

COMPLEMENT AU ZONAGE DU RISQUE INONDATION PAR RUISSELLEMENT SUR LE HAMEAU DE SINSANS (30)

Etude hydraulique



Mars 2018

LE PROJET

Client	LIVA IMMO
Projet	Complément au zonage du risque inondation par ruissellement sur le Hameau de Sinsans (30)
Intitulé du rapport	Etude hydraulique

LES AUTEURS

	<p>Cereg Ingénierie - 589 rue Favre de Saint Castor – 34080 MONTPELLIER Tel : 04.67.41.69.80 - Fax : 04.67.41.69.81 - montpellier@cereg.com www.cereg.com</p>
--	---

Réf. Cereg - M18029

Id	Date	Etabli par	Vérfié par	Description des modifications / Evolutions
V1	30/03/2018	Fanny Bousquié	Julie Sagnac	Version initiale

Certification



TABLE DES MATIERES

A. CONTEXTE DE L'ETUDE	4
A.I. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE	5
A.II. CONTEXTE DE L'ETUDE	5
B. ETUDE HYDRAULIQUE	7
B.I. METHODOLOGIE	8
B.I.1. Rappel de la méthodologie adoptée dans l'élaboration du zonage communal du risque inondation	8
B.I.2. Etude hydrologique.....	8
B.I.3. Modèle hydraulique initial du zonage inondation communal	12
B.I.3.1. <i>Présentation du modèle</i>	<i>12</i>
B.I.3.2. <i>Exploitation du modèle hydraulique initial.....</i>	<i>13</i>
B.I.4. Actualisation du modèle hydraulique en situation actuelle	14
B.I.4.1. <i>Méthodologie</i>	<i>14</i>
B.I.4.2. <i>Modélisation de l'état actuel sans prise en compte du mur.....</i>	<i>14</i>
B.I.4.3. <i>Modélisation de l'état actuel avec prise en compte du mur.....</i>	<i>15</i>
B.I.4.4. <i>Conclusion</i>	<i>15</i>

Liste des illustrations

Illustration 1 : Localisation géographique de la zone d'étude	5
Illustration 2 : Zonage du risque inondation par ruissellement au droit de la zone d'étude.....	6
Illustration 3 : Vue du mur depuis le chemin des Coste (prise de vue datant de l'étude communale ZRI)	6
Illustration 4 : Schéma de principe des zones d'études hydrologiques et hydrauliques	9
Illustration 5 : Bassins versants périphériques à la zone d'étude hydraulique	10
Illustration 6 : Hydrogramme d'apport de référence du bassin versant amont R11.a de la zone d'étude.....	11
Illustration 7 : Maillage de l'étude communale de zonage du risque inondation.....	12
Illustration 8 : Zonage du risque inondation du PLU sur le hameau de Sinsans au droit de la zone d'étude	13

A. CONTEXTE DE L'ETUDE



A.I. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude se situe sur le hameau de Sinsans sur la commune de Calvisson dans le Gard. Elle concerne la parcelle n°1270 qui est dominée par le massif de la Liquière.

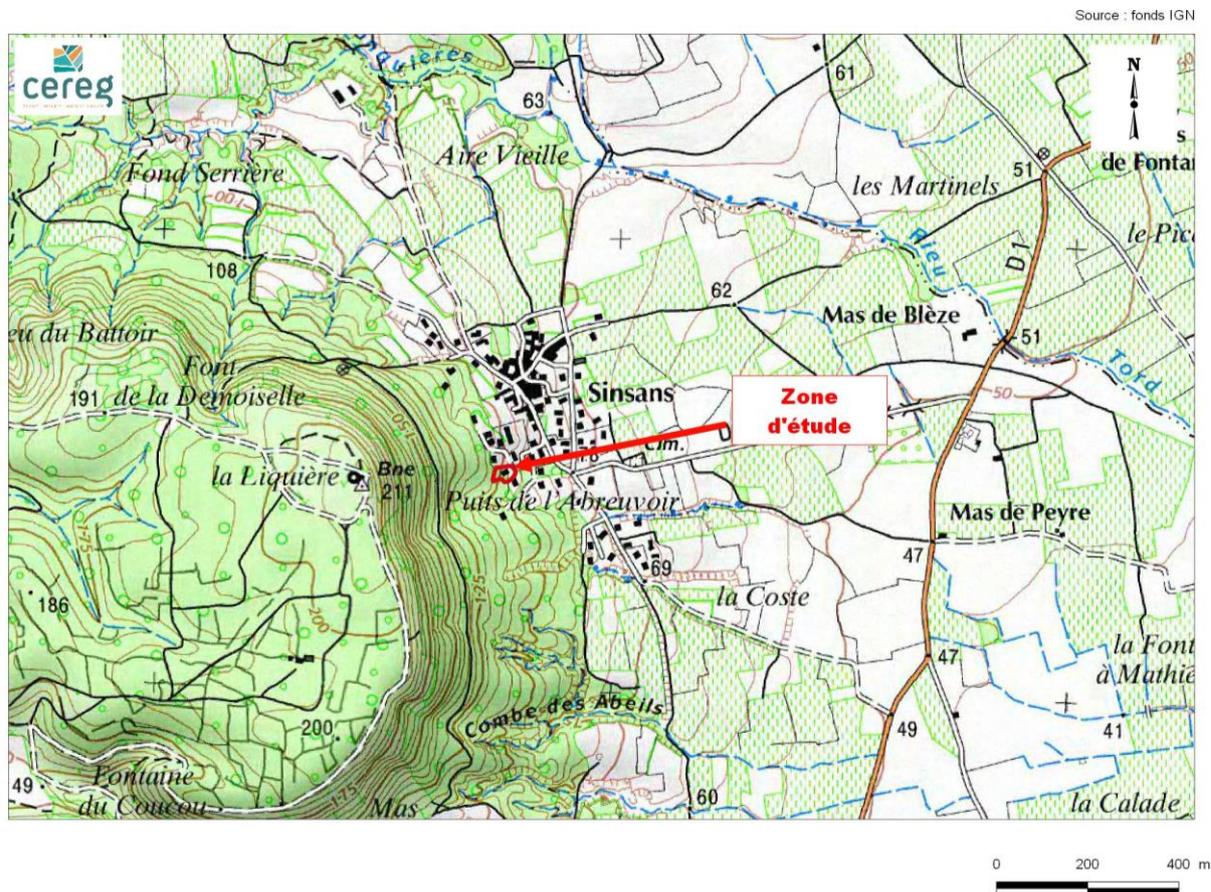


Illustration 1 : Localisation géographique de la zone d'étude

A.II. CONTEXTE DE L'ETUDE

Le zonage du risque inondation du Plan Local d'Urbanisme (PLU) de la commune indique que la parcelle est concernée par un risque inondation par ruissellement en provenance du massif de la Liquières. Ce zonage s'appuie sur une modélisation hydraulique bidimensionnelle réalisée sous maîtrise d'ouvrage de la commune de Calvisson en 2011. Il y est fait état que la partie Est du terrain se situe en aléa fort (présentant des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm) rendant cette zone inconstructible.

L'extrait du zonage au droit de la zone d'étude est reporté sur l'illustration suivante.

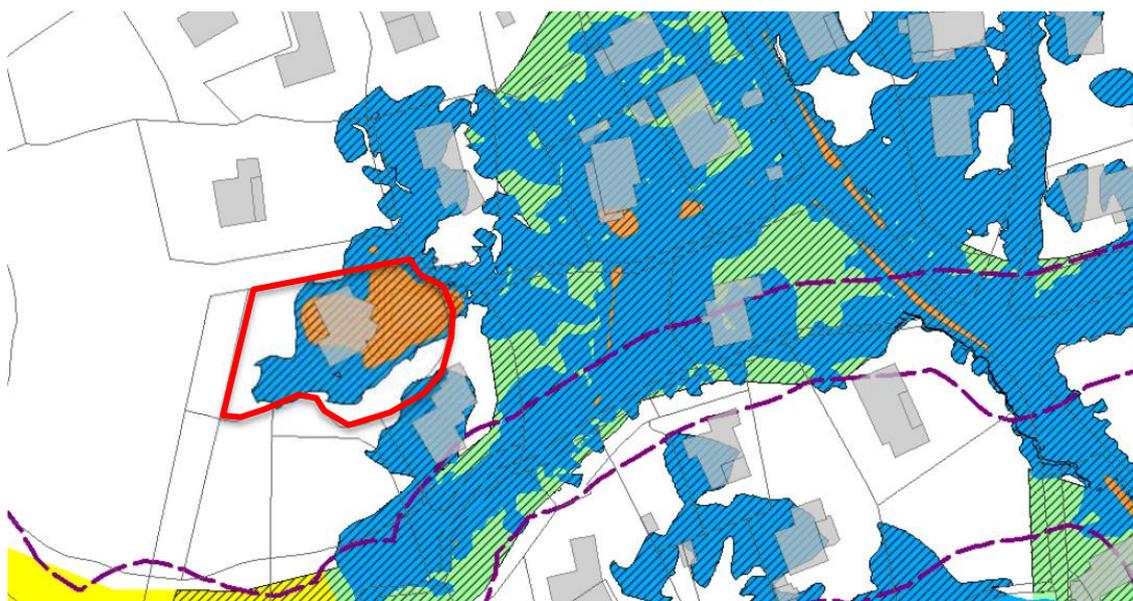


Illustration 2 : Zonage du risque inondation par ruissellement au droit de la zone d'étude

L'inondabilité de ce terrain et le classement en aléa fort est lié à la prise en compte du mur de propriété identifié à l'époque comme un mur structurant du fait de l'empierrement apparent depuis le chemin des Costes en contrebas. Il apparaît que ce mur est en fait un mur non structurant.

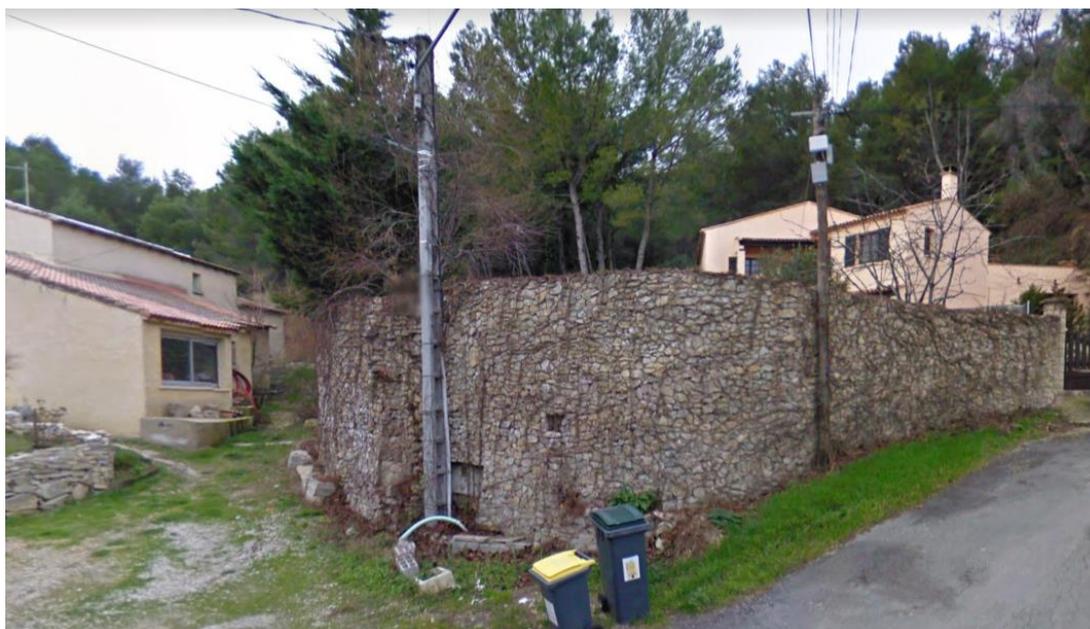


Illustration 3 : Vue du mur depuis le chemin des Coste (prise de vue datant de l'étude communale ZRI)

En février 2018, dans le cadre du bornage de la parcelle, **un plan topographique a été réalisé à une échelle plus fine (1/500^{ème}) que celui élaboré au 1/2000^{ème} dans le cadre de l'étude de ruissellement** à l'échelle communale. Ces nouveaux plans topographiques présentent l'avantage de pouvoir **préciser le modèle hydraulique au droit de la zone d'étude** et ainsi affiner l'emprise de la zone inondable.

Il est donc envisagé dans le cadre de la présente étude :

- Préciser le modèle hydraulique au droit du projet à l'aide des nouveaux plans topographiques ;
- Actualiser la cartographie du zonage ruissellement sur le secteur d'étude en fonction des nouveaux résultats de zone inondable du modèle hydraulique ;

La nouvelle cartographie ainsi élaborée sera ensuite à intégrer dans le Plan Local d'Urbanisme de la commune.

B. ETUDE HYDRAULIQUE

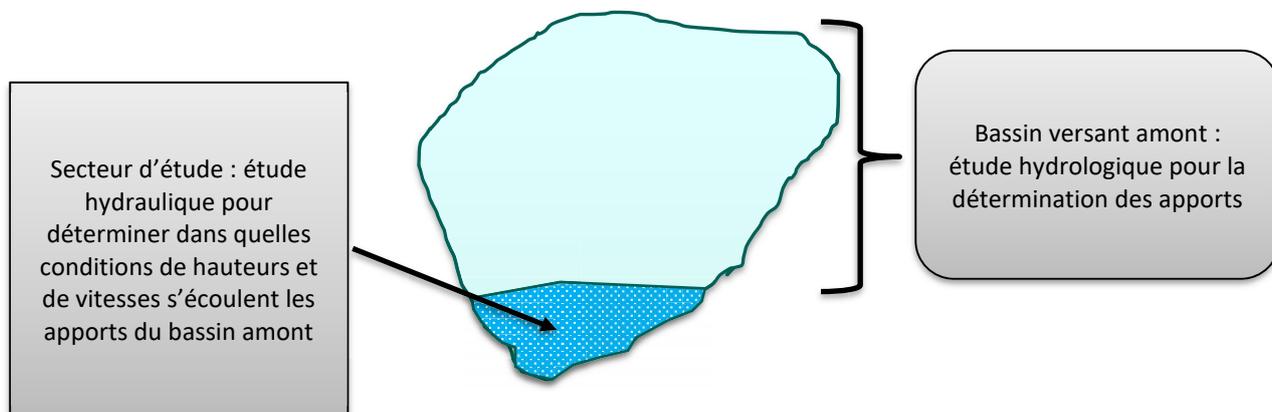


B.I. METHODOLOGIE

B.I.1. Rappel de la méthodologie adoptée dans l'élaboration du zonage communal du risque inondation

Dans le cadre de l'étude de zonage du risque inondation de Calvisson, l'ensemble des bassins versants ont été étudiés. La méthodologie employée consistait à :

- Effectuer une **modélisation pluie-débit** (étude hydrologique) sur **les bassins versants dominants les zones à enjeux** pour définir les apports en termes de débits et d'hydrogrammes ruisselés ;
- Injecter les apports dans un **modèle hydraulique** (étude hydraulique) mis en œuvre sur les secteurs à enjeux qui a permis de caractériser l'aléa c'est-à-dire de **quantifier les hauteurs d'eau et les vitesses associées à l'écoulement de ces débits**.



B.I.2. Etude hydrologique

La modélisation hydrologique permet de construire les hydrogrammes produits par les zones périphériques aux secteurs qui font l'objet d'une modélisation hydraulique comme l'illustre le schéma ci-dessous :

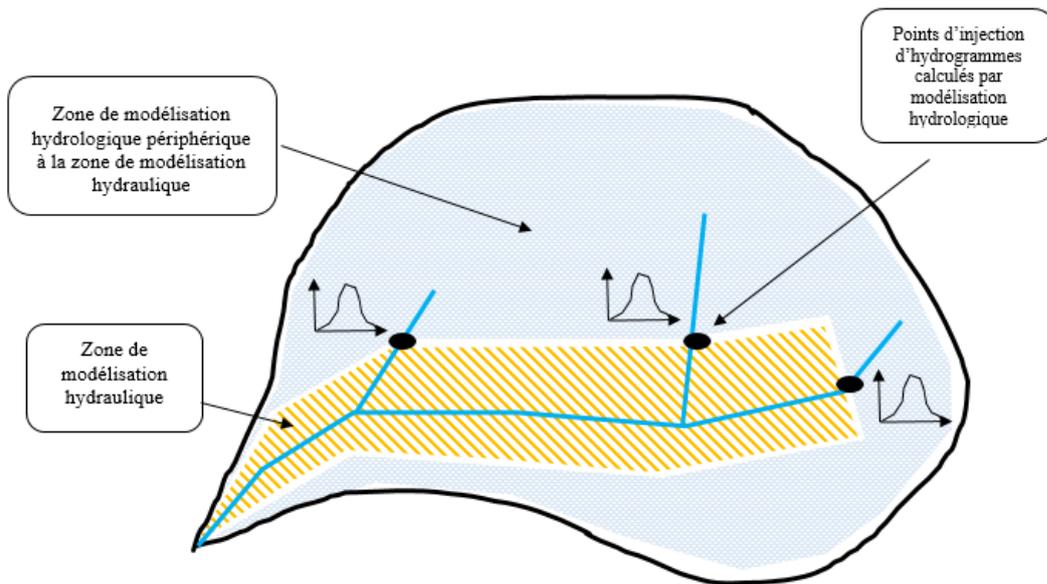


Illustration 4 : Schéma de principe des zones d'études hydrologiques et hydrauliques

La modélisation hydrologique (détermination des apports à la zone d'étude) nécessite au préalable une caractérisation des bassins versants d'apports ainsi qu'un analyse du contexte pluviométrique local.

Caractérisation des bassins versants périphériques

Sur le hameau de Sinsans, les bassins versants périphériques générant des apports vers la zone d'étude hydraulique (emprise sur laquelle l'aléa inondation a été étudié) ont fait l'objet :

- D'un découpage topographique permettant d'identifier leur surface ;
- D'une analyse de l'occupation des sols ;
- D'une caractérisation des paramètres physiques sur chacun des bassins versants (longueur du cheminement des écoulements, pente, temps de concentration, vitesses d'écoulement...) ;
- D'une évaluation du coefficient de ruissellement pour chaque bassin versant. Ce paramètre caractérise la fraction d'une lame d'eau précipitée donnée à ruisseler vers la zone d'étude. Il est fortement influencé en fonction de la couverture et la nature des sols et permet d'évaluer l'aptitude du bassin versant au ruissellement.

L'illustration suivant précise les bassins versants identifiés en amont du modèle hydraulique de Sinsans. La parcelle étudiée dans la présente mission est concernée par les apports du bassin versant R11.a d'une superficie de 2.6 ha et d'une pente égale à 24 %. Ce bassin versant est essentiellement boisé.

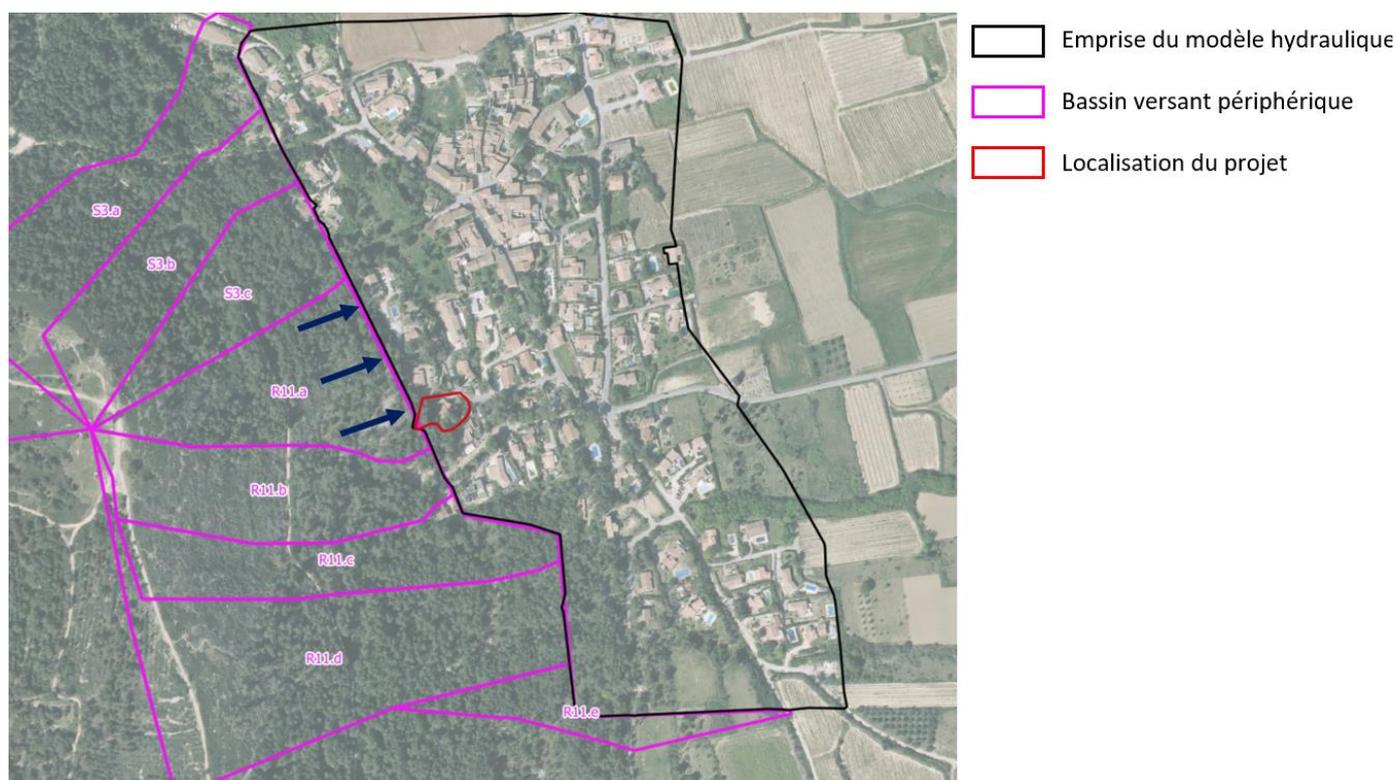


Illustration 5 : Bassins versants périphériques à la zone d'étude hydraulique

Données pluviométriques et pluies de projet / pluie réelles utilisées

Les hypothèses hydrologiques prises en compte dans le cadre de la présente étude et rappelées ci-après correspondent à celles du zonage du risque inondation communal.

Les quantiles de pluies ont été choisis en fonction du contexte pluviométrique local et des données issues des postes pluviographiques de référence. Dans le cas d'espèce, les données de la **station de Nîmes-Courbessac** ont été utilisées.

Préalablement à la modélisation hydrologique, des pluies de projets ont été élaborées à l'aide des ajustements statistiques des données de Météo-France sur la station pluviographique retenue. Ces pluies de projet ont été construites selon la méthode de Keiffer (pluies dites monofréquentielles) sur une durée de 24h pour chaque occurrence.

L'étude hydrologique s'est également appuyée sur des pluies réelles remarquables qui ont frappées la commune à savoir les épisodes du 3 octobre 1988, du 6 au 9 septembre 2005.

Modélisation hydrologique

La modélisation hydrologique a été réalisée à partir du logiciel HEC-HMS en utilisant la méthode Soil Conservation Surface (SCS) qui assure un calcul dynamique des infiltrations et du ruissellement au cours du temps. Cette méthode permet de prendre en compte la variation du coefficient de ruissellement au cours de l'épisode lié à la saturation progressive des sols.

Ce modèle relie le cumul de ruissellement à l'exutoire du bassin versant ($Q(t)$) au cumul de la pluie brute $P(t)$ à partir de la formule suivante :

$$Q(t) = \frac{(P(t) - I_a)^2}{(P(t) - I_a) + S}$$

avec $\begin{cases} I_a \text{ perte initiale en mm} \\ S \text{ capacité d'infiltration maximale du sol généralement égal à } 0,2 \times S \end{cases}$

La méthode dynamique SCS permet ainsi de déterminer des hydrogrammes de crues générés par les sous bassins versants en amont de la zone modélisée.

Pour la pluie de référence (pluie centennale sur le hameau de Sinsans), le débit de pointe simulé représente 0.76 m³/s. L'hydrogramme d'apport au modèle hydraulique est précisé sur le graphique suivant :

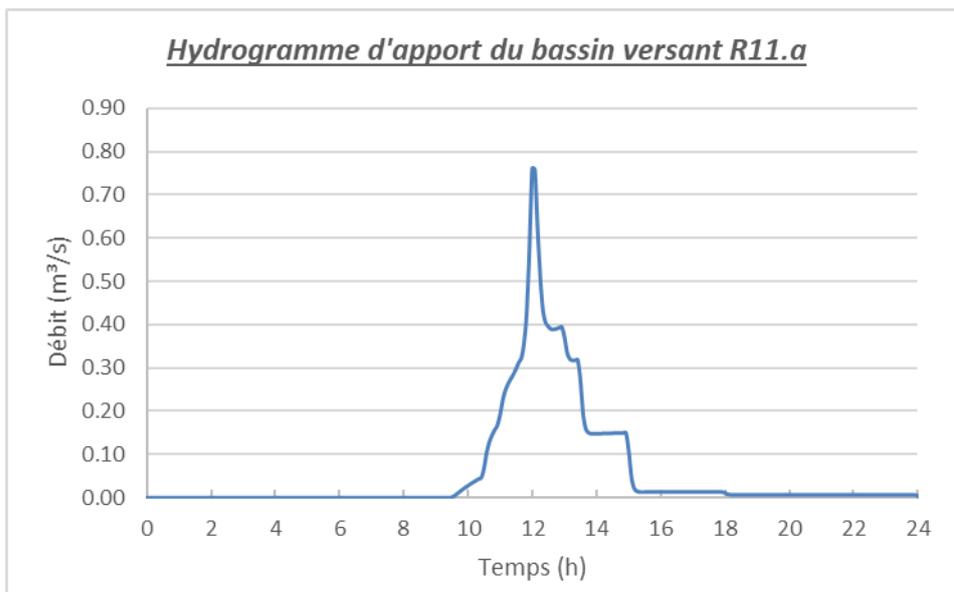


Illustration 6 : Hydrogramme d'apport de référence du bassin versant amont R11.a de la zone d'étude

Les résultats de l'étude hydrologique du zonage du risque inondation communal ont été réutilisés dans le cadre de la présente étude. Seul le modèle hydraulique a fait l'objet d'une reprise suite aux précisions topographiques apportées par la commune au droit du projet.

B.I.3. Modèle hydraulique initial du zonage inondation communal

B.I.3.1. Présentation du modèle

Le modèle mathématique utilisé dans le cadre de l'étude de zonage du risque inondation de la commune de Calvisson est de type 2D. Ce modèle s'appuie sur un maillage de l'espace élaboré sur la base des données topographiques disponibles. Il permet de prendre en compte les éléments structurants principaux du secteur : les voiries, les talus, les remblais ayant un impact sur le cheminement et les écoulements des ruissellements. Les bâtiments et les murs structurants ont été pris en compte dans le modèle comme des limites imperméables faisant obstacles aux écoulements.

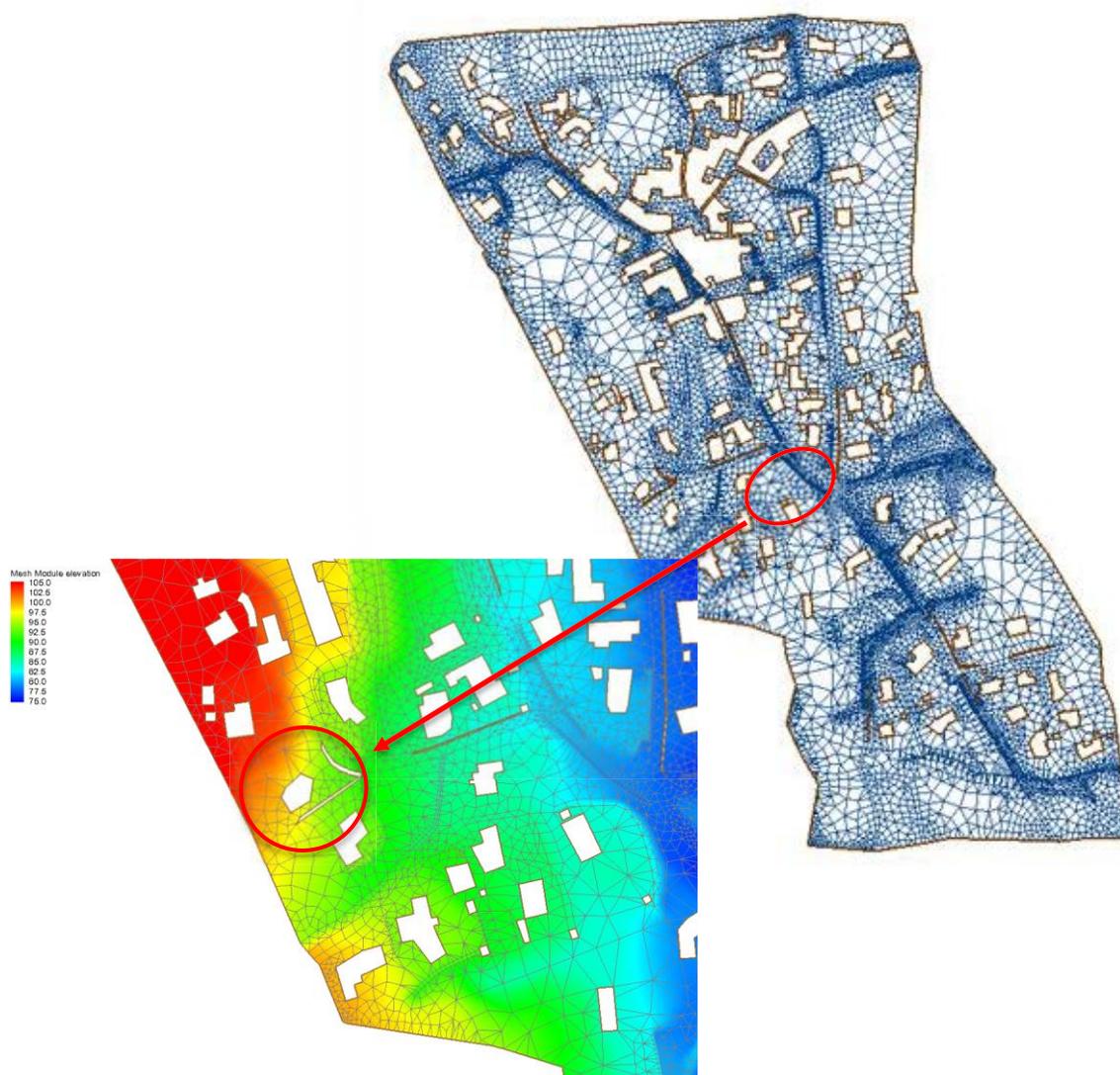


Illustration 7 : Maillage de l'étude communale de zonage du risque inondation

Le bassin versant amont (R11.a décrit dans le paragraphe précédent) a été injecté de façon diffuse sur l'ensemble de sa limite avec le modèle hydraulique. Ce principe d'injection est conforme aux observations de terrain dans la mesure où le bassin versant qui surplombe la parcelle étudiée ne présente pas d'axe d'écoulement préférentiel mais un écoulement en nappe.

Le principe d'injection du bassin versant périphérique dans le modèle hydraulique sera conservé dans le cadre de cette étude.

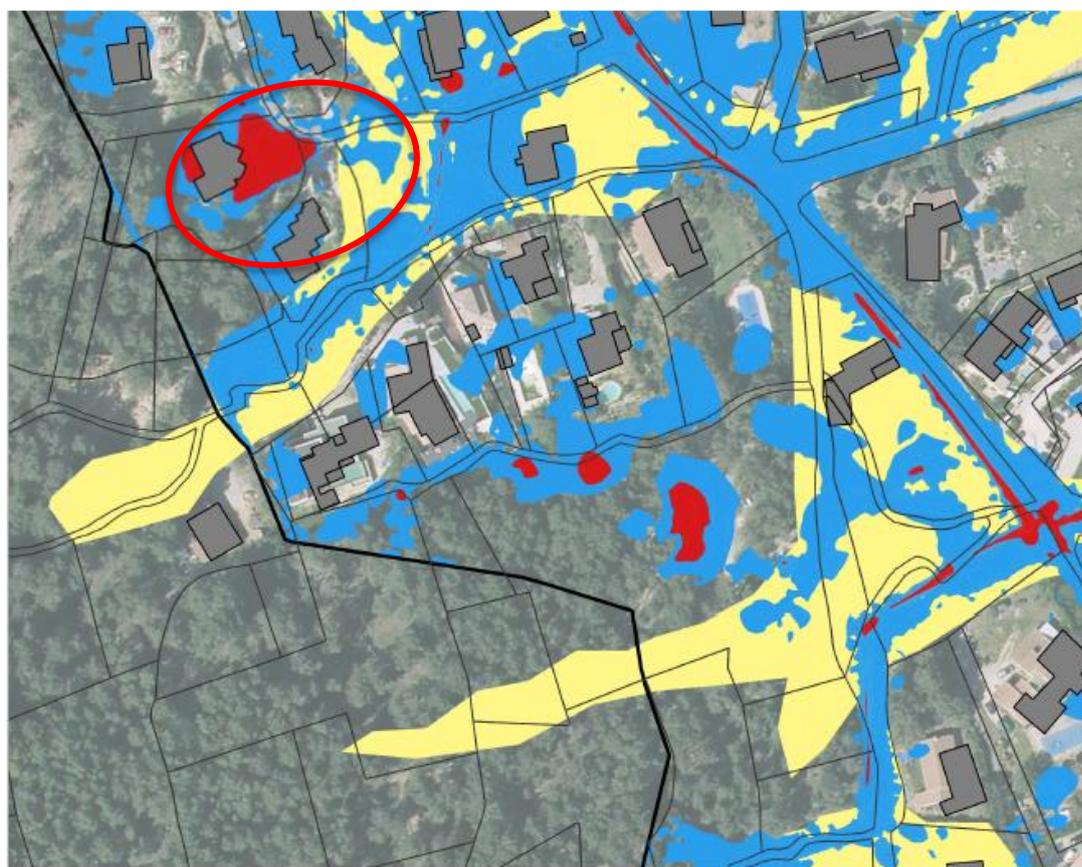
Il est à noter que l'impluvium de la zone modélisée est pris en compte sur l'ensemble de l'emprise du modèle hydraulique.

B.1.3.2. Exploitation du modèle hydraulique initial

Pour l'élaboration du risque inondation communal du PLU, le modèle hydraulique a été exploité pour simuler les écoulements pour l'ensemble des pluies de référence d'occurrence 2 à 100 ans ainsi que pour les pluies réelles de 1988 et 2005.

Dans le cas d'espèce, nous nous intéressons uniquement à l'épisode de référence utilisée dans l'élaboration de la cartographie de zonage du PLU à savoir la pluie centennale.

Les résultats obtenus par le modèle hydraulique initial ont mis en évidence des hauteurs d'eau supérieures à 50 cm sur la partie Est de la parcelle étudiée, rendant le classement de la zone en aléa fort et donc inconstructible en l'état d'après le règlement du zonage du PLU.



LEGENDE

Aléa

Modéré (h < 0.5m)

Fort (h > 0.5m)

Résiduel

1:1 500

0 15 30 m

Illustration 8 : Zonage du risque inondation du PLU sur le hameau de Sinsans au droit de la zone d'étude

B.I.4. Actualisation du modèle hydraulique en situation actuelle

B.I.4.1. Méthodologie

Le modèle hydraulique 2D initial issu de l'étude de zonage du risque a été modifié en considérant :

- Les **altimétries plus précises du plan topographique** fourni dans le cadre de l'étude ;
- Que **le mur clôturant la parcelle est non structurant** (le mur initial a été supprimé de la modélisation) ;
- La **démolition de l'habitation** qui figurait en 2011 lors de la réalisation du modèle initial.

Le modèle actualisé a ensuite été exploité pour l'épisode de référence, c'est-à-dire la pluie centennale.

B.I.4.2. Modélisation de l'état actuel sans prise en compte du mur

Exploitation du modèle actualisé

Les hauteurs maximales de submersion modélisées pour l'occurrence centennale sont données sur la **carte n°1** ci-après.

Avec la suppression du mur structurant et de l'ancienne habitation, la parcelle ne présente plus d'éléments faisant obstacle aux écoulements.

Compte tenu de la pente du terrain naturel, les ruissellements s'effectuent désormais sur une faible lame d'eau (inférieure à 5 cm) sans présenter de zone de stockage.

Les hauteurs d'eau résultantes étant inférieures à 50 cm, la **parcelle n'est de fait plus concernée par un aléa fort** mais **uniquement par de l'aléa modéré** de façon très ponctuelle (hauteurs d'eau inférieure à 50 cm). L'ensemble de la parcelle est ainsi rendue **constructible** sous réserve de respecter le règlement du zonage inondation en aléa modéré en vigueur dans le PLU.

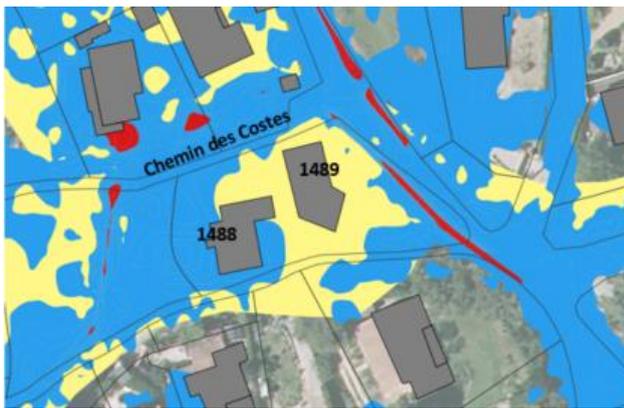
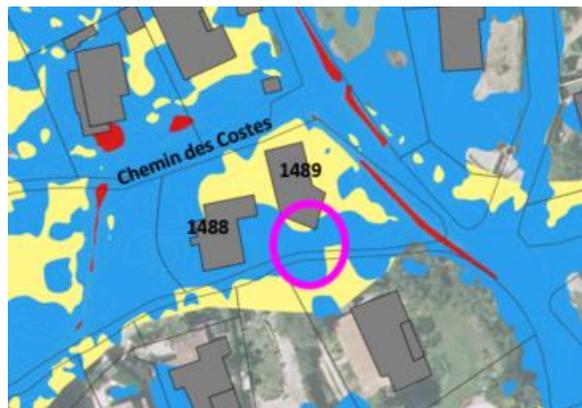
Analyse de l'incidence à l'aval

Dans l'état initial, la présence du mur faisait obstacle aux écoulements et retenait de fait les eaux sur la parcelle étudiée. Il se pose ainsi la question de **l'incidence de la suppression du mur structurant par rapport à l'aléa initial en aval**.

La modélisation hydraulique actualisée met en évidence une **rehausse ponctuelle des hauteurs d'eau de moins de 10 cm** sur le chemin des Costes et en certains points des parcelles avoisinant le chemin.

La cartographie de l'incidence sur les hauteurs de submersion par rapport à l'état initial est proposée sur la carte n°1.

En termes de **zonage du risque**, l'actualisation de la modélisation met en évidence qu'au niveau des parcelles 1488 et 1489 situées au sud du Chemin des Costes, on voit apparaître une connexion de la zone inondable par rapport à la cartographie initiale lié à la rehausse des hauteurs d'eau comme l'indique l'illustration suivante :

Zonage ruissellement état initialZonage ruissellement actualisé

Cette **incidence est mineure** dans la mesure où :

- Les hauteurs d'eau de cet écoulement sont inférieures à 10 cm et sont donc faible ;
- Les parcelles étaient de toute façon cartographiées en zone de ruissellement par l'hydrogéomorphologie (= aléa résiduel) c'est-à-dire potentiellement inondable pour une pluie d'occurrence supérieure à 100 ans.
- La modification très ponctuelle de l'aléa résiduel en aléa modéré n'entraîne pas un principe d'inconstructibilité. Les parcelles restent constructibles et le règlement en aléa modéré qui s'appliquait déjà pour le zonage initial reste valide.

Sur les autres secteurs concernés par une rehausse des hauteurs d'eau, aucune modification du zonage du risque inondation n'est constaté par rapport à la cartographie initiale.

B.I.4.3. Modélisation de l'état actuel avec prise en compte du mur

Bien que non structurant, le modèle hydraulique actualisé a également été exploité en considérant le mur existant et son altimétrie actuelle indiquée dans les récents plans topographiques. Cette modélisation présente l'intérêt d'analyser le risque inondation maximal sur la parcelle du projet.

La présence du mur génère un obstacle aux écoulements des eaux de ruissellement sur la parcelle créant une zone de stockage en amont avec des hauteurs d'eau de l'ordre de 45 cm. L'emprise inondée est naturellement plus importante qu'en l'absence du mur, sans toutefois générer un classement en aléa fort : la **parcelle reste concernée par un aléa modéré**.

Les éléments cartographiques liés à cette modélisation sont reportés sur la planche n°2.

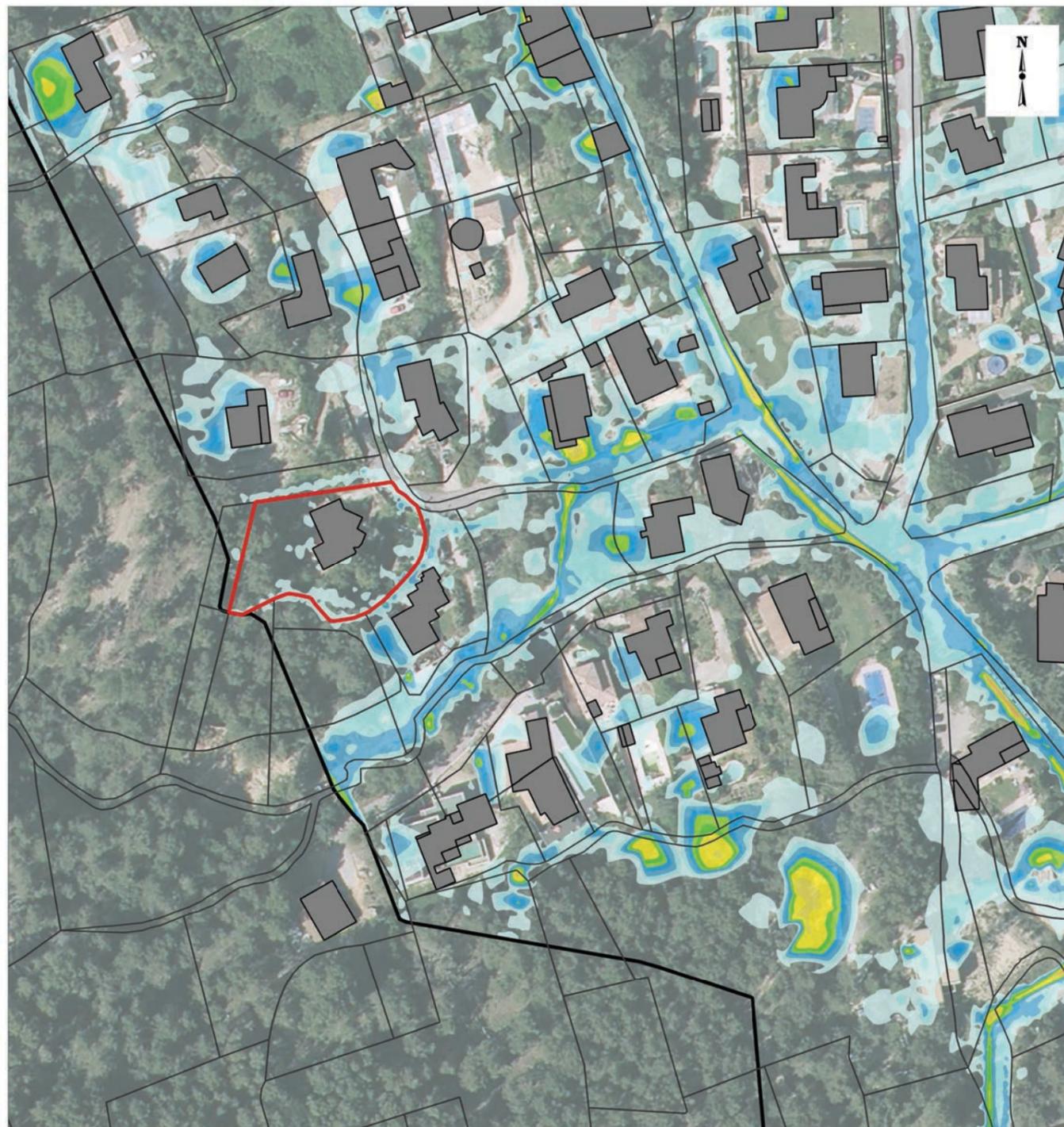
B.I.4.4. Conclusion

Les récents plans topographiques réalisés sur la parcelle 1270 à l'échelle 1/200^e ont été utilisés pour actualiser le modèle hydraulique 2D initial ayant servi en la définition des zones inondables par ruissellement qui se basait sur un plan topographique réalisé à l'échelle 1/2000^e. Ces éléments ont permis de préciser plus finement le risque inondation identifié initialement au droit de la parcelle.

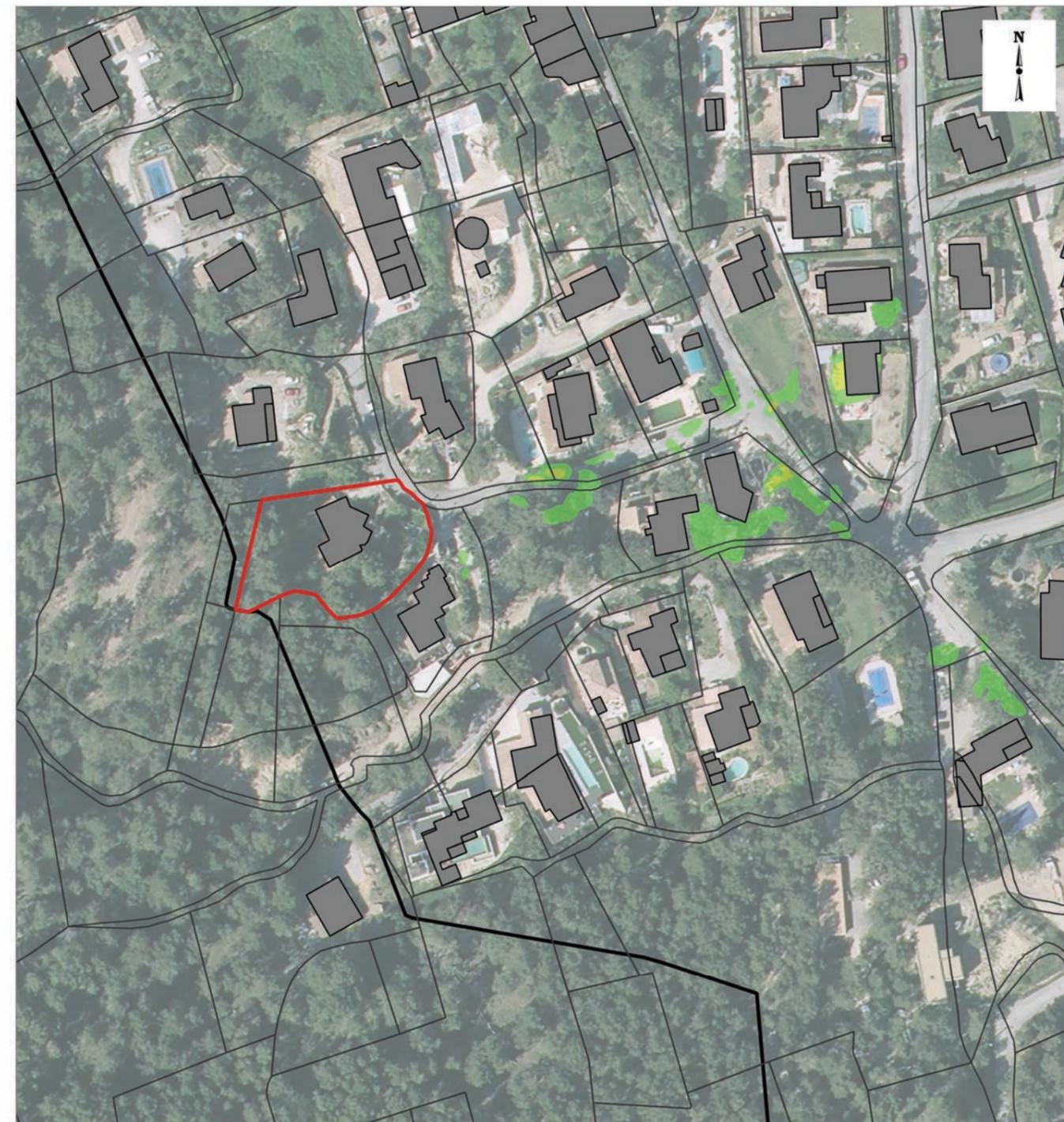
Ainsi, **la présente étude a mis en évidence que la parcelle est concernée sur la partie basse par un aléa ruissellement modéré uniquement** avec des hauteurs d'eau inférieures à 50 cm (et non plus par un aléa fort comme cela était indiqué dans le zonage du risque inondation). L'ouverture à l'urbanisation de cette parcelle peut donc être assurée sous réserve :

- De respecter les prescriptions en matière de calage plancher en aléa modéré précisé dans le règlement du zonage inondation du PLU ;
- Que ces modifications soient prises en compte dans le PLU de la commune.

Hauteurs maximales de submersion 100 ans - sans mur

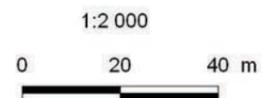


Incidences sur les hauteurs d'eau par rapport à la modélisation initiale du zonage communal



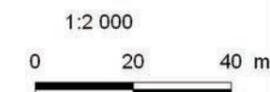
LEGENDE

Zone d'étude	0.01 - 0.05	0.2 - 0.3	1.0 - 1.5
0.05 - 0.1	0.3 - 0.4	1.5 - 2.0	
0.1 - 0.2	0.4 - 0.5	2.0 - 2.5	
	0.5 - 0.75	> 2.5	
	0.75 - 1.0		



LEGENDE

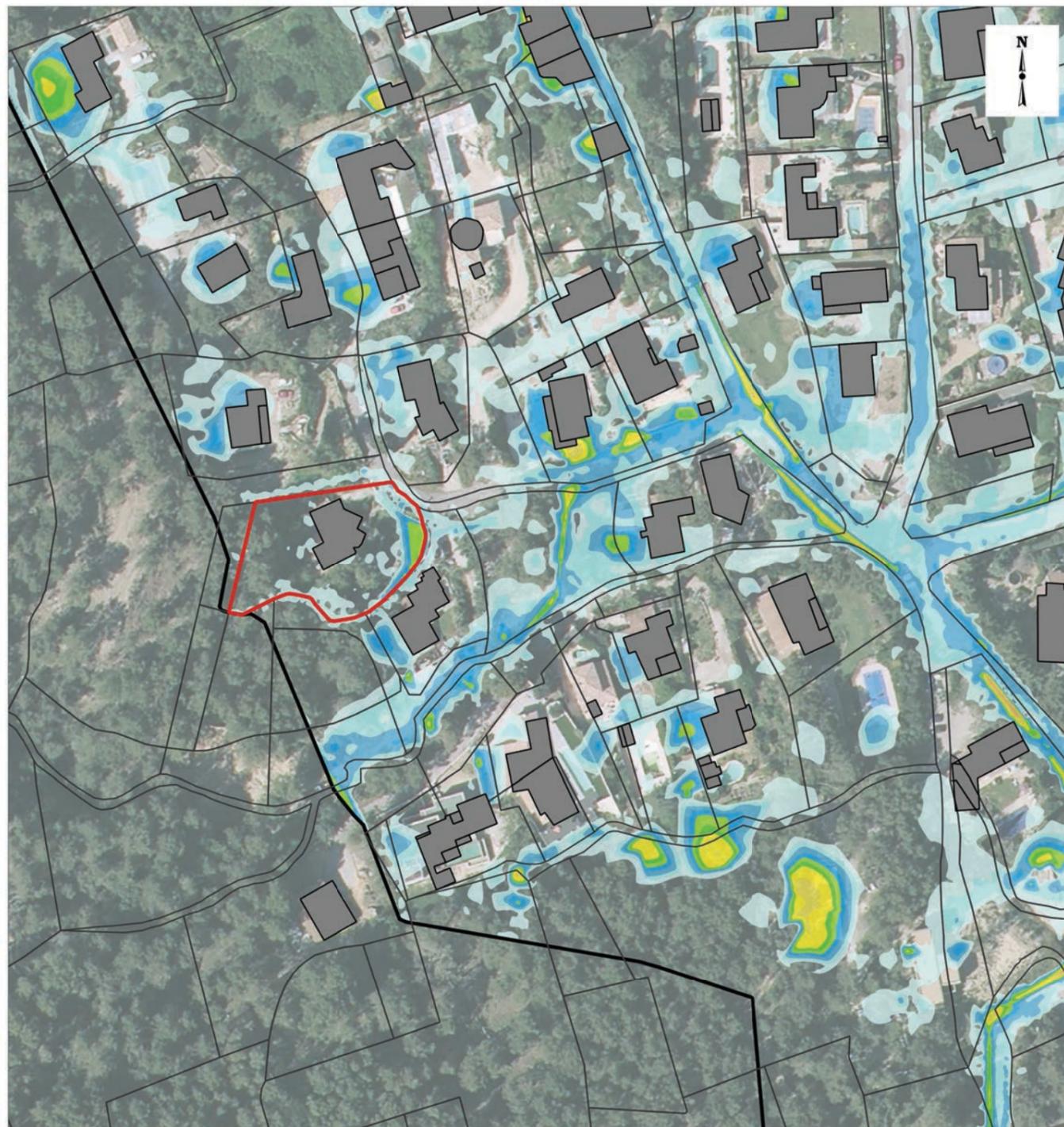
Zone d'étude	Augmentation des hauteurs (m)
	0.01 - 0.05
	0.05 - 0.1
	0.1 - 0.2
	0.2 - 0.5



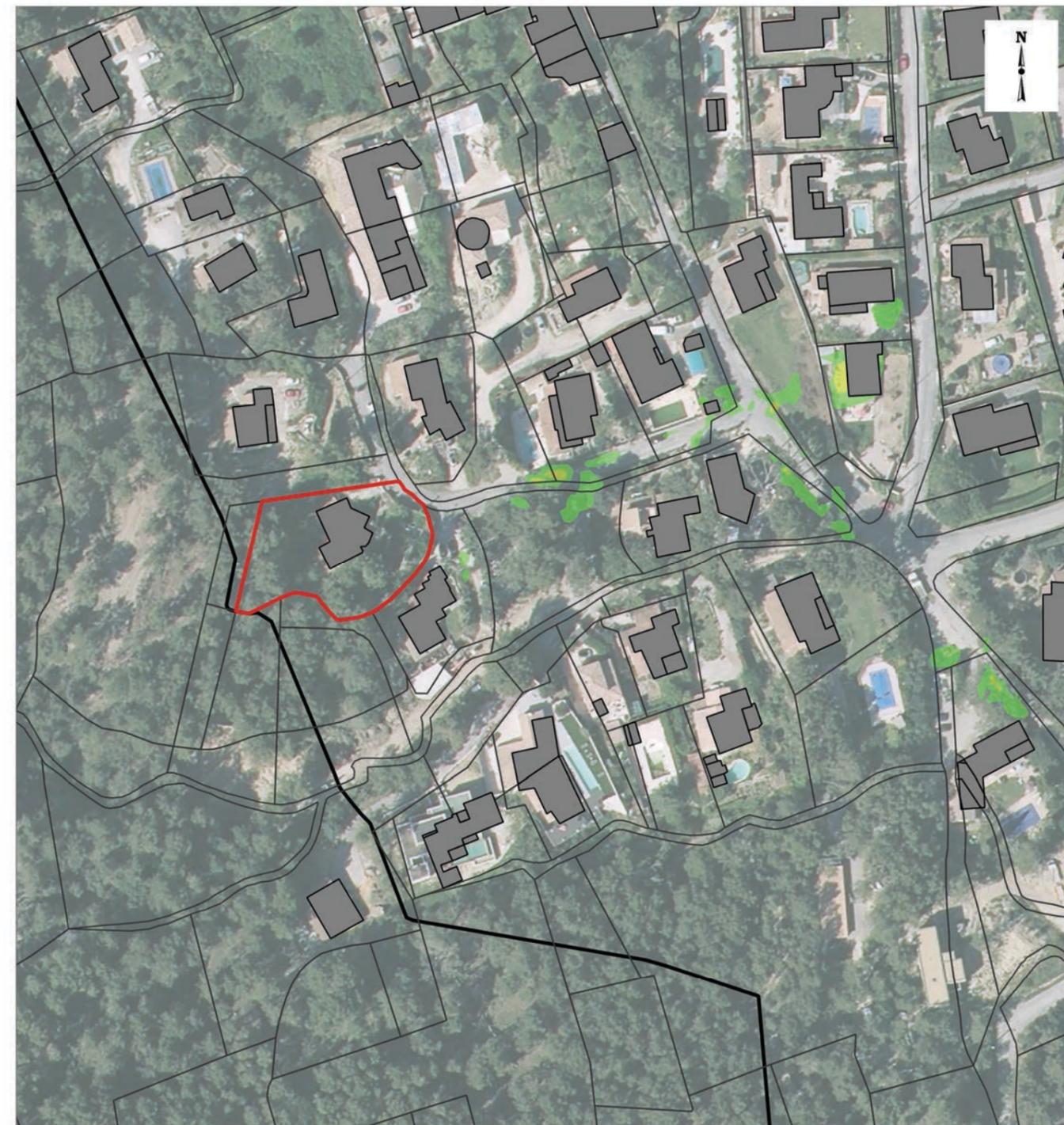
Hauteurs maximales de submersion pour l'occurrence centennale avec actualisation de la topographie actuelle et prise en compte du mur

Source : fonds Ortho - Cadastre.gouv.fr

Hauteurs maximales de submersion 100 ans - avec mur



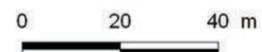
Incidences sur les hauteurs d'eau par rapport à la modélisation initiale du zonage communal



LEGENDE

Zone d'étude	0.01 - 0.05	0.2 - 0.3	1.0 - 1.5
0.05 - 0.1	0.3 - 0.4	1.5 - 2.0	
0.1 - 0.2	0.4 - 0.5	2.0 - 2.5	
	0.5 - 0.75	> 2.5	
	0.75 - 1.0		

1:2 000



LEGENDE

Zone d'étude	Augmentation des hauteurs (m)
	0.01 - 0.05
	0.05 - 0.1
	0.1 - 0.2
	0.2 - 0.5

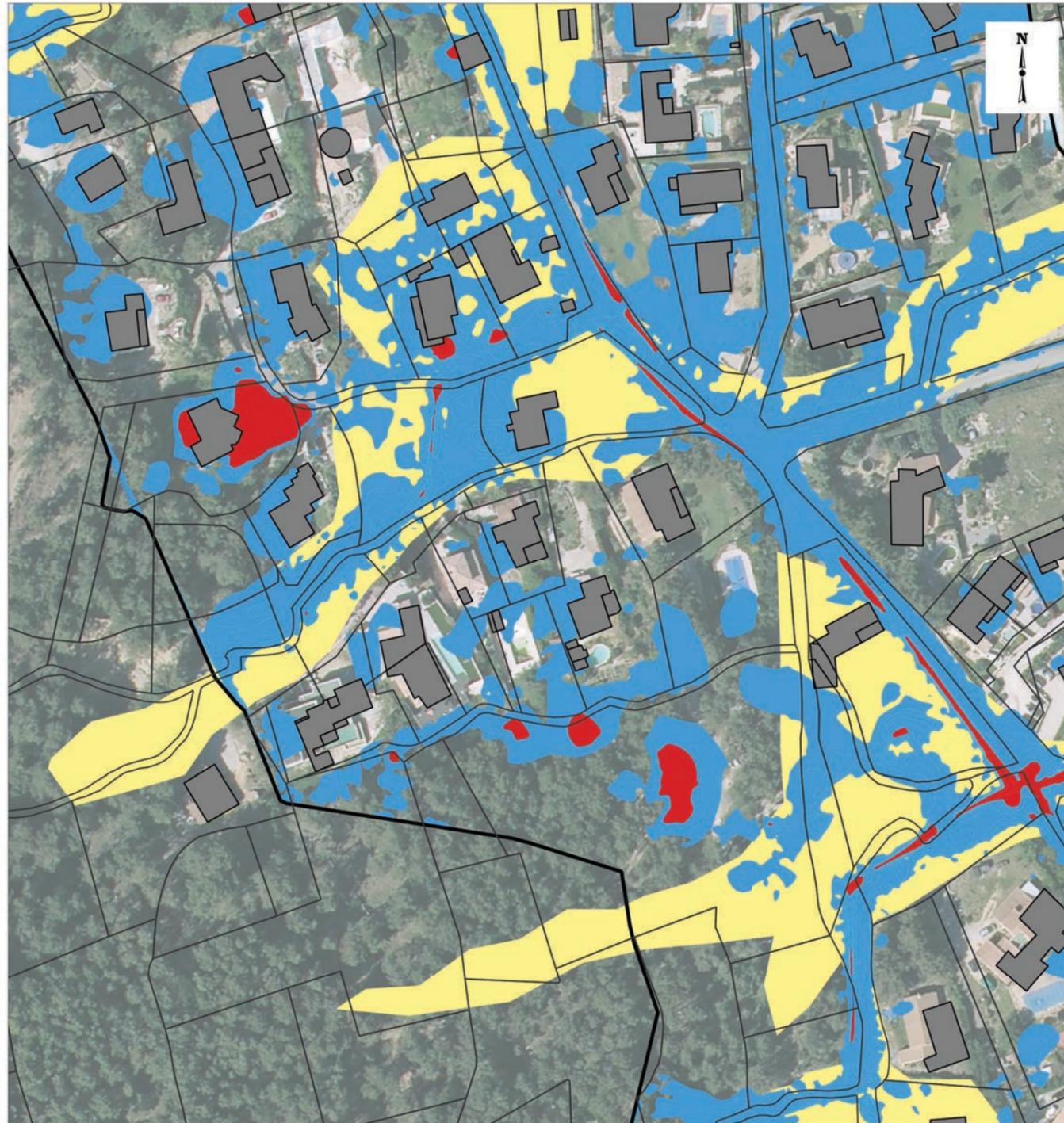
1:2 000



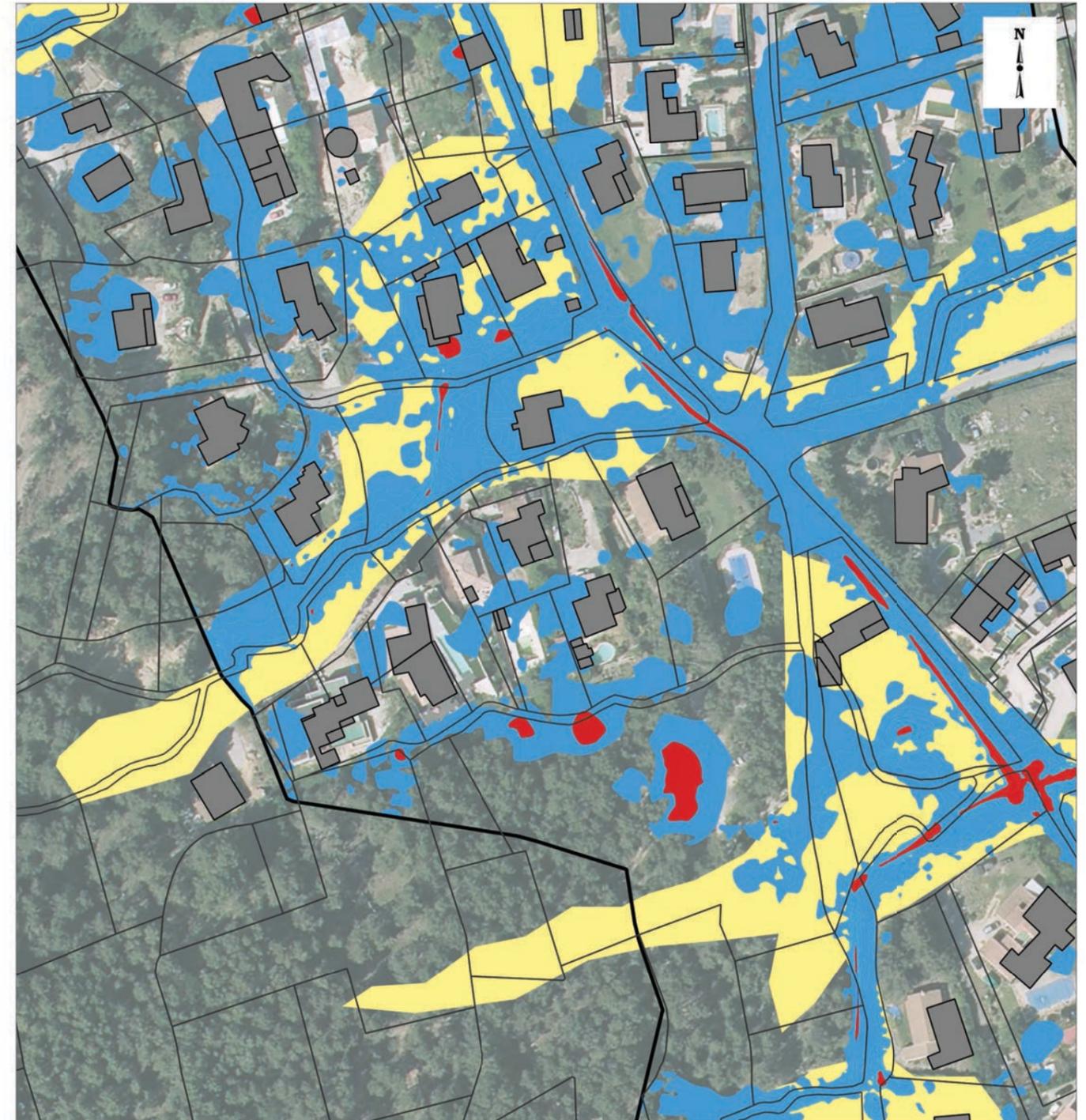
Actualisation de la cartographie de l'aléa inondation par ruissellement sur le hameau de Sinsans

Source : fonds Ortho - Cadastre.gouv.fr

Aléa du risque inondation par ruissellement initial



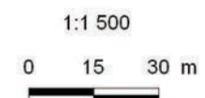
Aléa du risque inondation par ruissellement actualisé (sans mur)



LEGENDE

Aléa

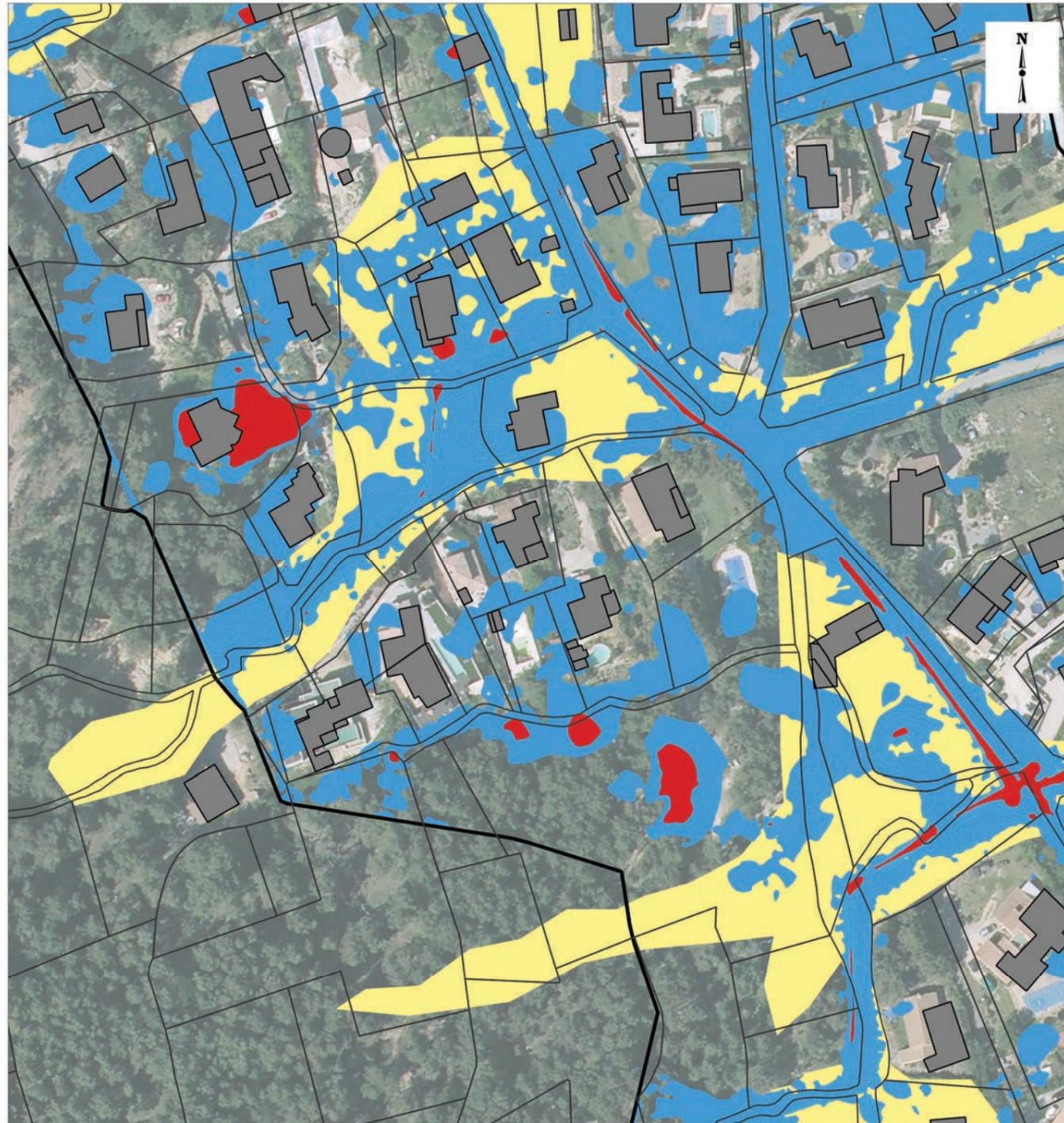
- Modéré (h < 0.5m)
- Fort (h > 0.5m)
- Résiduel



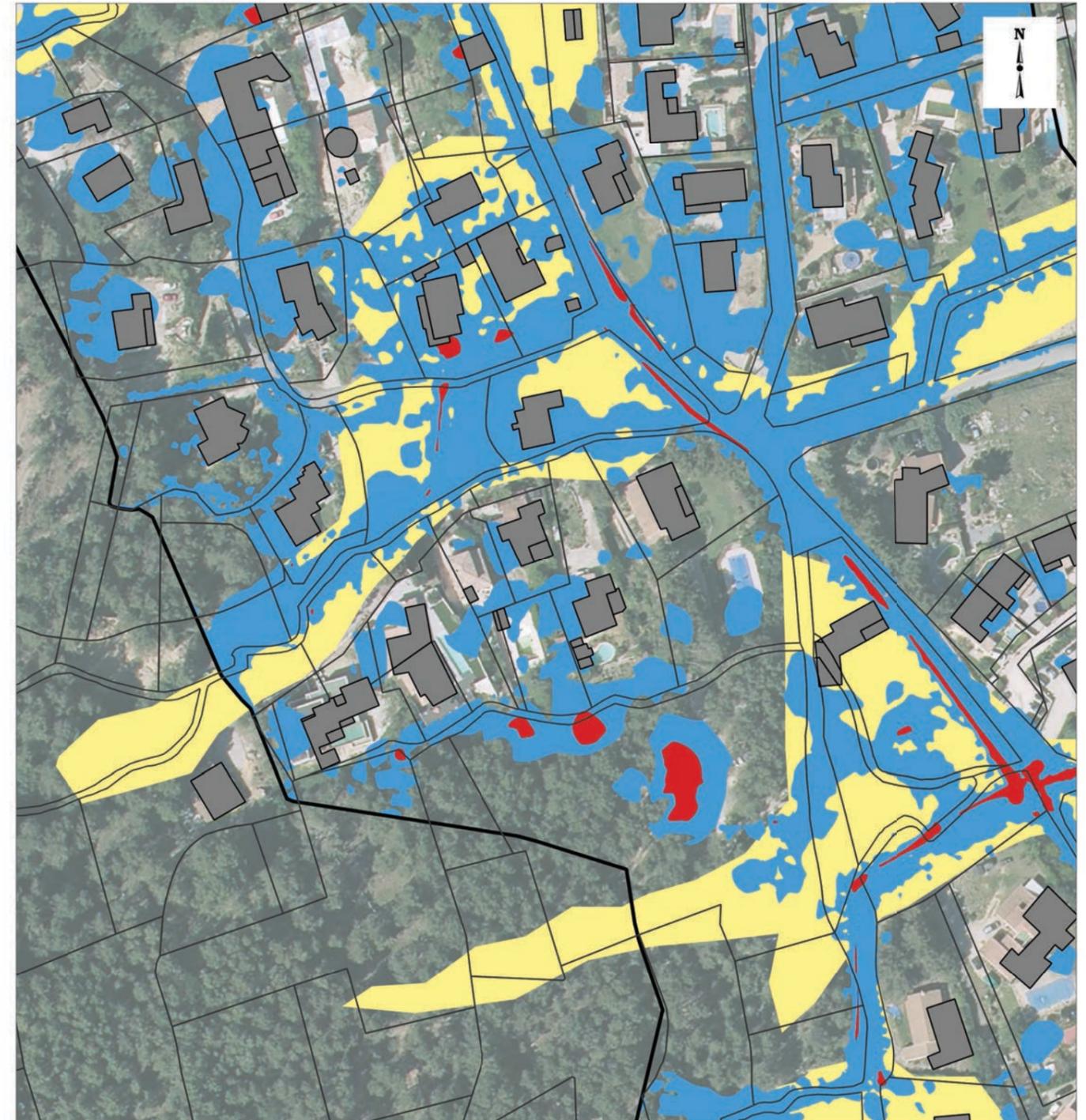
Actualisation de la cartographie de l'aléa inondation par ruissellement sur le hameau de Sinsans

Source : fonds Ortho - Cadastre.gouv.fr

Aléa du risque inondation par ruissellement initial



Aléa du risque inondation par ruissellement actualisé (avec mur)



LEGENDE

Aléa

- Modéré (h < 0.5m)
- Fort (h > 0.5m)
- Résiduel

