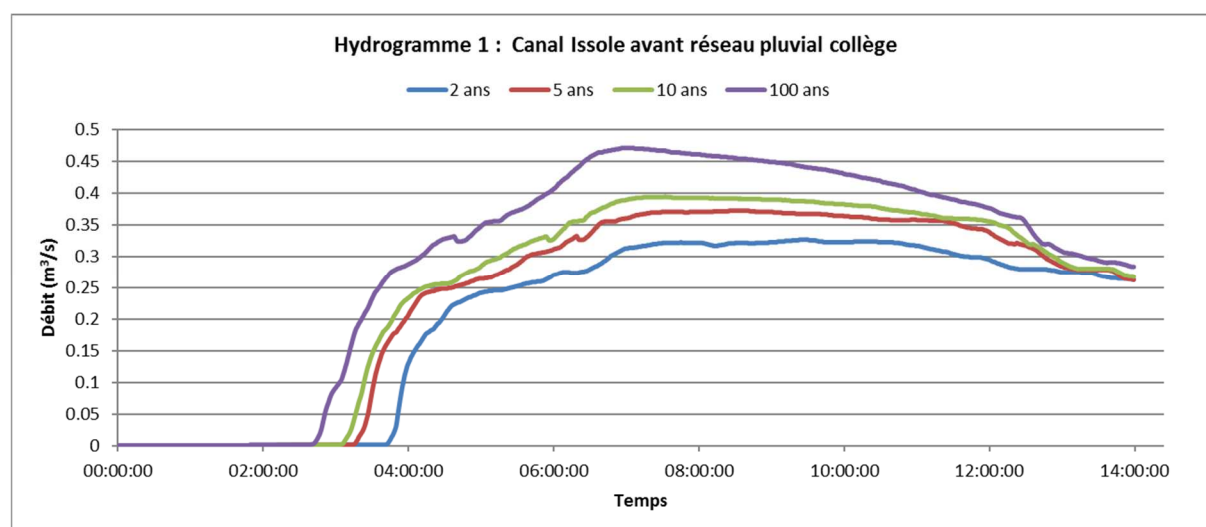


Figure 30 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartiers Saint Pierre



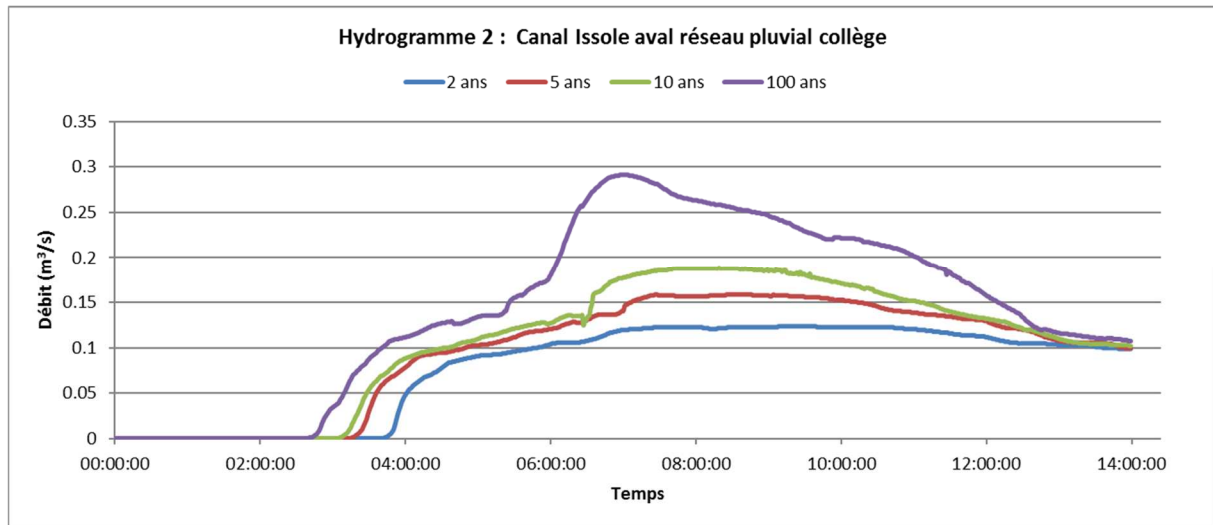


Figure 31 : Hydrogramme de crue au niveau du canal de l'Issole avant son passage en souterrain et avant le déversement du réseau sur celui du collège Frédéric Montenard.

La connexion entre le canal de l'Issole et le réseau du collège Saint Pierre n'est pas correctement dimensionnée. Les dimensions et le positionnement de la martelière ne permettent pas une évacuation optimum des débits.

Le canal de l'Issole, qui intercepte la quasi-totalité des débits du bassin versant BV1, n'est pas dimensionné pour.



Figure 32 : Photographie de la zone posant un problème d'évacuation des débits

L'impact de l'aménagement, en terme d'évolution des débits, du quartier « **Blin** » (**Zone 2AUa**), et du quartier « **Saint-Pierre / Camp Fenouillet** » (**Zone 2AUb**), quartiers situés à l'Ouest de la commune, qui auront principalement vocation à accueillir des constructions à destination d'habitat,

d'hébergement hôtelier, de bureaux, et des constructions ou installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif (densité envisagée de 10 à 20 logements par ha) est présenté ci-dessous.

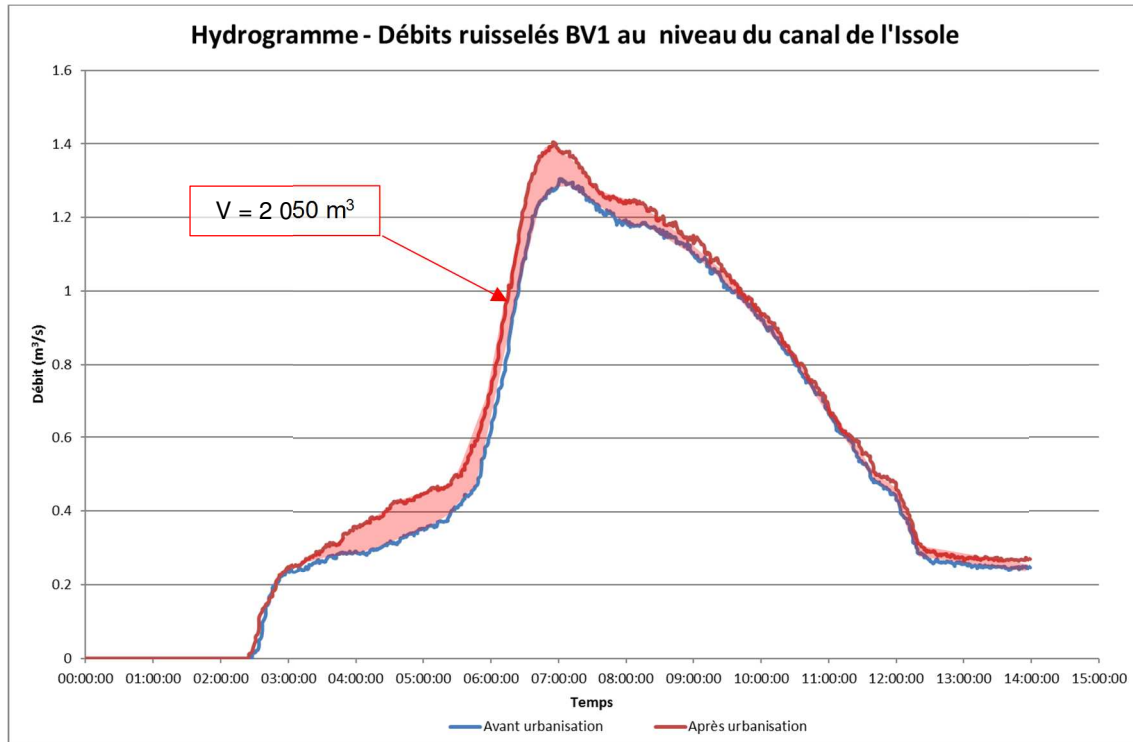


Figure 33 : Impact de l'aménagement des ZAU sur le quartier de Saint Pierre sur les débits décennaux

Les volumes de ruissellement, interceptés par le canal de l'Issole en prenant en considération un aménagement des ZAU sur le quartier de Saint Pierre, augmentent de 2 050 m³ qu'il sera nécessaire de réduire ou ralentir.

► **Solutions envisagées :**

- Création d'un réseau de collecte des eaux de ruissellement sur le bassin versant
- Solution de récupération et de rétention à la parcelle avec limitation des débits de rejet.
- Ralentissement des débits de ruissellement sur le bassin versant (aménagements des restanques, création de fascines, etc.)
- Reprise du canal de l'Issole avec agrandissement de la capacité d'évacuation
- Création d'un déversoir latéral en amont du passage en souterrain du canal de l'Issole pour limiter les apports sur le Lac, supprimer la martellière nécessitant une manœuvre manuelle et connexion avec le réseau pluvial du collège. Création d'un coursier de déversement résistant à la surverse.
- Création d'un bassin de rétention supplémentaire sur le réseau du collège pour compenser l'augmentation des débits après travaux.

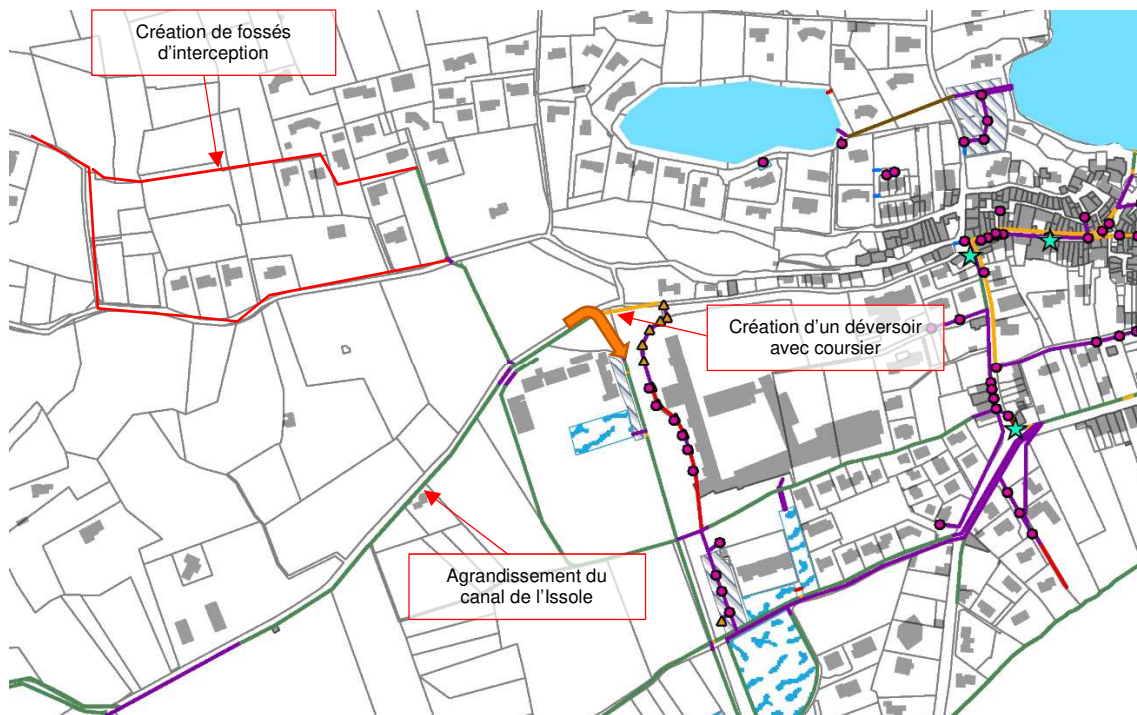


Figure 34 : Propositions d'aménagement

5.1.5.5. Quartier Docteur Roux

► Description du Réseau :

Dans ce secteur, l'Abri du Poète se retrouve inondé par forte pluie. En cause, le ruisseau longeant le collège qui déborde.

Le réseau d'eau pluviale longeant la rue du Docteur Roux pose également problème. L'ouvrage cadre est quasiment entièrement comblé. Les premiers débordements apparaissent pour une crue fréquente de période de retour 2 ans. Les eaux sont ensuite rejetées au niveau du lavoir où débute le canal de l'Issolette.

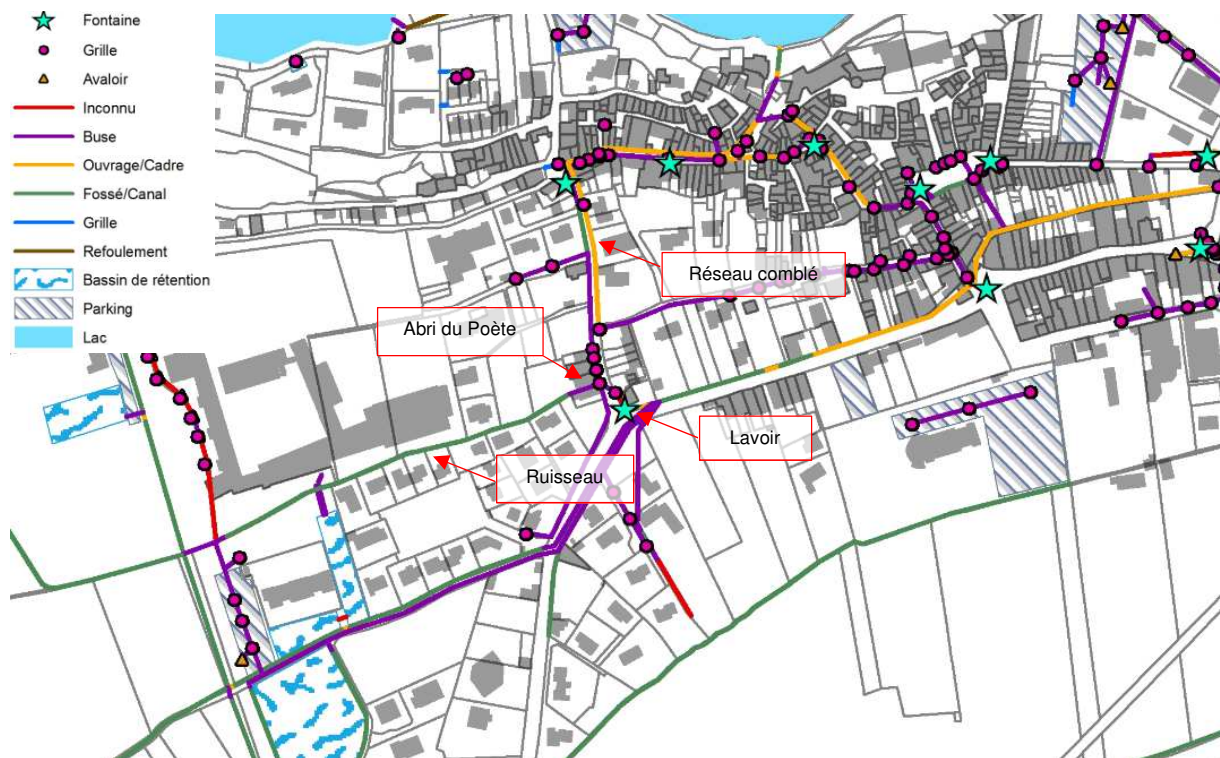


Figure 35 : Localisation des éléments du réseau au niveau du quartier sur la rue Docteur Roux

► **Fonctionnements/ dysfonctionnements :**

Les débordements sont principalement causés par une capacité d'évacuation insuffisante des ouvrages en place (comblement du cadre et section insuffisante de la buse). Le ruisseau longeant le collège n'a pas pu être expertisé lors de nos visites de terrain.

La figure suivante présente l'enveloppe de crue provoquée par une pluie Décennale.

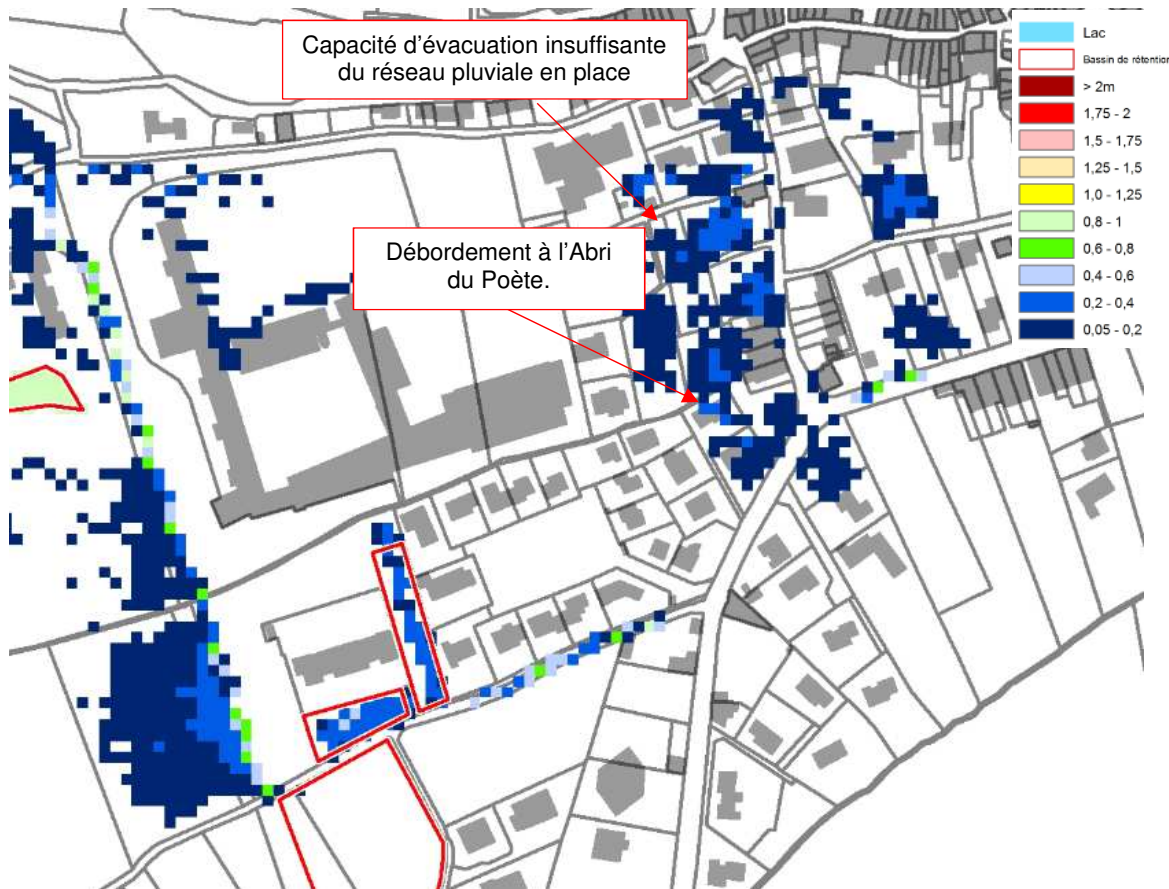


Figure 36 : Résultats de la modélisation pour une occurrence 10 ans – Quartier au niveau de la rue Docteur Roux

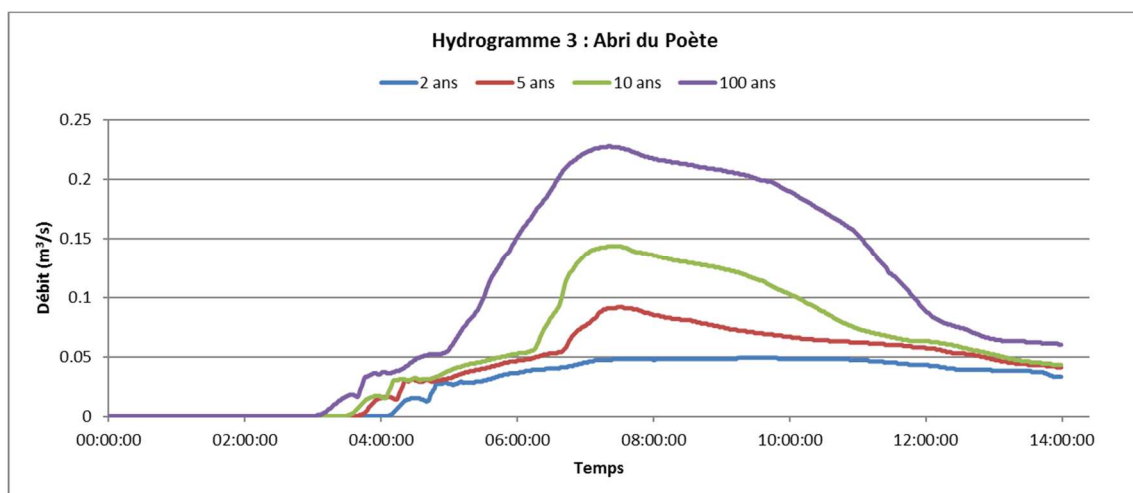


Figure 37 : Hydrogramme de crue au niveau du fossé enherbé du collège Frédéric Monténard à l'Ouest de l'Abri du Poète

► **Solutions envisagées :**

- Réhabilitation du réseau pluvial sur la rue du Docteur Roux par curage
- Création d'un réseau souterrain branché à la conduite diamètre 600 sur l'avenue de la Gare pour décharger le ruisseau et éviter les débordements à l'abri du poète – nécessite l'obtention d'autorisation pour parcourir le ruisseau dans l'enceinte du collège et permettre l'expertise.

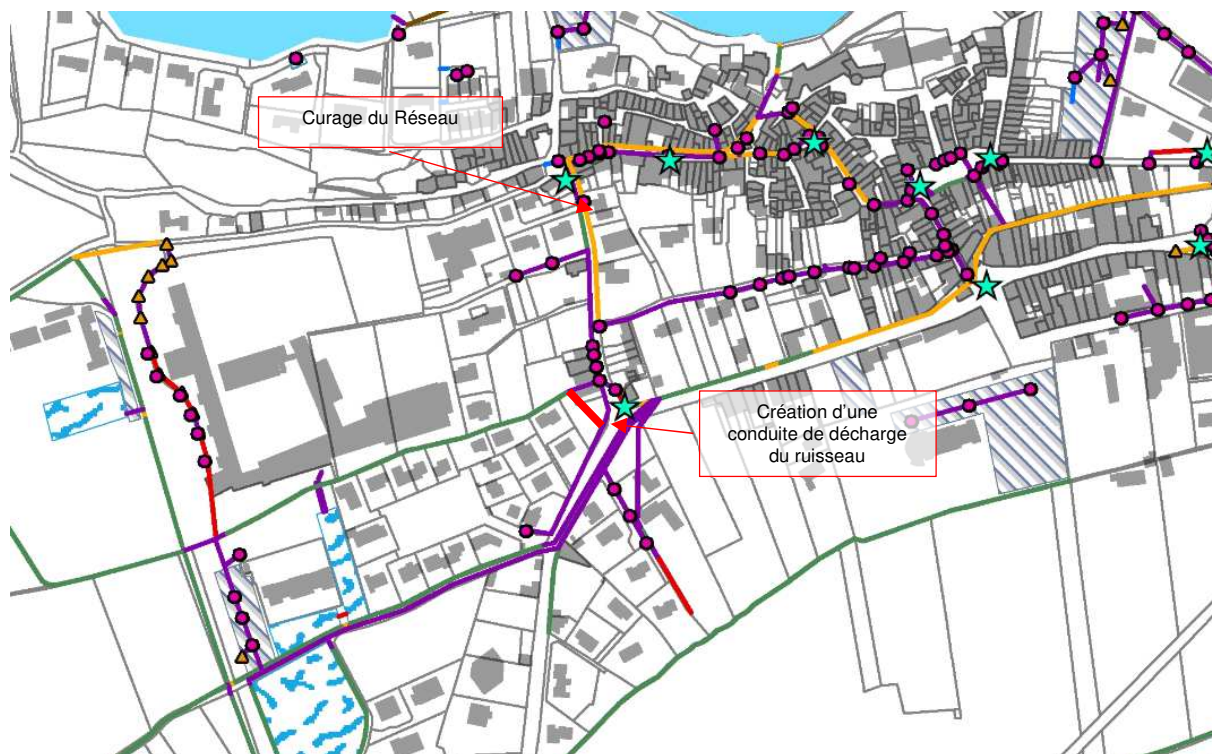


Figure 38 : Propositions d'aménagement

5.2. Analyse qualitative

5.2.1. Préambule

Outre **la gestion quantitative par le principe de non-aggravation**, c'est-à-dire que le rejet d'un projet ne doit pas engendrer d'augmentation de débit par rapport à un état naturel des emprises aménagées, la maîtrise des eaux pluviales a également l'objectifs de la gestion qualitative.

La prise en considération de l'impact des eaux pluviales sur les milieux récepteurs est relativement récente. Aussi, peu de schémas pluviaux réalisés ces dernières années prennent en compte cette dimension qui doit influencer sur les mesures structurelles et non structurelles à prendre.

Cette gestion qualitative fait partie d'une des orientations du SCoT Cœur du Var (Orientation 5. Mise en œuvre d'un projet Urbain durable) qui impose aux communes de limiter les impacts du ruissellement des eaux pluviales sur la qualité des milieux récepteurs.

5.2.2. Origine de la pollution pluviale

En ruisselant sur les surfaces imperméabilisées, les eaux pluviales vont lessiver les éventuels polluants qui se seront accumulés vers les milieux récepteurs.

Les sources de pollution des eaux seront donc liées :

- ▶ aux retombées atmosphériques dont on estime qu'elle contribue en général pour 15 à 25 % de la pollution contenue dans les eaux de ruissellement ;
- ▶ à la circulation automobile (hydrocarbures, caoutchouc, oxyde d'azote (échappements)) ;
- ▶ à l'industrie ;
- ▶ aux animaux (déjections sources de matières organiques et de contamination bactérienne ou virale) ;
- ▶ aux déchets solides produits (rejets volontaires, poubelles non étanches...) ;
- ▶ aux chantiers et l'érosion des sols (pollution en général inerte) ;
- ▶ la végétation, source de masses importantes de matières carbonées, plus ou moins facilement biodégradables (en particulier feuilles mortes et pollen), qui génère des apports en azote, phosphates, produits organochlorés (pesticides, herbicides).

5.2.3. Diagnostic sur la commune

5.2.3.1. Le réseau

L'assainissement pluvial s'est constitué au fur et à mesure de l'urbanisation, avec la pose de réseau collectant les eaux de chaussée (grilles et avaloirs) , les eaux de toitures arrivant au sol par des système de gargouilles.

Les effluents s'évacuent ensuite par des buses, des caniveaux et des fossés dont les deux exutoires principaux sont le Lac et le canal de l'Issolette qui se rejoignent à proximité de la départementale D13 avant d'atteindre le milieu récepteur.

On dénombre plusieurs bassins de rétention sur la commune principalement construite lors de la création du collège Frédéric Montenard et de l'école Victor Quintius Thouron tous deux situés à l'Ouest de la commune.

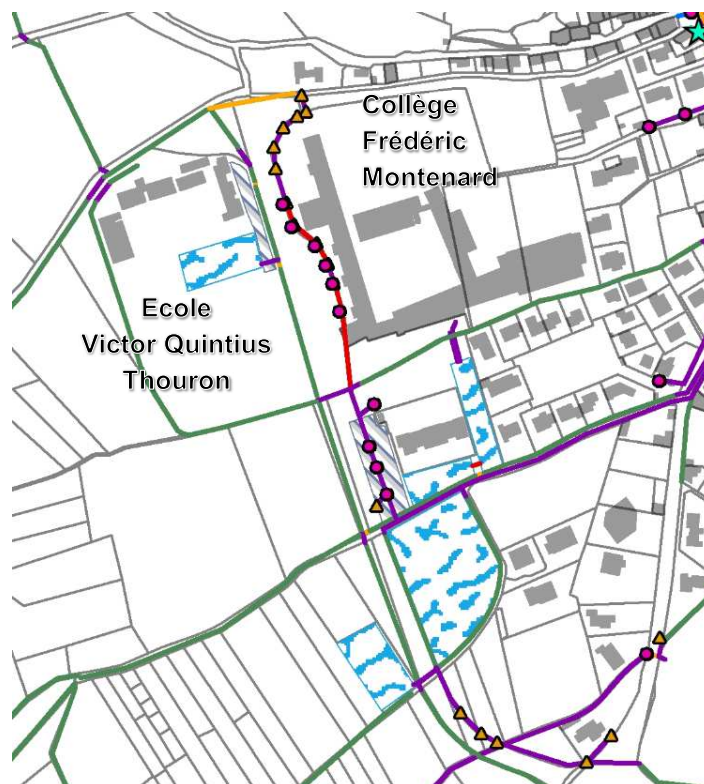


Figure 39 : Situation des principaux bassins de rétention de la commune

5.2.3.2. Le milieu récepteur

Les écoulements pluviaux de Besse-sur-Issole rejoignent le milieu récepteur principal du cours d'eau de l'Issole à l'Est de la commune.

Une partie des écoulements pluviaux s'infiltre également dans la nappe souterraine (au niveau du Lac et du Lacquet) du fait du contexte karstique du site.

5.2.3.3. Source de pollution potentielles

Sur la commune de Besse-sur-Issole, nous n'avons pas relevé de réelles sources de pollution visibles lors de notre expertise de terrain.

En effet, ce sont essentiellement les zones d'activités et les zones commerciales qui posent habituellement d'importants problèmes de pollution des eaux superficielles et pour lesquelles des dispositifs anti-pollution doivent impérativement être mis en place, les lotissements ont communément un impact moindre sur le milieu naturel. Les services techniques de la municipalité intervenant pour la propreté de la ville réalisent un travail suffisant.

► Station épuration

Selon le rapport du SESAMA de l'ARPE en 2011, la station d'épuration, mise en route en 1991, fonctionne en deca de ses charges hydraulique et organique nominales. Toutefois, son fonctionnement est conditionné par la gestion de la filière boues. Un rejet direct dans le cours d'eau après busage est présent. Les mesures réalisées en 2011 par le SESAMA révèlent un impact significatif du rejet de la station sur la qualité des eaux du canal pour la plupart des altérations représentant les paramètres carbones, azotes et phosphores.

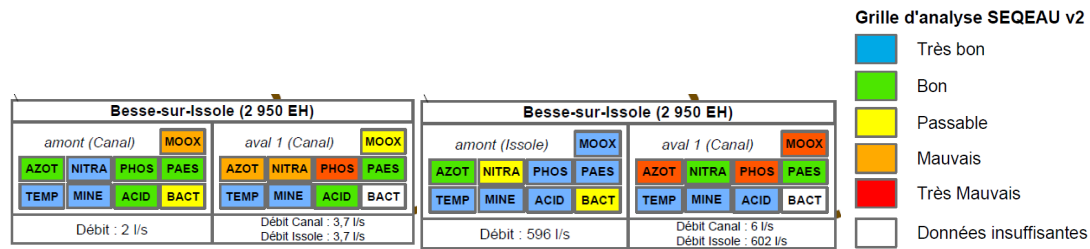


Figure 40 : Résultats analyse réalisé en Mai et Septembre 2011 à l'amont et au rejet de la station d'épuration – Source contant rivière Caramy Issole

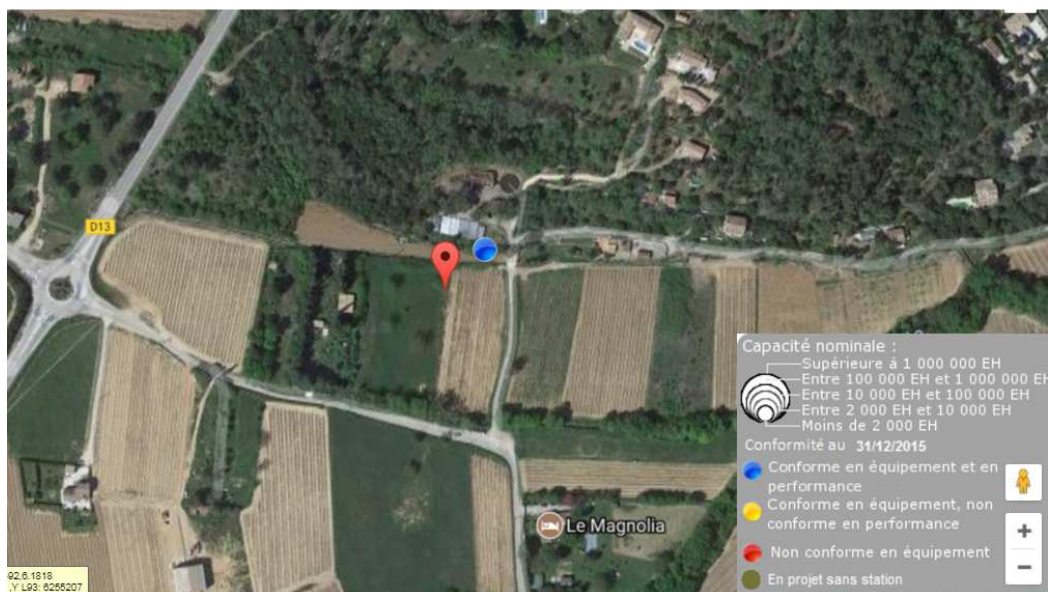


Figure 41 : Situation de la station d'épuration de Besse-sur-Issole avec son point de rejet

Dans ce sens, le programme d'action du contrat de rivière du bassin versant du Caramy-Issole prévoit les actions suivantes :

- Réflexion sur une station commune à Sainte Anastasie et Besse,
- Rénovation ou extension de la station,
- Mise en place d'un traitement plus poussé (amélioration du traitement sur les paramètres nitrates et phosphore)
- Aménagement d'une zone de rejet intermédiaire en amont du rejet au cours d'eau - à étudier en fonction de l'hydrogéologie locale

► Activité viticole

Le bassin versant de l'Issole est une terre viticole.

Au sein de la commune, l'activité de la société coopérative vinicole Le Cellier de Gaspard est soumise à redevance pollution non domestique. Cette redevance est payée par les activités économiques ou industrielles entraînant un rejet de pollution. Le rejet au milieu correspond à la production nette obtenue après épuration des eaux et selon trois paramètres majeurs : l'azote, le phosphore et la matière organique. Ces produits peuvent donc être lessivés et amenés au milieu récepteur.

Le programme d'action du contrat de rivière prévoit, pour limiter la pollution du milieu récepteur notamment pendant le nettoyage des machines, la construction d'une borne de lavage et de remplissage sur la commune.

5.2.3.4. La qualité du milieu récepteur

La rivière de l'Issole, masse d'eau identifiée FRDR12004, est un cours d'eau dont les objectifs d'état écologique et chimique sont considérés comme bon à très bon.

La station de mesure de la qualité la plus proche se situe sur la commune de Saint-Anastase-sur-Issole, située un peu plus en amont de la commune de Besse, donne des résultats bons

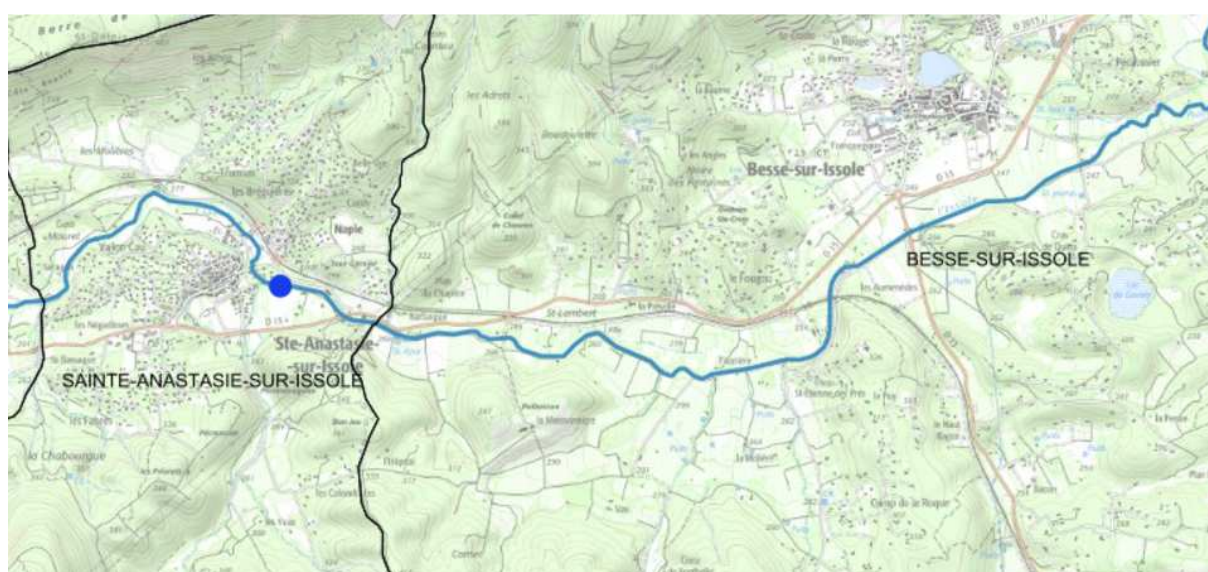


Figure 42 : Situation de la station de mesure la plus proche – Source <http://carmen.carmencarto.fr>

Années (1)	Bilan de l'oxygène	Température	Nutriments		Acidification	Polluants spécifiques	Invertébrés benthiques	Diatomées	Macrophytes	Poissons	Hydromorphologie	Pressions hydromorphologiques	ÉTAT ÉCOLOGIQUE	POTENTIEL ÉCOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE
			Nutriments N	Nutriments P											
2016	BE	Ind	TBE	BE	TBE	BE	TBE	BE	TBE	BE			BE		BE
2015	BE	Ind	BE	BE	BE	BE	BE	BE	TBE	BE			BE		BE
2014	BE	Ind	BE	BE	BE	BE	TBE	BE	TBE	BE			BE		MAUV ①
2013	BE	Ind	BE	BE	BE	BE	TBE	BE	TBE	BE			BE		BE
2012	BE	Ind	BE	BE	TBE	BE	TBE	BE		BE			BE		BE
2011	BE	Ind	BE	BE	TBE	BE	TBE	BE		BE			BE		MAUV ①
2010	BE	Ind	BE	BE	TBE	BE	BE	BE		BE			BE		MAUV ①
2009	BE	Ind	BE	BE	TBE	BE	TBE	BE		BE			BE		MAUV ①
2008	BE ①	Ind	BE	BE	BE		TBE	TBE		BE			BE		

Figure 43 : Fiche d'état des eaux sur Saint-Anastase-sur-Issole – Source : <http://sierm.eaurmc.fr>

Cette station est cependant située en amont de la commune donc peu représentative pour la qualité des eaux après rejet par la commune. Cependant, les sources de pollutions identifiées laissent à penser que la qualité (chimique et écologique) ne devrait pas être fortement impactée.

5.2.3.5. La baignade

Le Lac situé sur la commune est autorisé à la baignade. L'Agence Régionale de Santé (ARS) suit depuis 2015 la qualité de cette eau de baignade.

Le classement des zones de baignades est défini par le code de la santé publique transcription de la Directive européenne sur les eaux de baignade de 1975. Il est notamment basé sur des analyses microbiologiques de l'eau et des relevés de paramètres physico-chimiques :

Catégorie	Qualité	Conditions
A	Bonne	- au moins 80 % des résultats en coliformes totaux et fécaux sont inférieurs aux nombres guides (G) - au moins 95 % des résultats sont inférieurs aux nombres impératifs (I) - au moins 90 % des résultats pour les streptocoques fécaux sont inférieurs aux nombres guides (G)
B	Moyenne	au moins 95 % des résultats sont inférieurs aux nombres impératifs (I)
C	Pollution momentanée	la fréquence de dépassements des niveaux impératifs (I) est comprise entre 5 % et 33 %
D	Mauvaise	au moins un résultat sur trois dépasse les nombres impératifs (I)

	G	I
Coliformes totaux/100 ml	500	10 000
E coli/100 ml	100	2 000
Entérocoques/100 ml	100	/

Tableau 5 : Grille de classement des eaux de baignade selon la directive de 1975

Les résultats attestent la bonne qualité des eaux aux polluants analysés.

Résultats des prélèvements de l'année 2017							
19/06/2017 Bon	07/07/2017 Bon	19/07/2017 Bon	10/08/2017 Bon				
Bon résultat  - Résultat moyen  - Mauvais résultat 							
Historique des classements							
2013	2014	2015	2016	Classement selon la directive 2006/7/CE en vigueur à partir de la saison 2013			
				 Excellent	 Bon	 Suffisant	Pas de classement en raison de changements ou classement pas encore possible
				 Insuffisant	 Insuffisamment de prélèvements		
				 Non suivi			

Tableau 6 : Résultats des analyses de la qualité des eaux de baignade sur Besse-sur-Issole – Source : <http://baignades.sante.gouv.fr>

5.2.4. Méthode de quantification de la pollution pluviale

La quantification de ce type de pollution reste difficile du fait de la grande variabilité des phénomènes mis en jeu :

- ▶ **l'importance de la pluie** (durée, intensité) capable de mobiliser les polluants déposés sur les surfaces, ainsi que son volume caractérisant le taux de dilution ;
- ▶ **la durée de la période de temps sec précédant l'événement pluvieux** déterminant l'accumulation des polluants ;
- ▶ **La nature du matériau de surface ;**
- ▶ **La nature des activités sur ou à proximité de la surface ;**

L'ensemble de ces phénomènes mis en jeu explique la très grande variabilité des concentrations trouvées dans la littérature

Dans le cadre de l'étude d'un projet (routier ou zone d'activité) l'impact des rejets par temps de pluie est analysé sous deux aspects :

- ▶ des « effets de choc », i.e. pour un évènement pluvieux important,
- ▶ et des « effets cumulatifs », à l'échelle annuelle.

Pour la présente étude, l'objectif est d'identifier les secteurs apportant la plus grande partie de la pollution lors d'épisodes pluvieux. Le raisonnement est donc basé sur les charges annuelles, afin de comparer les apports de chacun des sous bassins versants tels qu'ils ont été définis pour l'étude hydrologique.

Les valeurs moyennes théoriques de charges de divers paramètres polluants sont estimées par des ratios relatifs aux surfaces imperméabilisées, que l'on peut retrouver dans la littérature.

Paramètres	Rejet moyen annuels Charge en kg/ha imperméabilisé/an
MES	660
DCO	630
DBO5	90
Hydrocarbures	15
Plomb	1

Tableau 7 : Charges polluantes par paramètre et selon le type d'occupation du sol (MAUDUIT Marc. Gestion des eaux pluviales en milieu urbain : panacher les techniques pour faire face aux enjeux. L'eau, l'Industrie, les Nuisances, 2009, p.34)

Pour les voiries, les valeurs utilisées sont celles préconisées par le SETRA en fonction du trafic existant, en site ouvert.

Charges unitaires annuelles Cu à l'ha imperméabilisé pour 1 000 v/j	Mes kg	Dco kg	Zn kg	Cu kg	Cd g	Hc Totaux g	Hap g
Site ouvert	40	40	0,4	0,02	2	600	0,08
Site restreint	60	60	0,2	0,02	1	900	0,15

Charge polluante annuelle unitaire supplémentaire Cs à l'ha imperméabilisé pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j	Mes kg	Dco kg	Zn kg	Cu kg	Cd g	Hc Totaux g	HAP g
Cs (en sites ouvert et restreint)	10	4	0,0125	0,011	0,3	400	0,05

Tableau 8 : Charges unitaires annuelles par ha imperméabilisé pour 1 000 v/j et charges unitaires supplémentaires annuelles par ha imperméabilisé pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j pour sites ouverts et restreints

Le calcul des flux polluants est basé sur les apports liés à l'urbanisation et donc par rapport aux types d'occupation du sol définis dans le cadre de l'étude hydrologique :

- ▶ Urbain dense – Coefficient d'imperméabilité pris en considération 80 %
- ▶ Voiries – La circulation des voiries étant faible, nous avons pris en considération les valeurs de charges annuelles pour un site ouvert deux fois moins importante que pour 1000 v/j.

5.2.5. Résultats de la simulation

Les résultats pour les paramètres DCO, MES, DBO₅, Hydrocarbures, Plomb et autres métaux lourds par sous bassin versant sont présentées ci-dessous :

	MES	DCO	DBO5	Hydrocarbures	Plomb	Zinc	Cuivre	Cadmium
BV1	2495	2386	650	56	3.616	1.083	0.054	0.005
BV2	2032	1942	448	46	2.988	0.598	0.030	0.003
BV3	1291	1234	245	29	1.920	0.240	0.012	0.001
BV4	175	168	58	4	0.248	0.118	0.006	0.001
BV5	5672	5418	985	128	8.482	0.738	0.037	0.004
TOTAL (kg/an)	11666	11148	2386	263	17.254	2.776	0.1388	0.01388

	Concentration en kg/an/ha				
	MES	DCO	DBO5	Hydrocarbures	Plomb
BV1	33.56	15.01	1.94	0.34	0.04
BV2	49.93	22.34	2.89	0.50	0.06
BV3	79.89	35.74	4.63	0.80	0.09
BV4	21.47	9.60	1.24	0.21	0.02
BV5	229.69	102.75	13.30	2.30	0.25

Les principales conclusions de ces calculs de flux sont les suivants :

- ▶ Les principaux apports pour tous les paramètres est le bassin versant 5 qui correspond au centre-ville de la commune.
- ▶ Le bassin versant 4 est le plus petit bassin d'apport car principalement composé de surfaces enherbées.

Nous avons comparés ces résultats à ceux du tableau présenté ci-dessous extrait de B.Chocat, S.Barraud, J.L.Bertrand-Krajewski : « Les eaux pluviales urbaines et les rejets urbains de temps de pluie », Encyclopédie des techniques de l'Ingénieur. Les ordres de grandeurs des concentrations moyennes en mg/l de pluie ruisselée sont les suivants :

	MES	DCO	DBO5	Hydrocarbures	Plomb	Zinc	Cuivre	Cadmium
Concentration en mg/l	190	85	11	1.9	0.21	0.3	0.1446	0.0241

Il a été pris en considération une pluie moyenne par an de **657 mm** (moyenne des pluies tombées sur Besse-Sur-Issolle entre 1997-2009 – Source : <http://meteo.besse83.free.fr/>)

	MES	DCO	DBO5	Hydrocarbures	Plomb	Zinc	Cuivre	Cadmium
BV1	4622	2128	586	47	4.989	8.210	3.489	0.578
BV2	3790	1728	395	38	4.123	6.487	2.869	0.476
BV3	2421	1096	211	24	2.649	4.024	1.836	0.305
BV4	321	150	53	3	0.342	0.606	0.241	0.040
BV5	10662	4811	834	107	11.703	17.456	8.095	1.347
TOTAL (kg/an)	21816	9913	2080	220	23.806	36.784	16.531	2.746
	87%	-11%	-13%	-17%	38%	1225%	11810%	19683%

Les valeurs en MES sont pratiquement doublées entre les deux méthodes. Pour les DCO, DBO5 et les hydrocarbures, une baisse de 10 à 20 % est notable. Concernant la concentration de plomb, l'augmentation est de près de 40 %

Concernant le reste des métaux lourds, les résultats ne sont pas exploitables et il ne peut pas être tiré de conclusions du fait de la faible concentration initiale à prendre en compte par hectare imperméabilisé.

5.2.6. Limite de la simulation et propositions

Les résultats présentés dans ce rapport sont à prendre avec précaution et en fonction de la littérature utilisée, les résultats peuvent évoluer de façon notable. En effet, comme vu au §5.2.4. La variabilité des phénomènes mis en jeu entraîne une variabilité importante sur les valeurs guides utilisées. Par conséquent, les résultats ne doivent pas être considérés en « valeur absolue », mais permettent de mener cette étude comparative entre tous les sous-bassins des bassins versants étudiés et ainsi identifier quels sont les secteurs à enjeux.

D'autre part, l'influence des surfaces naturelles n'ont pas été prises en compte faute de données théoriques disponibles. L'analyse menée ici s'est donc intéressée uniquement aux apports des surfaces urbanisées. Il est probable que les secteurs végétalisés ou cultivés génèrent des flux en matières en suspension et matières organiques non négligeables, en particulier lors de phénomènes de crues (érosion des sols et des berges).

Il serait intéressant de comparer ces valeurs à celles issues de prélèvements+analyses qui pourraient être à réaliser lors d'événements pluvieux sur une année. L'objectif serait par temps de pluie de caractériser les flux de pollution générés par les surfaces drainées par le réseau pluvial au droit des principaux exutoires (Canal de l'Issolette et exutoire du Lac) et ce dans le but d'étudier leur impact sur les milieux naturels récepteurs.

A noter que la pertinence de ce type de bilan dépend fortement de l'épisode pluvieux intercepté. Les expériences montrent que les événements pluvieux les plus dommageables pour le milieu (et donc les plus chargés en polluants) sont principalement des **événements estivaux d'occurrence annuelle** sur une **durée de pluie allant d'une à plusieurs heures avec 15 jours de temps secs préalables**. La présence d'une période sèche antérieure à l'évènement pluvieux d'une durée de plusieurs jours favorise l'accumulation de polluants sur les surfaces, notamment imperméabilisées. L'intensité de la pluie conditionne ensuite le phénomène de lessivage des sols. En pratique, il est relativement complexe d'intercepter un tel évènement qui ne se produit, en théorie, qu'une fois par an.

Afin d'anticiper l'apparition d'un évènement de ce type et de s'assurer de ne manquer aucun épisode pluvieux notable, il est nécessaire de procéder à une **veille météorologique** sur des sites spécialisés situés à proximité du secteur d'étude.

Les analyses des bilans doivent ensuite être confiées à un laboratoire agréé. Les mesures suivantes peuvent être réalisées pour chacun des points de prélèvement :

- ▶ **Mesures physico chimiques « standard »** : DCO, DBO5, MES, PO4, Ptotal, NTK, NH4
- ▶ **Mesures bactériologiques** : coliformes thermotolérants, E.Coli, entérocoques,
- ▶ **Mesures des métaux**
- ▶ **Mesures des substances caractéristiques du bon état chimique et écologique des eaux au sens de la Directive Cadre sur l'Eau**

Ces résultats seraient ensuite qualifiés selon l'importance des concentrations sur la base des **classes du SEQEAU**. Le Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (SEQEAU) est un outil permettant de caractériser l'état physico-chimique des cours d'eau. Il est utilisé depuis le début des années 2000 par tous les acteurs de l'eau.

5.2.7. Mesures à prendre en compte dans la phase 3

Les eaux de pluie après ruissellement sur des surfaces de toitures ou de parking dans des secteurs résidentiels gardent une qualité « eau de baignade » si elles n'ont pas transité dans le réseau pluvial. En effet la qualité des rejets d'eau pluviaux est plus mauvais après un séjour dans les réseaux du fait que l'eau se charge en polluants tout au long de son parcours :

- ▶ dans les caniveaux, où, du fait des pratiques de nettoyage des rues et des modes de vie des citadins, s'accumulent les polluants ;
- ▶ et surtout, dans le réseau de conduites, qui reçoit, pendant les périodes de temps sec, de multiples résidus, (produit du nettoyage des rues et des places de marché, rejets divers de citadins souvent bien intentionnés...)

Les techniques superficielles (dites « douces ») de gestion des eaux pluviales (noues, tranchées drainantes...) présentent **d'excellentes performances** et de nombreux autres avantages (simplicité de mise en œuvre et de surveillance, coût raisonnable...). Dans tous les cas, il faut **favoriser les techniques qui vont engendrer des temps de séjour longs** dans les ouvrages pour les pluies les plus fréquentes (petites pluies) et celles qui réduiront naturellement les volumes d'eau grâce à l'évaporation, l'évapotranspiration des plantes et l'infiltration.

Si l'entretien des réseaux et des voiries est une mesure préventive particulièrement efficace, les mesures favorisant le ralentissement et la décantation des eaux pluviales seront à privilégier (techniques alternatives).



www.sce.fr

GROUPE KERAN