

ÉTUDE RISQUE RUISSELLEMENT ET  
ZONAGE EAUX PLUVIALES  
Commune de Branoux-les-Taillades

PHASES 1 ET 2 – ÉTAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC  
HYDRAULIQUE

Rapport – V1

Document approuvé, le 20 février 2024



Zonage d'assainissement des Eaux Pluviales

Phases 1 et 2 – État des lieux et diagnostic hydraulique

Commune de Branoux-les-Taillades

Version	Date	Rédaction	Vérification	Approbation	Commentaires
V0	11/2022	CSO & PLA	EVI		Établissement du document – État des lieux
V1	09/2023	ALA	CSO	EVI	Ajout diagnostic hydraulique

## TABLE DES MATIERES

Table des matières.....	3
Liste des figures .....	5
Liste des tables.....	6
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>2. ÉTAT DES LIEUX.....</b>	<b>8</b>
2.1. Présentation générale .....	8
2.2. Eaux superficielles.....	9
2.2.1. Réseau hydrographique .....	9
2.2.2. PPRI – Risque inondation par débordement.....	10
2.2.3. Risque inondation par ruissellement.....	13
2.3. Eaux souterraines .....	18
2.4. Arrêtés de catastrophes naturelles.....	18
2.5. Sources de pollution éventuelles.....	19
2.6. Occupation du sol .....	20
2.7. PLU.....	22
<b>3. RESEAU PLUVIAL EXISTANT .....</b>	<b>22</b>
3.1. Description du réseau.....	22
3.2. Inventaires des désordres et anomalies.....	25
3.2.1. Désordres.....	25
3.2.2. Anomalies / constatations.....	25
<b>4. ANALYSE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE .....</b>	<b>28</b>
4.1. Bassins versants interceptés .....	28
4.1.1. Localisation .....	28
4.1.2. Caractéristiques.....	28
4.2. Pluviométrie de référence.....	30
4.3. Modélisation hydrologique/hydraulique.....	31
4.3.1. Logiciel PCSWMM.....	31
4.3.2. Construction du modèle.....	32
<b>5. DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT.....</b>	<b>34</b>
5.1. Analyse des résultats de la modélisation .....	34
5.1.1. Méthodologie .....	34
5.1.2. Diagnostic réseau .....	34
5.2. Desordres selon secteurs .....	36
5.2.1. Branoux-les-Taillades .....	36
5.2.2. Les Taillades .....	39

5.2.3. Le Galissard .....	40
<b>6. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT.....</b>	<b>41</b>
6.1. Secteur Branoux.....	41
6.2. Les Taillades .....	45
<b>7. RECAPTULATIF DES COUTS AMENAGEMENTS PRECONISES .....</b>	<b>46</b>
<i>Table des annexes.....</i>	<i>47</i>
ANNEXE 1 : LEVES RESEAU PLUVIAL EXISTANT .....	48
ANNEXE 2 : ÉTUDE RISQUE RUISSELLEMENT .....	49
ANNEXE 3 : LOCALISATION BASSINS VERSANTS INTERCEPTES .....	50
ANNEXE 4 : AUTRES CARACTERISTIQUES BASSINS VERSANTS INTERCEPTES .....	51
ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DIAGNOSTIC RESEAU PLUVIAL EXISTANT .....	53
ANNEXE 6 : VOLUMES DE RUISSELLEMENT ET DEBITS DE POINTE PAR BASSIN VERSANT (ETAT EXISTANT).....	54

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation commune de Branoux-les-Taillades .....	8
Figure 2. Relief – territoire communal de Branoux-les-Taillades.....	9
Figure 3. Réseau hydrographique - zoom Branoux-les-Taillades.....	10
Figure 4. Cartographie PPRI Gardon d'Alès - Zonage A Branoux-les-Taillades.....	11
Figure 5. Cartographie PPRI Gardon d'Alès - Zonage B Branoux-les-Taillades.....	12
Figure 6. Relief Branoux-les-Taillades.....	13
Figure 7. Cartographie hauteurs de submersion (classification 50 cm) .....	16
Figure 8. Cartographie hauteurs de submersion (classification 30 cm) .....	17
Figure 9. Masses d'eau souterraines - zoom Branoux-les-Taillades .....	18
Figure 10. Localisation sites BASIAS .....	19
Figure 11. Occupation des sols du (Corine Land Cover 2018) .....	21
Figure 12. Graphique répartition occupation du sol (Corine Land Cover 2018).....	21
Figure 13. Grille de collecte - réseau EPI route de la Plaine.....	24
Figure 14. Avaloir trottoir - réseau EP route de la Plaine.....	24
Figure 15. Avaloir trottoir - réseau EP le Galissard .....	24
Figure 16. Exutoire réseau EP - le Galissard .....	24
Figure 17. Caniveau grille de collecte - réseau EP Les Taillades .....	25
Figure 18. Entrée réseau enterré N106 - Les Taillades .....	25
Figure 19. Localisation anomalies/désordres .....	26
Figure 20. Anomalie n°4 entrée traversée D154 .....	27
Figure 21. Anomalie n°5 fossé encombré D154 .....	27
Figure 22. Anomalie n°6 Ø800 obstrué en sortie - Route de la Plaine .....	27
Figure 23. Zoom 1ère délimitation bassins versants (QGIS) .....	28
Figure 24. Base de données OCS GE - Branoux-les-Taillades.....	29
Figure 25. Localisation station Météo France la Grande Combe – 30132004.....	30
Figure 26. Localisation station Météo France Salindres - 30305001.....	31
Figure 27. Étapes de modélisation du réseau pluvial (logiciel PCSWMM) .....	32
Figure 28. Exemple de pluie de projet (PCSWMM) .....	33
Figure 29. Localisation anomalies/désordres .....	37
Figure 30. Anomalies et débordement secteur Branoux-les-Taillades.....	38
Figure 31. Débordements secteur Les Taillades .....	39
Figure 32. Débordements secteur Le Galissard .....	40
Figure 33. Proposition d'aménagement secteur Branoux (Ouest) .....	42
Figure 34. Proposition d'aménagement secteur Branoux (Nord).....	43
Figure 35. Proposition d'aménagement secteur Branoux (Est) .....	44
Figure 36. Proposition d'aménagement secteur les Taillades .....	45

## LISTE DES TABLES

---

Tableau 1. Définition classes aléa ruissellement - DDTM 30 .....	14
Tableau 2. Modalités prise en compte risque ruissellement - DDTM 30 .....	14
Tableau 3. Liste des arrêtés de catastrophes naturelles sur Branoux-les-Taillades .....	19
Tableau 4. Base de données BASIAS - commune de Branoux-les-Taillades .....	20
Tableau 5. Répartition type d'ouvrage réseau pluvial par localisation.....	23
Tableau 6. Répartition linéaire conduites circulaires selon diamètre .....	23
Tableau 7. Anomalies/constatations relevées - réseau pluvial existant.....	25
Tableau 8. Coefficients de ruissellement T= 10 ans (Doctrine DDTM Gard).....	29
Tableau 9. Synthèse diagnostic réseau modélisé - existant.....	35
Tableau 10. Anomalies/constatations relevées - réseau pluvial existant.....	36

## 1. INTRODUCTION

---

Le Plan Local d'Urbanisme de la commune de Branoux-les-Taillades est actuellement en phase de révision.

Dans le cadre de cette démarche, la commune a souhaité l'élaboration du zonage d'assainissement des eaux pluviales.

L'article L.2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales indique, conformément au code de l'Environnement : « Les communes ou leurs groupements délimitent, après enquête publique :

- Les zones où les 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 ;
- Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, 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. »

En d'autres termes, les objectifs du zonage pluvial peuvent être résumés comme suit :

- Régir le droit à construire dans les zones exposées à des risques liés au ruissellement pluvial, afin de ne pas augmenter la vulnérabilité du bâti en zones inondables ;
- Définir les modalités de gestion des eaux pluviales à prendre en compte dans les projets d'aménagements afin que ces opérations n'aggravent pas l'aléa dans les secteurs situés à l'aval et ne conduisent pas à des dégradations de la qualité des milieux naturels.

Il convient de souligner que dans la région les problèmes de gestion des eaux pluviales ne sont jamais sans lien avec les phénomènes de ruissellement, voire de débordements et d'inondations. C'est pourquoi une analyse spécifique des risques liés au ruissellement est réalisée en amont de l'élaboration du zonage pluvial, basée sur une modélisation 2D.

Le zonage d'assainissement pluvial est réalisé sur la base des doctrines départementales et des objectifs de la commune. La doctrine des services de l'Etat dans le département du Gard fait notamment l'objet de la « Note de cadrage méthodologique sur la prise en compte du risque inondation dans les documents d'urbanisme », actualisée en mai 2018.

Le présent rapport comprend un état des lieux effectué sur l'ensemble du territoire urbain communal ainsi qu'un diagnostic hydraulique, avec les étapes suivantes :

- Une reconnaissance de terrain avec un relevé du réseau pluvial existant ;
- Une cartographie des bassins versants concernés ;
- Une modélisation hydrologique/hydraulique avec estimation des débits de pointe et diagnostic du réseau pluvial ;
- Une analyse des risques liés au ruissellement (modélisation 2D).
- Une proposition d'aménagement et le chiffrage associé

## 2. ÉTAT DES LIEUX

### 2.1. PRESENTATION GENERALE

La commune de Branoux-les-Taillades est localisée dans le département du Gard, à une vingtaine de kilomètres au nord d'Alès, et en limite avec la Lozère à l'ouest.

La commune appartient à la communauté d'agglomération du Grand Alès depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013 qui est composée de 72 communes.

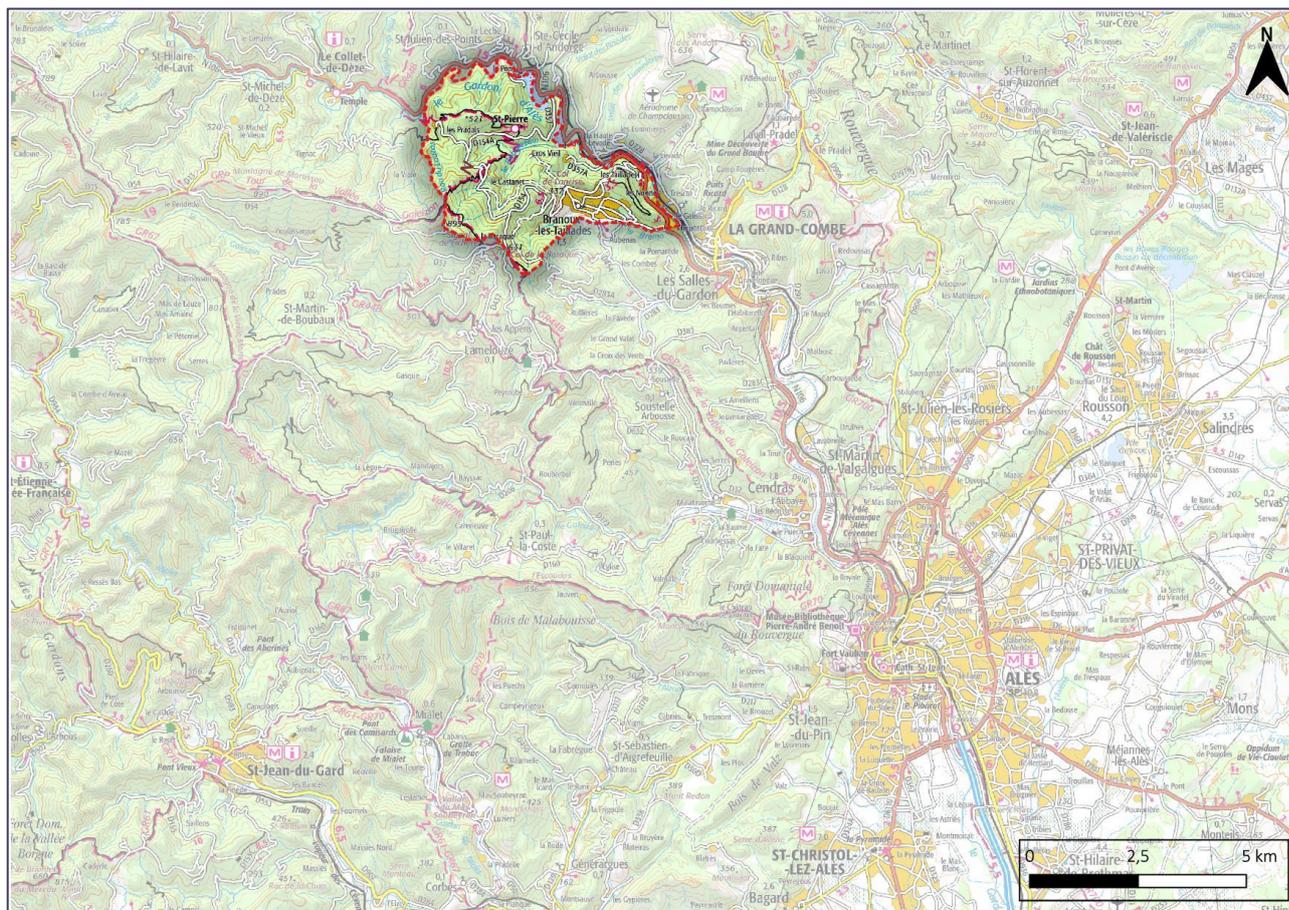


Figure 1. Localisation commune de Branoux-les-Taillades

L'ensemble du territoire communal couvre une superficie d'environ 1 500 hectares et l'altitude varie entre 189 m et 900 m.

La variation d'altitude fait évoluer le paysage. L'amont est marqué par la hauteur des montagnes, des pentes schisteuses, et une végétation composée de sapins et de hêtres. Tandis qu'à l'aval, le territoire semble plus méridional. Néanmoins, cette transition douce entre l'amont et l'aval ne dessine pas de limites nettes et les traits de caractères unitaires restent dominants.



Figure 2. Relief – territoire communal de Branoux-les-Taillades

La communauté d'agglomération du Grand Alès est gestionnaire du réseau pluvial de Branoux-les-Taillades. Celui-ci est essentiellement présent au niveau du village de Branoux, des Taillades, et du quartier le Galissard.

## 2.2. EAUX SUPERFICIELLES

### 2.2.1. Réseau hydrographique

Le territoire communal est bordé par le Gardon d'Alès au nord et à l'est, constituant la frontière géographique avec les communes limitrophes. Branoux-les-Taillades est également traversé par deux des affluents du Gardon d'Alès, le Rabalèzain au nord du village, et Le Bremau au sud. Enfin, ces affluents possèdent également leur affluent respectif le Valat du Bauri et le Nayzadou.

Le réseau hydrographique localisé sur le territoire communal est présenté sur la Figure 3. Réseau hydrographique - zoom Branoux-les-Taillades.

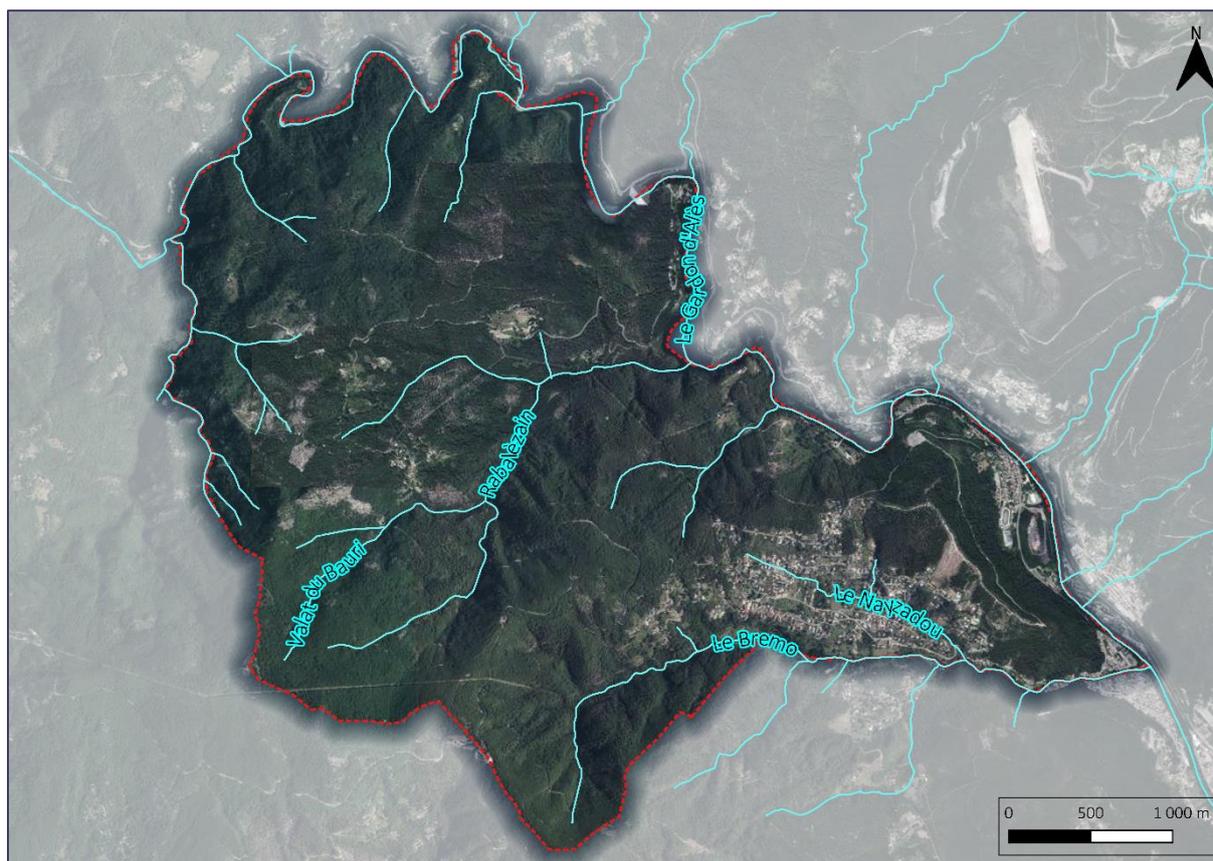


Figure 3. Réseau hydrographique - zoom Branoux-les-Taillades

### 2.2.2. PPRI – Risque inondation par débordement

La commune de Branoux-les-Taillades est concernée par le Plan de Prévention du Risque Inondation – PPRI – du bassin du Gardon d’Alès. Ce PPRI a été approuvé par arrêté préfectoral le 9 novembre 2010.

Selon le PPRI (*figure n°4 et n°5*), le territoire communal est concerné par deux types de zones : zone non urbanisée inondable par aléa fort ou située en contrebas d’une digue et soumise à un aléa fort (N-Uf et N-Ufd) et zone non urbanisée inondable par un aléa résiduel ou indéterminé (R-NU).

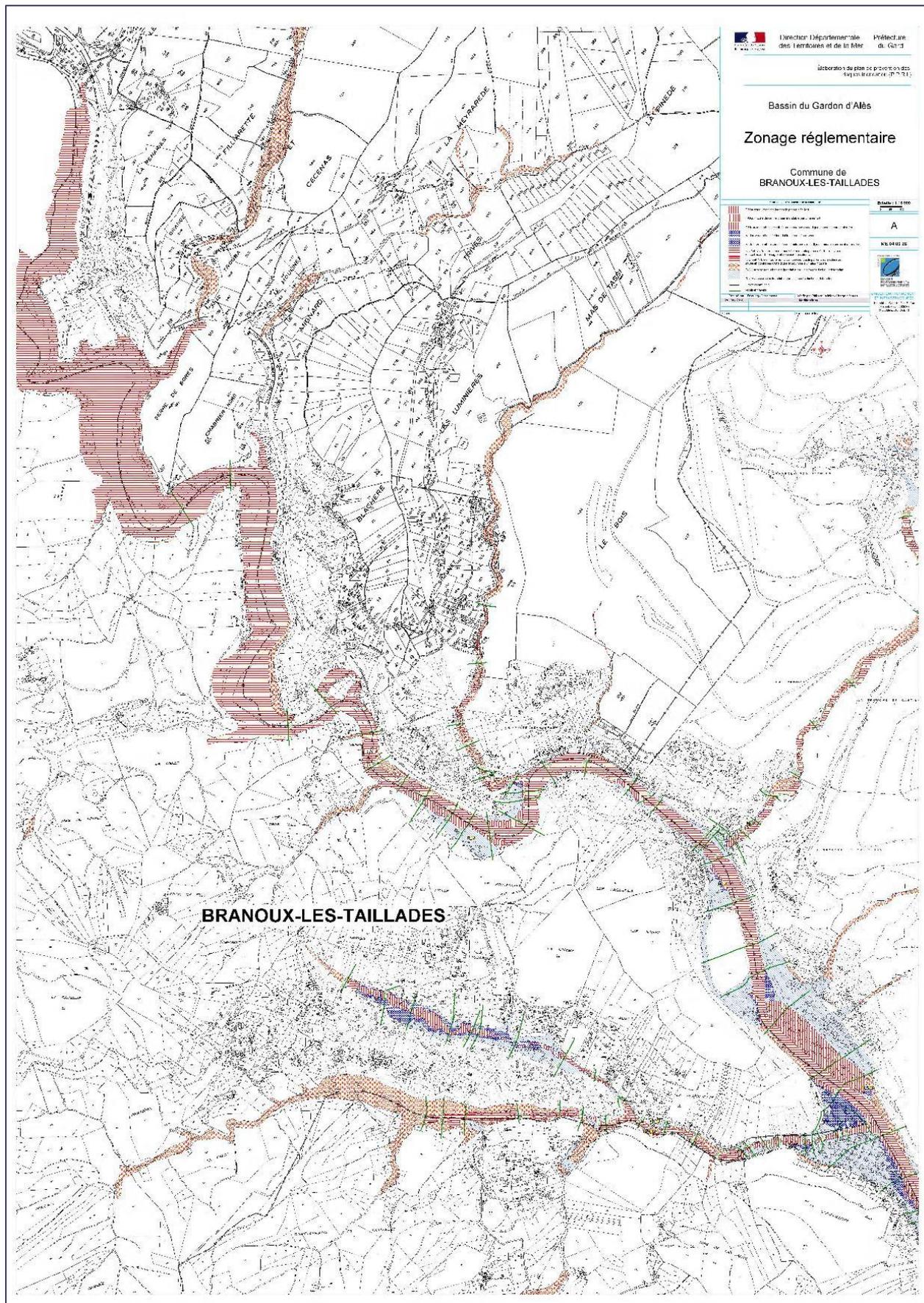


Figure 4. Cartographie PPRI Gardon d'Alès - Zonage A Branoux-les-Taillades

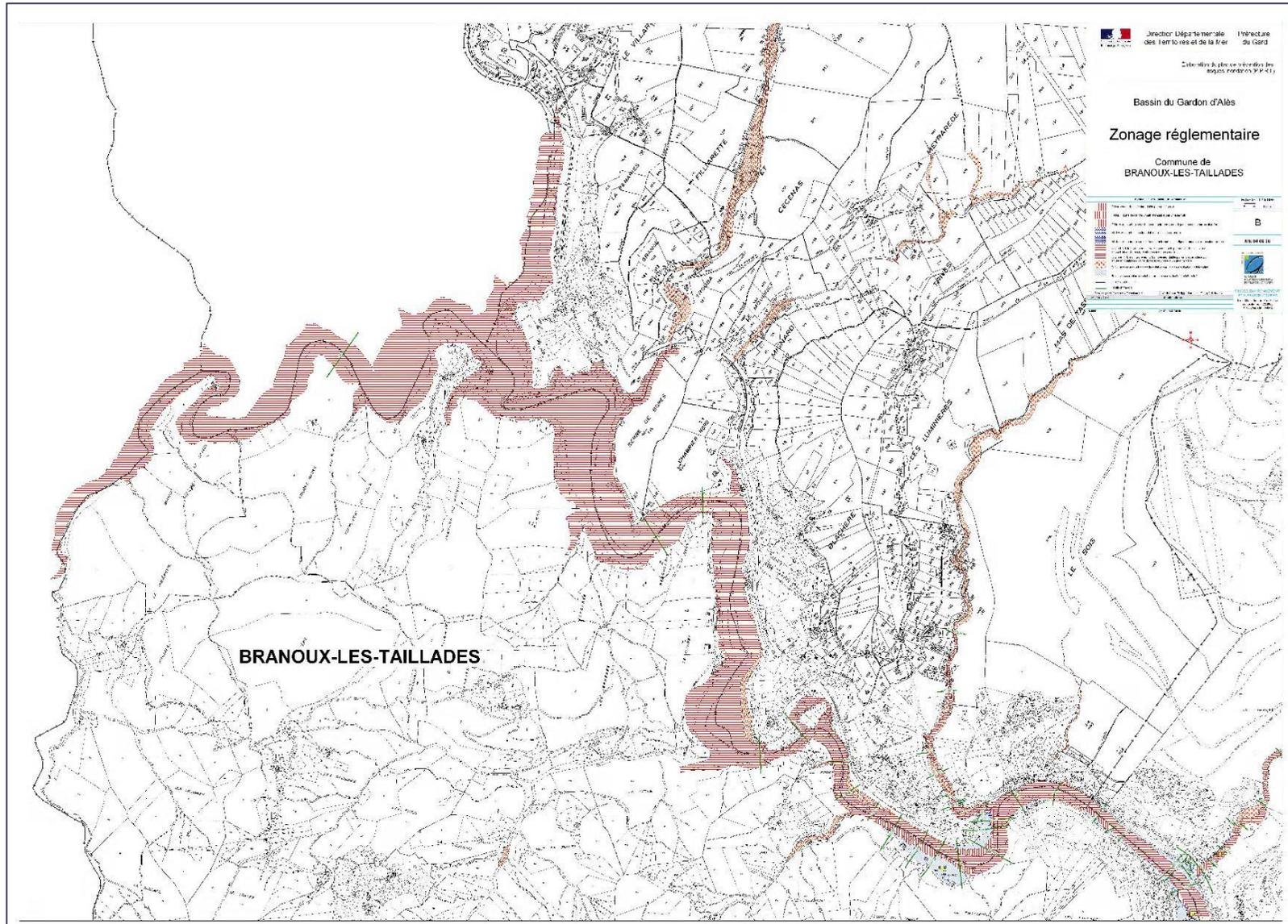


Figure 5. Cartographie PPRI Gardon d'Alès - Zonage B Branoux-les-Tailades

### 2.2.3. Risque inondation par ruissellement

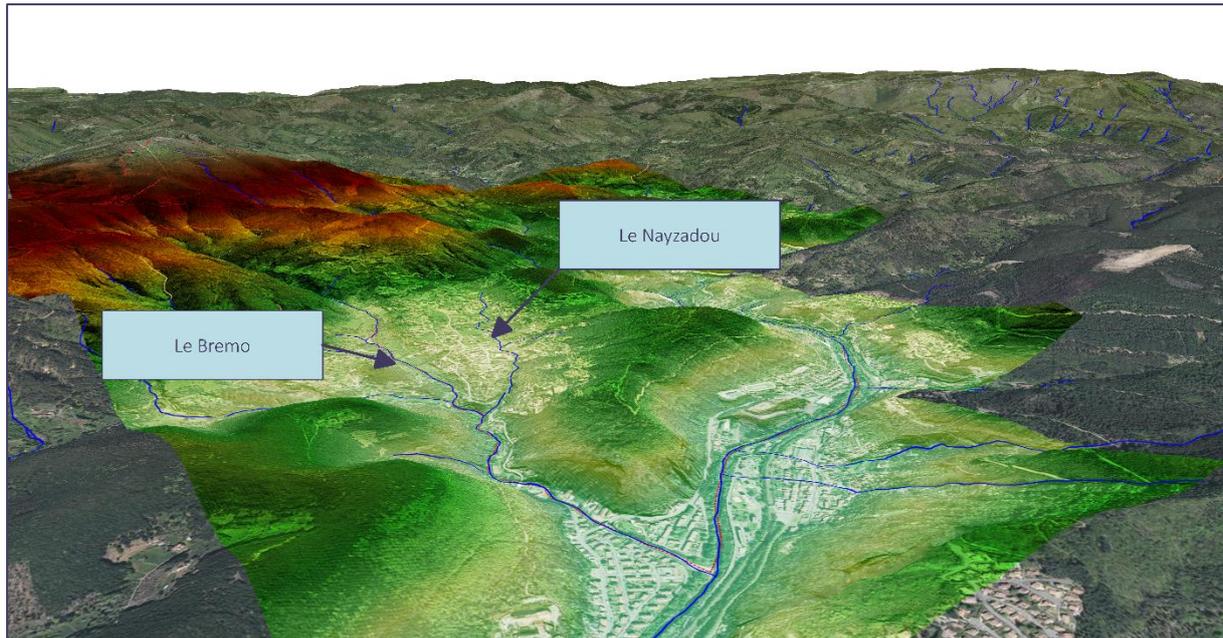


Figure 6. Relief Branoux-les-Taillades

D'après le relief présenté sur la *figure n°6*, Branoux est concerné par un versant au nord-est (secteur Mas Soubeiran/Lancise) et un autre à l'est (secteur des Issards/la Combe). Du fait de cette configuration topographique, ce secteur peut être exposé au risque inondation par ruissellement.

Face à l'urbanisation croissante des versants qui dominent le centre-village, la commune avait fait réaliser une première étude hydraulique afin de mieux connaître le risque (CEREG, 2010). Cette étude se basait sur une approche simplifiée d'estimation des débits à l'aval des bassins versants et avait notamment permis d'identifier les principaux axes d'écoulement. Pour préciser l'aléa ruissellement et également pour vérifier la pertinence des emplacements des bassins de rétention proposés dans le cadre de l'étude de 2010, il est apparu nécessaire de réaliser une modélisation 2D.

#### 2.2.3.1. Méthodologie

La mise en place d'une modélisation de type 2D offre une approche « mathématique » physiquement réaliste des écoulements, avec quantification des vitesses et hauteurs d'eau en n'importe quel point du territoire modélisé.

Le modèle 2D utilisé est HEC-RAS. C'est un code de calcul uni et bidimensionnel, calculant les champs de vitesses et les niveaux d'eau sur un domaine quelconque. Pour la partie 2D, il résout les équations de l'hydraulique à surface libre (de Barré de Saint-Venant) par la méthode des volumes finis, requérant au préalable une discrétisation spatiale du terrain naturel en mailles triangulaires ou quadrilatérales.

La modélisation bidimensionnelle aux volumes finis est particulièrement adaptée aux écoulements fortement divergents ou présentant des changements de régime (ressaut par exemple), comme les plaines inondables.

La méthodologie employée lors de cette modélisation est présentée de façon plus développée en *Annexe 2*.

### 2.2.3.2. Rappel de la doctrine de la DDTM 30 pour la caractérisation de l'aléa ruissellement

La DDTM a engagé une réflexion de mise à jour de sa doctrine pour les aléas inondation et ruissellement. En attendant c'est la doctrine actuelle qui s'applique.

Nous rappelons ci-après la doctrine actuelle pour l'aléa ruissellement, dans le cas où l'aléa a été évalué par une étude hydraulique, ce qui est le cas pour Branoux :

On distingue aléa fort et aléa modéré selon les seuils ci-dessous :

*Tableau 1. Définition classes aléa ruissellement - DDTM 30*

Vitesse Hauteur	Moyenne $v < 0,5 \text{ m/s}$	Forte $v > 0,5 \text{ m/s}$
$h > 50 \text{ cm}$	FORT	FORT
$h < 50 \text{ cm}$	MODERE	FORT

Pour le ruissellement, dans la future doctrine, il est probable que le seuil « aléa fort » descendra de 50 cm à 30 cm (un véhicule peut être emporté par l'eau dès 30 cm d'eau).

Les modalités actuelles de prise en compte du risque inondation par ruissellement sont définies par le tableau suivant :

*Tableau 2. Modalités prise en compte risque ruissellement - DDTM 30*

ENJEUX ALEA	URBANISES	NON URBANISES
FORT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inconstructibles</li> <li>- extensions limitées des bâtiments existants sous conditions (calage à PHE+30cm ou TN+1m sans PHE)</li> <li>- adaptations possibles en centre urbain</li> </ul>	
NON QUALIFIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- constructibles avec calage à PHE+30 cm ou TN+80cm sans PHE</li> <li>- pas d'établissements stratégiques ou accueillant des populations vulnérables</li> <li>- adaptations possibles en centre urbain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inconstructibles sauf les bâtiments agricoles sous conditions</li> <li>- extensions limitées des bâtiments existants sous conditions</li> </ul>
MODERE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- constructibles avec calage à PHE+30cm ou TN+80cm sans PHE</li> <li>- pas d'établissements stratégiques ou accueillant des populations vulnérables</li> <li>- adaptations possibles en centre urbain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inconstructibles sauf les bâtiments agricoles sous conditions</li> <li>- extensions limitées des bâtiments existants sous conditions</li> </ul>
EXONDE pour une pluie de référence (centennale ou historique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- constructibles avec calage à TN+30cm</li> <li>- pas d'établissements stratégiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- extension d'urbanisation possible (voir le paragraphe précédent)</li> <li>- calage à TN+30cm</li> <li>- pas d'établissements stratégiques</li> </ul>

Pour le ruissellement il est toujours possible d'urbaniser - même en zone non urbaine - si - et seulement si - on exonère les terrains, et si les conditions suivantes sont respectées :

- calage à TN+30 cm
- **et** démontrer, par une étude hydraulique, la possibilité de mettre hors d'eau les terrains projetés pour une pluie de référence centennale ou historique.

Deux classifications ont été appliquées sur les hauteurs d'eau résultantes de la modélisation : une première en considérant un seuil de 50 cm et une seconde un seuil de 30 cm. La première classification correspond au règlement actuellement en vigueur pour le risque inondation par ruissellement. La seconde classification a été réalisée pour être conforme au futur règlement. Ces cartes sont jointes pages suivantes.

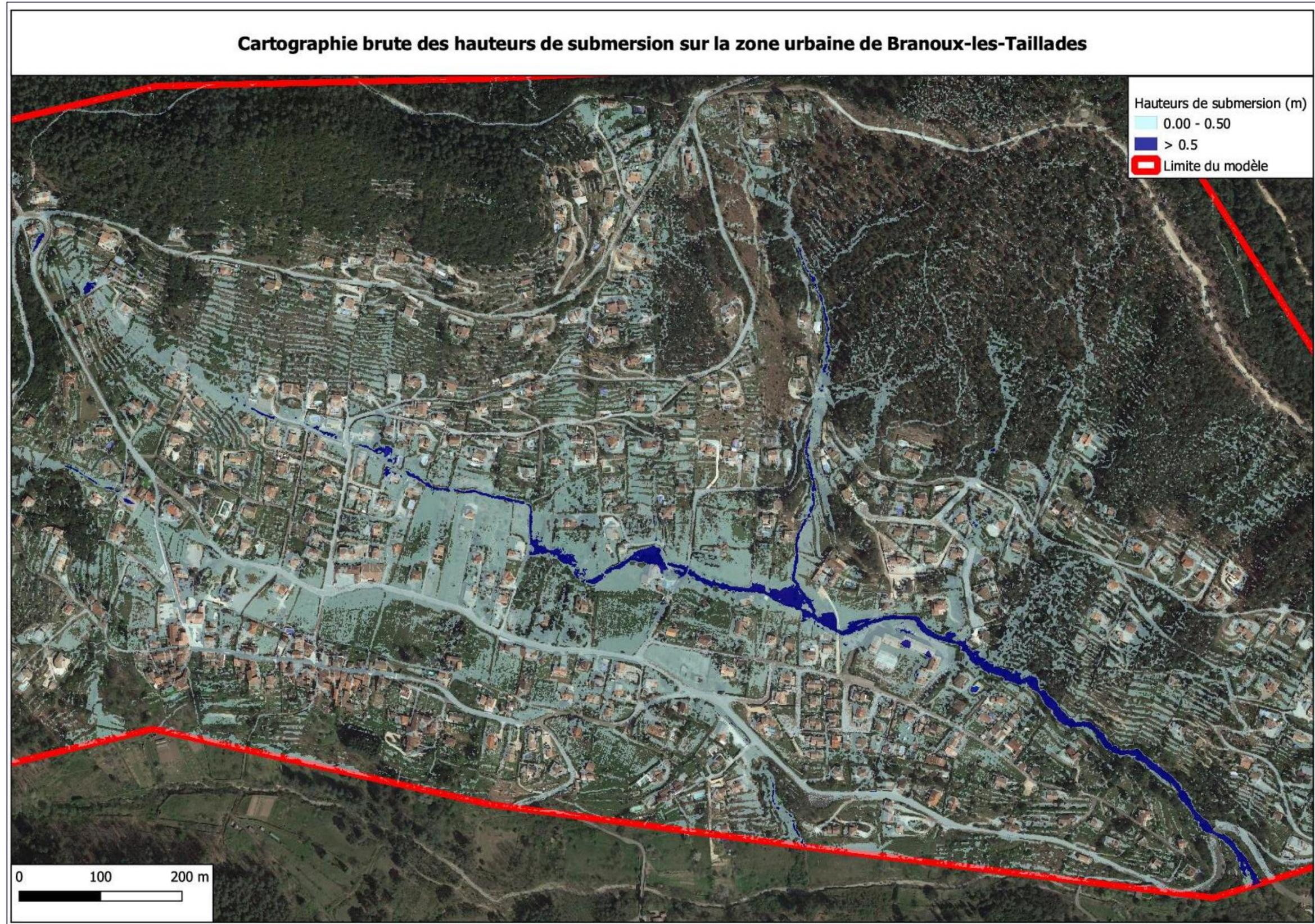


Figure 7. Cartographie hauteurs de submersion (classification 50 cm)

**Cartographie brute des hauteurs de submersion sur la zone urbaine de Branoux-les-Taillades**

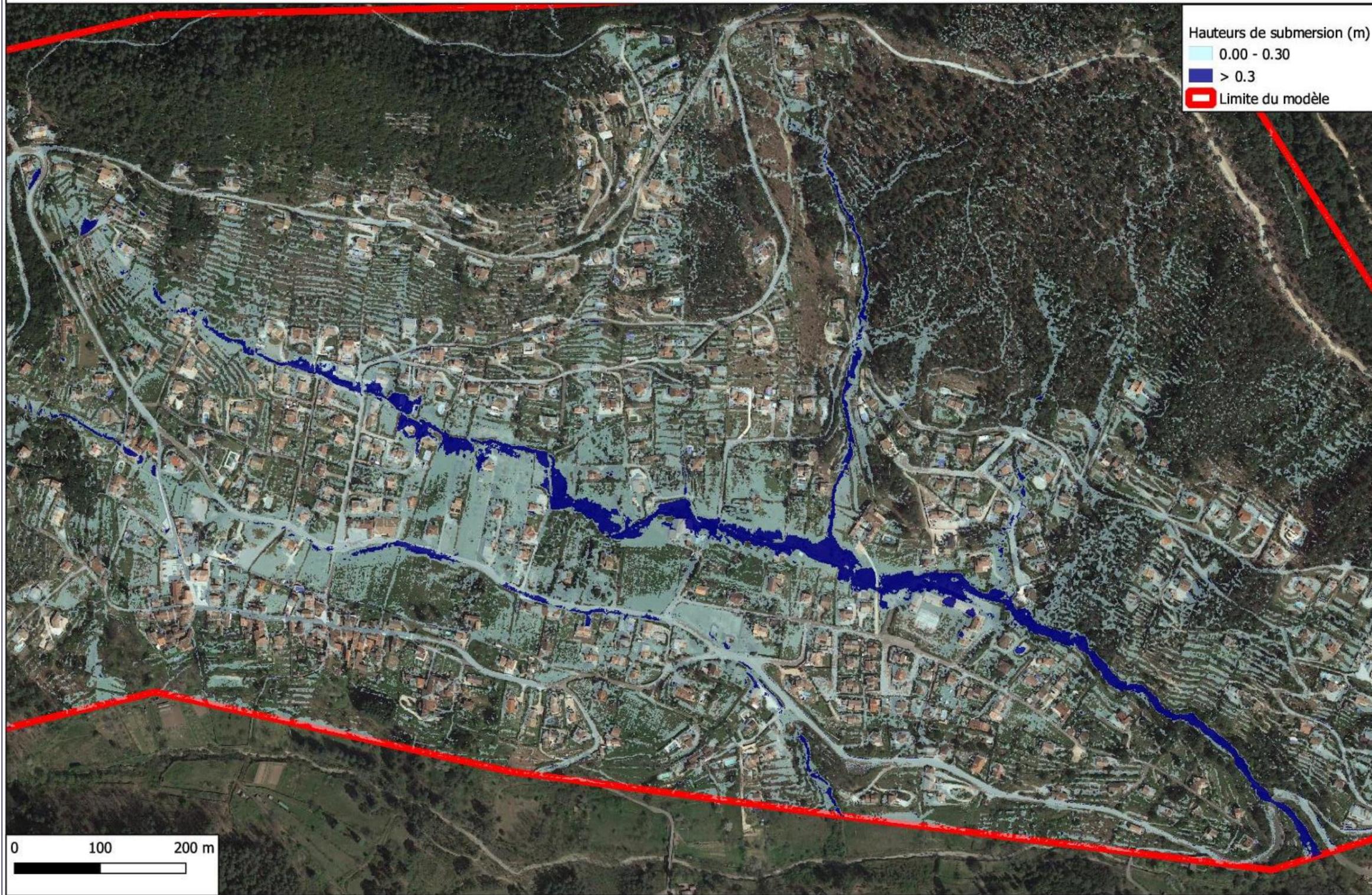


Figure 8. Cartographie hauteurs de submersion (classification 30 cm)

### 2.3. EAUX SOUTERRAINES

La commune est concernée par la présence de 3 masses d'eau souterraine :

- FRDG322 : Alluvions du Moyen Gardon + Gardon d'Alès et d'Anduze
- FRDG532 : Formations sédimentaires variées de la bordure cévenole (Ardèche, Gard)
- FRDG602 : Socle cévenol BV des Gardons et du Vidourle

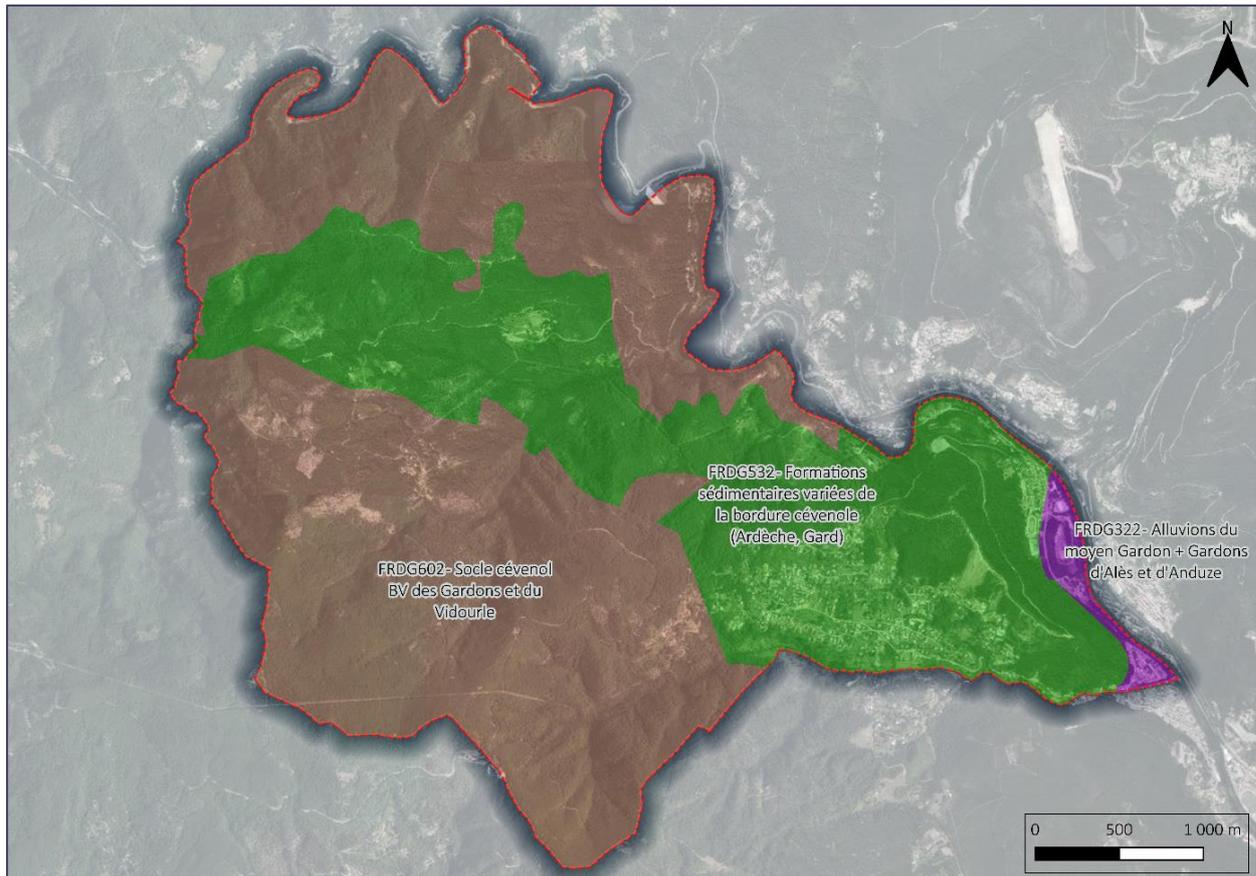


Figure 9. Masses d'eau souterraines - zoom Branoux-les-Taillades

### 2.4. ARRETES DE CATASTROPHES NATURELLES

La commune de Branoux-les-Taillades a déjà fait l'objet de neuf arrêtés de catastrophes naturelles depuis l'application de la *loi 82-600 du 13 juillet 1982*, relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, dont six liés au risque inondation par ruissellement et par débordement de cours d'eau.

Tableau 3. Liste des arrêtés de catastrophes naturelles sur Branoux-les-Taillades

Type de catastrophe	Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du
Inondations et coulées de boue	NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982
	INTE9800027A	06/10/1997	07/10/1997	02/02/1998
	INTE0200523A	08/09/2002	10/09/2002	19/09/2002
	IOCE0906139A	21/10/2008	22/10/2008	13/03/2009
	IOCE0908935A	01/11/2008	02/11/2008	17/04/2009
Inondations, coulées de boue et tempête	NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982

L'ensemble des arrêtés concerne des épisodes dus à la présence du Gardon. Les événements de septembre 2002 et octobre 2008 correspondent à des crues historiques sur le bassin versant des Gardons.

## 2.5. SOURCES DE POLLUTION EVENTUELLES

L'Inventaire historique des Sites Industriels et Activités de Services (BASIAS) recense 2 sites, localisés sur la figure n°10. Leurs caractéristiques sont indiquées dans le tableau n°4.

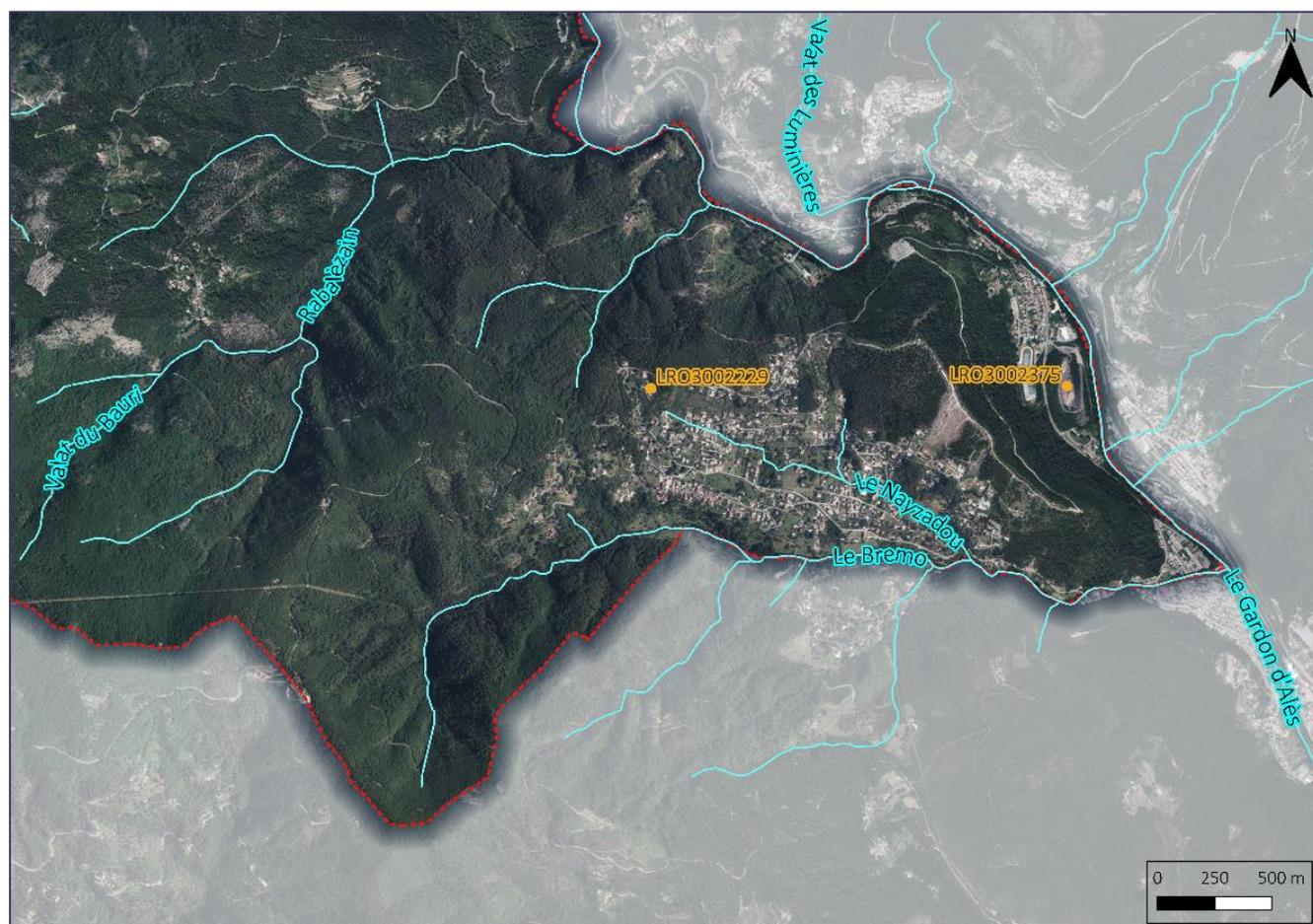


Figure 10. Localisation sites BASIAS

Tableau 4. Base de données BASIAS - commune de Branoux-les-Taillades

Identifiant	Raison sociale / Nom usuel	État occupation	Libellé activité
LRO3002229	Décharge OM	En arrêt	Déchetterie des encombrants
LRO3002375	Houillères / Bassin centre midi	En arrêt	Installation minière

Toutefois, ces deux établissements ont arrêté leur activité et aucun n'est répertorié dans la base de données BASOL, qui répertorie les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués), appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif, ni dans celle de l'iREP (registre français des émissions polluantes), qui répertorie les émissions dans l'eau, dans l'air et dans le sol ainsi que la production et le traitement de déchets dangereux et non dangereux des installations industrielles, des stations d'épuration urbaines de plus de 100 000 équivalents habitants et des élevages.

## 2.6. OCCUPATION DU SOL

La répartition des différents types d'occupation du sol est représentée par la carte et le graphique suivants (figure n°11 et n°12).

Le territoire communal est majoritairement couvert par des zones naturelles. Les forêts de feuillus, forêts de conifères, forêts mélangées, et landes et broussailles - occupent près de 90 % de la surface du territoire communal. Le pourcentage de tissu urbain (discontinu) est de 7 %. Les surfaces agricoles quant à elles n'occupent que 3%.

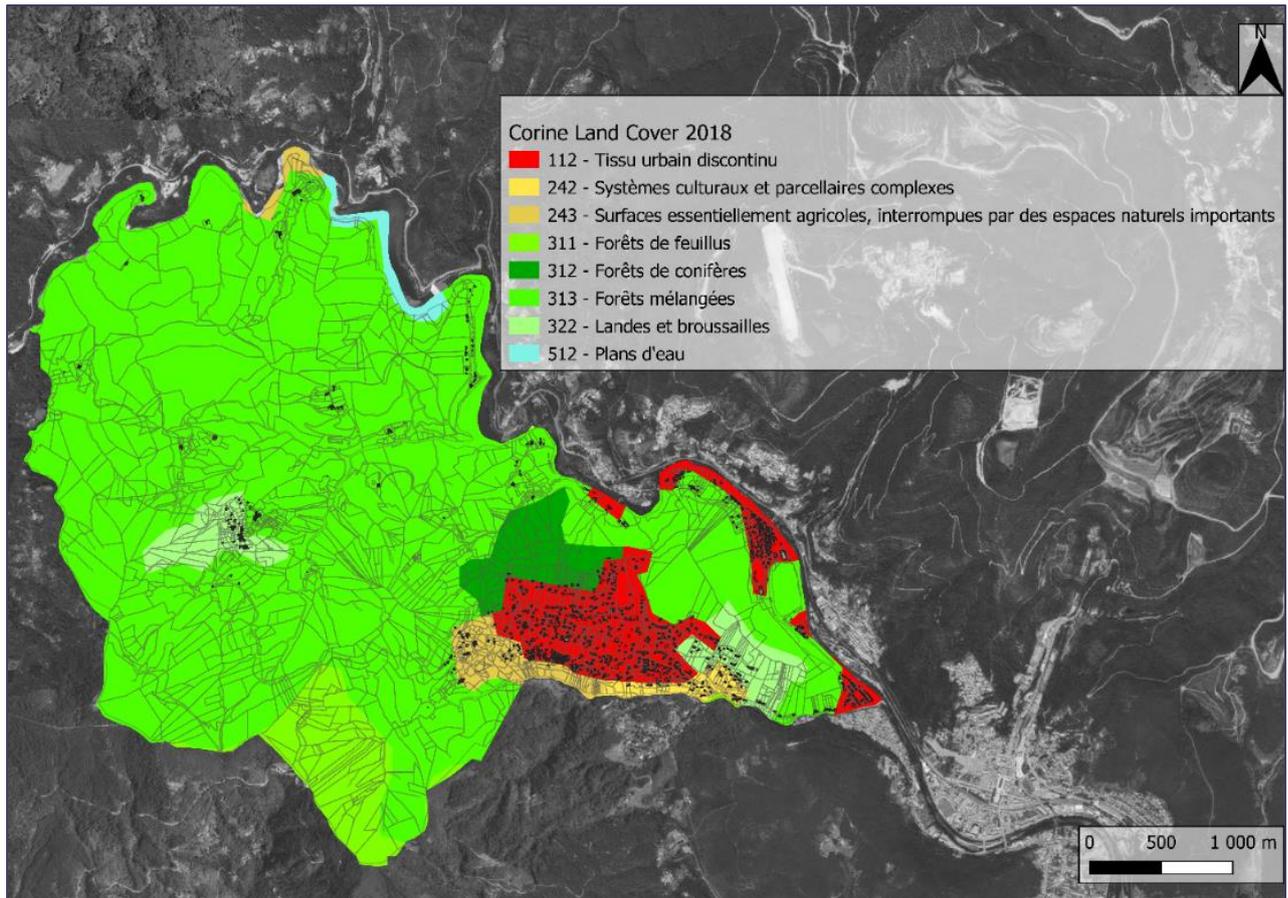


Figure 11. Occupation des sols du (Corine Land Cover 2018)

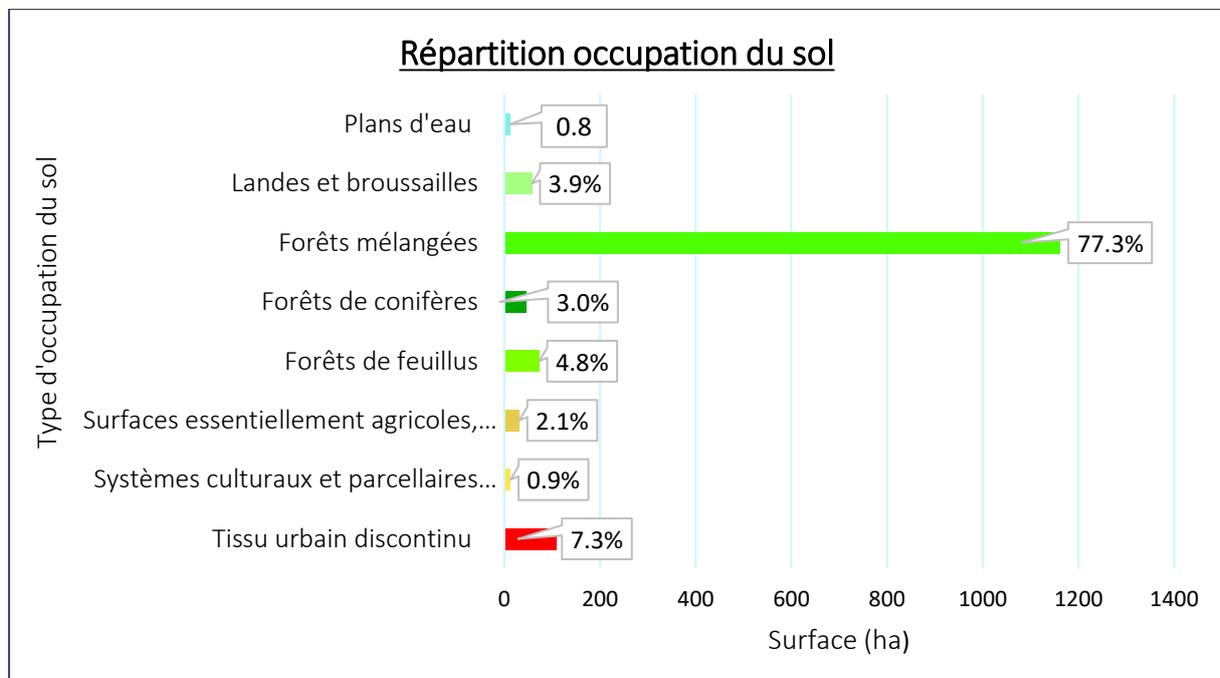


Figure 12. Graphique répartition occupation du sol (Corine Land Cover 2018)

## 2.7. PLU

La commune de Branoux-les-Taillades est dotée d'un PLU, approuvé en juin 2012, actuellement en cours de révision.

Selon l'INSEE, en 2019 la commune de Branoux-les-Taillades comptabilisait 1338 habitants (1697 habitants en 1968). Depuis 1968, la commune connaît une décroissance démographique. Cette décroissance démographique s'est légèrement stabilisée entre 1999 et 2013, pour décroître à nouveau depuis 2019. C'est sur ce constat que s'articulent les objectifs de croissance démographique décrits dans le Projet d'Aménagement et de Développement Durable - PADD - et les Orientations d'Aménagements et de Programmation - OAP.

Le règlement graphique du PLU (document de travail) est annexé au présent rapport : *Erreur ! Source du renvoi introuvable.*

## 3. RESEAU PLUVIAL EXISTANT

---

### 3.1. DESCRIPTION DU RESEAU

Une campagne de terrain a été menée à l'automne 2022 afin de lever le réseau pluvial présent sur le territoire communal.

La reconnaissance du réseau pluvial a pour objectif la compréhension de son fonctionnement, de ses caractéristiques hydrauliques et la définition des points sensibles. Les investigations de terrain visaient à :

- Réaliser un levé du réseau pluvial principal strict depuis les entrées en réseau jusqu'à ses exutoires
- Relever le tracé et repérer les caractéristiques des réseaux pluviaux (profondeur, dimensions, état général...) et des ouvrages et organes connexes (grilles / regards de visites / entrée/sorties de fossé) ; positionner les ouvrages en X, Y, Z grâce au GPS centimétrique
- Repérer le cas échéant les interconnexions de ce réseau avec les réseaux d'eaux usées
- Cartographier sur fond de plan cadastral le réseau de collecte des eaux pluviales (souterrain et aérien) existant dans les zones urbanisées / urbanisables.

Le réseau pluvial de Branoux-les-Taillades est localisé en quasi-totalité au niveau des deux parties principales : Branoux et Les Taillades. Une partie du réseau est également localisée au niveau du lieu-dit le Galissard.

Un linéaire total d'environ 5,5 km a été relevé, réparti de la manière suivante :

- Branoux – 4,3 km (78,6 % du linéaire total)
- Le Galissard – 0,3 km (4,9 % du linéaire total)
- Les Taillades – 0,9 km (16,5 km du linéaire total)

La répartition selon le type d'ouvrage et la localisation du réseau est présentée sur le tableau suivant :

**Tableau 5. Répartition type d'ouvrage réseau pluvial par localisation**

Localisation	Conduite circulaire	Ouvrage maçonné	Réseau supposé enterré	Cunette	Fossé
Branoux	54,3		10,5	5,3	29,9
Le Galissard	3,8	19,4	76,8		
Les Taillades	79,1		10,5	5,3	20,9

Selon le *tableau n°5*, le réseau pluvial est composé de conduites circulaires, ouvrages maçonnés, cunettes et fossés. Pour 0,7 km du linéaire, le type de réseau n'a pas pu être défini lors du relevé effectué sur le terrain (il n'a pas été possible d'ouvrir les regards).

Sur le linéaire principal connu, soit 4,8 km, nous observons une part importante de conduites circulaires en béton (63,6 %).

La répartition du linéaire de conduite enterré selon le diamètre est présentée sur le tableau ci-dessous.

**Tableau 6. Répartition linéaire conduites circulaires selon diamètre**

Diamètre (mm)	Nombre	Linéaire (m)	%
Ø200	6	146,3	4,8
Ø300	22	924,7	30,2
Ø400	17	1315,4	42,9
Ø500	5	260	8,5
Ø600	4	300,3	9,8
Ø800	1	70,7	2,3
Ø1000	1	48,5	1,6
Total	56	3065,9	100,0

Il est observé majoritairement des diamètres de petit calibre, soit Ø300 et Ø400.

Le réseau de collecte des eaux pluviales (réseau EP) levé est présenté en **Annexe 1**.



Figure 13. Grille de collecte - réseau EPI route de la Plaine



Figure 14. Avaloir trottoir - réseau EP route de la Plaine



Figure 15. Avaloir trottoir - réseau EP le Galissard



Figure 16. Exutoire réseau EP - le Galissard



Figure 17. Caniveau grille de collecte - réseau EP Les Taillades

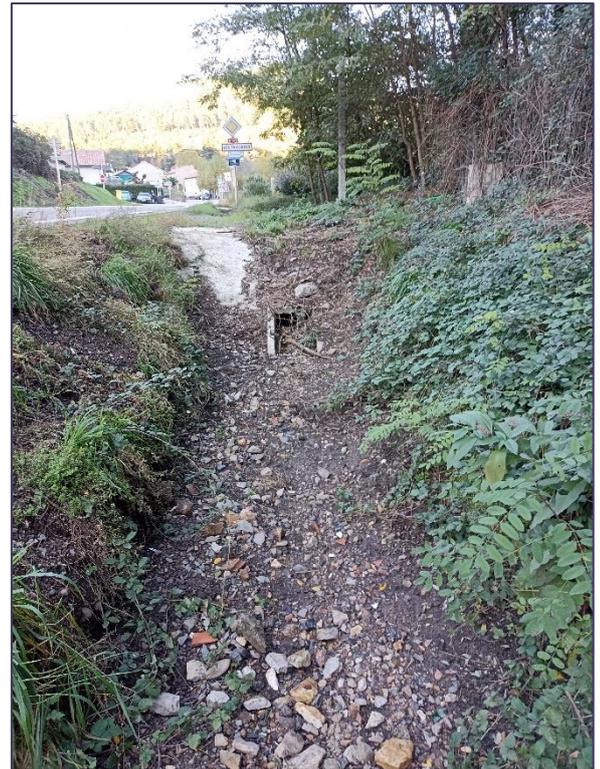


Figure 18. Entrée réseau enterré N106 - Les Taillades

### 3.2. INVENTAIRES DES DESORDRES ET ANOMALIES

#### 3.2.1. Désordres

Selon la commune, il n'est pas connu de zones spécifiques sujettes à des désordres lors des événements pluvieux.

#### 3.2.2. Anomalies / constatations

Le relevé du réseau pluvial effectué a permis d'observer et définir le réseau existant. Des anomalies et des constatations ont pu être relevées, répertoriées dans le *tableau n°7* et localisées sur la *figure n°19*.

Tableau 7. Anomalies/constatations relevées - réseau pluvial existant

N°	Observations
1	Diminution de section – Ø600 -> Ø400
2	Diminution de section – Ø400 -> Ø300
3	Diminution de section – cunette Ø400 -> conduite Ø300
4	Fossé encombré
5	Traversée Ø300 obstruée intégralement en sortie
6	Ø800 obstrué à moitié en sortie



Figure 19. Localisation anomalies/désordres



Figure 20. Anomalie n°4 entrée traversée D154



Figure 21. Anomalie n°5 fossé encombré D154



Figure 22. Anomalie n°6 Ø800 obstrué en sortie - Route de la Plaine

## 4. ANALYSE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

### 4.1. BASSINS VERSANTS INTERCEPTES

#### 4.1.1. Localisation

Une première délimitation des bassins versants a été réalisée à l'aide des données du RGE Alti 1 m (IGN) – *figure n°23*. Cette première délimitation sera reprise et affinée pour prendre en compte les relevés du réseau pluvial.

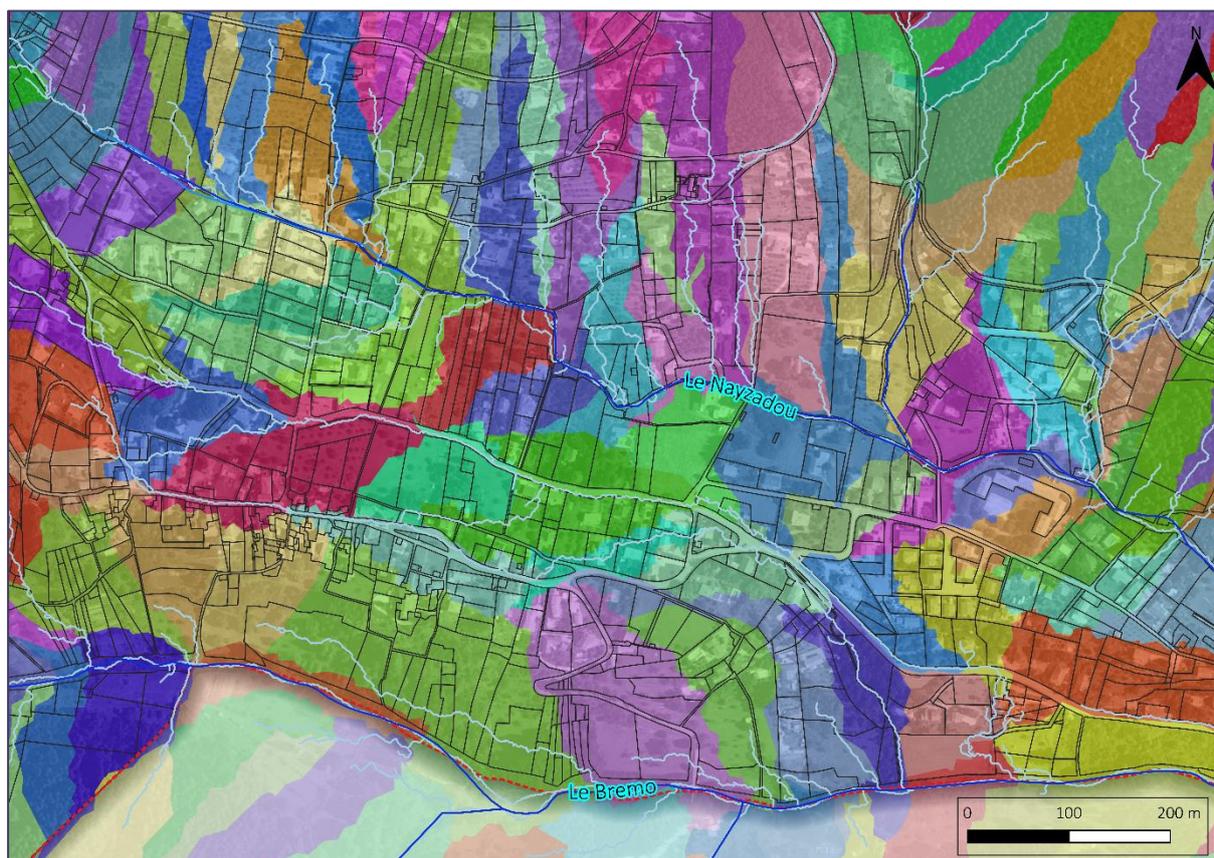


Figure 23. Zoom 1ère délimitation bassins versants (QGIS)

#### 4.1.2. Caractéristiques

Les caractéristiques de chaque bassin versant intercepté (surface, cheminement hydraulique, pente, coefficient de ruissellement, temps de concentration) sont déterminées sur la base des données topographiques, complétées par la visite de site.

##### 4.1.2.1. Coefficients de ruissellement

Pour la définition des coefficients de ruissellement par sous bassin versant, la base de données OCS GE est utilisée, plus précise que la base de données Corine Land Cover. Ce qui permet d'affiner la délimitation des surfaces imperméables.

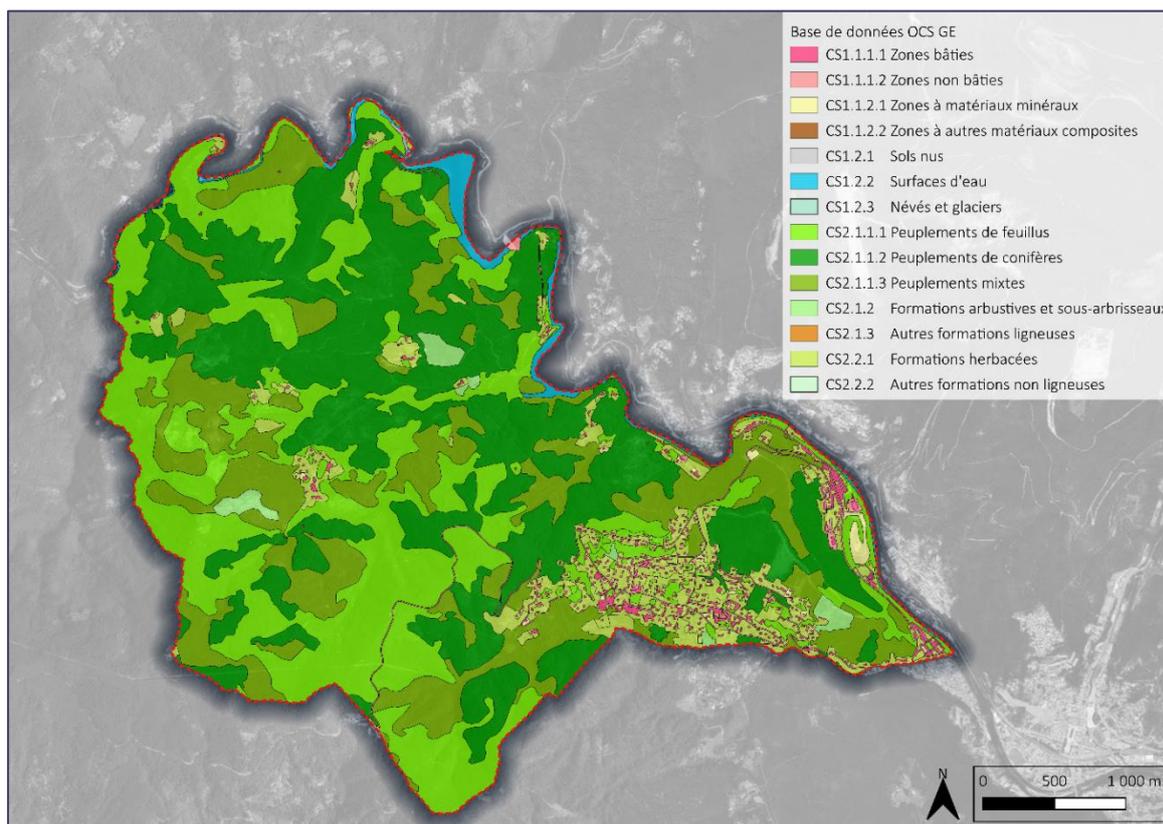


Figure 24. Base de données OCS GE - Branoux-les-Taillades

Les coefficients de ruissellement recommandés par la doctrine de la DDTM du Gard ont été appliqués pour chaque surface définie et un coefficient global a été déterminé par moyenne pondérée.

Le tableau des coefficients de ruissellement (Cr) à considérer pour chaque type de surface est le suivant :

Tableau 8. Coefficients de ruissellement T= 10 ans (Doctrine DDTM Gard)

Occupation du sol	Cr
Zones urbaines	0,80
Zones industrielles et commerciales	0,70
Espaces verts artificiels	0,12
Vignobles	0,30
Vergers	0,15
Prairies – friches	0,11
Terres arables	0,15
Garrigues	0,11
Forêts	0,10

Les coefficients de ruissellement unitaires retenus selon le type de surface (base de données occupation du sol OCS GE IGN), sont indiqués ci-après :

- Zones imperméables (zones bâties et non bâties) : 0,8
- Zones perméables (zones à matériaux/minéraux) : 0,3
- Formations arborées (peuplement feuillus et conifères) : 0,1
- Autres formations ligneuses (vignes) : 0,3
- Formations arbustives : 0,11
- Formations herbacées : 0,11

#### 4.2. PLUVIOMETRIE DE REFERENCE

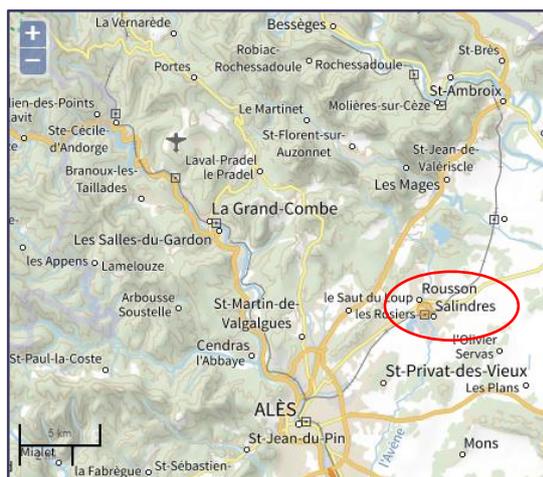
La station météorologique la plus proche du site d'étude est la station de la Grande Combe, localisée à l'aérodrome, au nord-est de Branoux-les-Taillades, côté rive gauche du Gardon d'Alès.



LOCALISATION	
<b>Département:</b>	GARD(30)
<b>Commune:</b>	LA GRAND-COMBE
<b>Lieu-dit:</b>	AERODROME
<b>Latitude:</b>	44°14'35" Nord
<b>Longitude:</b>	4°00'37" Est
<b>Date localisation:</b>	15/01/2008
<b>Altitude:</b>	499 m
<b>Date d'ouverture:</b>	01/05/2002
<b>Date de fermeture:</b>	Ouvert

Figure 25. Localisation station Météo France la Grande Combe – 30132004

Dans la première version de l'état des lieux, il était indiqué que les coefficients de Montana relatifs à cette station seraient acquis auprès de Météo-France afin de construire les pluies de projet nécessaire à la modélisation du réseau pluvial. Suite à observations des caractéristiques de stations (localisation, altitude, date d'ouverture, ...), le choix s'est porté sur la station de Salindres, localisée à une vingtaine de kilomètres de la commune de Branoux-les-Taillades, à une altitude de 191 m.



LOCALISATION	
<b>Département:</b>	GARD(30)
<b>Commune:</b>	SALINDRES
<b>Lieu-dit:</b>	USINE-PECHINEY
<b>Latitude:</b>	44°10'28" Nord
<b>Longitude:</b>	4°09'09" Est
<b>Date localisation:</b>	26/05/2009
<b>Altitude:</b>	191 m
<b>Date d'ouverture:</b>	01/01/1881
<b>Date de fermeture:</b>	Ouvert

Figure 26. Localisation station Météo France Salindres - 30305001

### 4.3. MODELISATION HYDROLOGIQUE/HYDRAULIQUE

#### 4.3.1. Logiciel PCSWMM

La modélisation hydrologique/hydraulique afin de diagnostiquer le réseau existant a été effectuée à l'aide du logiciel PCSWMM.

Ce logiciel combine à la fois une base de données avec un modèle de simulation dynamique pluie-débit (SWMM), et une interface de Système d'Information Géographique (SIG).

Plus précisément, il possède les particularités suivantes :

- Il intègre un modèle de simulation hydraulique complet par résolution des équations complètes de Barré de Saint Venant, permettant une représentation des écoulements en régime transitoire en surface libre et/ou en charge (rivières et/ou systèmes d'assainissement).
- L'ensemble des ouvrages hydrauliques susceptibles d'être rencontrés ou créés dans un système peuvent être pris en compte de manière dynamique (règles de contrôle) dans la modélisation, y compris :
  - Les interconnexions avec des ouvrages à surface libre de type canaux, fossés, rues, rivières....
  - Les bassins de rétention et d'infiltration ;
  - Les pompes (postes de refoulement...) ;
  - Les déversoirs ;
  - Les vannes.
- Le logiciel intègre un module de double drainage permettant la modélisation couplée du système enterré avec le système superficiel de manière intégrée (conduites, fossés, rues).
- Pour les simulations en temps de pluie, les modules hydrologiques français (transformation pluie-débit et pluie de projet de Desbordes) sont intégrés dans le logiciel. L'infiltration peut être simulée par 3 modèles possibles (Horton / Green Ampt / SCS)
- Le programme de calcul utilise les pluies de projets qui peuvent être créées automatiquement par le logiciel et/ou des pluies réelles (événements ou séries

chronologiques longues) qui peuvent être appliquées pour chaque bassin de manière indépendantes.

- Les résultats de la modélisation permettent notamment de faire apparaître les éventuelles insuffisances du système.

Les principales étapes de la modélisation sont illustrées par le schéma ci-dessous :

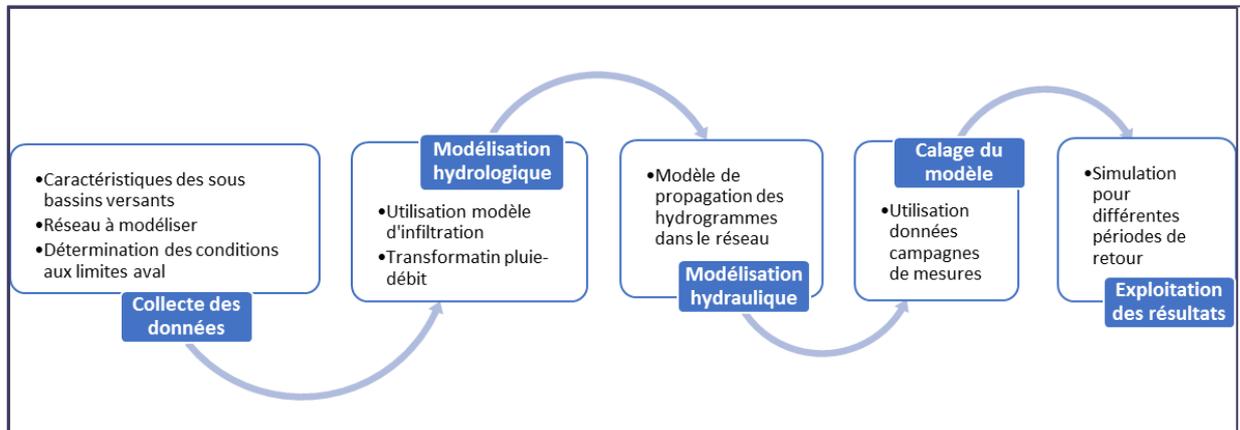


Figure 27. Étapes de modélisation du réseau pluvial (logiciel PCSWMM)

## 4.3.2. Construction du modèle

### 4.3.2.1. Bassins versants

L'ensemble des bassins versants précédemment délimités est repris avec les caractéristiques nécessaires à entrer dans le modèle : surface totale, plus long chemin hydraulique, pente, et pourcentage d'imperméabilisation.

### 4.3.2.2. Réseau pluvial

Pour l'intégration des données relatives au réseau pluvial sur PCSWMM, il est nécessaire de connaître les fils d'eau, les côtes TN, et si des chutes sont existantes pour les nœuds/regards.

Pour les tronçons de collecte, il faut caractériser les linéaires, le type d'ouvrage (conduites, ouvrages cadre, fossés, ...) et le matériau (afin de déterminer un coefficient de rugosité – Manning).

Le réseau modélisé représente un linéaire de 5,1 km (141 tronçons) et 147 nœuds/regards.

Certaines hypothèses ont été effectuées pour la construction du modèle. En effet, compte tenu des difficultés d'accès à certains regards, les caractéristiques afférentes (fils d'eau et côte TN) ont été déterminées par rapport au réseau en amont/aval ou bien à l'aide du Modèle Numérique de Terrain (précision 1m) à notre disposition.

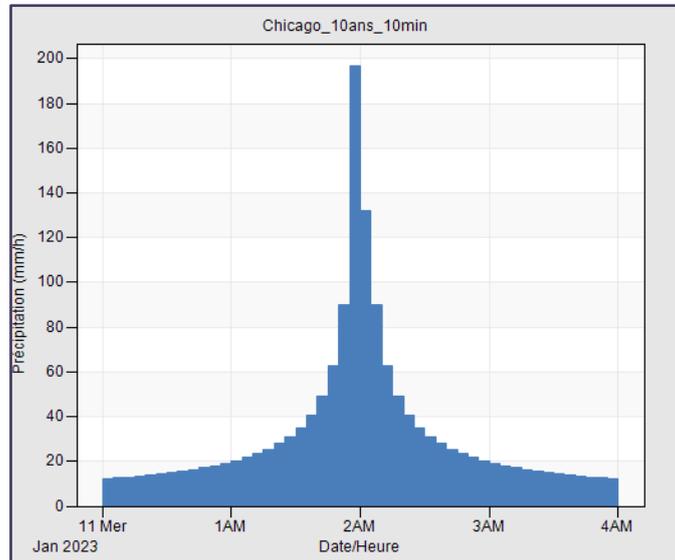
### 4.3.2.3. Pluie de projet

Pour chaque occurrence étudiée (soit T = 5, 10, 20, 50 et 100 ans), une pluie de projet de type Chicago a été construite. Les pluies de projet sont caractérisées par les spécificités suivantes :

- Durée totale de la pluie de 4 heures ;
- Hauteur d'eau cumulée sur la période totale (mm) – correspondant à une période de retour inférieure à la période de retour de dimensionnement ;

- Durée période intense de 5 minutes ;
- Hauteur d'eau cumulée sur la période intense (mm) – correspondant à la période de retour de dimensionnement ;

Un exemple de pluie de projet est présenté sur la *figure n°28*.



*Figure 28. Exemple de pluie de projet (PCSWMM)*

## 5. DIAGNOSTIC DU RESEAU EXISTANT

---

### 5.1. ANALYSE DES RESULTATS DE LA MODELISATION

#### 5.1.1. Méthodologie

Une cartographie sous SIG a été réalisée de façon à rassembler les résultats obtenus pour différentes simulations (T = 5, 10, 20, 50 et 100 ans) et à établir le diagnostic du réseau pluvial.

Cette carte présentée en **Annexe 5** permet de visualiser les zones de désordres et de caractériser la fréquence des débordements sur chaussée à l'aide du code couleur suivant :

- Rouge : conduite ou ouvrage insuffisant pour une pluie de projet d'occurrence 5 ans ;
- Orange : conduite ou ouvrage insuffisant pour une pluie de projet d'occurrence 10 ans ;
- Jaune : conduite ou ouvrage insuffisant pour une pluie de projet d'occurrence 20 ans ;
- Vert : conduite ou ouvrage insuffisant pour une pluie de projet d'occurrence 50 ans ;
- Violet : conduite ou ouvrage insuffisant pour une pluie de projet d'occurrence 100 ans.

Un ouvrage est considéré en charge lorsque son entrée et sa sortie sont remplies d'eau.

Pour l'analyse des résultats liés aux débordements, il a été décidé d'observer les nœuds avec des débordements dont le volume total est supérieur à 5 m<sup>3</sup>.

#### 5.1.2. Diagnostic réseau

##### 5.1.2.1. Pluie de projet de période de retour 5 ans

**Les premiers dysfonctionnements du réseau sont observés lors d'une pluie d'occurrence quinquennale.**

Selon les résultats de la modélisation, une première mise en charge (avec débordements) s'opère au niveau des conduites de diamètre Ø300mm et Ø400mm au niveau de la Route de la Plaine (D154) ainsi que la Route du Village (D454).

Au niveau du secteur des Taillades, une première mise en charge avec débordement s'opère au niveau de la conduite Ø400mm présente le long de la rue du Planas.

Aucun débordement n'est modélisé au niveau du secteur du Galissard. Ces résultats sont à nuancer car un seul regard au niveau de ce réseau est accessible. Pour les besoins de la modélisation, il a été nécessaire de faire une hypothèse sur les pentes et dimensions de ce réseau.

##### 5.1.2.2. Pluie de projet de période de retour 10 ans

Les conduites Ø300 mm ainsi que les fossés bétonnés et enherbés situés au niveau du chemin des Sognes et de la Route de l'Arénas présentent des débordements lors d'une pluie décennale.

##### 5.1.2.3. Pluie de projet de période de retour 20 ans

Pour une pluie de période de retour vicennale il est observé la mise en charge d'une partie du réseau implanté route de la Plaine (diamètre Ø400 mm).

Le réseau localisé au niveau du lotissement Les Aubépinés (diamètre Ø400 mm et Ø600 mm) présente une mise en charge du réseau avec débordement pour un épisode vicennal.

#### 5.1.2.4. Pluie de projet de période de retour 50 ans

Lors d'une pluie de période de retour cinquantennale, une partie du réseau de la route de la Plaine (diamètre Ø300 mm) se met en charge avec débordement.

#### 5.1.2.5. Pluie de projet de période de retour 100 ans

Une partie du réseau de la route de la plaine (diamètre Ø400 mm) se met en charge avec débordement pour une occurrence centennale.

Un tronçon Ø400 mm au niveau de la RD154 « L'Abrit » déborde également pour cette occurrence.

Il n'est observé aucune mise en charge, ni débordements, au niveau du réseau localisé dans la zone du Galissard.

#### 5.1.2.6. Synthèse

Les volumes et débits de pointe produits par les bassins versants modélisés, pour chaque simulation, sont présentés en **annexe 6**.

L'analyse des résultats issus des différentes simulations est présentée dans le *tableau n°9*.

**Tableau 9. Synthèse diagnostic réseau modélisé - existant**

Période de retour	Réseau mis en charge				Nœuds avec débordements			
	Linéaire (m)	%	Cumul linéaire (m)	% cumul linéaire	Nombre de nœuds	%	Cumul nœuds	% cumul nœuds
5 ans	2389	46,5	2389	46,5	43	29,3	43	29,3
10 ans	184	3,6	2542	50,1	2	1,4	45	30,6
20 ans	308	6,0	2850	56,1	4	2,7	49	33,3
50 ans	9	0,2	2890	56,3	2	1,4	51	34,7
100 ans	116	2,3	3006	58,5	3	2,0	54	36,7

Il est rappelé qu'un linéaire de 5,1 km d'ouvrages (conduites, fossés, cadres, ...) et un nombre de nœuds de 147 ont été modélisés dans la présente étude.

C'est lors d'une pluie d'occurrence quinquennale qu'une partie significative du réseau se met en charge (46 % du réseau total).

L'occurrence de pluie habituellement retenue pour le dimensionnement du réseau pluvial afin de protéger les voiries et les habitations est l'occurrence décennale. Pour cette occurrence, 50 % du réseau se met en charge et 31 % des nœuds débordent.

## 5.2. DESORDRES SELON SECTEURS

### 5.2.1. Branoux-les-Taillades

Le relevé du réseau pluvial effectué a permis d'observer et définir le réseau existant. Des anomalies et des constatations ont pu être relevées, rappelées dans le *tableau n°10* et localisées sur la *figure n°29*.

*Tableau 10. Anomalies/constatations relevées - réseau pluvial existant*

N°	Observations
1	Diminution de section – Ø600 -> Ø400
2	Diminution de section – Ø400 -> Ø300
3	Diminution de section – cunette Ø400 -> conduite Ø300
4	Fossé encombré
5	Traversée Ø300 obstruée intégralement en sortie
6	Ø800 obstrué à moitié en sortie

Ces anomalies causent des débordements dans ce secteur pour une période de retour quinquennale excepté pour l'anomalie n°4 du fossé encombré.



Figure 29. Localisation anomalies/désordres

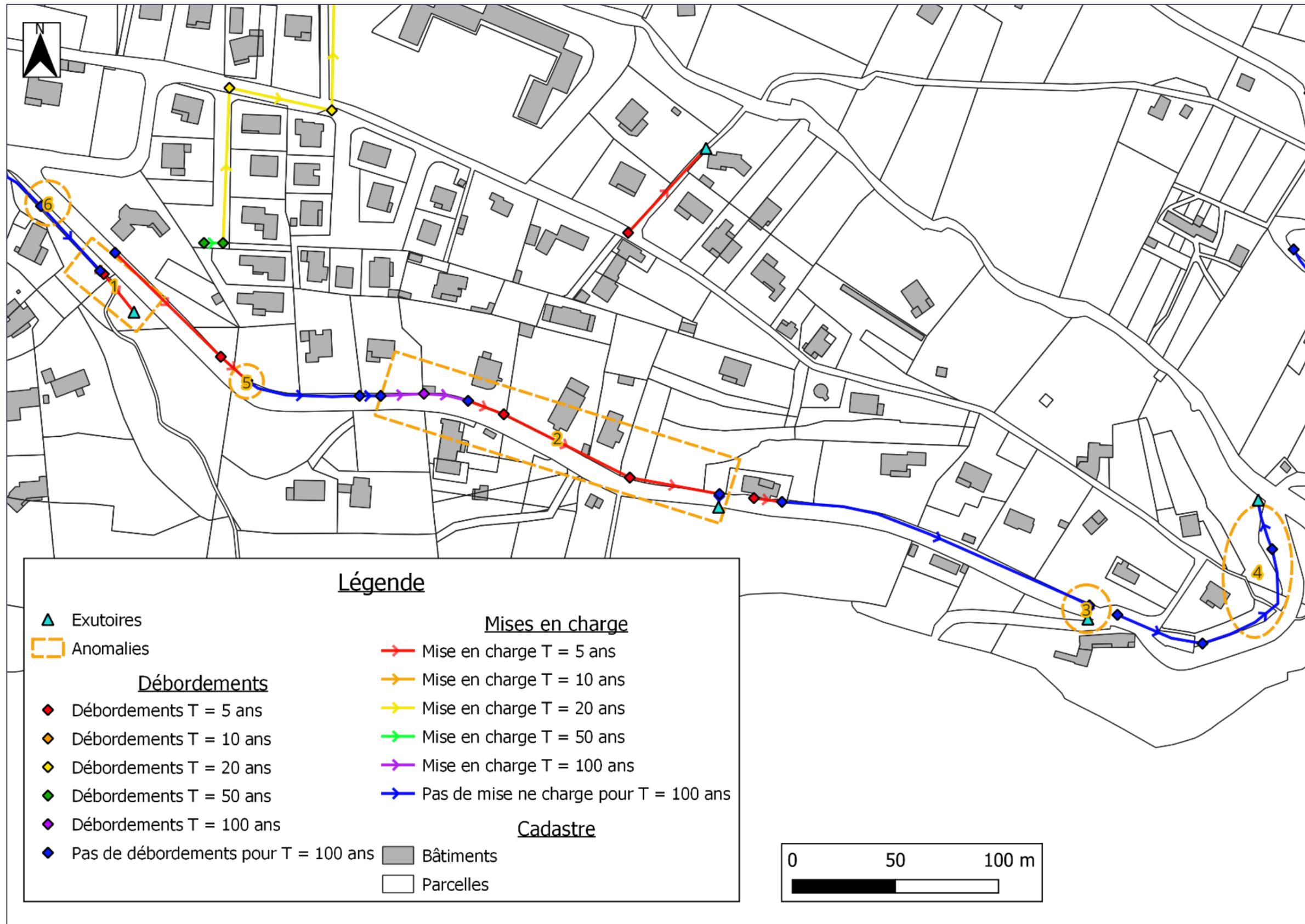


Figure 30. Anomalies et débordement secteur Branoux-les-Taillades

### 5.2.2. Les Taillades

Le secteur des Taillades est concerné par une mise en charge avec débordement du réseau à partir de l'occurrence quinquennale.

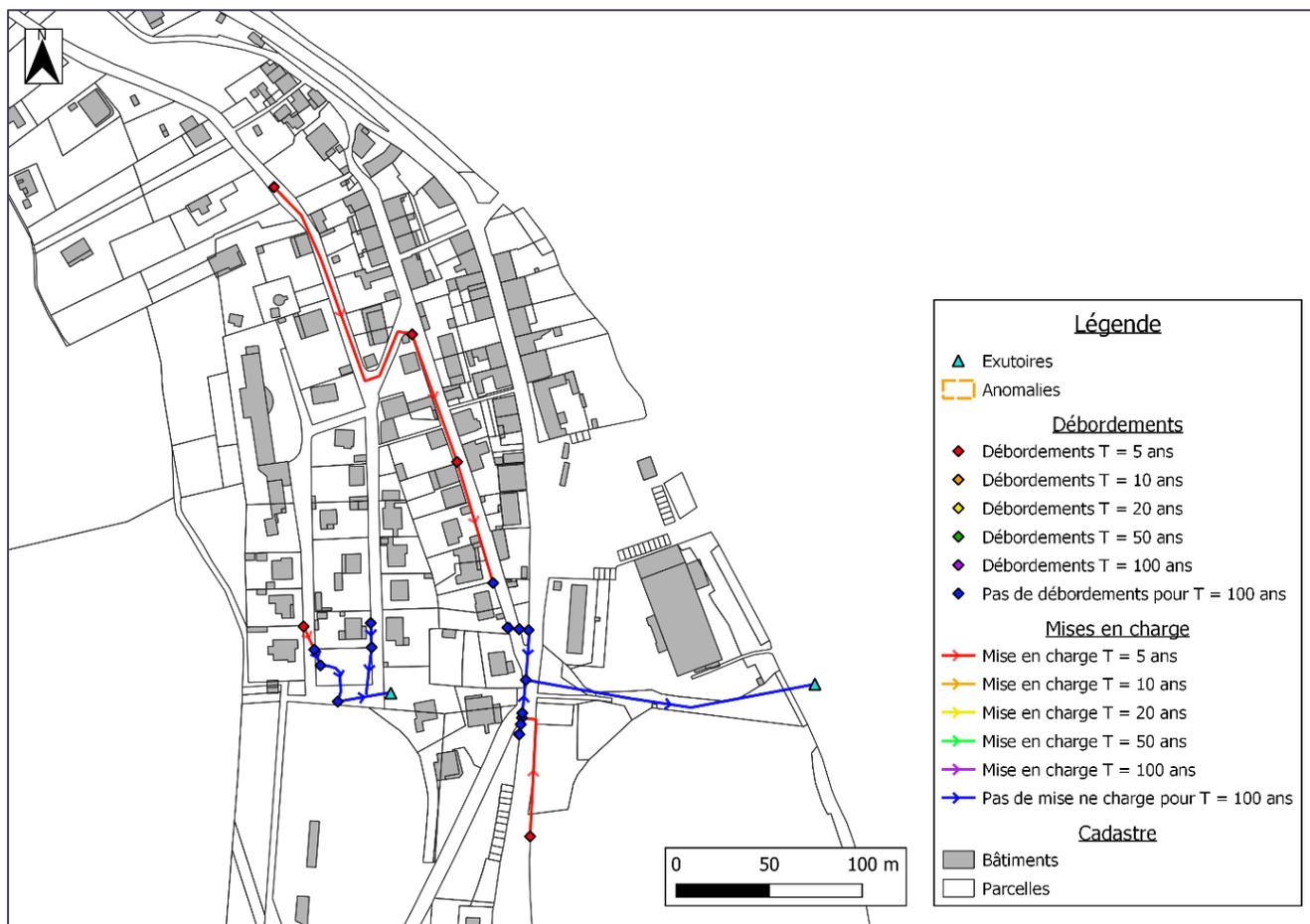


Figure 31. Débordements secteur Les Taillades

### 5.2.3. Le Galissard

D'après les résultats de la modélisation, le réseau du secteur le Galissard ne présente pas de débordement jusqu'à l'occurrence centennale.

Toutefois nous rappelons que lors des inspections sur le terrain, seul un regard permettait l'accès au réseau et donc des hypothèses concernant la pente et la dimension du réseau ont été faites pour le déroulement de la modélisation (pente à partir du TN et gabarit mesuré étendu à tout le réseaux).

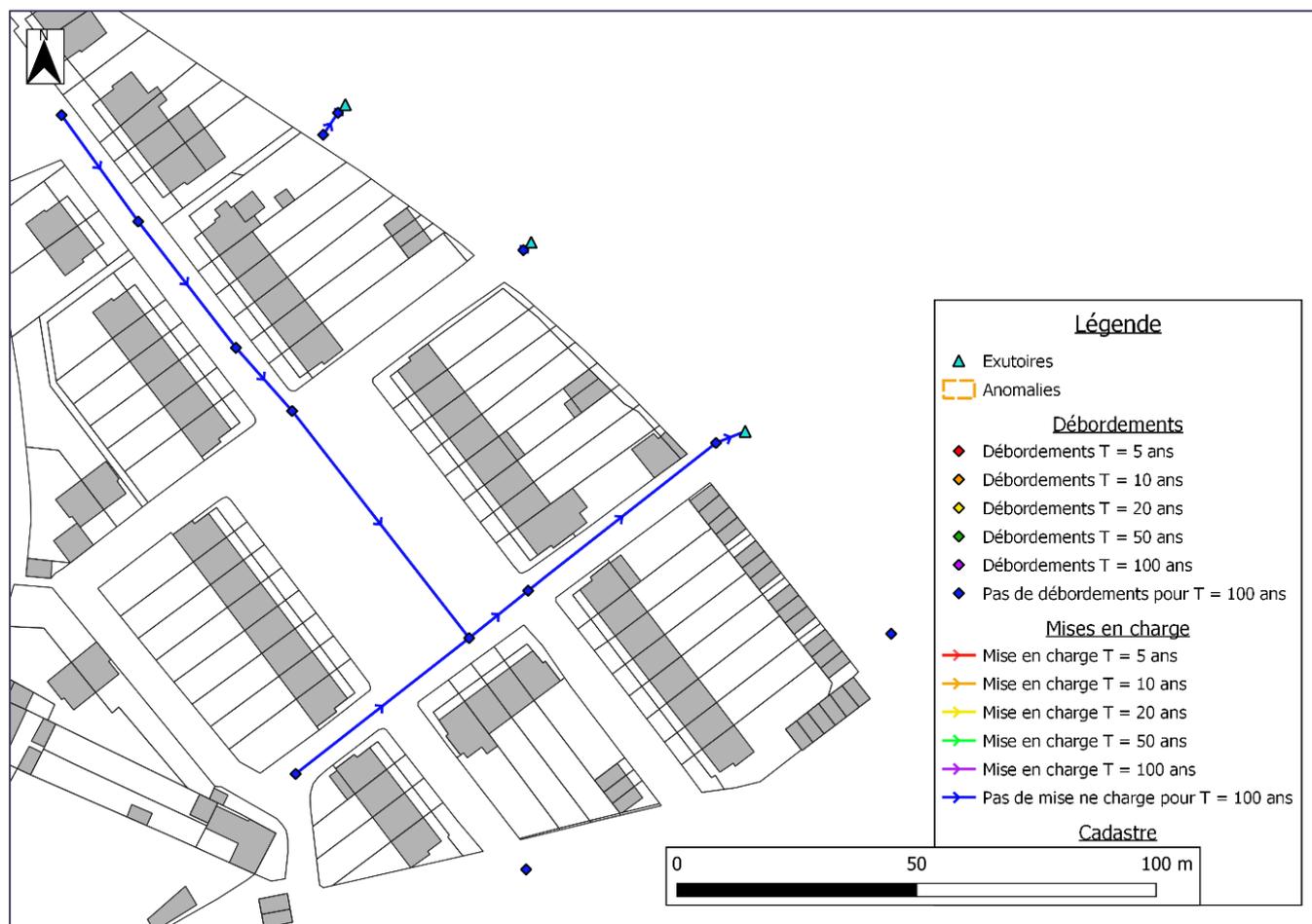


Figure 32. Débordements secteur Le Galissard

## 6. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

---

Quelques anomalies ont été détectées lors du relevé terrain, et sont sûrement la cause de problèmes de débordements lors de pluies biennales et quinquennales.

Des préconisations d'aménagement afin de supprimer les zones de désordres sont énoncées ci-après.

Le coût de ces aménagements sera également abordé. Les différents coûts sont calculés à l'aide de ratios établis à partir de travaux réalisés durant les dernières années.

Les travaux d'aménagement étant essentiellement des recalibrages de réseau, les coûts énoncés prennent en compte l'ouverture de la tranchée, les déblais, la fourniture de l'ouvrage, la pose, le remblai et la réfection de voirie si nécessaire. Ils ne prennent pas en compte la présence d'une nappe souterraine ou bien les particularités du terrain.

### 6.1. SECTEUR BRANOUX

Au niveau du réseau présent côté Ouest, il est préconisé les aménagements suivants :

- Remplacement de Ø300 en Ø400 sur 42 mL
- Remplacement de Ø200 et Ø300 par Ø500 sur 355 mL
- Remplacement de Ø300 et Ø400 en Ø600 sur 652 mL
- Remplacement de Ø400 en Ø800 sur 295 mL
- Remplacement de Ø600 en Ø 1000 sur 130 mL
- Remplacement de Ø400 en cadre de Longueur 1 m sur une hauteur de 0,6m sur 228 mL

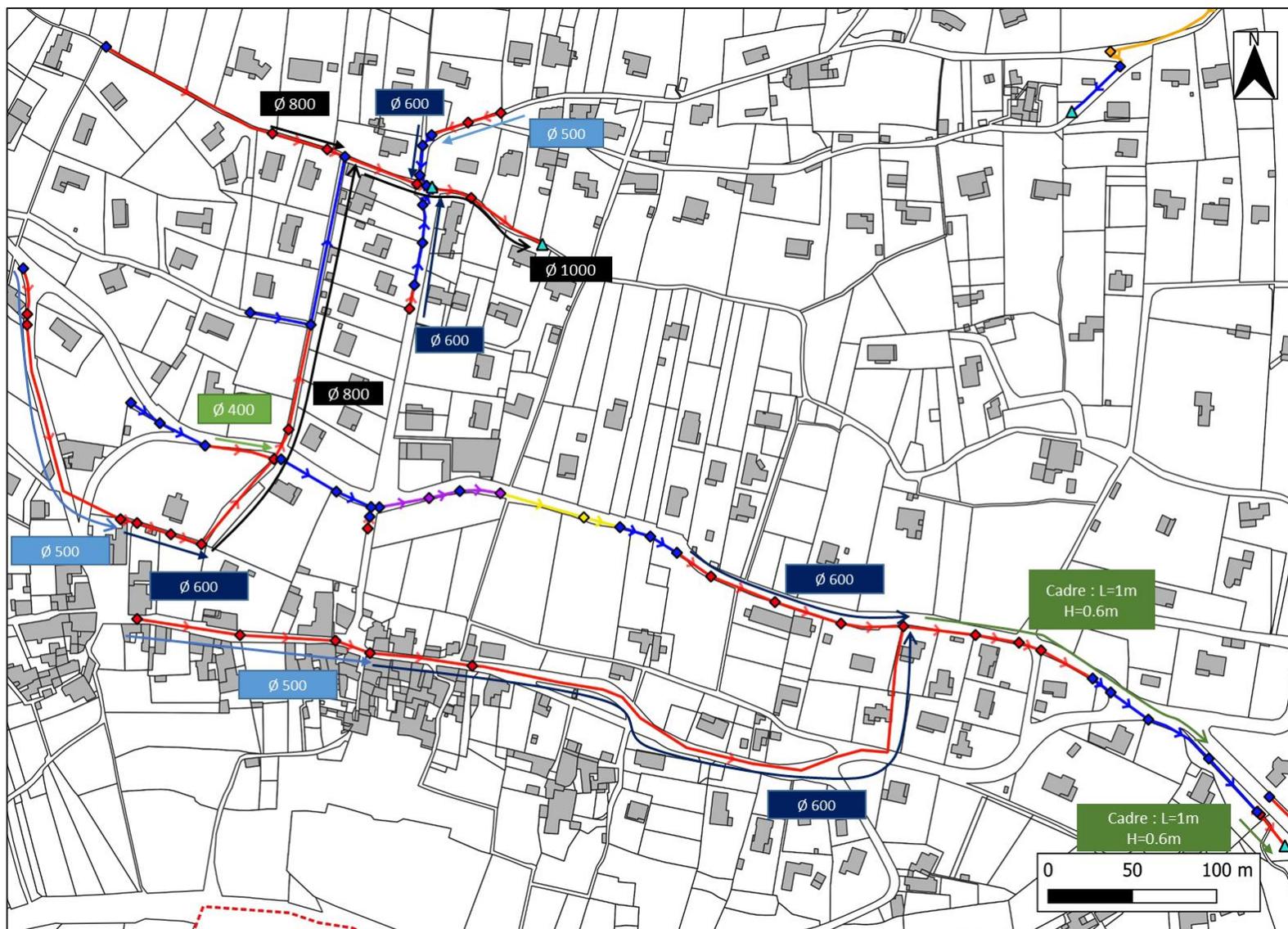


Figure 33. Proposition d'aménagement secteur Branoux (Ouest)

Au niveau du réseau présent au Nord du secteur de Branoux-les-Taillades il est préconisé le remplacement des conduites de diamètre  $\varnothing 400$  mm par des  $\varnothing 500$  mm sur 20 mL.

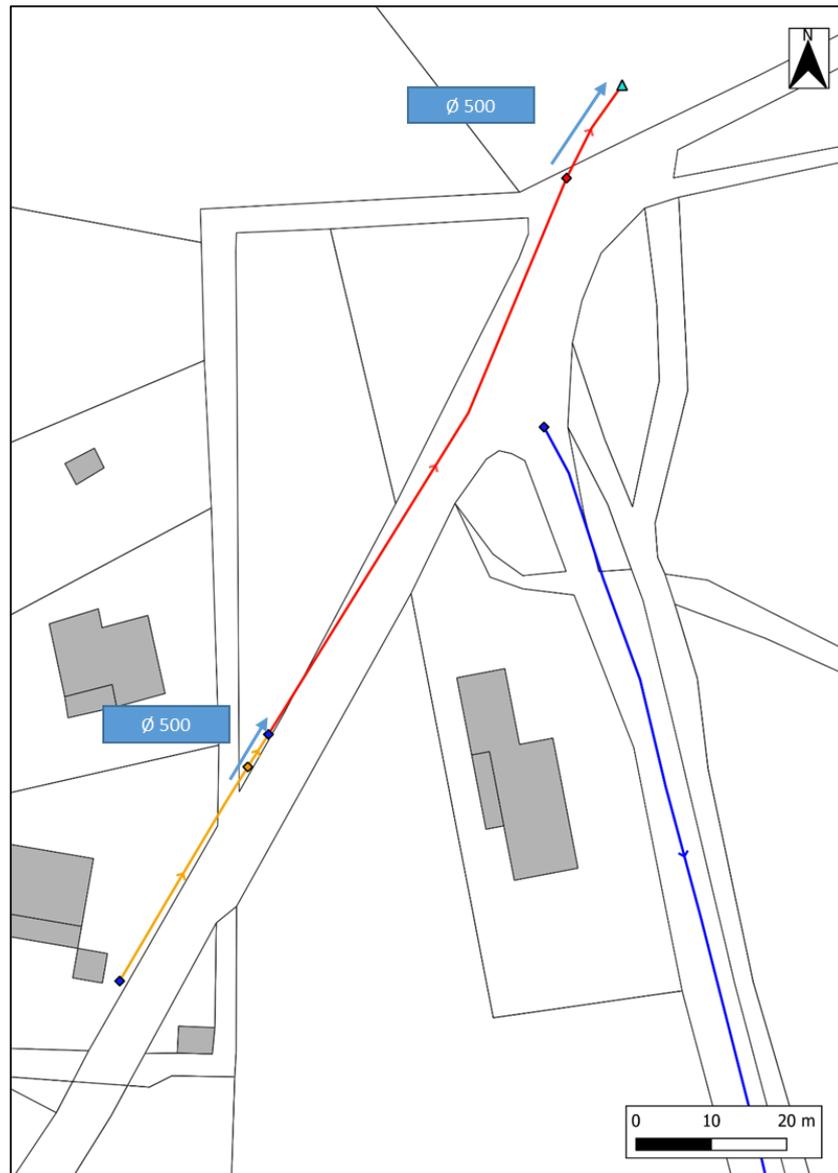


Figure 34. Proposition d'aménagement secteur Branoux (Nord)

Au niveau du réseau présent côté Est, il est préconisé les aménagements suivants (figure n°34) :

- Remplacement de  $\varnothing 300$  par  $\varnothing 400$  sur 78 mL
- Remplacement de  $\varnothing 300$  et  $\varnothing 400$  par  $\varnothing 500$  sur 193 mL

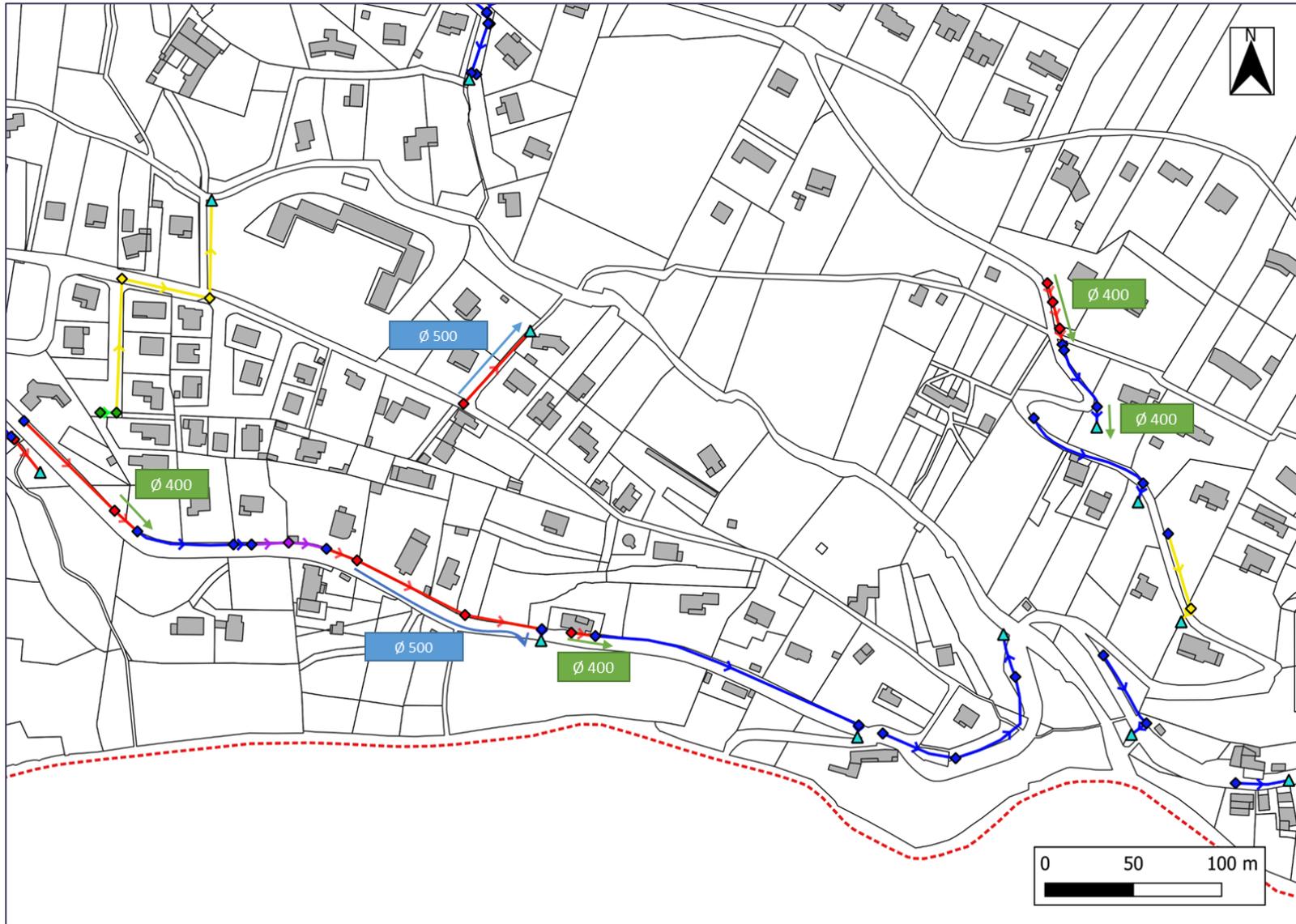


Figure 35. Proposition d'aménagement secteur Branoux (Est)

## 6.2. LES TAILLADES

Au niveau du réseau présent dans le secteur des Taillasses, il est préconisé les aménagements suivants :

- Remplacement de  $\varnothing 300$  et  $\varnothing 400$  en  $\varnothing 500$  sur 211 mL
- Remplacement de  $\varnothing 400$  en  $\varnothing 600$  sur 178 mL
- Remplacement et reprofilage de  $\varnothing 500$  et  $\varnothing 600$  en  $\varnothing 800$  sur 214 mL

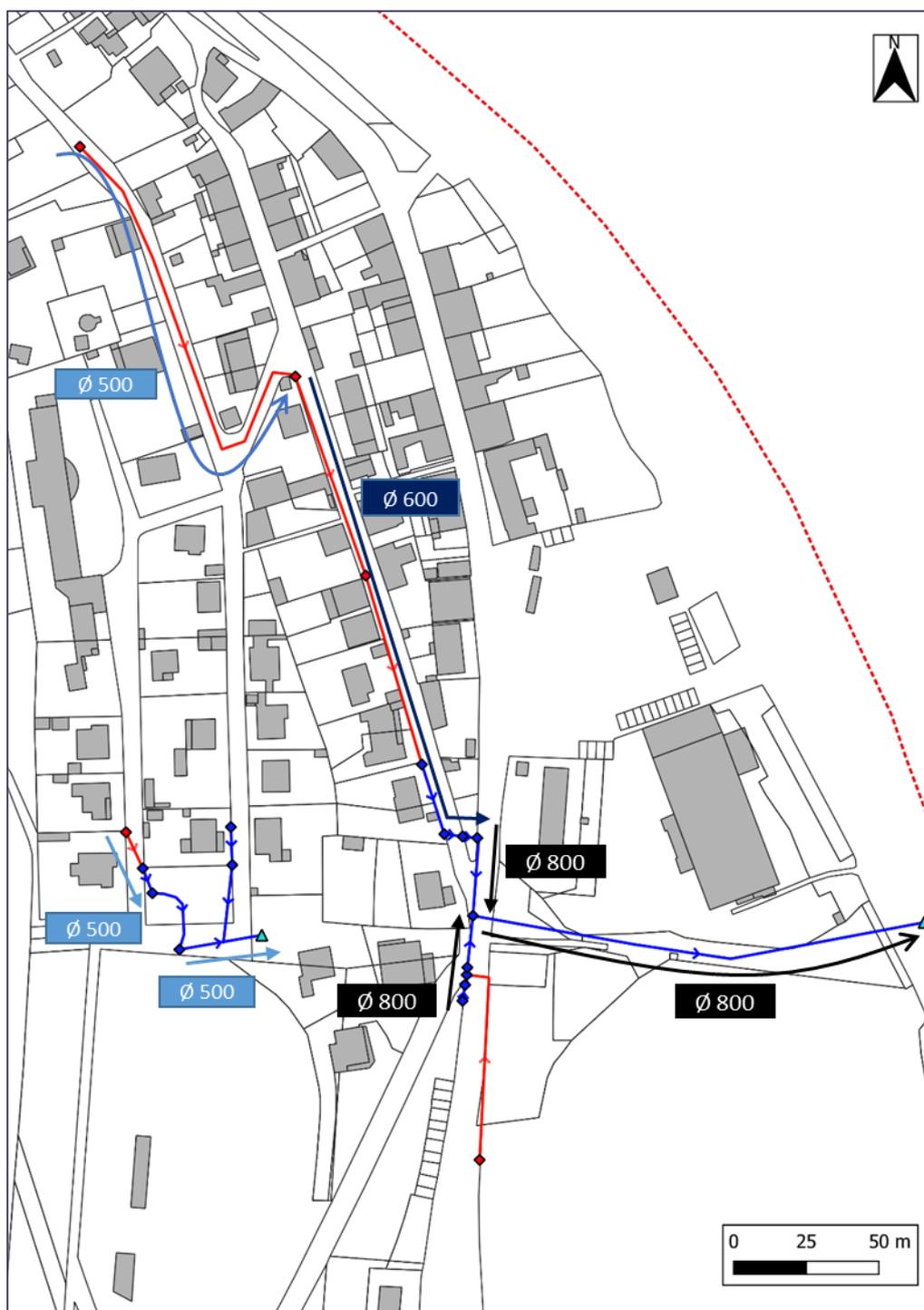


Figure 36. Proposition d'aménagement secteur les Taillasses

## 7. RECAPTULATIF DES COUTS AMENAGEMENTS PRECONISES

Le tableau ci-dessous présente les coûts par secteur et par opération :

Secteurs	Aménagements	Coûts
Branoux (Ouest)	Remplacement Ø300 mm par Ø400 mm (42 ml)	15 750,00 €
	Remplacement Ø200 mm et Ø300 mm par Ø500 mm (355 ml)	195 250,00 €
	Remplacement Ø300 mm et Ø400 mm par Ø600 mm (652 ml)	458 500,00 €
	Remplacement Ø400 mm par Ø800 mm (295 ml)	265 500,00 €
	Remplacement Ø600 mm par Ø1000 mm (130 ml)	156 000,00 €
	Remplacement Ø400 mm par cadre L=1 m et H=0.6 m (355 ml)	301 750,00 €
Branoux (Nord)	Remplacement Ø400 mm par Ø500 mm (20 ml)	11 000,00 €
Branoux (Est)	Remplacement Ø300 mm par Ø400 mm (78 ml)	28 000,00 €
	Remplacement Ø300 mm et Ø400 mm par Ø500 mm (193 ml)	107 250,00 €
Les Taillades	Remplacement Ø300 mm et Ø400 mm par Ø500 mm (211 ml)	118 250,00 €
	Remplacement Ø400 mm par Ø600 mm (178 ml)	126 000,00 €
	Remplacement et reprofilage Ø500 mm et Ø600 mm par Ø800 mm (214 ml)	193 500,00 €
<b>Total aménagements</b>		<b>1 976 750,00 €</b>
<b>Suppléments</b>		
	Études/Maîtrise d'œuvre	296 512,50 €
	Divers/Imprévus	395 350,00 €
<b>Total</b>		<b>2 668 612,50 €</b>

## TABLE DES ANNEXES

---

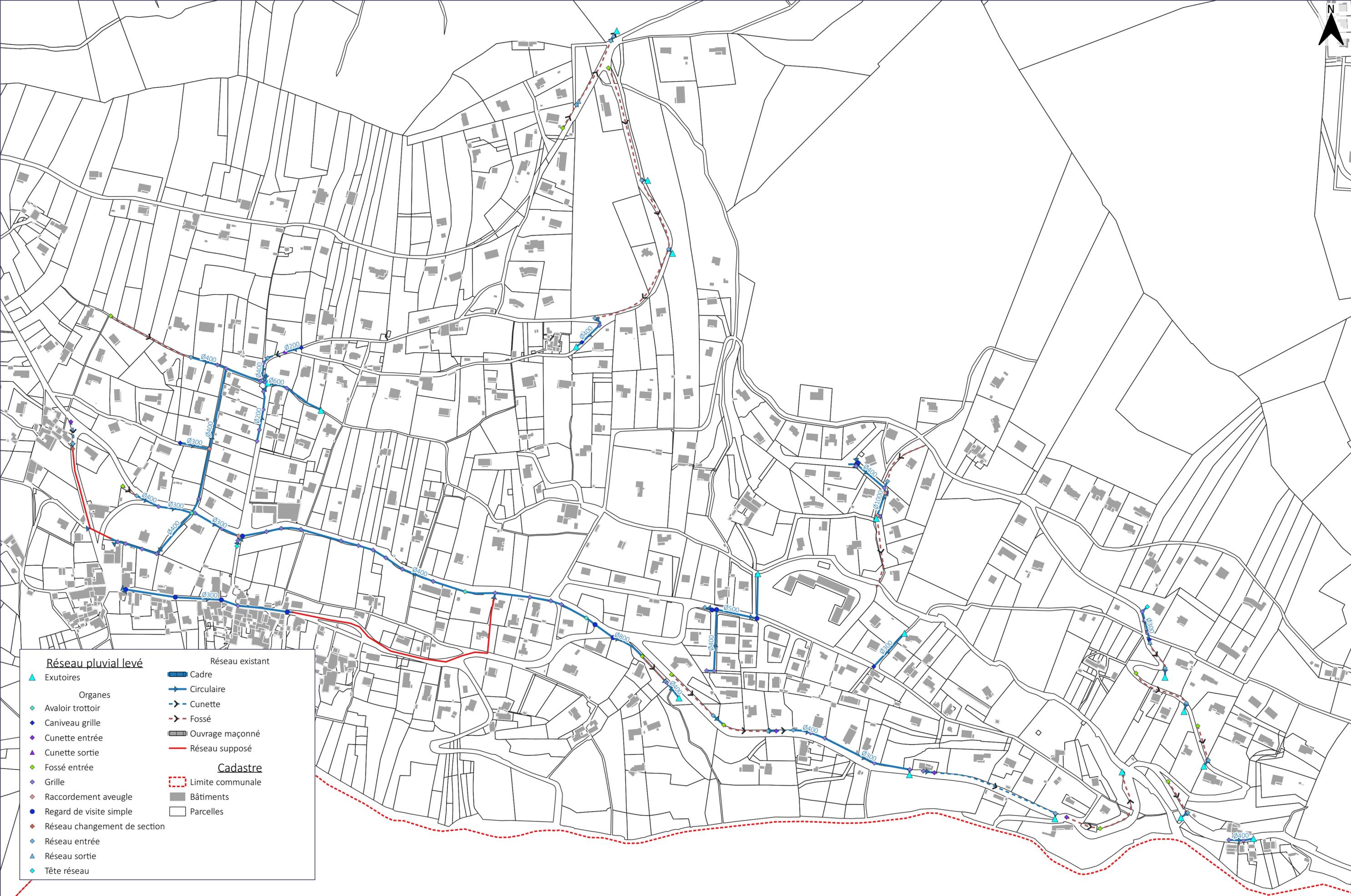
Annexe 1 :	Levés réseau pluvial existant .....	48
Annexe 2 :	Étude risque ruissellement .....	49
Annexe 3 :	Localisation bassins versants interceptés .....	50
Annexe 4 :	Autres caractéristiques bassins versants interceptés.....	51
Annexe 5 :	Cartographie diagnostic réseau pluvial existant .....	53
Annexe 6 :	Volumes de ruissellement et débits de pointe par bassin versant (état existant)	54

## ANNEXE 1 : LEVES RESEAU PLUVIAL EXISTANT

---

Document PDF joint – plans format A2

*Annexe 1. Levés réseau pluvial existant*



Réseau pluvial levé		Réseau existant	
▲ Exutoires	■ Cadre	— Circulaire	— Cunette
Organes			
◆ Avaloir trottoir	◆ Caniveau grille	◆ Cunette entrée	◆ Cunette sortie
◆ Fossé entrée	◆ Grille	◆ Raccordement aveugle	◆ Regard de visite simple
◆ Réseau changement de section	◆ Réseau entrée	◆ Réseau sortie	◆ Tête réseau
Cadastre			
— Limite communale	■ Bâtiments	□ Parcelles	
— Réseau supposé	■ Ouvrage maçonné		



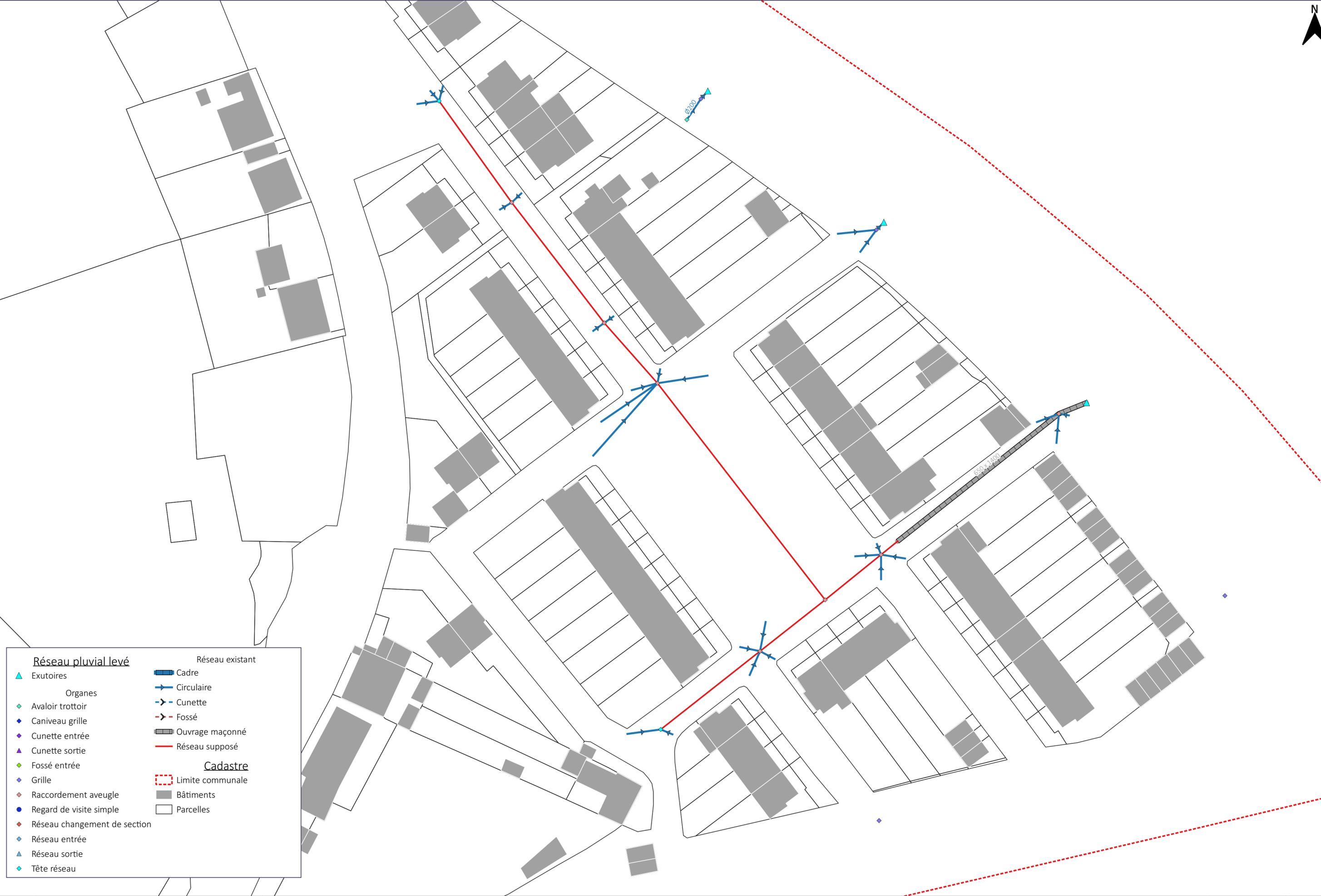
Commune de Branoux-les-Taillades  
 Étude risque ruissellement et zonage pluvial  
 Phase 1- État des lieux

Code affaire : FL34 104 416

Levé réseau pluvial existant  
 Secteur Branoux

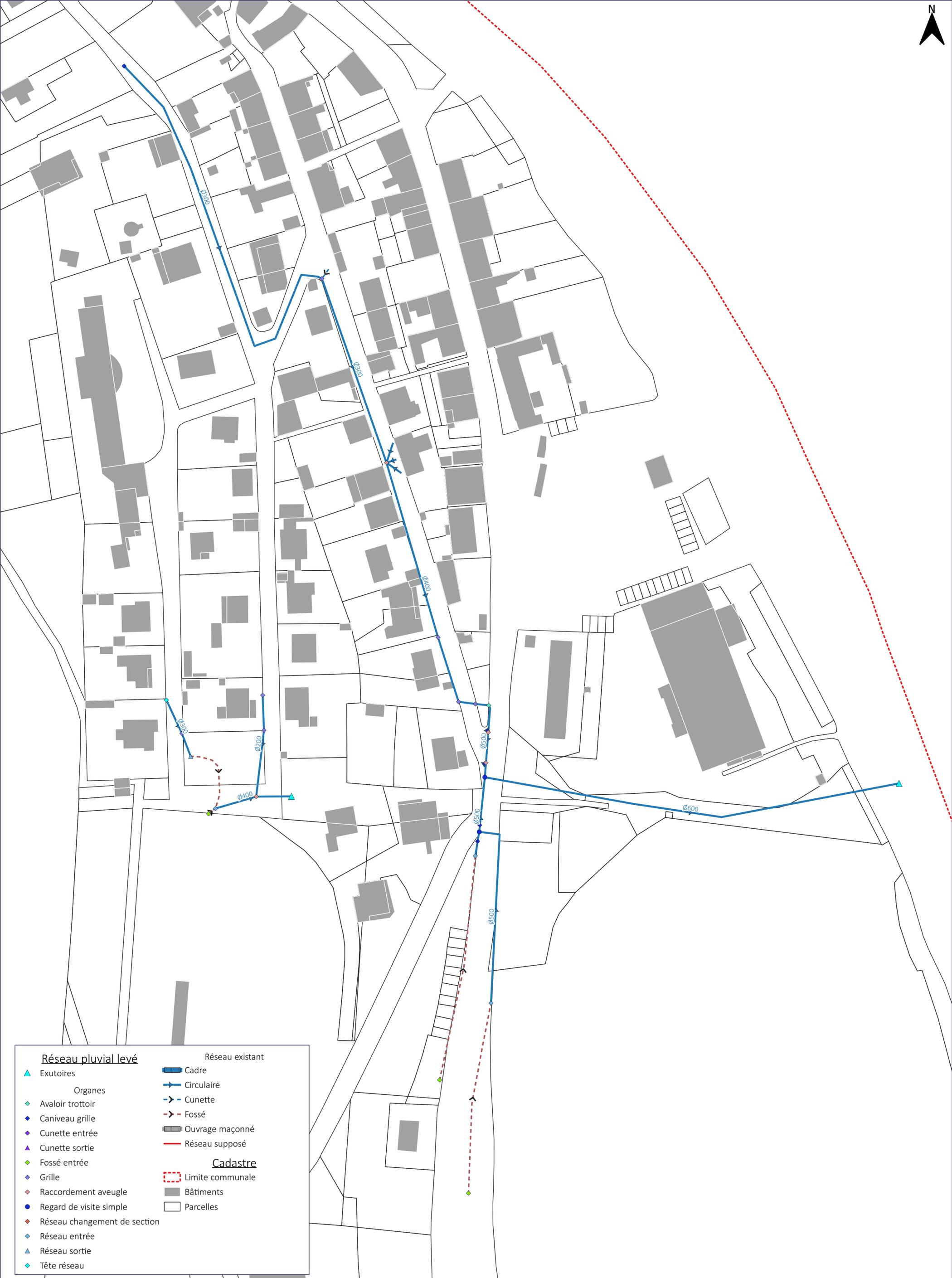
Échelle :  
 0 25 50 m



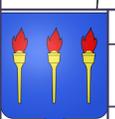


Réseau pluvial levé	
Exutoires	Réseau existant
<b>Organes</b>	Circulaire
Avaloir trottoir	Cunette
Caniveau grille	Fossé
Cunette entrée	Ouvrage maçonné
Cunette sortie	Réseau supposé
Fossé entrée	<b>Cadastre</b>
Grille	Limite communale
Raccordement aveugle	Bâtiments
Regard de visite simple	Parcelles
Réseau changement de section	
Réseau entrée	
Réseau sortie	
Tête réseau	





Réseau pluvial levé		Réseau existant	
▲ Exutoires		▬ Cadre	
Organes		→ Circulaire	
◆ Avaloir trottoir		→ Cunette	
◆ Caniveau grille		→ Fossé	
◆ Cunette entrée		▬ Ouvrage maçonné	
◆ Cunette sortie		▬ Réseau supposé	
◆ Fossé entrée		<b>Cadastre</b>	
◆ Grille		▬ Limite communale	
◆ Raccordement aveugle		■ Bâtiments	
● Regard de visite simple		□ Parcelles	
◆ Réseau changement de section			
◆ Réseau entrée			
▲ Réseau sortie			
◆ Tête réseau			



Commune de Branoux-les-Taillades

Étude risque ruissellement et zonage pluvial  
Phase 1- État des lieux

Code affaire : FL34 104 416

Levé réseau pluvial existant  
Secteur Les Taillades

Échelle :



## ANNEXE 2 : ÉTUDE RISQUE RUISSELLEMENT

---

Document PDF joint

*Annexe 2. Étude risque ruissellement*



EAU

### Aménagement et Infrastructure

Les besoins croissants de mobilité des populations conduisent à un accroissement important de la demande  
en matière d'ouvrages d'infrastructure. Pour répondre à ces besoins, Oteis met à la disposition de ses clients  
des équipes et une large palette de compétences destinées à les accompagner dans toutes les phases de leurs projets.

### Batiment

Une ingénierie créative au service des équipements et infrastructures durables

## Etude hydraulique du ruissellement pluvial

-

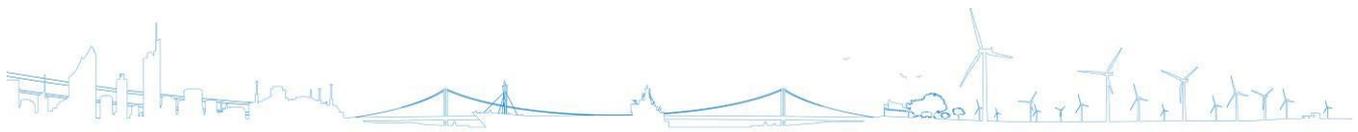
## Commune de Branoux-les-Taillades

# RAPPORT TECHNIQUE

www.oteis.fr

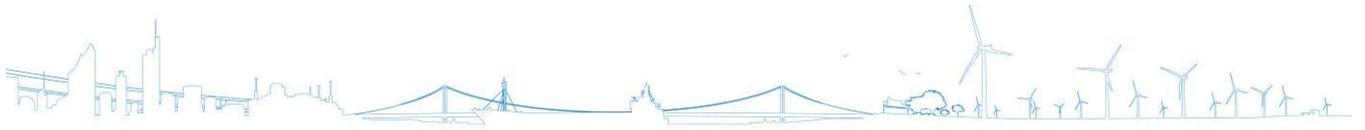
**OTEIS S.A.**  
Bât. A3 Stratégie Concept - 1300 ave. Albert  
Einstein - 34000 MONTPELLIER  
T +33 (0)4 67 40 90 00 - F +33 (0)4 67 40 90 01  
[nadia.richard@oteis.fr](mailto:nadia.richard@oteis.fr)  
[www.oteis.fr](http://www.oteis.fr)

Mai 2022



# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>METHODOLOGIE</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Description de la méthodologie</b>	<b>4</b>
1.1.1	Principe général.....	4
1.1.2	Le modèle 2D – présentation générale .....	4
1.1.3	Choix concernant la pluviométrie .....	5
1.1.4	Détermination de la pluie de projet nette.....	6
<b>2</b>	<b>RESULTATS</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Analyse du débit généré par le modèle 2D</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Les zones inondables sur le secteur d'étude</b>	<b>9</b>



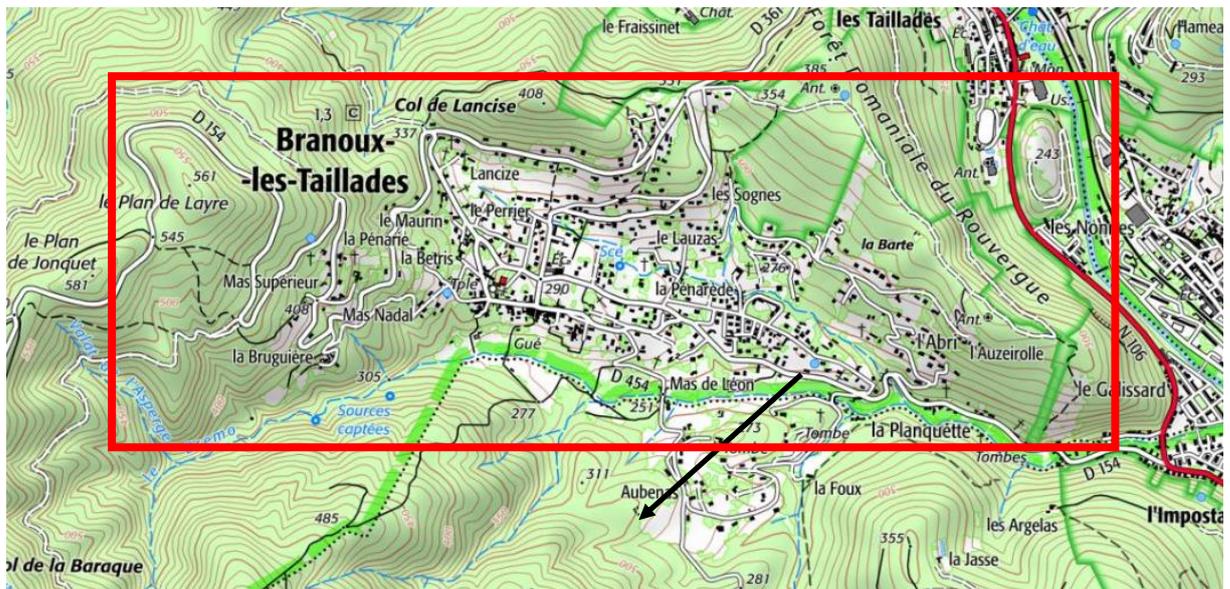
# 1 INTRODUCTION

La commune de Branoux-les-Taillades est exposée au risque inondation, notamment par ruissellement pluvial au niveau des côteaux dominant la commune.

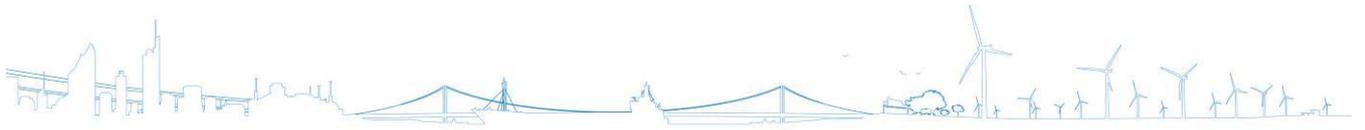
La zone d'étude est présentée ci-après. Il s'agit du rectangle rouge, englobant notamment le centre du village. L'occupation des sols est de type rural (bois, prairies), habitat clairsemé et centre urbain (au niveau du village).

L'objet de la présente mission est de caractériser par modélisation le risque sur cette zone, sur la base des données disponibles.

Le présent document constitue le mémoire technique de la mission. Il présente successivement **la méthodologie utilisée et les principaux résultats**.



**La zone d'étude**



## 2 METHODOLOGIE

### 1.1 Description de la méthodologie

#### 1.1.1 Principe général

Afin de caractériser les écoulements sur le secteur étudié, un modèle 2D a été construit sur la zone. La transformation pluie-débit se fait directement par l'intermédiaire du modèle sur la base de la pluie nette injectée. Contrairement aux méthodes classiquement utilisées en hydrologie et en hydraulique, cette méthodologie présente l'avantage de rendre compte « physiquement » des mécanismes de propagation et de stockage observés à l'échelle de la zone étudiée, ainsi que du bassin versant qu'elle draine.

Cette méthode est particulièrement adaptée lorsque l'on a affaire à des écoulements multidirectionnels, ayant comme origine des bassins versants difficilement identifiables compte tenu de leur configuration (de faible taille et fortement anthropisés)

#### 1.1.2 Le modèle 2D – présentation générale

Le logiciel 2D exploité est HEC-RAS et la chaîne de logiciels associés. C'est un code de calcul bidimensionnel, calculant les champs de vitesses et les niveaux d'eau sur un domaine quelconque. Il résout les équations de l'hydraulique à surface libre (de Barré de Saint-Venant) par la méthode des volumes finis, requérant au préalable une discrétisation spatiale du terrain naturel en mailles triangulaires ou quadrilatérales.

Cette discrétisation est particulièrement bien adaptée aux cas de rivières à géométrie complexe, car elle permet de coller précisément à la géométrie des lits mineurs et majeurs et à leurs singularités.

La modélisation bidimensionnelle aux volumes finis est particulièrement adaptée aux écoulements fortement divergents ou présentant des changements de régime (ressaut par exemple), comme les plaines inondables.

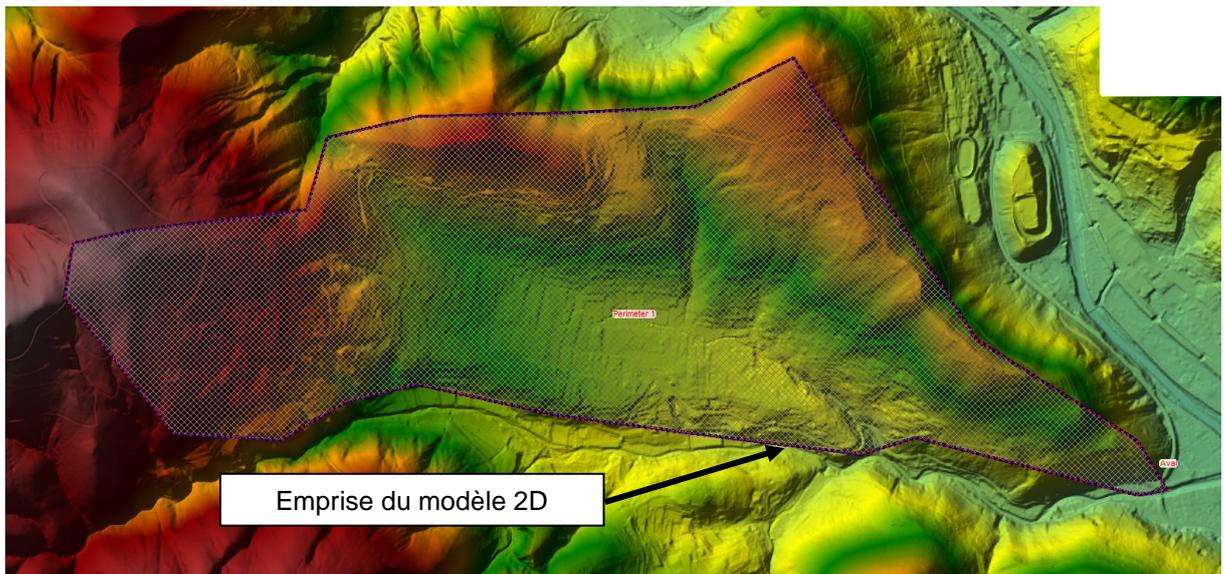
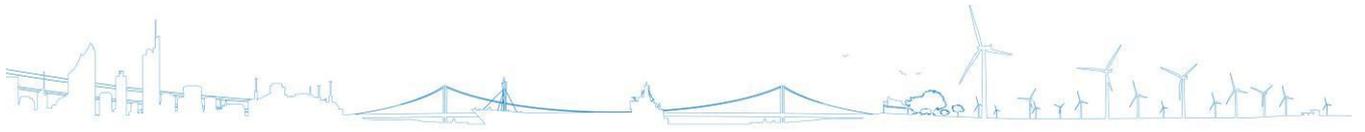
Par rapport aux modélisations bidimensionnelles classiques (type éléments finis), l'approche proposée présente les avantages de la rapidité et de la robustesse. En effet, l'approche bidimensionnelle traditionnelle impose de représenter la totalité des détails topographiques, ce qui conduit très rapidement à des modèles très lourds, tant au point de vue de la construction que des temps de calcul. L'exploitation de tels modèles est plus longue, donc plus coûteuse.

Par ailleurs, HEC-RAS rend compte de la nature du terrain et de l'occupation des sols par des paramètres globaux de rugosité : les obstacles naturels ou non aux écoulements sont donc simulés à l'échelle macroscopique et demande un niveau de détail moindre. Dans ce cadre, les bâtiments et murs principaux ont été pris en compte.

Le modèle 2D utilisé, dont l'emprise est présentée ci-après (contour noir), a été construit à partir du MNT issu du RGE Alti. Il présente environ 541000 mailles de 2 x 2 m, soit une superficie totale de 2.2 km<sup>2</sup>. Il permet de rendre compte non seulement des écoulements générés par la zone d'étude, mais également ceux susceptibles de provenir des bassins environnants. Les phénomènes de laminage sont également caractérisés.

Le coefficient de rugosité retenu sur l'ensemble de la zone est de 10. Sur la base des recommandations de la DDTM 30, les éléments anthropiques tels murs, habitations/bâtiments et réseau ne sont pas pris en compte, seule la topographie du TN étant considérée.

**Il est utile de mentionner que la précision des résultats du modèle 2D est tributaire de celle concernant le MNT ayant servi de support (ici, le RGE Alti).**



### 1.1.3 Choix concernant la pluviométrie

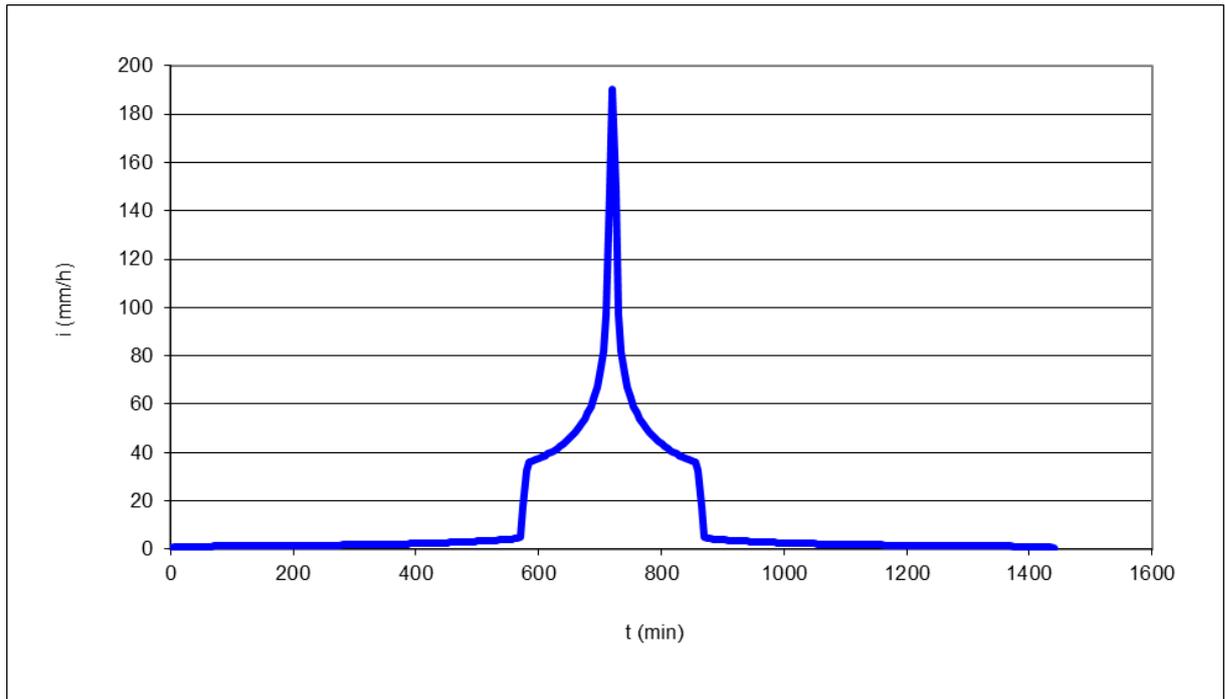
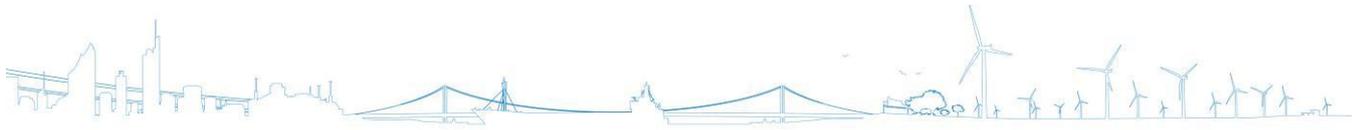
L'analyse des derniers épisodes majeurs en date dans le secteur méditerranéen français (notamment novembre 1999 pour l'Aude et les Pyrénées-Orientales, ou septembre 2002 pour le Gard) montre que la durée pendant laquelle la quasi-intégralité des précipitations s'observe est de l'ordre de 24 heures. Ces épisodes sont aussi bien caractérisés par des cumuls importants que par des intensités très fortes.

Aussi, et après des discussions avec le Laboratoire Hydrosociences Montpellier portant sur la méthodologie, le choix concernant la pluie de projet se portera sur une pluie de type Keifer de durée 24 h, et d'intensité mono-fréquentielle quelle que soit la durée considérée.

A titre d'exemple, l'étude de l'évènement de septembre 2005 sur le Vistre, réalisée par le CETE, confirme que cette pluie de projet est tout à fait réaliste : en effet, l'analyse montre clairement que l'on peut avoir une homogénéité des périodes de retour des pluies maximales pour des durées comprises entre 1 h et jusqu'à 24h, et ce, pour des occurrences très fortes (par exemple : pour les postes de Nîmes et Générac, les périodes de retour des précipitations sont systématiquement de l'ordre de 100 ans, avec des pointes à 500 ans).

**Dans le cadre de la présente étude, la période de retour retenue comme référence pour la pluie de projet est 100 ans.**

Le hyétogramme de projet est construit à partir des courbes Intensité Durée Fréquence pour la station de Nîmes-Courbessac. Il est présenté ci-après.



#### 1.1.4 Détermination de la pluie de projet nette

Afin de tenir compte des pertes liées à l'infiltration sur la zone d'étude, la pluie P injectée dans le modèle 2D est une pluie nette, basée sur la pluie de Keifer présentée précédemment.

Le hyétogramme de projet est estimé à partir de la méthode SCS, classiquement utilisée et retenue pour sa simplicité. La fonction de production, présentée ci-après, est un modèle non linéaire de transformation pluie-débit ne comportant qu'un seul paramètre de ruissellement : le "curve number" ou CN, dépendant notamment du sol et de la pluviométrie. Il est utilisé ici pour représenter l'évolution du coefficient de ruissellement à l'échelle du bassin versant, au cours d'un événement pluvieux.

La formule SCS est :

$$P_{\text{nette}} = (P_{\text{brute}} - 0.2.S) / (P_{\text{brute}} + 0.8.S), \text{ avec } S = 25.4 * (1000 / \text{CN} - 10).$$

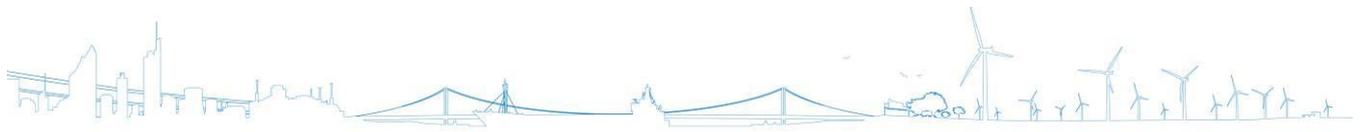
La rétention maximale,  $R_{\text{max}}$  est égale à  $S + I_0$ , avec  $I_0$  rétention initiale, prise égale à  $0.2 S$ , d'où  $R_{\text{max}} = 1.2 * S$ .

**Concernant le choix de CN**, et dans le cadre du retour d'expérience concernant l'épisode de septembre 2002 dans le Gard (CEREVE – 2003, OTEIS – sous le nom de SIEE – et SOGREAH – 2003), il a été montré que le déficit d'écoulement en fin d'évènement était généralement compris entre 100 et 150 mm, quel que soit le type de bassin considéré.

Plus particulièrement, l'étude des hydrogrammes des différentes stations du SPC Grand Delta sur les Gardons et la Cèze permet de mettre en évidence une relation linéaire entre la pluie précipitée et le volume écoulé. Cette dernière est de la forme suivante (avec les volumes en mm) :

$$V_{\text{écoulé}} = 0.91 \times V_{\text{précipité}} - 94.5$$

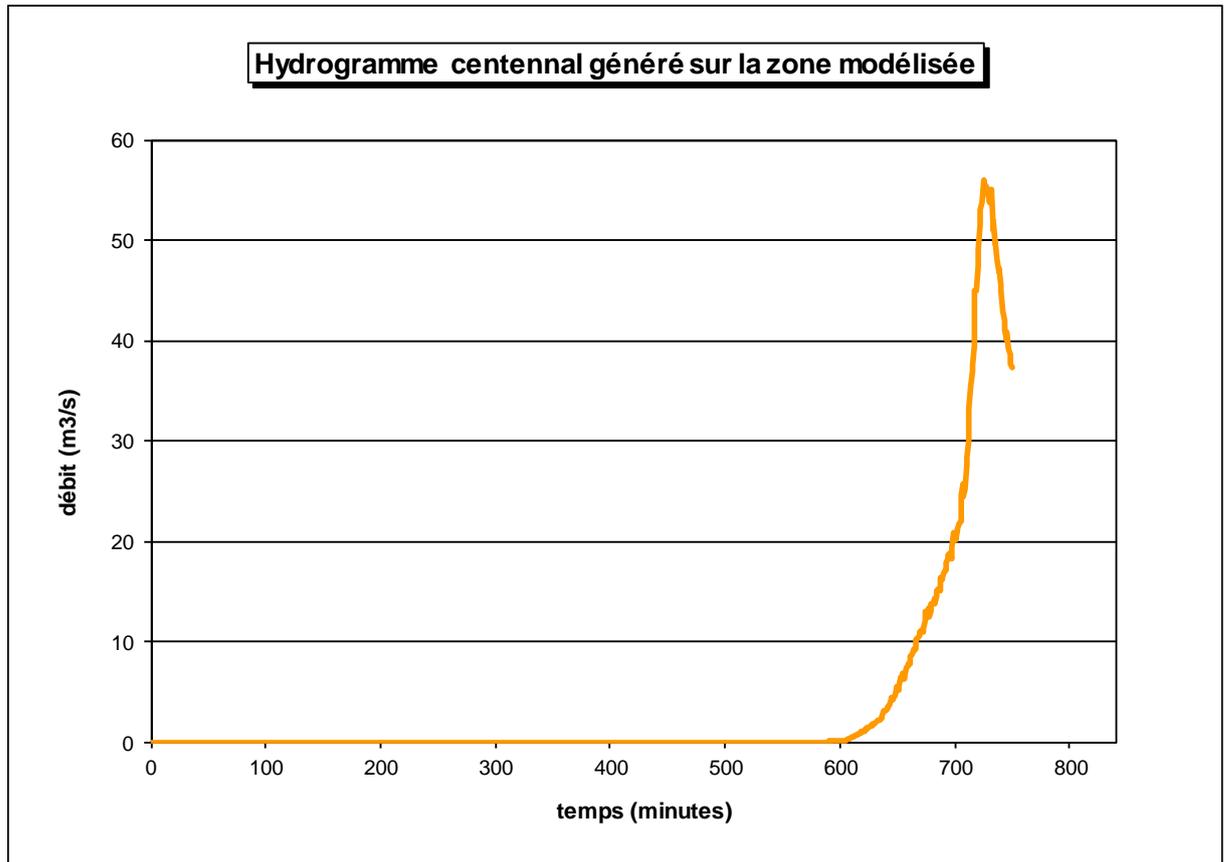
Pour un cumul centennal de l'ordre de 307 mm, le volume écoulé est estimé à 184 mm pour une rétention de 123 mm. **Cette base permet d'estimer un CN de l'ordre de 64.**



## 2 RESULTATS

### 2.1 Analyse du débit généré par le modèle 2D

L'hydrogramme généré par **l'ensemble** de la zone modélisée est présenté ci-après jusqu'à une durée de 12h30. Le débit de pointe est de l'ordre de 56 m<sup>3</sup>/s.



Il est intéressant de comparer cette valeur avec celle calculée par l'exploitation de la méthode classiquement utilisée dans le Gard, à savoir la méthode FBG, basée sur la formule rationnelle pour les bassins inférieurs à 20 km<sup>2</sup>.

La formule rationnelle s'écrit :

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3,6$$

Avec :

- A : surface du bassin versant en km<sup>2</sup>
- C : coefficient d'écoulement
- I : intensité moyenne pendant une durée égale au temps de concentration du bassin versant, exprimée en mm/h, obtenue par la formule de Montana avec les paramètres pluviométriques retenus précédemment,
- Q : débit de même fréquence que l'intensité de pluie

Le coefficient d'écoulement « centennal » est donné par :

$$C = 0,8 \cdot (1 - P_0) / PJ_{100}$$



$P_0$  varie entre 0 et 90 selon les sols, la morphologie et la couverture végétale (cf. tableau ci-après). Soit  $0,53 \leq C \leq 0,8$  avec  $P_{J100}$  valeur de la pluie journalière centennale (ici, nous prendrons 270 mm, cette valeur étant calculée en divisant la P24h de Nîmes-Courbessac par le coefficient de Weiss, d'une valeur de 1.14).

Couverture végétale	Morphologie	Pente %	Terrain sable grossier	Terrain limoneux	Terrain argileux compact
<b>Bois</b>	presque plat	0-5	90	65	50
	ondulé	5-10	75	55	35
	montagneux	10-30	60	45	25
<b>Pâturage</b>	presque plat	0-5	85	60	50
	ondulé	5-10	80	50	30
	montagneux	10-30	70	40	25
<b>Culture</b>	presque plat	0-5	65	35	25
	ondulé	5-10	50	25	10
	montagneux	10-30	35	10	0

#### Valeurs de $P_0$

Dans le cas qui nous concerne, nous choisirons  $P_0 = 40$ , soit  **$C = 0.68$** .

Le temps de concentration est estimé suivant la formule suivante :

$$t_c = \frac{L}{3,6.V}$$

Avec :

- $t_c$  : temps de concentration du bassin étudié (h)
- $L$  : cheminement hydraulique le plus long (km)
- $V$  : la vitesse des écoulements (m/s). Compte tenu de la nature des sols, avec un couvert végétal parfois très dense, et de l'absence d'un chevelu hydraulique bien marqué structurant les écoulements, on considèrera une vitesse de l'ordre de 0.5 m/s.
- $P$  : pente moyenne (%)

Si l'on raisonne à l'échelle du modèle, qui présente les caractéristiques suivantes :

- $S = 2.2 \text{ km}^2$ ,
- Longueur du plus long cheminement hydraulique estimé à 2 km,
- Pente moyenne : 0.061 m/m
- Temps de concentration estimé à 0.4 heure

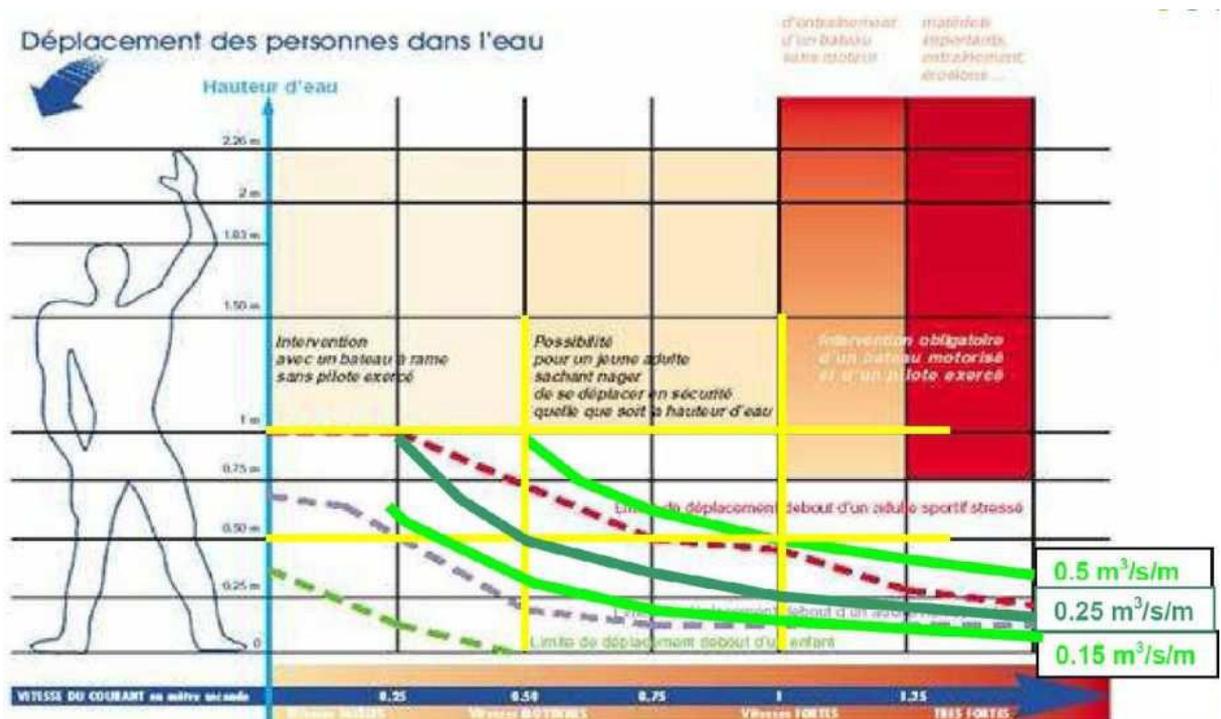
On obtient un débit de fréquence rare de **57 m<sup>3</sup>/s**, du même ordre de grandeur que celui obtenu par **modélisation 2D**.



## 2.2 Les zones inondables sur le secteur d'étude

Les zones inondables sont caractérisées en suivant. Sont explicités :

- Les hauteurs d'eau,
- Les vitesses,
- Le débit linéique (hauteur x vitesse, en  $m^2/s$ ). Ce dernier paramètre a été utilisé dans le cadre de différents PPRi (Nîmes, Ajaccio par exemple) afin de caractériser un aléa, plus particulièrement sur les secteurs à fortes pentes où les hauteurs d'eau peuvent être très faibles, mais les vitesses très fortes, ce qui peut générer des dégâts importants.



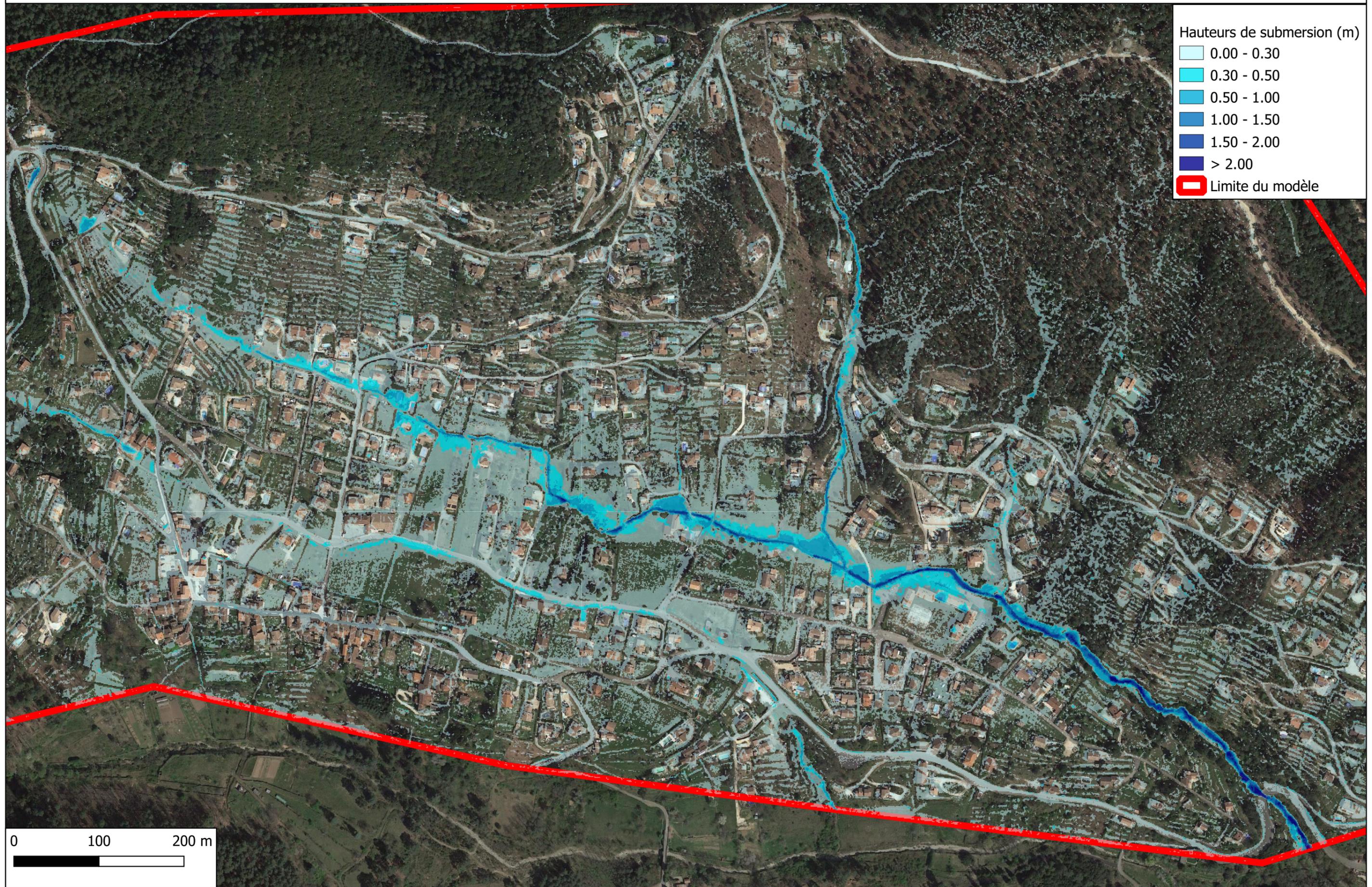
**Possibilité de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et des vitesses (source DDT84, Guide guide PPR inondations, note complémentaire sur le ruissellement périurbain) croisé avec le débit linéique (Artélia)**

Les cartographies présentées par la suite sont issues directement du modèle, et sont donc des cartographies « brutes » (ie. sans post-traitement). L'avantage est d'avoir une vision exhaustive de la problématique liée au ruissellement. Par contre, ce type de cartographie ne peut pas servir pour un zonage compte tenu de son caractère morcelé, très difficile à traduire réglementairement. Aussi, dans le cadre de la définition du zonage pluvial, un traitement classique et adapté (typiquement, lissage et suppression des polygones isolés en deçà d'un certain seuil) sera réalisé afin de permettre une exploitation des résultats sur le plan réglementaire.

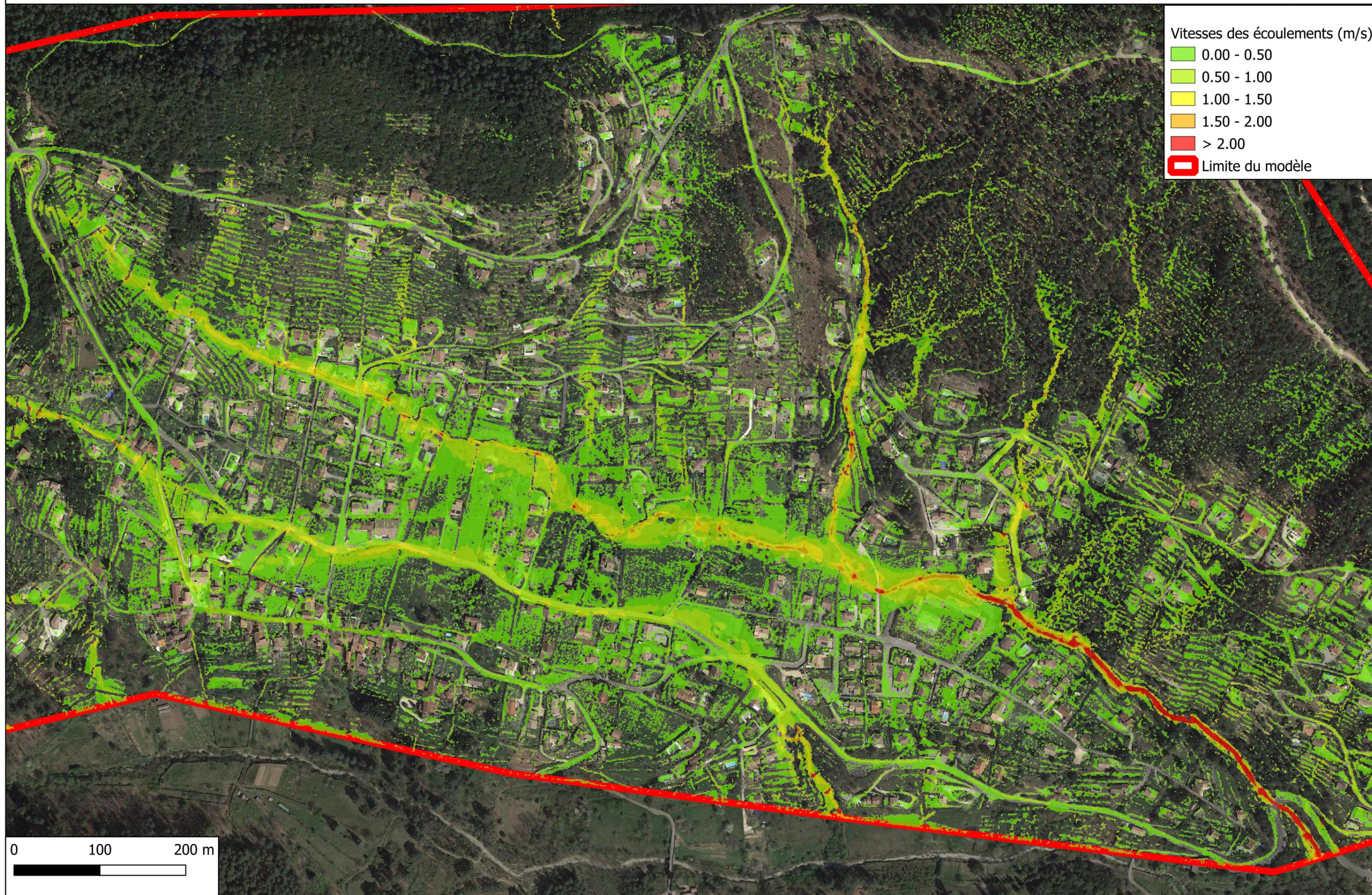
**Pour mémoire, l'aléa inondation est considéré fort lorsque les hauteurs de submersion dépassent 0.3 m.**

De façon générale, les hauteurs d'eau sont quasi-systématiquement inférieures à 0.5 m, voire 0.3 m excepté sur les axes d'écoulements préférentiels (thalwegs principalement), où les vitesses sont également potentiellement fortes. **L'aléa est donc principalement modéré sur la zone d'étude, avec un débit linéique globalement inférieur à 0.15  $m^2/s$  et des hauteurs majoritairement inférieures à 0.3 m.**

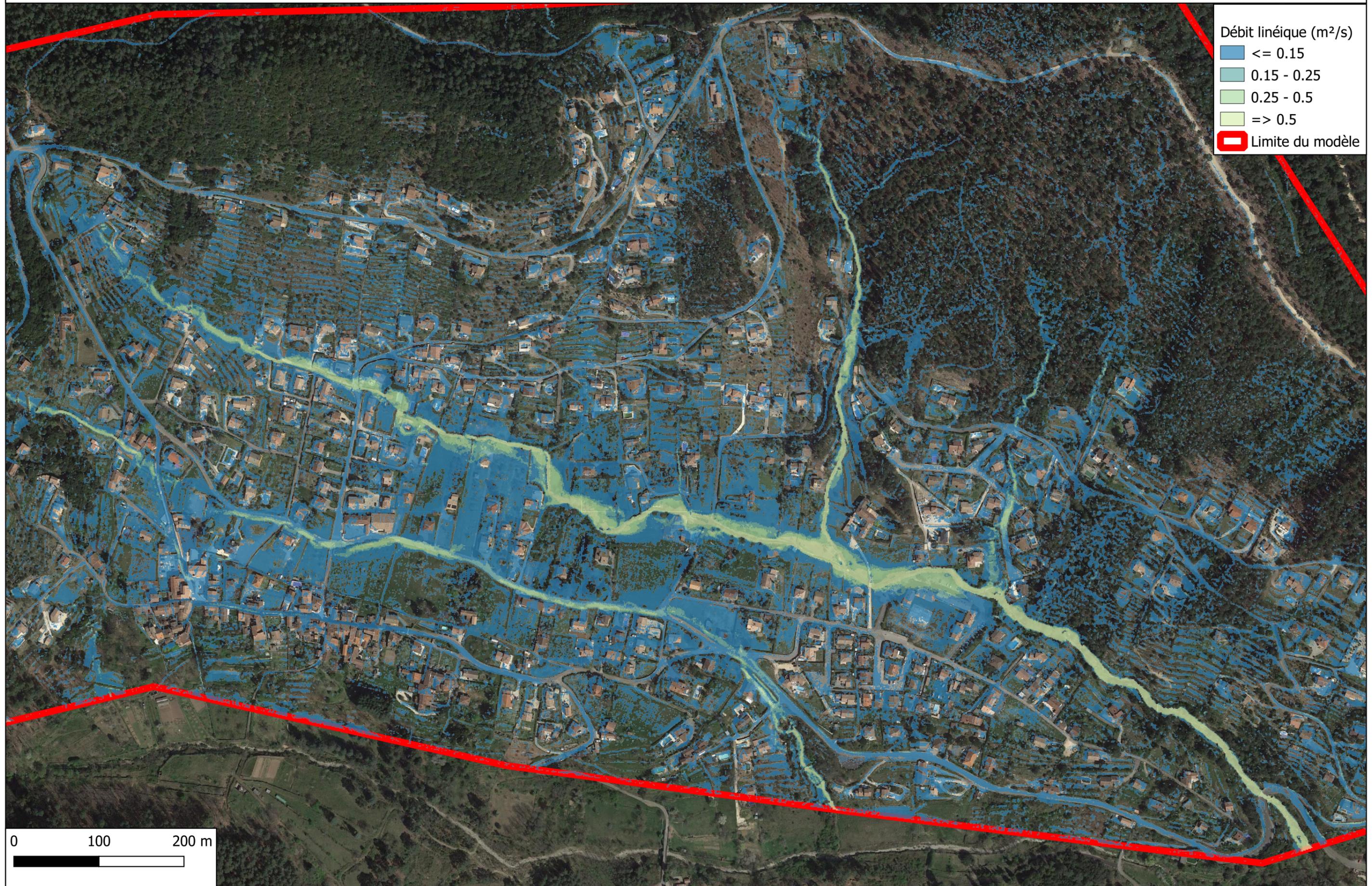
# Cartographie brute des hauteurs de submersion sur la zone urbaine de Branoux-les-Taillades



# Cartographie brute des vitesses sur la zone urbaine de Branoux-les-Taillades



# Cartographie brute des débits linéiques sur la zone urbaine de Branoux-les-Taillades

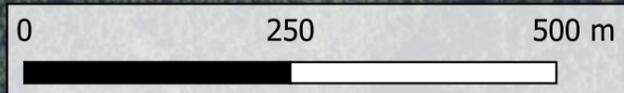


## ANNEXE 3 : LOCALISATION BASSINS VERSANTS INTERCEPTES

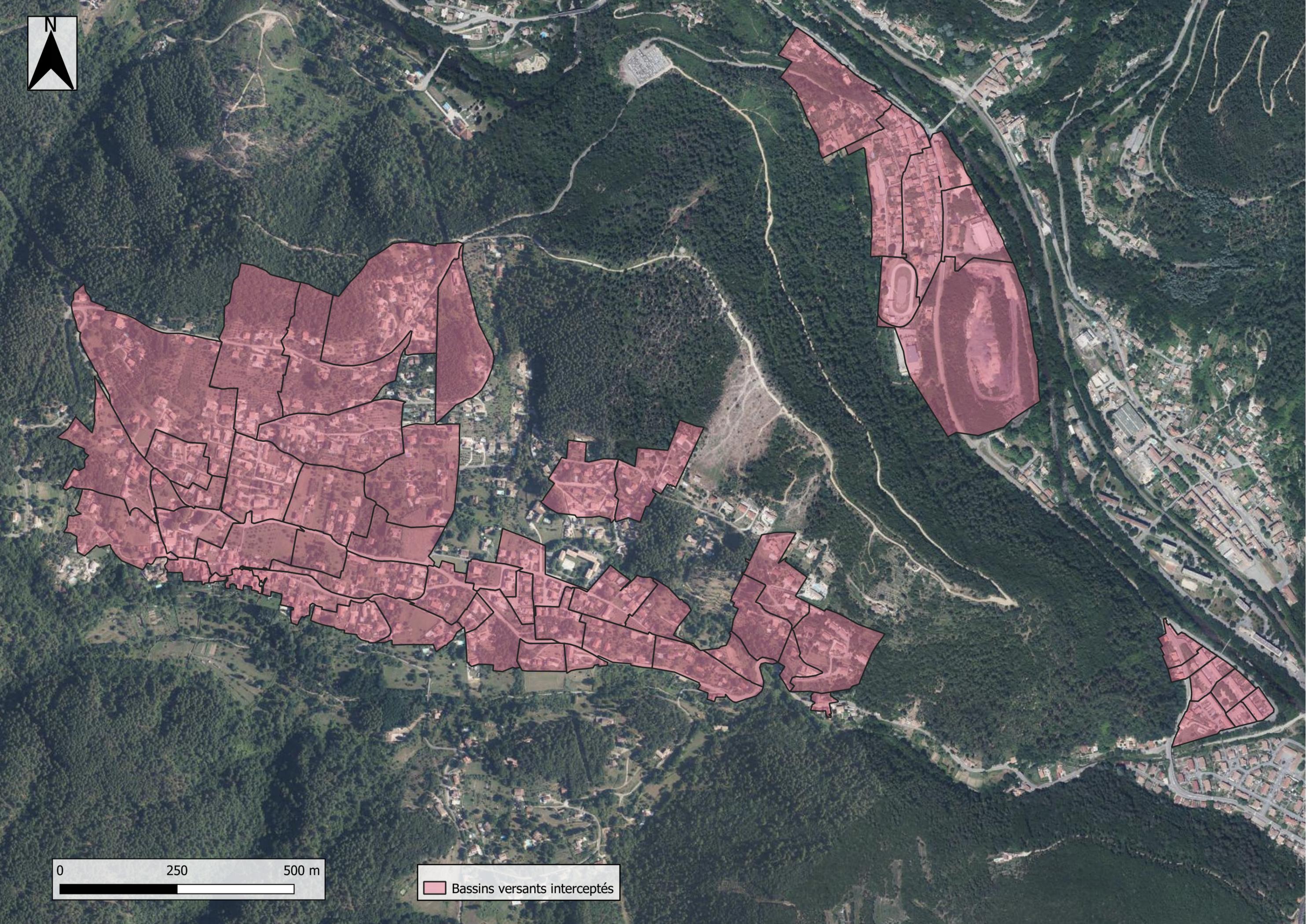
---

Plan format A3

*Annexe 3. Localisation BV interceptés*



 Bassins versants interceptés



## ANNEXE 4 : AUTRES CARACTERISTIQUES BASSINS VERSANTS INTERCEPTES

Bassins versants	Surface totale (m <sup>2</sup> )	OCS GE							
		CS1.1.1.1	CS1.1.1.2	CS1.1.2.1	CS2.1.1.1	CS2.1.1.2	CS2.1.2	CS2.1.1.3	CS2.2.1
		Zones bâties	Zones non bâties	Zones à matériaux/minéraux	Peuplement de feuillus	Peuplement de conifères	Formations arbustives, sous-arbrisseaux	Mixte	Formations herbacées
		Surfaces imperméabilisées (m <sup>2</sup> )							
BV1	17726,7	2669,6	2482,6	0,0	4563,0	0,0	0,0	0,0	8011,5
BV2	13373,7	2987,4	829,5	0,0	0,0	191,0	0,0	0,0	9365,9
BV3	6448,3	1245,7	1436,7	174,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3591,6
BV4	8054,9	398,1	69,5	0,0	1551,4	0,0	0,0	0,0	6035,9
BV5	10718,8	1126,8	1511,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8081,0
BV6	4359,1	2252,4	553,8	0,0	79,0	0,0	0,0	0,0	1473,9
BV7	15753,3	1038,9	1387,2	978,0	4006,3	0,0	2081,6	0,0	6261,3
BV8	8391,7	2958,2	368,4	0,0	3106,7	0,0	0,0	0,0	1958,5
BV9	11885,1	1732,9	991,2	0,0	0,0	27,8	0,0	0,0	9133,3
BV10	12872,0	3587,7	3155,1	0,0	1837,6	0,0	0,0	0,0	4291,6
BV11	22105,2	3771,7	267,2	900,5	4915,2	0,0	0,0	0,0	12250,7
BV12	5992,7	404,9	38,7	0,0	643,9	0,0	0,0	0,0	4905,1
BV13	15202,4	1813,9	3104,8	0,0	0,0	29,9	0,0	108,4	10145,5
BV14	11564,7	3519,3	1906,5	0,0	13,2	0,0	0,0	0,0	6125,7
BV15	9773,1	1144,1	826,3	0,0	51,2	318,7	0,0	0,0	7432,7
BV16	18548,6	2794,2	2422,8	140,1	988,4	1581,0	0,0	0,0	10622,1
BV17	18740,6	2046,6	936,3	0,0	1557,0	536,3	0,0	0,0	13664,4
BV18	6352,4	453,1	793,2	0,0	2696,9	0,0	0,0	192,7	2216,5
BV19	13826,5	733,9	652,1	0,0	6129,4	0,0	0,0	0,0	6311,0
BV20	28854,9	2367,2	2888,7	0,0	6182,9	0,0	2650,2	1897,3	12868,5
BV21	3934,0	338,7	103,3	879,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2612,9
BV22	26987,9	4284,3	781,7	0,0	6086,5	0,0	0,0	0,0	15835,5
BV23	11432,5	1354,3	1293,5	11,0	4,8	0,0	0,0	0,0	8768,9
BV24	5091,6	516,6	725,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3849,3
BV25	71759,9	5922,5	2096,5	0,0	27233,6	265,1	5627,0	0,0	30615,2
BV26	23559,3	5894,6	2808,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14856,2
BV27	24009,5	2054,7	690,8	0,0	3048,9	0,0	0,0	0,0	18215,1
BV28	43908,5	2777,7	1036,0	0,0	29736,6	0,0	0,0	232,6	10125,7
BV30	33154,7	4813,4	3638,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24703,0
BV31	51749,7	4322,0	2166,1	0,0	14207,2	0,0	0,0	8184,7	22869,7
BV32	27690,3	503,7	2691,4	0,0	0,0	0,0	0,0	18266,4	6228,9
BV33	5046,5	1889,0	1129,4	0,0	151,1	0,0	0,0	41,5	1835,5
BV34	3160,0	1251,2	490,5	0,0	179,1	0,0	0,0	0,0	1239,2
BV35	8063,4	2578,5	788,3	890,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3806,3
BV36	2045,4	484,5	778,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	782,2

Bassins versants	Surface totale (m <sup>2</sup> )	OCS GE							
		CS1.1.1.1	CS1.1.1.2	CS1.1.2.1	CS2.1.1.1	CS2.1.1.2	CS2.1.2	CS2.1.1.3	CS2.2.1
		Zones bâties	Zones non bâties	Zones à matériaux/minéraux	Peuplement de feuillus	Peuplement de conifères	Formations arbustives, sous-arbrisseaux	Mixte	Formations herbacées
Surfaces imperméabilisées (m <sup>2</sup> )									
BV37	2774,8	1373,4	308,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1093,1
BV38	4668,3	1620,9	720,9	5,8	0,4	0,0	0,0	0,0	2320,2
BV39	4760,7	1522,8	1278,8	0,0	1455,3	0,0	0,0	0,0	503,8
BV40	85769,0	1543,0	6611,2	33839,6	31274,1	4821,1	0,0	0,0	7680,0
BV41	10837,1	622,0	3708,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6506,9
BV42	32907,8	4299,6	2934,2	0,0	0,0	13,2	0,0	10431,1	15229,8
BV43	17381,5	2808,9	6774,6	1518,8	4691,9	0,0	0,0	0,0	1587,3
BV44	26379,5	9312,6	4441,9	0,0	0,0	822,5	0,0	0,0	11802,4
BV45	27310,6	11403,2	4296,1	0,0	1898,6	0,0	0,0	0,0	9712,7
BV46	3736,3	1429,8	394,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1257,5	654,9
BV47	3032,2	2613,6	15,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	403,1
BV48	9337,5	1652,6	35,1	0,0	0,0	31,8	0,0	14,9	7603,2
BV49	12449,5	1583,5	517,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10348,5
BV50	3207,1	269,0	7,6	0,0	0,0	154,3	0,0	0,0	2776,2
BV51	1800,2	757,2	299,9	0,0	335,9	0,0	0,0	0,0	407,2
BV52	11492,9	3896,7	2541,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5054,5
BV53	14452,4	507,4	1480,3	0,0	3831,7	0,0	0,0	0,0	8632,9
BV55	17608,0	4497,8	176,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12933,3
BV56	15834,6	1375,3	1507,8	85,6	1697,2	1078,1	0,0	386,1	9704,6
BV57	4996,8	560,7	1074,3	0,0	972,3	0,0	0,0	0,5	2389,0
BV58	36502,4	2681,0	1780,0	0,0	20959,2	0,0	0,0	234,2	10848,0
BV59	3276,5	499,3	92,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2684,4

#### Annexe 4. Autres caractéristiques BV interceptés

## ANNEXE 5 : CARTOGRAPHIE DIAGNOSTIC RESEAU PLUVIAL EXISTANT

---

Plan format A0

*Annexe 5. Cartographie diagnostic réseau pluvial existant*



**Légende**

- ▲ Exutoires
- Débordements**
- ◆ Débordements T = 5 ans
- ◆ Débordements T = 10 ans
- ◆ Débordements T = 20 ans
- ◆ Débordements T = 50 ans
- ◆ Débordements T = 100 ans
- ◆ Pas de débordements pour T = 100 ans
- Mises en charge**
- + Mise en charge T = 5 ans
- + Mise en charge T = 10 ans
- + Mise en charge T = 20 ans
- + Mise en charge T = 50 ans
- + Mise en charge T = 100 ans
- + Pas de mise en charge pour T = 100 ans
- Cadastré**
- Bâtimts
- Parcelles



## ANNEXE 6 : VOLUMES DE RUISSELLEMENT ET DEBITS DE POINTE PAR BASSIN VERSANT (ETAT EXISTANT)

Bassins versants	Surface BV (ha)	5 ans			10 ans			20 ans		
		Volume ruissellement (m3)	Qpointe (m3/s)	Qspécifique (m3/s/km2)	Volume ruissellement (m3)	Qpointe (m3/s)	Qspécifique (m3/s/km2)	Volume ruissellement (m3)	Qpointe (m3/s)	Qspécifique (m3/s/km2)
BV1	1.77	1.2	0.451	25.480	1.6	0.561	31.695	2.1	0.664	37.514
BV2	1.34	0.9	0.359	26.791	1.3	0.442	32.985	1.6	0.520	38.806
BV3	0.64	0.5	0.186	29.063	0.7	0.225	35.156	0.8	0.260	40.625
BV4	0.81	0.4	0.170	20.988	0.6	0.222	27.407	0.8	0.272	33.580
BV5	1.07	0.7	0.274	25.607	1.0	0.340	31.776	1.3	0.403	37.664
BV6	0.44	0.4	0.143	32.500	0.5	0.168	38.182	0.6	0.191	43.409
BV7	1.58	1.0	0.367	23.228	1.3	0.466	29.494	1.7	0.561	35.506
BV8	0.84	0.6	0.235	27.976	0.8	0.286	34.048	1.1	0.333	39.643
BV9	1.19	0.8	0.304	25.546	1.1	0.379	31.849	1.4	0.449	37.731
BV10	1.29	1.1	0.389	30.155	1.4	0.464	35.969	1.7	0.534	41.395
BV11	2.21	1.4	0.550	24.887	1.9	0.688	31.131	2.5	0.819	37.059
BV12	0.6	0.3	0.131	21.833	0.5	0.169	28.167	0.6	0.207	34.500
BV13	1.52	1.1	0.409	26.908	1.4	0.502	33.026	1.9	0.590	38.816
BV14	1.16	0.9	0.294	25.345	1.2	0.357	30.776	1.6	0.419	36.121
BV15	0.98	0.6	0.243	24.796	0.9	0.304	31.020	1.1	0.363	37.041
BV16	1.85	1.3	0.482	26.054	1.7	0.597	32.270	2.2	0.704	38.054
BV17	1.87	1.1	0.443	23.690	1.6	0.561	30.000	2.1	0.674	36.043
BV18	0.63	0.4	0.143	22.698	0.5	0.182	28.889	0.7	0.220	34.921
BV19	1.38	0.7	0.285	20.652	1.0	0.373	27.029	1.4	0.458	33.188
BV20	2.88	1.7	0.651	22.604	2.3	0.832	28.889	3.1	1.006	34.931
BV21	0.39	0.3	0.108	27.692	0.4	0.132	33.846	0.5	0.154	39.487
BV22	2.7	1.7	0.642	23.778	2.3	0.812	30.074	3.0	0.973	36.037
BV23	1.14	0.8	0.290	25.439	1.0	0.362	31.754	1.3	0.429	37.632
BV24	0.51	0.3	0.130	25.490	0.5	0.162	31.765	0.6	0.192	37.647
BV25	7.18	3.9	1.473	20.515	5.4	1.924	26.797	7.3	2.365	32.939
BV26	2.36	1.8	0.658	27.881	2.4	0.800	33.898	3.0	0.932	39.492
BV27	2.4	1.4	0.543	22.625	1.9	0.696	29.000	2.6	0.843	35.125
BV28	4.39	2.2	0.851	19.385	3.1	1.128	25.695	4.2	1.402	31.936
BV30	3.32	2.3	0.808	24.337	3.1	1.007	30.331	4.0	1.196	36.024
BV31	5.17	2.9	1.027	19.865	4.0	1.341	25.938	5.4	1.650	31.915
BV32	2.77	1.4	0.548	19.783	2.0	0.722	26.065	2.7	0.894	32.274
BV33	0.5	0.4	0.158	31.600	0.6	0.187	37.400	0.7	0.213	42.600
BV34	0.32	0.3	0.099	30.938	0.4	0.118	36.875	0.4	0.135	42.188
BV35	0.81	0.7	0.251	30.988	0.9	0.298	36.790	1.1	0.341	42.099
BV36	0.2	0.2	0.063	31.500	0.2	0.074	37.000	0.3	0.085	42.500
BV37	0.28	0.3	0.087	31.071	0.3	0.103	36.786	0.4	0.117	41.786
BV38	0.47	0.4	0.143	30.426	0.5	0.171	36.383	0.6	0.196	41.702
BV39	0.476	0.4	0.146	30.672	0.5	0.174	36.555	0.7	0.199	41.807
BV40	8.58	7.6	2.701	31.480	9.8	3.186	37.133	12.3	3.626	42.261
BV41	1.08	0.8	0.306	28.333	1.1	0.371	34.352	1.4	0.432	40.000
BV42	3.29	2.1	0.786	23.891	2.8	0.991	30.122	3.7	1.187	36.079
BV43	1.74	1.6	0.563	32.356	2.0	0.662	38.046	2.5	0.752	43.218
BV44	2.64	2.2	0.781	29.583	2.9	0.931	35.265	3.6	1.070	40.530
BV45	2.73	2.5	0.852	31.209	3.1	1.004	36.777	3.9	1.142	41.832
BV46	0.37	0.3	0.109	29.459	0.4	0.131	35.405	0.5	0.151	40.811
BV47	0.3	0.3	0.104	34.667	0.4	0.120	40.000	0.5	0.135	45.000
BV48	0.93	0.6	0.232	24.946	0.8	0.290	31.183	1.1	0.346	37.204
BV49	1.24	0.8	0.303	24.435	1.1	0.382	30.806	1.4	0.456	36.774
BV50	0.32	0.2	0.072	22.500	0.3	0.092	28.750	0.3	0.112	35.000
BV51	0.18	0.2	0.056	31.111	0.2	0.067	37.222	0.3	0.076	42.222
BV52	1.15	1.0	0.339	29.478	1.3	0.404	35.130	1.6	0.463	40.261
BV53	1.45	0.8	0.321	22.138	1.1	0.413	28.483	1.5	0.501	34.552
BV55	1.76	1.2	0.471	26.761	1.7	0.580	32.955	2.1	0.682	38.750
BV56	1.58	1.0	0.374	23.671	1.3	0.473	29.937	1.8	0.568	35.949
BV57	0.5	0.4	0.132	26.400	0.5	0.163	32.600	0.6	0.191	38.200
BV58	3.65	2.0	0.754	20.658	2.7	0.984	26.959	3.7	1.209	33.123
BV59	0.33	0.2	0.082	24.848	0.3	0.103	31.212	0.4	0.122	36.970

Bassins versants	Surface BV (ha)	50 ans			100 ans		
		Volume ruissellement (m3)	Qpointe (m3/s)	Qspécifique (m3/s/km2)	Volume ruisselleme nt (m3)	Qpointe (m3/s)	Qspécifique (m3/s/km2)
BV1	1.77	2.9	0.792	44.746	3.6	0.879	49.661
BV2	1.34	2.2	0.615	45.896	2.7	0.679	50.672
BV3	0.64	1.1	0.303	47.344	1.4	0.332	51.875
BV4	0.81	1.2	0.336	41.481	1.5	0.379	46.790
BV5	1.07	1.7	0.481	44.953	2.1	0.533	49.813
BV6	0.44	0.8	0.218	49.545	1.0	0.236	53.636
BV7	1.58	2.4	0.680	43.038	3.0	0.760	48.101
BV8	0.84	1.4	0.391	46.548	1.8	0.430	51.190
BV9	1.19	1.9	0.536	45.042	2.4	0.594	49.916
BV10	1.29	2.3	0.620	48.062	2.8	0.676	52.403
BV11	2.21	3.5	0.982	44.434	4.4	1.091	49.367
BV12	0.6	0.9	0.253	42.167	1.1	0.285	47.500
BV13	1.52	2.5	0.698	45.921	3.1	0.769	50.592
BV14	1.16	2.1	0.498	42.931	2.5	0.552	47.586
BV15	0.98	1.5	0.435	44.388	1.9	0.484	49.388
BV16	1.85	3.0	0.838	45.297	3.7	0.927	50.108
BV17	1.87	2.9	0.815	43.583	3.6	0.910	48.663
BV18	0.63	0.9	0.268	42.540	1.2	0.301	47.778
BV19	1.38	2.0	0.567	41.087	2.5	0.640	46.377
BV20	2.88	4.3	1.226	42.569	5.4	1.374	47.708
BV21	0.39	0.7	0.181	46.410	0.8	0.199	51.026
BV22	2.7	4.2	1.175	43.519	5.2	1.311	48.556
BV23	1.14	1.8	0.512	44.912	2.3	0.568	49.825
BV24	0.51	0.8	0.229	44.902	1.0	0.254	49.804
BV25	7.18	10.3	2.926	40.752	13.0	3.310	46.100
BV26	2.36	4.1	1.095	46.398	5.0	1.203	50.975
BV27	2.4	3.6	1.027	42.792	4.5	1.151	47.958
BV28	4.39	6.0	1.751	39.886	7.7	1.991	45.353
BV30	3.32	5.4	1.435	43.223	6.7	1.597	48.102
BV31	5.17	7.6	2.047	39.594	9.5	2.322	44.913
BV32	2.77	3.9	1.112	40.144	4.9	1.262	45.560
BV33	0.5	0.9	0.245	49.000	1.1	0.266	53.200
BV34	0.32	0.6	0.156	48.750	0.7	0.170	53.125
BV35	0.81	1.5	0.394	48.642	1.8	0.429	52.963
BV36	0.2	0.4	0.098	49.000	0.5	0.106	53.000
BV37	0.28	0.5	0.135	48.214	0.6	0.146	52.143
BV38	0.47	0.9	0.227	48.298	1.0	0.248	52.766
BV39	0.476	0.9	0.230	48.319	1.1	0.251	52.731
BV40	8.58	16.2	4.169	48.590	19.6	4.529	52.786
BV41	1.08	1.9	0.506	46.852	2.3	0.556	51.481
BV42	3.29	5.1	1.433	43.556	6.4	1.598	48.571
BV43	1.74	3.3	0.862	49.540	4.0	0.934	53.678
BV44	2.64	4.8	1.242	47.045	5.9	1.358	51.439
BV45	2.73	5.2	1.314	48.132	6.3	1.428	52.308
BV46	0.37	0.7	0.176	47.568	0.8	0.192	51.892
BV47	0.3	0.6	0.153	51.000	0.7	0.164	54.667
BV48	0.93	1.5	0.415	44.624	1.8	0.461	49.570
BV49	1.24	1.9	0.549	44.274	2.4	0.610	49.194
BV50	0.32	0.5	0.137	42.813	0.6	0.153	47.813
BV51	0.18	0.3	0.088	48.889	0.4	0.096	53.333
BV52	1.15	2.1	0.538	46.783	2.6	0.587	51.043
BV53	1.45	2.1	0.613	42.276	2.7	0.689	47.517
BV55	1.76	2.9	0.808	45.909	3.6	0.891	50.625
BV56	1.58	2.4	0.687	43.481	3.0	0.767	48.544
BV57	0.5	0.8	0.227	45.400	1.0	0.251	50.200
BV58	3.65	5.2	1.495	40.959	6.6	1.690	46.301
BV59	0.33	0.5	0.147	44.545	0.6	0.163	49.394

## Annexe 6. Volumes de ruissellement et débits de pointe par BV (état existant)