

Etude du risque inondation par ruissellement à Sennely

Document non technique

Rapport d'étude

Juin 2025

Etude du risque inondation par ruissellement à Sennely

Document non technique

Commanditaire : SEBB

Auteur : Rémi TRENMANN

Responsable du rapport

Rémi TRENMANN – Agence de Blois – GRISOM

Direction Territoriale Normandie – Centre | Agence de Blois | 11 rue Laplace CS 32912 41029 Blois - FRANCE

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1.0	13/05	RAS
2.0	15/05	Réécriture section 2

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
R. TRENMANN	RISOM	Auteur principal	13/05/25	RT
L. BARREAU	RISOM	Relecteur	14/05/25	LB
H. BARRIERE	RISOM	Relecteur	16/05/25	HB

Image de couverture : SDIS 45 – Sennely – 14 juillet 2021

SOMMAIRE

1	Contexte et objectifs de l'étude.....	4
2	Méthode et outils employés pour l'étude	5
2.1	Exemples de paramètres	6
2.1.1	Frottement	6
2.1.2	Ouvrages	7
2.1.3	Altitudes.....	7
2.2	Calage et sensibilité	8
2.3	Exploitation du modèle	10
3	Analyse des points noirs hydrauliques	11
4	Analyse de la dynamique des inondations à Sennely	12
5	Conclusion.....	13

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

La commune de Sennely a subi d'importantes inondations par deux fois au cours des dernières années (2016 et 2021). Suite à ces catastrophes naturelles rapprochées, la commune a sollicité le Syndicat d'Entretien du Bassin du Beuvron (SEBB) afin de tenter de réduire le risque inondation sur le village de Sennely. Le syndicat a commandité une étude hydraulique au Cerema afin d'étudier le fonctionnement du ruisseau de la Tannerie à l'origine des inondations de Sennely. Le Cerema a donc réalisé une étude du bassin versant du ruisseau de la Tannerie, modélisé et cartographié les inondations de 2016 et 2021. Le Cerema a également réalisé les calculs pour cartographier les inondations qui pourraient survenir pour plusieurs pluies de catégories fortes à extrêmement fortes.

L'étude menée, en plus de la cartographie des inondations, devait identifier les sources possibles des inondations et les facteurs aggravants associés.



Figure 1 : Vue aérienne des inondations de Sennely - 14 juillet 2021 matin - Image SDIS 45



Figure 2 : Photographie des inondations de 2016 (Grande rue) - image transmise par la Mairie

2 METHODE ET OUTILS EMPLOYES POUR L'ETUDE

L'étude menée par le Cerema repose essentiellement sur l'usage d'un modèle hydraulique numérique bidimensionnel. Ce modèle permet de calculer de façon simplifiée les différents phénomènes ayant lieu lors d'une inondation générée par du ruissellement. Ce modèle réalise tous les calculs (hauteurs, vitesses, volumes) pour chaque maille.

Ainsi, le modèle permet de représenter l'origine du ruissellement, calculant la part de pluie étant infiltrée dans le sol et la part de pluie s'écoulant sur le sol. Il permet également de simuler le comportement de l'eau, son stockage et son écoulement sur le sol mais aussi dans les ouvrages enterrés comme les buses et tuyaux.

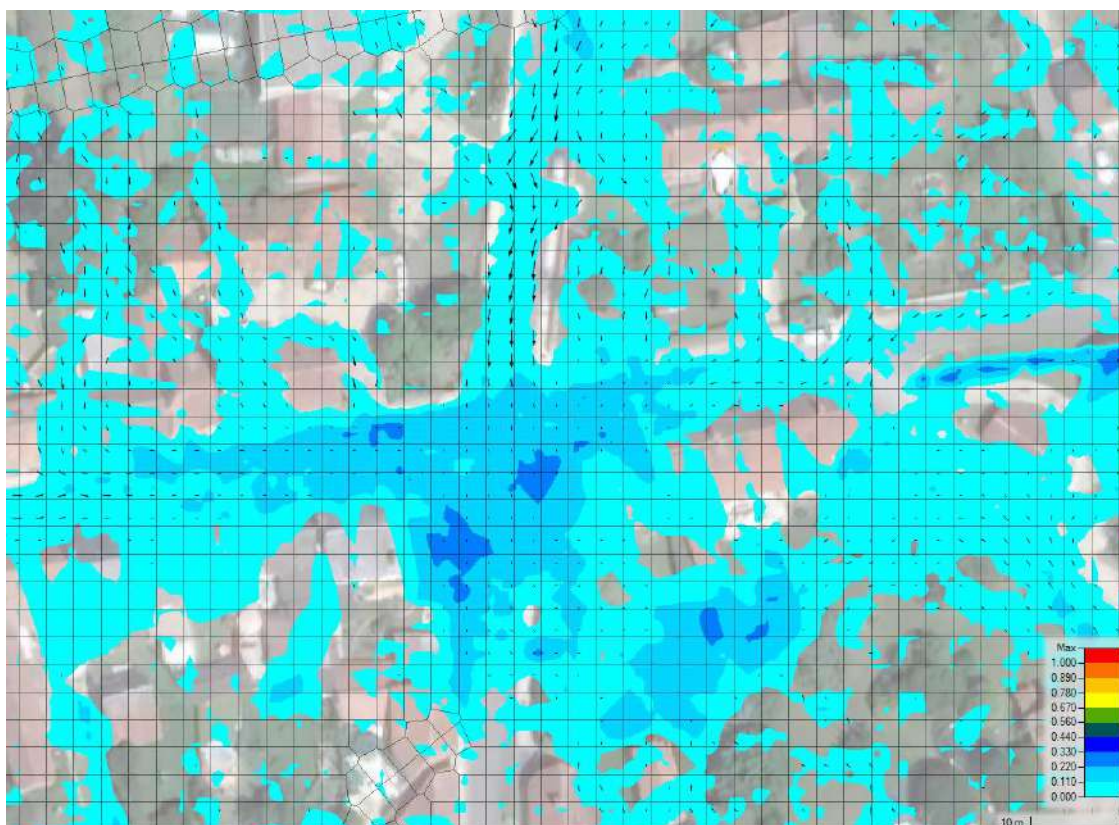


Figure 3 : Capture d'écran du maillage utilisé, de hauteurs d'eau et directions des écoulements pour une des simulations - Zoom sur l'intersection Grand Rue - rue Creuse

Ce modèle prend en compte un certain nombre de paramètres dans ses calculs. Ces paramètres traduisent :

- L'altitude des terrains et la forme des fossés ;
- La résistance aux écoulements dues à l'occupation du sol (frottements) ;
- Les buses et ponts ;
- La transformation de la pluie en ruissellement.

Chacun de ces paramètres est issu de données variées. Par exemple, la part d'eau de pluie transformée en ruissellement est calibrée à partir du sol et de ce qui est présent sur le sol (route, forêt, pâture, culture ...).

Le frottement est déterminé à partir de l'occupation du sol : par exemple, des taillis ou des cultures freinent l'eau beaucoup plus qu'une surface en bitume.

L'altitude est connue en utilisant un Modèle Numérique de Terrain (image dans laquelle la valeur des pixels traduit celle de l'altitude) fourni par l'IGN.

Ce frottement, avec l'altitude, conditionne l'écoulement de l'eau. Les variations d'altitudes définissant la direction de l'écoulement et le frottement influencent la vitesse de l'eau.

2.1 Exemples de paramètres

2.1.1 Frottement

La résistance à l'écoulement (frottement) est exprimée en Manning, du nom d'un des auteurs d'une formule de calcul des écoulements, où une valeur proche de 1 représente un frottement fort et une valeur proche de 0, un frottement très faible.

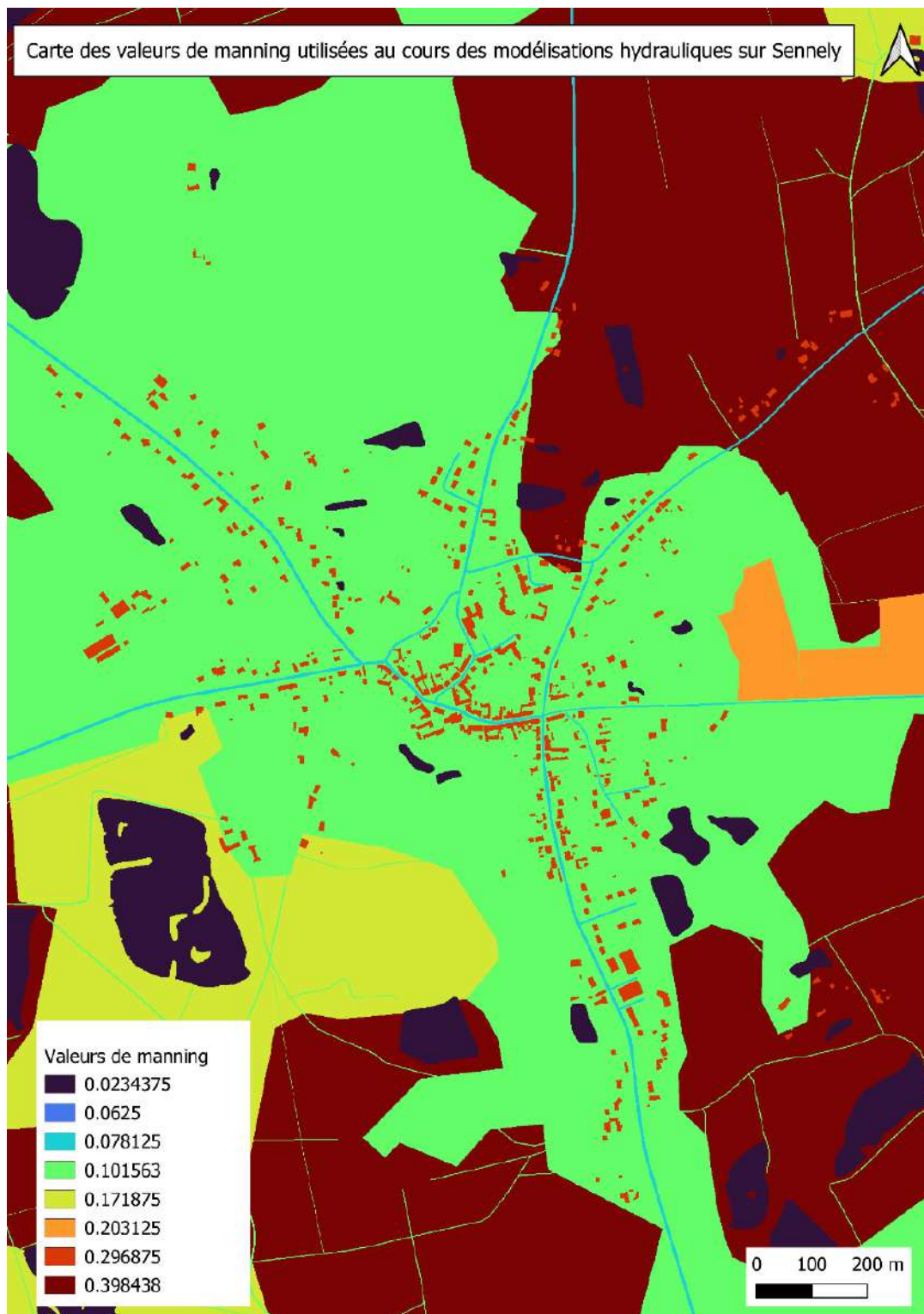


Figure 4 : Valeurs de Manning retenues pour les modélisations – Extrait sur Sennely

Les bâtiments, le réseau routier et les étangs sont particulièrement visibles sur la carte des frottements, les premiers étant les multiples petits rectangles rouges, le second étant visible en bleu clair et les étangs en violet

2.1.2 Ouvrages

Les réseaux enterrés et les différents passages du ruisseau sous des routes ou chemins qui ont été traités avec des objets particuliers dans le modèle (nommés « pipes ») permettant de représenter leurs effets sur l'écoulement (Figure 5).

Ces objets permettent également de voir le niveau de remplissage de la canalisation conduisant le ruisseau de la Tannerie au niveau du village de Sennely.

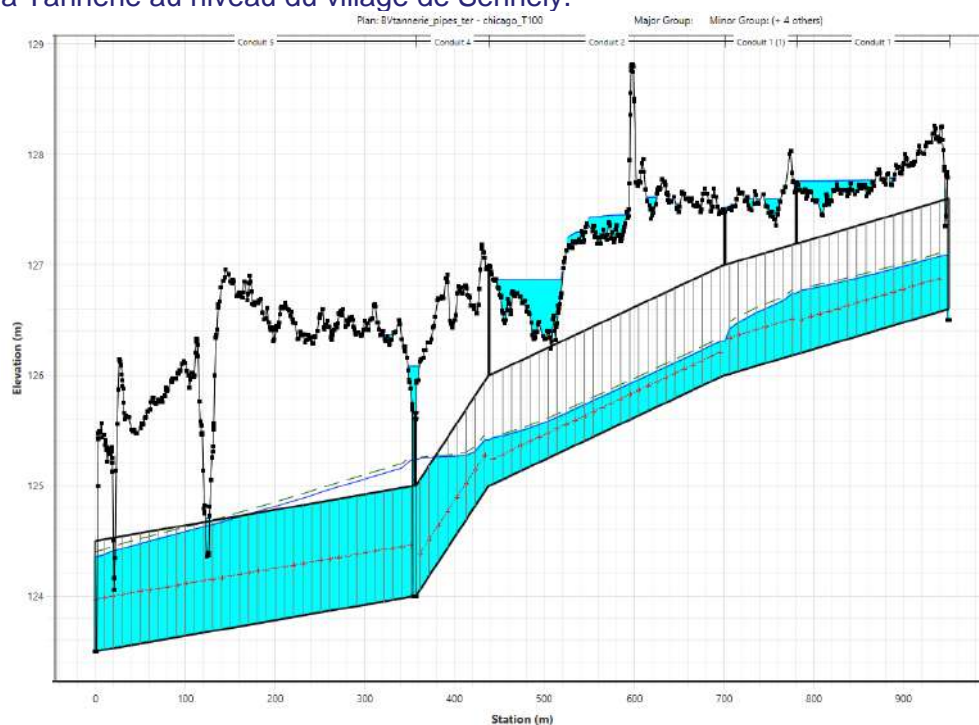


Figure 5 : Vue du profil en long du busage du ruisseau de la Tannerie sous Sennely - avec niveaux d'eau différenciés en surface et dans le busage

2.1.3 Altitudes

Les altitudes sont issues d'un MNT à pas de 1m. Cela signifie que pour chaque mètre carré une valeur d'altitude est disponible.

Les données d'altitudes utilisées sont présentées en Figure 6. Les variations d'altitudes sont représentées par une variation de couleurs. Les zones les plus hautes sont en gris et les plus basses en bleu clair. Les limites des bâtiments de la commune ont été ajoutées afin de servir de repères.

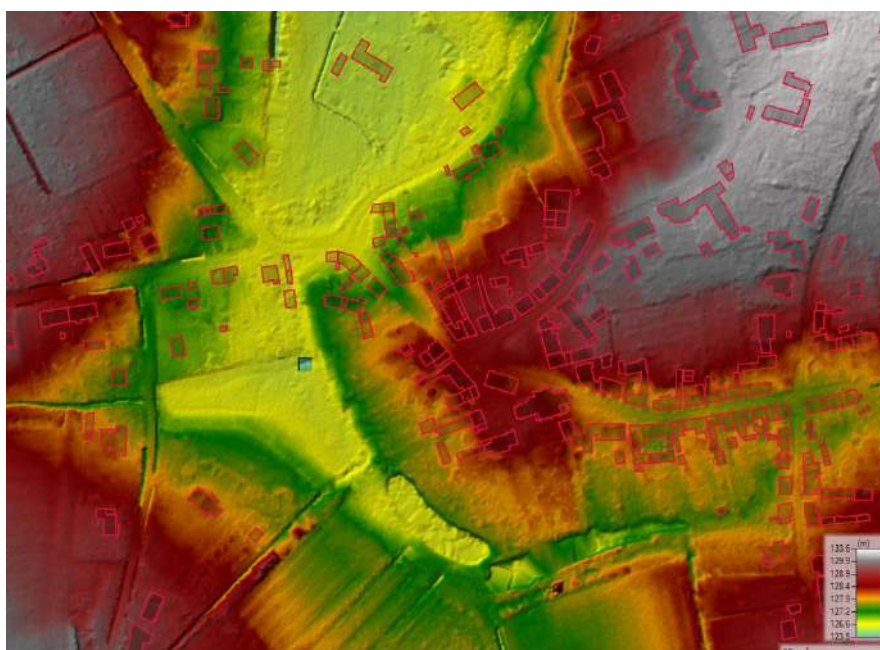


Figure 6 : Vue colorisée des altitudes au niveau du village de Sennely

2.2 Calage et sensibilité

L'ensemble des paramètres utilisés dans le modèle doivent être réglés (calés) afin que le modèle représente fidèlement la réalité. Ce calage est réalisé en comparant les résultats issus du modèle et les témoignages qui ont pu être obtenus à Sennely. Le but du calage est de parvenir aux écarts les plus faibles possibles entre simulation et observations.

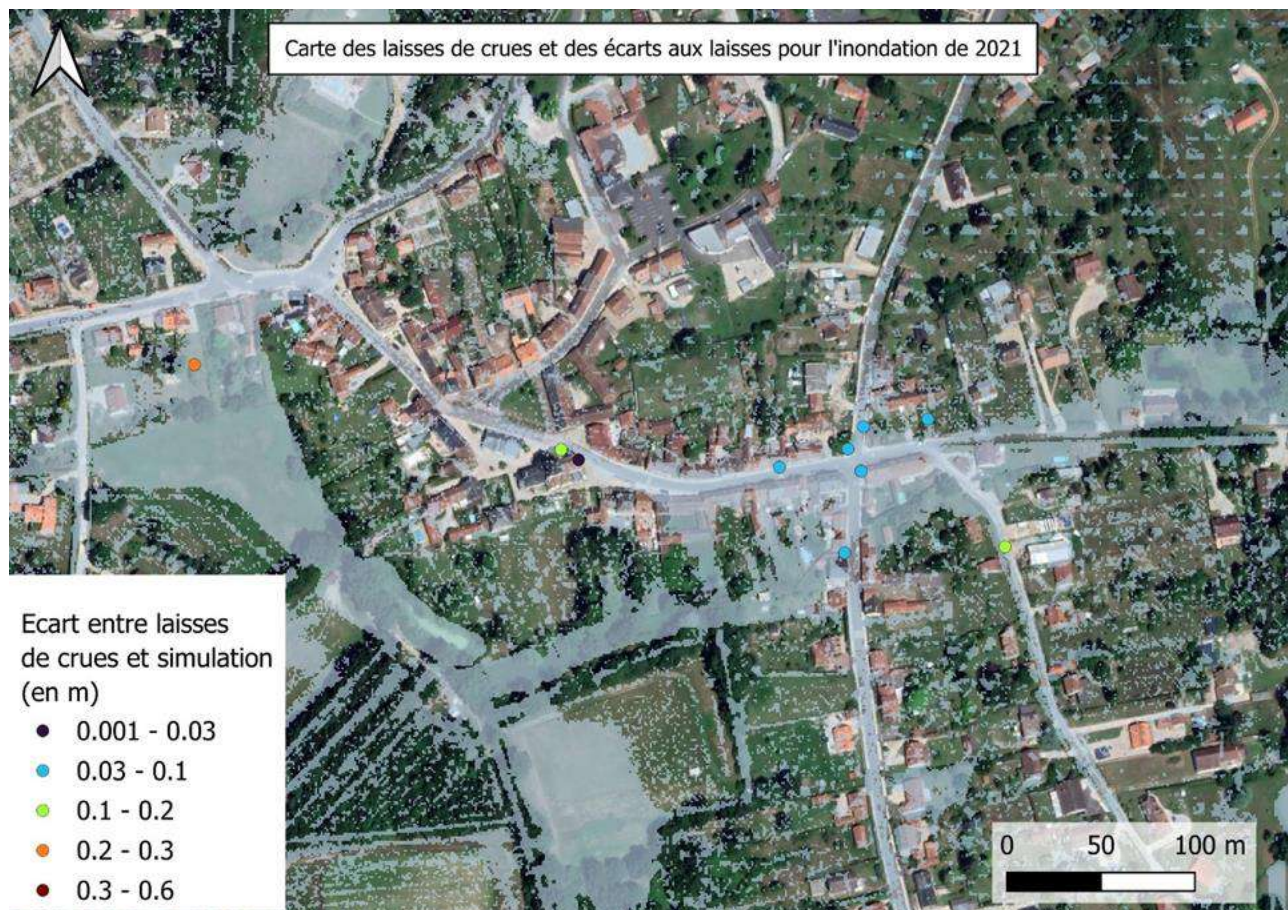


Figure 7 : Cartes des zones inondées en 2021 et différence entre les simulations et les témoignages recueillis.

Le modèle construit pour cette étude a été calé en utilisant les témoignages des inondations de 2016 et 2021. Ces témoignages prennent la forme de photographies des événements (transmises par la Mairie) et d'indications d'habitants. Ces informations sur les inondations ont permis de connaître l'altitude atteinte par les eaux en plusieurs endroits de la commune. Le modèle vise à reproduire au mieux ces altitudes d'eau.

Le modèle calé a permis de cartographier les zones inondées suite aux pluies de mai-juin 2016 et de juillet 2021.

Figure 8 : Nivellement d'une indication de la hauteur maximale atteinte par l'inondation. La pointe de la cane indiquant la hauteur atteinte / Cerema 2024.



Le nombre de paramètres utilisés fait que tous ne peuvent pas être calés. L'objectif est alors de mesurer l'impact d'une erreur sur les paramètres ne pouvant pas être calés à travers une analyse de sensibilité.

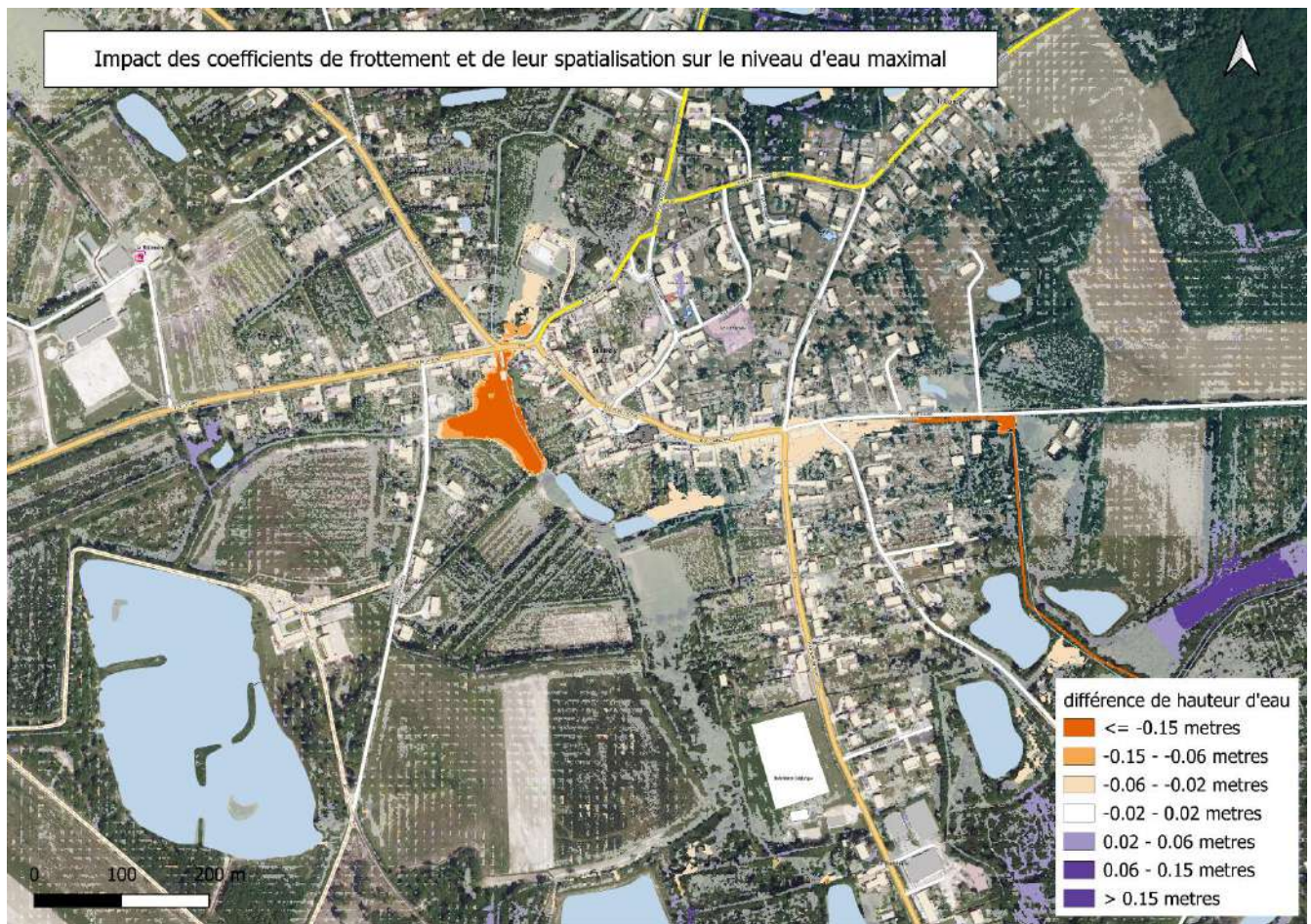


Figure 9 : Modifications des hauteurs d'eau maximales (par rapport aux modélisations réalisées) si les coefficients de frottement sont laissés aux valeurs de base

Il est ainsi remarqué que si les valeurs par défaut sont conservées en lieu et place de valeurs adaptées, cela conduit à une modification de la hauteur d'eau estimée de 2 à 6 centimètres dans la Grand rue mais de 15 à 20 cm au niveau de l'avaloir. Ces écarts restent cependant assez faibles, le modèle est alors jugé peu sensible au choix du coefficient de frottement.

2.3 Exploitation du modèle

Ce modèle hydraulique est ensuite exploité afin de mieux cerner le fonctionnement du bassin versant du ruisseau de la Tannerie et la genèse des inondations à Sennely. Pour cela, la « réponse » du bassin versant de la Tannerie à plusieurs types de pluies a été modélisée. Pour mieux comprendre d'où proviennent les inondations et à quel moment chaque secteur est inondé, le Cerema a modélisé huit scénarios de pluies différentes. Ces huit scénarios sont composés de :

- Trois pluies fortes ayant été observées à proximité de Sennely ;
- Quatre pluies différentes de période de retour 100 ans ;
- Une pluie de période de retour 20 ans.

Les pluies fortes observées servent à représenter la réaction du sol et les inondations produites pour des pluies complexes. Ces pluies permettent de mieux comprendre le déroulement des inondations sur Sennely en cas de pluie d'intensités très variables au cours du temps. Elles ont été choisies car leurs périodes de retour sont au moins supérieures à 20 ans.

Les pluies théoriques (période de retour 100 ans et 20 ans) permettent d'observer le déroulement de l'inondation pour une fréquence d'apparition définie précisément en évitant des phénomènes complexes de multiples pics d'intensité pluvieuse.

Les hyétogrammes (évolutions de la hauteur de pluie dans le temps) des pluies réelles sont présentés en

Figure 10.

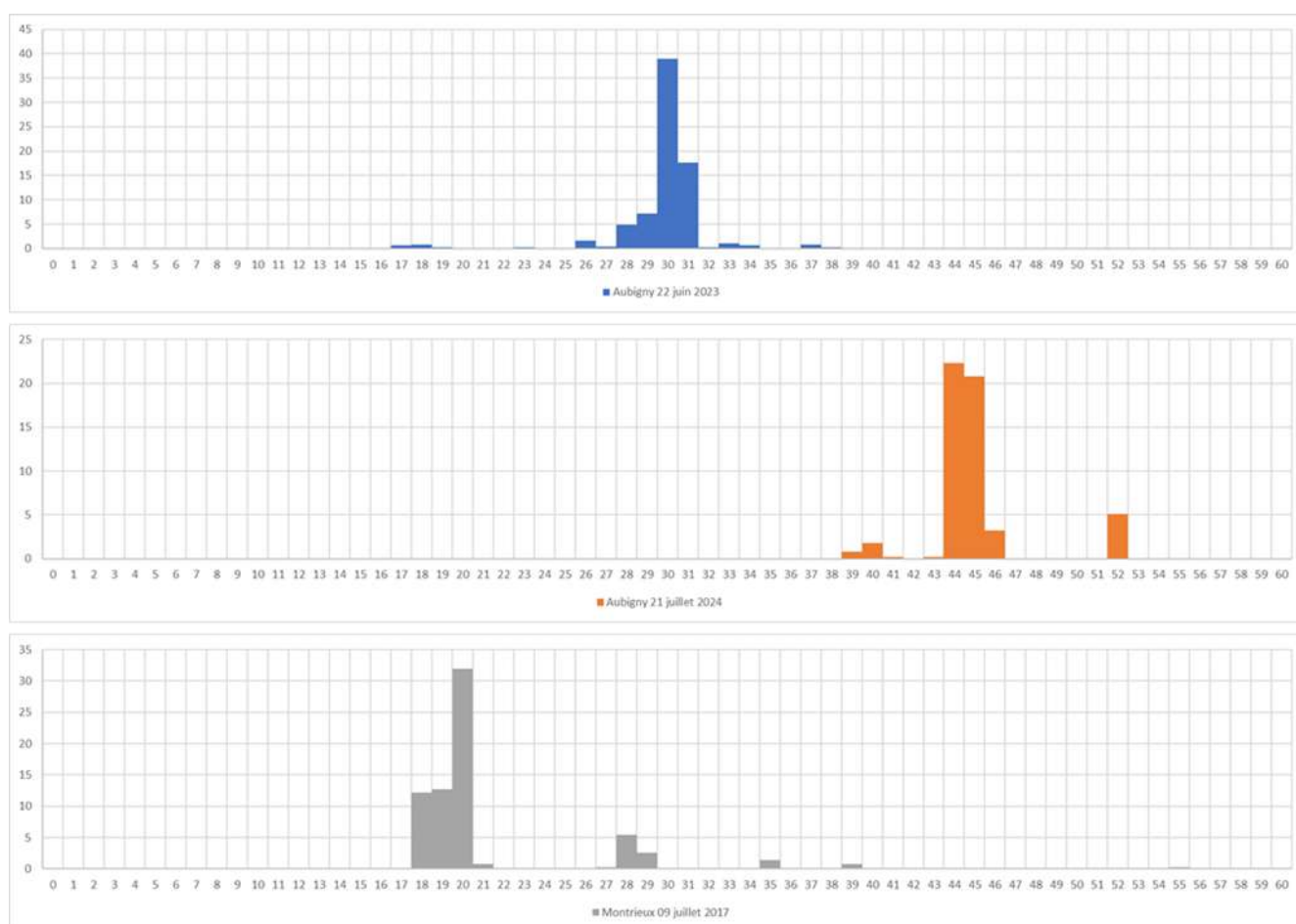


Figure 10 : Pluies fortes observées à Aubigny-sur-Nère et Montrieux. Ordonnées en mm et abscisses en heures.

3 ANALYSE DES POINTS NOIRS HYDRAULIQUES

Ces pluies théoriques ont également été intensivement exploitées pour identifier les éventuels facteurs aggravant l'inondation et autres points noirs hydrauliques. Par leurs formes « simples », elles permettent d'éviter des interprétations erronées sur la dynamique de l'inondation.

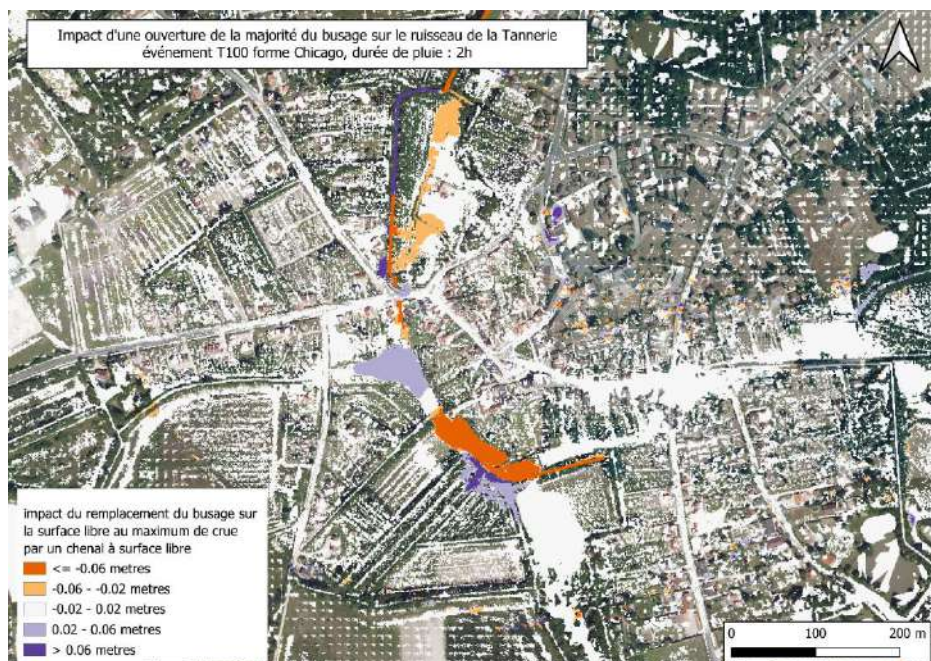


Figure 11 : Impact sur les niveaux maximaux du remplacement du busage par un chenal ouvert



Figure 12 : Image aérienne de 1977 (IGN) sur lesquelles les traces des travaux de busage sont visibles (entourés en rouge)

Les deux principales hypothèses de « facteurs aggravants » testées ont concerné la gestion des étangs et le busage du ruisseau sous la commune. L'impact de ces deux éléments a été estimé en comparant les inondations en présence des étangs et du busage et une configuration où ces éléments ont été neutralisés. L'impact des étangs et de leur gestion a été mesuré en comparant une situation où les étangs ne transmettent pas d'eau à l'aval (bonde fermée, pas de déversement) et une situation où les digues des étangs sont entaillées sur une largeur de 4 à 6 m. Ces entailles dans les digues d'étangs permettent l'évacuation de toute l'eau qui est reçue par l'étang au cours de la pluie. L'impact du busage est mesuré en comparant la situation busée avec une estimation de ce qu'était le ruisseau de la Tannerie dans Sennely avant 1975 (Figure 12). Cette estimation a été réalisée à partir de photographies aériennes d'époque et des sections du ruisseau qui n'ont pas été modifiées.

Les comparaisons ont montré que ni les étangs, ni le busage n'avaient d'impact sensible sur les niveaux d'eau dans Sennely. La gestion des étangs impacte uniquement la durée de l'inondation. Le busage du cours d'eau n'a quant à lui quasiment aucun impact sur l'inondation. Il est suffisamment bien dimensionné pour permettre le transit d'un écoulement plus important que celui qui peut être accepté par le ruisseau de la Tannerie en aval du village.

4 ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES INONDATIONS A SENNELY

Les inondations touchant Sennely sont exclusivement d'origine pluviale. La cause principale des inondations est liée à une pluie dépassant significativement les capacités d'absorption des sols. La problématique spécifique au village de Sennely est que celui-ci est situé en partie sur l'axe du ruisseau et se situe au croisement de plusieurs bassins versants. Ces bassins versants ont la spécificité de réagir de manière quasi simultanée, ce qui fait que les différentes arrivées d'eau s'additionnent au lieu de se succéder. Les temps et lieux d'arrivées des différentes petites « ondes d'inondations » sont un facteur aggravant en soit, réduisant les capacités de drainage du ruisseau de la Tannerie et du busage.

Une inondation de Sennely due à une pluie extrême fonctionne globalement de la manière suivante :

1. La partie urbanisée de Sennely (Grand rue, rue creuse, rue de la Mairie et école) est la première à réagir à la pluie qui se concentre à l'intersection rue Creuse - Grand rue. Ces écoulements sont d'abord captés par le réseau pluvial puis, saturant celui-ci, commencent à générer des inondations et à remplir le busage du ruisseau.
2. Les deux zones réagissant ensuite sont les terrains au sud du village, ces terrains sont globalement ceux compris entre « les Bâtes », le Stade Marcel Delplanque et l'église de Sennely. L'eau provenant de ces terrains se concentre au niveau des champs et de l'avaloir en contrebas du Chemin des Bastes et avant la Rue de la Forêt. Cette accumulation d'eau au niveau de l'avaloir, avec des niveaux d'eau qui montent en aval (au niveau du lotissement), remplissent la partie aval du busage, empêchant alors de drainer efficacement l'amont du village.
3. C'est après que les eaux provenant de l'amont du ruisseau de la Tannerie commencent à arriver dans Sennely. L'eau suivant le chemin Louan et provenant de l'amont, arrivant sur un système saturé, génère les débordements les plus importants.

Il est cependant important de remarquer que plus la pluie est longue, plus la réponse des terrains dure dans le temps et le fonctionnement décrit ci-dessus s'efface pour être remplacé par une inondation simultanée et généralisée.

L'inondation de 2016 est, par exemple, plus caractéristique d'une saturation généralisée et simultanée de tout le système.

La décrue sur Sennely se produit globalement de l'aval vers l'amont, du nord à l'est. Les niveaux descendant à l'aval permettant un meilleur drainage des secteurs amont. Sur l'axe du cours d'eau les niveaux décroissent d'abord entre la station d'épuration et la rue de la Forêt, puis au niveau de l'avaloir et enfin à l'intersection Grand rue- rue Creuse.

Les capacités de drainage naturelles étant contraintes par les différences d'altitudes entre amont et aval ainsi que par la forme des chenaux et taille des buses, et la taille des buses étant fixe, le seul paramètre modifiant les capacités d'écoulement est la différence d'altitude de l'eau entre l'amont et l'aval. Plus cette différence est élevée, plus les écoulements sont importants.

Compte tenu de ce niveau de connaissance sur les phénomènes de ruissellement à Sennely, Il apparaît difficile de prévoir des aménagements spécifiques pour lutter contre les ruissellements dues à des pluies extrêmes (>50ans).

5 CONCLUSION

Les inondations ayant touché ou pouvant toucher Sennely proviennent de précipitations extrêmes. Le village de Sennely est également particulièrement sensible du fait de la disposition singulière de la vallée du ruisseau de la Tannerie. Cette disposition et les temps de réactions des différentes zones drainant le territoire conduisent à créer une addition des ondes de crues au lieu d'une succession de celles-ci.

Les étangs et autres interventions significatives ayant eu lieu sur le ruisseau (busages successifs) ne contribuent pas à générer des inondations plus importantes sur la commune.

Les réseaux de drainage de la commune sont également suffisamment dimensionnés pour gérer des pluies moyennes à fortes et permettent d'éviter toute inondation pour des pluies de période de retour à minima vingtennale. Le réseau pluvial de la commune satisfait donc les exigences attendues de lui suivant l'état de l'art.

Le Cerema n'a pas été en mesure d'identifier des méthodes ou modifications pouvant permettre de réduire l'aléa inondation sur la commune de Sennely. Nous préconisons donc une vigilance particulière si les précipitations prévues dépassent la période de retour 10 ans. Cette vigilance peut être réalisée en utilisant des outils existants de Météofrance servant d'« *avertissement et d'aide à la décision destiné aux préfetures, mairies, ainsi qu'aux intercommunalités* ». En plus de cette vigilance, il reste possible de réduire le risque en adaptant les enjeux. Cette adaptation des enjeux passera principalement par l'étanchéification et l'adaptation des bâtiments.

Cette adaptation peut, sous certaines conditions (PAPI ou PPRI), être aidée par l'état.

Les différentes cartes des zones inondées pour les différentes pluies ont été fournies séparément. Un exemple est fourni ci-après pour illustration (Figure 14).

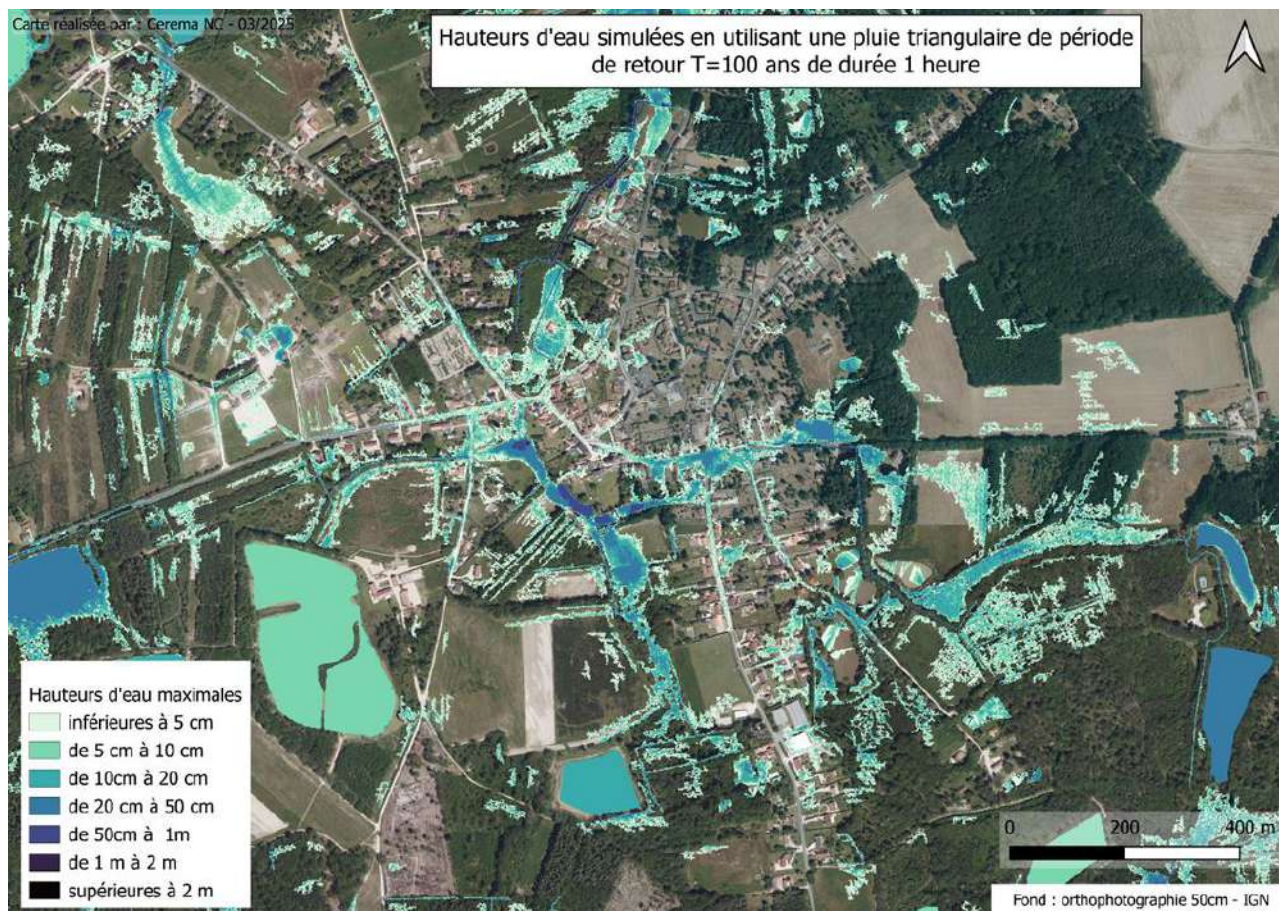


Figure 13 Zones inondées par classe de hauteur d'eau

