

Agglomération d'Agen

8, rue André Chénier

B.P. n°90045

47 916 AGEN Cedex 9

Etude hydraulique

ANALYSE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE DU RUISSEAU DE MONGRENIER

COMMUNE DE SERIGNAC-SUR-GARONNE (47)



HYDROGEN

Site Agropole

47310 ESTILLAC

Tel. : 05 53 77 20 82

Mail : contact@hydrogen-ingenierie.fr



DATE : MAI 2022

REF : HY/2021/AK – V6

SOMMAIRE

1	Cadre de l'étude	7
1.1	Contexte et objet de l'étude	7
2	Contexte général de l'étude	8
2.1	Territoire d'étude	8
2.2	Climat	9
2.3	Caractéristiques du bassin versant du Mongrenier	10
2.4	Définition du régime hydrologique du bassin versant du Mongrenier	14
2.4.1	CARACTERISATION DES PLUIES JOURNALIERES	14
2.4.2	DETERMINATION DE PLUIES DE COURTES DUREES	16
3	Définition des crues de projet	20
3.1	Caractéristiques physiques et hydrauliques des bassins versants	20
3.1.1	COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT	20
3.1.2	TEMPS DE CONCENTRATION	21
3.2	Estimation des débits de pointe	21
3.2.1	FORMULES USUELLES	21
3.2.2	TRANSPOSITION A PARTIR DE MESURES HYDROMETRIQUES	25
3.2.3	TRANSFORMATION PLUIE-DEBIT	27
3.2.4	ESTIMATION DES HYDROGRAMMES DE CRUE CARACTERISTIQUES	30
4	Caractérisation des crues récentes	31
4.1	Crue du 28 décembre 2020	31
4.2	Crue du 08 septembre 2021	40
5	Modélisation hydraulique	49
5.1	Généralités	49
5.1.1	EMPRISE DU MODELE	50
5.1.2	INTEGRATION DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES	52
5.1.3	INTEGRATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	56
5.1.4	CONDITIONS LIMITES	57
5.1.5	CALIBRATION DU MODELE	61
5.2	Modélisation hydraulique de la crue du 08 septembre 2021	67
5.3	Modélisation hydraulique de la crue du 28 décembre 2020	69
5.4	Modélisation des crues de projet	72
5.4.1	CRUE DECENNALE	72
5.4.2	CRUE VICENNALE	74
5.4.3	CRUE CINQUANTENNALE	76
5.4.4	CRUE CENTENNALE	78
5.5	Capacité et débordements des chenaux	80
5.5.1	CAPACITE ET DEBORDEMENTS DU BRAS DE DECHARGE	80
5.5.2	CAPACITE ET DEBORDEMENTS DU LIT MINEUR DU MONGRENIER	81
5.6	Evaluation de la capacité des ouvrages hydrauliques	83

5.7 Impact du remblai autoroutier sur les crues du Mongrenier	85
6 Mise en perspective d'aménagements visant à réduire la vulnérabilité des enjeux	87
6.1 Retours d'expérience sur les crues passées	87
6.2 Entretien de la végétation rivulaire	90
6.3 Aménagements potentiels pour réduire la vulnérabilité des enjeux	90
6.3.1 CREATION D'UN OUVRAGE DE STOCKAGE EN AMONT	91
6.3.2 AUGMENTATION DE LA CAPACITE DU CHENAL DE DECHARGE	93
6.3.3 CREATION D'UN NOUVEL OUVRAGE DE DECHARGE	93
7 Prédimensionnement et analyse des effets de la mise en œuvre des scénarios d'aménagements retenus	95
7.1 Scénario 1 : Création d'un ouvrage de décharge sur le Mongrenier	95
7.1.1 LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE	95
7.1.2 ESTIMATION DE L'ECRETEMENT DES CRUES DE PROJET	96
7.2 Scénario 2 : Création d'un ouvrage de stockage au droit de la peupleraie en amont de la rue de Mourens	98
7.2.1 LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE	98
7.2.2 DISPOSITIFS COMPLEMENTAIRES	100
7.2.3 EVALUATION DE L'ECRETEMENT DES CRUES DE PROJET	101
7.3 Analyse coûts-bénéfices	110
7.3.1 ESTIMATION DES COUTS	110
7.3.2 ESTIMATION DES DOMMAGES EVITES	111
7.3.3 EVALUATION DE LA RENTABILITE DES SCENARIOS D'AMENAGEMENT	114
Synthèse de l'étude	116

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Localisation de la zone d'étude	8
Figure 2. Bassin versant du Mongrenier	10
Figure 3. Principaux ensembles géologiques du bassin versant du Mongrenier	11
Figure 4. Topographie du bassin versant du Mongrenier	12
Figure 5. Occupation des sols du bassin versant du Mongrenier (source : CESBIO)	13
Figure 6. Répartition de l'occupation des sols sur le bassin versant du Mongrenier	14
Figure 7. Localisation des postes d'observation	15
Figure 8. Hyétogramme de projet T=10 ans, durée 6 heures	18
Figure 9. Hyétogramme de projet T=20 ans, durée 6 heures	18
Figure 10. Hyétogramme de projet T=50 ans, durée 6 heures	19
Figure 11. Hyétogramme de projet T=100 ans, durée 6 heures	19
Figure 12. Sous-bassins versants de l'étude	27
Figure 13. Hydrogramme de crues du Mongrenier en amont d'ouvrage de décharge	30
Figure 14. Cumuls issus des données radar corrigées – Episode de décembre 2020	32
Figure 15. Précipitations au droit du bassin versant 3 – Episode de décembre 2020	33
Figure 16. Image satellite du bassin versant du Mongrenier au 26/12/2020 (source : Copernicus)	34
Figure 17. Ouvrage de décharge après la crue du 28/12/2020 (source : commune de Sérignac)	36
Figure 18. Vue du fossé en aval de l'ouvrage de décharge après la crue du 28/12/2020 (source : commune de Sérignac)	37
Figure 19. Observations rapportées lors de la crue du 28/12/2020	38
Figure 20. Hydrogramme estimé pour la crue du 28/12/2020 au droit de l'ouvrage de décharge du Mongrenier	39
Figure 21. Cumuls mesurés aux stations en fonction des cumuls issus des données radar – Episode du 25/06/2020	41
Figure 22. Cumuls issus des données radar corrigées – Orage du 08/09/2021	42
Figure 23. Précipitations au droit du bassin versant 3 – Episode de septembre 2021	42
Figure 24. Image satellite du bassin versant du Mongrenier au 06/09/2020 (source : Copernicus)	44
Figure 25. Observations rapportées lors de la crue du 08/09/2021	47
Figure 26. Hydrogramme estimé pour la crue du 08/09/2021 au droit de l'ouvrage de décharge du Mongrenier	48
Figure 27. Emprise du modèle 1D/2D et sections en travers mises en œuvre	51
Figure 28. Topographie d'une section en travers en partie 1D du modèle	52
Figure 29. MNT avec zone 2D (en magenta)	54
Figure 30. Extraction des propriétés d'une cellule 2D	55
Figure 31. Localisation des points d'injection des hydrogrammes de crues	57
Figure 32. Hydrogrammes modélisés – Crue du 28/12/2020	58
Figure 33. Hydrogrammes modélisés – Crue du 28/12/2020	58
Figure 34. Hydrogrammes modélisés – Q10	59
Figure 35. Hydrogrammes modélisés – Q20	59
Figure 36. Hydrogrammes modélisés – Q50	60
Figure 37. Hydrogrammes modélisés – Q100	60

Figure 38. <i>Laisses de crues relevées (crue de septembre 2021)</i>	62
Figure 39. <i>Occupation des sols et coefficients de rugosité associés</i>	64
Figure 40. <i>Coefficient de rugosité retenu pour la zone 1D du modèle HEC-RAS</i>	66
Figure 41. <i>Hauteurs d'eau maximales simulées pour la crue du 08/09/2021</i>	68
Figure 42. <i>Hauteurs d'eau maximales simulées pour la crue du 28/12/2020</i>	71
Figure 43. <i>Hydrogrammes de crues de projet en amont de l'ouvrage de décharge</i>	72
Figure 44. <i>Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet décennale</i>	73
Figure 45. <i>Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet vicennale</i>	75
Figure 46. <i>Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet cinquantennale</i>	77
Figure 47. <i>Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet centennale</i>	79
Figure 48. <i>Résultats de la modélisation du bras de décharge en régime permanent</i>	80
Figure 49. <i>Localisation des premiers débordements</i>	82
Figure 50. <i>Localisation des ouvrages hydrauliques</i>	84
Figure 51. <i>Effet écrêteur du remblai autoroutier – Crue centennale</i>	85
Figure 52. <i>Hauteurs d'eau en cas de crue centennale au niveau du remblai autoroutier</i>	86
Figure 53. <i>Dysfonctionnements constatés par les riverains</i>	87
Figure 54. <i>Causes des débordements au regard des retours des riverains</i>	88
Figure 55. <i>Aménagements les plus pertinents au regard des retours des riverains</i>	89
Figure 56. <i>Parcelles pressenties pour l'implantation d'un ouvrage de stockage</i>	92
Figure 57. <i>Localisation de l'ouvrage de décharge d'urgence</i>	94
Figure 58. <i>Comparaison des hauteurs d'eau simulées à l'état initial et avec l'ouvrage de décharge</i>	96
Figure 59. <i>Hauteurs d'eau simulées à l'état initial et avec l'ouvrage de décharge</i>	97
Figure 60. <i>Implantation pressentie pour l'ouvrage écrêteur</i>	99
Figure 61. <i>Localisation des clapets anti-retour rue de Mourens</i>	100
Figure 62. <i>Effets du bassin de stockage BR10 sur la crue décennale</i>	102
Figure 63. <i>Effets du bassin de stockage BR10 sur la crue centennale</i>	103
Figure 64. <i>Effets du bassin de stockage BR20 sur la crue vicennale</i>	105
Figure 65. <i>Effets du bassin de stockage BR20 sur la crue centennale</i>	106
Figure 66. <i>Effets du bassin de stockage BR50 sur la crue cinquantennale</i>	108
Figure 67. <i>Effets du bassin de stockage BR50 sur la crue centennale</i>	109
Figure 68. <i>Fonction de dommages aux logements individuels avec étage et sans sous-sol et pour une durée de submersion inférieure à 48 h</i>	112

Tableau 1. Températures moyennes à la station d’Agen _____	9
Tableau 2. Précipitations moyennes à la station d’Agen _____	9
Tableau 3. Caractéristiques des stations d’observations _____	14
Tableau 4. Pluie journalière maximale pour les cinq postes _____	15
Tableau 5. Paramètres de Montana à Agen (1985– 2018) _____	16
Tableau 6. Précipitations maximales sur 24h à Agen et à Prayssas _____	16
Tableau 7. Paramètres de Montana ajustés au site d’étude _____	17
Tableau 8. Coefficients de ruissellement retenus et surfaces des bassins versants _____	20
Tableau 9. Estimation des débits de pointe par formules usuelles _____	24
Tableau 10. Estimation du débit de pointe par la formule de Myer _____	26
Tableau 11. Variables hydrologiques retenues pour la modélisation en conditions « normales » _____	28
Tableau 12. Estimation des débits de pointe avec le logiciel HEC-HMS _____	29
Tableau 13. Comparaison des cumuls radar et des cumuls mesurés aux stations de référence – Episode décembre 2020 _____	32
Tableau 14. Cumuls estimés pour une pluie de durée 2 h _____	33
Tableau 15. Cumuls pluviométriques relevés aux stations de référence - décembre 2020 _____	35
Tableau 16. Comparaison des cumuls radar et des cumuls mesurés aux stations de référence – Episode du 08/09/2021 _____	40
Tableau 17. Cumuls estimés pour une pluie de durée 1 h _____	43
Tableau 18. Cumuls pluviométriques relevés aux stations d’Agen, de Prayssas et de Laroque- Timbaut le mois précédant l’orage du 08/09/2021 _____	45
Tableau 19. Ouvrages hydrauliques sur le Mongrenier et son bras de décharge intégrés au modèle _____	56
Tableau 20. Comparaison des cotes mesurées et des cotes simulées (crue de septembre 2021) _____	63
Tableau 21. Coefficient de rugosité associé aux occupations des sols _____	65
Tableau 22. Coefficients de rugosité retenus pour l’évènement du 28/12/2020 _____	69
Tableau 23. Comparaison des cotes mesurées et des cotes simulées (crue de décembre 2020) _____	70
Tableau 24. Débit de mise en charge des ouvrages sur le Mongrenier et le bras de décharge _____	83
Tableau 25. Estimation des coûts pour les situations d’aménagement _____	110
Tableau 26. Nombre d’habitations concernées par les crues de projet _____	111
Tableau 27. Estimation des dommages sur les logements _____	113
Tableau 28. Estimation des dommages évités annuellement _____	113
Tableau 29. Analyse coûts bénéfiques des aménagements _____	114

1 CADRE DE L'ETUDE

1.1 Contexte et objet de l'étude

Consécutivement à d'importantes précipitations (février 2016, avril 2016, juin 2018 et décembre 2020), des débordements du Mongrenier ont été observés à l'aval immédiat de l'A62 ainsi qu'à l'aval de la RD119.

La rue de Mourens a également été impactée, cette dernière ayant été complètement inondée à plusieurs reprises, l'eau atteignant le seuil des habitations riveraines. Il semblerait, que ces débordements annexes ne soient pas directement issus du Mongrenier, mais d'un fossé de dérivation qui capte les eaux du ruisseau depuis le lieu-dit « Mutin » pour les acheminer vers le contre-fossé du canal latéral à la Garonne.

Noter par ailleurs qu'une vanne a été mise en place au niveau de la dérivation afin de contrôler les écoulements vers le fossé, ce qui témoigne vraisemblablement de débordements problématiques antérieurs. Il semblerait cependant que ce système (et sa gestion actuelle) soit insuffisant en l'état, compte tenu des débordements récents.

Au regard de ces éléments, et conformément à la demande exprimée par l'Agglomération d'Agen, l'étude hydraulique visera à :

- ◆ Préciser les conditions d'inondation et de vulnérabilité du bâti (hauteurs d'eau, vitesse, nombre d'habitations concernées, ...) sur le territoire d'étude ;
- ◆ Proposer des solutions de réduction ou de gestion de l'inondation ;
- ◆ Présenter les avantages et les inconvénients des solutions mises en avant (d'un point de vue technique, financier, et administratif) ;
- ◆ Préciser la localisation et le dimensionnement des aménagements retenus ainsi que leur emprise foncière ;
- ◆ Evaluer les risques résiduels.

2 CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

2.1 Territoire d'étude

La présente étude a pour objectif de caractériser les crues du ruisseau du Mongrenier sur la commune de Sérignac-sur-Garonne. En amont du bourg de Sérignac-sur-Garonne, le Mongrenier passe sous l'autoroute A62.

En amont de l'ouvrage de décharge, le ruisseau du Mongrenier mesure environ 7 km. Il traverse ensuite Sérignac-sur-Garonne sur plus de 2 km. Le fossé de décharge, d'environ 2 km, traverse la ville par l'Est (Figure 1).

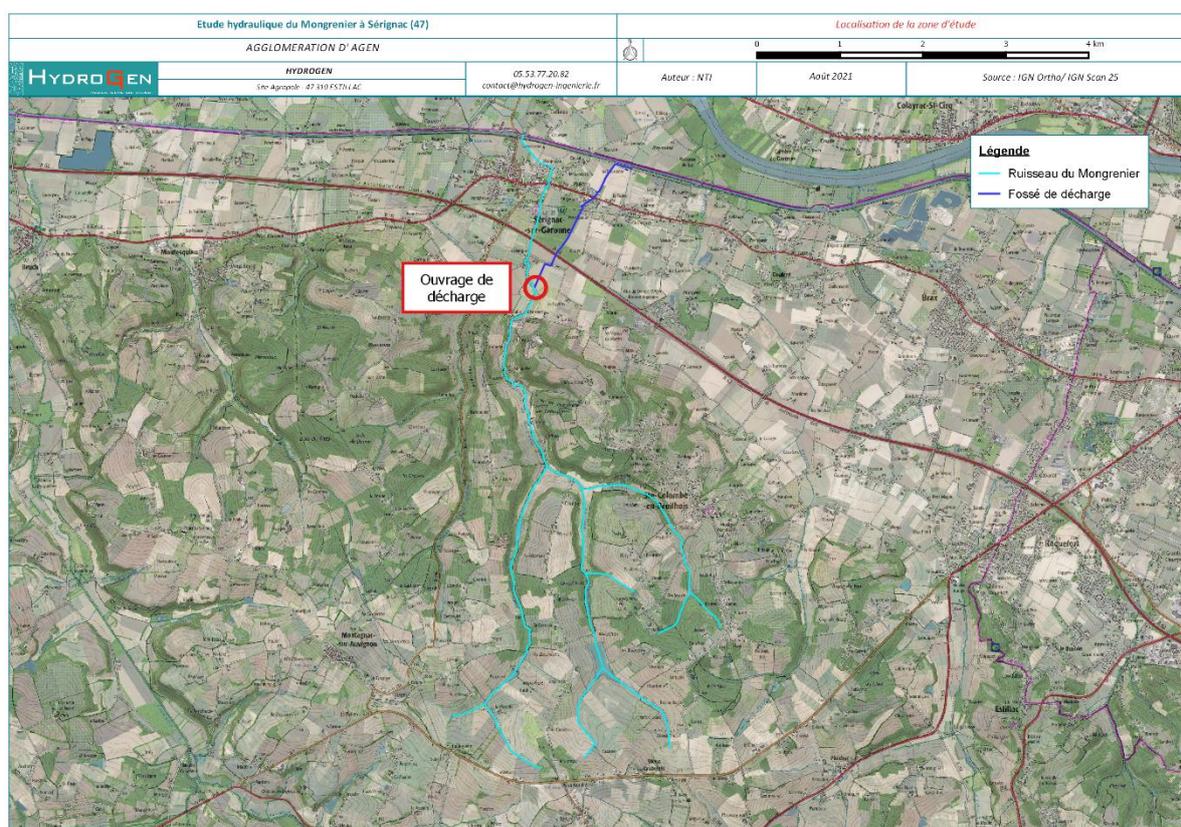


Figure 1. Localisation de la zone d'étude

2.2 Climat

Le climat de la zone d'étude est de type océanique à tendance continentale. Les hivers sont humides et plutôt doux, quand les étés sont chauds et secs avec une activité orageuse marquée.

Une station climatique présente à Agen servira de référence pour l'analyse du climat du site. Les données qui en sont issues sont présentées ci-après.

2.2.1.1 TEMPERATURES

La température moyenne à Agen est de 13,4 °C avec une température moyenne minimale de 8,4 °C et une température moyenne maximale de 18,5 °C.

Les mois les plus chauds sont ceux de juillet et août avec une maximale moyenne voisine de 28 °C. Le mois de janvier est le plus froid avec une minimale moyenne d'environ 2 °C (Tableau 1).

Températures moyennes mensuelles à la station d'Agen (1981 - 2010)													
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Tmoy (°C)	5,6	6,8	9,7	12	15,9	19,3	21,5	21,5	18,4	14,7	9,3	6,1	13,4

Tableau 1. Températures moyennes à la station d'Agen

2.2.1.2 PLUVIOMETRIE

D'après les données disponibles (Tableau 2), les cumuls annuels de précipitations atteignent en moyenne 712 mm et sont plutôt bien réparties dans l'année. Les maximas se situent en mai (76 mm).

Précipitations moyennes mensuelles à la station d'Agen (1981 - 2010)													
	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Pmoy (mm)	55,1	52,1	49,8	67,6	76,1	58,4	51,3	55	59,3	64,3	63,4	59,8	712,2

Tableau 2. Précipitations moyennes à la station d'Agen

Ces précipitations puisent leur origine dans deux principaux types de perturbations pluvieuses :

- ❖ D'une part, les perturbations océaniques classiques avec des pluies généralement peu intenses mais durables (2 à 4 jours) pouvant sévir plusieurs fois par an sans nécessairement conduire à des inondations marquées.
- ❖ D'autre part, les perturbations océaniques pyrénéennes qui ont généralement lieu au printemps et en début d'été. Elles génèrent des averses de forte intensité qui affectent d'importantes superficies.

A noter l'irrégularité d'une année à l'autre de la répartition des précipitations, des étés humides pouvant succéder à des étés très secs.

2.3 Caractéristiques du bassin versant du Mongrenier

2.3.1.1 GENERALITES

Le Mongrenier est un cours d'eau d'une longueur de 9 km environ au droit de la zone étudiée. Il draine une superficie de 14 km² (Figure 2). Son bassin versant est principalement dominé par des terrains agricoles.

En amont de l'ouvrage de décharge, la superficie drainée par ce cours d'eau est de 13 km². En aval de l'ouvrage de décharge, le bassin versant du Mongrenier draine 1,2 km² et celui du fossé de décharge fait 1,5 km²

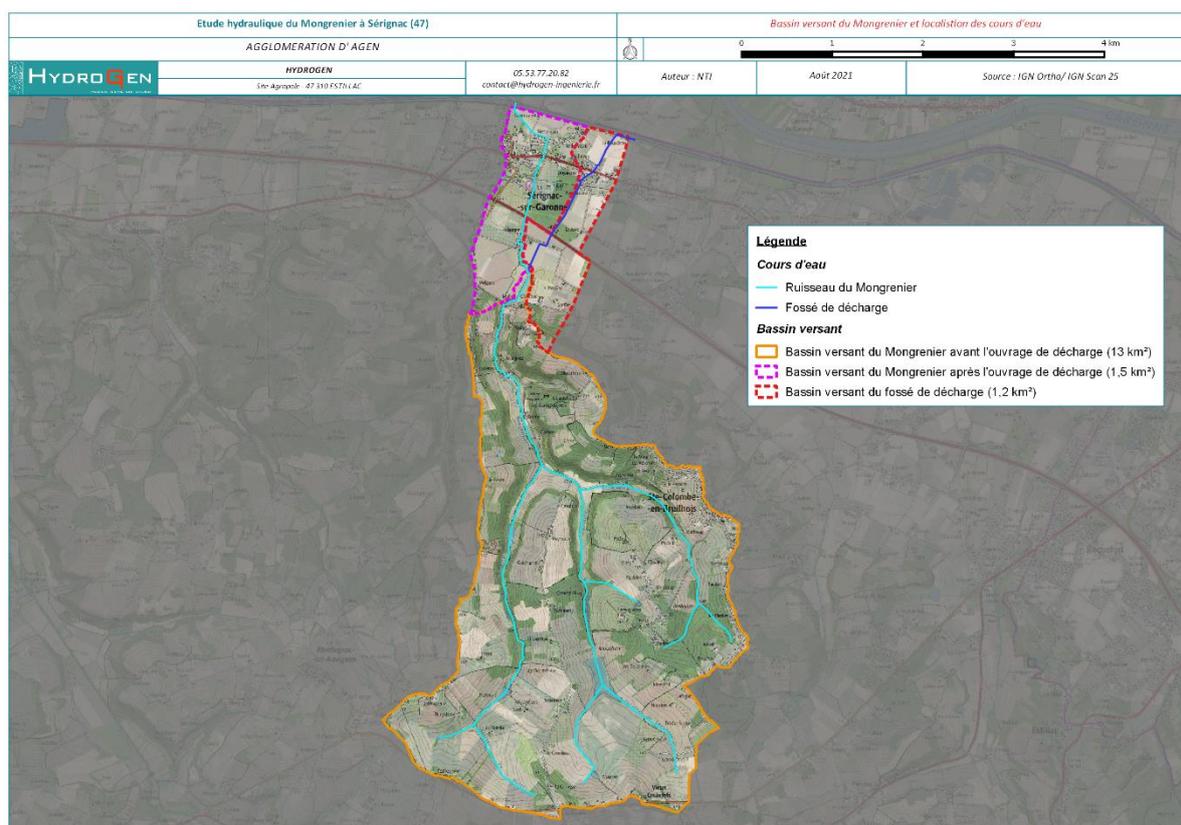


Figure 2. Bassin versant du Mongrenier

2.3.1.2 GEOLOGIE ET PEDOLOGIE

Le bassin versant du Mongrenier comporte principalement des formations calcaires, sableuses et argileuses (Figure 3) dont les principales sont :

- ◆ Les formations superficielles : colluvions indifférenciées de versant, de vallon et plateaux issues d'alluvions, molasses, altérites indifférenciées (CFp) ;
- ◆ Les alluvions subactuelles à actuelles indifférenciées : argiles silteuses, argiles sableuses, argiles tourbeuses, sables argileux, sables fins à graviers (Fy3-z).

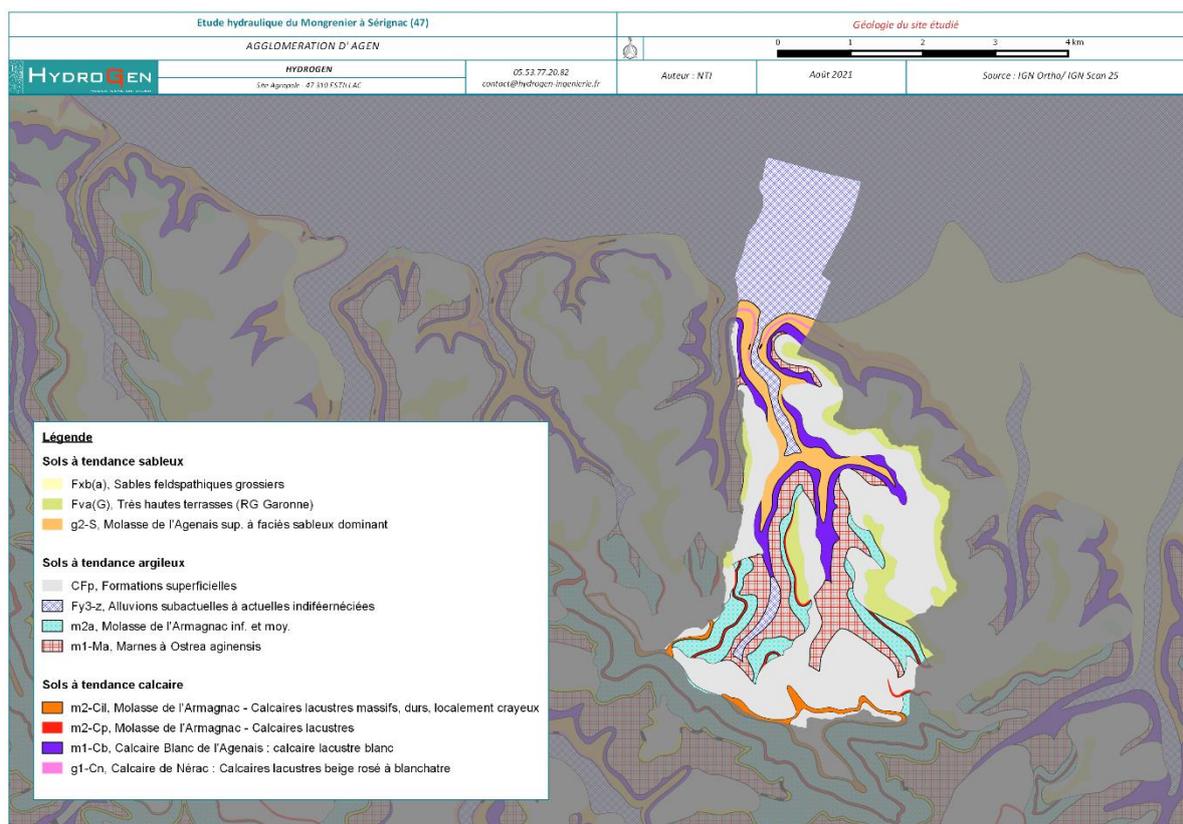


Figure 3. Principaux ensembles géologiques du bassin versant du Mongrenier

2.3.1.3 TOPOGRAPHIE

Le bassin versant total du Mongrenier présente une altimétrie comprise entre 40 m NGF et 205 m NGF. Il présente une forme relativement allongée, du Sud vers le Nord. En amont de la route de Mutin, les pentes du bassin versant sont marquées de part et d'autre de la vallée du ruisseau, et sont généralement de l'ordre de 10 %. En aval de la route de Mutin, le bassin versant est relativement plat avec une pente générale de 0,5 %.

Le cheminement hydraulique du bassin versant du Mongrenier présente une longueur d'environ 9,1 km et une pente moyenne est de 1,5 % (Figure 4).

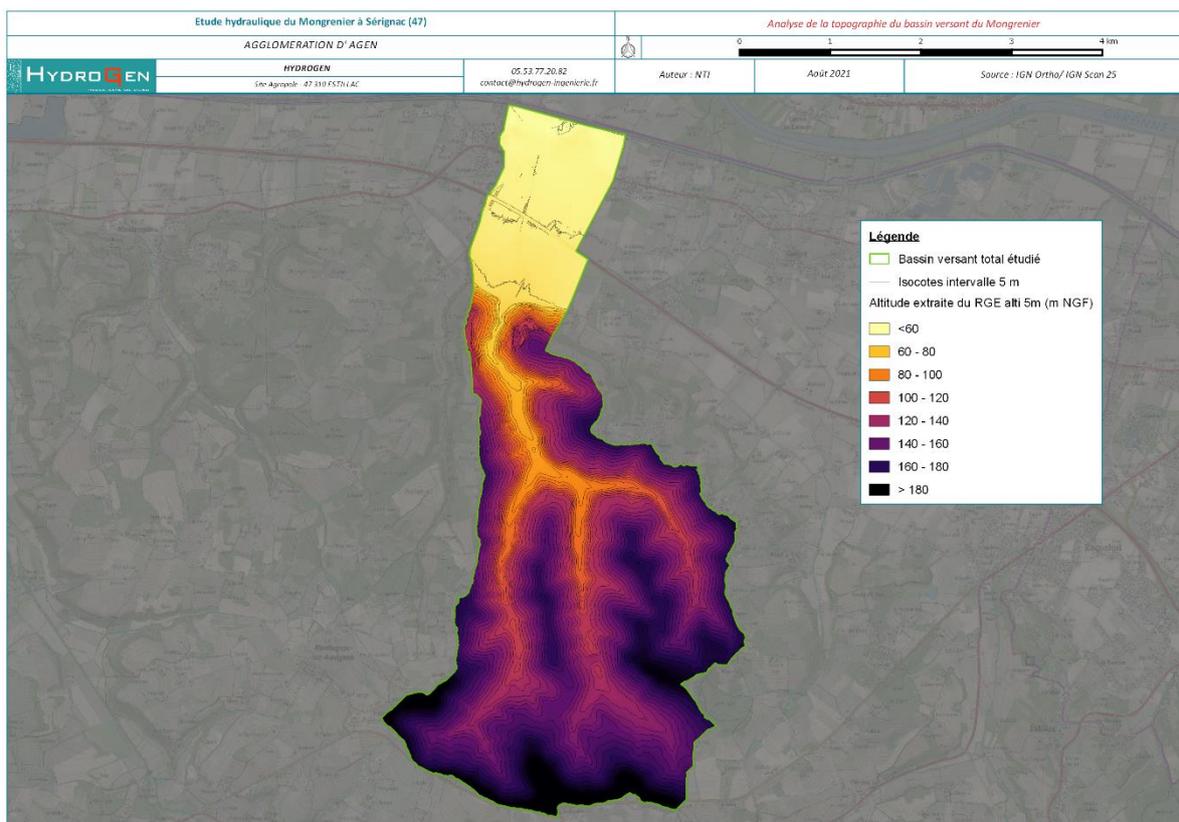


Figure 4.Topographie du bassin versant du Mongrenier

2.3.1.4 OCCUPATION DES SOLS

L'occupation des sols du bassin versant du Mongrenier, extraite à partir des données du CESBIO, est présentée sur la carte ci-après (Figure 5).

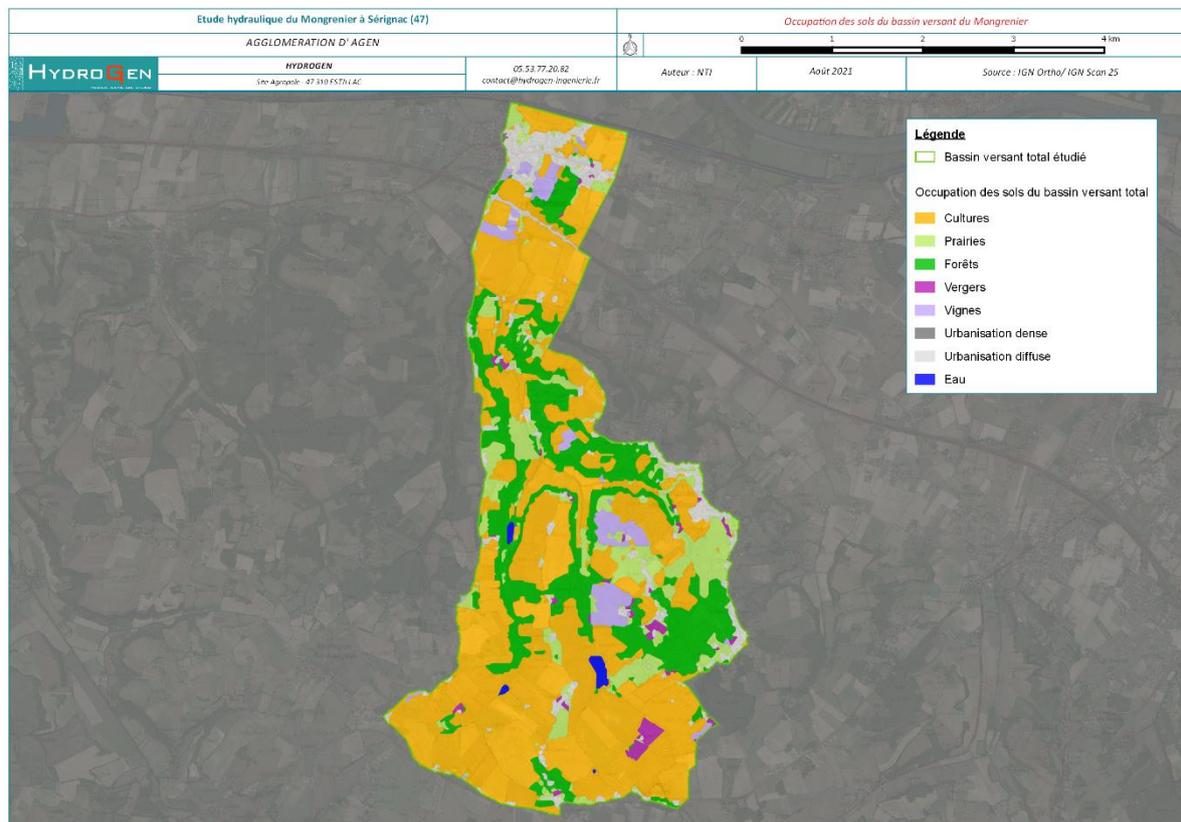


Figure 5. Occupation des sols du bassin versant du Mongrenier (source : CESBIO)

On remarque une prédominance des cultures qui occupent plus de 50 % de la superficie du bassin versant. Au Nord du bassin versant, l'occupation du sol, majoritairement urbanisée correspond au centre-ville de Sérignac-sur-Garonne.

La répartition de l'occupation des sols du bassin versant du Mongrenier est exposée dans le graphique ci-dessous (Figure 6).

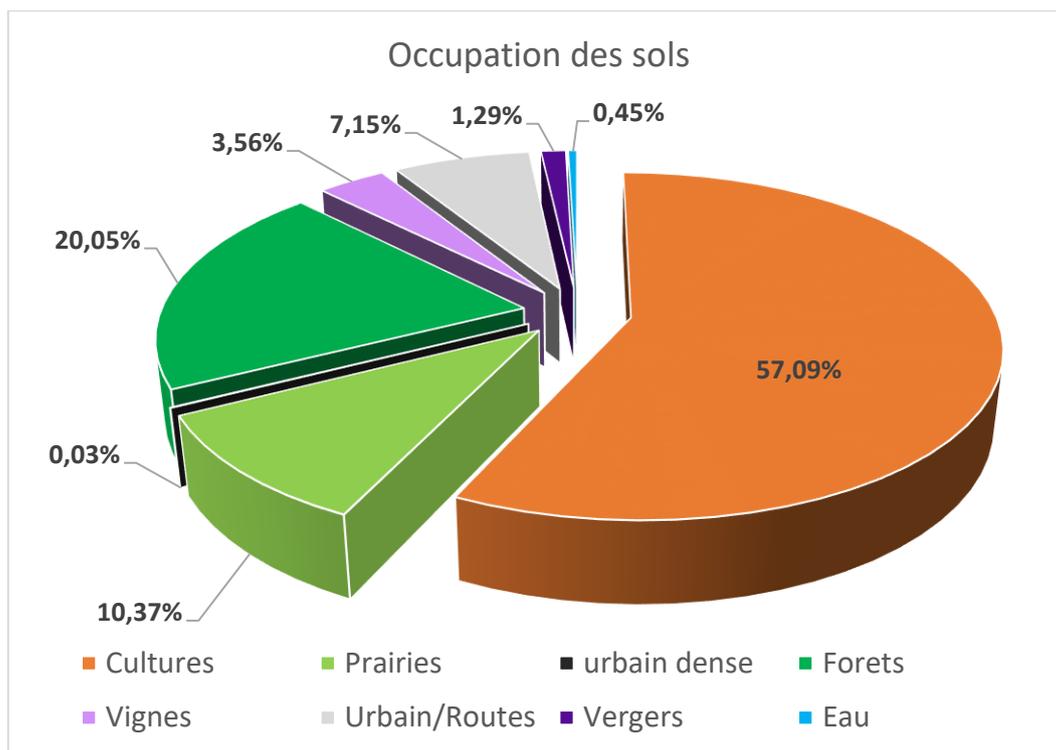


Figure 6. Répartition de l'occupation des sols sur le bassin versant du Mongrenier

2.4 Définition du régime hydrologique du bassin versant du Mongrenier

2.4.1 CARACTERISATION DES PLUIES JOURNALIERES

Une analyse statistique des pluies journalières a été réalisée pour caractériser les événements pluvieux susceptibles d'affecter le site d'étude. Pour cela les chroniques des cinq postes d'observation les plus proches ont été extraites de la banque de données de Météo-France. Ces postes sont situés à Agen, à Colayrac, à Prayssas, à Aiguillon et à Xaintrailles. Les caractéristiques de ces stations et de leurs chroniques sont détaillées dans le tableau suivant (Tableau 3).

Station d'observation	Distance avec le bassin versant du Mongrenier	Période des chronologie
Agen	6 km	1980 - 2021
Colayrac	7 km	1980 - 2021
Prayssas	14 km	1980 - 2021
Aiguillon	15 km	1980 - 2019
Xaintrailles	18 km	1980 - 2019

Tableau 3. Caractéristiques des stations d'observations

Les cinq stations d'observation sont situées à moins de 20 km du site d'étude (Figure 7). Les chroniques s'étalent sur 41 ans, de 1980 à 2021 pour trois stations.

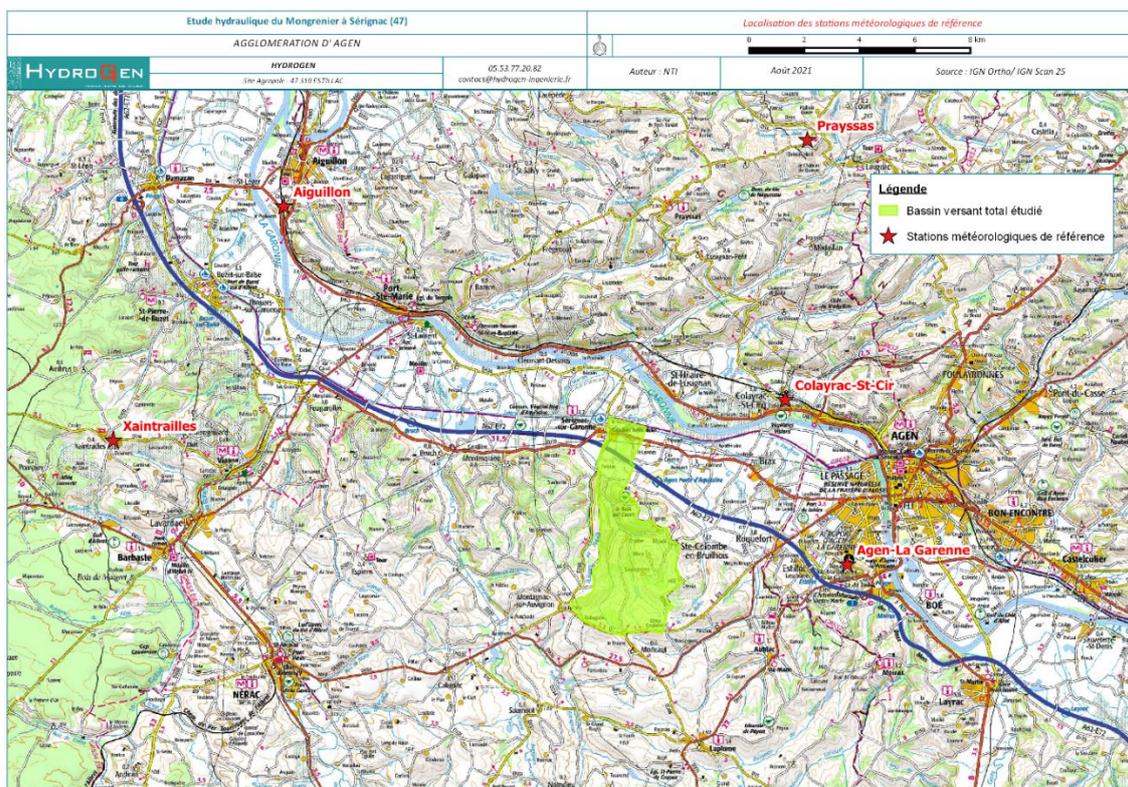


Figure 7. Localisation des postes d'observation

Pour chaque poste et pour chaque année, la pluie maximale journalière a été extraite. Sur ces valeurs, le coefficient de Weiss (retenu à 1,14) est appliqué pour estimer les pluies de durée 24 heures. Un ajustement de Gumbel a ensuite été réalisé pour déterminer les pluies de durée 24 heures en fonction de différentes périodes de retour au droit de chaque station (Tableau 4).

Pluies de durée 24 heures (mm)					
Période de retour (année)	Agen	Colayrac	Prayssas	Aiguillon	Xaintraillles
10	61	63	78	51	51
20	69	71	89	56	56
50	79	81	104	63	64
100	86	89	115	68	69
1000	111	114	151	86	86
10000	135	139	187	103	104

Tableau 4. Pluie journalière maximale pour les cinq postes

Les stations d’Aiguillon et de Xaintrailles, situées à l’Est du Mongrenier, présentent les pluies de durée 24 heures les plus faibles. Les résultats issus des stations d’Agen et de Colayrac sont du même ordre de grandeur et présentent des valeurs intermédiaires. Les valeurs issues des stations de Prayssas, qui sont les plus importantes, seront retenues pour la suite de l’analyse dans une démarche se voulant sécuritaire.

2.4.2 DETERMINATION DE PLUIES DE COURTES DUREES

Les pluies de plus courtes durées peuvent être caractérisées à partir des coefficients de Montana fournis par Météo France d’Agen (47), station située à 6 km à l’Est de la zone d’étude (Tableau 5).

Période de retour de la pluie	Paramètres de Montana	
	1h à 48h	
	a	b
10 ans	16,626	-0,827
20 ans	18,693	-0,83
50 ans	20,479	-0,827
100 ans	-	-

Tableau 5. Paramètres de Montana à Agen (1985– 2018)

Une comparaison a été réalisée entre les précipitations sur 24 heures calculées à partir des coefficients de Montana d’Agen et celles estimées à partir des données mesurées à la station de Prayssas à 14 km (Tableau 6).

Période de retour de la pluie	P24h Agen (mm)	P24h Prayssas(mm)
10 ans	59	78
20 ans	64	89
50 ans	72	104
100 ans	-	115

Tableau 6. Précipitations maximales sur 24h à Agen et à Prayssas

Cette comparaison montre qu’à Prayssas, les précipitations sont statistiquement plus marquées que celles observées à Agen.

Un ajustement sur les coefficients de Montana a donc été réalisé afin que les pluies calculées soient plus représentatives de la pluviométrie locale, et en adéquation avec les valeurs estimées à la station de Prayssas (Tableau 7).

Période de retour de la pluie	Paramètres de Montana ajustés	
	1h à 48h	
	a	b
10 ans	16,626	-0,788
20 ans	18,693	-0,786
50 ans	20,479	-0,777
100 ans	23,220	- 0,78

Tableau 7. Paramètres de Montana ajustés au site d'étude

2.4.2.1 HYETOGRAMMES DES PLUIES DE PROJET

Les hyétoigrammes retenus sont de type double-triangle, et sont estimés sur une pluie de durée 6 heures et pour des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans. Ils sont définis de sorte que le cumul total corresponde à celui calculé sur 6 heures à partir des coefficients de Montana ajustés au site d'étude pour la période de retour définie. La durée de pluie intense est fixée à 2 h, valeur du même ordre de grandeur que le temps de concentration estimé du bassin versant (cf. partie 3.1.2).

Au regard de la superficie du bassin versant du Mongrenier, estimée à 15 km², un coefficient d'abattement est appliqué aux pluies de projet pour tenir compte de leur potentielle hétérogénéité spatiale :

$$\alpha = S^{-0.056+0.016\ln(\Delta t)}$$

Avec :

- ◆ α le coefficient d'abattement des pluies ;
- ◆ S la superficie du bassin versant en km² ;
- ◆ Δt la durée de la pluie considérée en heures.

Les hyétoigrammes de projet retenus sont présentés ci-après (Figure 8 à Figure 11).

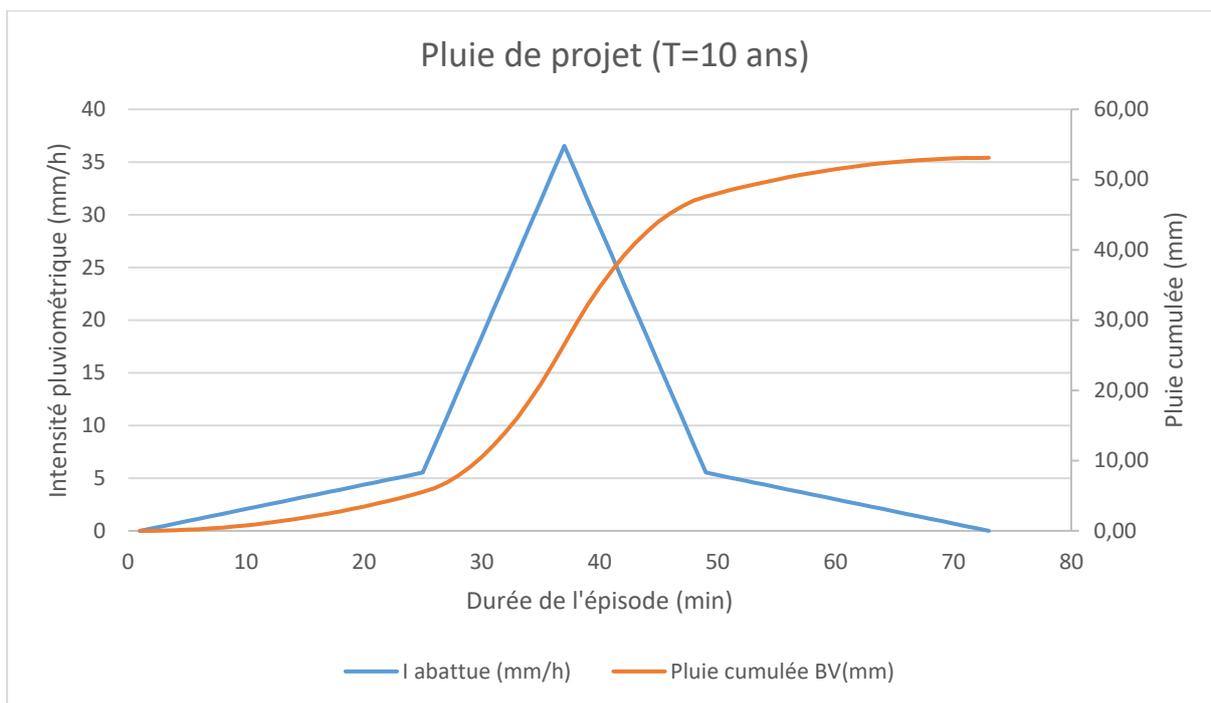


Figure 8. Hyetogramme de projet T=10 ans, durée 6 heures

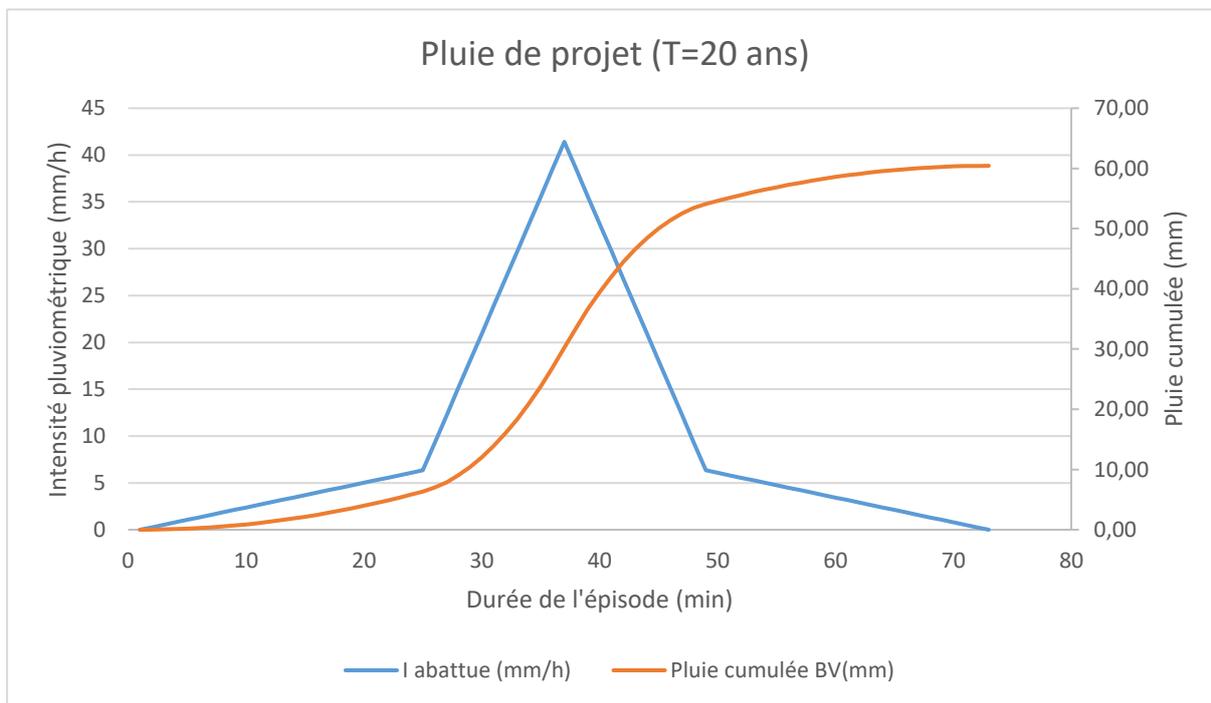


Figure 9. Hyetogramme de projet T=20 ans, durée 6 heures

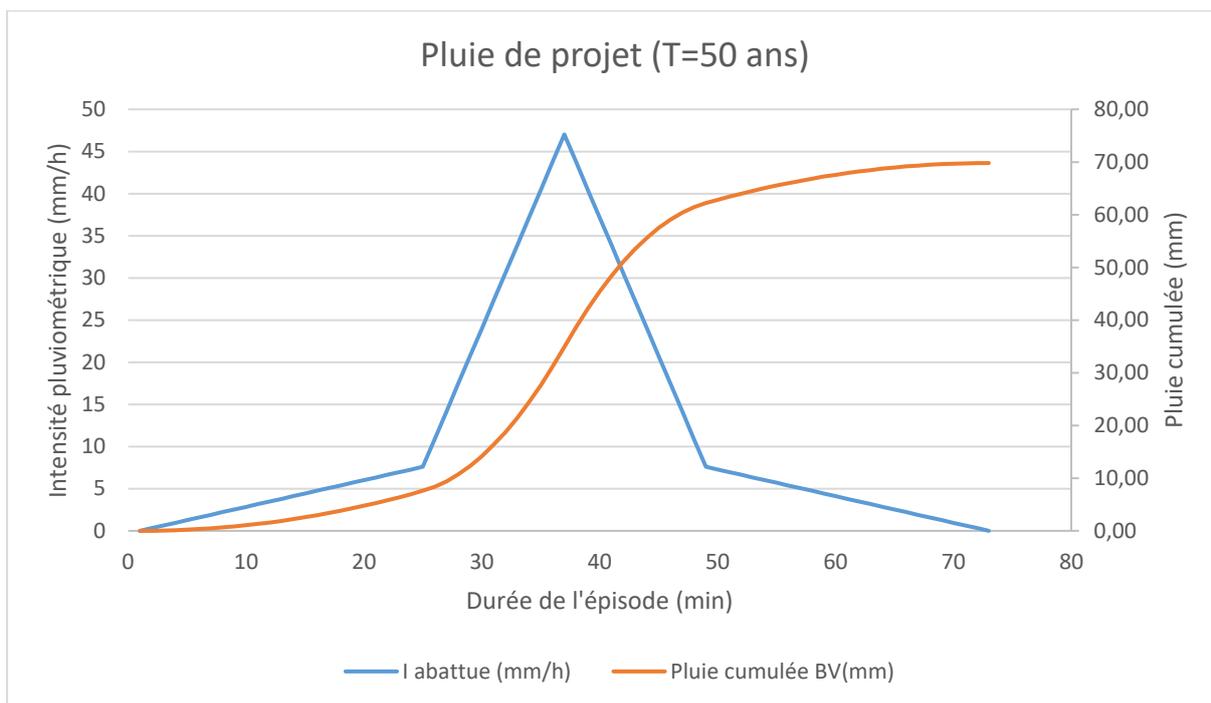


Figure 10. Hyetogramme de projet T=50 ans, durée 6 heures

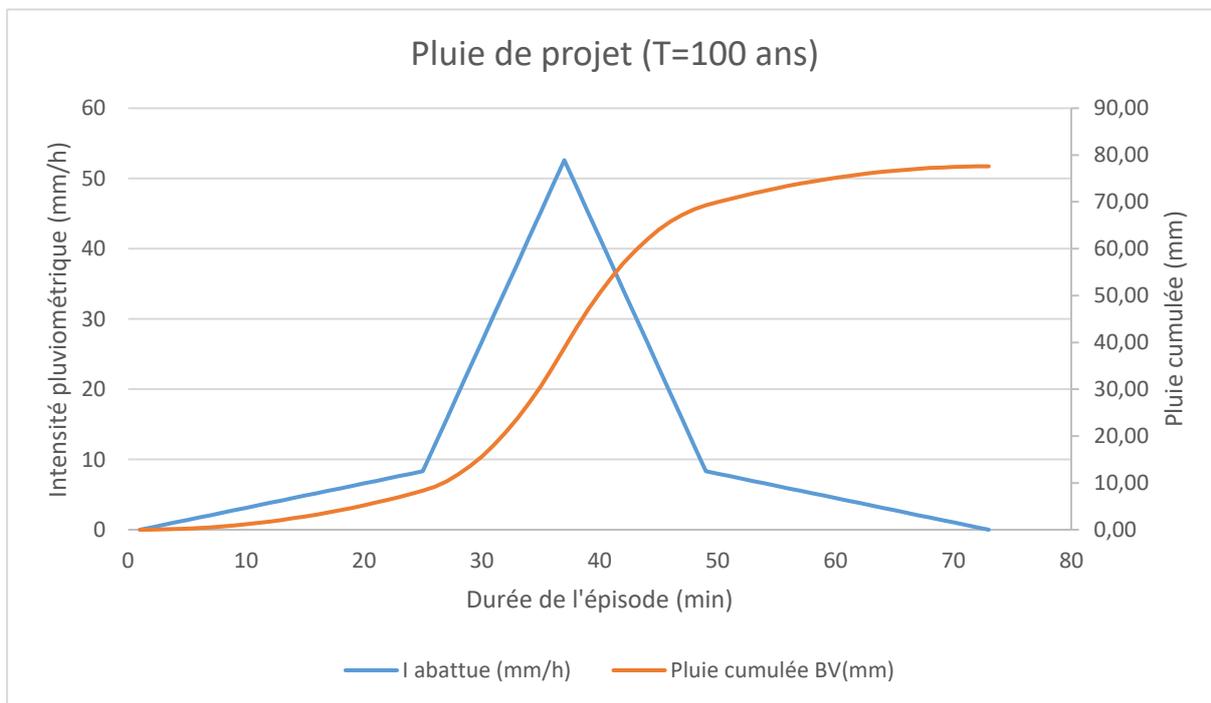


Figure 11. Hyetogramme de projet T=100 ans, durée 6 heures

3 DEFINITION DES CRUES DE PROJET

3.1 Caractéristiques physiques et hydrauliques des bassins versants

De nombreuses méthodes d'estimation des débits de pointe s'appuient sur les caractéristiques physiques et hydrauliques des bassins versants, tels que la superficie, la pente, l'occupation des sols ou encore le temps de concentration.

Les paragraphes suivants s'attachent à définir ces paramètres et à présenter les hypothèses retenues en vue de l'estimation des débits de pointe du bassin versant étudié.

3.1.1 COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT

Le coefficient de ruissellement (ou coefficient d'imperméabilisation du sol), représente la part des eaux ruisselées sur la totalité des eaux précipitées. Il est principalement fonction de l'occupation des sols et des caractéristiques physiques du bassin versant (pédologie, pente, ...). Les valeurs retenues dans le cadre de la présente étude sont extraites de la littérature (Tableau 8).

Occupation des sols	Coefficient de ruissellement	Surface sur le BV Mongrenier (ha)
Zone urbanisée (dense)	0,95	0,50
Zone urbanisée (diffus)	0,50	113,40
Prairies	0,20	164,40
Cultures	0,35	905,20
Vignes	0,25	56,50
Vergers	0,20	20,50
Bois	0,15	317,80
Eau	0,95	7,20

Tableau 8. Coefficients de ruissellement retenus et surfaces des bassins versants

Une moyenne pondérée en fonction de la superficie de chacun des types d'occupation des sols est réalisée pour le bassin versant. Ainsi, une valeur de **0,30** est retenue pour le bassin versant du Mongrenier.

3.1.2 TEMPS DE CONCENTRATION

Le temps de concentration (noté t_c) correspond au temps nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir la distance depuis le point le plus éloigné de l'exutoire du bassin versant jusqu'à celui-ci. A noter que les temps de concentration ici présentés ont été obtenus par l'application de la méthode SCS telle que décrite dans l'ouvrage de référence « Technical Release 55 (TR55) » – USDA, 1986.

Cette méthode distingue deux types d'écoulement :

- ◆ **L'écoulement étalé** : il correspond au cheminement de l'eau en dehors du thalweg avant que les flots ne se concentrent ;
- ◆ **L'écoulement concentré ou dans les fossés.**

Le temps de concentration du bassin versant par la méthode du TR55 est la résultante des temps de cheminement en écoulement étalé et concentré.

Le temps de concentration étant fonction de la morphologie du bassin versant, de nombreux paramètres décrivant sa morphologie sont utilisés.

Le temps de concentration, calculé par le biais de la méthode SCS-TR55, est estimé à **148 minutes** pour le bassin versant du Mongrenier avant l'ouvrage de décharge. Noter que le résultat obtenu est comparé avec ceux tirés d'autres méthodes (Pasini, Dujardin, Kirpich, Sogreah, ...) à titre de validation.

3.2 Estimation des débits de pointe

L'estimation des débits de pointe est réalisée en couplant les résultats de deux approches distinctes :

- ◆ L'application de formules usuelles ;
- ◆ Une transformation pluie/débit.

Les valeurs obtenues pour chacune de ces approches seront comparées et analysées afin de retenir celles apparaissant comme les plus pertinentes.

3.2.1 FORMULES USUELLES

La méthode de transition est adaptée pour les bassins versants de tailles intermédiaires (inférieurs à 1-10 km²) non instrumentés. Pour des bassins versants de superficie supérieure, les méthodes de SOCOSE et de CRUPEDIX sont généralement retenues. A l'inverse, c'est la méthode rationnelle qui est habituellement employée pour des bassins versants plus modestes (superficie inférieure à 200 ha).

3.2.1.1 METHODE RATIONNELLE

Les débits de pointe pour une crue décennale, vicennale et centennale par la formule rationnelle sont donnés par :

$$Q = \frac{Ci(tc)A}{60000}$$

Avec :

- ◆ Q, le débit de pointe, en m³/s,
- ◆ i(tc), l'intensité maximale de la pluie pour un temps de concentration tc, en mm/min,

$$i(tc) = at^b$$

- ◆ tc, le temps de concentration de la surface étudiée en minute. Il s'agit du temps nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir la distance entre le point le plus éloigné de l'exutoire sur le bassin versant et l'exutoire. On choisira ici le temps de concentration calculé selon la méthode analytique du TR55,
- ◆ a et b, les paramètres de Montana, donnés par la station Météo France,
- ◆ A, la surface recueillant les eaux. Il s'agit de la surface du bassin versant, en m²,
- ◆ C, le coefficient de ruissellement attaché à la surface étudiée.

3.2.1.2 METHODE CRUPEDIX

Il s'agit des débits calculés à partir des paramètres décrits ci-avant et selon la formule :

$$Q_{10} = A^{0.8} \left(\frac{Pj(10)}{80} \right)^2 R$$

Avec :

- ❖ Q₁₀, le débit de pointe de crue décennale, en m³/s,
- ❖ Pj(10), la pluie journalière décennale en mm,
- ❖ R, le coefficient régional,
- ❖ A, la surface du bassin versant, en km².

3.2.1.3 METHODE SOCOSE

Il s'agit des débits calculés selon la formule :

$$Q_{10} = \frac{KA}{(1.25D)^{-b} (15-12\rho)}$$

Avec :

- ◆ Q_{10} , le débit de pointe de crue décennale, en m³/s,
- ◆ K, l'indice volumétrique,
- ◆ D, la durée caractéristique de l'averse D en h,
- ◆ b, paramètre de Montana, donné par la station Météo France,
- ◆ A, la surface du bassin versant, en km²,
- ◆ ρ , le coefficient intermédiaire.

3.2.1.3.1 PARAMETRES DE CALCUL

L'utilisation de la méthode SOCOSE requiert la détermination d'un certain nombre de paramètres préalables qui sont exposés ci-après.

- ❖ Interception potentielle du bassin versant J en mm. Il s'agit de la capacité maximale d'infiltration dans le sol :

$$J = 260 + 21 \ln\left(\frac{A}{L}\right) - 54 \sqrt{\frac{Pa}{Pj(10)}}$$

- ❖ Durée caractéristique de l'averse D en h :

$$\ln(D) = -0.69 + 0.32 \ln(A) + \frac{2.2}{ta} \sqrt{\frac{Pa}{Pj(10)}}$$

- ❖ Indice volumétrique K :

$$K = 24^b \frac{Pj(10)}{21x \left(1 + \frac{\sqrt{A}}{30D^{1/3}}\right)}$$

- ❖ Coefficient intermédiaire :

$$\rho = 1 - \frac{J}{5K(1.25D)^{1+b}}$$

Avec :

- ◆ A, la surface du bassin versant en km²,
- ◆ L, la longueur du plus long cheminement des écoulements en km,
- ◆ ta, la température annuelle moyenne ramenée à l'altitude de la mer en °C,
- ◆ b, le coefficient de Montana selon les données météorologiques,
- ◆ Pa, la hauteur de précipitation moyenne annuelle en mm,
- ◆ Pj(10), la pluie journalière décennale en mm.

3.2.1.4 ESTIMATION DES DEBITS A PARTIR DE FORMULES USUELLES

Les estimations des débits de pointe pour le bassin versant du Mongrenier en amont de l'ouvrage de décharge par les formules sont exposées dans le tableau suivant (Tableau 9).

Période de retour	Formule Rationnelle (m ³ /s)	Formule SOCOSE (m ³ /s)	Formule CRUPEDIX (m ³ /s)
10 ans	21,0	6,7	7,5
20 ans	23,9	7,7*	8,7*
50 ans	27,3	8,8*	10,4*
100 ans	30,5	9,8*	11,7*

**Valeurs extrapolées via le ratio Q_n/Q_{10} issu de la méthode rationnelle*

Tableau 9. Estimation des débits de pointe par formules usuelles

Les formules usuelles présentent des débits de pointe hétérogènes, excepté pour les formules de Crupedix et de Socose qui conduisent à des débits de pointe décennaux du même ordre de grandeur.

La formule rationnelle, applicable pour les bassins versants de petites superficies, semble surestimer les débits de pointe de faible période de retour.

Les formules de Socose et de Crupedix sont adaptées pour les bassins versants de grande superficie et le bassin versant du Mongrenier se situe dans le domaine d'application de celles-ci. Elles semblent donc mieux convenir compte tenu de la superficie du bassin versant étudié.

3.2.2 TRANSPOSITION A PARTIR DE MESURES HYDROMETRIQUES

La formule de Myer permet de déterminer les débits de pointe par transposition des valeurs observées d'un bassin versant jaugé vers le bassin versant étudié (sous réserve de caractéristiques physiques et hydrologiques analogues).

$$Q_{bv\ 0,T} = Q_{bv\ A,T} * \left(\frac{S_{bv\ 0}}{S_{bv\ A}} \right)^\alpha$$

Avec :

- ◆ $Q_{bv\ 0,T}$, le débit en m³/s du sous bassin versant étudié pour une période de retour T ;
- ◆ $Q_{bv\ A,T}$, le débit en m³/s du bassin versant jaugé pour une période de retour T ;
- ◆ $S_{bv\ 0}$, la surface du sous bassin versant étudié en km² ;
- ◆ $S_{bv\ A}$, la surface du bassin versant jaugé en km² ;
- ◆ α , coefficient égal à 0,8 pour l'estimation des crues.

Quatre stations se trouvent à proximité du site d'étude. La formule de Myer est appliquée sur les débits de pointes de ces stations pour une période de retour 10 ans (Tableau 10).

Station hydro		Période	Surface BV (km ²)	Fiabilité PHE	Distance au site (km)	Q10 (m ³ /s)	Q10 _{répartiteur} (m ³ /s)
Cours d'eau	Commune						
La Masse de Prayssas	Frégimont	1978-2021	56,5	Douteux	5,5	8,2	2,56
L'Auvignon	Calignac	1967-2006	238	Douteux	9	25	2,47
L'Auroue	Caudecoste	1968-2006	196	Douteux	25	21	2,43
Le Lescouroux	Soumensac	1974-1994	41	Bonne	54	13	5,25
Le Corral	Ruch	1966-1997	3,94	Bonne	75	4,2	11,05
La Houeillère	Lannemaignan	1977-2006	4,43	Douteux	65	8,2	19,63

Tableau 10. Estimation du débit de pointe par la formule de Myer

Les données de Banque Hydro ont été extraites pour 6 stations hydrométriques se trouvant à moins de 100 km du site d'étude et dont le bassin versant intercepté présente des superficies limitées.

L'extrapolation des données issues des bassins versants les plus importants convergent vers une valeur de 2,5 m³/s, mais il s'agit de stations peu fiables sur les Plus Hautes Eaux (PHE).

Les stations ayant un bassin versant plus modeste renvoient des valeurs plus disparates, comprises entre 5 et 20 m³/s pour un débit décennal au droit du site d'étude.

Si l'on considère uniquement les stations fiables en PHE, la transposition conduit à des valeurs comprises entre 5 et 11 m³/s, qui sont du même ordre de grandeur que la valeur donnée par application de la méthode CRUPEDIX (7,5 m³/s cf. Tableau 9).

3.2.3 TRANSFORMATION PLUIE-DEBIT

Les pluies de projet susceptibles d'affecter le site d'étude ayant été préalablement définies (cf. partie 2.4), une modélisation pluie-débit a été entreprise. Elle permet, en se basant sur une pluie incidente et sur les caractéristiques physiques des bassins versants étudiés, d'estimer l'hydrogramme de crue découlant d'une pluie donnée (et donc les débits de pointe et les volumes écoulés).

Dans le cadre de la présente étude, l'objectif est d'obtenir les hydrogrammes de crues issus de pluies de projet afin d'estimer les débits de pointes qui en découlent.

Cette transformation est réalisée via le logiciel HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System), développé par les ingénieurs de l'armée américaine (US Army Corps of Engineers). La fonction de production utilisée est issue de la méthode SCS et la fonction de transfert de la méthode de l'hydrogramme unitaire.

3.2.3.1 DECOMPOSITION EN SOUS-BASSINS VERSANTS

Afin de tenir compte des apports hydrauliques intermédiaires et de leur déphasage temporel, le bassin versant du Mongrenier est décomposé en 11 sous-bassins versants (Figure 12). Le logiciel permet de simuler la réponse hydrologique de chacune de ces entités pour une pluie donnée.

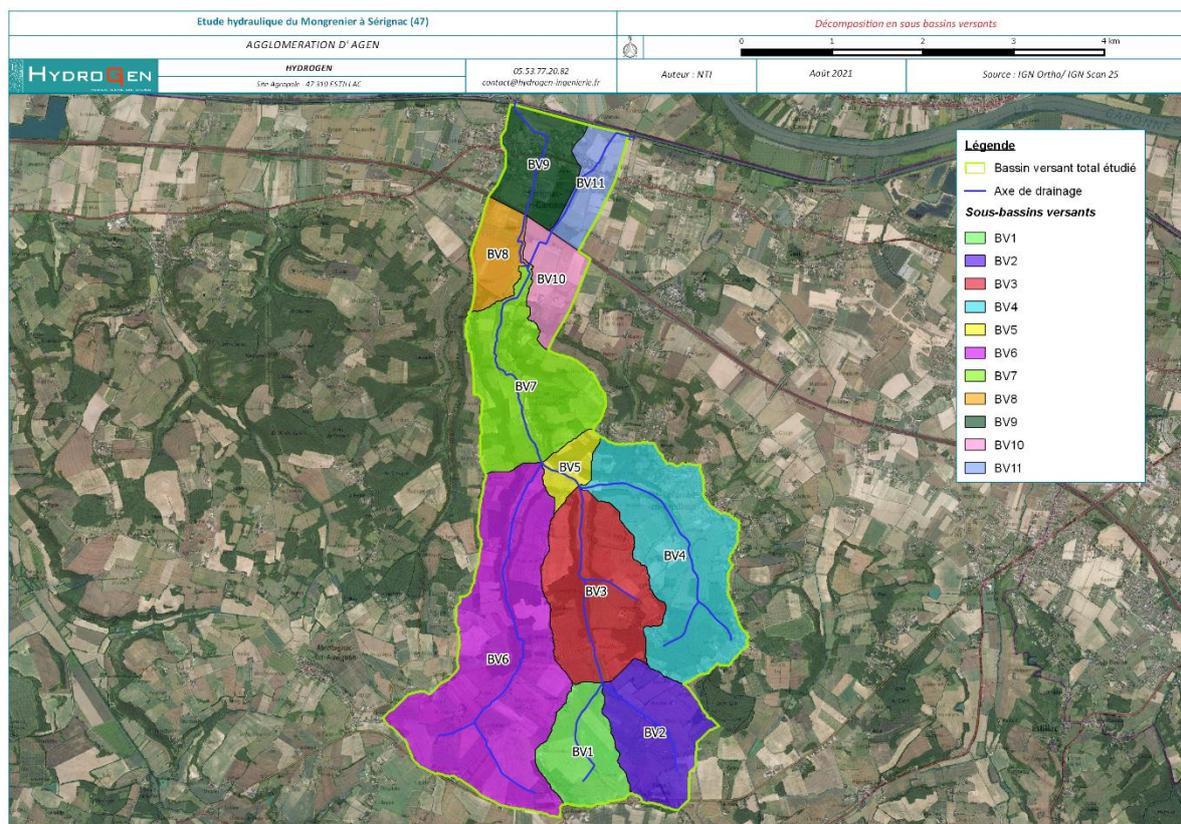


Figure 12. Sous-bassins versants de l'étude

3.2.3.2 DONNEES D'ENTREE DU LOGICIEL HEC-HMS

Les caractéristiques des bassins versants à renseigner dans le logiciel sont les suivantes :

- ◆ La superficie des bassins versants ;
- ◆ Le Curve Number (lié au ruissellement et estimé en prenant appui sur la littérature, ici compris entre 47 et 65 en fonction des sous-bassins versants) ;
- ◆ Les pertes initiales estimées à 10 mm ;
- ◆ Le temps de décalage de la pluie (estimé égal au temps de concentration multiplié par un facteur de 0,6) ;
- ◆ Les hyétogrammes de projet pour différentes périodes de retour.

Les valeurs retenues pour chaque sous-unité hydrologique sont précisées dans le tableau ci-après. **Elles tiennent compte de conditions d'humidité normales et de la présence d'un couvert végétal sur les zones en culture.**

Bassin versant	Surface (km ²)	CN (II)	Pertes initiales (mm)	Tc (min)
1	0,94	64	10	30,4
2	1,31	65	10	38,8
3	2,00	56	10	56,4
4	2,61	47	10	62,3
5	0,31	48	10	18,5
6	4,07	64	10	94,6
7	1,96	50	10	80,6
8	0,55	64	10	35,8
9	0,94	61	10	82,5
10	0,61	63	10	59,2
11	0,56	60	10	73,3

Tableau 11. Variables hydrologiques retenues pour la modélisation en conditions « normales »

3.2.3.3 DEBITS DE POINTE ESTIMES PAR LA TRANSFORMATION PLUIE-DEBIT

La transformation pluie-débit a été effectuée pour des périodes de retour de 10, 20, 50 et 100 ans et des pluies de durée 6 heures. Les débits de pointe calculés sur le bassin versant du Mongrenier sont fournis dans le tableau ci-après (Tableau 12).

Période de retour (années)	Débits de pointe du BV Mongrenier en amont de l'ouvrage de décharge(m ³ /s)
10	8,3
20	10,8
50	14,6
100	18,2

Tableau 12. Estimation des débits de pointe avec le logiciel HEC-HMS

Le débit de pointe décennal pour une pluie de durée 6 heures est du même ordre de grandeur que celui estimé par la formule de Crupedix.

Compte-tenu des incertitudes évoquées précédemment sur l'emploi des formules empiriques, et au regard des résultats obtenus par l'intermédiaire de la modélisation hydrologique, ce sont ces derniers qui seront retenus. Ils apparaissent comme à la fois plus cohérents et sécuritaires, tout en assurant une homogénéité de la méthode de calcul sur l'ensemble du secteur d'étude.

3.2.4 ESTIMATION DES HYDROGRAMMES DE CRUE CARACTERISTIQUES

Les hydrogrammes de crues sont déterminés à partir du modèle pluie-débit de HEC-HMS. La figure suivante présente les hydrogrammes de crues pour des périodes de retour 10, 20, 50 et 100 ans au droit de l'ouvrage de décharge du Mongrenier (Figure 13).

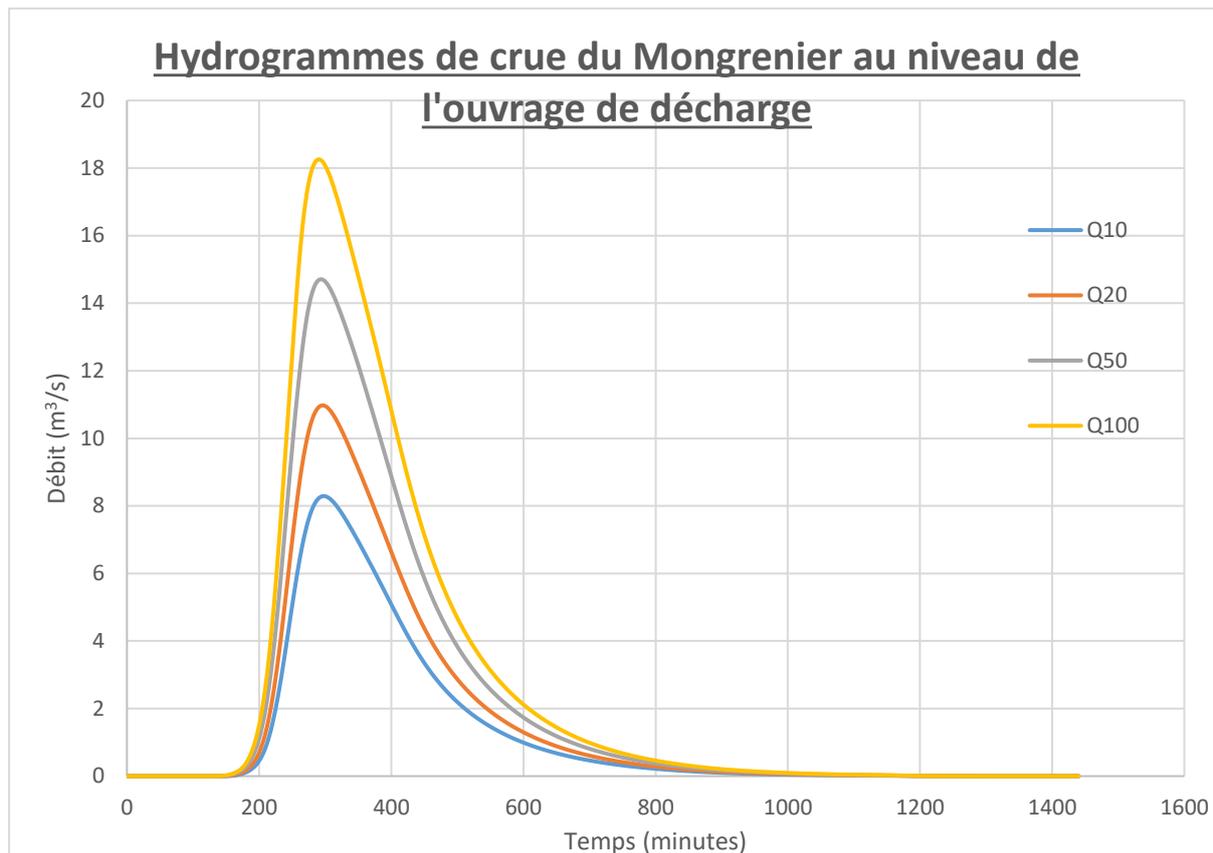


Figure 13. Hydrogramme de crues du Mongrenier en amont d'ouvrage de décharge

Les volumes écoulés sont estimés à :

- ◆ 110 000 m³ pour la crue décennale ;
- ◆ 145 000 m³ pour la crue vicennale ;
- ◆ 195 000 m³ pour la crue cinquantennale ;
- ◆ 240 000 m³ pour la crue centennale.

4 CARACTERISATION DES CRUES RECENTES

La caractérisation des crues ayant récemment affecté le ruisseau de Mongrenier ici présenté se base sur les informations recueillies auprès de la commune de Sérignac-sur-Garonne ainsi que sur les témoignages des riverains consultés par le biais d'un questionnaire spécifique.

Les événements ici décrits sont ceux qui ont pu être renseignés avec le plus de précisions au regard des données disponibles. Il s'agit des crues du 28 décembre 2020 et du 08 septembre 2021.

Noter que d'autres événements ont été rapportés par certains riverains sans qu'ils soient bien caractérisés (1977, avril 2016, juin 2018).

4.1 Crue du 28 décembre 2020

Les témoignages recueillis auprès des riverains du ruisseau de Mongrenier font état d'importants débordements la nuit du 28 décembre 2020, affectant plusieurs habitations.

4.1.1.1 DESCRIPTION DU PHENOMENE METEOROLOGIQUE

L'analyse météorologique des images radar met en évidence la présence d'un vaste système dépressionnaire traversant la France d'Ouest en Est entre le 27 décembre et le 30 décembre 2020. Les relevés pluviométriques des stations d'Agen et de Prayssas font état de précipitations quasi-continues durant près de 36 heures.

4.1.1.2 CUMULS PLUVIOMETRIQUES ET CINETIQUE DE L'EVENEMENT

Afin de caractériser quantitativement cet événement et de définir sa période de retour au droit du site d'étude, les données pluviométriques locales correspondantes ont été acquises auprès de Météo-France, et notamment :

- ◆ Les cumuls pluviométriques horaires du 27/12/2020 17 h au 29/12/2020 20 h relevés sur les stations d'Agen, de Prayssas, de Xaintrailles et de Bourran ;
- ◆ Les données Radar réanalysées (COMEPHORE) à pas de temps horaire, du 27/12/2020 17 h au 29/12/2020 20 h couvrant le secteur étudié (Figure 14).

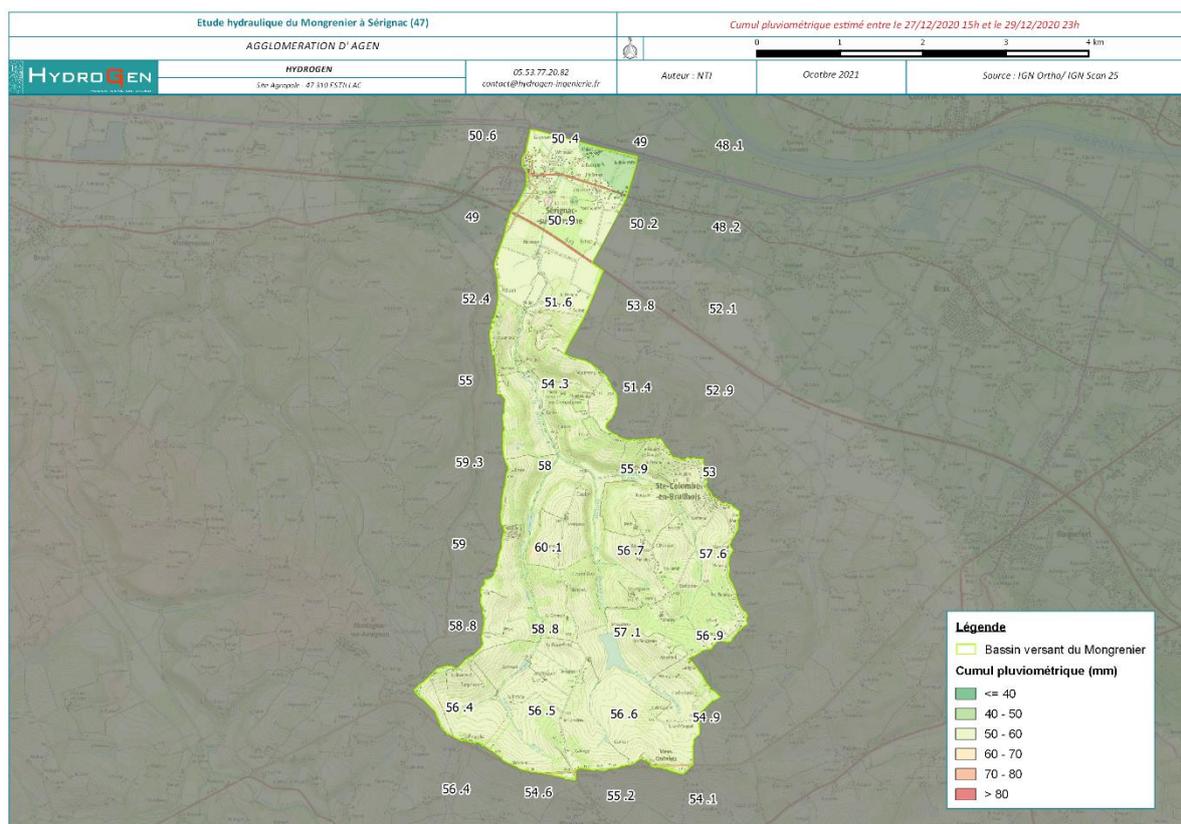


Figure 14. Cumuls issus des données radar corrigées – Episode de décembre 2020

Les cumuls issus des données radar font état d'un cumul pluviométrique atteignant 50 à 60 mm sur le bassin versant du Mongrenier, avec des maxima plutôt au centre du bassin versant, vers « Coulon » et des minimas en partie aval, à l'approche de la plaine de la Garonne.

Afin de s'assurer de la pertinence de ces valeurs, une comparaison des cumuls radar et des cumuls mesurés aux stations d'Agen, de Prayssas, de Xaintrailles et de Bourran a été effectuée (Tableau 13). Le cas échéant elle pourra conduire à une correction des valeurs retenues au droit du bassin versant du ruisseau de Mongrenier.

	Agen	Prayssas	Xaintrailles	Bourran
Cumul radar (mm)	45,9	42,1	72,3	29,5
Cumul mesuré (mm)	45,3	42,1	70,3	29,5

Tableau 13. Comparaison des cumuls radar et des cumuls mesurés aux stations de référence – Episode décembre 2020

Cette comparaison met en évidence la bonne qualité des données radar, qui renvoient une estimation de cumul pluviométrique très proche de celui qui a été mesuré au droit des stations au sol. Elles apparaissent comme fiables et peuvent être exploitées sans faire l'objet d'une correction.

La temporalité des précipitations peut être analysée de manière fine grâce aux données radar, dont le pas de temps est de 1 heure (Figure 15).

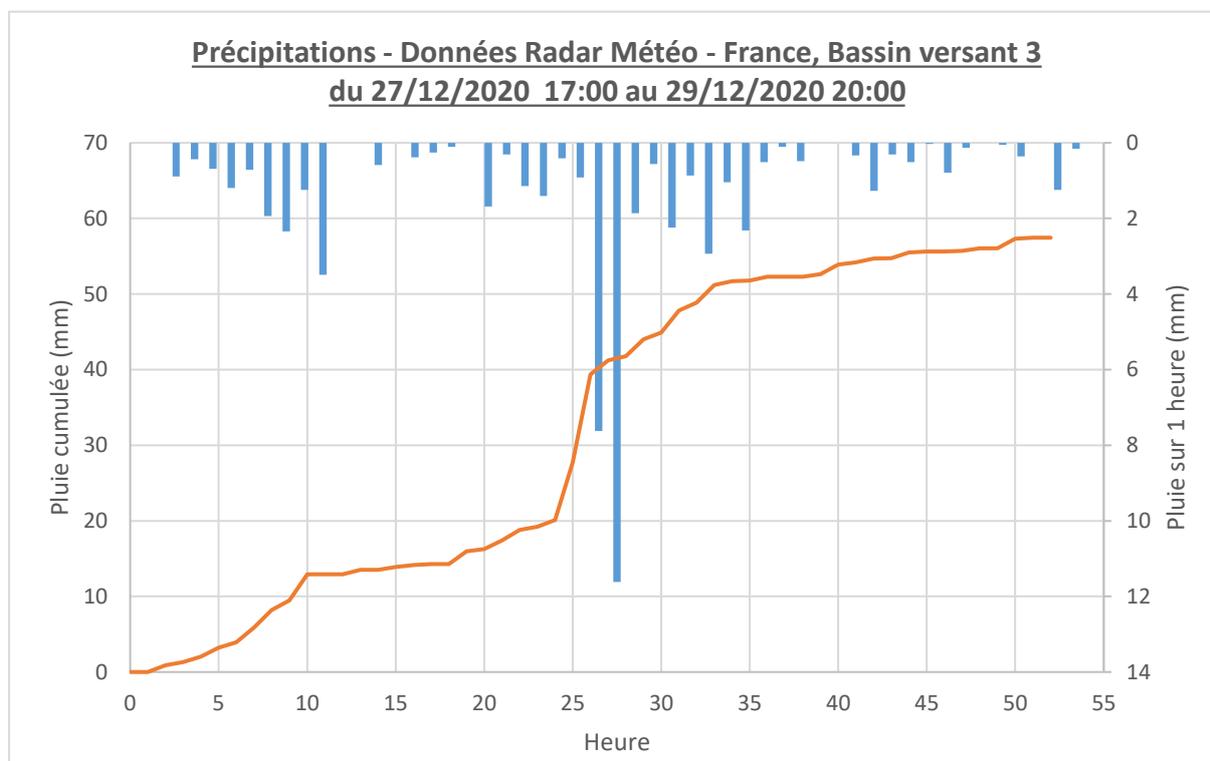


Figure 15. Précipitations au droit du bassin versant 3 – Episode de décembre 2020

Comme évoqué précédemment, ces données mettent en évidence un épisode pluvieux de longue durée, avec des précipitations durant près de 48 heures. On note également un passage plus intense en milieu de phénomène, avec un cumul pluviométrique de l'ordre de 20 mm en deux heures et 30 mm en sept heures.

Le tableau suivant présente les cumuls pluviométriques obtenus à partir des coefficients de Montana ajustés (cf. partie 2.4.2), pour une pluie de durée deux heures, et pour des périodes de retour de 10 à 100 ans (Tableau 14).

Période de retour de la pluie	P2h Montana ajustés (mm)
10 ans	46
20 ans	52
50 ans	60
100 ans	67

Tableau 14. Cumuls estimés pour une pluie de durée 2 h

Au regard des cumuls enregistrés, qui avoisinent les 50 à 60 mm en 48 heures et du pic d'intensité du phénomène (20 mm en deux heures), il apparaît que la pluviométrie de

l'événement de fin décembre 2020 peut être qualifié de « fréquente ». Les débordements observés n'ont visiblement pas été causés par un événement météorologique exceptionnel.

4.1.1.3 OCCUPATION DES SOLS AU MOMENT DE L'ÉVÉNEMENT

En période hivernale, de nombreuses parcelles cultivées sont généralement nues de toute végétation, ce qui favorise le ruissellement des eaux. Il convient donc de tenir compte de ce paramètre pour comprendre la genèse de la crue de décembre 2020.

L'analyse des images enregistrées par le satellite Sentinel 2 en date du 26 décembre permet d'estimer la proportion de sols nus sur le bassin versant du Mongrenier au moment de la crue (Figure 16).

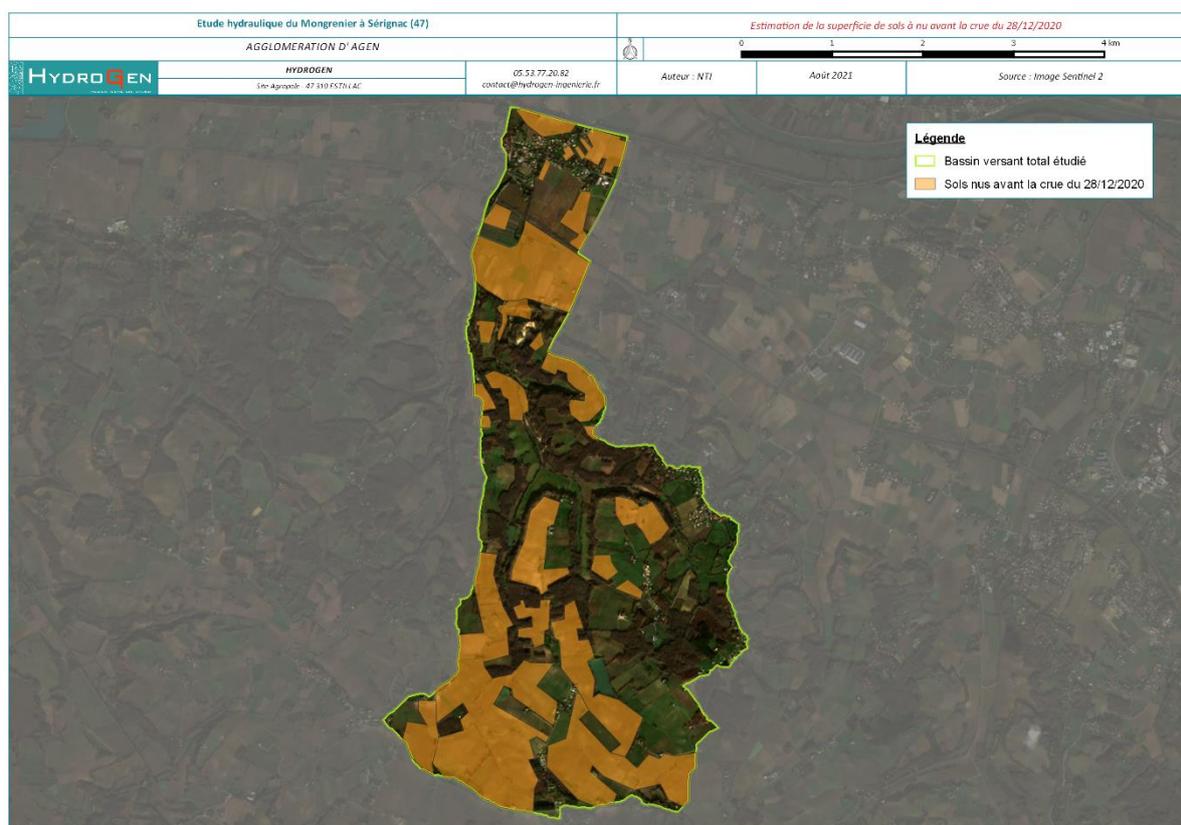


Figure 16. Image satellite du bassin versant du Mongrenier au 26/12/2020 (source : Copernicus)

Les parcelles en orange correspondent aux parcelles cultivées dont les sols étaient à priori nus (ou dont les cultures étaient à un stade peu évolué) lors de l'événement. Elles représentent plus de 5,3 km², soit près de 34 % de la superficie totale du bassin versant. Ces conditions ont vraisemblablement aggravé le phénomène du ruissellement.

4.1.1.4 SATURATION DES SOLS

Le degré de saturation des sols peut également jouer un rôle prépondérant dans la genèse du ruissellement pluvial. L'analyse des cumuls pluviométriques relevés aux stations Météo-France les plus proches de la zone d'étude permettent d'évaluer les conditions d'humidité au moment de la crue (Tableau 15).

Date	Agen – Pluie mm	Prayssas – Pluie mm	Laroque-Timbaut – Pluie mm
01/12/2020	3	4,4	2
02/12/2020	0,2	0,2	0,4
03/12/2020	7	9	10,4
04/12/2020	1,4	3	1,2
05/12/2020	4,2	7	4,8
06/12/2020	0,8	1	1
07/12/2020	23,8	34,6	24,7
08/12/2020	0	0	0,6
09/12/2020	8,7	11,3	10
10/12/2020	19,2	21,7	26,2
11/12/2020	11,4	19,3	16,2
12/12/2020	2,6	5	2,6
13/12/2020	0	0,2	0
14/12/2020	2,2	4,8	3
15/12/2020	0,6	1,4	1,6
16/12/2020	0	0,2	0,2
17/12/2020	0	0,6	0,2
18/12/2020	0	0,4	0,1
19/12/2020	1,6	3,4	2,4
20/12/2020	0	0,2	0,2
21/12/2020	5	5,6	6,2
22/12/2020	0,2	0,2	0,2
23/12/2020	2,2	1,6	3,4
24/12/2020	2	2,4	2,2
25/12/2020	0	0	0
26/12/2020	0	0	0,2
27/12/2020	10,9	13,8	14,3
28/12/2020	30,2	21,7	22,1
29/12/2020	6,4	9,6	6,2
31/12/2020	5,4	6,2	7
31/12/2020	2	5,2	4
Total	151	194	173,9

Tableau 15. Cumuls pluviométriques relevés aux stations de référence - décembre 2020

Les relevés pluviométriques du mois de décembre 2020 aux stations d’Agen, de Prayssas et de Laroque-Timbaut indiquent une pluviométrie conséquente durant le mois de décembre, avec des cumuls mensuels avoisinant les 100 millimètres avant l’épisode de fin décembre.

Noter par ailleurs que si le mois de novembre 2020 a été plutôt sec (20 à 30 mm sur ces mêmes stations), le mois d’octobre a été relativement pluvieux avec des cumuls de l’ordre de 150 mm.

Au regard de ces éléments, il apparaît que l’événement de fin décembre 2020 est survenu alors que le degré d’humidité des sols était important. Leur capacité d’infiltration était donc limitée, favorisant ainsi le ruissellement.

4.1.1.5 DESCRIPTION DES DEBORDEMENTS ET DES DESORDRES OBSERVES

Les témoignages recueillis auprès du service technique et des élus communaux permettent de comprendre les dysfonctionnements observés lors de la crue du 28 décembre 2020.

Les constatations réalisées à l’issue de la décrue font notamment état de la formation d’embâcles en trois points du secteur d’étude. Le premier a été observé au droit de l’ouvrage de décharge du Mongrenier, dont la vanne était à moitié ouverte. Une épaisseur conséquente de limons s’est déposée sur le radier d’entrée de l’ouvrage et l’aval était fortement végétalisé (Figure 17). Le débroussaillage n’avait pas pu être effectué en raison de la présence de tuyaux d’irrigation en travers du fossé de décharge (Figure 18).



Figure 17. Ouvrage de décharge après la crue du 28/12/2020 (source : commune de Sérignac)



Figure 18. Vue du fossé en aval de l’ouvrage de décharge après la crue du 28/12/2020 (source : commune de Sérignac)

Les deux autres embâcles ont été relevés sur le Mongrenier à l’aval du passage sous l’autoroute A62, et ont conduit à des débordements en rive droite en plusieurs points, notamment à l’aval direct de l’autoroute ainsi qu’au droit de la peupleraie.

Ces débordements se sont ensuite propagés en direction de la rue de Mourens, laquelle a largement été inondée, certaines habitations ayant été affectées par près d’un mètre d’eau. Les photographies recueillies indiquent par ailleurs un maintien des eaux à niveau élevé durant plusieurs heures, avec une crue débutant dans l’après-midi du 28 décembre et se poursuivant sur la journée du 29. Il s’agit donc là d’un phénomène de longue durée, assez distinct des crues issues de phénomènes orageux brefs et intenses.

Des débordements moins marqués ont également été constatés au droit de la rue des Basques et de l’impasse des Jardins.

La cartographie page suivante repère les embâcles observés et la propagation des débordements du Mongrenier et identifie certains secteurs affectés par l’inondation d’après les informations recueillies auprès des riverains (Figure 19).

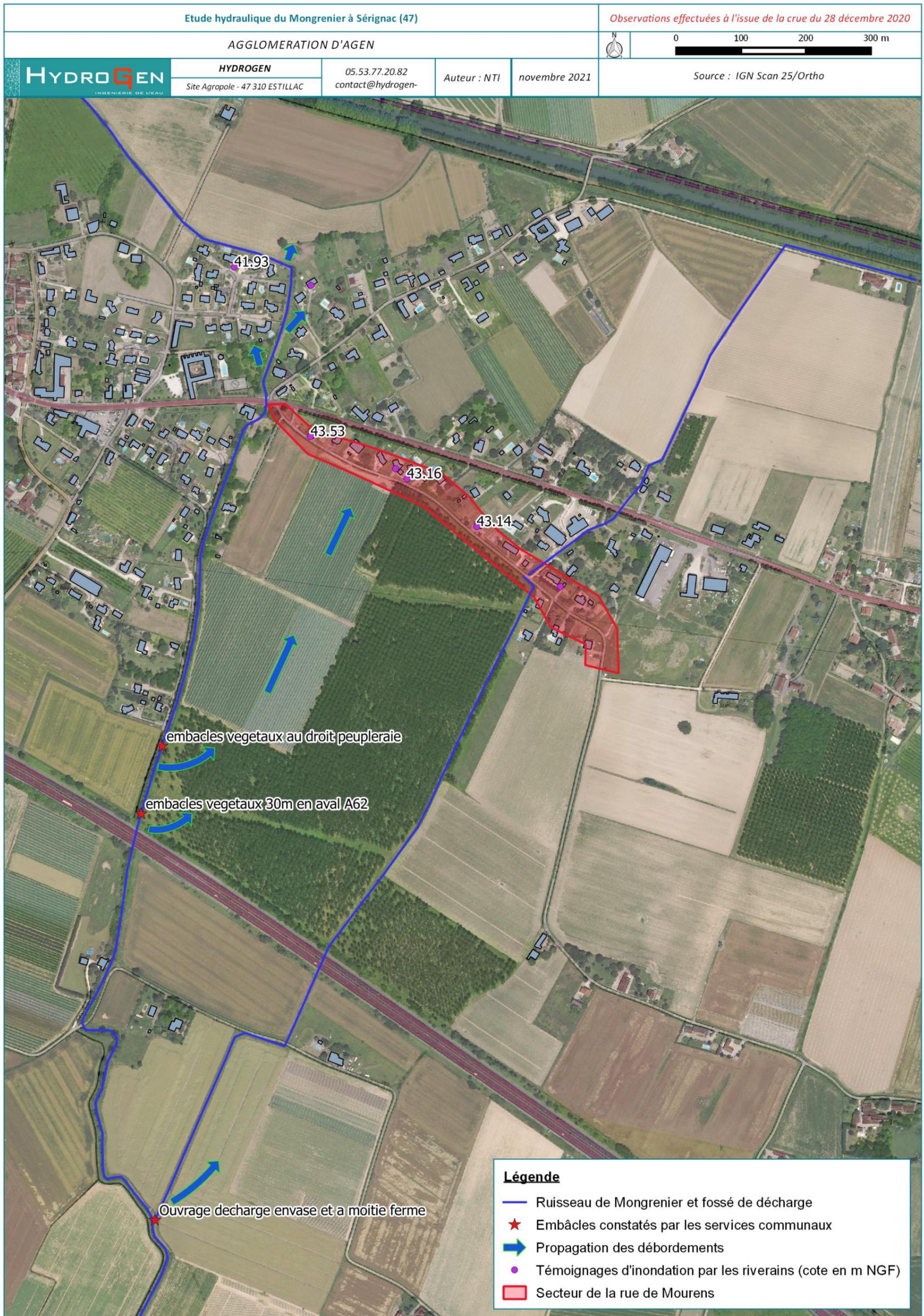


Figure 19. Observations rapportées lors de la crue du 28/12/2020

4.1.1.6 ESTIMATION DE L'HYDROGRAMME DE CRUE DU MONGRENIER

En se basant sur les données pluviométriques recueillies auprès de Météo-France, le modèle pluie-débit préalablement réalisé est utilisé pour reconstituer l'hydrogramme de crue du 28 décembre 2020.

Les paramètres initiaux ont été adaptés afin de tenir compte de l'occupation et de la saturation des sols au moment de l'événement. Au regard des importants cumuls pluviométriques des jours précédant la crue, les pertes initiales sont négligées et le Curve Number est ajusté à partir de la formule suivante :

$$CN(III) = \frac{23 \times CN(II)}{10 + 0.13 \times CN(II)}$$

Avec :

- ◆ CN (III) le Curve Number en conditions humides avec fort potentiel de ruissellement ;
- ◆ CN (II) le Curve Number en conditions d'humidité normales

L'hydrogramme de crue du Mongrenier ainsi obtenu au droit de l'ouvrage de décharge est présenté ci-après (Figure 20).

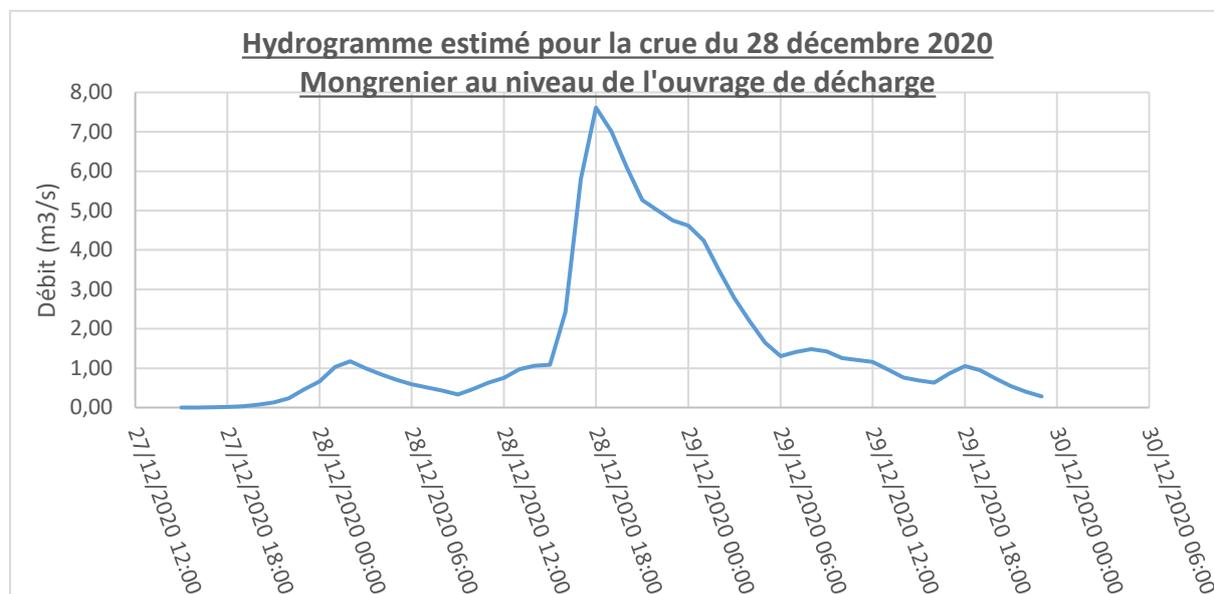


Figure 20. Hydrogramme estimé pour la crue du 28/12/2020 au droit de l'ouvrage de décharge du Mongrenier

Cet hydrogramme met en évidence une crue durant près de 15 heures, entre le 28 décembre 15 h et le 29 décembre 6 h, avec un débit de pointe compris entre 7 et 8 m³/s.

Le débit de pointe de cette crue est inférieur au débit décennal estimé, qui avoisine les 10 m³/s.

Le volume écoulé sur cette période de 15 heures est estimé à près de 270 000 m³.

4.2 Crue du 08 septembre 2021

Le 08 septembre 2021, en début de soirée, un important orage a touché le secteur de l'Agenais. Les cumuls pluviométriques ont atteint 130 mm en 2 heures, ce qui correspond à l'événement le plus important enregistré à la station d'Agen en près de 50 ans de mesure. D'importants dégâts ont notamment été constatés au centre-ville d'Agen avec l'inondation de nombreuses rues et habitations, les réseaux pluviaux ayant été saturés.

4.2.1.1 DESCRIPTION DU PHENOMENE METEOROLOGIQUE

L'analyse des images radar météorologique met en évidence la formation de cellules orageuses en fin d'après-midi selon un axe Nord-Sud allant du Gers jusqu'à l'Ile-de-France.

En Lot-et-Garonne, les intensités les plus importantes sont relevées selon un axe Agen-Villeneuve-sur-Lot. Entre 19h30 et 22h00, des cellules orageuses particulièrement intenses restent stationnaires sur ce secteur, engendrant les cumuls pluviométriques observés. Passé 22h00, ces cellules perdent en activités et s'éloignent progressivement vers l'Est en direction du Tarn-et-Garonne.

4.2.1.2 CUMULS PLUVIOMETRIQUES ET CINETIQUE DE L'EVENEMENT

Afin de caractériser quantitativement cet événement et de définir sa période de retour au droit du site d'étude, les données pluviométriques locales correspondantes ont été acquises auprès de Météo-France, et notamment :

- ◆ Les cumuls pluviométriques à pas de temps 6 minutes du 08/09/2021 16h00 au 09/09/2021 01h00 relevés sur les stations d'Agen, de Prayssas, et d'Aiguillon ;
- ◆ Les données Radar à pas de temps 5 minutes (SERVAL), du 08/09/2021 16h00 au 09/09/2021 01h00 couvrant le secteur étudié.

Afin de s'assurer de la pertinence de ces valeurs, une comparaison des cumuls radar et des cumuls mesurés aux d'Agen, de Prayssas et d'Aiguillon a été effectuée (Tableau 16). Le cas échéant elle pourra conduire à une correction des valeurs retenues au droit du bassin versant du ruisseau de Mongrenier.

	Agen	Prayssas	Aiguillon
Cumul radar (mm)	117,0	59,7	0,8
Cumul mesuré (mm)	129,8	70,2	0,4
Ecart (mm)	-12,8	-10,5	0,4

Tableau 16. Comparaison des cumuls radar et des cumuls mesurés aux stations de référence – Episode du 08/09/2021

Cette comparaison met en évidence une bonne corrélation entre les cumuls estimés par réflectivité et ceux mesurés au droit des stations. Elle relève tout de même des écarts de l'ordre de 10 mm sur les stations de Prayssas et d'Agen.

Le tracé des cumuls mesurés aux stations en fonction des valeurs issues des données radar permet de corriger les valeurs estimées au regard des valeurs mesurées aux stations (Figure 21). L'ajustement qui en découle, dont l'équation est présentée sur le graphique ci-après, sera utilisé pour corriger les données radar au droit du ruisseau du Mongrenier.

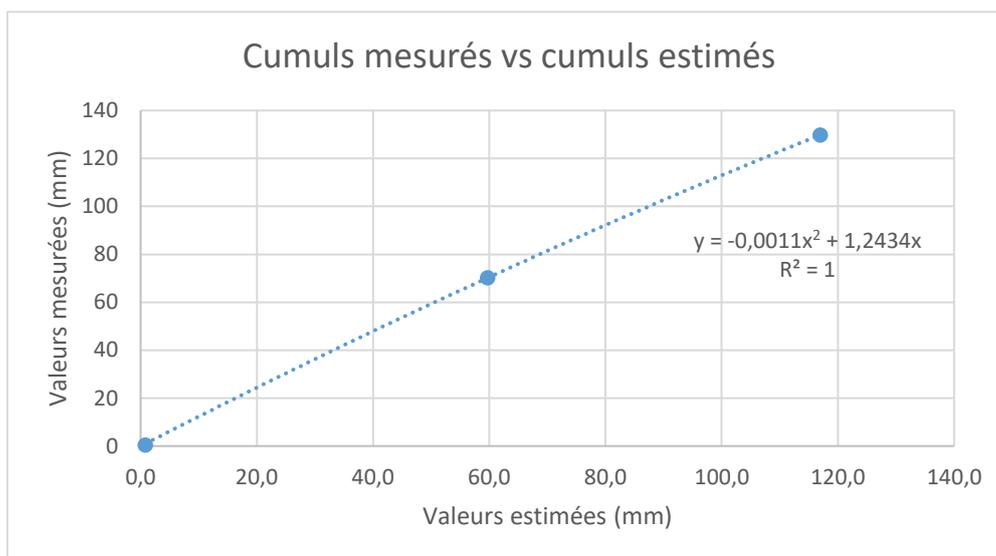


Figure 21. Cumuls mesurés aux stations en fonction des cumuls issus des données radar– Episode du 25/06/2020

Après correction, les cumuls issus des données radar font état d'un cumul pluviométrique compris entre 40 et 90 mm sur le bassin versant du Mongrenier, avec des maxima plutôt au centre du bassin versant et des minima en partie aval, à l'approche de la plaine de la Garonne.

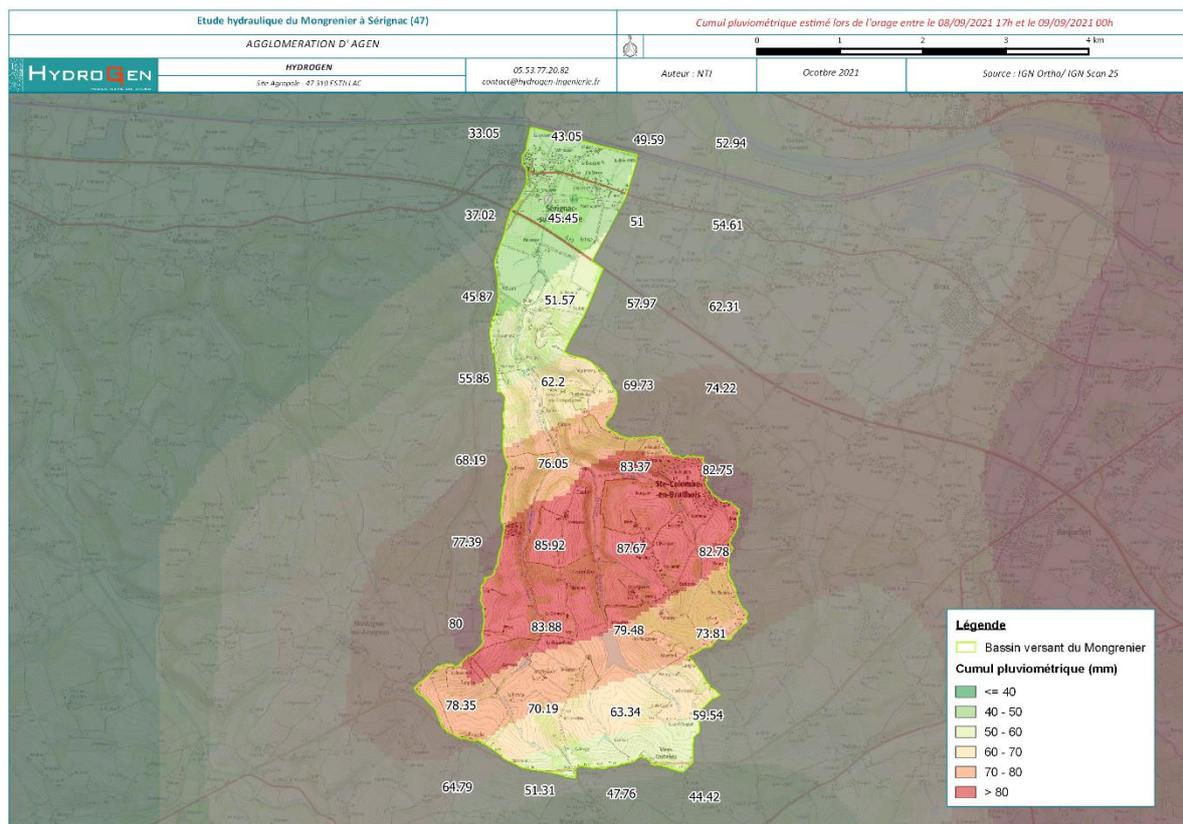


Figure 22. Cumuls issus des données radar corrigées – Orage du 08/09/2021

La temporalité des précipitations peut être analysée de manière fine grâce aux données radar, dont le pas de temps est de 5 minutes (Figure 23).

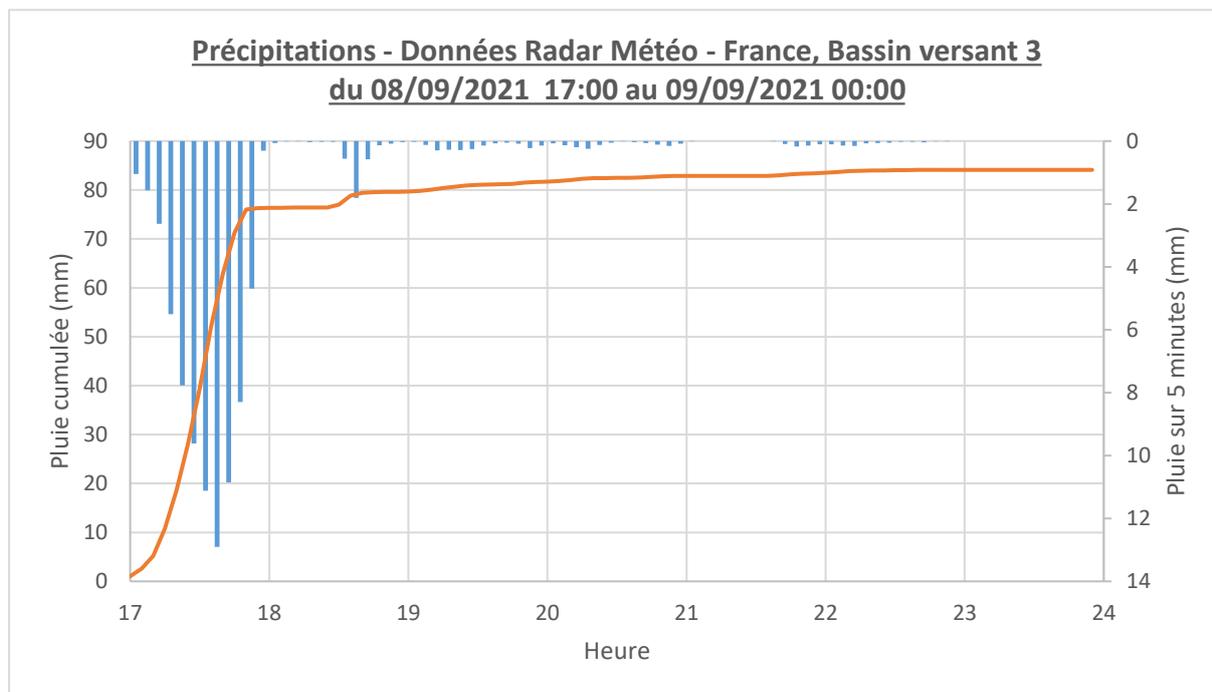


Figure 23. Précipitations au droit du bassin versant 3 – Episode de septembre 2021

A l'inverse de l'événement de décembre 2020, la crue du 08 septembre 2021 fait suite à un fort orage, avec des précipitations marquées durant une heure dont les cumuls avoisinent localement les 80 mm sur ce laps de temps.

Le tableau suivant présente les cumuls pluviométriques obtenus à partir des coefficients de Montana ajustés (cf. partie 2.4.2), pour une pluie de durée une heure, et pour des périodes de retour de 10 à 100 ans (Tableau 17).

Période de retour de la pluie	P1h Montana ajustés (mm)
10 ans	40
20 ans	45
50 ans	51
100 ans	57

Tableau 17. Cumuls estimés pour une pluie de durée 1 h

Au regard des cumuls enregistrés, la récurrence des pluies relevées sur le bassin versant du Mongrenier serait supérieure à 100 ans en partie amont, au niveau des coteaux et comprise entre 10 ans et 50 ans en partie aval.

4.2.1.3 OCCUPATION DES SOLS AU MOMENT DE L'ÉVÉNEMENT

Comme évoqué précédemment, l'occupation des sols du bassin versant du Mongrenier est susceptible de varier au cours de l'année, les espaces agricoles occupant près de 60 % de la superficie de ce dernier. Ce paramètre peut jouer notablement sur le ruissellement.

L'analyse des images enregistrées par le satellite Sentinel 2 en date du 06 septembre permet d'estimer la proportion de sols nus sur le bassin versant du Mongrenier au moment de la crue (Figure 24).

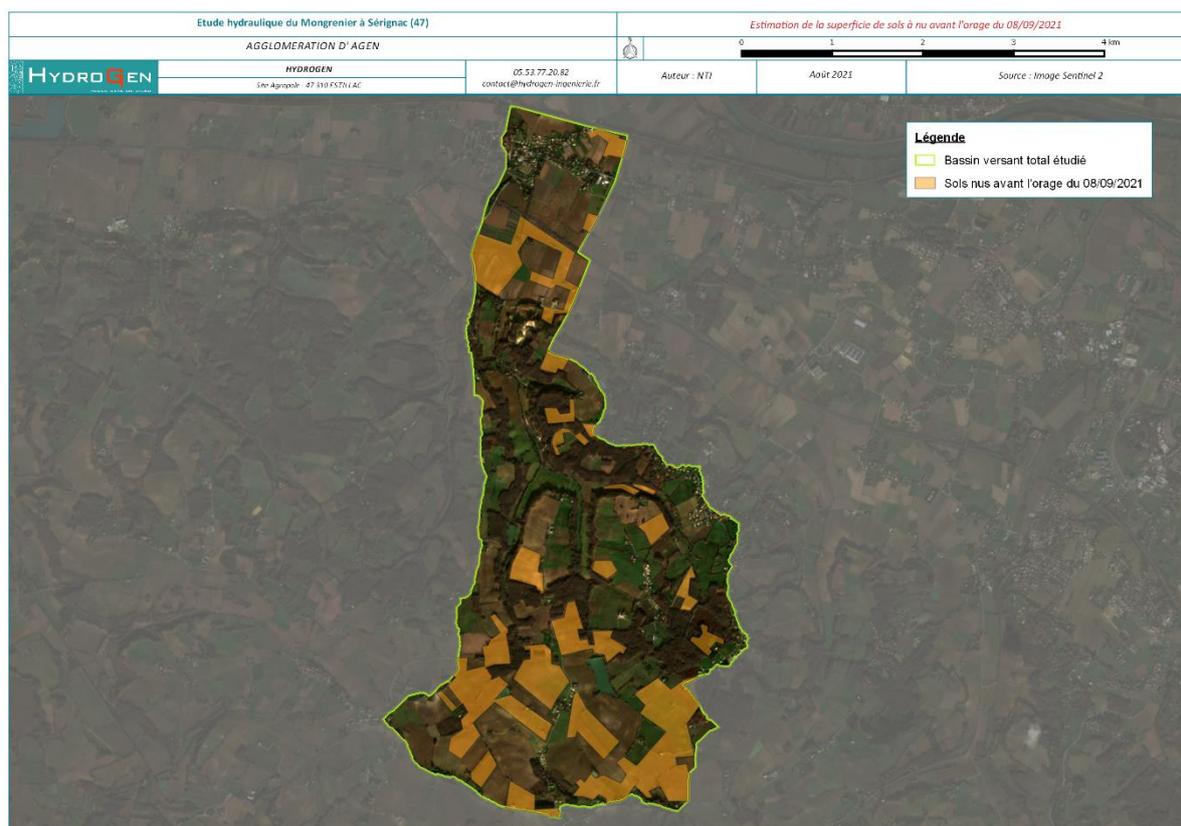


Figure 24. Image satellite du bassin versant du Mongrenier au 06/09/2021 (source : Copernicus)

Les parcelles en orange correspondent aux parcelles cultivées dont les sols étaient à priori nus (ou dont les cultures étaient à un stade peu évolué) lors de l'événement. Elles se concentrent principalement en partie amont du bassin versant et représentent plus de 3,2 km², soit 20% de sa superficie totale.

4.2.1.4 SATURATION DES SOLS

Le degré de saturation des sols peut également avoir un rôle prépondérant dans la genèse du ruissellement pluvial. L'analyse des cumuls pluviométriques relevés aux stations Météo-France les plus proches de la zone d'étude permettent d'évaluer les conditions d'humidité au moment de la crue (Tableau 18).

Date	Agen – Pluie mm	Prayssas – Pluie mm	Laroque-Timbaut – Pluie mm
08/08/2021	0,2	0	0
09/08/2021	0,2	0	0
10/08/2021	0	0	0
11/08/2021	0	0	0
12/08/2021	0,8	0	1,4
13/08/2021	0,2	0	0
14/08/2021	0	0	0
15/08/2021	0,2	0,2	1
16/08/2021	0	0,2	0
17/08/2021	0,2	0	0
18/08/2021	0	0,2	0
19/08/2021	0	0	0
20/08/2021	0,2	0	0
21/08/2021	0	0	0
22/08/2021	0	0,2	0,2
23/08/2021	0	0	0
24/08/2021	0	0	0
25/08/2021	0,2	0	0
26/08/2021	0	0	0
27/08/2021	0	0	0
28/08/2021	0	0	0
29/08/2021	0	0	0
30/08/2021	0	0	0
31/08/2021	0	0	0
01/09/2021	0	0	0
02/09/2021	9,7	3,8	9,7
03/09/2021	2,6	11,5	1,2
04/09/2021	0,2	0	0
05/09/2021	0,2	0	0,2
06/09/2021	0	0	0
07/09/2021	0	0	0
Total	14,9	16,1	13,7

Tableau 18. Cumuls pluviométriques relevés aux stations d'Agen, de Prayssas et de Laroque-Timbaut le mois précédant l'orage du 08/09/2021

Les relevés pluviométriques d'août et de septembre 2021 aux stations d'Agen, de Prayssas et de Laroque-Timbaut indiquent une pluviométrie une très faible pluviométrie le mois précédant l'orage du 08/09/2021. Les cumuls sont de l'ordre de 15 mm sur ces trois stations, et la quasi-totalité de ces précipitations a été constatée le 2 et le 3 septembre.

Les sols séchant rapidement à cette période, il apparaît que l'orage du 08/09/2021 est survenu alors que le degré d'humidité des sols était plutôt faible. Leur capacité d'infiltration était donc relativement bonne au moment de l'événement.

4.2.1.5 DESCRIPTION DES DEBORDEMENTS ET DES DESORDRES OBSERVES

Au lendemain de l'orage, nous nous sommes rendus sur site pour relever d'éventuels désordres et identifier les laisses de crues qui pourraient être utilisées pour caler le modèle hydraulique développer dans le cadre de la présente étude.

Lors de cette crue, les débordements n'ont pas causé de dégâts majeurs, très peu d'habitations ayant été touchées. Seuls des jardins et quelques garages ont été affectés par la montée des eaux. La rue du Mourens a vu ses fossés saturés.

Des débordements ont par ailleurs été identifiés en aval du franchissement de la RD119 par le Mongrenier, en arrière de l'hôtel/restaurant « Le Prince Noir » ainsi qu'au niveau de la parcelle ZA342, où le ruisseau fait un angle droit.

Des traces de débordement ont également été observées en rive droite du Mongrenier juste en amont de l'autoroute A62. Aussi, il est vraisemblable que des débordements se soient produits sur cette même rive au niveau de la peupleraie en aval de l'autoroute, tel que ce fut le cas en décembre 2020.

In fine, cette visite a permis de relever une dizaine de laisses de crues relativement fiables et de relever précisément l'ouverture de la vanne au droit de l'ouvrage de décharge du Mongrenier.

Les informations ainsi recueillies suite à la crue du 08 septembre 2021 sont précisées sur la carte page suivante (Figure 25).



Figure 25. Observations rapportées lors de la crue du 08/09/2021

4.2.1.6 ESTIMATION DE L'HYDROGRAMME DE CRUE DU MONGRENIER

En se basant sur les données pluviométriques recueillies auprès de Météo-France, le modèle pluie-débit préalablement réalisé est utilisé pour reconstituer l'hydrogramme de crue du 08 septembre 2021.

Les paramètres initiaux ont été adaptés afin de tenir compte de l'occupation et de la saturation des sols au moment de l'événement. Au regard des faibles cumuls pluviométriques des jours précédant la crue et du contexte estival favorable à un assèchement rapide des sols, les pertes initiales sont estimées à 13 mm et le Curve Number est ajusté à partir de la formule suivante :

$$CN(I) = \frac{4.2 \times CN(II)}{10 - 0.058 \times CN(II)}$$

Avec :

- ◆ CN (I) le Curve Number en conditions sèches avec potentiel de ruissellement limité ;
- ◆ CN (II) le Curve Number en conditions d'humidité normales

L'hydrogramme de crue du Mongrenier ainsi obtenu au droit de l'ouvrage de décharge est présenté ci-après (Figure 26).

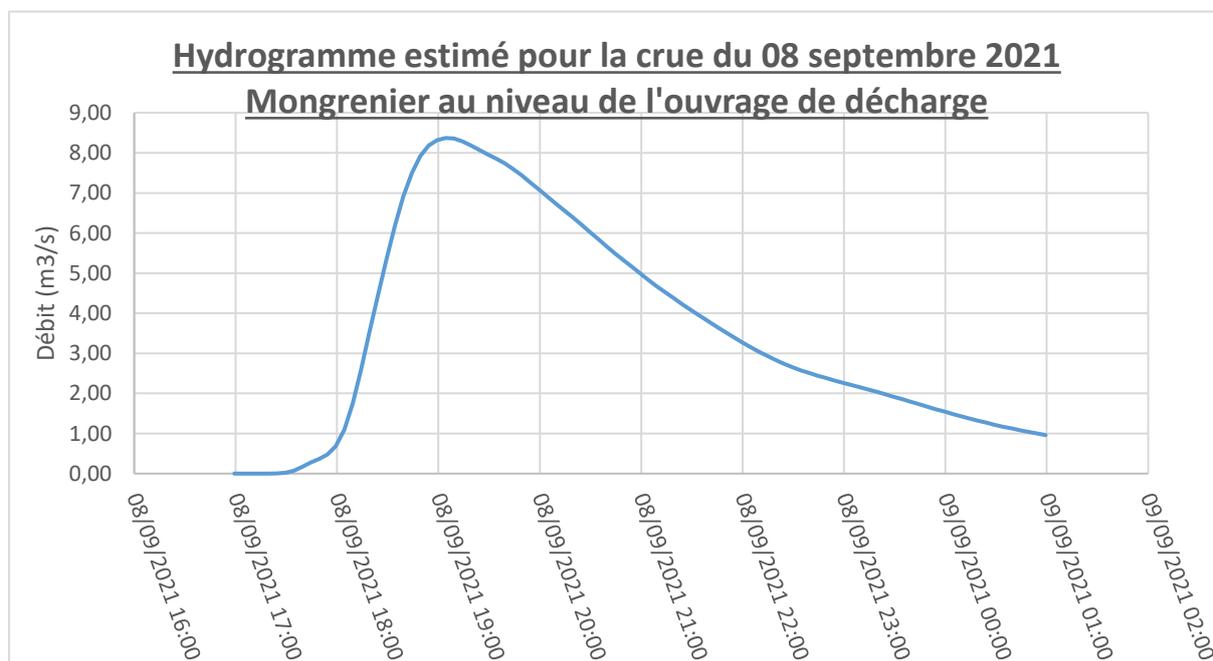


Figure 26. Hydrogramme estimé pour la crue du 08/09/2021 au droit de l'ouvrage de décharge du Mongrenier

Le pic de cette crue est estimé à environ 8,5 m³/s et le volume écoulé lors de l'épisode à 100 000 m³ sur 6 heures.

5 MODELISATION HYDRAULIQUE

Les débits susceptibles de se produire sur les différents bassins d'étude ayant été caractérisés, il s'agit ici de définir le comportement du Mongrenier en cas de telles sollicitations. Pour ce faire, une modélisation hydraulique avec couplage 1D/2D sous HEC-RAS est réalisée.

In fine, cela permettra de déterminer l'emprise de la zone inondable pour les différentes crues considérées.

5.1 Généralités

Il doit être rappelé ici qu'une modélisation numérique permet, par le biais d'hypothèses simplificatrices et de calculs numériques, de simuler un phénomène physique réel. Il s'agit donc d'une simplification d'un système complexe, dont les résultats visent à approcher une réalité.

La modélisation numérique du site est réalisée à l'aide du code de calcul HEC-RAS développé par le U.S. Army Corps of Engineers. Présentation du modèle mis en œuvre

L'étude portant sur la caractérisation de la zone inondable du Mongrenier, la mise en œuvre d'un modèle hydraulique avec un couplage 1D et 2D a été retenue. Dans le cas ici étudié, le Mongrenier est traversé par de multiples ouvrages hydrauliques susceptibles de structurer l'écoulement. Utiliser un modèle unidimensionnel sur le cours d'eau tel que HEC-RAS 6.1 permettra d'assurer une prise en compte réaliste de ces ouvrages. La partie 2D sera réalisée sur le lit majeur du cours d'eau, et permettra de représenter la propagation des débordements.

Le logiciel HEC-RAS comprend une interface graphique, des outils de stockage de données et résultats, un analyseur de données hydrauliques et des outils graphiques et de gestion des résultats. Ce logiciel a été conçu par l'armée américaine :

US Army Corps of Engineers

609 Second Street, Davis CA 95616

www.hec.usace.army.mil

L'analyseur contient 3 composantes de calculs hydrauliques :

- ◆ Calcul de vitesses et de hauteurs d'eau en régime permanent (écoulement dans lequel le débit reste constant),
- ◆ Calcul de vitesses et de hauteurs d'eau en régime non permanent (écoulement dans lequel le débit fluctue dans le temps),
- ◆ Mixte (association des deux méthodes précédentes).

Dans le cas des écoulements graduellement variés, l'équation de l'énergie totale est utilisée, alors que le logiciel utilise l'équation dynamique pour simuler des écoulements rapidement variés.

Le simulateur est capable de traiter un réseau total de cours d'eau ainsi que des structures de type seuil, barrage (transversaux ou latéraux), bassin collinaire et buses...

Les données topographiques sont entrées dans le logiciel sous la forme de profils et de maillages et les résultats peuvent également se lire de profil en profil ou sous forme cartographique via le module RASMapper.

5.1.1 EMPRISE DU MODELE

Un modèle du secteur d'étude a été construit et exploité pour représenter le Mongrenier au droit de la zone d'étude.

L'emprise de la partie 1D du modèle s'étend de l'amont de l'ouvrage répartiteur jusqu'au passage du Mongrenier sous le canal latéral à la Garonne et jusqu'au fossé latéral au canal pour le bras de décharge. La topographie du site d'étude au droit de la partie 1D est intégrée au modèle par l'intermédiaire de sections en travers tout au long du Mongrenier. Cette partie 1D intègre également les ouvrages hydrauliques se trouvant sur lit mineur du Mongrenier et sur son bras de décharge, soit 17 ouvrages au total.

L'emprise de la partie 2D du modèle s'étend de l'amont de l'ouvrage de décharge, vers le lieu-dit « Mutin » et s'étend jusqu'au canal latéral à la Garonne. Elle inclut ainsi le secteur de la rue de Mourens ainsi qu'une partie du bourg de Sérignac-sur-Garonne (Figure 27).

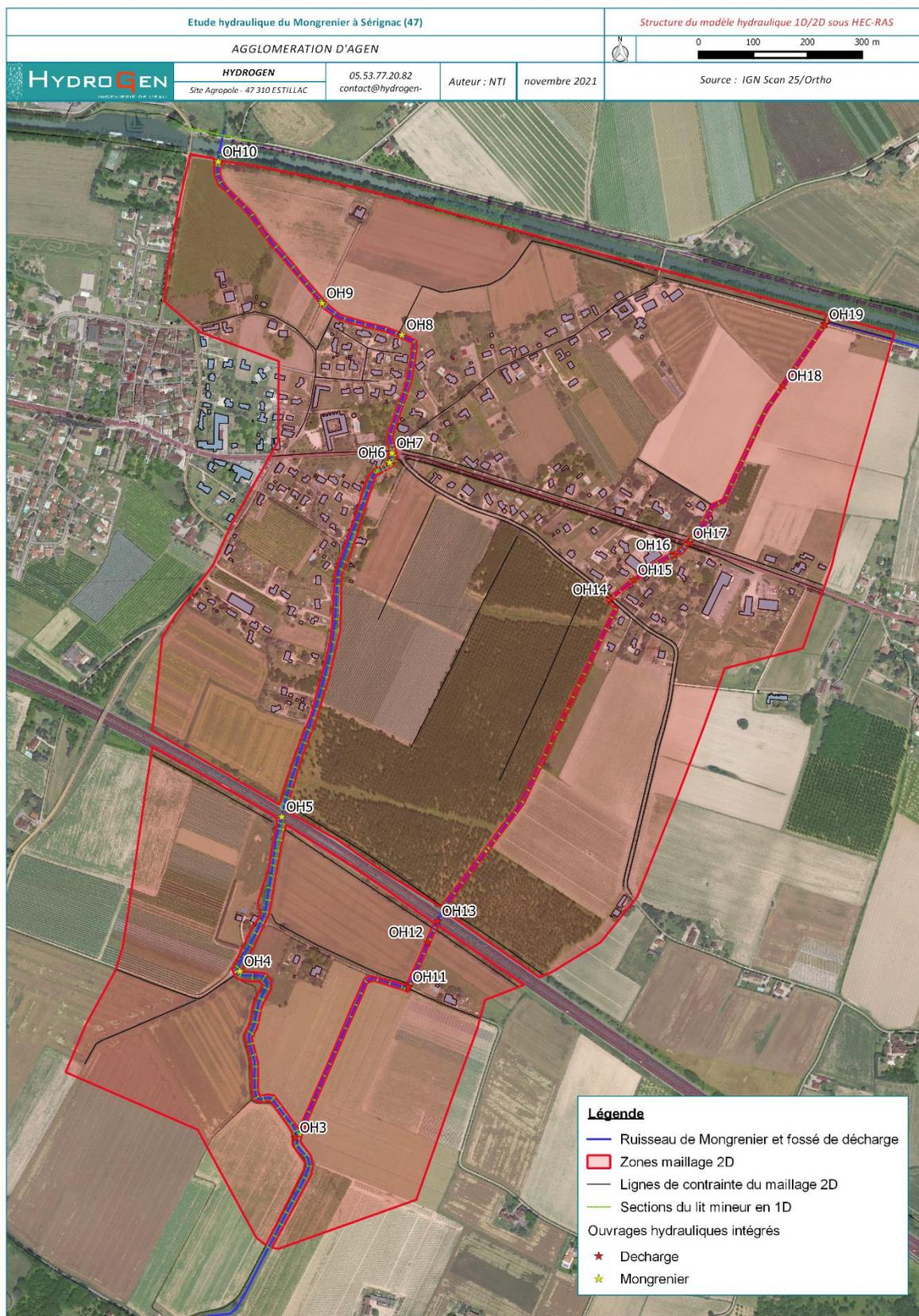


Figure 27. Emprise du modèle 1D/2D et sections en travers mises en œuvre

5.1.2 INTEGRATION DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES

5.1.2.1 DONNEES UTILISEES

Les données topographiques utilisées dans le cadre de la présente étude sont issues de relevés fournis par le pétitionnaire et des données disponibles, à savoir :

- ◆ Un relevé topographique spécifique, réalisé en 2021 par le cabinet ALIENOR Géomètres-Experts ;
- ◆ Le RGE Altimétrique de 2015 de l'IGN.

5.1.2.2 IMPLEMENTATION DES DONNEES 1D

Les données topographiques sont intégrées au modèle 1D en réalisant des sections en travers au niveau desquelles le relevé topographique a été réalisé. Elles permettent de disposer du « gabarit » du lit mineur du cours d'eau tout au long du linéaire étudié (Figure 28). Au total ce sont une cinquantaine de sections en travers réparties sur le Mongrenier et son bras de décharge qui sont renseignées dans le modèle 1D.

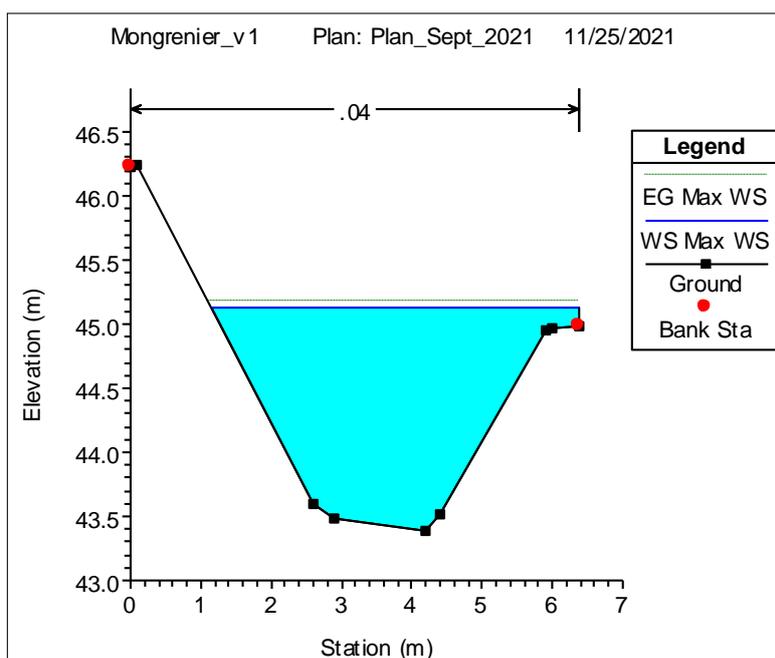


Figure 28. Topographie d'une section en travers en partie 1D du modèle

5.1.2.3 IMPLEMENTATION DES DONNEES 2D

La partie 2D du modèle intègre un réseau de mailles carrées de 1 à 4 m de côté. La topographie du lit majeur y est renseignée à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Ce MNT a été réalisé par interpolation des données topographiques relevées couplées aux données issues du RGE alti. Il permet ainsi de disposer de la topographie de l'ensemble du site d'étude, avec une précision altimétrique de l'ordre de 20 cm (Figure 29). Les bâtiments ont également été intégrés à ce modèle numérique afin qu'ils constituent des obstructions à l'écoulement.

Pour chaque cellule, HEC-RAS 2D calcule les propriétés hydrauliques en fonction du terrain sous-jacent (le terrain est donc utilisé comme un sous-maillage de résolution équivalente à celle du MNT, ici 1 m). Ainsi, une cellule de calcul peut n'être inondée que partiellement en fonction de ses propriétés. Chaque cellule peut diffuser l'écoulement vers une autre en tenant compte d'un périmètre mouillé, d'une rugosité et d'une cote de surface libre adaptée (Figure 30).

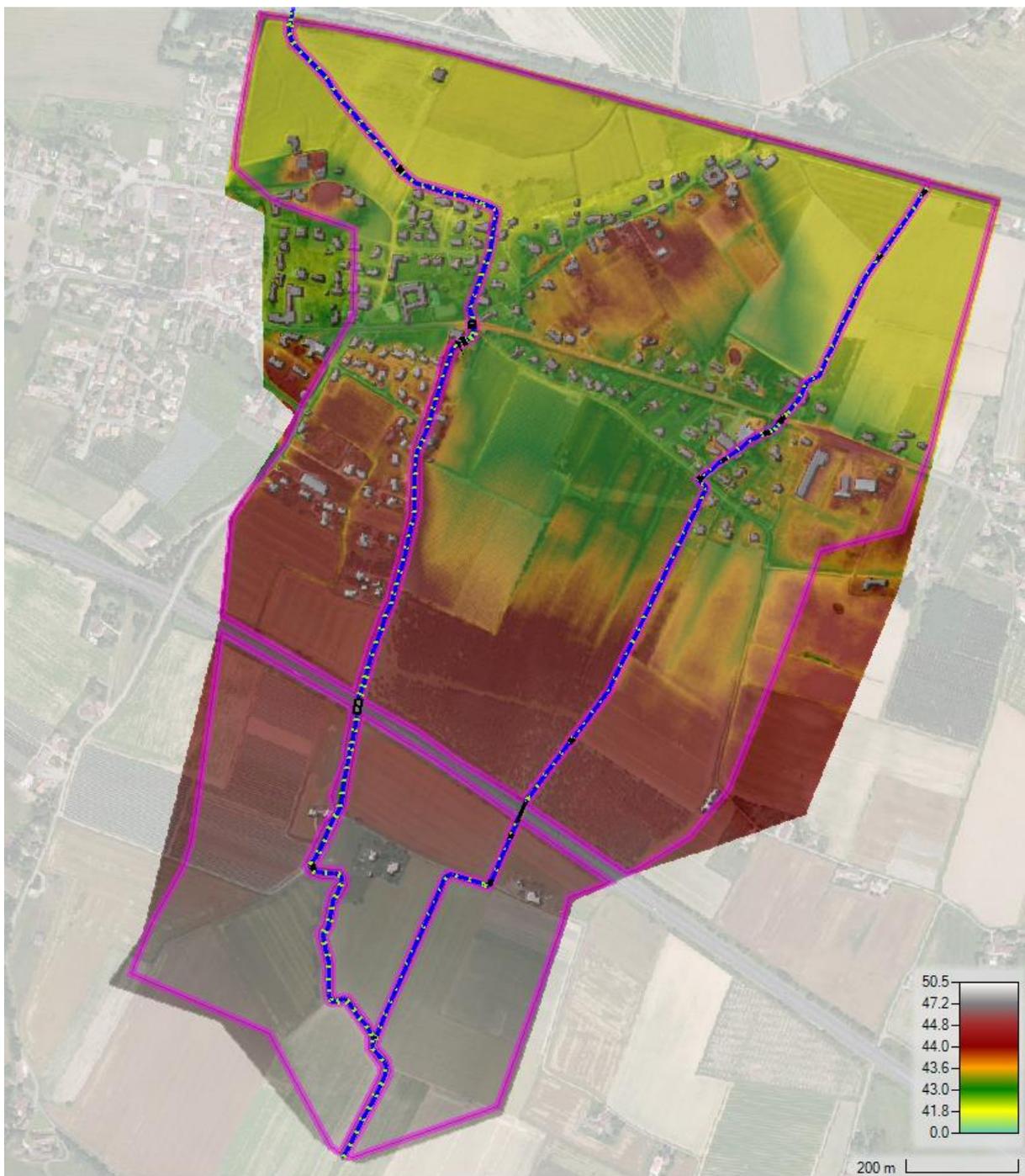


Figure 29. MNT avec zone 2D (en magenta)

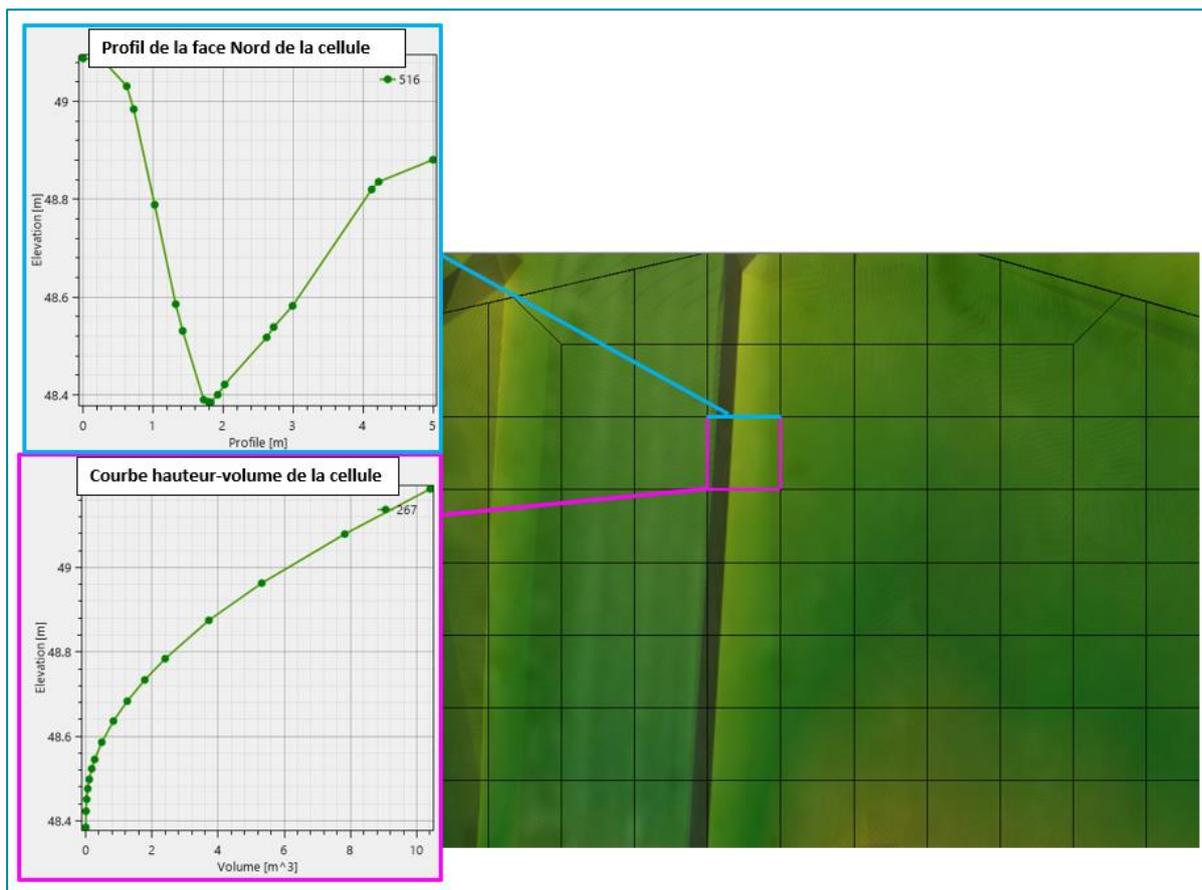


Figure 30. Extraction des propriétés d'une cellule 2D

5.1.3 INTEGRATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Au droit du linéaire étudié, le Mongrenier est franchi par 17 ouvrages hydrauliques, dont les principales caractéristiques et la localisation sont précisés dans le tableau ci-après (Tableau 19 et Figure 27).

Nom	Remarques	X_L93	Y_L93
OH3	Ouvrage répartiteur avec pelle de H=0,93 m L=1,12 m	499282	6347905
OH4	Pont chemin de Sarthe. Arche de H=2,0 m et L=3,1 m	499180	6348214
OH5	Ouvrage sous A62. Cadre de H=2,0 m et L=2,5 m	499258	6348500
OH6	Aménagement du cours d'eau avec deux seuils et deux franchissements	499457	6349156
OH7	Passage du Mongrenier sous la RD119 H=1,6 m et L=2,5 m	499462	6349174
OH8	Décharge d'urgence créée fin 2020	499480	6349393
OH9	Buse 2000 mm	499333	6349452
OH10	Siphon sous canal	499143	6349714
OH11	Buse 1000 mm chemin de Sarthe	499490	6348184
OH12	Buse 1000 mm	499526	6348267
OH13	Passage sous A62. Buse 1000 mm	499544	6348306
OH14	Buse 1200 mm. Traversée rue de Mourens par le fossé de décharge	499865	6348901
OH15	Accès privé. Buse 1200 mm	499906	6348938
OH16	Accès privé. Buse 1300 mm	499982	6348984
OH17	Franchissement RD119. Buse 1300 mm	500007	6349006
OH18	Buse 600 mm	500182	6349297
OH19	Buse 1200 mm	500258	6349411

Tableau 19. Ouvrages hydrauliques sur le Mongrenier et son bras de décharge intégrés au modèle

Chacun de ces ouvrages a été intégré au modèle HEC-RAS. A noter que l'obstruction ou la formation d'embâcles au droit de ces ouvrages ne sont pas considérées.

5.1.4 CONDITIONS LIMITES

5.1.4.1 CONDITION AMONT

Afin de simuler le fonctionnement hydraulique du Mongrenier et de son bras de décharge en cas de crue, les hydrogrammes de crues issus de la transformation pluie-débit sont injectés en différents points du modèle, correspondant soit à un exutoire réel, soit à un point fictif intermédiaire tels que présentés sur la carte ci-après (Figure 31).

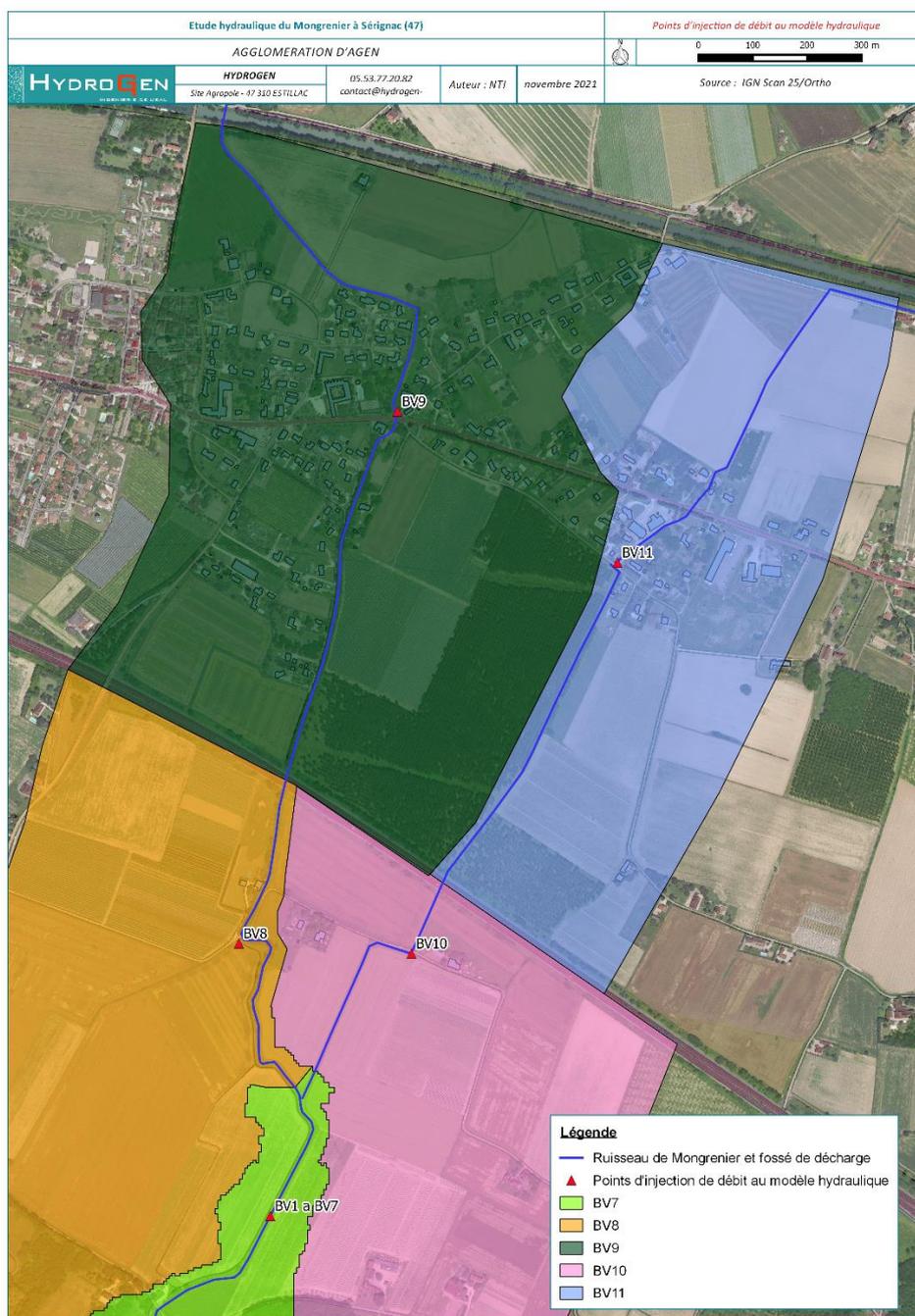


Figure 31. Localisation des points d'injection des hydrogrammes de crues

Les hydrogrammes de crues considérés, présentant un déphasage temporel entre eux (en raison de temps de réaction différents), sont exposés ci-après et correspondent aux crues de décembre 2020 et de septembre 2021 ainsi qu'aux crues de projet de périodes de retour 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans (Figure 32 à Figure 37).

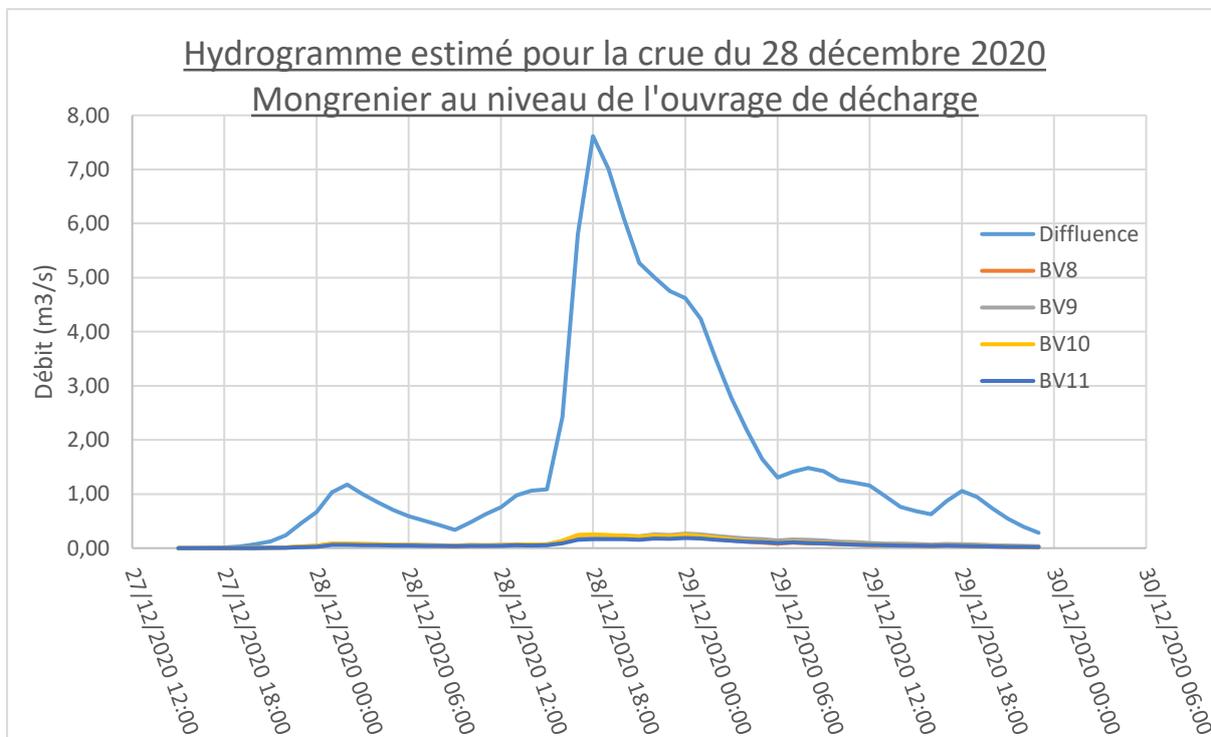


Figure 32. Hydrogrammes modélisés – Crue du 28/12/2020

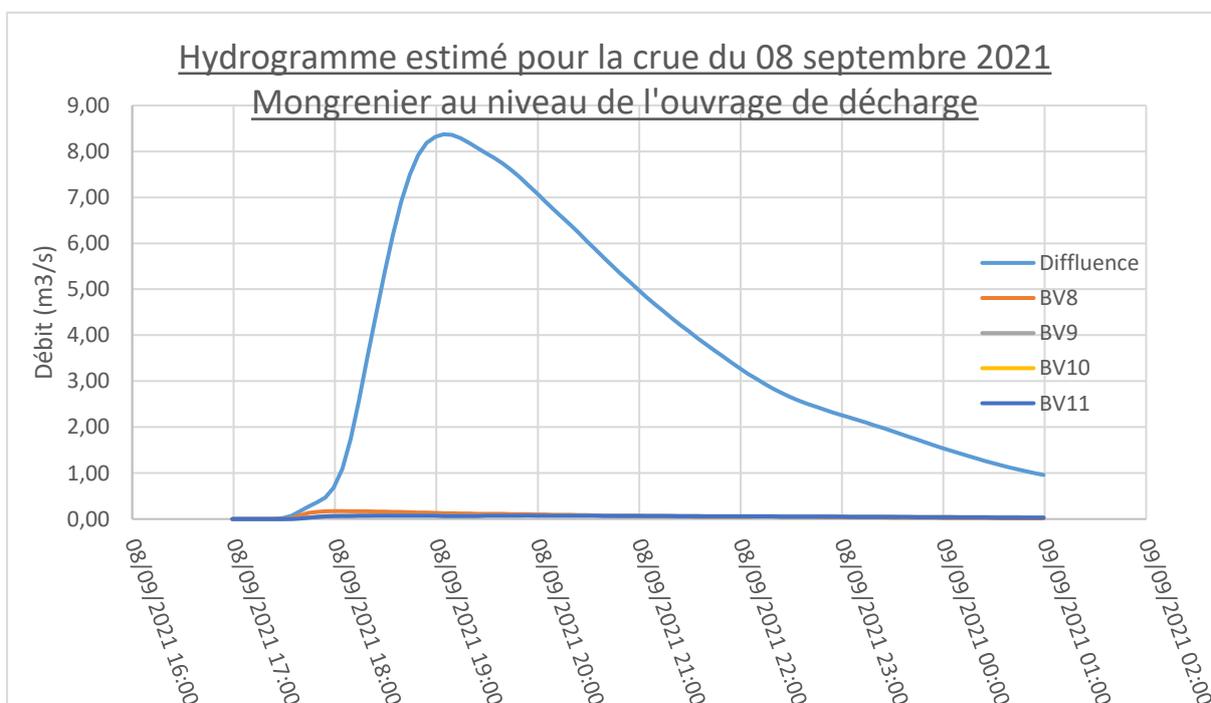


Figure 33. Hydrogrammes modélisés – Crue du 08/09/2021

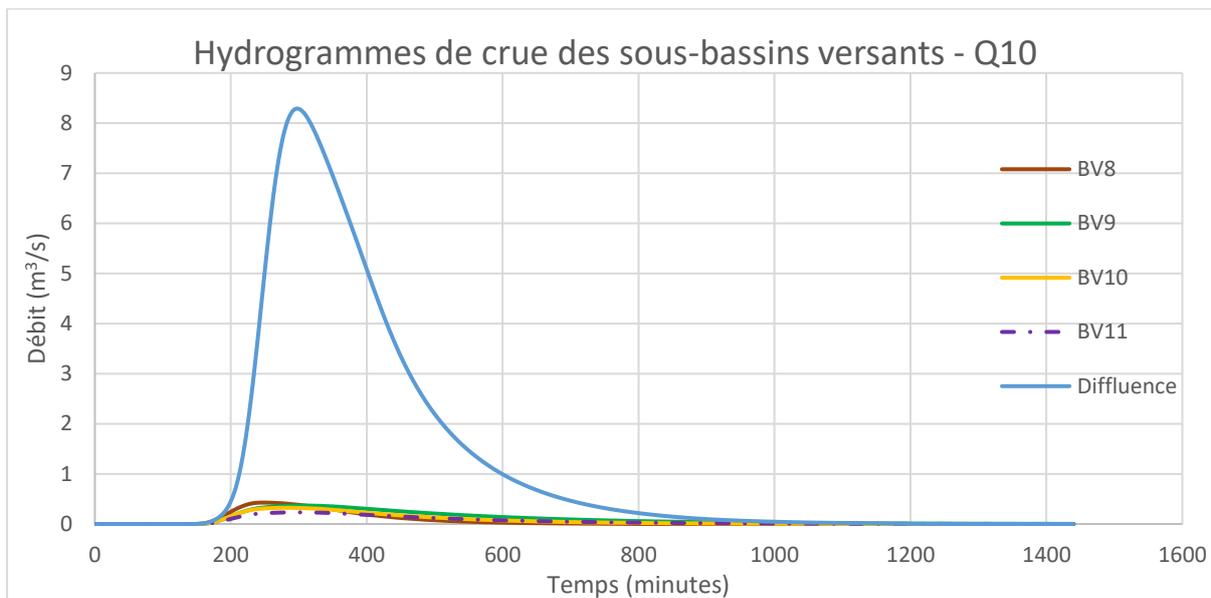


Figure 34. Hydrogrammes modélisés – Q10

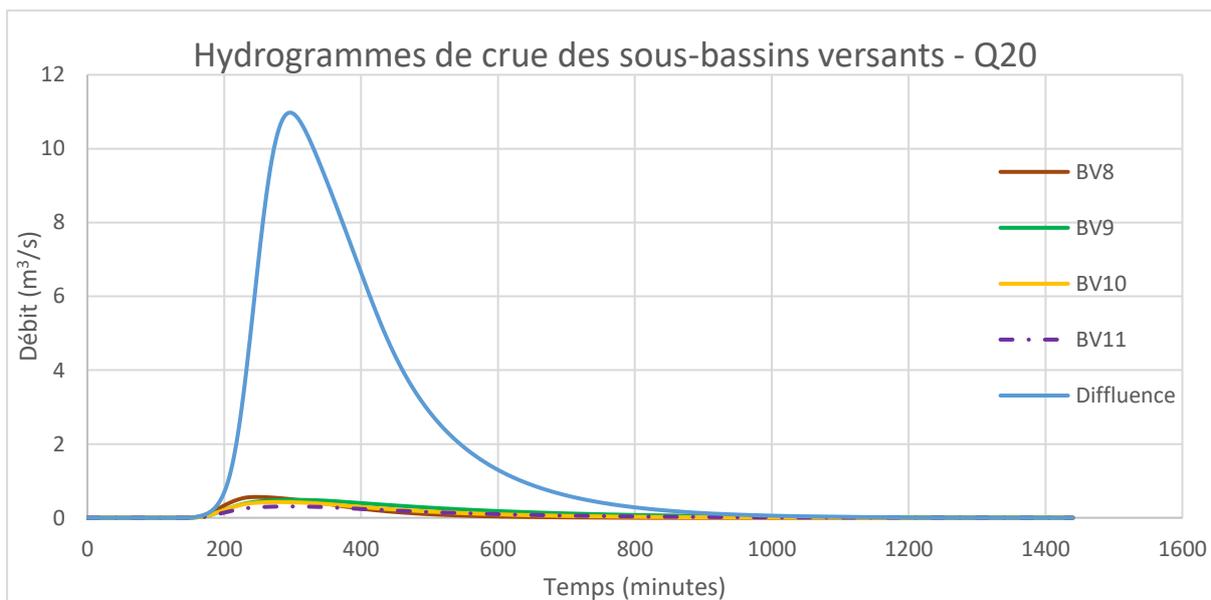


Figure 35. Hydrogrammes modélisés – Q20

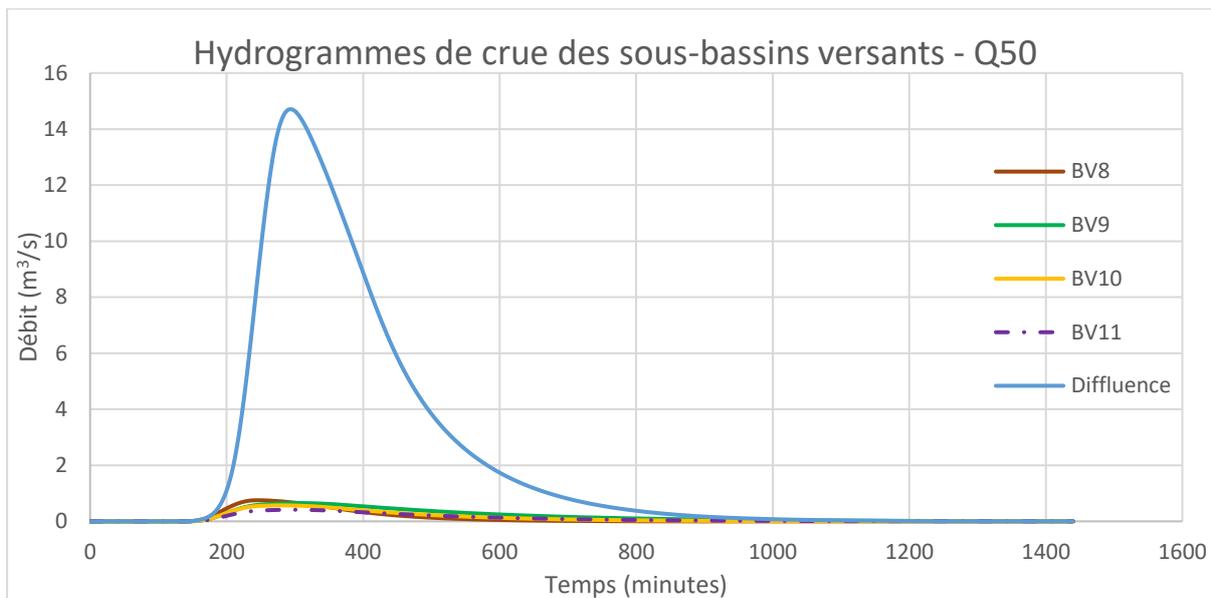


Figure 36. Hydrogrammes modélisés – Q50

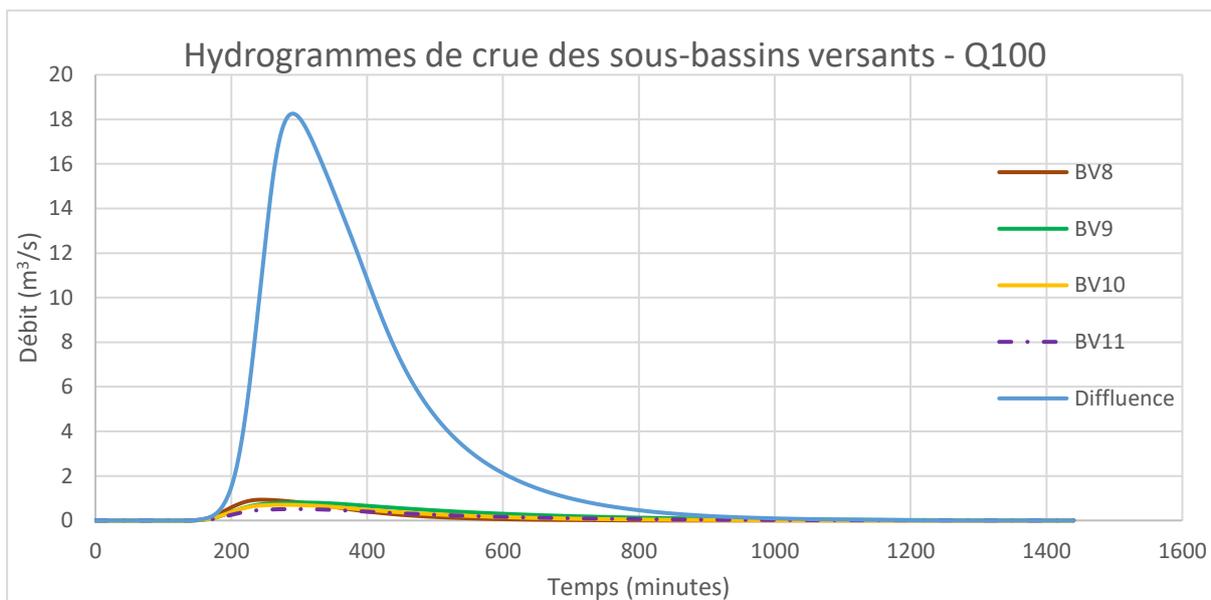


Figure 37. Hydrogrammes modélisés – Q100

5.1.4.2 CONDITION AVAL

La condition aval renseignée dans le modèle est une pente de 0,1%, déterminée à partir des données topographiques à disposition, et ce au droit du Mongrenier à l'aval du canal ainsi qu'à l'exutoire du fossé de décharge.

5.1.5 CALIBRATION DU MODELE

5.1.5.1 LAISSES DE CRUES RELEVÉES POUR L'ÉVÉNEMENT DU 08 SEPTEMBRE 2021

Le modèle réalisé a été calibré sur la base des laisses de crue relevées suite à la crue du 08 septembre 2021 (Figure 38).



Figure 38. Laisses de crues relevées (crue de septembre 2021)

Les coefficients de frottement ont été ajustés de sorte que la simulation corresponde au mieux aux éléments relevés.

Les écarts entre les niveaux observés et simulés sont précisés dans le tableau ci-après (Tableau 20).

Localisation	Cote mesurée	Cote simulée	Ecart
Vanne décharge	48,81	48,80	-0,01
Amont route rurale décharge lieu-dit « Palanque »	46,18	46,17	-0,01
Pont Mongrenier lieu-dit « Palanque »	46,94	46,98	0,04
Berge gauche Mongrenier amont A62	46,04	46,02	-0,02
Berge gauche aval A62	45,05	45,11	0,06
Franchissement décharge rue Mourens	42,71	42,71	0,00
Franchissement Mongrenier RD119	42,93	42,97	0,04
Franchissement décharge RD119	42,11	42,17	0,06
Siphon canal	40,33	40,31	-0,02
5 rue de Mourens	42,50	42,65	0,15
11 impasse des Jardins	42,15	42,06	-0,09
5t rue des Basques – M. Ferellec	42,06	41,91	-0,15

Tableau 20. Comparaison des cotes mesurées et des cotes simulées (crue de septembre 2021)

L'écart absolu entre valeurs simulées et observées est de l'ordre de 5 cm sur l'ensemble de la zone modélisée.

5.1.5.2 COEFFICIENTS DE FROTTEMENT

Le calage du modèle a été réalisé en modifiant les coefficients de rugosité dans la partie 2D et dans la partie 1D du modèle HEC-RAS.

Ce coefficient est principalement fonction de l'occupation des sols et correspond au coefficient de Manning. Le cours d'eau présentant des berges fortement végétalisées, les frottements y seront importants.

Les coefficients de frottement retenus au droit du lit majeur, c'est-à-dire dans la zone 2D du modèle, sont présentés sur la cartographie ci-après (Figure 39).

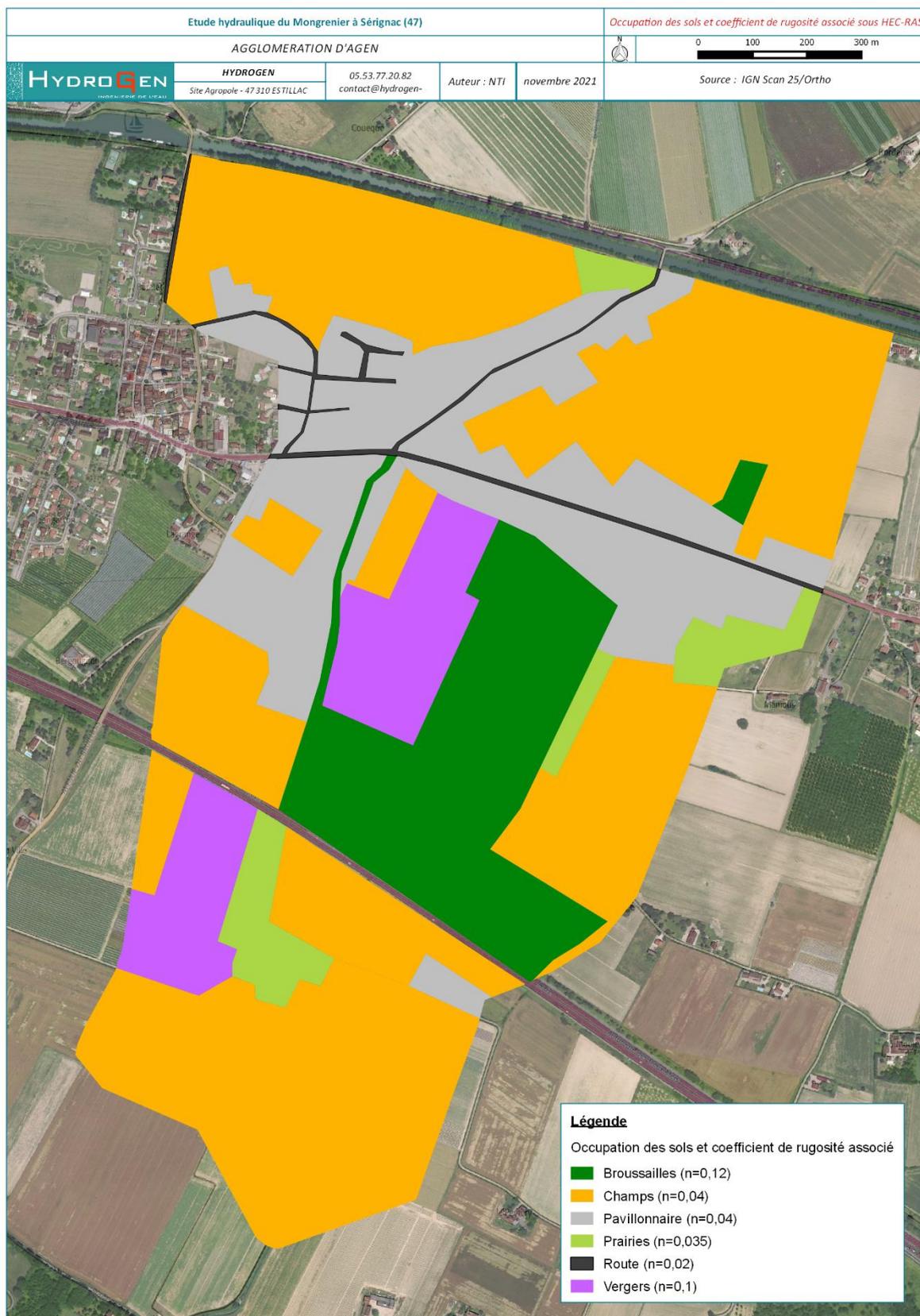


Figure 39. Occupation des sols et coefficients de rugosité associés

Sur le secteur d'étude, 6 occupations des sols ont été relevées. Les coefficients de rugosité associés sont présentés dans le tableau suivant (Tableau 21).

Occupation des sols	Coefficient de rugosité
Broussailles	n=0,12
Champs	n=0,04
Pavillonnaire	n=0,04
Prairies	n=0,035
Route	n=0,02
Vergers	n=0,1

Tableau 21. Coefficient de rugosité associé aux occupations des sols

Le calage du modèle a également été réalisé en ajustant les coefficients de rugosité dans le lit mineur du cours d'eau du Mongrenier et du fossé de dérivation, c'est-à-dire dans la partie 1D du modèle. Ces coefficients permettent notamment de prendre en compte la présence éventuelle de végétation dans le cours d'eau. Les valeurs retenues dans le modèle sont présentées sur la cartographie suivante (Figure 40).

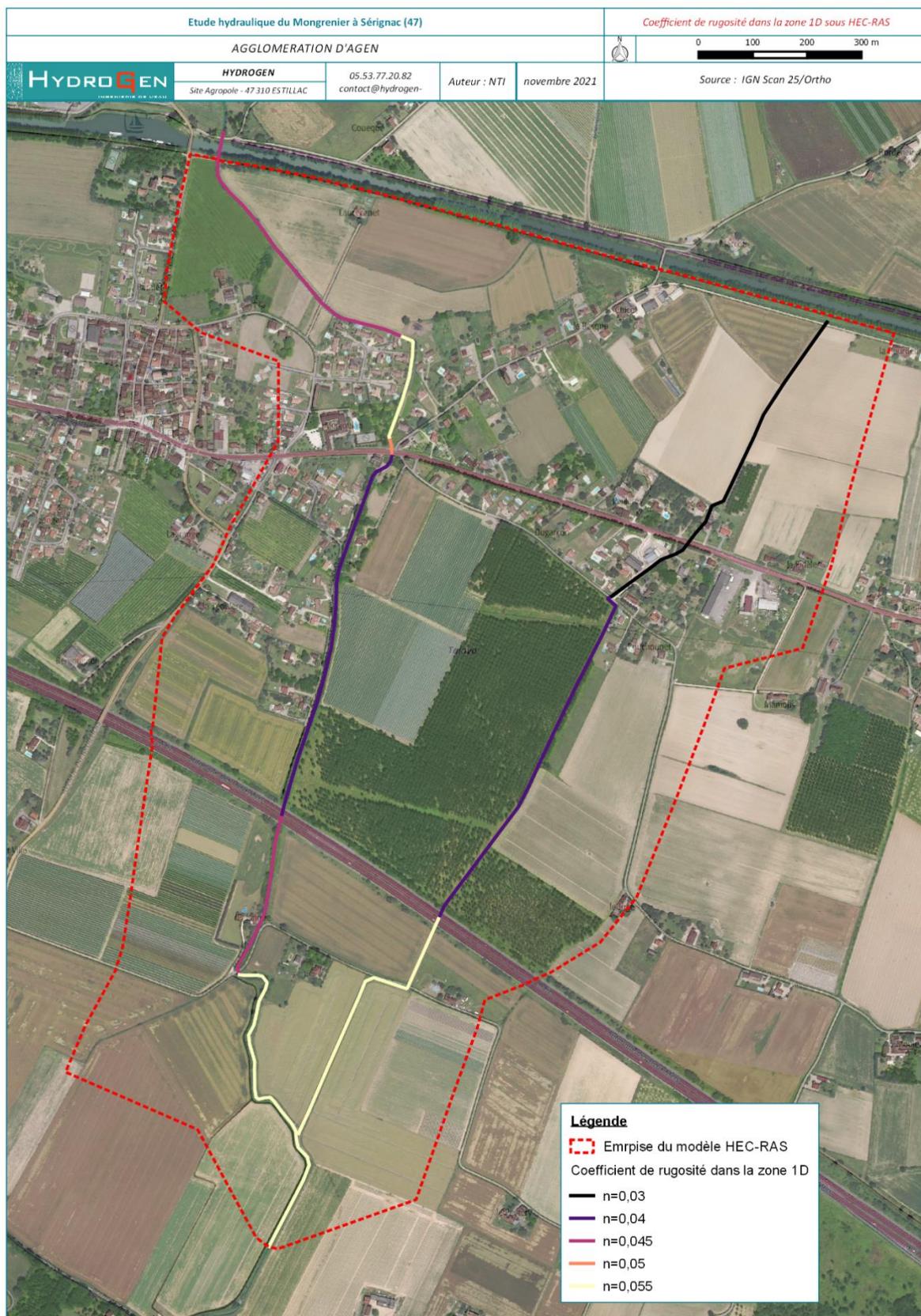


Figure 40. Coefficient de rugosité retenu pour la zone 1D du modèle HEC-RAS

5.2 Modélisation hydraulique de la crue du 08 septembre 2021

Les résultats de modélisation de la crue du 08 septembre 2021 concordent avec les divers retours et observations de terrain collectées à la suite de l'évènement. La majorité des débordements observés proviennent du cours d'eau du Mongrenier :

- ❖ Un premier débordement a lieu en rive droite du Mongrenier en amont de l'autoroute. Il se propage dans un champ puis dans le fossé longeant l'autoroute ;
- ❖ Un débordement est également constaté en rive droite du Mongrenier à l'aval de l'autoroute. L'écoulement traverse la peupleraie pour se propager vers la rue de Mourens qui constitue une zone de stockage temporaire ;
- ❖ Les autres débordements s'effectuent en rive droite et en rive gauche du Mongrenier à l'aval de la départementale D119. Quelques habitations sont impactées par des hauteurs d'eau faibles. L'inondation concerne majoritairement des voies d'accès ou encore des jardins.

La cartographie des hauteurs d'eau maximales de l'évènement du 08 septembre 2021 est présentée sur la figure suivante (Figure 41).

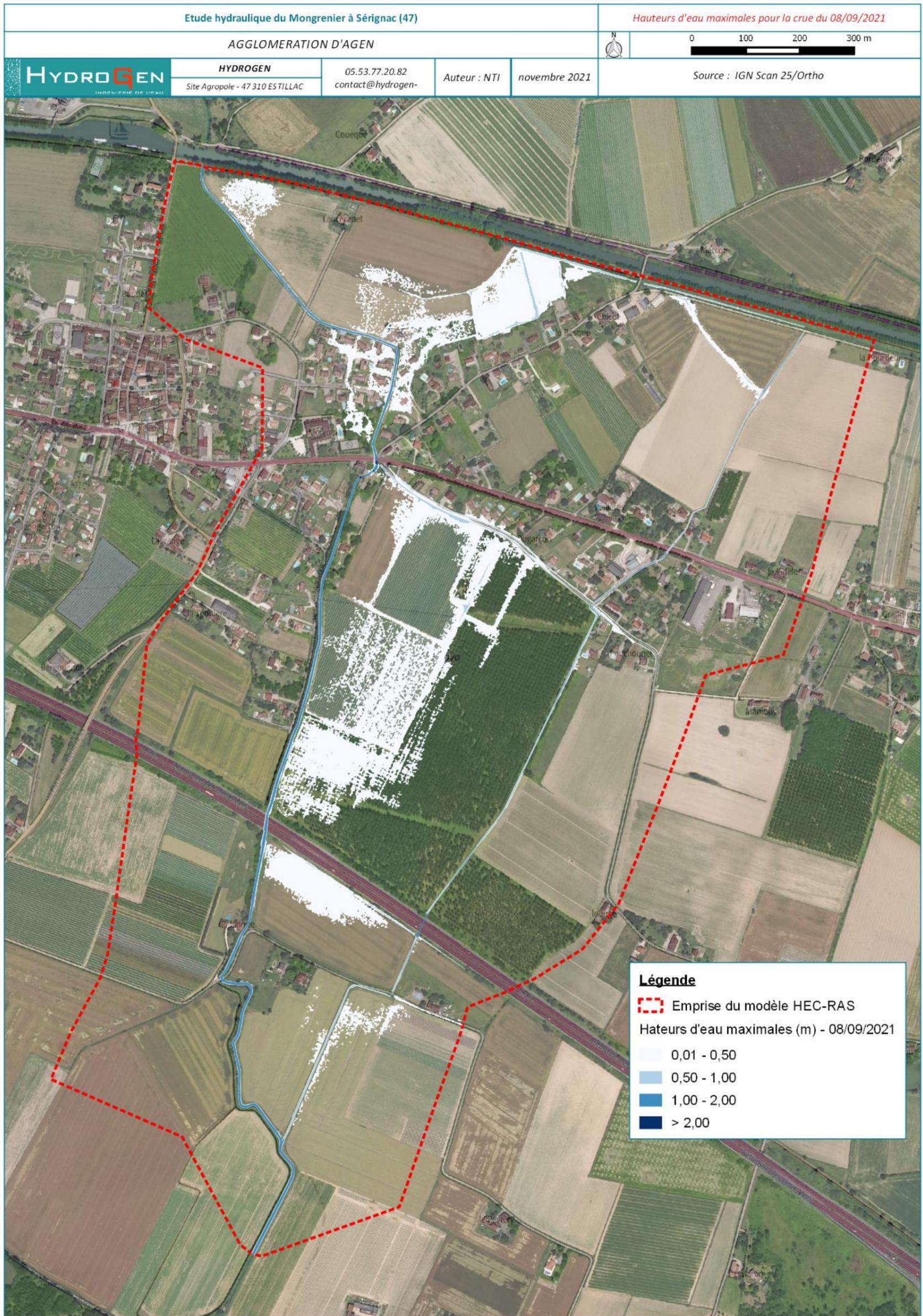


Figure 41. Hauteurs d'eau maximales simulées pour la crue du 08/09/2021

5.3 Modélisation hydraulique de la crue du 28 décembre 2020

La crue du 28 décembre 2020 est survenue dans un contexte très différent de celle de septembre 2021. Il s'agit d'un phénomène hivernal, consécutif à une pluie quasi-continue sur plusieurs jours et précipitée sur des sols saturés.

Par ailleurs, les témoignages recueillis auprès des services, élus communaux et riverains, ont fait état d'un lit mineur fortement végétalisé ainsi qu'à la formation d'embâcles au moment de l'évènement. La vanne de décharge était à moitié fermée et son radier envasé.

Le modèle a été adapté pour restituer au mieux ces conditions particulières afin d'obtenir une ligne d'eau qui soit la plus cohérente avec les laisses de crue relevées.

Les coefficients de rugosité dans le lit mineur ont été augmentés (portés à 0,1 sur le Mongrenier entre l'autoroute et la RD119) quand ils ont été réduits en lit majeur afin de tenir compte d'une végétation hivernale généralement moins dense (Tableau 22).

Occupation des sols	Coefficient de rugosité
Broussailles	n=0,1
Champs	n=0,04
Pavillonnaire	n=0,04
Prairies	n=0,03
Route	n=0,02
Vergers	n=0,07

Tableau 22. Coefficients de rugosité retenus pour l'évènement du 28/12/2020

En dépit de l'augmentation du coefficient de frottement en lit mineur, les hauteurs d'eau observées au droit de la rue de Mourens n'ont pu être restituées convenablement.

Pour accroître le volume débordé, et tel que ce fut observé à l'issue de la crue, la formation d'embâcles a été intégrée à la modélisation en deux points du domaine, tel que localisés en partie 4.1.1.5 (Figure 19).

Une obstruction de l'ordre de 70 % du cours a été nécessaire pour obtenir des niveaux d'eau similaires à ceux observés.

Concernant la vanne de l'ouvrage de décharge, une ouverture de 30 cm a été considérée.

Les cotes d’eaux observées et simulées sont exposées dans le tableau ci-après (Tableau 23).

Localisation	Cote mesurée	Cote simulée	Ecart
1 rue de Mourens	43,53	43,15	0,38
11 impasse des Jardins	41,93	41,94 (à proximité)	0,01
3C rue de Mourens	43,16	43,14	-0,02
5 Rue de Mourens	43,14	43,14	-0,00

Tableau 23. Comparaison des cotes mesurées et des cotes simulées (crue de décembre 2020)

Les cotes de laisses de crues relevée rue de Mourens sont respectivement de 43,16 m NGF, 43,14 m NGF et 43,53 m NGF. Comme évoqué précédemment, ce secteur constitue une zone de stockage temporaire des eaux débordées du Mongrenier. Il présente, au regard des résultats de modélisation une ligne d’eau relativement constante.

Les laisses de crue relevées au 3C et au 5 rue de Mourens vont dans ce sens. Elles présentent, tout comme la simulation, près de 40 cm d’écart avec celle relevée au 1 rue du Mourens, ce qui semble peu probable dans les faits. Cette dernière apparaît largement surestimée.

Ecartant la laisse de crue du 1 rue de Mourens, les hauteurs d’eau simulées sont relativement proches de celles relevées. Les débordements Impasse Desjardins semblent toutefois sous-estimés en termes d’emprise. Cela peut éventuellement s’expliquer par la fiabilité des données Lidar ou encore par la non prise en compte du réseau pluvial (des refoulements ayant été rapportés sur ce secteur).

La cartographie de la crue du 28 décembre 2020, issue des modélisations réalisées, est exposée page suivante (Figure 42).

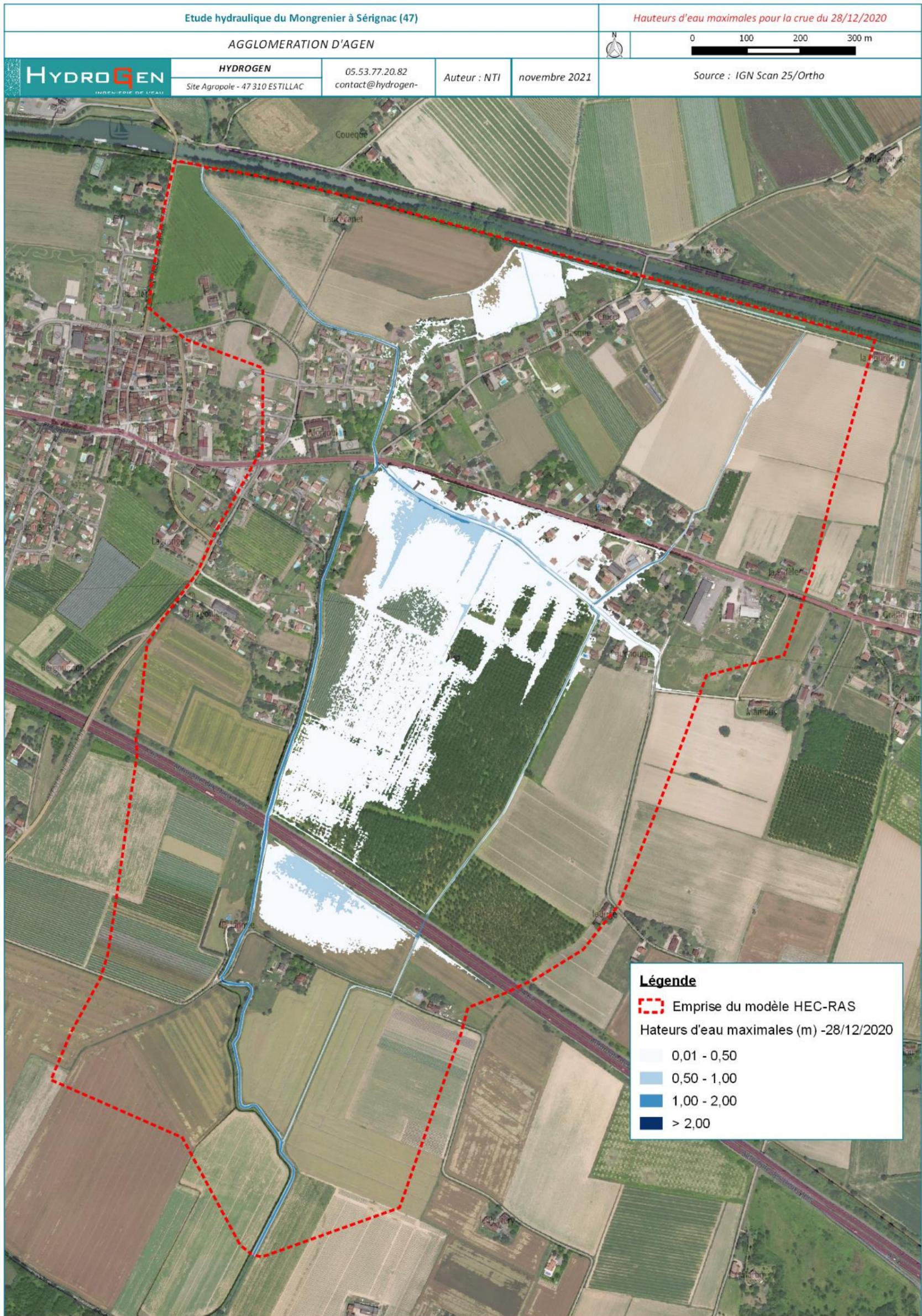


Figure 42. Hauteurs d'eau maximales simulées pour la crue du 28/12/2020

5.4 Modélisation des crues de projet

Les crues de projet sont issues de pluie synthétiques ayant une probabilité d'occurrence définie. Dans le cadre des modélisations ici entreprises, les conditions d'humidité précédant la crue sont considérées normales, et les conditions d'écoulement analogues à celles retenues pour la crue de septembre 2021 (coefficients de rugosité, ouverture de la vanne à 68 cm).

Les hydrogrammes de crues injectés en amont de l'ouvrage de décharge du Mongrenier sont rappelés dans le graphique ci-après (Figure 43).

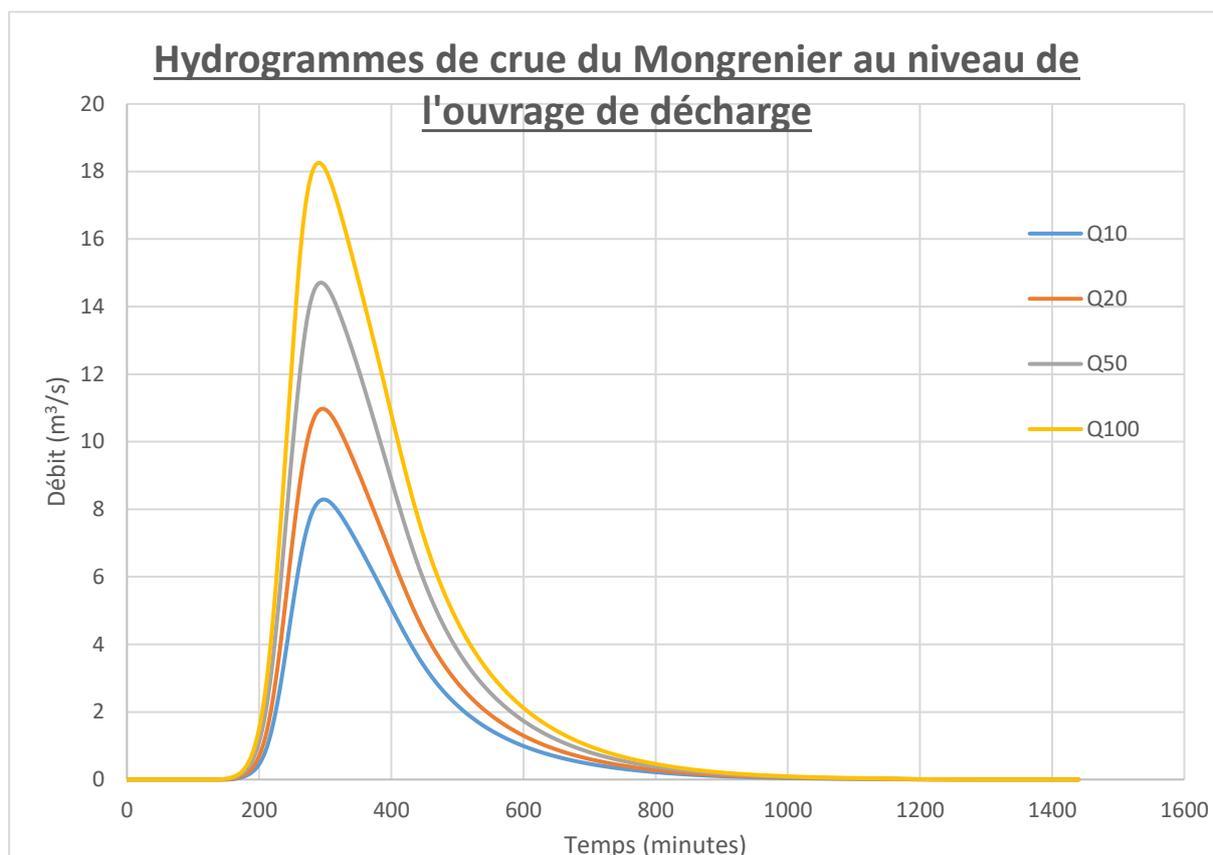


Figure 43. Hydrogrammes de crues de projet en amont de l'ouvrage de décharge

5.4.1 CRUE DECENNALE

La modélisation de la crue décennale montre que les jardins des habitations de l'impasse des Jardins sont inondés, mais les habitations ne semblent pas être impactées (à préciser en fonction de la cote de leur seuil).

A l'aval de la départementale D119 et en rive droite du Mongrenier, cinq habitations sont potentiellement impactées.

Au droit de la rue de Mourens, la zone inondable jouxte les habitations, mais n'atteint pas l'intérieur au regard des cotes de seuils relevées (Figure 44).

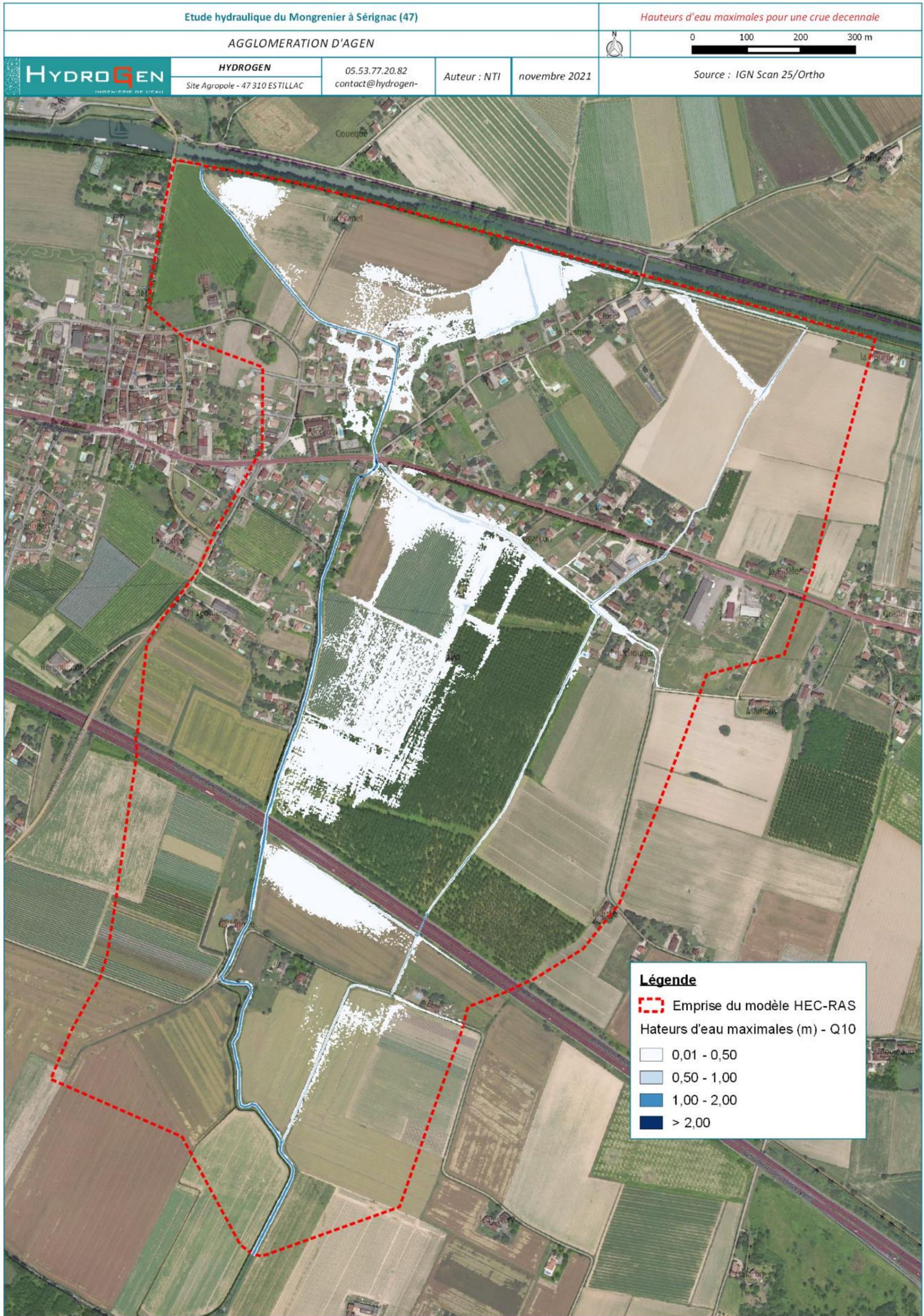


Figure 44. Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet décennale

5.4.2 CRUE VICENNALE

D'après les cartographies issues des résultats de simulation (Figure 45), les enjeux potentiellement concernés par une crue vicennale du Mongrenier sont :

- ◆ 7 habitations rue de Mourens. Les planchers habitables semblent toutefois hors d'eau au regard des cotes de seuils relevées. Un doute persiste toutefois sur l'habitation sise parcelle 313, l'altimétrie de son seuil n'étant pas connue ;
- ◆ 3 habitations rue des Basques (absence de données altimétriques sur les seuils) ;
- ◆ 5 habitations impasse des Jardins (absence de données altimétriques sur les seuils).

En se basant sur l'altimétrie des données Lidar, 6 habitations du secteur de la rue des Basques et de l'impasse des Jardins pourraient être concernées.

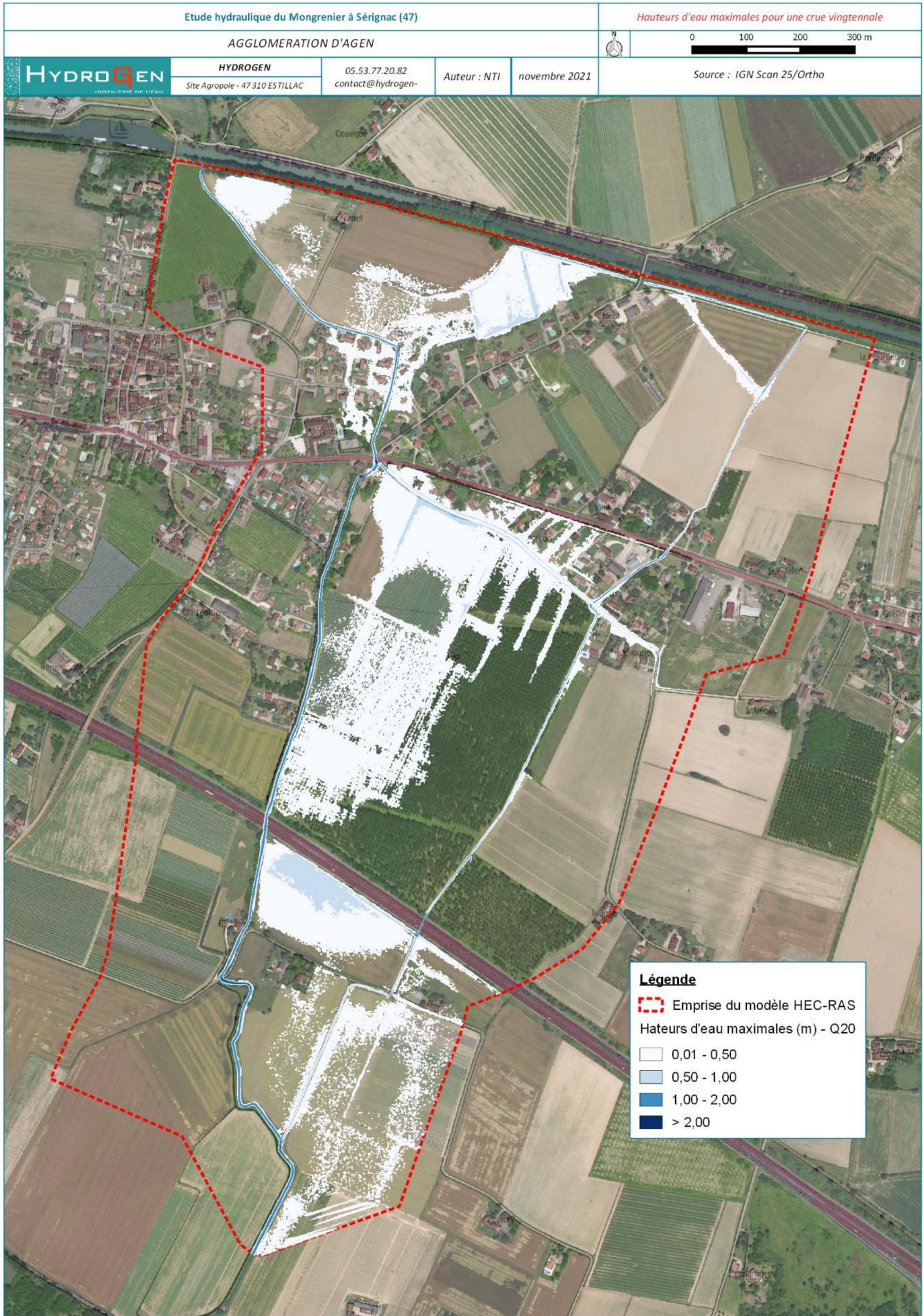


Figure 45. Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet vicennale

5.4.3 CRUE CINQUANTENNALE

D'après les cartographies issues des résultats de simulation (Figure 46), les enjeux potentiellement concernés par une crue cinquantennale du Mongrenier sont :

- ◆ 9 habitations rue de Mourens. Une d'entre elles serait inondée avec 8 cm d'eau au regard des cotes de seuils relevées. Un doute persiste toutefois sur les habitations sises parcelles 313, 314 et 351, l'altimétrie de leurs seuils n'étant pas connue ;
- ◆ 3 habitations rue des Basques (absence de données altimétriques sur les seuils) ;
- ◆ 6 habitations impasse des Jardins (absence de données altimétriques sur les seuils).

En se basant sur l'altimétrie des données Lidar, 6 habitations du secteur de la rue des Basques et de l'impasse des Jardins pourraient être concernées et 2 habitations rue de Mourens.

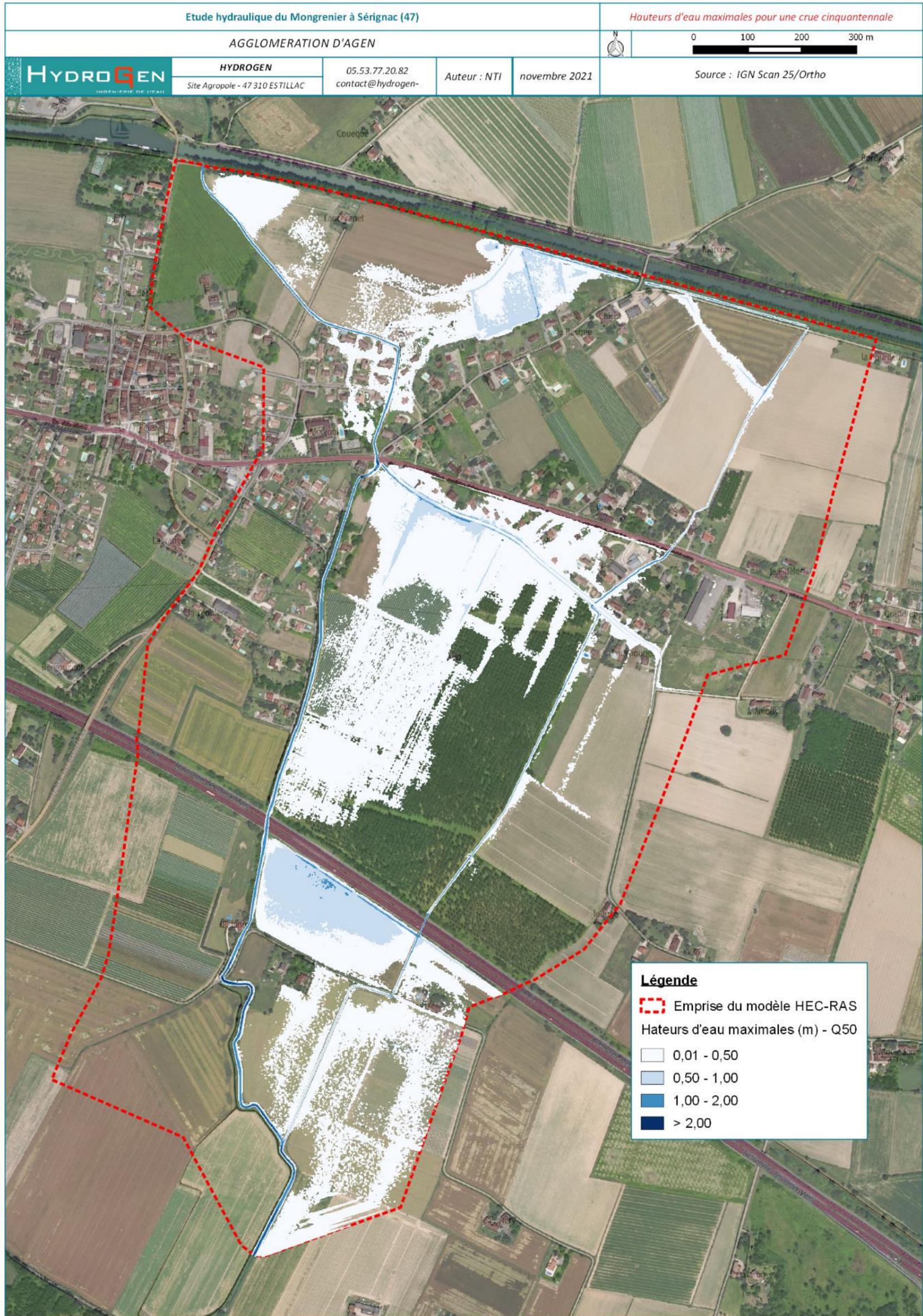


Figure 46. Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet cinquantennale

5.4.4 CRUE CENTENNALE

D'après les cartographies issues des résultats de simulation (Figure 47), les enjeux potentiellement concernés par une crue centennale du Mongrenier sont :

- ◆ 11 habitations rue de Mourens. 1 d'entre elles serait inondée avec 16 cm d'eau au regard des cotes de seuils relevées. Un doute persiste toutefois sur les habitations sises parcelles 91, 290, 313, 314 et 351, l'altimétrie de leurs seuils n'étant pas connue ;
- ◆ 3 habitations rue des Basques (absence de données altimétriques sur les seuils) ;
- ◆ 6 habitations impasse des Jardins (absence de données altimétriques sur les seuils).

En se basant sur l'altimétrie des données Lidar, 6 habitations du secteur de la rue des Basques et de l'impasse des Jardins pourraient être concernées et 3 habitations rue de Mourens.

A noter qu'aucun enjeu de type ERP, transformateur électrique ou entreprise apparaît en zone inondable du Mongrenier d'après les données à disposition (BD-TOPO).

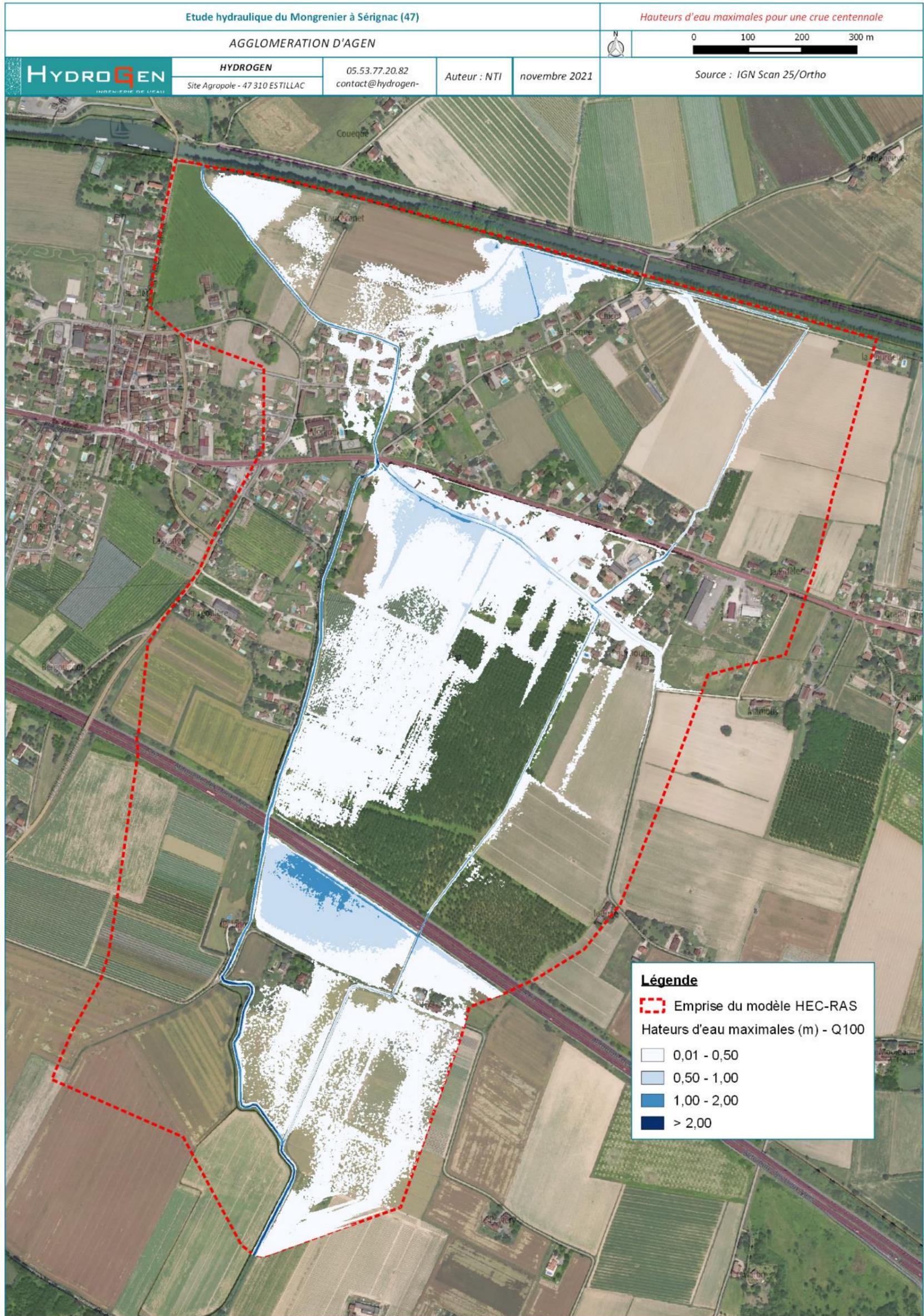


Figure 47. Hauteurs d'eau maximales pour la crue de projet centennale

5.5 Capacité et débordements des chenaux

5.5.1 CAPACITE ET DEBORDEMENTS DU BRAS DE DECHARGE

L'exploitation du modèle hydraulique réalisé en régime permanent permet d'estimer la capacité plein-bord du bras de décharge (hors formation d'embâcles).

Il apparaît que les premiers débordements surviennent en amont de l'autoroute A62, à l'amont et à l'aval du chemin rural, dès que le débit y avoisine les $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Aux alentours de $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$, la modélisation met également en évidence des débordements du fossé entre l'autoroute A62 et la rue de Mourens (Figure 48).

En outre, la capacité plein-bord du fossé de décharge est d'approximativement $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

D'après les modélisations réalisées, il s'agirait du débit qui y serait survenu lors de la crue de septembre 2021, en tenant compte d'une ouverture de 70 cm de la vanne en entrée du fossé.

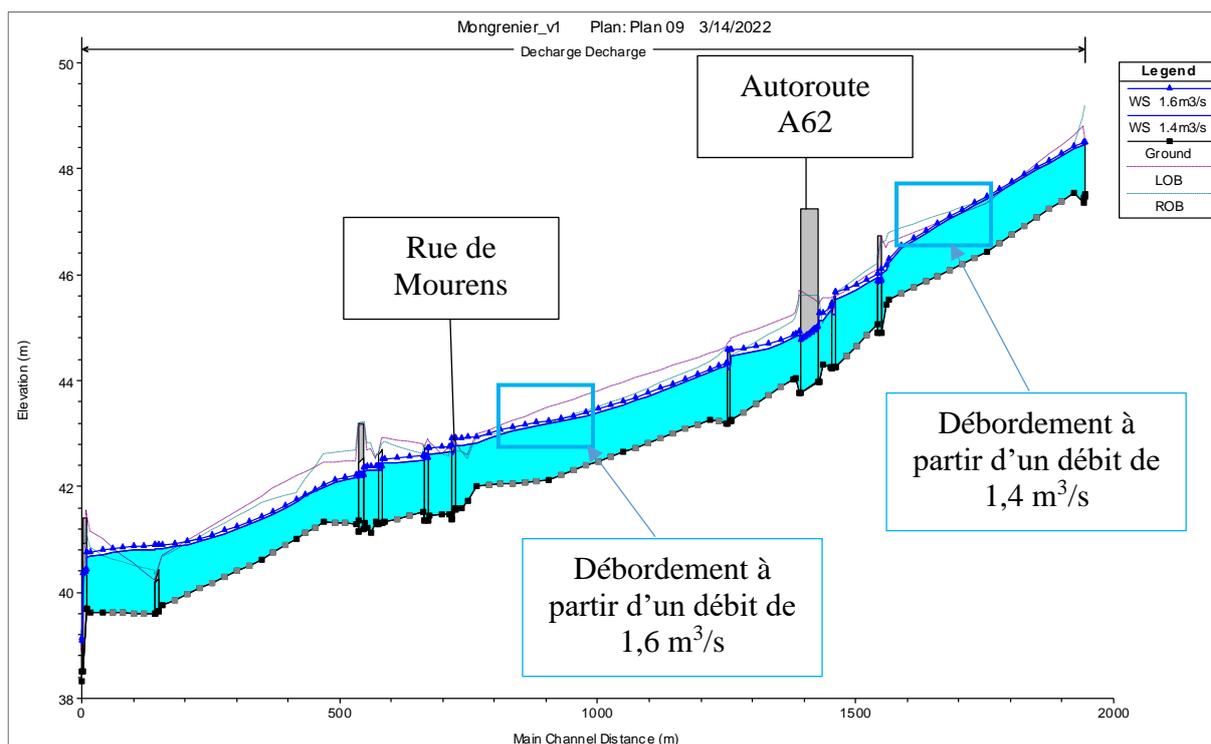


Figure 48. Résultats de la modélisation du bras de décharge en régime permanent

5.5.2 CAPACITE ET DEBORDEMENTS DU LIT MINEUR DU MONGRENIER

D'après les simulations réalisées, les premiers débordements sur le Mongrenier surviendraient en aval de la route départementale RD119, où le cours d'eau forme un angle droit. Ils surviendraient dès lors que le débit du Mongrenier atteint $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Une autre zone de débordements potentiels est mise en évidence en rive droite du Mongrenier en aval direct de l'autoroute A62. Elle concerne une zone de friches et de vergers en amont de la rue de Mourens. Les débordements y seraient effectifs lorsque le débit avoisine $6 \text{ m}^3/\text{s}$, et les écoulements se propageraient en direction de la rue de Mourens.

Lors de la crue du 10 janvier 2022, des écoulements de la peupleraie vers le fossé de la rue de Mourens ont été constatés ce qui tendrait à confirmer les conclusions tirées des modélisations.

En amont de l'autoroute A62, des débordements sont susceptibles de se produire en rive droite pour un débit de l'ordre de $6,4 \text{ m}^3/\text{s}$ (Figure 49).

Au regard de ces éléments, la capacité plein-bord du ruisseau de Mongrenier au droit de la zone d'étude est donc de l'ordre de $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

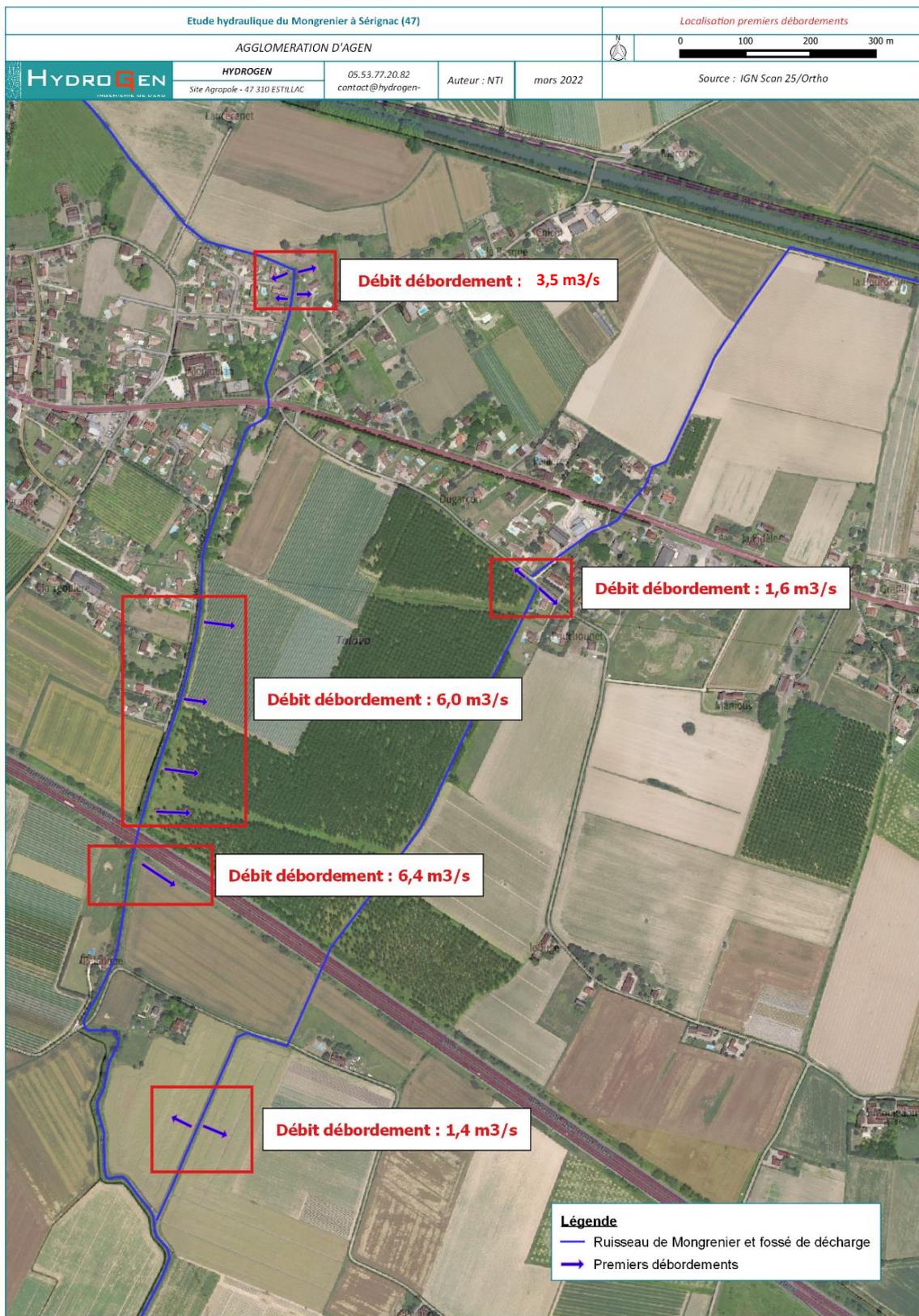


Figure 49. Localisation des premiers débordements

5.6 Evaluation de la capacité des ouvrages hydrauliques

Outre la capacité plein-bord des chenaux, le modèle hydraulique peut également être exploité pour estimer le débit de mise en charge des ouvrages. Le tableau ci-après présente la capacité estimée pour chacun d'eux (Tableau 24). La localisation de ces ouvrages est rappelée page suivante (Figure 50).

Cours d'eau	Nom ouvrage	Débit de mise en charge estimé (m ³ /s)
Mongrenier	OH4	9
Mongrenier	OH5	12
Mongrenier	OH6	11
Mongrenier	OH6 bis	5
Mongrenier	OH7	3,5
Mongrenier	OH9	6
Décharge	OH3	0,8
Décharge	OH11	1,8
Décharge	OH12	1,0
Décharge	OH13	1,4
Décharge	OH13bis	1,2
Décharge	OH14	1,5
Décharge	OH15	1,5
Décharge	OH16	2
Décharge	OH17	3
Décharge	OH18	0,3
Décharge	OH19	2,8

Tableau 24. Débit de mise en charge des ouvrages sur le Mongrenier et le bras de décharge

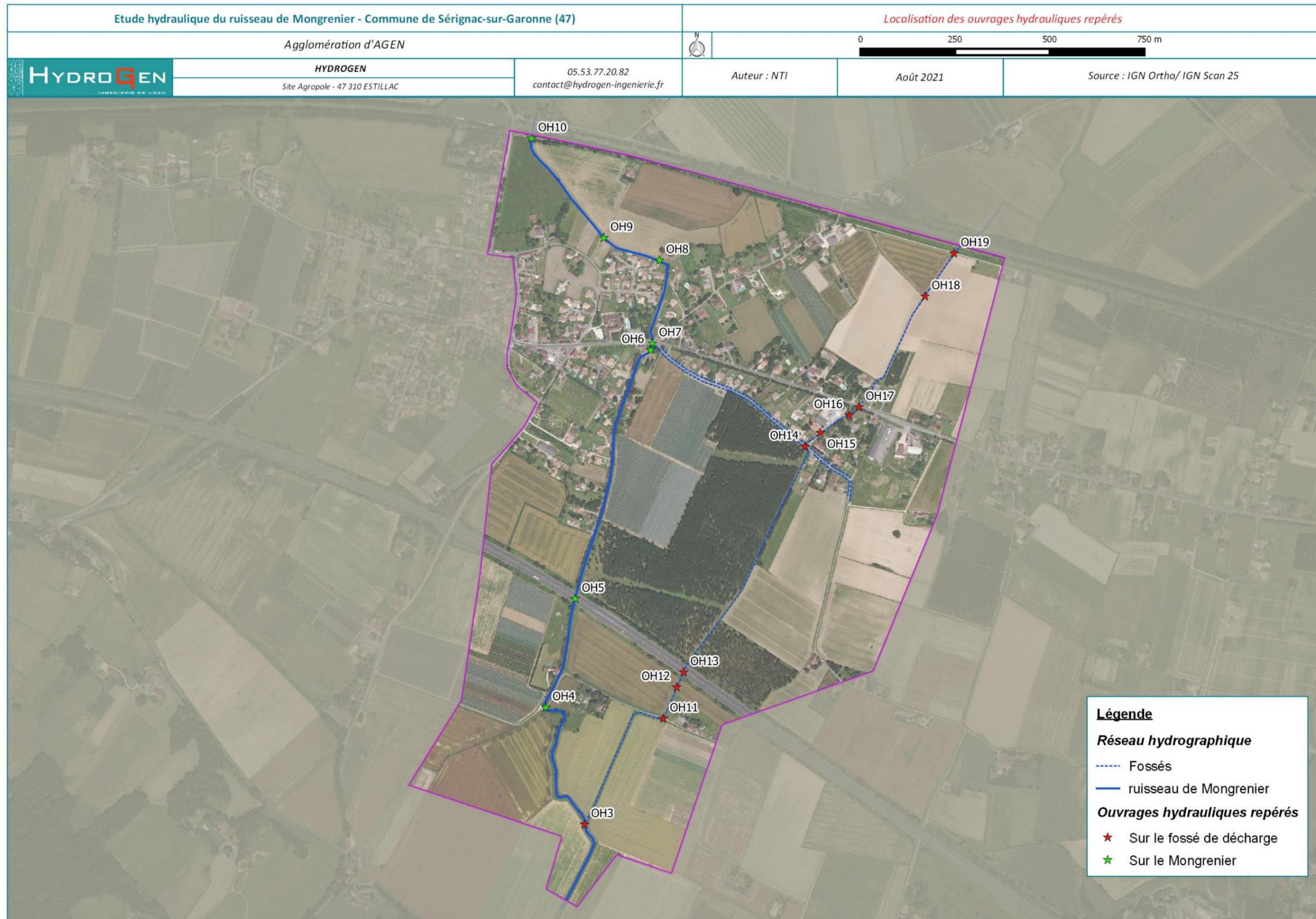


Figure 50. Localisation des ouvrages hydrauliques

5.7 Impact du remblai autoroutier sur les crues du Mongrenier

Entre le lieu-dit « Mutin » et l'autoroute A62, le lit majeur du Mongrenier est relativement plat et étendu, ce qui favorise les débordements en période de crue. Ainsi, les eaux s'étalent, et seule une partie de ces dernières transitent par le lit mineur.

En cheminant vers l'aval, les eaux débordées vont s'accumuler au droit du remblai autoroutier, qu'elles ne peuvent traverser que par l'intermédiaire de deux ouvrages hydrauliques (OH5 et OH13).

Ainsi, le remblai autoroutier contraint les eaux du Mongrenier à être stockées temporairement et à être évacuées à débit limité. Il ralentit ainsi la cinétique des crues et contribue à la réduction des débits de pointe.

L'exploitation du modèle hydraulique confirme cela (Figure 51 et Figure 52). Par exemple, pour la crue de projet centennale, le débit de pointe avoisine $18 \text{ m}^3/\text{s}$ en amont du secteur. A l'aval direct de l'autoroute, il n'est plus que de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ au niveau de l'ouvrage hydraulique OH5 (Mongrenier) et de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ au niveau de l'ouvrage hydraulique OH13 (décharge).

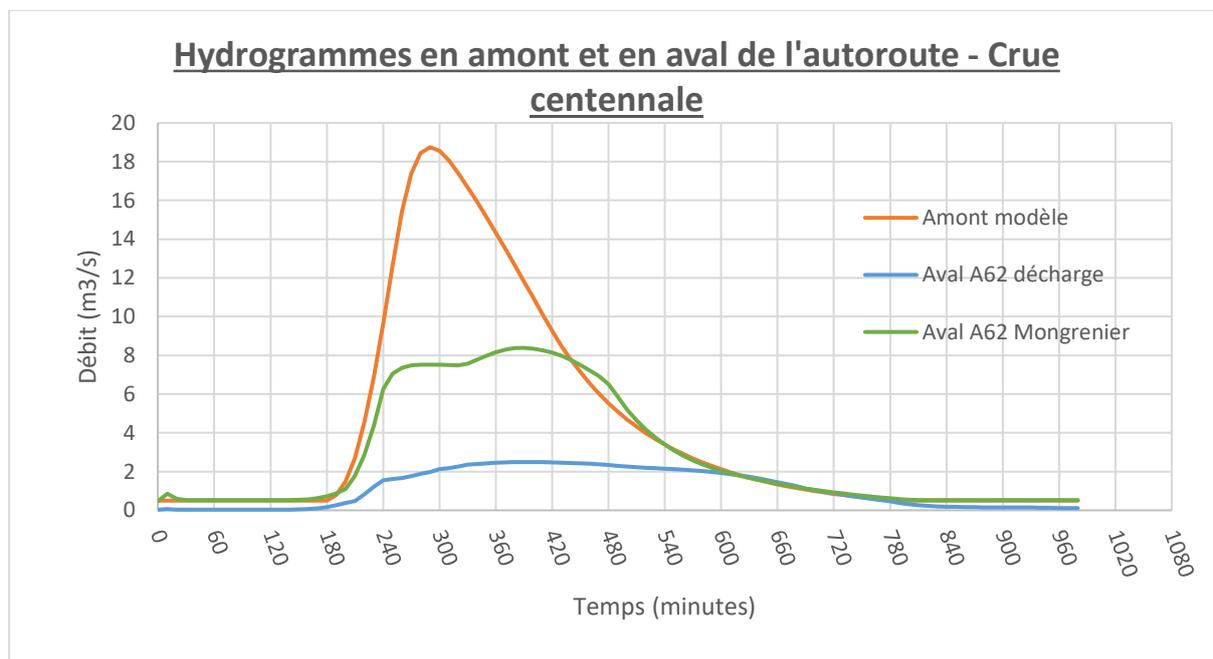


Figure 51. Effet écrêteur du remblai autoroutier – Crue centennale



Figure 52. Hauteurs d'eau en cas de crue centennale au niveau du remblai autoroutier

6 MISE EN PERSPECTIVE D'AMENAGEMENTS VISANT A REDUIRE LA VULNERABILITE DES ENJEUX

6.1 Retours d'expérience sur les crues passées

Une consultation a été lancée auprès des riverains en septembre 2021 afin de recueillir leurs retours d'expérience et leurs avis sur les causes des inondations passées et sur les potentielles actions à engager en vue de la réduction de la vulnérabilité du secteur à l'aléa inondation.

Au total, 18 foyers ont répondu au questionnaire qui leur a été transmis (Annexe).

Les principaux dysfonctionnements constatés par les riverains sont la saturation (32 %) et l'obstruction des ouvrages hydrauliques (28 %) situés sur le ruisseau du Mongrenier et sur son chenal de décharge (Figure 53).

La gestion de l'ouverture de la vanne de prise d'eau du chenal de décharge est également mise en avant (16%). Les services techniques de la commune ont d'ailleurs fait part d'une manipulation « anarchique » de cet ouvrage par certains riverains lors des crues. Ils s'attachent donc à contrôler son ouverture autant que possible en cas d'événement pluvieux.

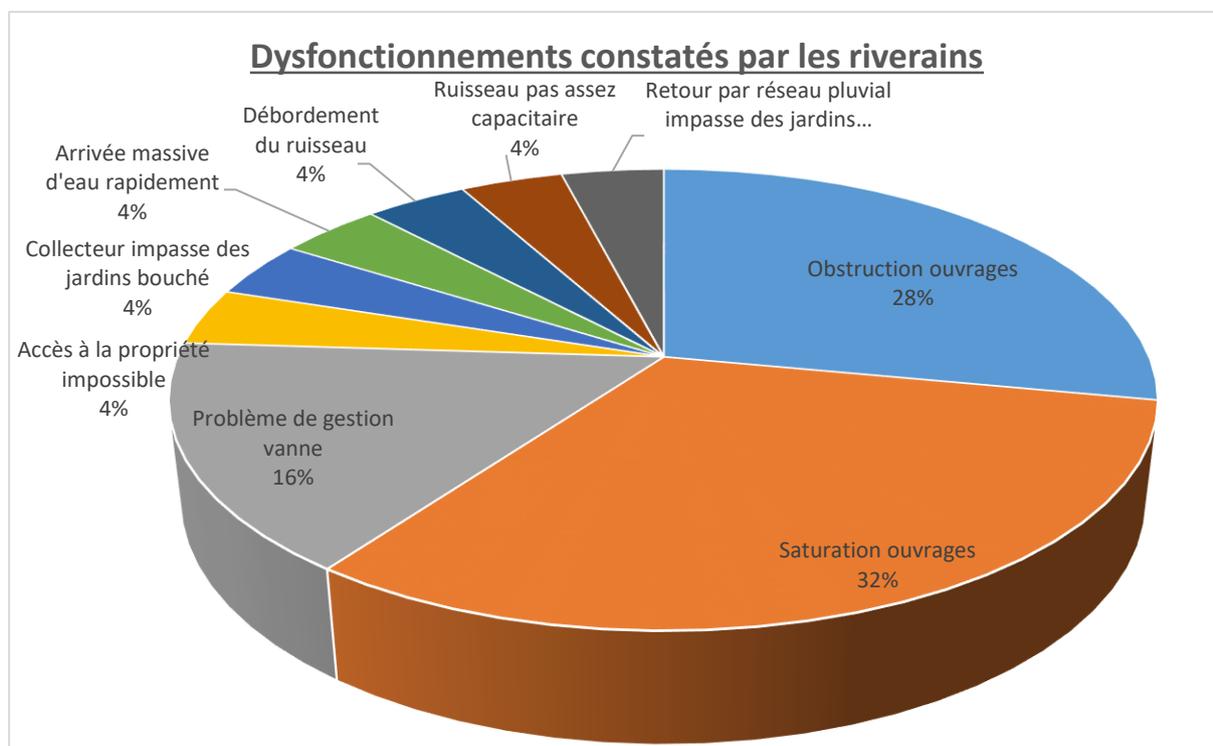


Figure 53. Dysfonctionnements constatés par les riverains

Pour les riverains, les principales causes de ces débordements sont l'importante végétalisation du ruisseau (32 %) et le colmatage du fond du lit du ruisseau (26 %). La capacité insuffisante des ouvrages (18 %) et l'urbanisation du bassin versant du ruisseau (15 %) apparaissent également comme de potentielles causes au regard de leurs retours (Figure 54).

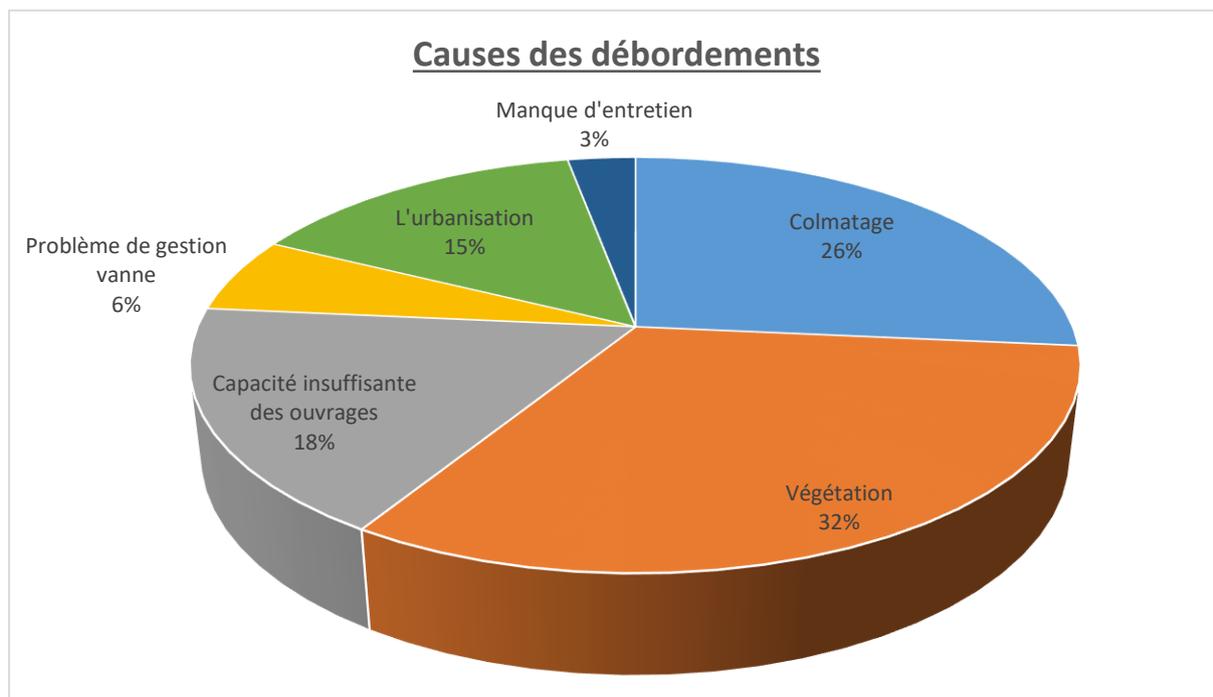


Figure 54. Causes des débordements au regard des retours des riverains

Parmi les possibilités de mesures à mettre en œuvre et d'aménagements qui leurs ont été soumises (Figure 55), celle qui revient comme étant la plus pertinente concerne l'entretien régulier de la végétation au droit du cours d'eau (44 %). Pour près d'un tiers d'entre eux (31 %), la mise en place d'un ouvrage de rétention en amont, limitant le débit des secteurs à enjeux, est également sollicitée.

Pour 13 % d'entre eux, il conviendrait d'augmenter la capacité de certains ouvrages hydrauliques.

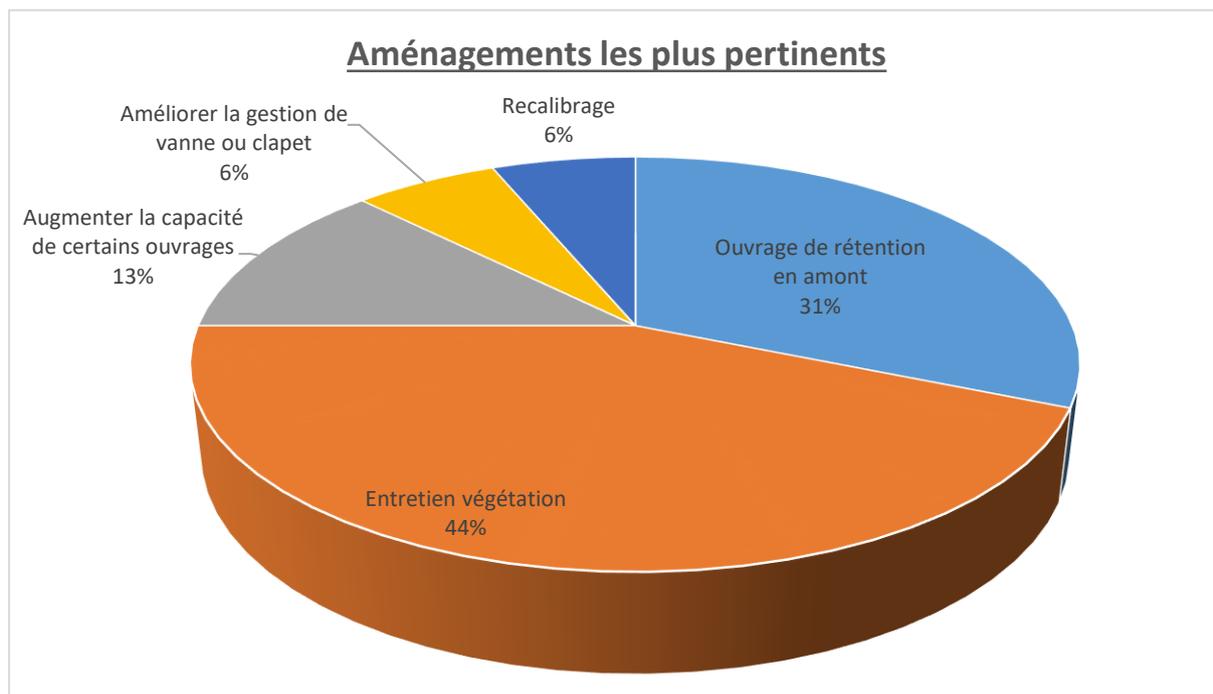


Figure 55. Aménagements les plus pertinents au regard des retours des riverains

6.2 Entretien de la végétation rivulaire

Au regard des retours des riverains et des collectivités locales (Agglomération d'Agen, commune de Sérignac-sur-Garonne), il apparaît que la gestion de la végétation du cours d'eau revêt une importance notable dans la genèse des crues passées.

La section du cours d'eau étant limitée, le développement excessif de la végétation rivulaire peut conduire à une réduction notable de la section d'écoulement. De plus, elle peut constituer un piège à embâcles qui va engendrer une rehausse de la ligne d'eau en amont, et donc favoriser les débordements. C'est visiblement ce qu'il s'est produit lors des inondations de décembre 2020 qui ont affecté le secteur de la rue de Mourens.

Il convient donc d'entrevoir un entretien régulier de la végétation du cours d'eau, en particulier au droit et en amont immédiat des secteurs à enjeux. Dans le cas présent, il s'agit notamment du linéaire situé entre l'autoroute A62 et le canal latéral à la Garonne.

6.3 Aménagements potentiels pour réduire la vulnérabilité des enjeux

Outre la nécessité de gestion de la végétation et de la vanne de décharge (dont l'ouverture fixée par la commune apparaît comme pertinente), des aménagements hydrauliques peuvent être envisagés en vue de la réduction de la vulnérabilité des enjeux.

L'analyse hydraulique a montré que les débordements les plus importants survenaient au droit du Mongrenier entre l'autoroute et le secteur rue des Basques/Impasse des Jardins. Les aménagements proposés ont donc vocation à limiter la ligne d'eau sur ce secteur.

En ce sens, trois types d'aménagements (hors système d'endiguement) sont envisageables :

- ◆ La création d'un ouvrage de stockage temporaire des eaux en amont des secteurs à enjeux ;
- ◆ L'augmentation de la capacité du chenal de décharge ;
- ◆ La création d'un nouvel ouvrage de décharge.

De manière plus ponctuelle, la mise en place de clapets anti-retour peut également être intéressante afin de se prémunir autant que possible des retours d'eau en direction des secteurs à enjeux. Par exemple, en disposer à l'exutoire des fossés le long de la rue de Mourens limiterait les arrivées d'eau s'opérant depuis le bras de décharge.

6.3.1 CREATION D'UN OUVRAGE DE STOCKAGE EN AMONT

Le principe d'un ouvrage de stockage amont est de retenir temporairement une partie des eaux générées par la crue pour la restituer à débit moindre et de manière plus étalée dans le temps. Autrement dit, il vise à « amortir » l'onde de crue, et donc ralentir sa dynamique et réduire son intensité.

L'ouvrage de stockage doit être disposé en amont des enjeux à protéger, et dans le cas présent, de préférence à l'aval de la confluence des principaux affluents du Mongrenier.

En effet, positionner l'ouvrage en partie amont du bassin versant apparaît comme moins judicieux. Les phénomènes orageux survenant parfois de manière localisée, il se peut qu'un ouvrage disposé en partie amont soit totalement inopérant si la pluie n'affecte pas son bassin versant propre. Il est donc préférable de réduire le plus possible la distance séparant les zones à protéger et l'ouvrage de stockage.

Par ailleurs, au regard de la superficie du bassin versant et des volumes de crues en jeu, cet ouvrage devra disposer d'une emprise foncière conséquente. Pour son implantation, il convient donc de cibler de larges secteurs à enjeux moindres.

Au regard de ces éléments, les secteurs à favoriser pour l'implantation d'un tel ouvrage se situent entre lieu-dit « Mutin » et la route de Mourens. Il s'agit de secteurs agricoles ou de peupleraies. Comme précisé en partie 5.7, **les débits du Mongrenier peuvent subir un écrêtement notable en amont de l'autoroute, notamment pour des crues importantes. Il apparaît donc judicieux de disposer l'ouvrage de stockage à l'aval de l'autoroute, où les volumes à gérer seront réduits.**

D'après les éléments communiqués par la commune et l'Agglomération d'Agen, il semblerait qu'un projet photovoltaïque soit envisagé au droit de la peupleraie en aval de l'autoroute A62, sur les parcelles ZB72 et ZB73 (Figure 56). Cet usage n'est pas incompatible avec la création d'un ouvrage de rétention.

Coupler protection contre les inondations et production photovoltaïque au droit d'un seul et même site permettrait de limiter les coûts d'acquisition foncière et les contraintes administratives pour l'ensemble.

Retenir cet emplacement est d'autant plus pertinent qu'il se situe au droit des débordements qui affectent la rue de Mourens. Planter l'ouvrage à cette localisation permettrait de s'assurer de les capter directement.

Compte-tenu de ces éléments, la création d'un ouvrage de stockage au droit de cette peupleraie constitue un scénario d'aménagement qu'il convient d'approfondir.



Figure 56. Parcelles pressenties pour l'implantation d'un ouvrage de stockage

6.3.2 AUGMENTATION DE LA CAPACITE DU CHENAL DE DECHARGE

Afin de limiter les apports d'eau au droit des secteurs à enjeux, il pourrait être envisagé d'accroître la capacité du chenal de décharge qui présente à jour une capacité de l'ordre de 1,5 m³/s.

Si l'objectif de cet aménagement était d'éviter les débordements au droit des zones à enjeux pour une crue de projet, il conviendrait qu'il permette de contenir le débit du Mongrenier à environ 3,5 m³/s.

Pour la crue décennale par exemple, dont le débit de pointe est estimé à environ 8 m³/s, il faudrait donc que la décharge soit en capacité d'évacuer près de 5 m³/s, soit trois fois sa capacité actuelle. Cela supposerait donc d'élargir le fossé en conséquence, et de remplacer tous les ouvrages s'y trouvant, en particulier celui passant sous l'autoroute et celui passant sous la route départementale D119.

Outre la complexité technique et financière de l'opération, cela supposerait également des négociations avec tous les propriétaires riverains, sur près de 2 kilomètres linéaires. Enfin, il faudrait également s'assurer que de tels aménagements ne causent pas de désordres plus en aval, les débits transitant par le bras de décharge étant potentiellement considérablement accrus.

Compte-tenu de ces éléments, l'augmentation de la capacité de l'ouvrage de décharge apparaît comme une solution difficilement viable.

6.3.3 CREATION D'UN NOUVEL OUVRAGE DE DECHARGE

La création d'un nouvel ouvrage de décharge pourrait également être une solution pour limiter le débit du Mongrenier au droit des secteurs à enjeux.

Du fait de la présence de l'autoroute, il apparaît comme techniquement très difficile de créer un tel ouvrage en amont de cette dernière.

Lors de la crue de décembre 2020, la commune a effectué des travaux d'urgence en créant un fossé de délestage à la limite des parcelles ZA342 et ZE50, à l'aval direct du lotissement de la rue des Basques (Figure 57).

D'après les dires des élus de la commune, cela a permis d'abaisser la ligne d'eau au niveau du lotissement, et l'eau ainsi évacuée a été stockée temporairement au droit des parcelles agricoles situées plus bas, le long du remblai du canal des deux mers.

A ce jour, cet ouvrage présente une profondeur de 50 centimètres et une largeur au miroir de 2 mètres.

Aussi, la commune souhaite étudier l'opportunité de consolider et pérenniser cet ouvrage, qui constitue une solution économique et facile à mettre en œuvre.



Figure 57. Localisation de l'ouvrage de décharge d'urgence

7 PREDIMENSIONNEMENT ET ANALYSE DES EFFETS DE LA MISE EN ŒUVRE DES SCENARIOS D'AMENAGEMENTS RETENUS

L'analyse hydraulique précédemment menée, la mise en perspectives des différents aménagements susceptibles de réduire la vulnérabilité des enjeux face à l'aléa inondation et les échanges avec la commune de Sérignac-sur-Garonne ainsi que l'Agglomération d'Agen ont conduit à retenir deux scénarios :

- ◆ Scénario 1 : Création d'un ouvrage de décharge du Mongrenier à l'aval du lotissement de la rue des Basques ;
- ◆ Scénario 2 : Scénario 1 + création d'un ouvrage de stockage au droit de la peupleraie en amont de la rue de Mourens.

Les paragraphes ci-après s'attachent à préciser les caractéristiques des aménagements envisagés, et à évaluer leurs effets sur les enjeux en exploitant le modèle hydraulique créé.

Une analyse coûts/bénéfices est également menée sur ces deux scénarios, ainsi que sur la mise en place de mesures de protections individuelles.

7.1 Scénario 1 : Création d'un ouvrage de décharge sur le Mongrenier

7.1.1 LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE

L'implantation de l'ouvrage de décharge complémentaire est projetée au droit de celle créée en urgence, à la limite des parcelles ZA342 et ZE50, à l'aval direct du lotissement de la rue des Basques.

A ce jour, cet ouvrage présente une profondeur de 50 centimètres et une largeur au miroir de 2 mètres. Considérant une pente approximative de 1,5 %, sa capacité est de l'ordre de 0,50 m³/s.

Afin d'étudier les effets d'une décharge en ce point, il est proposé en première approche de retenir les dimensions suivantes :

- ◆ Largeur de fond : 4 mètres ;
- ◆ Largeur au miroir : 6 mètres ;
- ◆ Profondeur : 0,50 mètre ;
- ◆ Pente longitudinale : 2 %.

7.1.2 ESTIMATION DE L'ECRETEMENT DES CRUES DE PROJET

Afin d'évaluer l'effet de cette décharge complémentaire sur les crues du Mongrenier, le modèle hydraulique initial a été repris afin de l'intégrer à la simulation.

La comparaison des résultats obtenus entre un état initial et un état avec la décharge permet d'estimer l'influence potentielle d'un tel ouvrage.

Les cartes de hauteurs d'eau (Figure 58 et Figure 59) indiquent une augmentation des hauteurs d'eau comprises entre 5 cm et 25 cm en aval du fossé de décharge, le long du remblai du canal. Au droit des enjeux, la diminution apparaît comme localisée et limitée (comprise entre 1 cm et 5 cm). Elle se cantonne essentiellement au droit d'une habitation de la rue des Basques.

Un tel ouvrage permet surtout une diminution effective des hauteurs d'eau en son aval, comme les simulations le mettent en évidence au droit du lit mineur du Mongrenier. Il ne permet donc pas de solutionner efficacement les problématiques d'inondation sur le secteur d'étude.

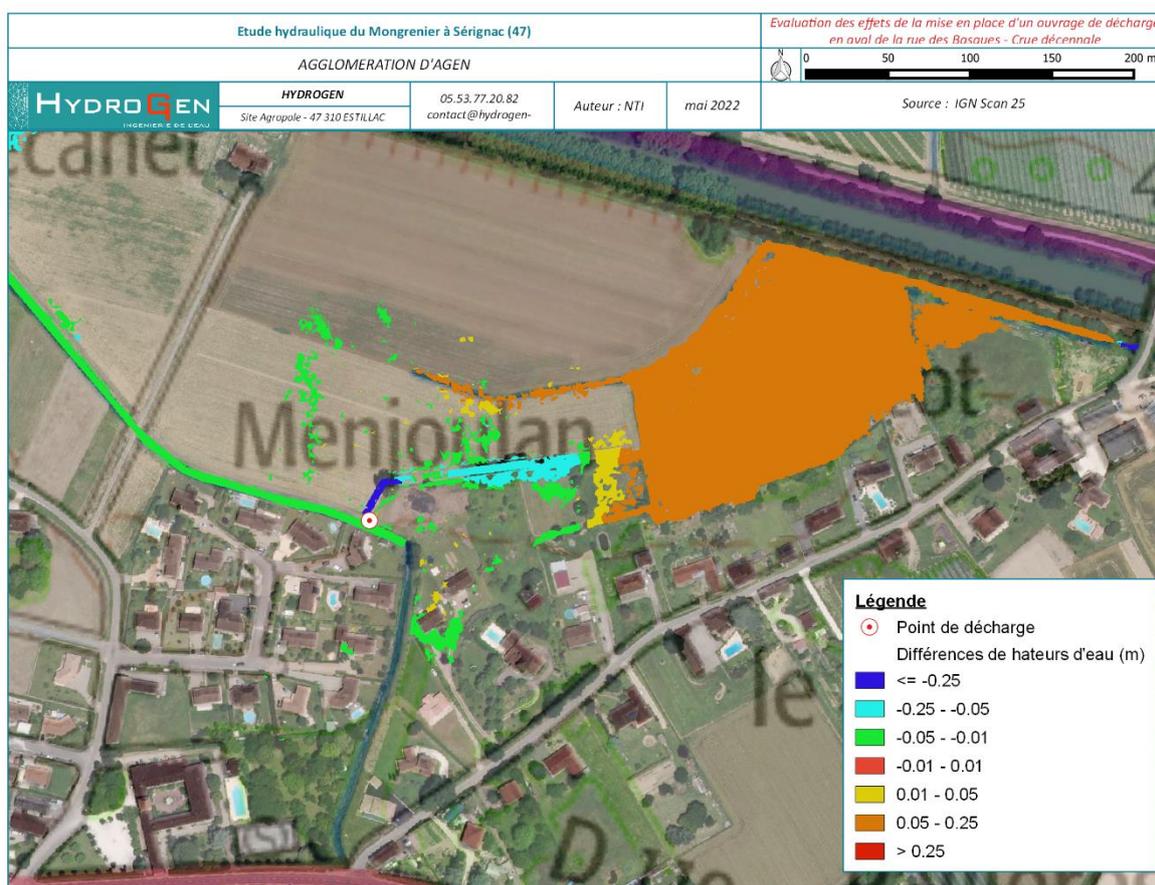


Figure 58. Comparaison des hauteurs d'eau simulées à l'état initial et avec l'ouvrage de décharge

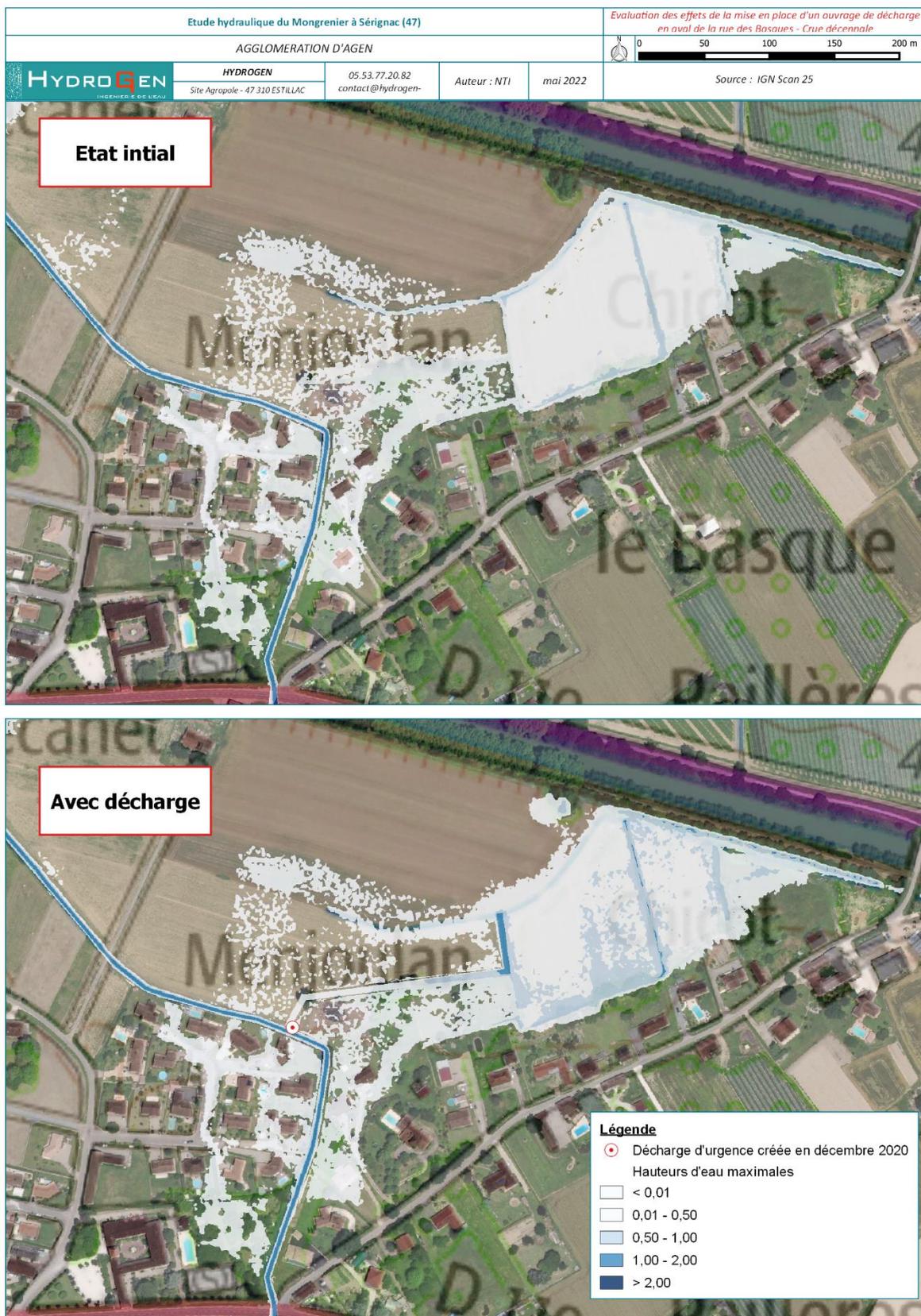


Figure 59. Hauteurs d'eau simulées à l'état initial et avec l'ouvrage de décharge

7.2 Scénario 2 : Création d'un ouvrage de stockage au droit de la peupleraie en amont de la rue de Mourens

7.2.1 LOCALISATION ET CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE

Il est projeté d'implanter l'ouvrage de stockage sur les parcelles ZB72 et ZB73 (Figure 60).

Il sera équipé d'un ouvrage d'entrée de type déversoir latéral, disposé sur la berge en remblai du Mongrenier. La largeur de cet ouvrage sera fonction de la période de retour de la crue de projet retenue.

Dans le cadre des simulations, la cote déversante de ce déversoir a été fixée à 44,50 m NGF, soit environ 1 mètre au-dessus du fond du lit du Mongrenier.

Afin de se prémunir du risque de débordement de l'ouvrage de stockage en cas de crue supérieure à celle de dimensionnement, il est proposé de réutiliser une partie des terres excavées pour le creusement de l'ouvrage pour constituer un merlon périphérique, dont la cote sera équivalente à celle des berges du Mongrenier. Cela permettra notamment de ne pas aggraver l'aléa en cas de crue supérieure à celle retenue pour le dimensionnement de l'ouvrage.

La vidange de l'ouvrage s'effectuera via une buse rejoignant le fossé de décharge du Mongrenier. Cette dernière sera équipée d'un clapet anti-retour évitant les retours d'eau depuis le fossé.

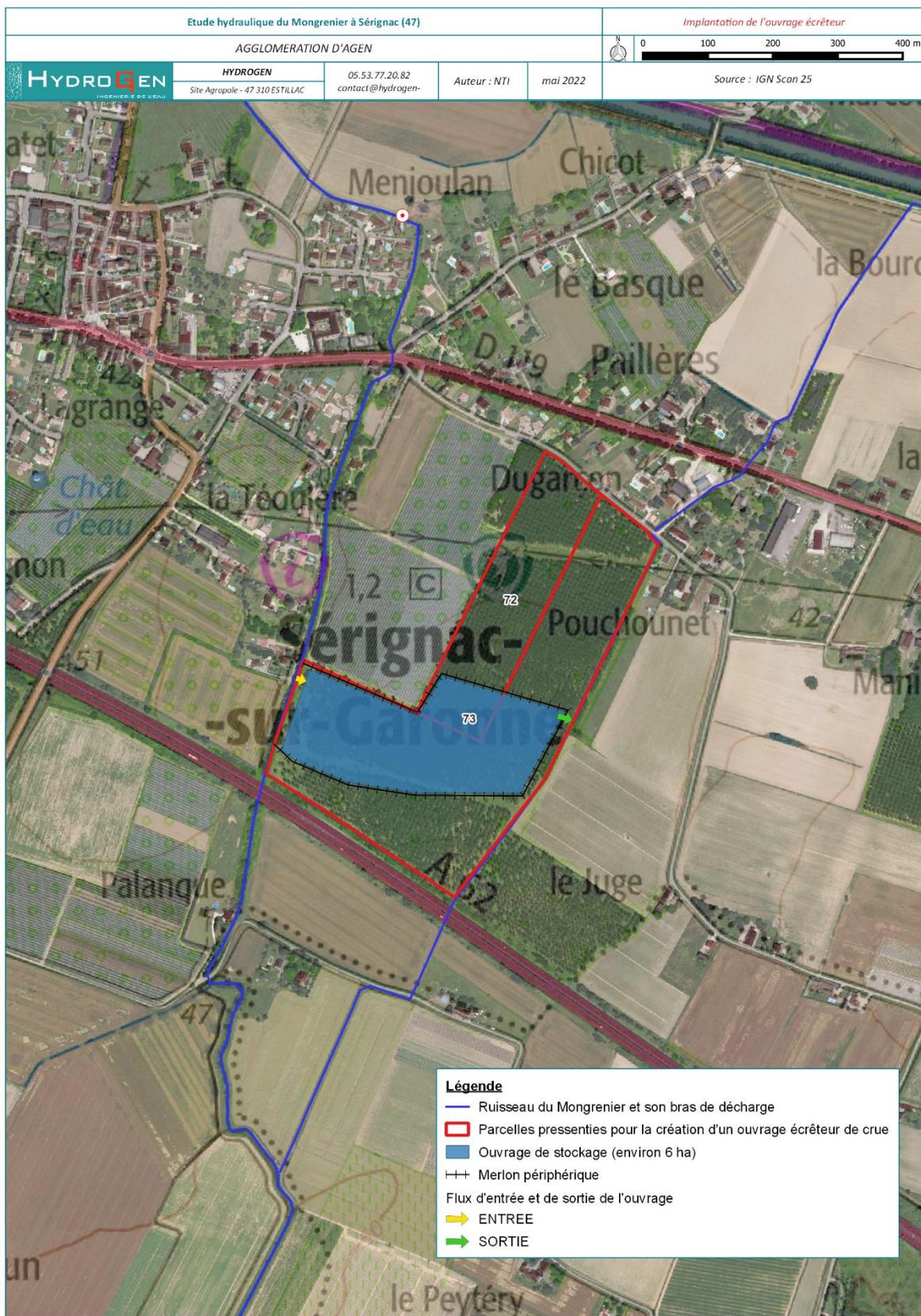


Figure 60. Implantation pressentie pour l'ouvrage écreteur

Le modèle hydraulique précédemment réalisé a été modifié et exploité pour estimer le volume utile à conférer à l'ouvrage écreteur pour protéger au mieux l'ensemble des enjeux identifiés.

Ainsi, il faudrait que cet ouvrage offre :

- ◆ 25 000 m³ pour la crue de projet de période de retour 10 ans ;
- ◆ 45 000 m³ pour la crue de projet de période de retour 20 ans ;
- ◆ 65 000 m³ pour la crue de projet de période de retour 50 ans.

7.2.2 DISPOSITIFS COMPLEMENTAIRES

Les différentes modélisations réalisées ont mis en évidence qu'en dépit de la mise en place de l'ouvrage écreteur et de la réduction du degré d'ouverture de la vanne de décharge amont, le refoulement des eaux du fossé de décharge en direction de la rue de Mourens persiste.

Pour limiter ces arrivées d'eau, des clapets anti-retours ont été disposés de part et d'autre de la rue de Mourens, au niveau de la traversée du fossé de décharge (Figure 61).

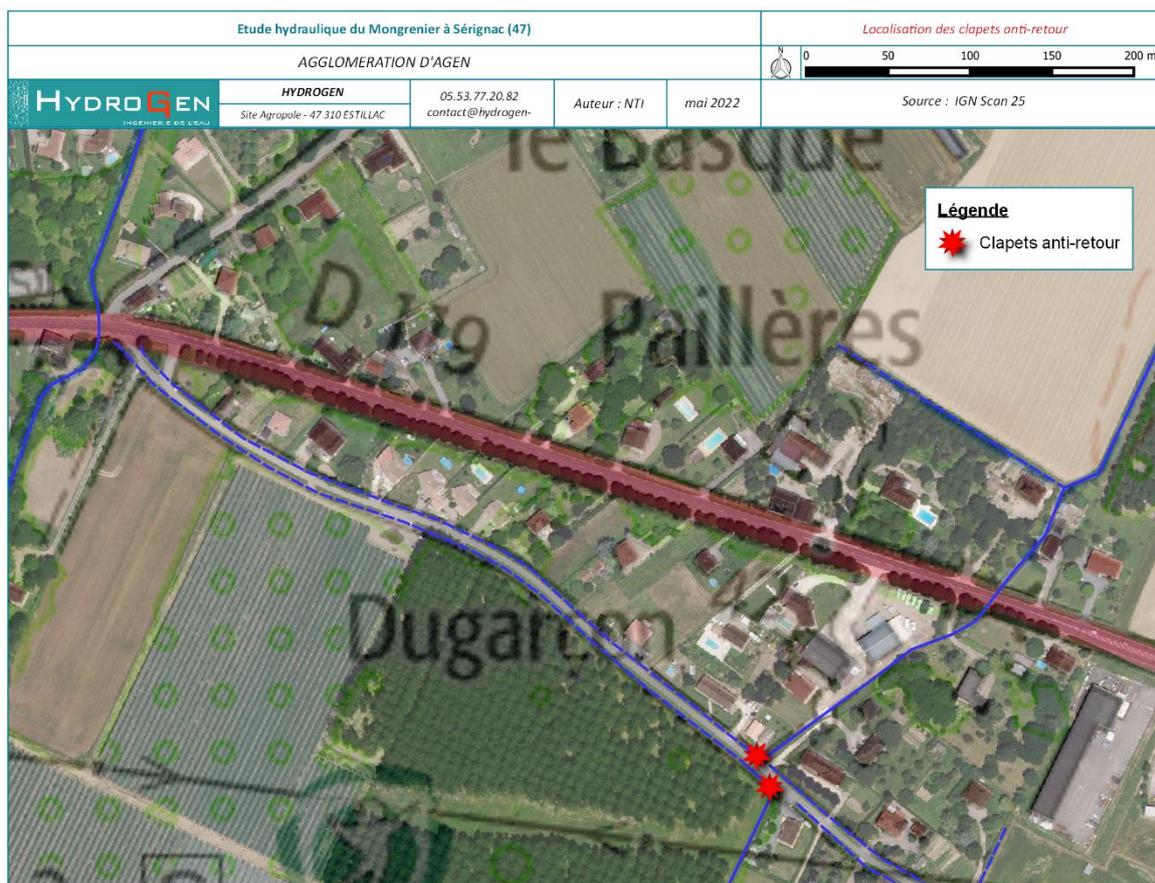


Figure 61. Localisation des clapets anti-retour rue de Mourens

7.2.3 EVALUATION DE L'ECRETEMENT DES CRUES DE PROJET

7.2.3.1 CRUE DE PROJET DECENNALE

La mise en place d'un bassin de stockage de 25 000 m³ (noté BR10) au droit de la peupleraie, avec un déversoir latéral de 15 m calé à la cote 44,50 m NGF, permet de protéger efficacement l'ensemble des enjeux pour une crue décennale.

Quelques débordements subsistent au niveau de la rue des Basques, mais ils sont de faible ampleur, avec des hauteurs d'eau inférieures à 20 cm qui ne semblent pas menacer l'intérieur des habitations.

L'exploitation du modèle hydraulique pour les différentes crues de projet permet d'évaluer le nombre d'habitation potentiellement impactées (cote de l'eau supérieure à la cote du seuil habitable) en considérant la réalisation d'un tel ouvrage de stockage :

- ◆ Pour une crue décennale, aucune habitation ne serait concernée ;
- ◆ Pour une crue vicennale, 1 habitation serait concernée rue des Basques avec de faibles hauteurs d'eau (< 5 cm) ;
- ◆ Pour une crue cinquantennale, 3 habitations seraient concernées rue des Basques avec de faibles hauteurs d'eau (< 5 cm) ;
- ◆ Pour une crue centennale, 3 habitations seraient concernées rue des Basques avec de faibles hauteurs d'eau (< 5 cm).

Les cartes présentées dans les pages suivantes rendent compte de l'impact de l'aménagement sur l'emprise de la zone inondable, pour la crue de dimensionnement de l'ouvrage ainsi que pour la crue centennale (Figure 62 et Figure 63).



Figure 62. Effets du bassin de stockage BR10 sur la crue décennale



Figure 63. Effets du bassin de stockage BR10 sur la crue centennale

7.2.3.2 CRUE DE PROJET VICENNALE

La mise en place d'un bassin de stockage de 45 000 m³ (noté BR20) au droit de la peupleraie, avec un déversoir latéral de 30 m calé à la cote 44,50 m NGF, permet de protéger efficacement l'ensemble des enjeux pour une crue vicennale.

Malgré la pose des clapets anti-retours, les refoulements d'eau rue de Mourens sont marqués mais n'affectent pas directement les enjeux pour la crue de projet.

L'exploitation du modèle hydraulique pour les différentes crues de projet permet d'évaluer le nombre d'habitations potentiellement impactées (cote de l'eau supérieure à la cote du seuil habitable) en considérant la réalisation d'un tel ouvrage de stockage :

- ◆ Pour une crue vicennale, aucune habitation ne serait concernée ;
- ◆ Pour une crue cinquantennale, aucune habitation ne serait concernée ;
- ◆ Pour une crue centennale, 1 habitation serait concernée impasse des Jardins avec de faibles hauteurs d'eau (< 5 cm).

Les cartes pages suivantes rendent compte de l'impact de l'aménagement sur l'emprise de la zone inondable, pour la crue de dimensionnement de l'ouvrage ainsi que pour la crue centennale (Figure 64 et Figure 65 Figure 63).



Figure 64. Effets du bassin de stockage BR20 sur la crue vicennale



Figure 65. Effets du bassin de stockage BR20 sur la crue centennale

7.2.3.3 CRUE DE PROJET CINQUANTENNALE

La mise en place d'un bassin de stockage de 65 000 m³ (noté BR50) au droit de la peupleraie, avec un déversoir latéral de 40 m calé à la cote 44,50 m NGF, permet de protéger efficacement l'ensemble des enjeux pour une crue cinquantennale.

Malgré la pose des clapets anti-retours, les refoulements d'eau rue de Mourens sont marqués mais n'affectent pas les directement les enjeux pour la crue de projet.

L'exploitation du modèle hydraulique pour les différentes crues de projet permet d'évaluer le nombre d'habitations potentiellement impactées (cote de l'eau supérieure à la cote du seuil habitable) en considérant la réalisation d'un tel ouvrage de stockage :

- ◆ Pour une crue cinquantennale, aucune habitation ne serait concernée ;
- ◆ Pour une crue centennale, 1 habitation serait concernée impasse des Jardins avec de faibles hauteurs d'eau (< 5 cm).

Les cartes pages suivantes rendent compte de l'impact de l'aménagement sur l'emprise de la zone inondable, pour la crue de dimensionnement de l'ouvrage ainsi que pour la crue centennale (Figure 64 et Figure 65 Figure 63).

Noter que le gain induit par un tel aménagement par rapport au bassin de stockage dimensionné pour une crue vicennale semble moindre, aussi bien en termes d'emprise de zone inondable qu'en termes d'enjeux protégés.



Figure 66. Effets du bassin de stockage BR50 sur la crue cinquantennale



Figure 67. Effets du bassin de stockage BR50 sur la crue centennale

7.3 Analyse coûts-bénéfices

L'analyse Coûts-Bénéfices (ACB) se base sur le guide méthodologique de l'analyse Coûts-Bénéfices de décembre 2010 publié par le Commissariat au Développement Durable.

L'objectif de l'ACB est d'identifier les aménagements rentables d'un point de vue économique. Pour cela, les coûts des aménagements sont comparés aux bénéfices associés. Ici les bénéfices correspondent aux dommages évités grâce aux aménagements, c'est-à-dire la différence entre les dommages à l'état initial et les dommages avec la mise en place des aménagements.

7.3.1 ESTIMATION DES COÛTS

Pour la réalisation de l'ACB, 4 situations d'aménagements sont considérées :

- ◆ Mise en place d'un bassin de 25 000 m³ pour gérer la crue décennale (BR10) ;
- ◆ Mise en place d'un bassin de 45 000 m³ pour gérer la crue vicennale (BR20) ;
- ◆ Mise en place d'un bassin de 65 000 m³ pour gérer la crue cinquantennale (BR50) ;
- ◆ Mise en place de protections individuelles types batardeaux (hors système d'alerte).

En complément à ces aménagements, des clapets anti-retours sur le fossé de la rue de Mourens permettent de limiter les inondations.

L'estimation des coûts pour chaque situation d'aménagements est présentée dans le tableau suivant, hors acquisition foncière et hors entretien (Tableau 25).

	BR10	BR20	BR50	Protections individuelles*
Coût (hors foncier)	550 k€	870 k€	1 050 k€	70 k€

Tableau 25. Estimation des coûts pour les situations d'aménagement

**Compte-tenu de la réactivité du bassin versant du Mongrenier, il conviendrait de mettre en place un système d'alerte permettant de prévenir préalablement les habitants afin qu'ils puissent mettre en place les dispositifs avant l'arrivée de la crue.*

7.3.2 ESTIMATION DES DOMMAGES EVITES

Les bâtiments pouvant être impactés par des crues sont tous des habitations. L'ACB sera donc réalisée uniquement sur ce type d'enjeu. Elle n'intègre pas les coûts liés aux dommages pouvant être causés aux voiries ou encore aux effets personnels se trouvant hors plancher habitable (par exemple dans les jardins, dans les garages ou sur les parkings).

A partir de l'exploitation du modèle hydraulique, le nombre d'habitations concernées par les crues de projet de période de retour 10, 20, 50 et 100 ans a été estimé en situation initiale et en fonction du scénario d'aménagement (Tableau 26).

Concernant la mise en place de protections individuelles, au vu des hauteurs d'eau impactant les habitations à l'état initial (<20 cm), elles permettraient de protéger les habitations pour les crues de projet de période de retour 10, 20, 50 et 100 ans. De tels dispositifs requièrent néanmoins l'action humaine avant la venue de la crue. Cela suppose donc que les habitants soient prévenus de la potentielle crue en amont et qu'ils soient présents. Les éventuelles absences des riverains et défaillances des équipements ne sont pas prises en compte.

Crue de projet	Q10	Q20	Q50	Q100
Nombre d'habitations concernées INITIAL	5	6	8	9
Nombre d'habitations concernées BR10	0	1 (< 5 cm)	3 (< 5 cm)	3 (< 5 cm)
Nombre d'habitations concernées BR20	0	0	1 (< 5 cm)	2 (< 5 cm)
Nombre d'habitations concernées BR50	0	0	0	2 (< 5 cm)
Nombre d'habitations concernées Protections individuelles	0	0	0	0

Tableau 26. Nombre d'habitations concernées par les crues de projet

Les dommages associés aux logements en zone inondable ont été estimés à partir des fonctions de dommages proposées dans la méthodologie de l'ACB. Ces fonctions de dommages tiennent compte des caractéristiques du logement avec notamment la présence d'étages et de sous-sols. Un exemple de fonction de dommages est présenté ci-dessous avec l'évaluation des dommages en euro par m² d'habitation en fonction de la hauteur d'eau atteinte dans le logement (Figure 68).

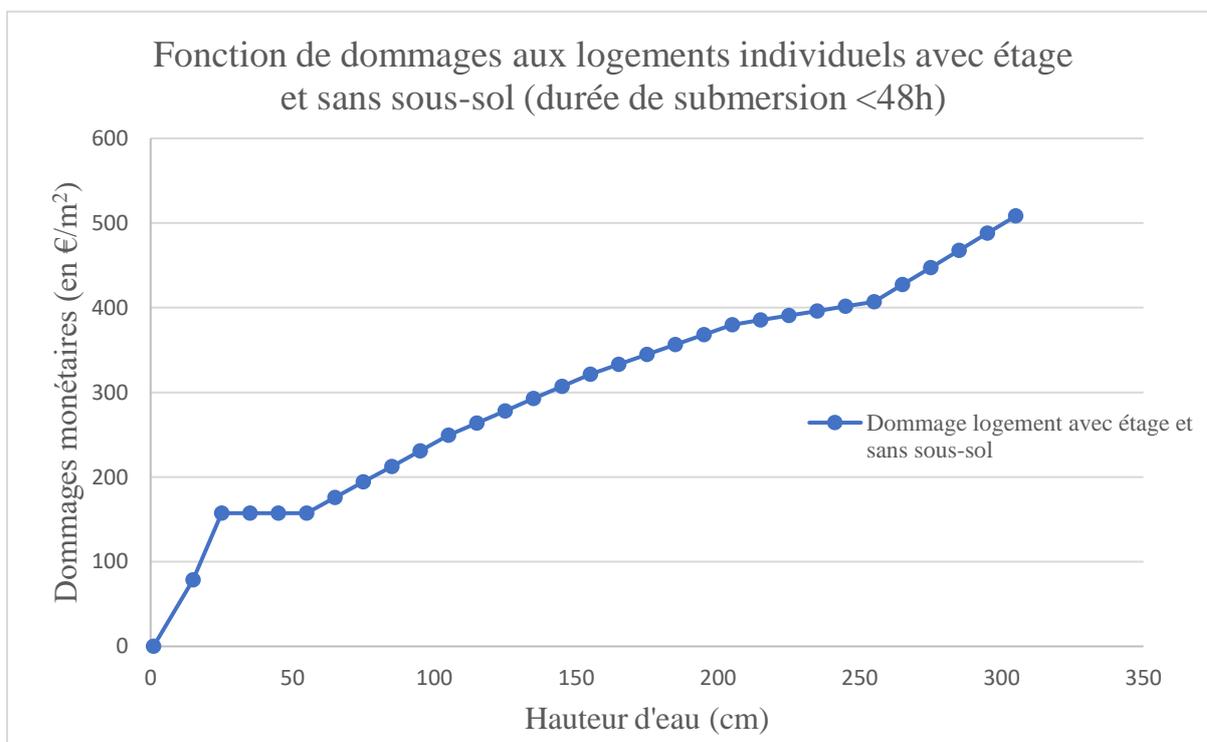


Figure 68. Fonction de dommages aux logements individuels avec étage et sans sous-sol et pour une durée de submersion inférieure à 48 h

A partir des hauteurs d'eau dans les habitations et du type de logement (présence d'étage et de cave), les dommages liés aux logements sont estimés pour chaque situation et chaque crue (Tableau 27).

Crue de projet	Q10	Q20	Q50	Q100
Dégâts estimés INITIAL	88 k€	107 k€	156 k€	212 k€
Dégâts estimés BR10	-	17 k€	51 k€	51 k€
Dégâts estimés BR20	-	-	-	19 k€
Dégâts estimés BR50	-	-	-	19 k€
Dégâts estimés Protections individuelles	-	-	-	-

Tableau 27. Estimation des dommages sur les logements

Les dommages occasionnés par les crues de projet en situation initiale et après aménagement sont comparés. En tenant compte de la période de retour des crues, il est possible d'estimer les dommages évités moyens par an pour chaque aménagement (Tableau 28).

	BR10	BR20	BR50	Protections individuelles
Dommages Evités Moyens par An	14 000 €	16 000 €	16 000 €	16 000 €

Tableau 28. Estimation des dommages évités annuellement

Dans les faits, les maisons qui restent impactées quel que soit le scénario d'aménagement le sont avec de faibles hauteurs d'eau. Ainsi l'ensemble des situations projetées présente des dommages évités moyens par an du même ordre de grandeur.

7.3.3 EVALUATION DE LA RENTABILITE DES SCENARIOS D'AMENAGEMENT

L'évaluation de la rentabilité des scénarios d'aménagement se base sur le calcul de la Valeur Actualisée Nette (VAN). Cet indicateur permet d'évaluer si l'aménagement est souhaitable d'un point de vue économique.

$$VAN = -CI + \sum_{i=1}^n \frac{DEMA - CE_i}{(1+r)^i}$$

Avec :

- ◆ r : le taux d'actualisation, égal à 2,5% jusqu'en 2070 puis égal à 1,5% ;
- ◆ CI : les coûts initiaux du projet ;
- ◆ CE_i : les coûts annuels différés à l'année i ;
- ◆ DEMA : les dommages évités moyens annuels ;
- ◆ n : l'horizon temporel de la mesure (ici égal à n).

Une VAN positive indique un projet économiquement souhaitable. L'application de la formule précédente permet alors de déterminer la durée d'amortissement des aménagements. Pour cela, il convient de déterminer la valeur de n conduisant une VAN positive. Les résultats ainsi obtenus pour les différents scénarios sont présentés ci-après (Tableau 29).

	BR10	BR20	BR50	Protections individuelles
Coût (hors foncier)	550 k€	870 k€	1 050 k€	70 k€
Dommages Evités Moyen par An	14 000 €	16 000 €	16 000 €	16 000 €
Durée d'amortissement (hors frais entretien)	79 ans	170 ans	-	5 ans
Investissement max pour amortissement en 50 ans	400 k€	450 k€	450 k€	-

Tableau 29. Analyse coûts bénéfiques des aménagements

L'Analyse Coûts-Bénéfices met en évidence des durées d'amortissement extrêmement variables en fonction des aménagements projetés.

Le scénario pour lequel cette durée est la plus courte correspond à la mise en place de protections individuelles, pour lequel elle survient après 5 ans. Il s'agit donc là de la mesure potentiellement la plus intéressante d'un point de vue coûts-bénéfices. Cela s'explique principalement par l'investissement mesuré qu'elle représente au regard de la protection offerte compte-tenu des faibles hauteurs d'eau potentielles. Toutefois, la mise en place des batardeaux avant l'arrivée de la crue est totalement dépendante de l'action humaine, ce qui constitue une limite majeure à ce scénario.

La durée d'amortissement d'un bassin de stockage dimensionné pour gérer une crue de période de retour 10 ans est estimée à près de 80 ans. Elle est de 170 ans pour celui permettant de gérer une crue vicennale, quand celui pour une crue cinquantennale ne peut pas être amorti.

Il convient de rappeler que l'ACB ne tient pas compte des désordres occasionnés dans les parties non habitables (garages, jardins, ...) ni ceux au droit des infrastructures routières ou autre. A l'inverse de la mise en place de protections individuelles, la création d'un ouvrage de stockage, bien que moins rentable au regard de l'ACB, permettrait de diminuer les hauteurs d'eau au droit de l'ensemble des enjeux. A ce titre, la mise en place d'un bassin écrêteur dimensionné pour une crue de 10 ans reste à considérer.

SYNTHESE DE L'ETUDE

La présente étude porte sur les analyses hydrologique et hydraulique du Mongrenier à Sérignac-sur-Garonne.

Elle permet de caractériser les crues susceptibles de se produire au niveau du bourg de Sérignac-sur-Garonne, pour des récurrences comprises entre 5 ans et 100 ans ainsi que les crues récentes de décembre 2020 et de septembre 2021.

Le Mongrenier et son bras de décharge ont fait l'objet d'une modélisation hydraulique afin de représenter leur fonctionnement en période de crue. Les principales zones de débordements potentielles ont ainsi pu être mises en évidence, et les enjeux pouvant être impactés identifiés.

Les principaux secteurs concernés par les inondations du Mongrenier sont la rue de Mourens ainsi que des habitations de l'impasse des Jardins et de la rue des Basques. En conditions d'écoulement normales, c'est-à-dire sans formation d'embâcles, les hauteurs d'eau au niveau des planchers habitables apparaissent modérées et inférieures à 0,50 m même en cas de crue centennale.

Il convient toutefois de noter que la crue de décembre 2020 a mis en évidence le caractère sensible du secteur aux embâcles qui expliquent pour partie les hauteurs d'eaux observées lors de cette crue. Un entretien raisonné et régulier de la végétation rivulaire semble donc nécessaire, en particulier à l'aval du franchissement de l'autoroute A62 où les débordements du Mongrenier sont susceptibles d'atteindre les secteurs à enjeux.

Afin de réduire la vulnérabilité des enjeux, des pistes de réflexion sur les mesures de protection et sur les aménagements hydrauliques pouvant être mis en place ont été développées. Les solutions apparaissant comme les plus pertinentes dans le cas présent sont la mise en place de protections individuelles (type batardeaux) au droit des seuils habitables ou la création d'un ouvrage de stockage au droit de la peupleraie située rive droite du Mongrenier, en amont de la rue de Mourens.

Une analyse coûts-bénéfices (ACB) a été entreprise sur la réalisation de ces deux scénarios. Elle montre que la durée d'amortissement de la mise en place de protections individuelles est de quelques années, quand celle de la réalisation d'un ouvrage de stockage amont est d'au moins 80 ans pour gérer une crue décennale (hors coûts d'acquisition foncière et d'entretien).

Cette analyse reste à nuancer par le fait qu'elle ne tient pas compte des désordres occasionnés dans les parties non habitables (garages, jardins, ...) ni ceux au droit des infrastructures routières ou autre. A l'inverse de la mise en place de protections individuelles, la création d'un ouvrage de stockage, bien que moins rentable au regard de l'ACB, permettrait de diminuer les hauteurs d'eau au droit de l'ensemble des enjeux. A ce titre, la mise en place d'un bassin écrêteur dimensionné pour une crue de 10 ans reste à considérer.