



Etude du
fonctionnement du
ressuyage de la plaine
de l'Abbaye vers le
Rhône via le contre
canal – commune de
Villeneuve Les Avignon

OCTOBRE 2013

Etude co-financée par :



RAPPORT DE PHASE 2
ANALYSE DE L'ETAT ACTUEL

SOMMAIRE

OBJECTIF DU RAPPORT	3
ANALYSE DES ECOULEMENTS EN L'ETAT ACTUEL	5
I. MODE OPERATOIRE GENERAL (RAPPEL)	6
II. ANALYSE DES CONDITIONS DE SUBMERSION DE LA PLAINE DE L'ABBAYE	8
II.1. Hypothèses structurantes (rappel)	8
II.2. Hydrologie	10
II.3. Caractéristiques des écoulements de crue au sein de la plaine	13
II.4. Analyse des débits évacués par la station de pompage	18
II.5. Analyse des écoulements au sein de la roubine de la Chartreuse	20
III. ESTIMATION DES DOMMAGES POTENTIELS CAUSES PAR LES INONDATIONS.	26
III.1. Rappel des enjeux présents sur la plaine	26
III.2. Etablissements des fonctions d' endommagement	31
III.3. Calcul des dommages en l' état actuel	31

ANNEXES

- ANNEXE 1 : Cartographies descriptives des écoulements de crue pour les occurrences 5, 10, 20, 50 et 100 ans.
- ANNEXE 2 : Grilles de définition des dommages.

Tableaux et figures

Tableau 1 : Paramètres CN retenus en fonction du contexte géologique.	9
Tableau 2 : Débits de pointe calculés pour le ravin des Chèvres au niveau de la voie ferrée pour diverses occurrences.	11
Tableau 3 : Débits de pointe calculés pour le ravin des Chèvres au niveau de la voie ferrée pour diverses occurrences avec et sans barrage.	11
Tableau 4 : Temps de fonctionnement des pompes calculés pour les cinq occurrences d'étude sur une période de cinq jours.	19

Tableau 5 : Estimations des dommages par type et classes d'enjeux et par occurrence d'étude.....	32
Tableau 6 : Représentation des dommages par type d'enjeux et globaux en fonction de l'occurrence des crues.....	33
Tableau 7 : DMA calculés par type d'enjeux et au global.....	35
Figure 1: Mode opératoire de modélisation de la plaine de l'Abbaye.....	6
Figure 2 : Hydrogrammes de crue du ravin des Chèvres au niveau de la voie ferrée pour diverses occurrences.....	11
Figure 3 : Comparaison des hydrogrammes de crue décennale et centennale du ravin des Chèvres avec et sans barrage.....	12
Figure 4 : Emprises des zones inondées pour les 5 occurrences d'étude.....	15
Figure 5 : Hauteurs de submersion comparées : Hmax, H1jour, H3jours, H5jours pour l'occurrence T = 10 ans.....	16
Figure 6 : Hauteurs de submersion comparées : Hmax, H1jour, H3jours, H5jours pour l'occurrence T = 100 ans.....	17
Figure 7 : Débits évacués par la station de pompage de la CNR pour les cinq occurrences d'étude ...	18
Figure 8 : Evolution du niveau de l'eau au droit de la station de pompage	19
Figure 9 : Références métriques utilisées pour analyse des écoulements dans le lit mineur.....	21
Figure 10 : Profil en long de la Roubine de la Chartreuse avec indication des niveaux d'eau calculés en l'état actuel pour cinq occurrences de crue.....	22
Figure 11 : Profil en long de la Roubine de la Chartreuse avec indication des niveaux d'eau calculés en l'état actuel pour cinq occurrences de crue avec positionnement des ouvrages et indication de leur niveau de surverse.....	23
Figure 12 : Evolution des débits max d'écoulement au sein du lit de la Roubine.....	24
Figure 13 : Evolution des débits et des vitesses max d'écoulement au sein du lit de la Roubine.....	25
Figure 14 : Enjeux d'Habitat pris en compte pour le calcul des dommages	27
Figure 15 : Enjeux d'entreprise pris en compte pour calcul des dommages	28
Figure 16 : Enjeux de bâtiments publics pris en compte pour calcul des dommages	29
Figure 17 : Enjeux agricoles pris en compte pour calcul des dommages.....	30
Figure 18 : Représentation des dommages en fonction de la fréquence des crues par type d'enjeux.....	34

OBJECTIF DU RAPPORT

SCE a été retenu pour élaborer un programme d' actions cohérent, hiérarchisé et réaliste visant à réduire le risque inondation de manière significative en établissant les conditions optimales de ressuyage de la plaine de l' Abbaye vers le Rhône via le contre canal.

Le présent rapport a pour objectif de décrire les conditions d' inondation de la plaine de l' abbaye pour diverses occurrences de pluie.

Les résultats obtenus s' appuient sur l' exploitation d' un modèle mathématique d' écoulement (progiciel XP-SWMM) permettant de transcrire les hauteurs précipitées en hauteurs de submersion et vitesses d' écoulement.

Ce rapport présente également une estimation des dommages pour l' état actuel qui s' appuie sur les guides techniques élaborés par le CETE et l' IRSTEA.

ANALYSE DES ECOULEMENTS EN L'ETAT ACTUEL

I. MODE OPERATOIRE GENERAL (RAPPEL)

L'étude hydraulique a été conduite à l'aide du logiciel de modélisation mathématique d'écoulement XP-SWMM/TUFLOW permettant de représenter les conditions de submersion et de ressuyage au moyen d'un modèle 2D.

Il permet de façon concomitante :

- **De traduire la réponse hydrologique du bassin à un événement de pluie donné (Modèle Pluie-débit).**

Il s'agit de calculer au moyen du même logiciel, les fonctions de production et de transfert du modèle Pluie-Débit ainsi que les niveaux et vitesses max d'écoulement dans le réseau hydrographique. Il permet en particulier de quantifier les apports des Bassins Versants ruraux et ceux urbanisés.

- **D'intégrer l'ensemble des composantes du réseau**

La caractérisation mixte des écoulements de surface (écoulement 1D au sein des lits mineurs du ravin des Chèvres et de la roubine de la Chartreuse et 2D au sein du lit majeur) permet de délimiter, pour chaque événement de pluie, les zones de déversements et de préciser les potentialités de laminage des ondes de crue sur le territoire de la plaine de l'Abbaye. A ce stade, nous avons représenté le contre canal par une section représentative trapézoïdale de 25 m de large (8 m au niveau du radier) et de 3 m de profondeur.

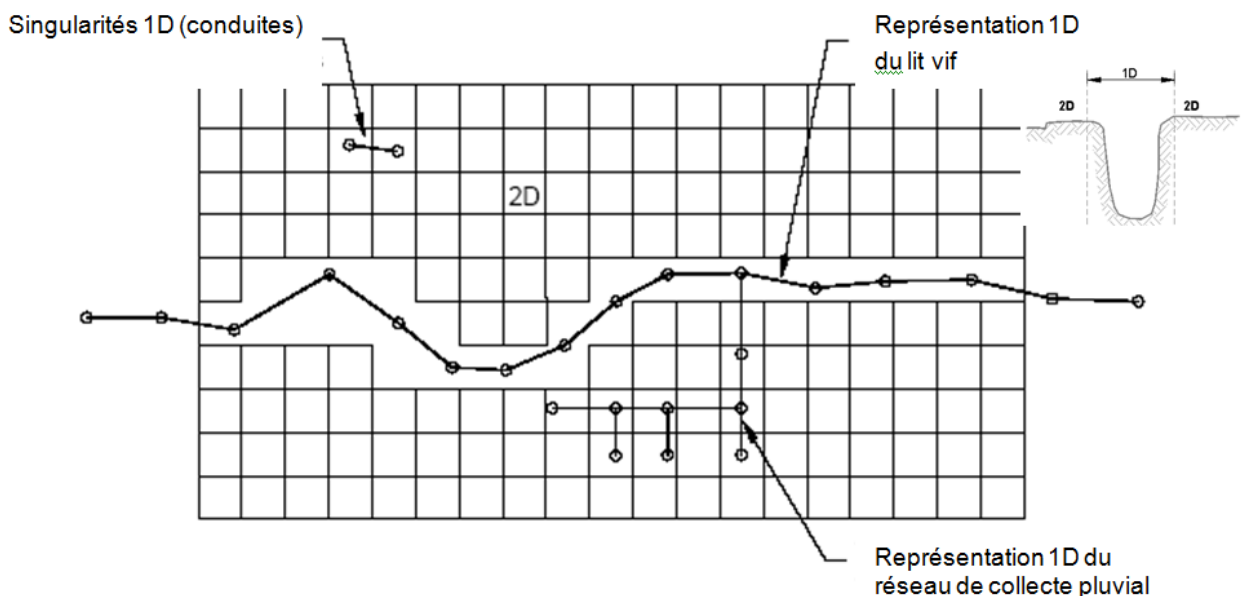


Figure 1: Mode opératoire de modélisation de la plaine de l'Abbaye.

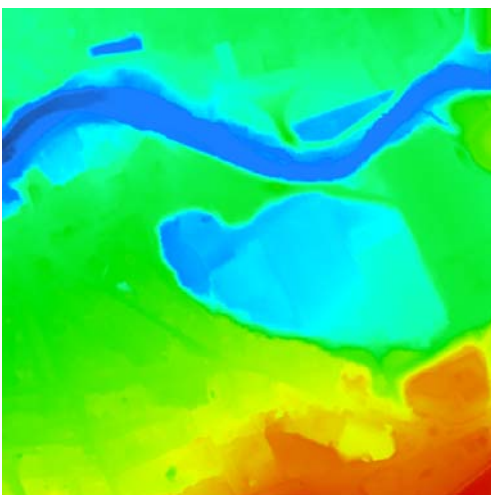
La formulation du SCS s'applique sur chacun des sous bassins élémentaires. La propagation des hydrogrammes ruisselés calculés s'effectue au sein du modèle hydraulique de façon 1D. Nous avons caractérisé l'écoulement sous la forme de biefs d'écoulement (soit une section représentative de l'écoulement en surface, soit une combinaison d'un collecteur souterrain et d'un écoulement sur voirie). la propagation est donc calculée au cours des modélisations hydrauliques avec les équation de Barré Saint Venant (de façon couplé 1D et 2D).

Le logiciel XP-SWMM/TUFLOW résout les équations de Saint Venant :

- **Equation de continuité :** $\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$
- **Equation de conservation de l'énergie :** $\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial y}{\partial x} + gA(S_e + S_c + S_f - S_o) = 0$

A chaque pas de temps les hauteurs de submersion sont calculées au centre et aux coins des cellules, les vitesses étant calculées sur chaque coté suivant le principe des différences finies.

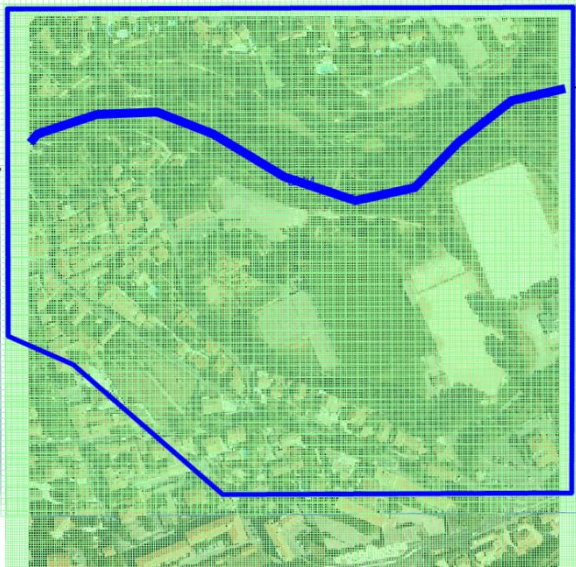
Les grandes étapes de mise en œuvre du modèle mathématique sont présentées sur les quatre figures suivantes.



Analyse du MNT dans le progiciel XP-SWMM



Analyse des conditions d'écoulement à partir des photos aériennes et des visites de site



Définition du maillage de calcul



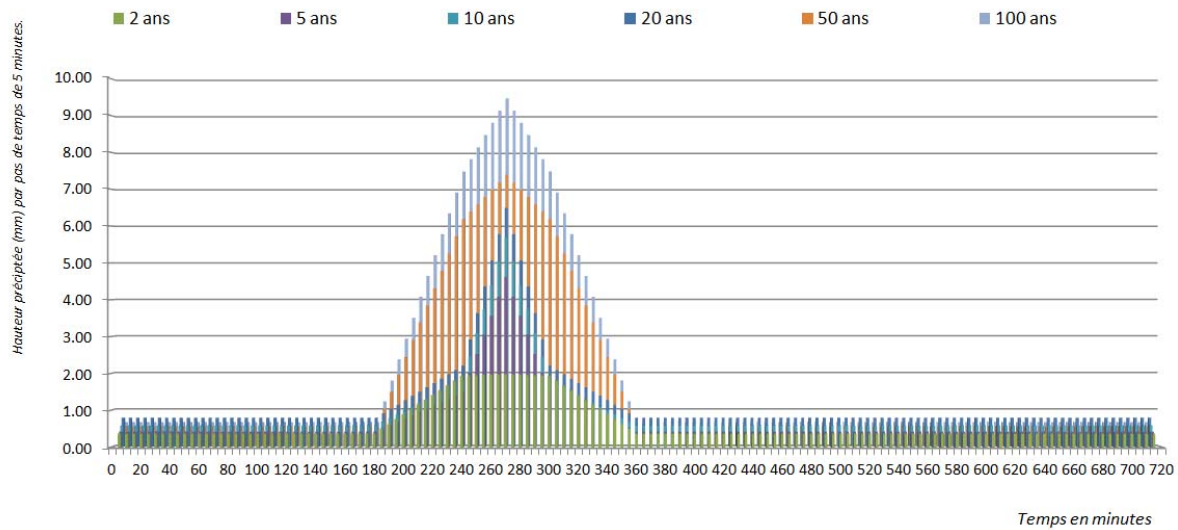
Prise en compte des bâtiments

II. ANALYSE DES CONDITIONS DE SUBMERSION DE LA PLAINE DE L'ABBAYE

II.1. HYPOTHESES STRUCTURANTES (RAPPEL)

A l'issue de la phase de calage, il a été convenu de retenir pour l'analyse de l'état actuel les hypothèses suivantes :

- Pluies de projet triple triangle pour les occurrences 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans.



- Modèle hydrologique Pluie débit avec des coefficients de CN fonction du contexte géologique et les temps de concentration calculés avec la formule de Passini,

Contexte géologique	Type Occupation des sols			
	Forêts	Milieux à végétation arbustive	Zones agricoles hétérogènes	Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation
Calcaire Blanc	25	25	30	70
Plaine Alluviale	55	65	75	90
Colluvions et/ou plateaux alluviaux	40	45	60	80

Tableau 1 : Paramètres CN retenus en fonction du contexte géologique.

- Propagation des hydrogrammes calculés au sein d'un modèle hydraulique 1D/2D reposant sur les équations de Barré de Saint Venant ($K = 25$ dans le lit mineur et $K = 10$ dans le lit majeur).
- Ressuyage de la plaine grâce à la station de pompage CNR fonctionnant avec les consignes fixées entre le 15 septembre et le 15 mai.
- Prise en compte des conditions d'infiltration au sein de la plaine à partir de l'équation de Schneebeli en retenant une perméabilité utile de 10^{-3} m/s.

A l'issue de l'analyse de sensibilité concernant les conditions d'infiltration au sein de la digue du Rhône mais également au sein de la plaine, l'analyse des

résultats vis-à-vis des PHE de 2002 nous a conduit à retenir les deux hypothèses suivantes :

- Pour les occurrences « courantes », ie $T \leq 20$ ans :
 - Débit infiltré dans contre-canal = 1,12 m³/s correspondant à l'absence de crue significative du Rhône.
- Pour des occurrences rares à exceptionnelle, ie $T > 20$ ans
 - Débit infiltré dans contre-canal = 1,9 m³/s correspondant à une crue du Rhône.

II.2. HYDROLOGIE

Le présent chapitre présente les débits de pointe de crue du ravin des Chèvres pour diverses occurrences. Ce ravin, principal affluent de la roubine de la Chartreuse, draine un bassin versant étendu ... km².

Le graphe et les tableaux des pages suivantes présentent les hydrogrammes entrés dans le modèle mathématique 2D (sous la voie ferrée).

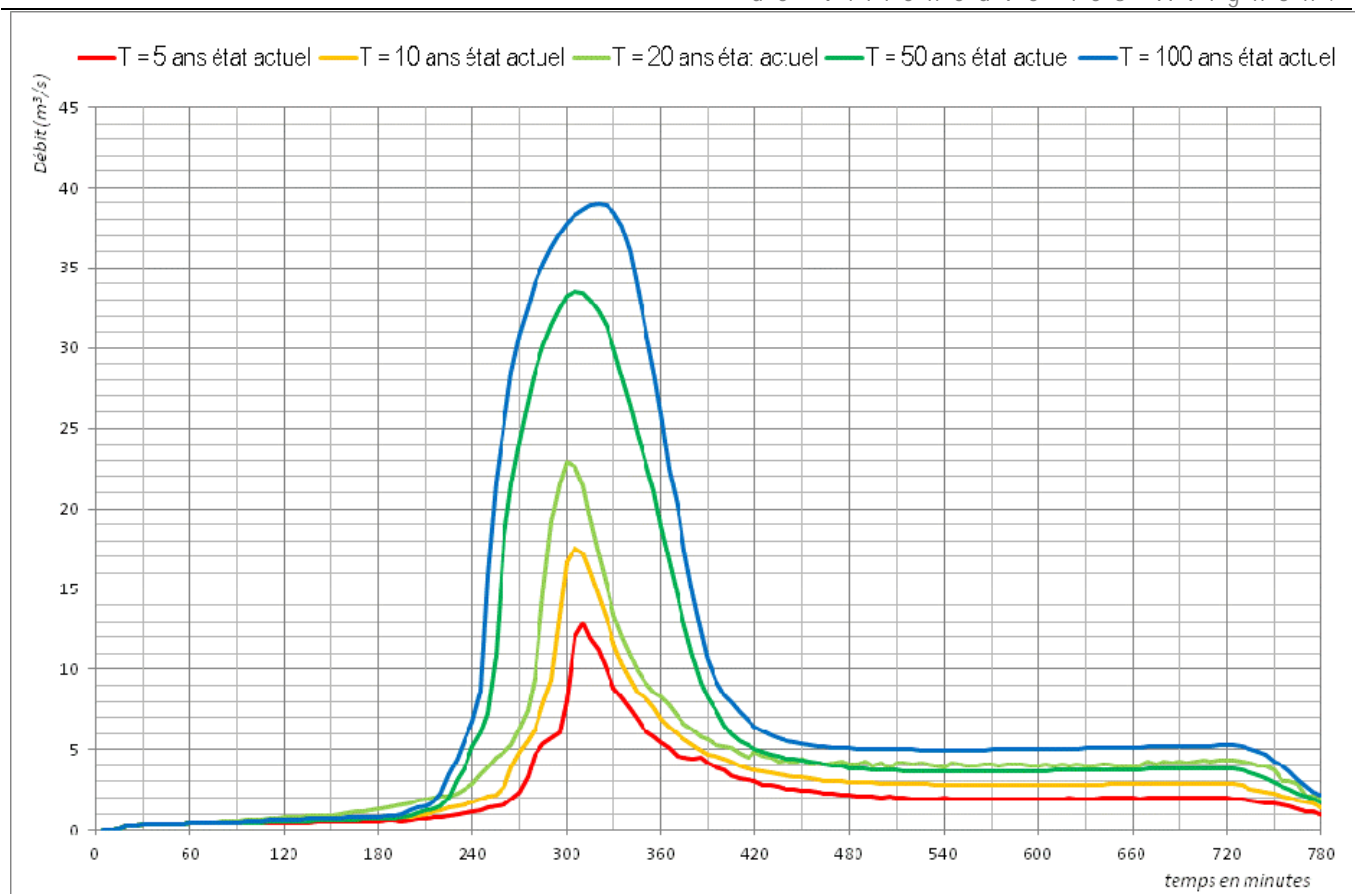


Figure 2 : Hydrogrammes de crue du ravin des Chèvres au niveau de la voie ferrée pour diverses occurrences.

Occurrence (années)	5	10	20	50	100
Débit (m3/s)	12.8	17.5	22.9	33.5	38.9

Tableau 2 : Débits de pointe calculés pour le ravin des Chèvres au niveau de la voie ferrée pour diverses occurrences.

Il a été intéressant de comparer les hydrogrammes évacués au niveau de la voie ferrée avec ceux qui auraient du être « écrêtés » du fait de l'existence du barrage en amont (hypothèse retenue pour le calage du modèle sur l'événement de 2002).

Occurrence (années)	5	10	20	50	100
Etat actuel	12.8	17.5	22.9	33.5	38.9
avec barrage	10.2	14.7	19.2	33.9	39.4

Tableau 3 : Débits de pointe calculés pour le ravin des Chèvres au niveau de la voie ferrée pour diverses occurrences avec et sans barrage

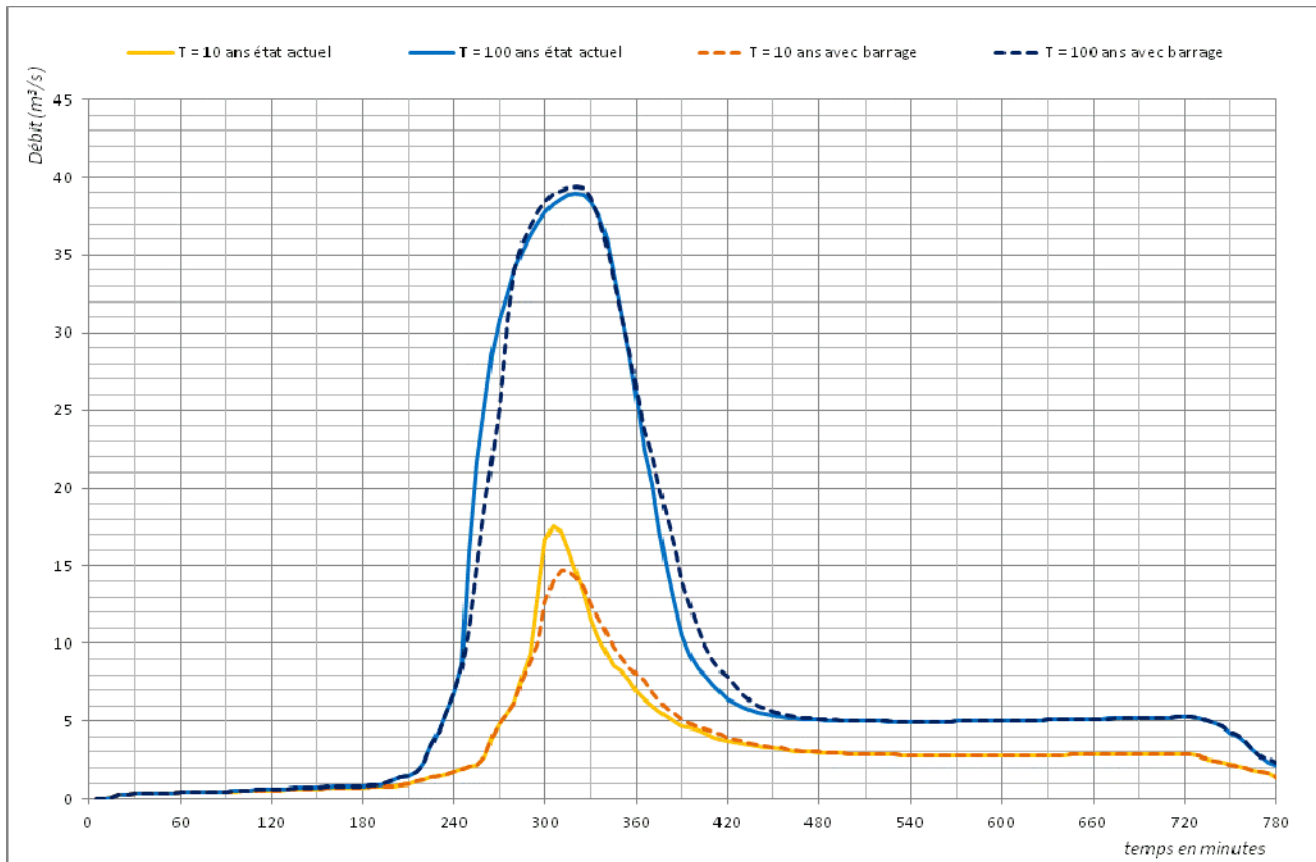


Figure 3 : Comparaison des hydrogrammes de crue décennale et centennale du ravin des Chèvres avec et sans barrage.

II.3. CARACTERISTIQUES DES ECOULEMENTS DE CRUE AU SEIN DE LA PLAINE

Nous avons fait figurer en annexe 1 les cartographies présentant les emprises inondables, les hauteurs de submersion et les vitesses maximales d'écoulement.

Les hauteurs de submersion ont été présentées pour plusieurs durées :

- t = 1 jour depuis le début de la pluie,
- t = 3 jours depuis le début de la pluie,
- t = 5 jours depuis le début de la pluie.

Les figures des pages suivantes présentent :

- Les emprises des zones inondées pour les 5 occurrences d'étude,
- Les hauteurs de submersion comparées : Hmax, H1jour, H3jours, H5jours pour les occurrences 10 et 100 ans.

Ces figures amènent les commentaires suivants :

- Au débouché du ravin des Chèvres dans la plaine, les inondations sont fréquentes ($< T = 10$ ans). Les débordements poursuivent les cours vers le sud le long du chemin de la Seigneurette mais également vers l'Est en direction de la Grande Bastide.
- Les habitations situées le long du chemin de la Seigneurette apparaissent les plus fréquemment inondées. La surélévation des enjeux d'habitat permet toutefois de sauvegarder les biens abrités.
- Le mauvais drainage des eaux de pluie favorise l'accumulation d'eau et génère des inondations non provoquées par le débordement de la roubine de la Chartreuse. De la sorte, le chemin Fesse est le siège d'inondation fréquente ($< T = 5$ ans).
- Les serres de monsieur Garcia apparaissent fréquemment inondées.
- Les débordements sont concentrés en rive droite dans la plaine. De la sorte, l'avenue de Verdun apparaît de la sorte comme une frontière étanche pour les occurrences inférieures à 50 ans.
- La résidence de l'Oratoire est inondée pour des occurrences supérieures à 20 ans mais du fait de l'incapacité du collecteur sous la rue Marcel

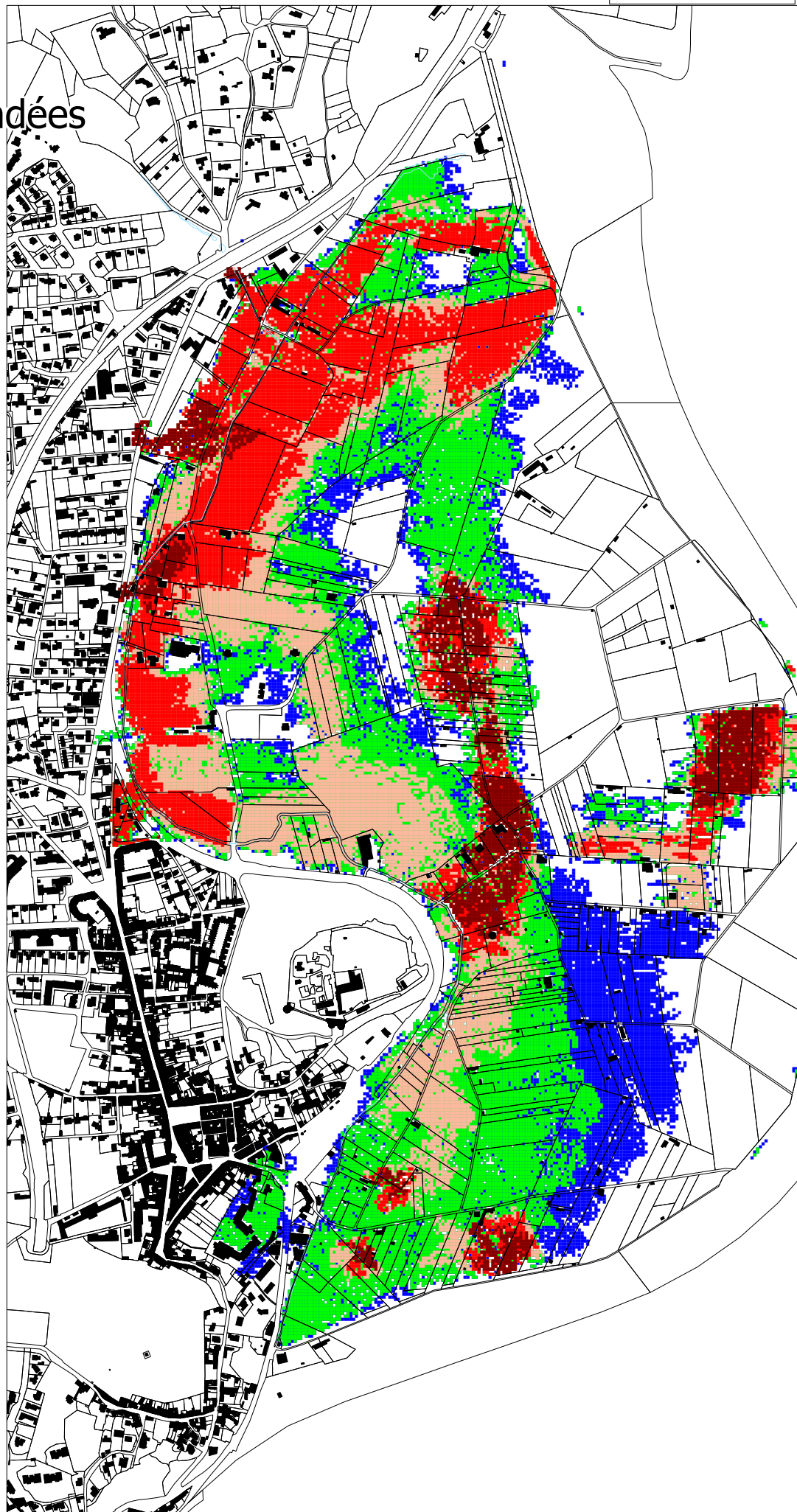
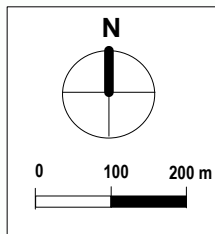
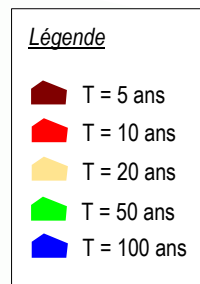
Fabrigoule a évacué des débits supérieurs. De la même façon, les habitations inondées entre la rue de la Laune et le chemin des Chartreux sont exposées aux ruissellements pluviaux transitant notamment par le rue de la République.

- Il existe relativement peu de différence dans les emprises inondées maximales et celles calculées pour $t = 1$ jour, 3 jours ou encore 5 jours. Les hauteurs de submersion calculées évoluent toutefois significativement (cf. figures 5 et 6). Ces résultats sont principalement dus au caractère très plat de la plaine et à l'impossibilité de prendre en compte dans les calculs l'évaporation des eaux ou encore une infiltration continue des eaux¹.

¹ L' infiltration au sein de la plaine est prise en compte dans le modèle de façon localisée au point bas de cette dernière avec, en outre, une perméabilité faible.

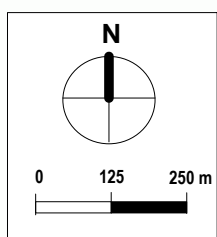
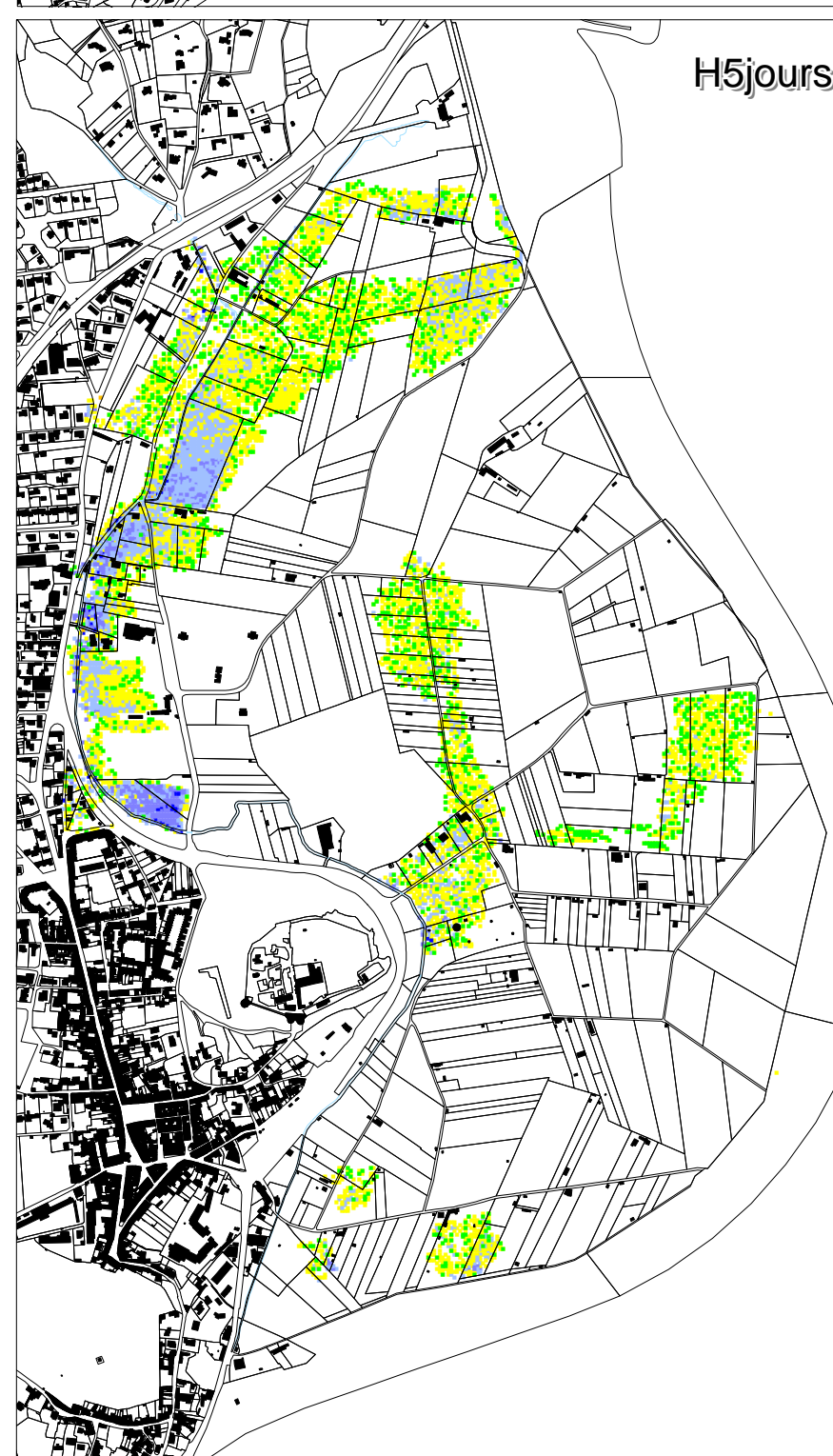
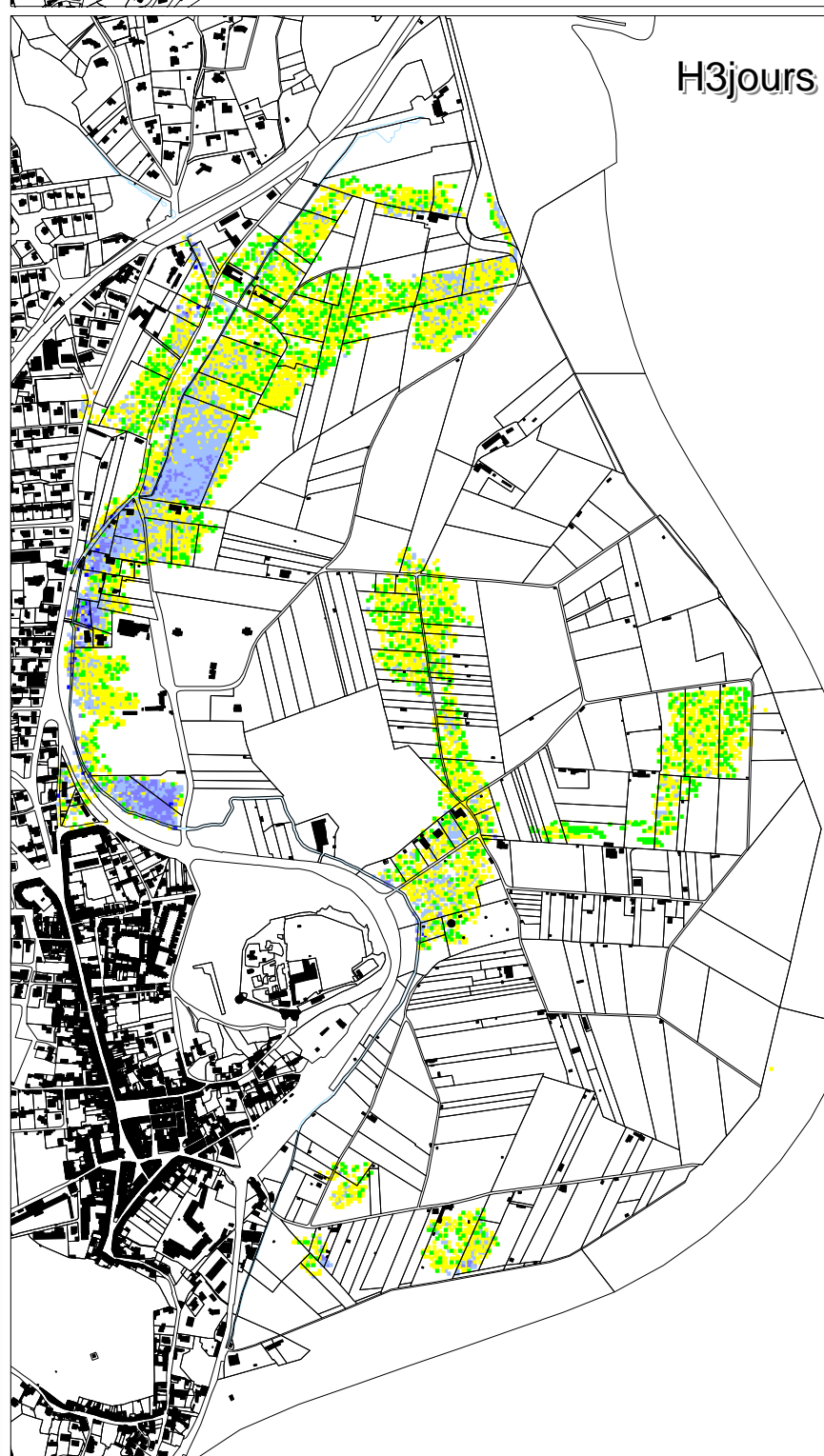
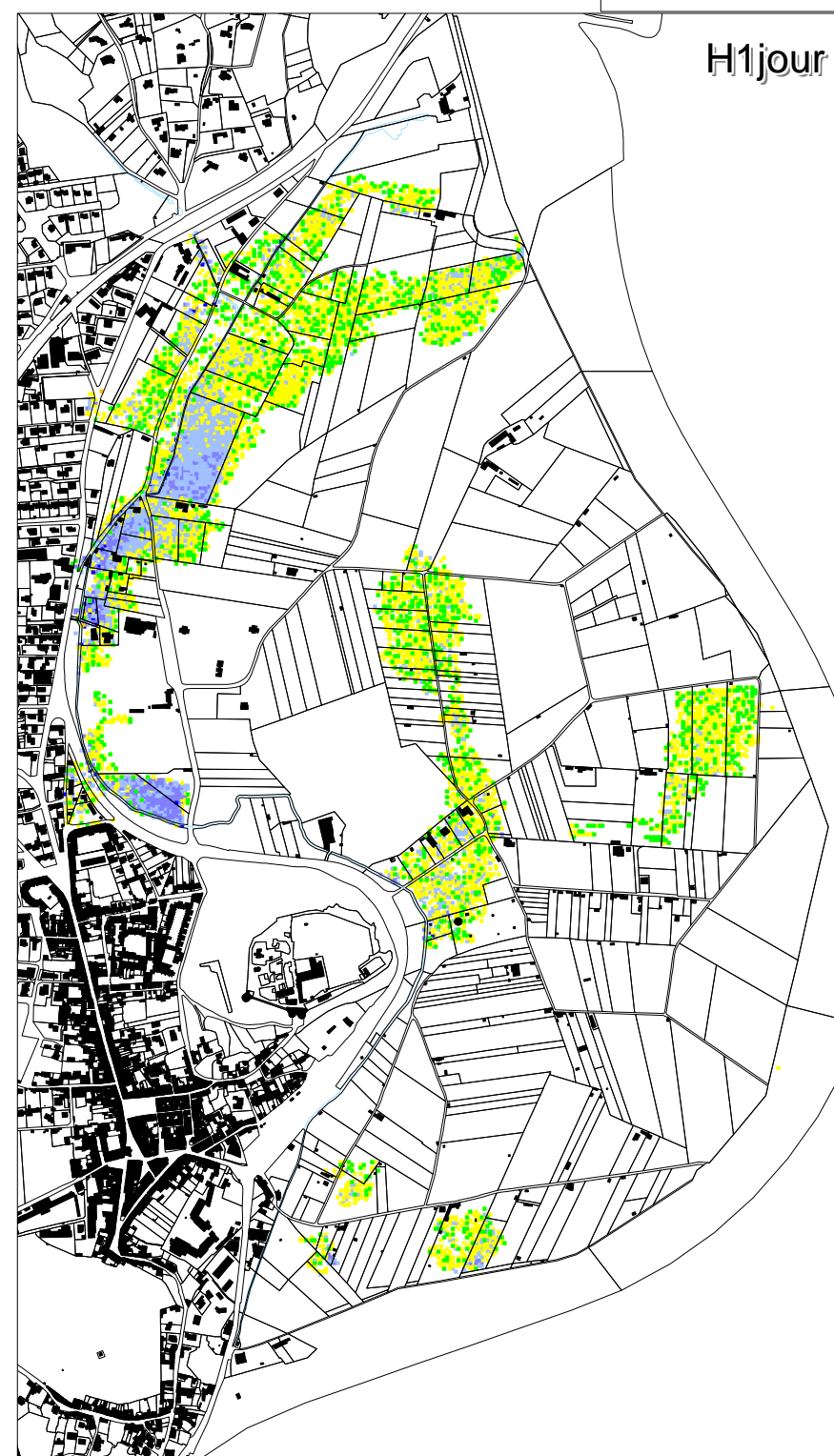
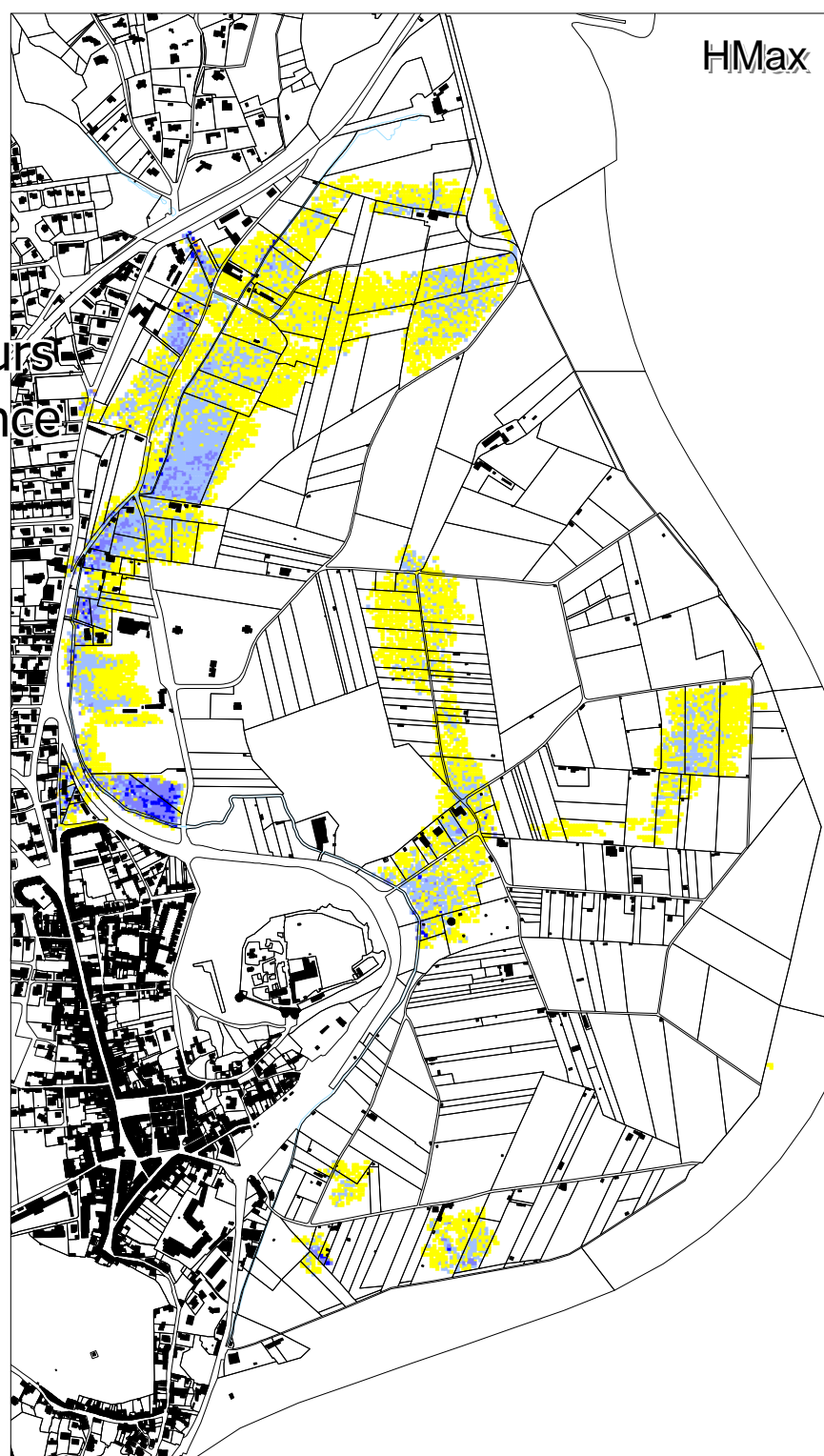
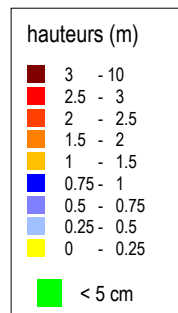
Emprise des zones inondées pour cinq occurrences d'étude

Figure 4



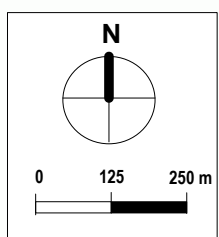
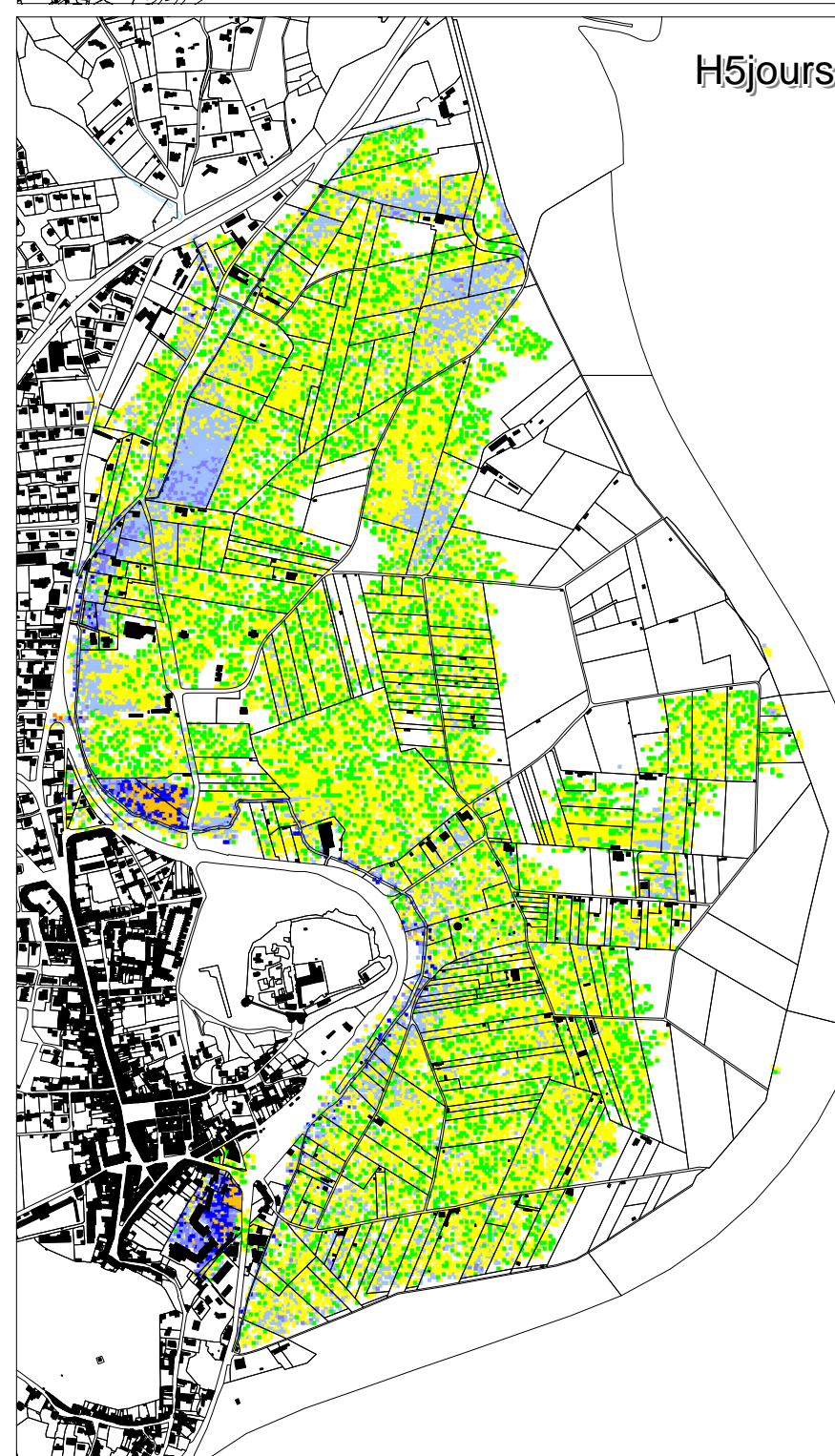
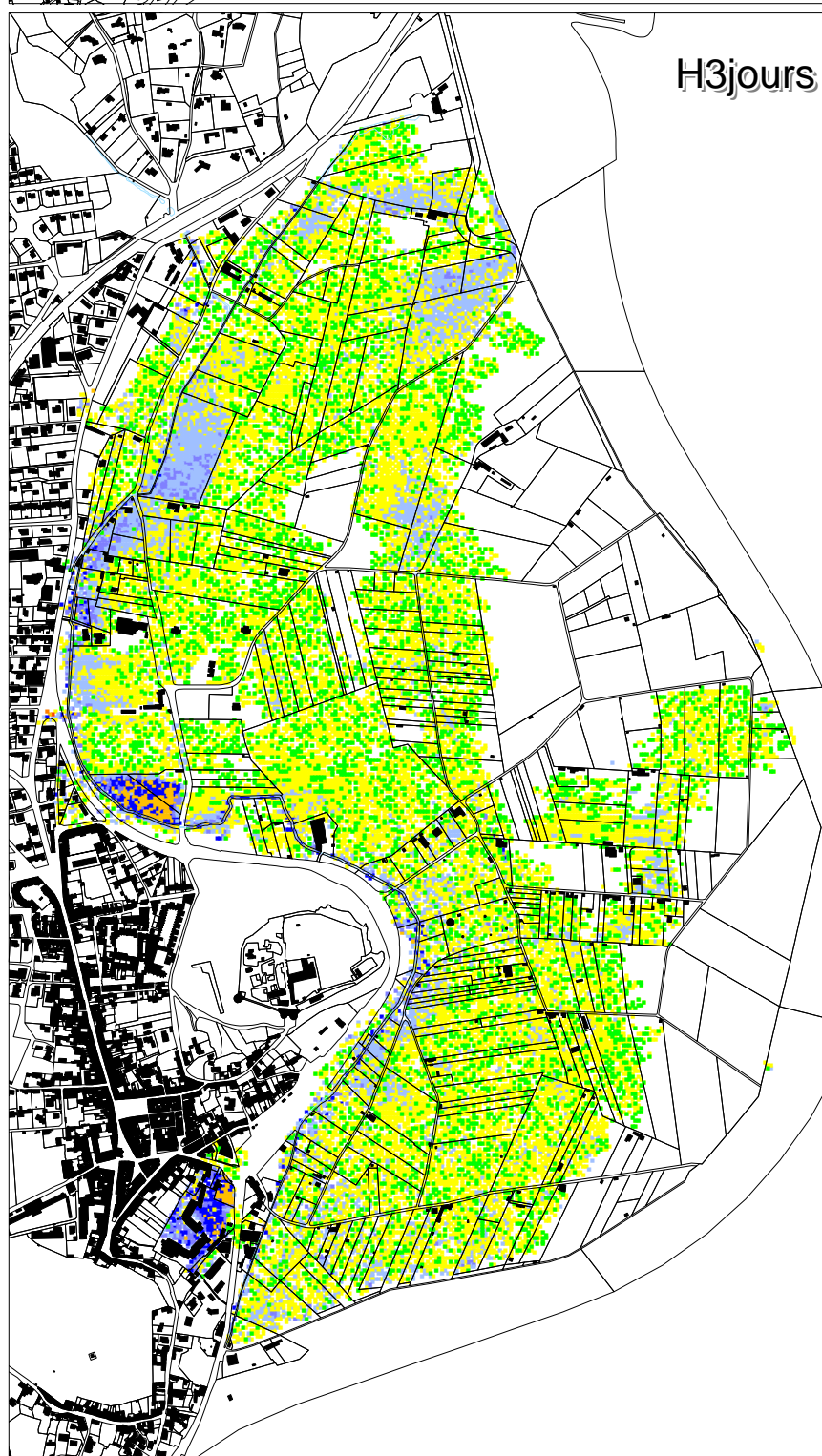
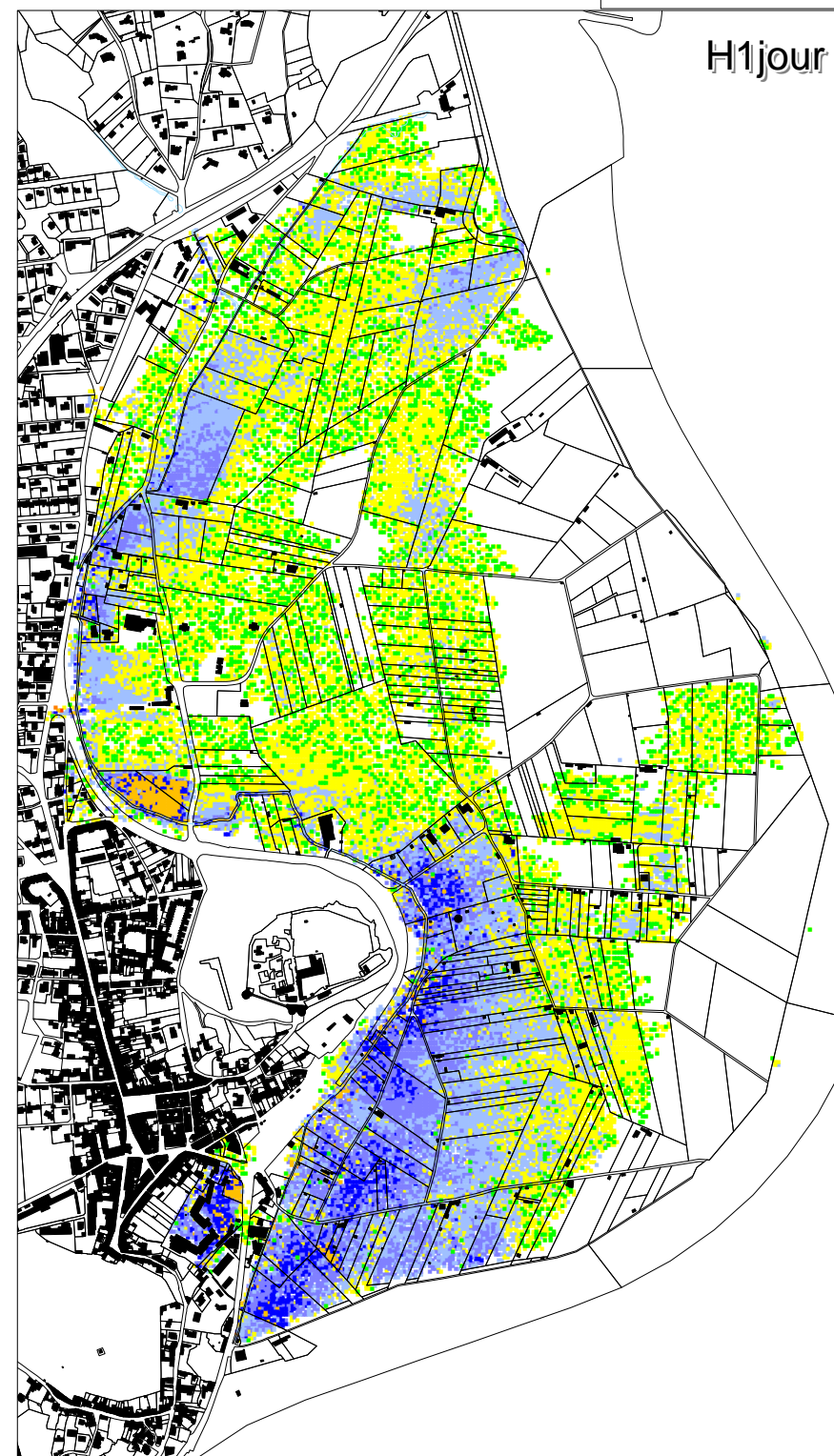
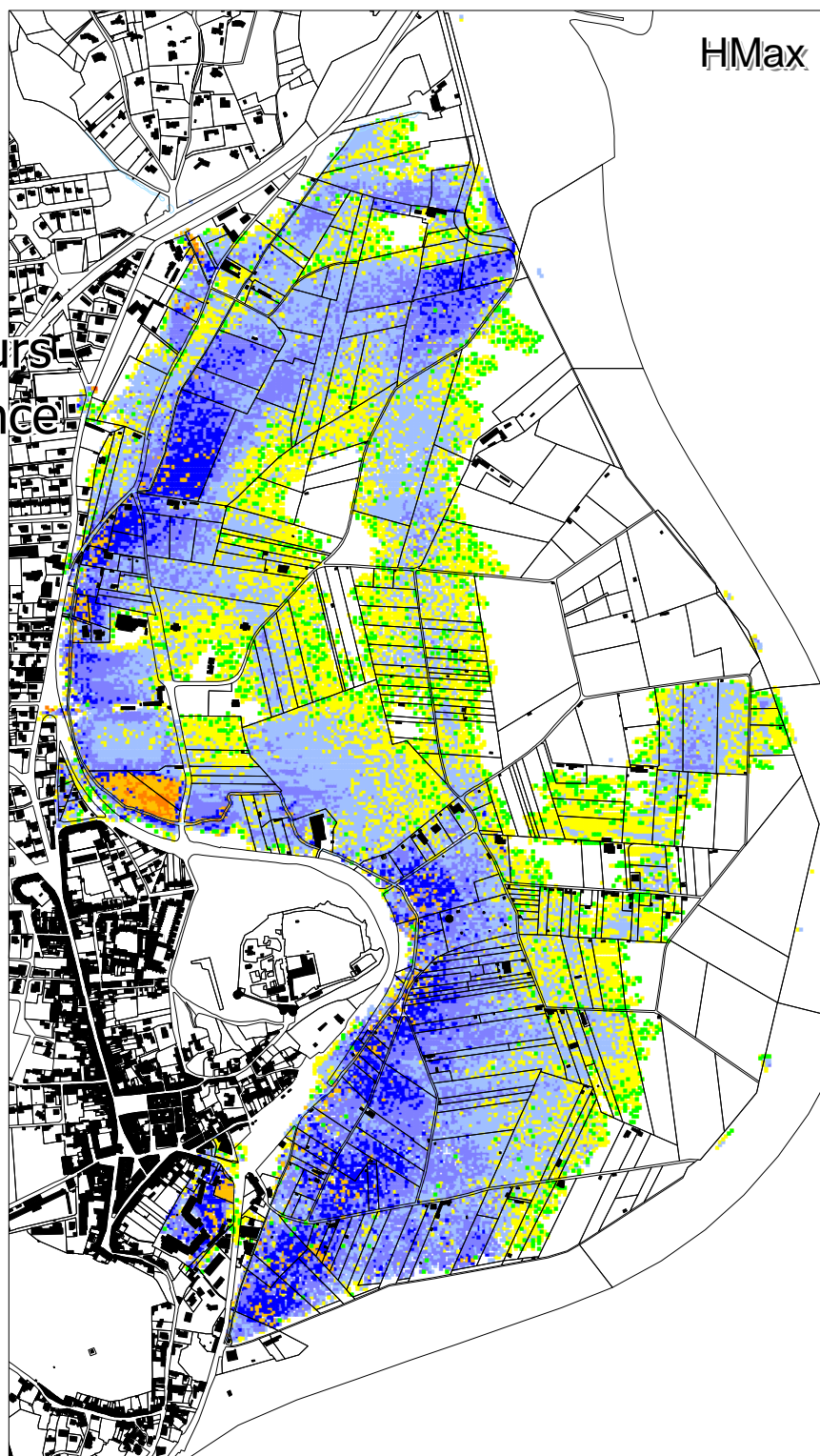
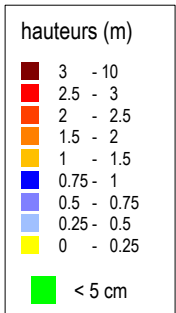
Hauteurs de submersion comparées Hmax, H1jour, H3jours, H5jours pour l'occurrence T = 10 ans

Figure 5



Hauteurs de submersion comparées Hmax, H1jour, H3jours, H5jours pour l'occurrence T = 100 ans

Figure 6



II.4. ANALYSE DES DEBITS EVACUES PAR LA STATION DE POMPAGE

Les figures ci-après présentent :

- Les débits évacués par la station de pompage de la CNR pour les cinq occurrences d'étude,
- L'évolution du niveau de l'eau au droit de la station de pompage.

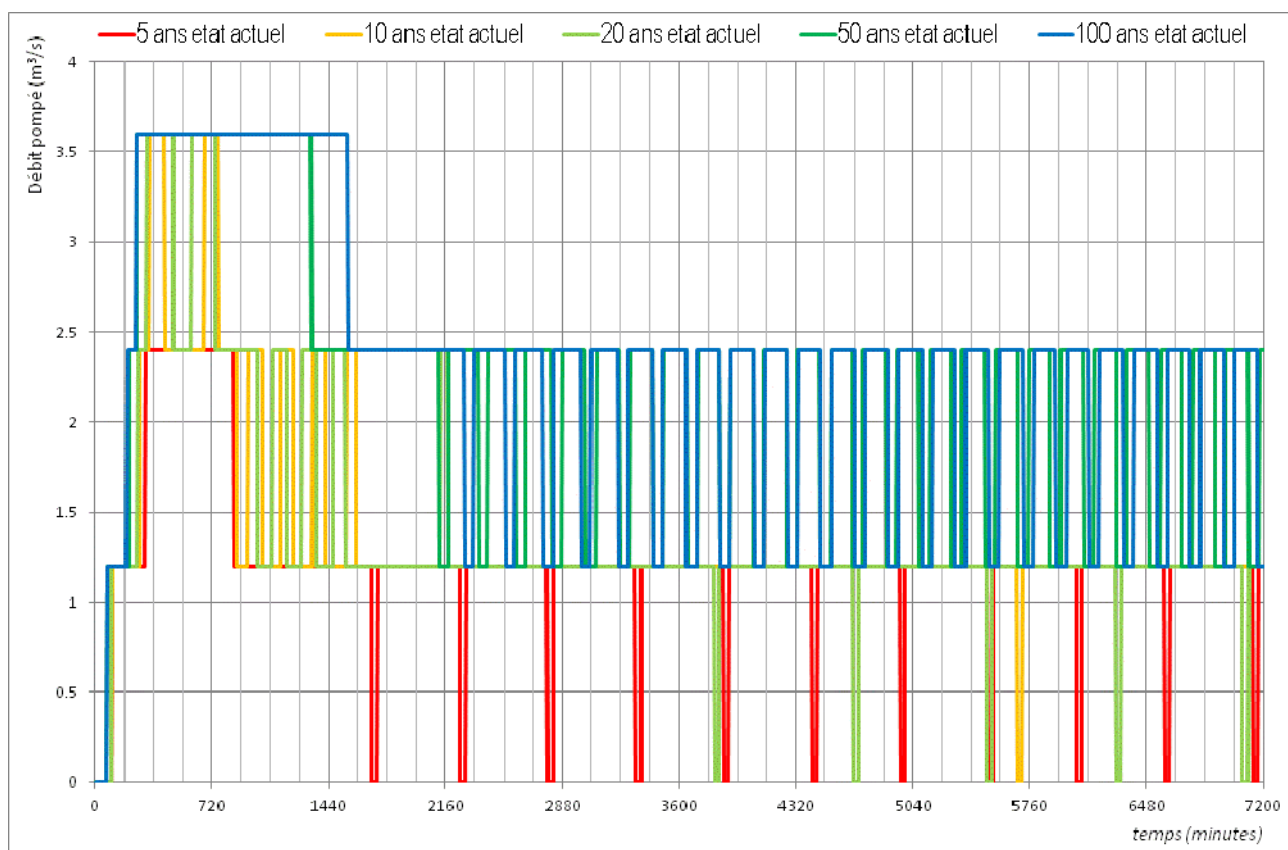


Figure 7 : Débits évacués par la station de pompage de la CNR pour les cinq occurrences d'étude

Les hypothèses retenues pour traduire les conditions d'infiltration du Rhône dans le canal ($1,12 \text{ m}^3/\text{s}$ pour $T \leq 20$ ans, $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ pour $T > 20$ ans) et dans une moindre mesure les hauteurs de référence de pluie retenues ont une incidence sur les niveaux d'eau calculés et sur les temps de fonctionnement des pompes. Il y a de la sorte, une grosse différence entre les temps de fonctionnement des pompes calculés sur une période de 5 jours pour les occurrences 5, 10, 20 ans et celles supérieures (50, 100 ans).

Occurrence (années)	5	10	20	50	100
temps de fonctionnement des trois pompes	121.1 h	135.9 h	138.3 h	226.3 h	232.6 h

Tableau 4 : Temps de fonctionnement des pompes calculés pour les cinq occurrences d'étude sur une période de cinq jours.

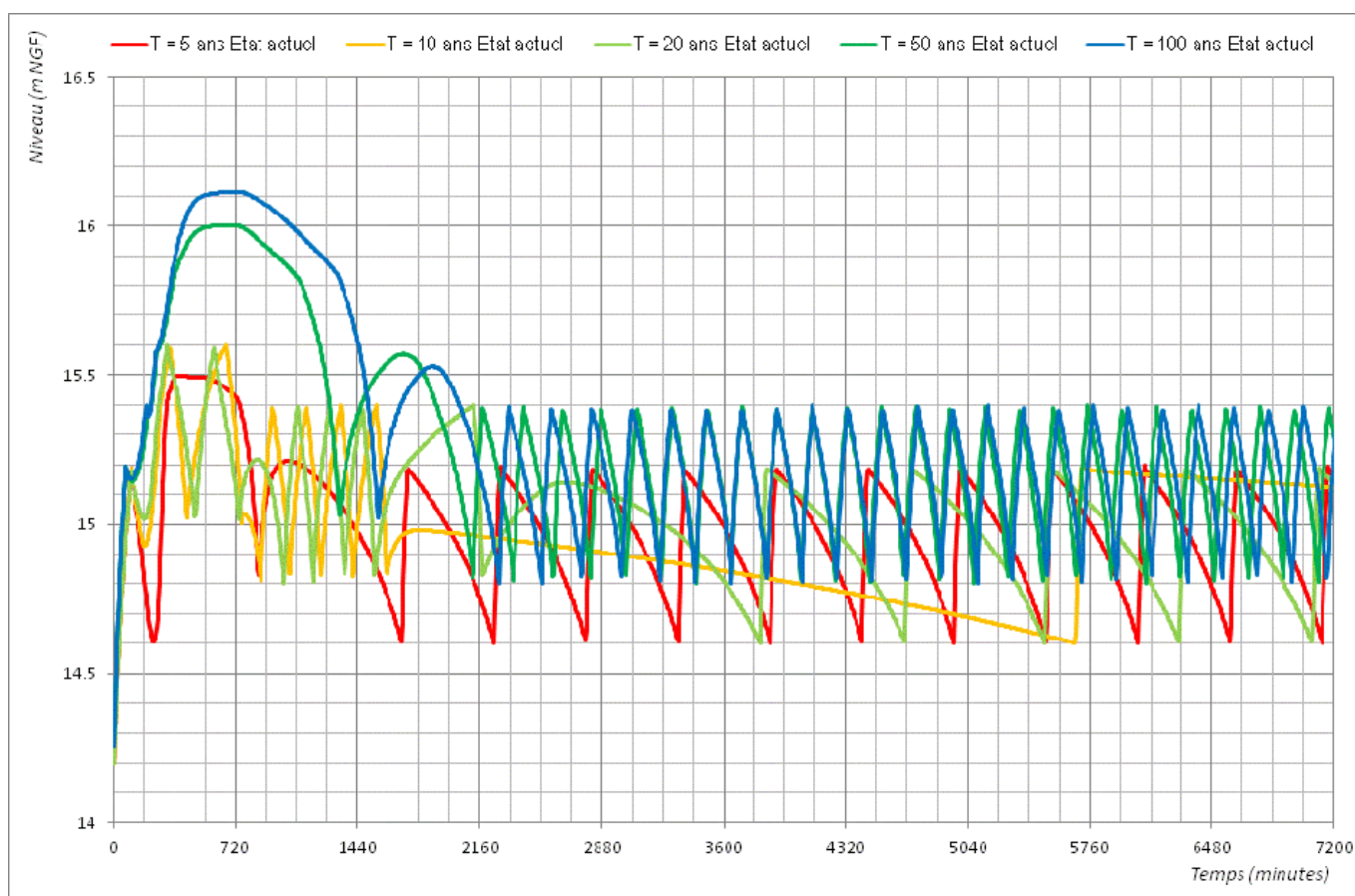


Figure 8 : Evolution du niveau de l'eau au droit de la station de pompage

II.5. ANALYSE DES ECOULEMENTS AU SEIN DE LA ROUBINE DE LA CHARTREUSE

Les graphes des pages suivantes présentent les profils en long des lignes d' eau calculées pour les cinq occurrences d' étude.

Afin de clairement se positionner, la figure de la page suivante présente les points métriques de référence pour l' établissement de l' abscisse curviligne des graphes.

La berge en rive gauche apparaît clairement plus basse que celle en rive droite.

L' ouvrage limiteur de débit OCH11b qui permet de favoriser les débordements en rive gauche génère un remous perceptible (pm 2570).

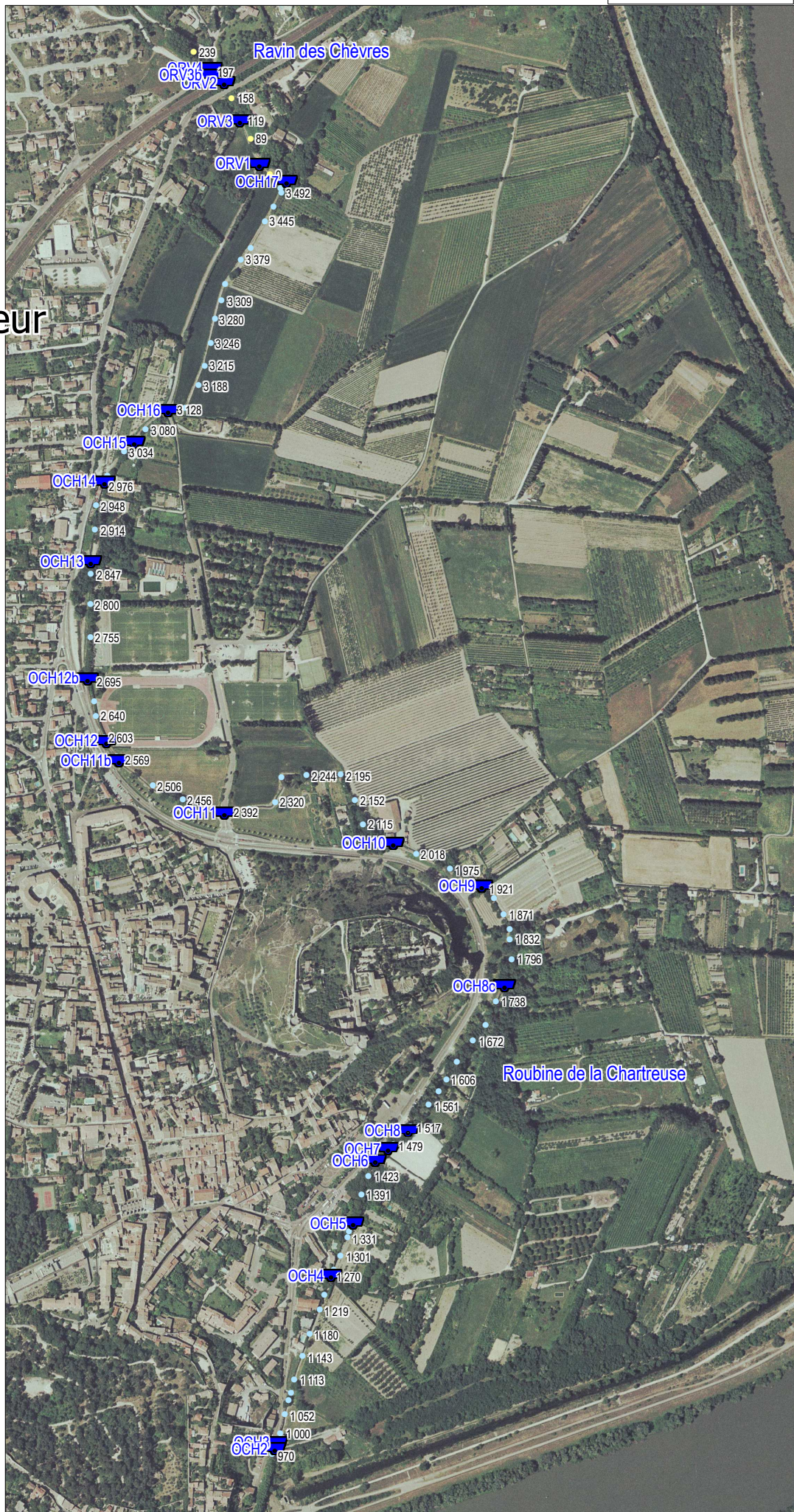
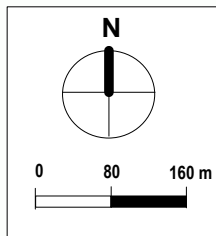
Les différences de niveaux calculés en aval de la plaine (sur sa partie sud) sont dues à la fois aux hypothèses retenues pour traduire les débits infiltrés du Rhône et les hauteurs caractéristiques de pluie retenues.

Les figures 12 et 13 présentent respectivement l' évolution des débits et des vitesses max d' écoulement au sein du lit de la Roubine.

La faible pente d' écoulement (0,065 %) limite les vitesses d' écoulement (majoritairement de l' ordre de 0,5 m/s) et les débits évacués. Les évolutions locales sont provoquées généralement par les ouvrages et le retour de certains débordements dans le lit mineur de la Roubine.

Références métriques utilisées pour analyse des écoulements dans le lit mineur

Figure 9



Etude du fonctionnement du ressuyage de la plaine de l'Abbaye vers le Rhône via le contre canal
Commune de Villeneuve-Les-Avignon

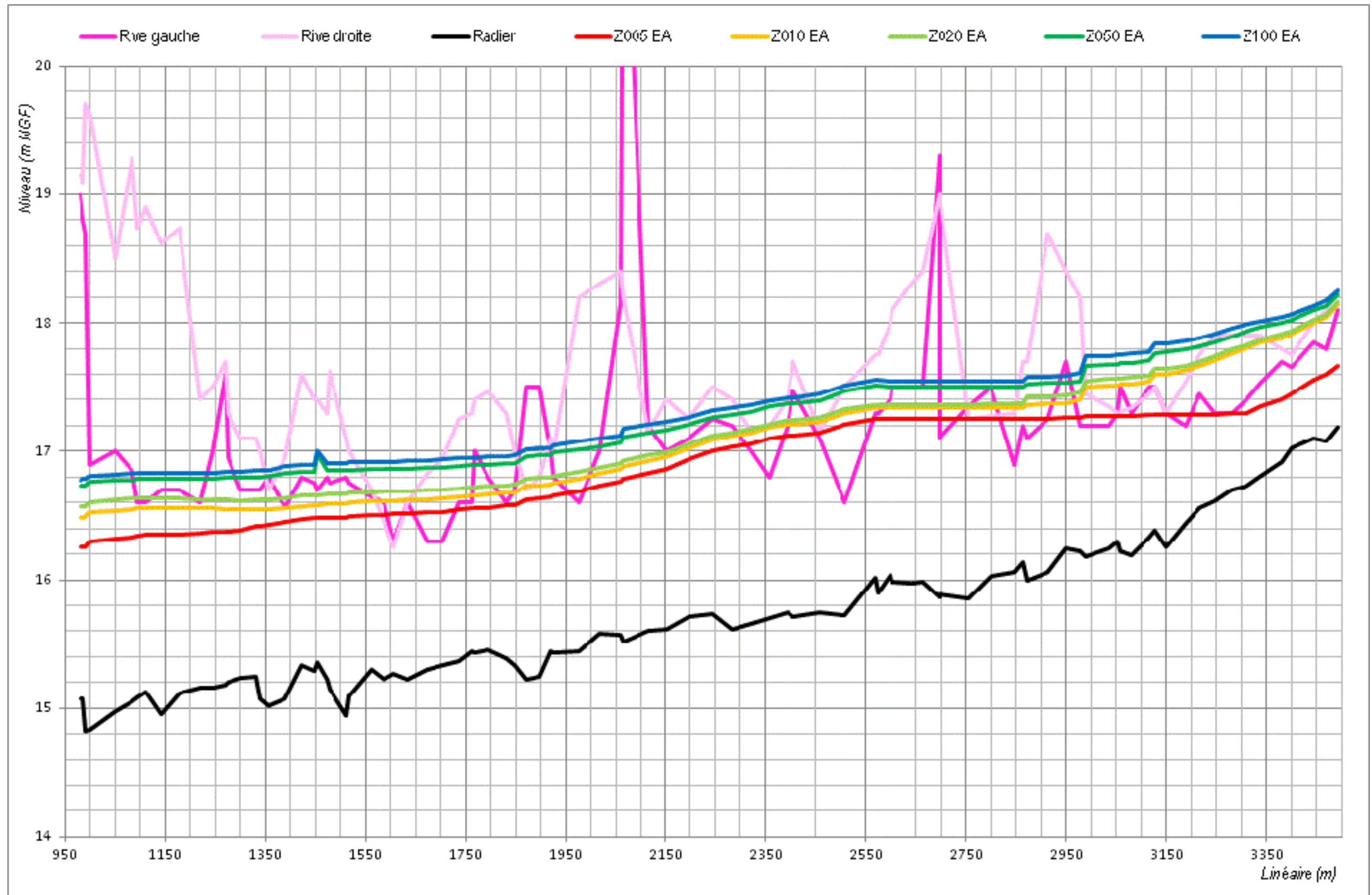


Figure 10 : Profil en long de la Roubine de la Chartreuse avec indication des niveaux d'eau calculés en l'état actuel pour cinq occurrences de crue.

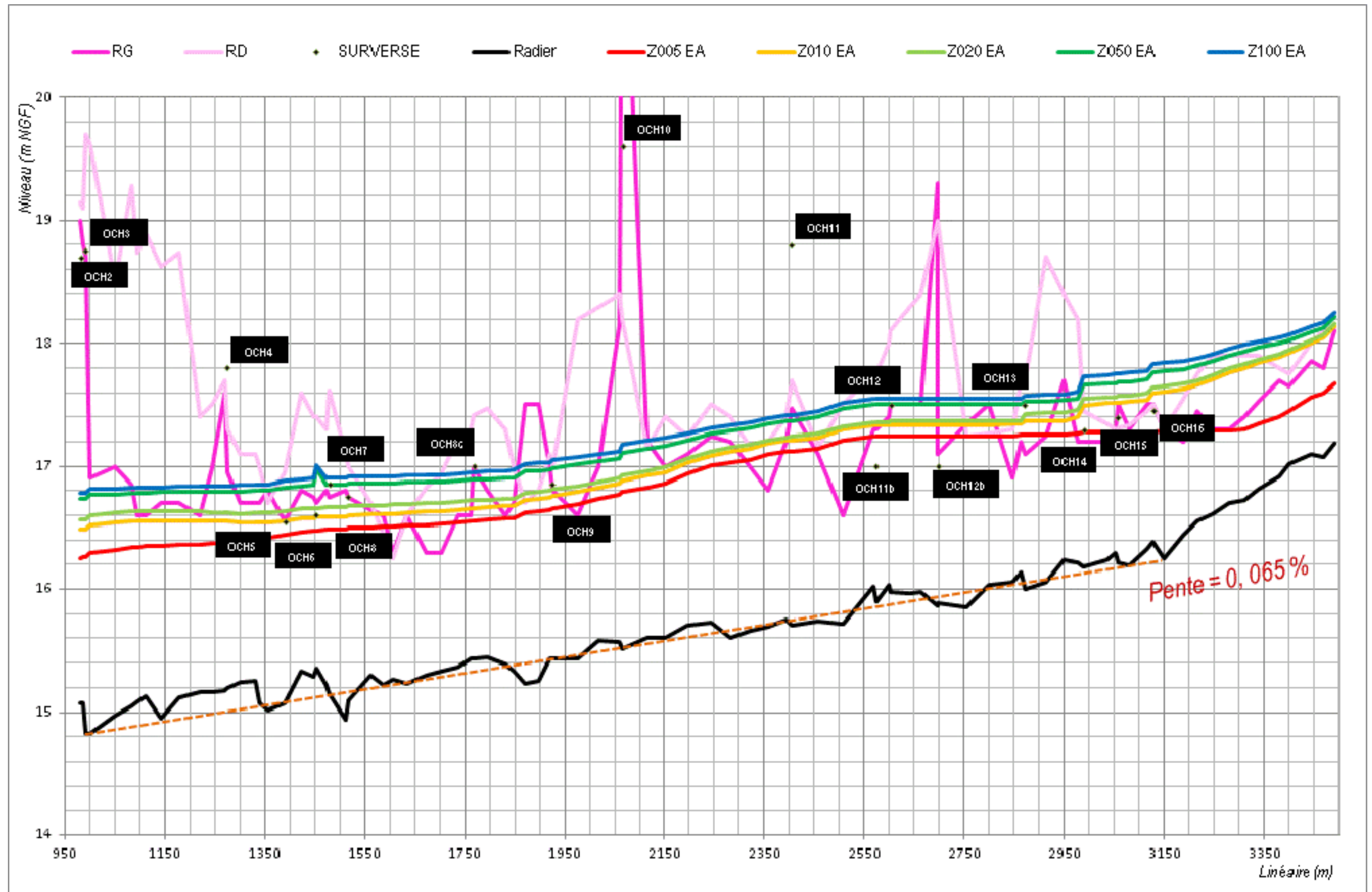


Figure 11 : Profil en long de la Roubine de la Chartreuse avec indication des niveaux d'eau calculés en l'état actuel pour cinq occurrences de crue avec positionnement des ouvrages et indication de leur niveau de surverse.

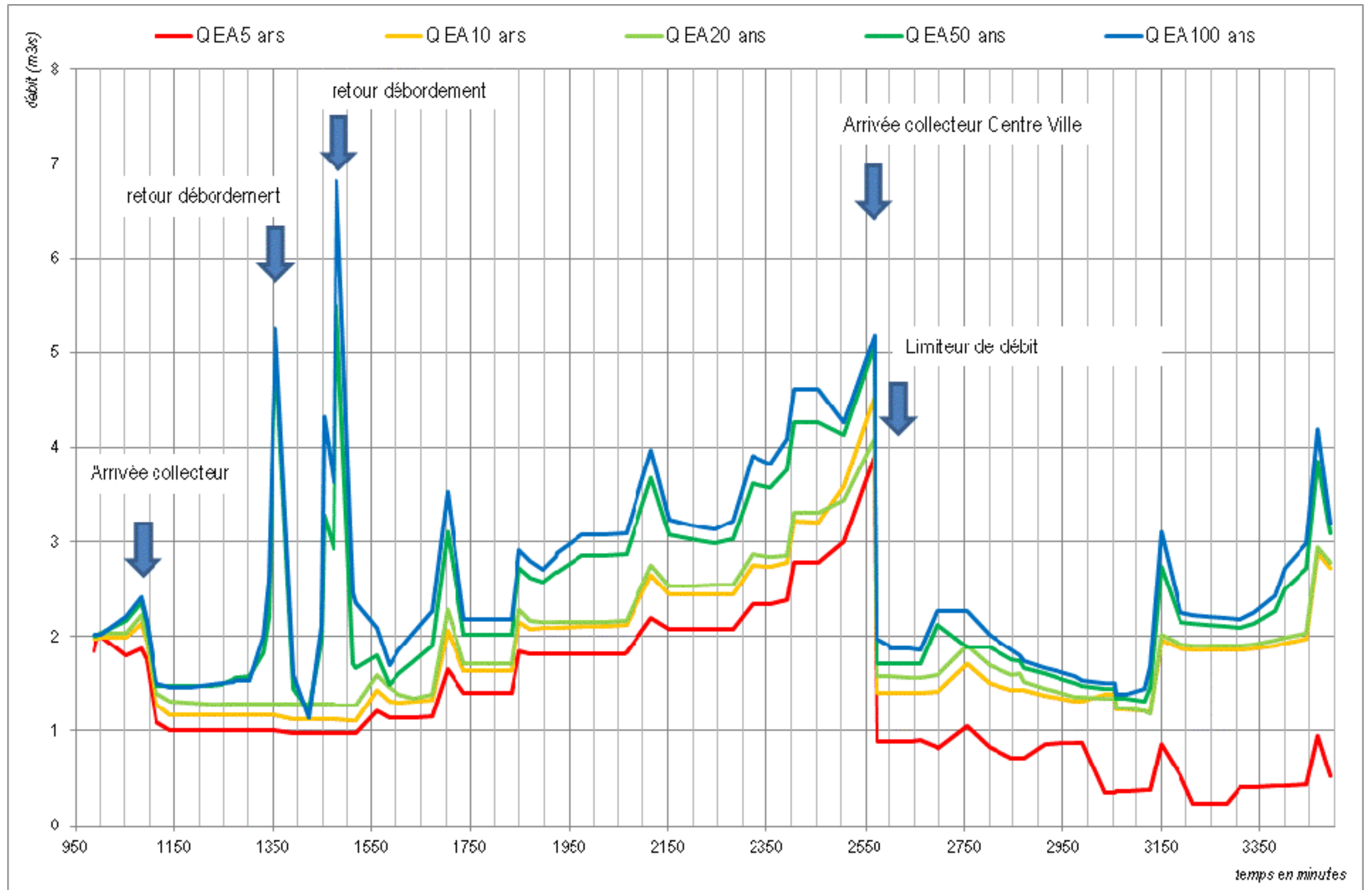


Figure 12 : Evolution des débits max d'écoulement au sein du lit de la Roubine.

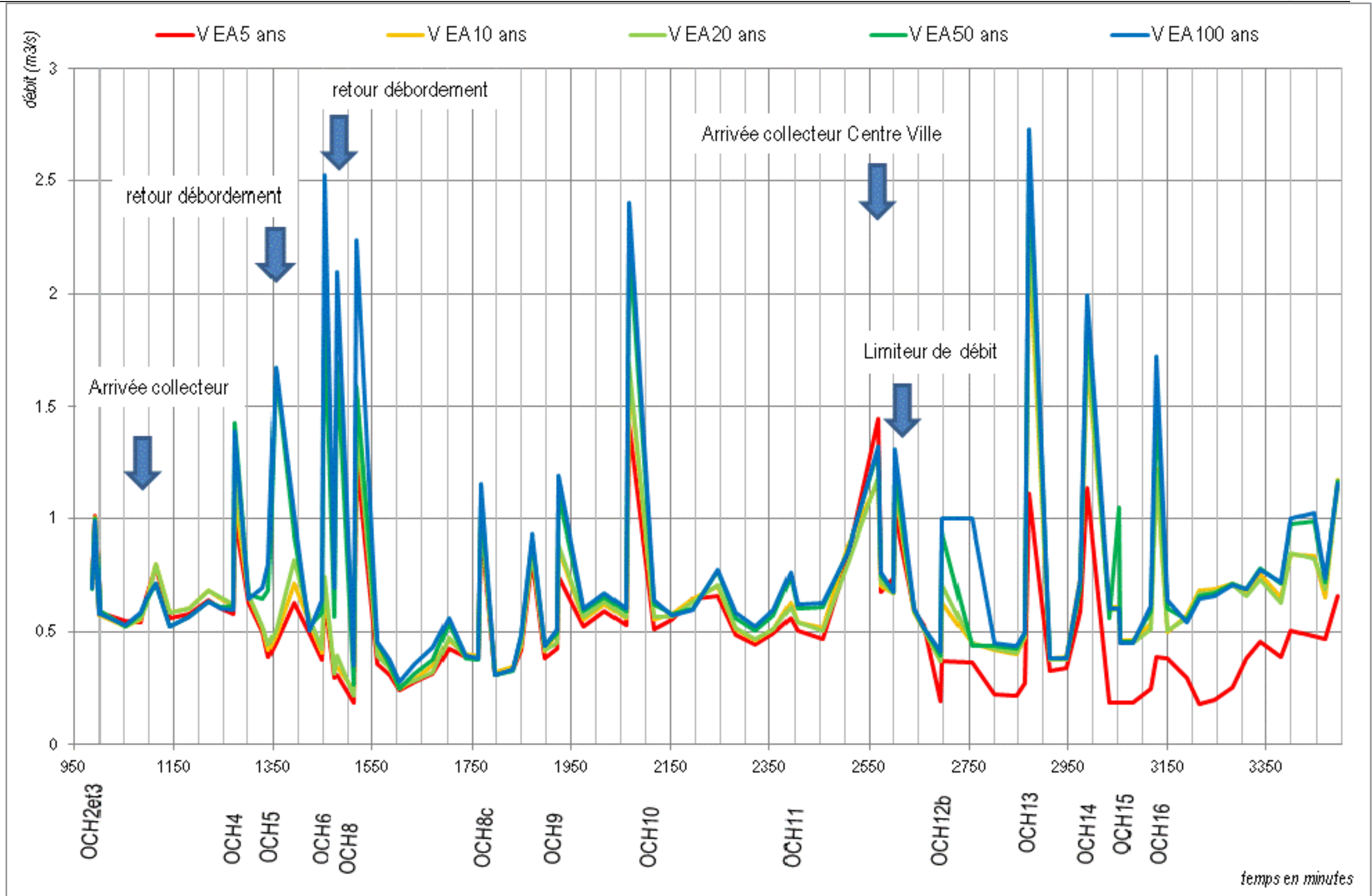


Figure 13 : Evolution des débits et des vitesses max d'écoulement au sein du lit de la Roubine.

III. ESTIMATION DES DOMMAGES POTENTIELS CAUSES PAR LES INONDATIONS.

L' estimation des dommages potentiels a été établie en appliquant le guide de définition élaboré par le Comité départemental de l' eau du Gard dans sa version de mars 2012 : **Analyse Coût-Bénéfices des projets de protection-prévention des Inondations** – Comité Départemental de l' Eau du Gard - Groupe d' Echange Risque Inondation – Mars 2012.

Afin de faciliter le travail d' identification de l' état de l' art actuel et de son adaptation aux spécificités gardoise, le GERI s' est appuyé sur l' expertise du Service Vulnérabilité et Gestion de Crise CETE Méditerranée. Cette expertise a donné lieu à la production d' un référentiel de courbes de dommage du Gard qui constitue dorénavant de la méthodologie à appliquer en matière d' ACB dans le département. Les fonctions d' endommagement sont annexées au présent document. L' IRSTEA est à l' origine des fonctions d' endommagement aux exploitations agricoles.

III.1. RAPPEL DES ENJEUX PRESENTS SUR LA PLAINE

Au sein de la plaine de l' Abbaye (emprise d' étude 2D), les enjeux ont été appréciés en retenant quatre types :

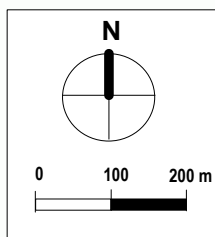
- Les enjeux d' Habitat (habitations individuelles, collectives),
- Les enjeux d' Entreprise (caractérisant l' ensemble des établissements industriels),
- Les enjeux en termes de Bâtiments Publics (administrations, ateliers techniques...),
- Les enjeux Agricoles (vergers, vignes, blé et tournesol particulièrement).

La localisation de ces enjeux apparaît sur les cartographies suivantes.

Enjeux d'Habitats pris en compte pour calcul des dommages

Figure 14

- Type d'habitat
- Appartement
 - Garage
 - Maison de ville R+1
 - Maison individuelle R+1
 - Maison individuelle R+1- RDC at
 - Maison individuelle RDC



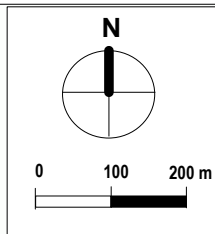
Enjeux d'Entreprise pris en compte pour calcul des dommages

Figure 15



Type d'entreprise

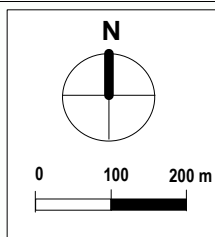
- Bureau
- Cabinet médical, centre médico-social
- Camping
- Commerce, boutique de centre-ville
- Garage
- HALL D'EXPOSITION AUTOMOBILE
- Manufacture, usine, atelier
- Station de pompage CNR



Enjeux de Bâtiments Publics pris en compte pour calcul des dommages

Figure 16

- Type de Bat. Publics
- Administration courante
 - Ateliers techniques
 - Local associatif - Gymnase
 - Piscine



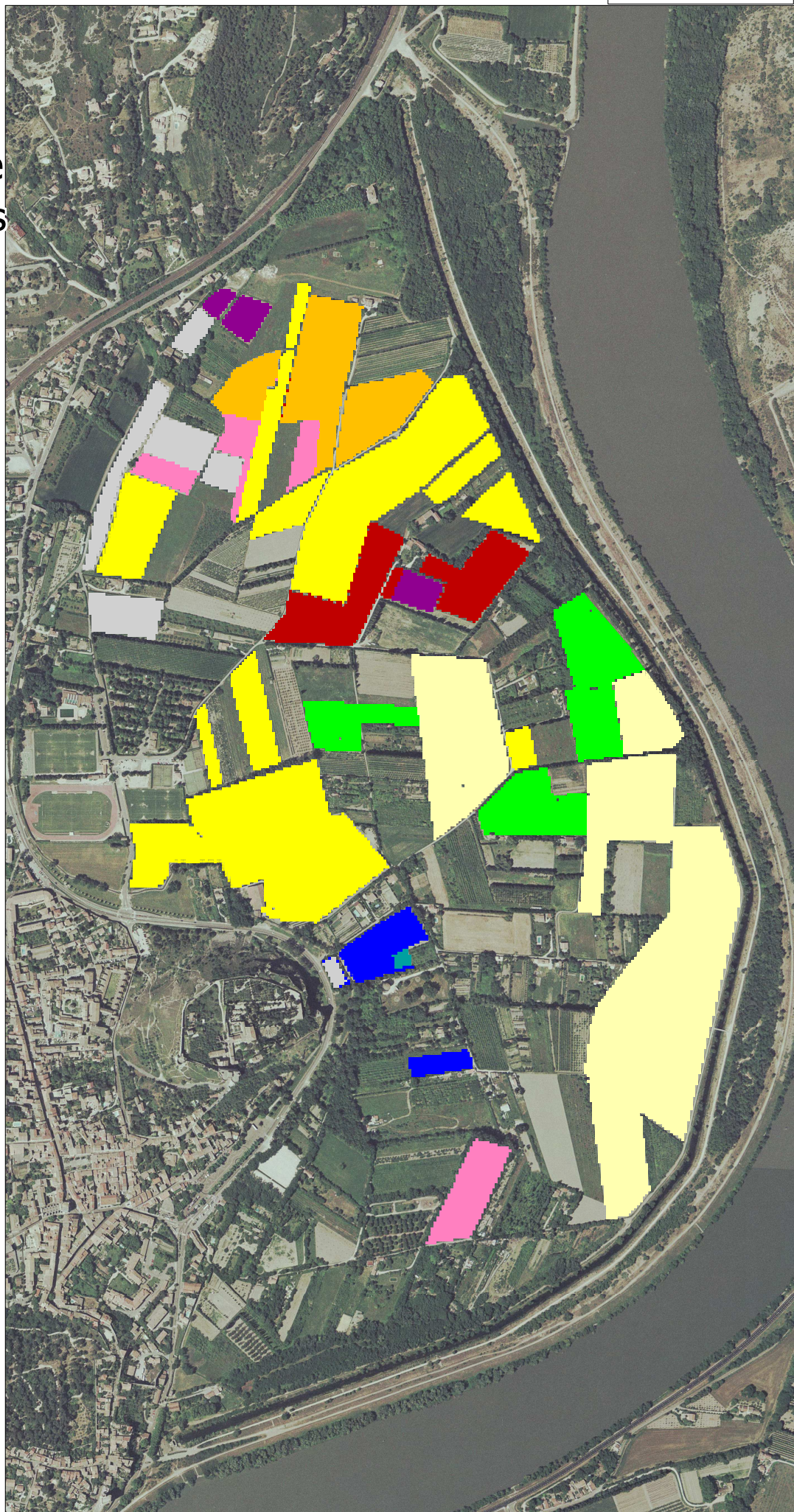
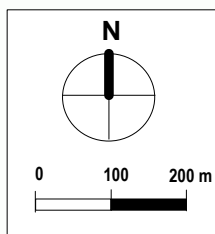
Etude du fonctionnement du ressuyage de la plaine de l'Abbaye vers le Rhône via le contre canal
Commune de Villeneuve-Les-Avignon

Enjeux agricoles pris en compte pour calcul des dommages

Figure 17

Productions agricoles

■	Abricotiers
■	Blé dur
■	Cerisiers
■	Gel
■	Marachage
■	Poiriers
■	Serres
■	Surf. fourragères ou paturées
■	Tournesol
■	Vignes



III.2. ETABLISSEMENTS DES FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT

Nous avons fait apparaître en annexe l' ensemble des grilles de caractérisation des dommages dépendant :

- Des hauteurs de submersion (majoritairement),
- Des vitesses d' écoulement,
- Des durées de submersion.

Les dommages aux activités agricoles ont été définis en se basant sur les travaux de l' IRSTEA communiqués en juin 2013 au syndicat qui reposent sur cinq fascicules. Les fonctions d' endommagement sont présentées en annexe 2.

III.3. CALCUL DES DOMMAGES EN L'ETAT ACTUEL

Les dommages ont été calculés pour chaque crue et chaque type d' enjeu. Pour une crue donnée, le calcul des dommages a été réalisé par croisement de l' aléa hydraulique (surface inondée, hauteurs de submersion...) avec la carte d' occupation des sols (les enjeux) et l' intégration dans le SIG MapINFO et le tableur excel des fonctions d' endommagement relatives à ces différents enjeux. Un tableau détaillant l' ensemble des résultats est présenté ci-après.

Il apparaît que les enjeux agricoles, eu égard aux surfaces mises en jeu sur la plaine, sont les plus exposés.

Les enjeux d' habitat sont exposés mais suivant deux phénomènes :

- Les crues courantes touchent plusieurs habitations le long du chemin de la Seigneurette,
- Mais certaines habitations sont essentiellement menacées pour des crues rares ($T > 50$ ans) par des débordements du réseau pluvial (ex : Résidence de l' Oratoire).

Syndicat Mixte pour l'Aménagement des Bassins Versants
du Gard - S M A B V G R

Etude du fonctionnement du ressuyage de la plaine de
l'Abbaye vers le Rhône via le contre-canal canal Commune
de Villeneuve les Avignon.

		Occurrence				
		T = 5 ans	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
Habitat	Maison individuelle R+1	0.00 €	0.00 €	18 244.80 €	74 602.85 €	336 788.21 €
	Maison individuelle R+1- RDC affecté aux garages	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Maison individuelle RDC	0.00 €	19 343.55 €	44 279.89 €	86 422.20 €	141 299.09 €
	Maison de ville R+1	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Maison de ville R+1 - garage en RDC	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Maison de ville RDC	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Appartement	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Garage	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Total	0.00 €	19 343.55 €	62 524.69 €	161 025.04 €	478 087.30 €
Bâtiments Publics	Ateliers techniques	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Centre d'hébergement - Prison	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Administration courante	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Caserne de pompiers	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Etablissement d'enseignement	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Local associatif - Gymnase	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Bibliothèque - Musée	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Lieu de culte	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Piscine	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Total	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	
Entreprise	Manufacture, usine, atelier	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	18 368.82 €
	Bureau	0.00 €	0.00 €	0.00 €	30 174.08 €	72 741.74 €
	Hall d'exposition automobile	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Garage	0.00 €	0.00 €	0.00 €	1 025.20 €	1 051.11 €
	Commerce, boutique de centre-ville	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Hôtel	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Autres hébergements touristiques	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Restaurant, cafeteria	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Banque	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Cabinet médical, centre médico-social	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
	Salon de coiffure ou de beauté	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Total	0.00 €	0.00 €	0.00 €	31 199.28 €	92 161.67 €	
Agricole	Abricotiers	0.00 €	1 574.02 €	2 886.68 €	4 120.65 €	4 567.80 €
	Cerisiers	2 571.02 €	3 195.01 €	3 829.20 €	28 276.13 €	29 792.90 €
	Poiriers	0.00 €	382.74 €	778.68 €	1 536.86 €	2 575.22 €
	Blé dur	300.78 €	465.57 €	562.04 €	768.24 €	799.70 €
	Surf. Fourragères ou paturées	61.68 €	123.89 €	189.18 €	277.94 €	308.76 €
	Tournesol	14.94 €	579.02 €	1 409.67 €	3 253.24 €	4 094.38 €
	Vignes	0.00 €	767.23 €	956.98 €	1 581.31 €	1 681.29 €
	Maraichage	6.75 €	157.08 €	177.83 €	233.17 €	233.17 €
	Serres max	94 848.45 €	108 592.12 €	124 742.80 €	146 714.19 €	163 847.67 €
	Serres min	0.00 €	0.95 €	3.83 €	8.03 €	8.93 €
	Total (avec Serres Max)	97 803.63 €	115 836.68 €	135 533.07 €	186 761.73 €	207 900.90 €
Total Enjeux	97 803.63 €	135 180.23 €	198 057.76 €	378 986.06 €	778 149.87 €	

Tableau 5 : Estimations des dommages par type et classes d'enjeux et par occurrence d'étude.

Les dommages totaux pour chacune des cinq crues caractéristiques étudiées ont permis de construire une relation de dommages (montant) en fonction de la fréquence des crues (voir tableau et figure ci-après).

On considère par convention que le point correspondant aux dommages pour une crue exceptionnelle (fréquence annuelle de dépassement proche de zéro) aura un montant de dommages égal à 1,5 fois les dommages de la crue centennale.

Les Dommages Moyens Annuels (DMA) ont ensuite été établis par type d'enjeu puis globalement en application de la formule ci-après :

$$DMA = \int_{T=Td}^{T=\infty} D(T) dT$$

Avec :

- D(T) : dommage pour l'évènement de période de retour T
- Td : période de retour de l'évènement débordant

Occurrence	F	1/T	Habitat	Bâtiments Publics	Entreprise	Agricole	Total
5 ans	0.8	0.2	0.00 €	0.00 €	0.00 €	97 803.63 €	97 803.63 €
10 ans	0.9	0.1	19 343.55 €	0.00 €	0.00 €	115 836.68 €	135 180.23 €
20 ans	0.95	0.05	62 524.69 €	0.00 €	0.00 €	135 533.07 €	198 057.76 €
50 ans	0.98	0.02	161 025.04 €	0.00 €	31 199.28 €	186 761.73 €	378 986.06 €
100 ans	0.99	0.01	478 087.30 €	0.00 €	92 161.67 €	207 900.90 €	778 149.87 €
exceptionnelle	1	0	717 130.95 €	0.00 €	138 242.51 €	311 851.35 €	1 167 224.81 €

Tableau 6 : Représentation des dommages par type d'enjeux et globaux en fonction de l'occurrence des crues.

Les faibles vitesses d'écoulement semblent limitées les coûts des dommages aux exploitations (notamment exploitation des vergers).

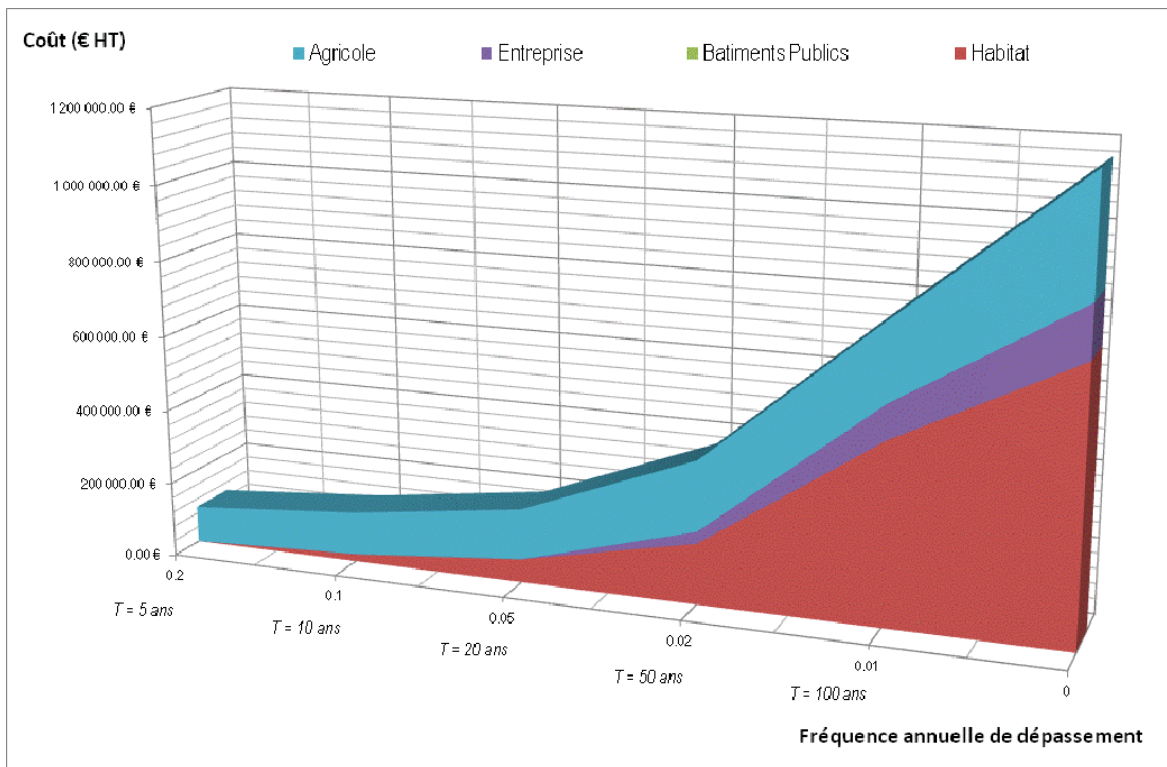
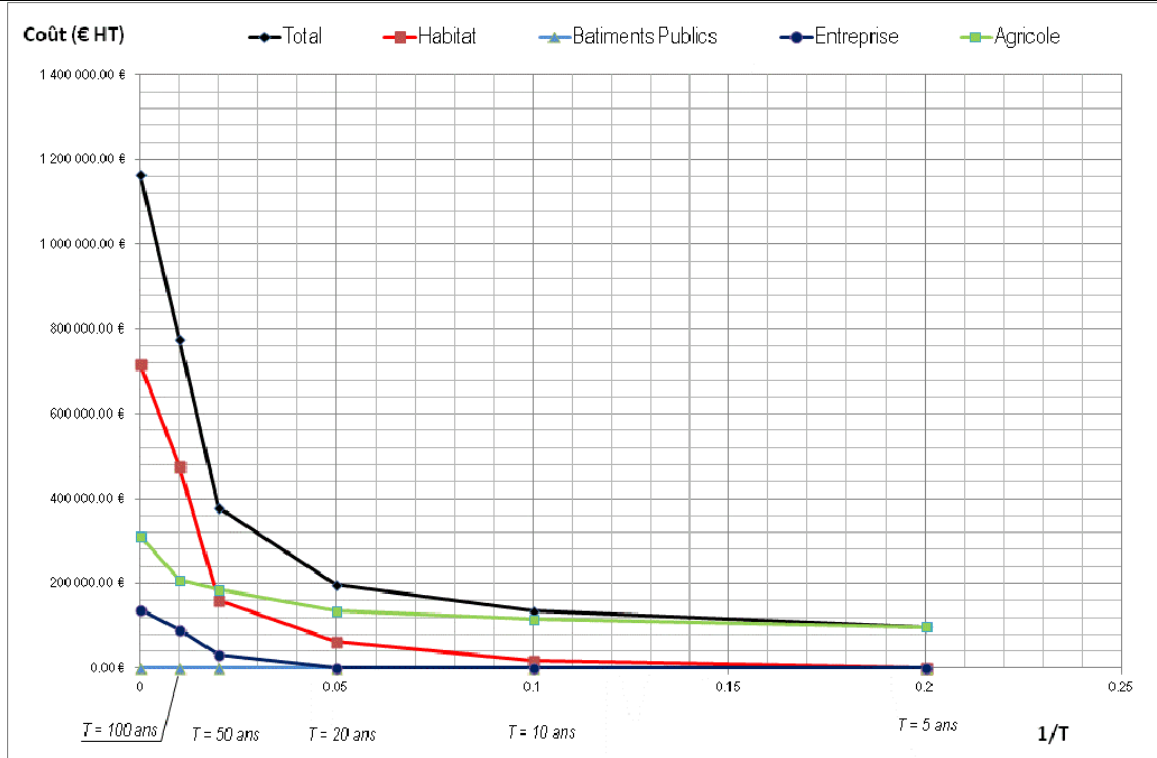


Figure 18 : Représentation des dommages en fonction de la fréquence des crues par type d'enjeu.

Habitat	Bâtiments Publics	Entreprise	Agricole	Total
15 538.78 €	0.00 €	2 236.81 €	44 059.11 €	61 834.71 €
25.1%	0.0%	3.6%	71.3%	100.0%

Tableau 7 : DMA calculés par type d'enjeux et au global.

Le coût des dommages moyens annuels (DMA) pour l' ensemble des enjeux atteint 62 k€ HT.

ANNEXES

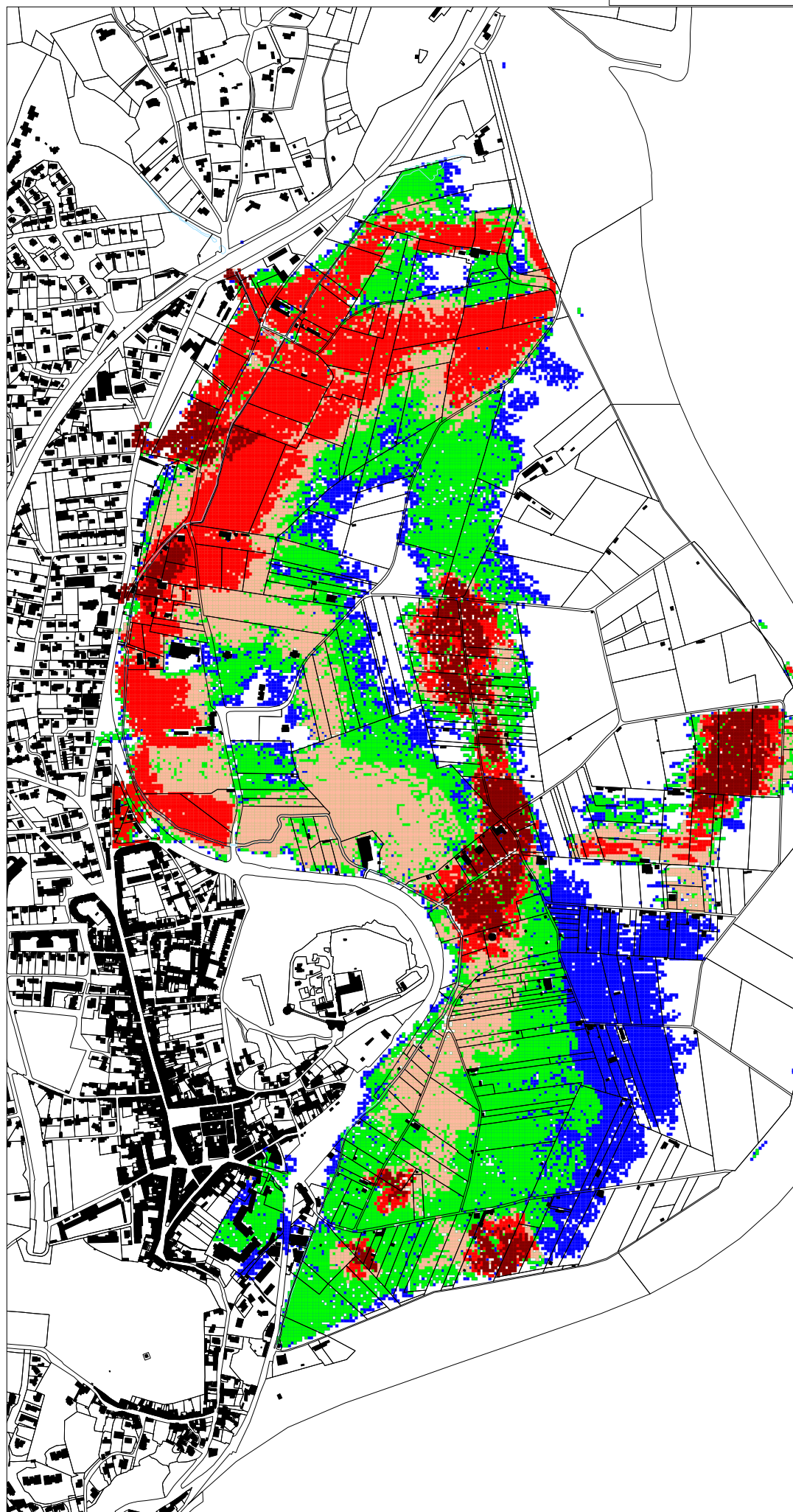
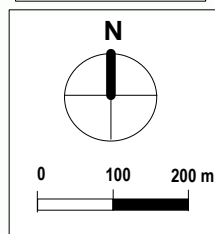
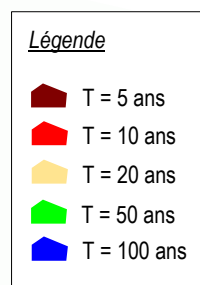
ANNEXE 1 : Cartographies descriptives des écoulements de crue pour les
occurrences 5, 10, 20, 50 et 100 ans.

- A *Etat actuel - Zones inondables pour diverses occurrences*
- B *Crue quinquennale - Etat actuel - Hauteurs maximales de submersion*
- C *Crue quinquennale - Etat actuel – Vitesses maximales d'écoulement*
- D *Crue quinquennale - Etat actuel – Durées de submersion*
- E *Crue décennale - Etat actuel - Hauteurs maximales de submersion*
- F *Crue décennale - Etat actuel – Vitesses maximales d'écoulement*
- G *Crue décennale - Etat actuel – Durées de submersion*
- H *Crue vingtennale - Etat actuel - Hauteurs maximales de submersion*
- I *Crue vingtennale - Etat actuel – Vitesses maximales d'écoulement*
- J *Crue vingtennale - Etat actuel – Durées de submersion*
- K *Crue cinquantiennale - Etat actuel - Hauteurs maximales de submersion*
- L *Crue cinquantiennale - Etat actuel – Vitesses maximales d'écoulement*
- M *Crue cinquantiennale - Etat actuel – Durées de submersion*
- N *Crue centennale - Etat actuel - Hauteurs maximales de submersion*
- O *Crue centennale - Etat actuel – Vitesses maximales d'écoulement*
- P *Crue centennale - Etat actuel – Durées de submersion*

Etat actuel

Zones
inondables
pour diverses
occurrences

Figure A



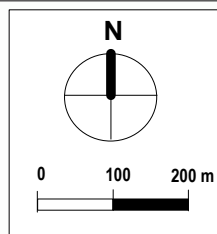
Crue
quinquennale

Etat actuel

Hauteurs
maximales de
submersion

Figure B

Hauteurs (m)	
3	- 10
2.5	- 3
2	- 2.5
1.5	- 2
1	- 1.5
0.75	- 1
0.5	- 0.75
0.25	- 0.5
0	- 0.25

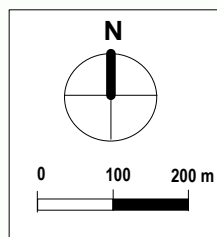
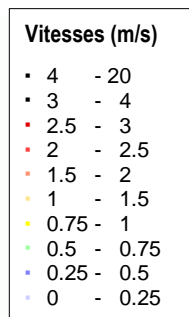


Crue
quinquennale

Etat actuel

Vitesses
maximales
d'écoulement

Figure C

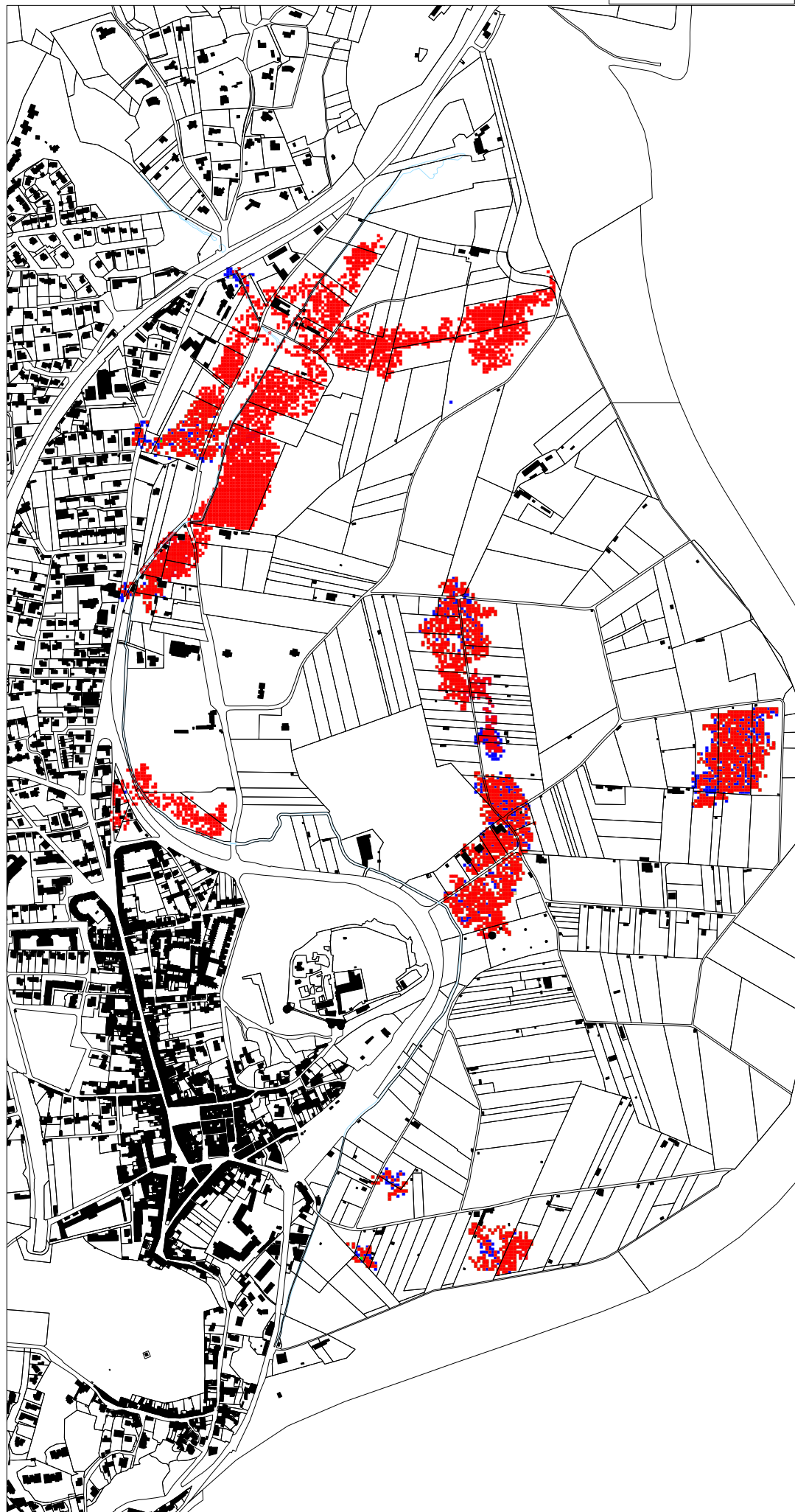
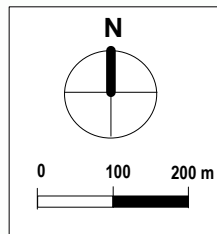
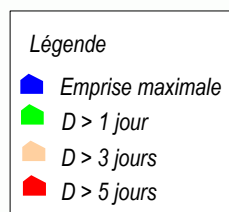


Crue
quinquennale

Etat actuel

Durées de
submersion

Figure D

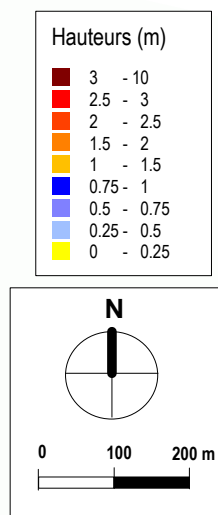


Crue
décennale

Etat actuel

Hauteurs
maximales de
submersion

Figure E

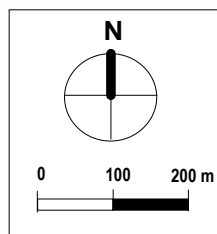
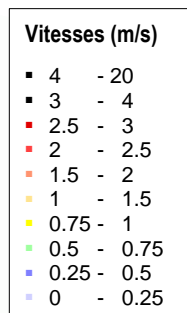


Crue
décennale

Etat actuel

Vitesses
maximales
d'écoulement

Figure F

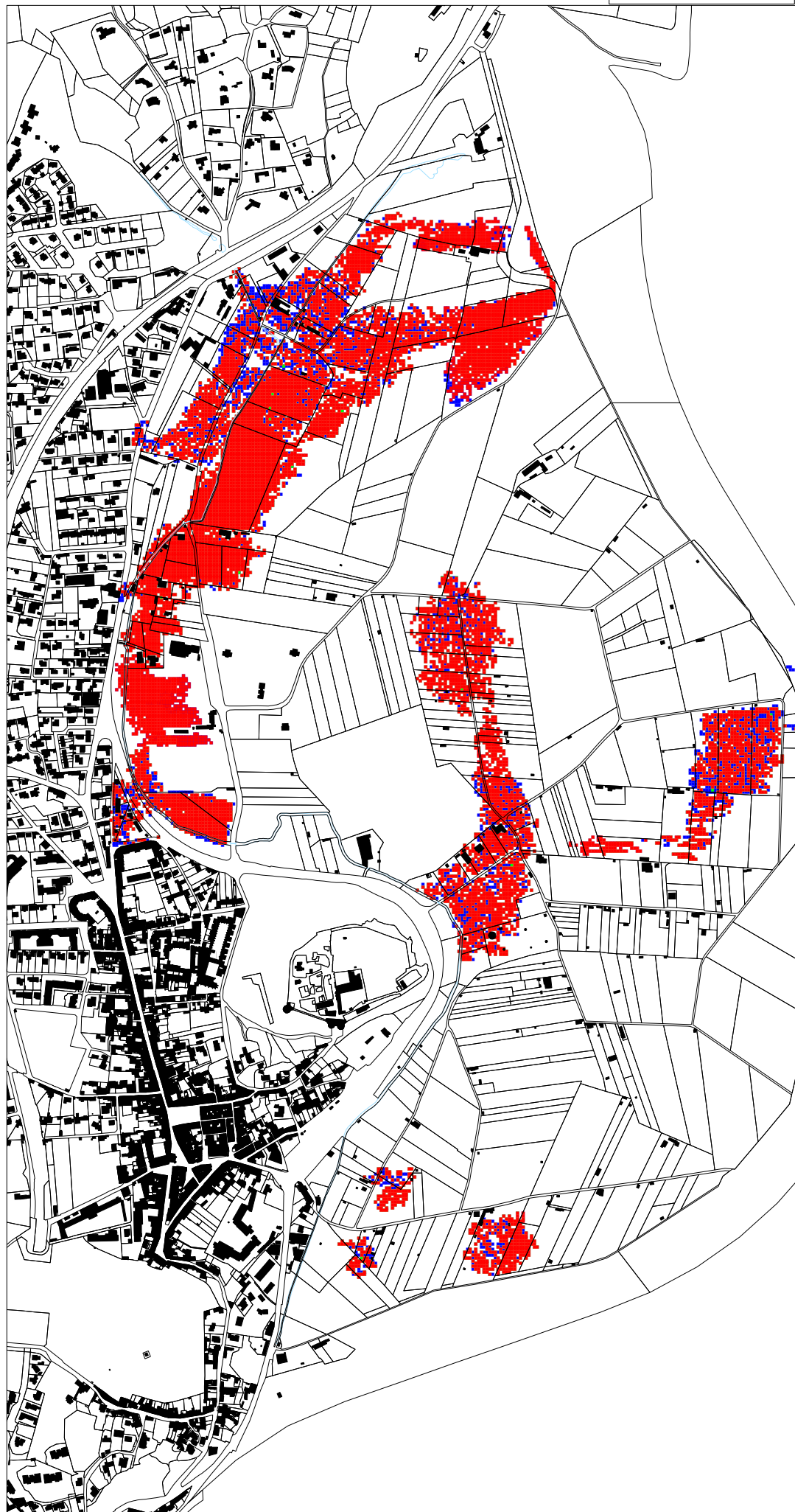
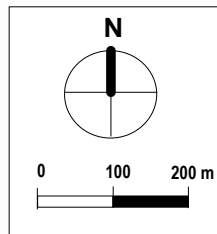
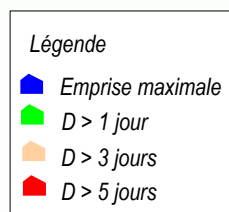


Crue
décennale

Etat actuel

Durées de
submersion

Figure G



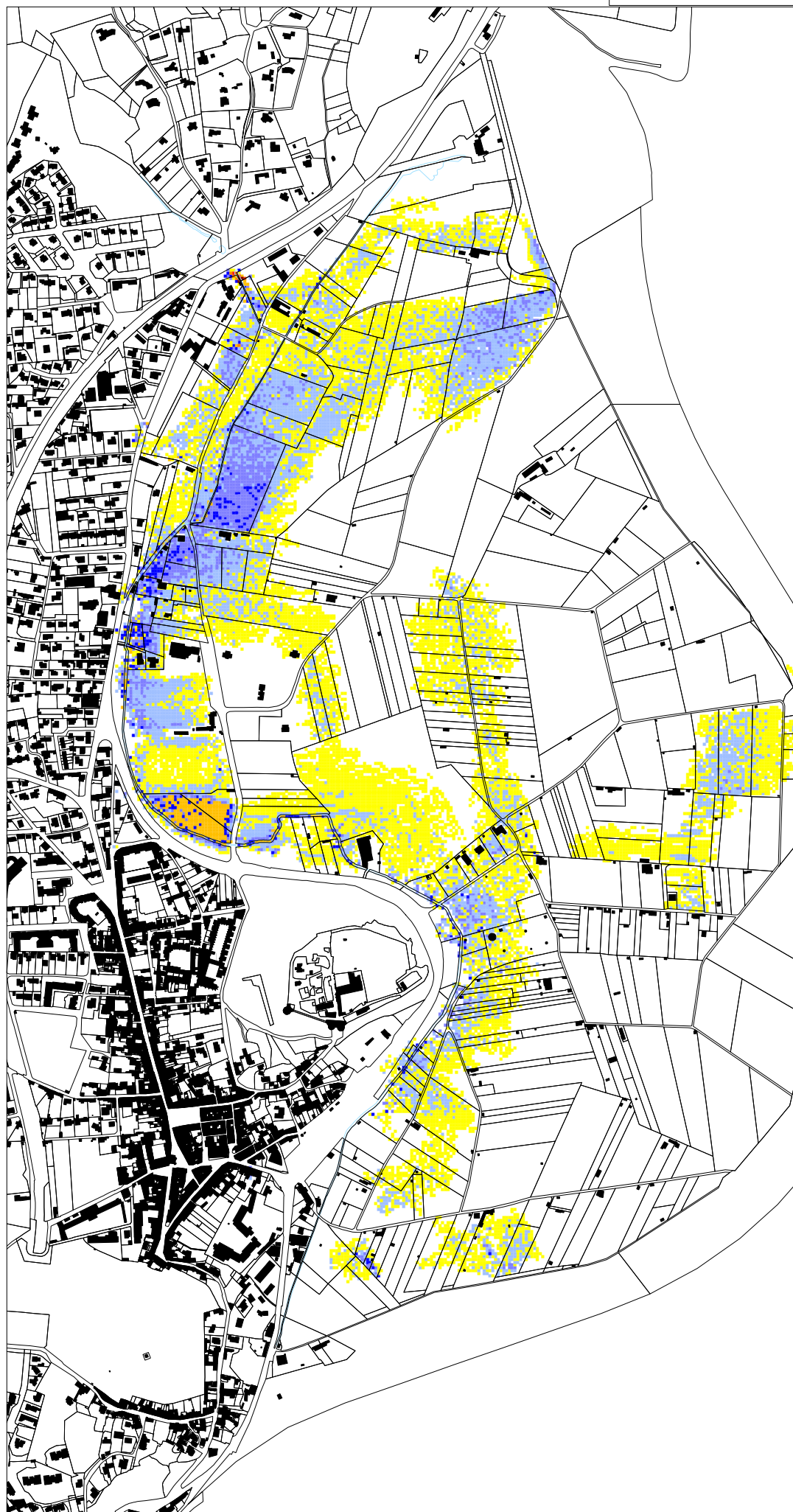
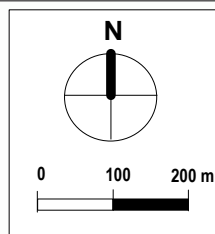
Crue
vingtennale

Etat actuel

Hauteurs
maximales de
submersion

Figure H

Hauteurs (m)	
3	- 10
2.5	- 3
2	- 2.5
1.5	- 2
1	- 1.5
0.75	- 1
0.5	- 0.75
0.25	- 0.5
0	- 0.25

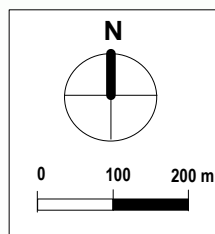
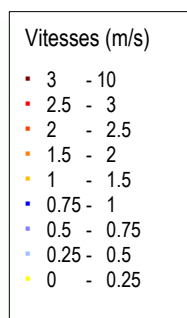


Crue
vingtennale

Etat actuel

Vitesses
maximales
d'écoulement

Figure 1

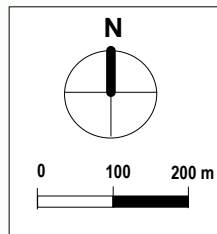
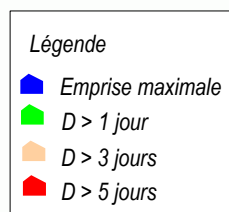


Crue
vingtennale

Etat actuel

Durées de
submersion

Figure J

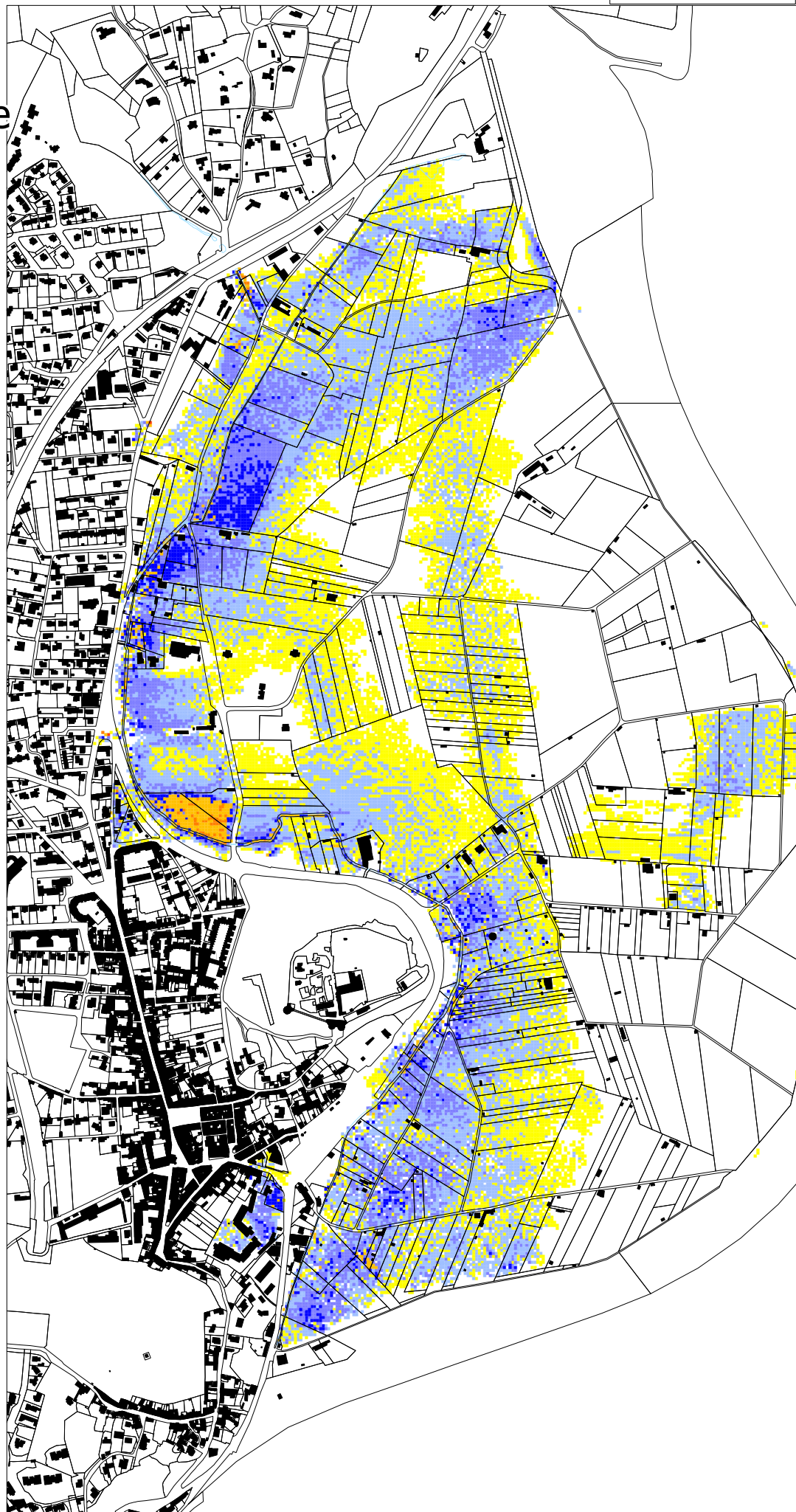
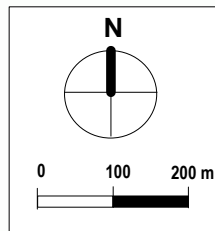
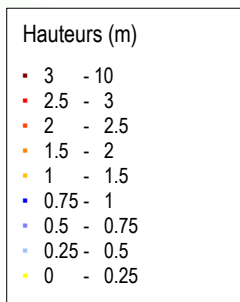


Crue
cinquantennale

Etat actuel

Hauteurs
maximales de
submersion

Figure K

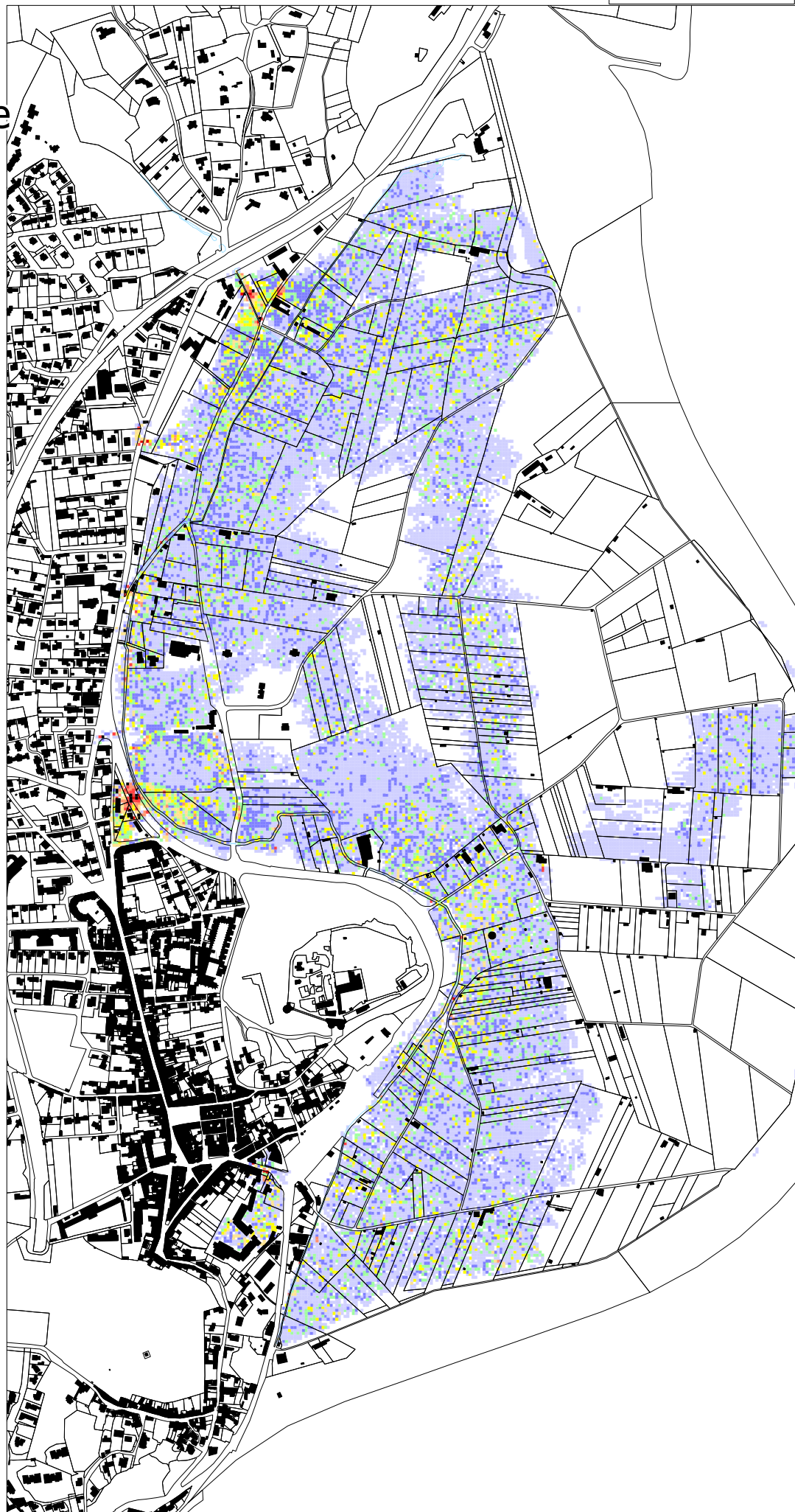
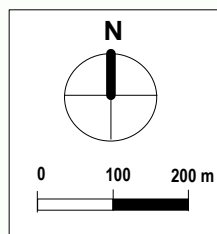
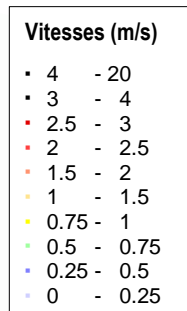


Crue
cinquantennale

Etat actuel

Vitesses
maximales
d'écoulement

Figure L

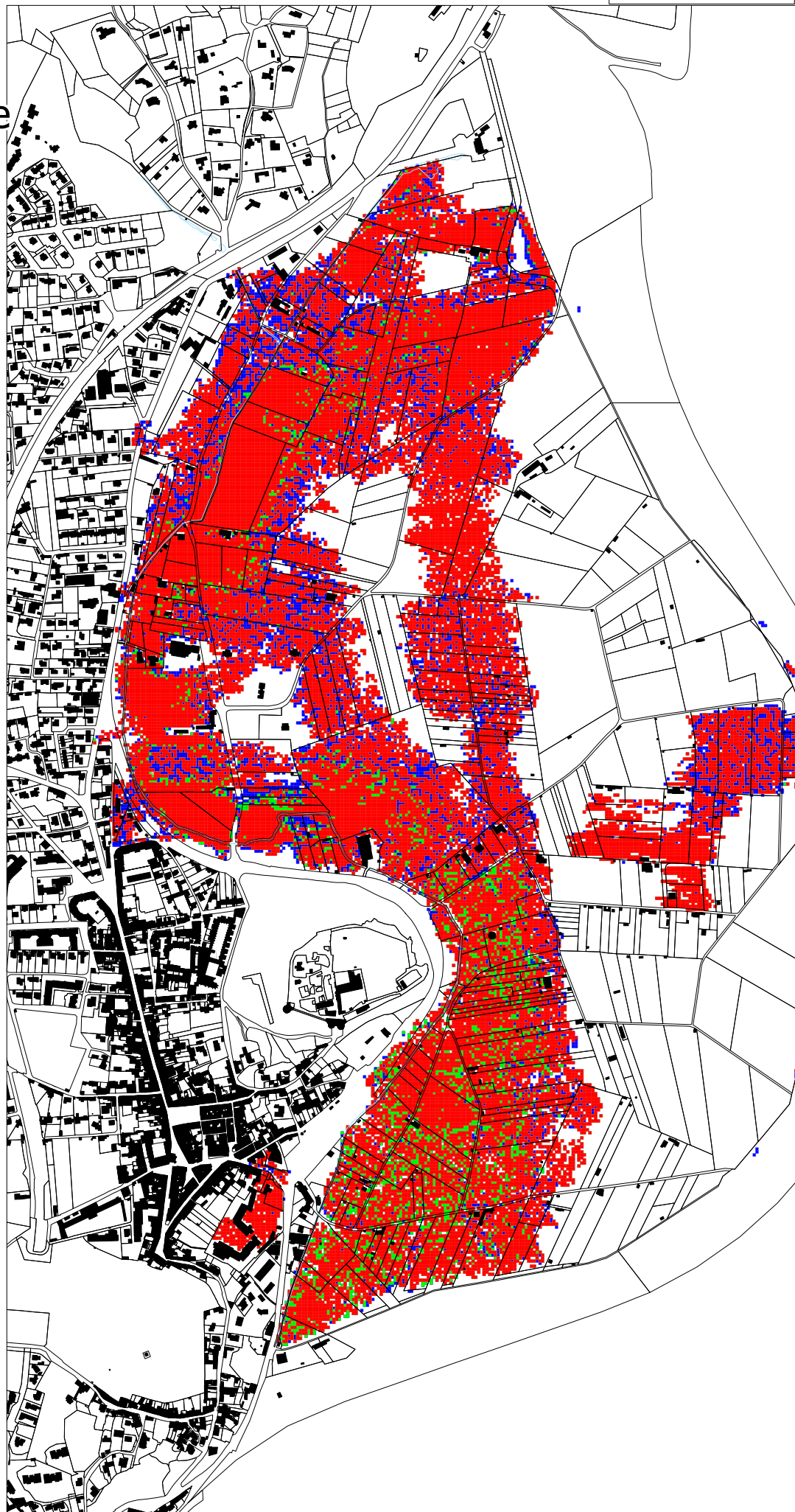
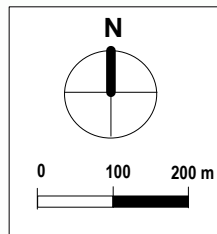
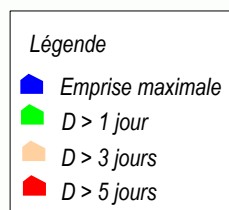


Crue
cinquantennale

Etat actuel

Durées de
submersion

Figure M

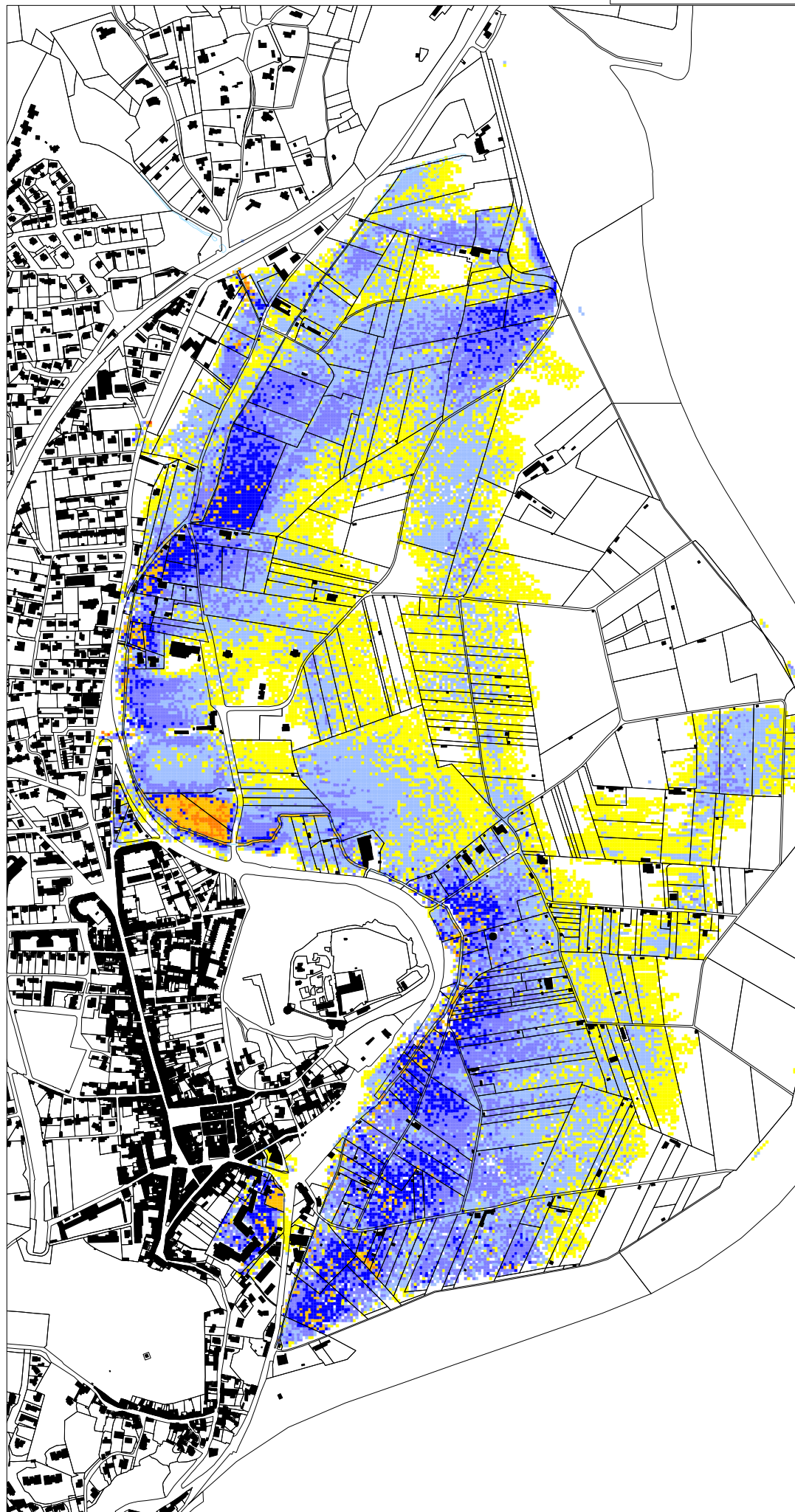
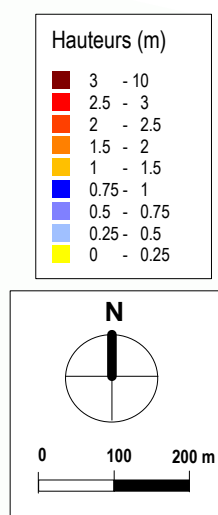


Crue
centennale

Etat actuel

Hauteurs
maximales de
submersion

Figure N

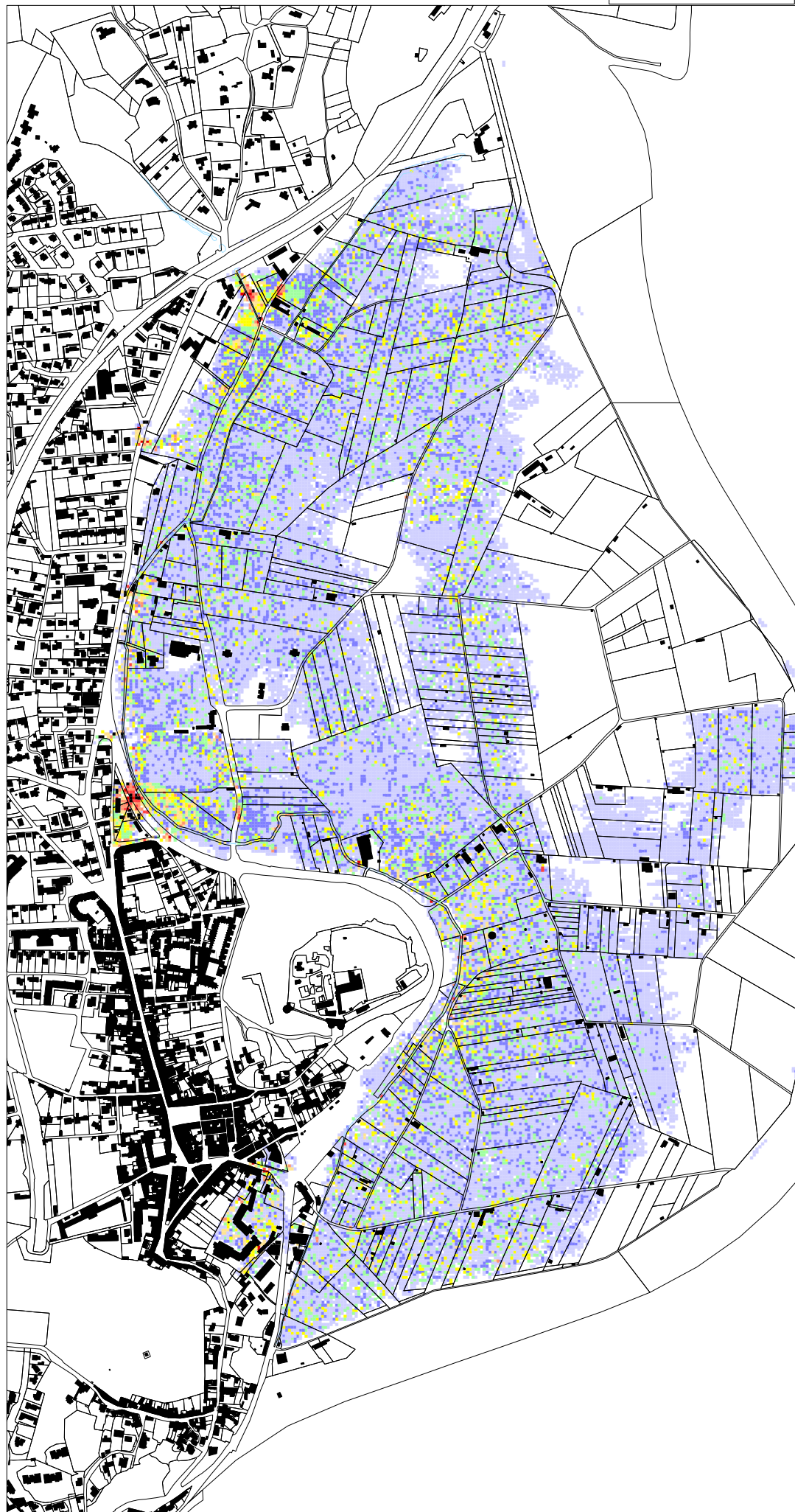
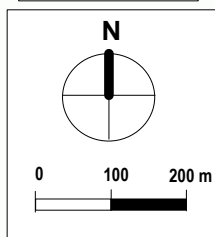
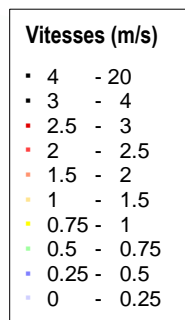


Crue
centennale

Etat actuel

Vitesses
maximales
d'écoulement

Figure 0

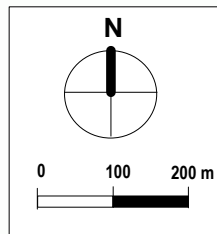
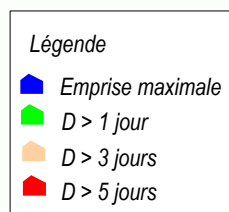


Crue
centennale

Etat actuel

Durées de
submersion

Figure P

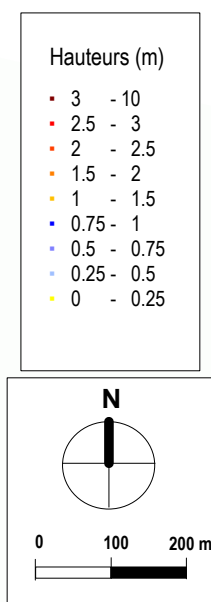


Crue
centennale

Etat actuel

Hauteurs de
submersion
après 5 jours

Figure Q



ANNEXE 2 : Grilles de définition des dommages.

SOMMAIRE

ANNEXE 2 : GRILLE DE DEFINITION DES DOMMAGES	3
I. OBJECTIF	4
II. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES ENJEUX D'HABITAT	4
III. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES BATIMENTS PUBLICS	8
IV. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES ENTREPRISES	9
V. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES ENJEUX AGRICOLES	10
<i>V.1. Fonctions d' endommagement pour l' arboriculture</i>	<i>11</i>
<i>V.2. Fonctions d' endommagement pour les Grandes cultures</i>	<i>13</i>
<i>V.3. Fonctions d' endommagement pour les légumes</i>	<i>16</i>
<i>V.4. Fonctions d' endommagement pour les prairies et cultures fourragères</i>	<i>18</i>
<i>V.1. Fonctions d' endommagement pour la vigne</i>	<i>20</i>

Tableaux et figures

<i>Tableau 1 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les enjeux d'habitat.</i>	<i>8</i>
<i>Tableau 2 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les enjeux de bâtiments publics.</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 3 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les enjeux d'Entreprise.</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 4 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs d'abricotiers.</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 5 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Cerisiers.</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 6 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Poiriers.</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 7 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Blé Dur.</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 8 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Tournesol.</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 9 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour le maraichage.</i>	<i>17</i>

Tableau 10 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement mini et maxi pour les Serres.....	18
Tableau 11 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les surfaces fourragères ou pâturées.	20
Tableau 12 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour la vigne. ..	22

Figure 1 : Coûts des dommages aux plantations d'abricotiers pour des durées de submersion < 1 jour	11
Figure 2 : Fonction d'endommagement pour des durées inférieures à 1 jour.	15
Figure 3 : Fonction d'endommagement pour des durées inférieures à 3 jours.....	15
Figure 4 : Fonctions d'endommagement pour des durées inférieures à 5 jours.....	16

ANNEXE 2 : GRILLE DE DEFINITION DES DOMMAGES

I. OBJECTIF

Dans le cadre de l' étude des conditions de submersion et de ressuyage de la plaine de l' abbaye. Il est apparu nécessaire de quantifier les dommages économiques provoqués par les inondations pour l' état actuel mais également pour plusieurs états projet afin de mener une analyse coût bénéfice participant à la grille d' analyse des avantages et inconvénients de chaque proposition d' aménagement proposé.

Les enjeux d' habitat, de bâtiments publics ou encore d' entreprise ont été estimés à partir du Référentiel de courbes de dommages adapté au Gard élaboré par le CETE Méditerranée en janvier 2012.

Les enjeux agricoles ont été caractérisés à partir des fonctions d' endommagement communiquées par IRSTEA en juin 2013.

Chaque organisme a élaboré des tableaux sous excel présentant pour diverses hauteurs de submersion (voire durées de submersion et vitesses qualitatives d' écoulement) les dommages potentiels par m² ou ha.

Afin de pouvoir statuer sur l' incidence « économique » de l' évolution des niveaux d' eau pour chaque occurrence d' étude, nous nous sommes efforcés de traduire les tableaux de valeurs représentatives sous la forme de lois mathématiques. Il était en effet primordial de pouvoir traduire l' incidence sur les dommages potentiels **des évolutions** de hauteurs de submersion, des vitesses d' écoulement ou encore des durées de submersion (uniquement pour les enjeux agricoles).

II. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES ENJEUX D'HABITAT

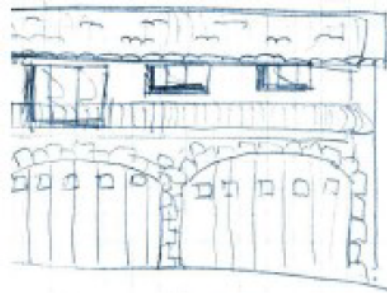
Comme indiqué, les fonctions d' endommagement ont été élaborées à partir des courbes de dommages proposées par le CETE.

Les courbes proposées sont une adaptation des courbes développées par le

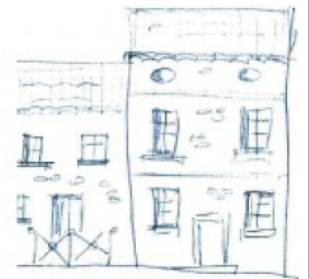
FHRC (les choix ayant conduit à préconiser ces courbes et le détail de leur adaptation sont présentés dans le rapport « Vers un référentiel de courbes de dommages adaptés au Gard »). • Il est proposé une courbe pour chaque type d'habitat identifié dans le département du Gard selon la typologie suivante :

<p>Maison individuelle RDC (type « pavillon »)</p>		
<p>Maison individuelle R+1 ou R+2 (type « pavillon »)</p>		

**Maison individuelle
R+1 dont le RDC est
exclusivement affecté
aux garages**



Maison de ville R+1



**Maison de ville R+1
avec présence d'un
garage (ou remise) sur
la quasi-totalité du
RDC**



Maison de ville RDC



**Immeuble collectif
(appartement)**



Les fonctions prennent en compte les dommages directs à l'immobilier et au mobilier ainsi que les coûts liés au nettoyage.

Ces courbes fournissent un montant de dommages par m² pour 15 hauteurs d'eau comprises entre 0 et 3m.

- Les dommages sont exprimés en fonction de la hauteur d'eau par rapport au premier plancher habitable. Elles prennent donc en compte les dommages au RDC ainsi que, le cas échéant, les premiers dommages à l'étage.
- Aussi, pour les appliquer, il est nécessaire de disposer de la hauteur du premier plancher habitable des logements par rapport au terrain naturel.
- La surface considérée correspond à la surface au sol du bâtiment d'habitation. Il s'agit donc pour chaque bâti de calculer sa surface au sol.
- Les courbes ne prennent pas en compte les dommages aux sous-sols. En effet, on a considéré que ces derniers étaient rarement présents dans les habitations Gardoises.
- Ces courbes ne prennent pas en compte les dommages aux véhicules.

La nécessité de disposer de relations mathématiques permettant de se prononcer sur une évolution des dommages économiques dès lors que les hauteurs de submersion évoluent nous a conduit à retenir des relations mathématiques du type $C = aH + b$ avec les coefficients a et b fonctions des valeurs du CETE.

Les relations mathématiques sont du type suivant :

- Si $H < h_0$, $C = (a_0 \times H) \times S$,
- Si $H > h_0$, $C = (a_1 \times H + b_1) \times S$.

Avec :

- H la hauteur d' eau calculée au niveau de l' enjeu,
- S : la surface de l' enjeu,
- C : le coût des dommages de l' enjeu.

Le tableau ci-après présente les valeurs des paramètres retenus (ho, ao, a1 et b1).

Type d'habitat	ho	ao	a1	b1
Maison individuelle R+1	0.301	1600	229.5	420
Maison individuelle R+1- RDC affecté aux garages	0.301	207.23	62.8	44.25
Maison individuelle RDC	0.301	1271.2	199.32	316.69
Maison de ville R+1	0.301	2014.1	203.32	587.58
Maison de ville R+1 - garage en RDC	0.301	1048.1	144.61	272.02
Maison de ville RDC	0.301	1755.1	216.87	481.59
Appartement	0.301	1752	182.29	503.25
Garage	0.301	2578	2578	0

Tableau 1 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les enjeux d'habitat.

III. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES BATIMENTS PUBLICS

Les fonctions ont été définies en établissant des lois mathématiques basées sur les courbes de dommages proposées par le CETE (janvier 2012).

Suivant deux seuils de hauteurs (ho et h1), les équations suivantes s' appliquent pour tous les bâtiments (exceptés centre d' hébergement) en retenant les paramètres du tableau ci-après.

- Si $H < h_0$, $C = (a_0 \times H + b_0) \times S$,
- Si H compris entre h_0 et h_1 , $C = (a_1 \times H + b_1) \times S$,
- Si $H > h_1$, $C = (a_2 \times h + b_2) \times S$.

avec toujours :

- H la hauteur d' eau calculée au niveau de l' enjeu,
- S : la surface de l' enjeu,
- C : le coût des dommages de l' enjeu.

Type enjeux Bâtiments publics	a0	b0	a1	b1	a2	b2	H0	H1
Ateliers techniques	12.256	29.2	178.33	35.38	40.412	299.55	0	2
Administration courante	49.3	119.9	766.6	126.87	230	694.57	0	1
Caserne de pompiers	35.6	84.8	518	102.78	117.4	870	0	2
Etablissement d'enseignement	83.1	183.8	1392	262.1	455.7	1400	0	1.25
Local associatif - Gymnase	14.83	29.95	246.9	42.4	19.3	537	0	2.25
Bibliothèque - Musée	53.26	125.5	985	197.1	177.4	1679	0	2
Lieu de culte	276.2	3.64	129.6	149.6	17.2	395	0	2.25
Piscine	40.9	99.9	647.2	204.7	203.4	759.7	-0.25	1.25

Tableau 2 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les enjeux de bâtiments publics.

Pour les centres d' hébergement, nous avons préféré retenir une formulation plus élaborée :

- Si $H < 0$, $C = (33,552808 \times H + 78,4563) \times S$
- Si $H > 0$, $C = S \times \exp(0,4432 \cdot \ln(H) + 6,3763)$

IV. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES ENTREPRISES

Les fonctions ont été définies, une nouvelle fois ,en établissant des lois mathématiques basées sur les courbes de dommages proposées par le CETE (janvier 2012).

A l' image des équations retenues pour caractériser les fonctions d' endommagement aux bâtiemnts publics, suivant deux seuils de hauteurs (ho et h1), les équations suivantes s' appliquent pour toutes les entreprises (exceptées centre d' hébergement) en retenant les paramètres du tableau ci-après.

- Si $H < h_0$, $C = (a_0 \times H + b_0) \times S$,
- S H compris entre h_0 et h_1 , $C = (a_1 \times H + b_1) \times S$,
- Si $H > h_0$, $C = (a_2 \times h + b_2) \times S$.

avec toujours :

- H la hauteur d' eau calculée au niveau de l' enjeu,
- S : la surface de l' enjeu,
- C : le coût des dommages de l' enjeu.

Type enjeux Entreprise	a0	b0	a1	b1	a2	b2	H0	H1
Manufacture, usine, atelier	27.094	62.848	929.71	76.489	164.38	833.07	0	1
Bureau	49.327	119.9	766.61	126.87	202.3	694.57	0	1
Hall d'exposition automobile	38.068	88	717.12	117.66	243.09	599.05	0	1
Garage	22.97	55.19	418.04	49.83	124.98	356.96	0	1
Commerce, boutique de centre-ville	55.1	124.3	1007.8	131.72	310.36	879.01	0	1
Hôtel	66.27	159.62	945.04	141.28	290.17	881.73	0	1
Autres hébergements touristiques	243.77	0	864.52	-291.48	246.68	525.06	0.5	1.25
Restaurant, cafeteria	162.03	317.02	975.9	301.59	367.67	966.24	0	1
Banque	50.793	121.93	719.75	122.19	269.86	600.62	0	1
Cabinet médical, centre médico-social	1183.39	0	388.63	203.9	162.2	521.53	0.25	1.25
Salon de coiffure ou de beauté	0	0	296.97	-7.57	122.2	256.68	0	1.5

Tableau 3 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les enjeux d'Entreprise.

V. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES ENJEUX AGRICOLES

Pour les fonctions d' endommagement des enjeux agricoles, nous avons analysé les fonctions d' endommagement communiquées par IRSTEA.

Il apparaît que ces fonctions d' endommagement dépendent :

- Des hauteurs de submersion,
- De la durée de submersion,
- Des vitesses d' écoulement (caractérisées de façon qualitative courant faible, courant moyen, courant fort).

La nécessité de disposer de relations mathématiques reliant ces trois paramètres aux coûts des dommages unitaires (€/ha) nous a conduit à définir une relation linéaire du type :

- Si $h < h_0$, $C = \frac{h}{h_0} \times (x_{DVb} - x_{DVa})$,
- Si h compris entre h_1 et h_0 , $C = \frac{(h-h_0)}{(h_1-h_0)} \times (x_{DVb} - x_{DVa})$,
- Si h compris entre h_2 et h_1 , $C = \frac{(h-h_1)}{(h_2-h_1)} \times (x_{DVd} - x_{DVc})$,
- Si h compris entre h_3 et h_2 , $C = \frac{(h-h_2)}{(h_3-h_2)} \times (x_{DVf} - x_{DVe})$,
- Si h compris entre h_4 et h_3 , $C = \frac{(h-h_3)}{(h_4-h_3)} \times (x_{DVh} - x_{DVg})$,
- Si h compris entre h_5 et h_4 , $C = \frac{(h-h_4)}{(h_5-h_4)} \times (x_{DVj} - x_{DVi})$.

Avec :

- h : hauteur de submersion calculée en m,
- D : indice correspondant à une durée de submersion maximum en jour (1, 3 ou 5 jours),
- V : Vitesse maximale de l'écoulement (1, 2 ou 3 m/s).

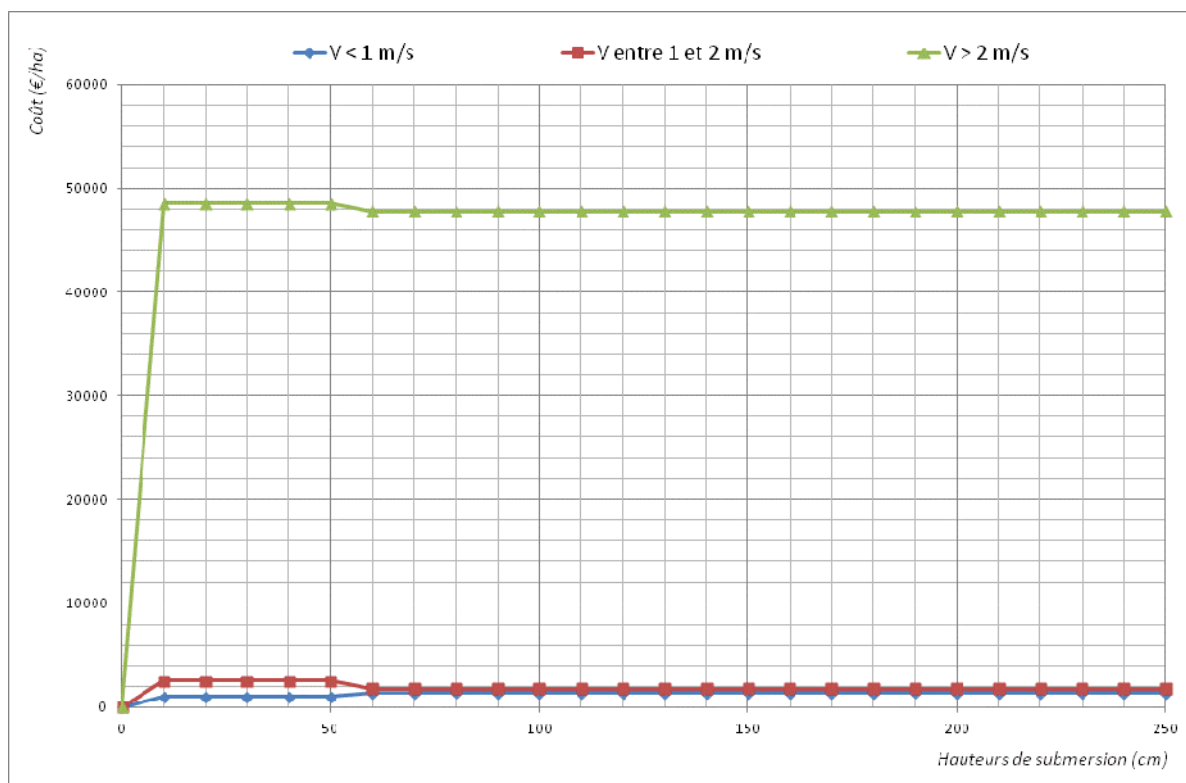


Figure 1 : Coûts des dommages aux plantations d'abricotiers pour des durées de submersion < 1 jour

Nous avons pris le parti de retenir les valeurs hautes des dommages potentiels. De la sorte, nous avons considéré que l'inondation des terres apparaissait à la période la plus défavorable.

Nous avons analysé les coûts min des dommages aux Serres pour analyser les écarts potentiels pour cette activité.

V.1. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR L'ARBORICULTURE

Les cultures fruitières regroupent les espèces fruitières arboricoles et les végétaux à baies et petits fruits (fraisiers, ronces, groseilliers, etc.). Seuls les

vergers fruitiers sont considérés dans la méthodologie de l'IRSTEA. Aucun retour d'expérience d'inondation sur les pruniers et les oliviers n'a pu être collecté, ces deux espèces ne sont donc pas traitées dans la méthodologie. Les autres catégories d'arbres fruitiers ne sont pas traitées par la méthodologie car aucun retour d'expérience d'inondations dessus n'a pu être trouvé.

A. Effet du courant

Le courant peut causer l'arrachage ou le couchage des arbres. Lorsque les arbres sont couchés, il n'est généralement pas possible de les replanter et le verger est donc perdu. Concernant les pertes de matériel végétal du fait du courant, il est considéré que les arbres seront arrachés ou couchés avec un courant fort. Avec un courant faible ou moyen, il n'y aura pas de dommages du fait du bon enracinement des arbres.

B. Effet de la durée

La mortalité des arbres est principalement liée à l'asphyxie racinaire, et donc à la durée de submersion. Les durées seuil avant asphyxie racinaire sont connues pour les principaux porte-greffes utilisés dans les vergers fruitiers. Toutefois, il existe également un effet hauteur d'eau. Lorsque les rameaux des arbres sont au contact de l'eau, les risques de mortalité augmentent. Les pertes de matériel végétal apparaissent donc plus rapidement en cas d'inondation. Les espèces sont plus ou moins sensibles à cet effet.

Abricotiers													
D	V	ho	0.1 m	h1	0.6 m	h2	1.9 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVI
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	48538	48538	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	48538	48538	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	48538	48538	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	48538	48538	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788	47788

Tableau 4 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs d'abricotiers.

Cerisiers													
D	V	ho	0.1 m	h1	1.2 m	h2	2.0 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVl
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	56783	56783	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	56783	56783	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	34514	34514	34514	34514	34514	34514	34514
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	34944	34944	34944	34944	34944	34944	34944
	> 2 m/s	0	0	56783	56783	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	35395	35395	35785	38988	35398	35398	35398	35398	35398	35398
	< 2 m/s	0	0	36965	36965	36215	39418	35828	35828	35828	35828	35828	35828
	> 2 m/s	0	0	56783	56783	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033	56033

Tableau 5 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Cerisiers.

Poiriers													
D	V	ho	0.1 m	h1	0.8 m	h2	1.2 m	h3	2.0 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVl
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	96785	96785	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355	1355
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785	1785
	> 2 m/s	0	0	96785	96785	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	7376	7941	7941	9635	9635	9635	9635	9635
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	7806	8371	8371	10065	10065	10065	10065	10065
	> 2 m/s	0	0	96785	96785	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	965	965	11893	12929	12929	12929	12929	12929	12929	12929
	< 2 m/s	0	0	2535	2535	12322	13358.6	13358.6	13358.6	13358.6	13358.6	13358.6	13358.6
	> 2 m/s	0	0	96785	96785	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034	96034

Tableau 6 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Poiriers.

V.2. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES GRANDES CULTURES

Les grandes cultures regroupent les céréales, les oléagineux, les protéagineux, et les betteraves et les pommes de terre. La culture de pommes de terre est traitée dans la catégorie des légumes. Aucun retour d'expérience n'a pu être collecté sur les cultures de protéagineux (pois protéagineux, féveroles, lupin) et de betteraves, ces cultures ne sont donc pas traitées dans la méthodologie.

Blé dur													
D	V	ho	0.1 m	h1	0.8 m	h2	1.0 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVI
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	300	300	300	300	600	600	600	600	600	600
	< 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
	> 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	300	300	465	465	765	765	765	765	765	765
	< 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
	> 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	300	300	465	465	765	765	765	765	765	765
	< 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
	> 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	300	300	465	465	765	765	765	765	765	765
	< 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
	> 2 m/s	0	0	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945

Tableau 7 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Blé Dur.

Tournesol													
D	V	ho	0.1 m	h1	1.0 m	h2	1.8 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVI
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	300	300	600	600	600	600	600	600	600	600
	< 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
	> 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	300	300	600	600	790	790	790	790	790	790
	< 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
	> 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	300	300	600	600	790	790	790	790	790	790
	< 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
	> 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	300	300	600	600	790	790	790	790	790	790
	< 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
	> 2 m/s	0	0	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970

Tableau 8 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les champs de Tournesol.

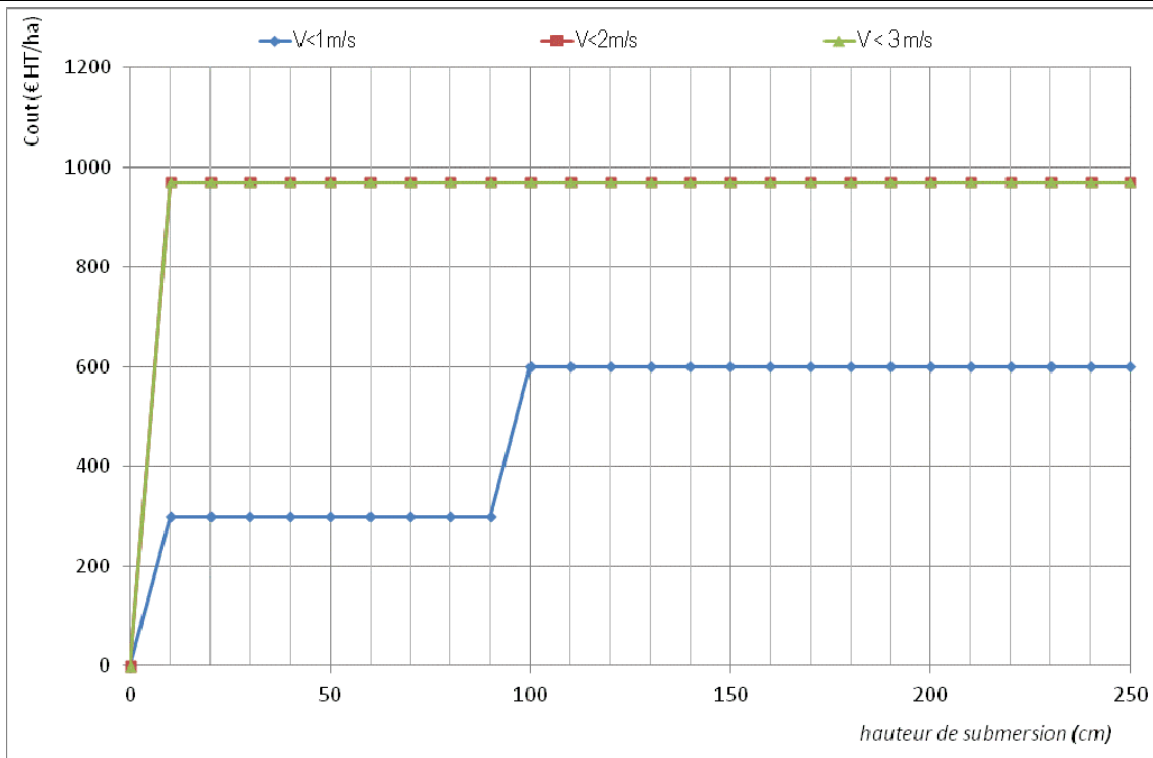


Figure 2 : Fonction d'endommagement pour des durées inférieures à 1 jour.

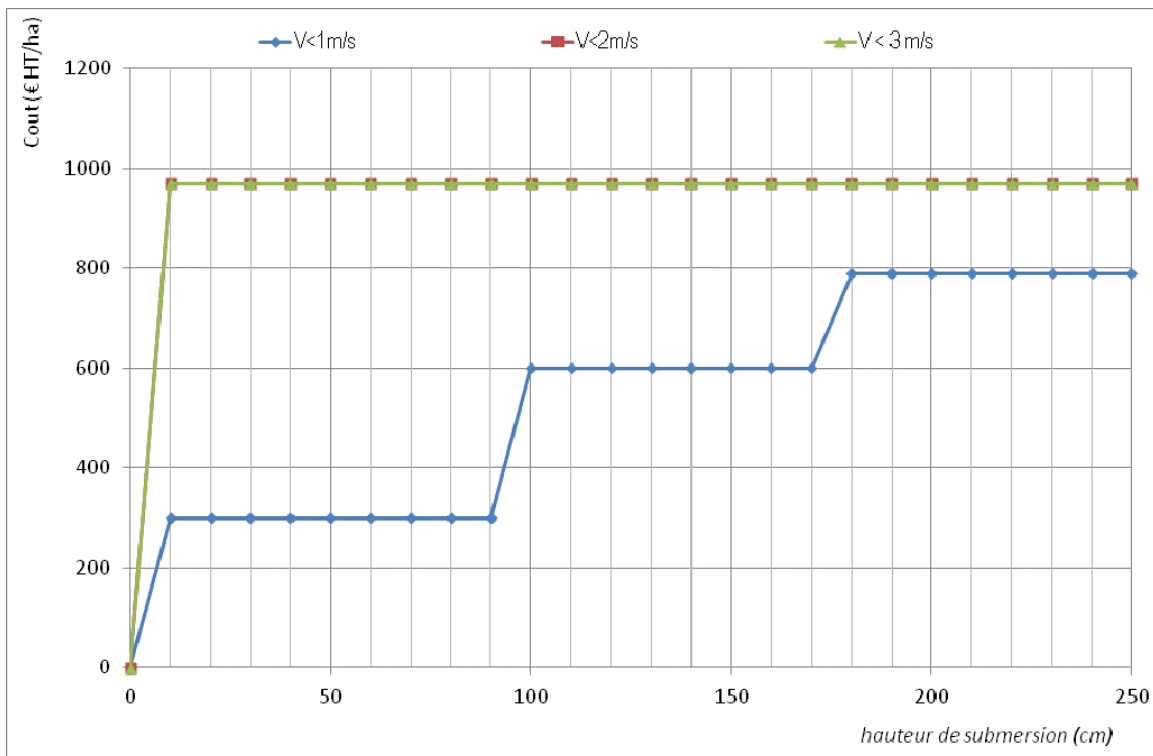


Figure 3 : Fonction d'endommagement pour des durées inférieures à 3 jours.

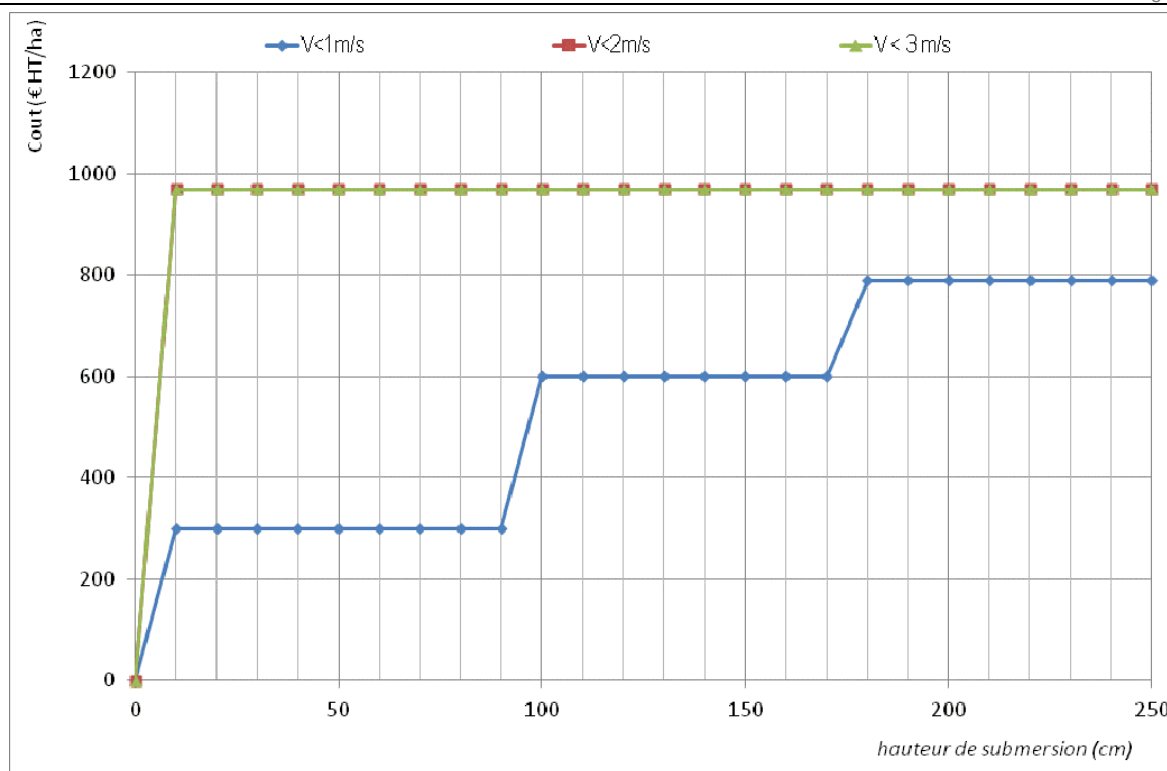


Figure 4 : Fonctions d'endommagement pour des durées inférieures à 5 jours.

Les figures 2 à 4 montrent qu' une submersion de moins de 80 cm avec des courants faibles génèrent un dommage de 300 €/ha pour le Tournesol (c' est également le cas pour le blé dur) d' après les fonctions d' endommagement communiquées par IRSTEA.

V.3. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES LEGUMES

Sous l'appellation légumes, sont regroupées les cultures légumières et les cultures maraîchères.

Maraichage													
D	V	ho	0.1 m	h1	2.5 m	h2	2.5 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVl
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734
	< 2 m/s	0	0	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070
	> 2 m/s	0	0	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734
	< 2 m/s	0	0	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070
	> 2 m/s	0	0	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734
	< 2 m/s	0	0	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070
	> 2 m/s	0	0	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734	2734
	< 2 m/s	0	0	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070	3070
	> 2 m/s	0	0	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107	3107

Tableau 9 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour le maraichage.

Pour l'établissement des fonctions d'endommagement des plantations sous Serres, nous avons retenu les valeurs min et max par exploitation des grandeurs communiquées par IRSTEA pour apprécier la variabilité des coûts des dommages suivants les stades de maturation des cultures sous serres.

Serres min													
D	V	ho	0.1 m	h1	2.5 m	h2	2.5 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVl
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	< 2 m/s	0	0	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	> 2 m/s	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	< 2 m/s	0	0	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	> 2 m/s	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	< 2 m/s	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	> 2 m/s	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	< 2 m/s	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
	> 2 m/s	0	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Serres max													
D	V	ho	0.1 m	h1	2.5 m	h2	2.5 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVI
< 1 jour	< 1 m/s	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583	2583
	< 2 m/s	2583	2583	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083
	> 2 m/s	2583	2583	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988
< 3 jours	< 1 m/s	2583	2583	25963	25963	25963	25963	25963	25963	25963	25963	25963	25963
	< 2 m/s	2583	2583	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083	26083
	> 2 m/s	2583	2583	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988
< 5 jours	< 1 m/s	2583	2583	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867
	< 2 m/s	2583	2583	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963
	> 2 m/s	2583	2583	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988
> 5 jours	< 1 m/s	2583	2583	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867	194867
	< 2 m/s	2583	2583	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963	194963
	> 2 m/s	2583	2583	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988	194988

Tableau 10 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement mini et maxi pour les Serres.

V.4. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LES PRAIRIES ET CULTURES FOURRAGERES

L'appellation prairies regroupe plusieurs types de cultures ou d'occupation du sol pâturés ou fauchés pour l'alimentation des animaux.

Ce sont principalement : les fourrages annuels, les prairies temporaires rentrant dans un assolement, les prairies permanentes naturelles ou semées, les landes et parcours pâturés.

Les fourrages annuels correspondent principalement à des grandes cultures. Les dommages potentiels qu'ils peuvent subir peuvent donc être évalués avec la méthodologie destinée aux grandes cultures. Les landes et parcours correspondent à des milieux avec une végétation rustique naturelles, non cultivées mais entretenue par le pâturage. Ils sont donc proches des milieux naturels, très résistants aux inondations et avec une résilience importante. Les dommages qu'ils peuvent subir sont donc minimes et il n'est pas proposé de fonctions de dommages pour ces occupations du sol.

Les prairies temporaires et les prairies permanentes correspondent à des cultures de plantes fourragères gardées plus ou moins longtemps. Il s'agit principalement de mélange de graminées et de légumineuses. Les luzernières correspondant à des cultures de luzerne pure pluriannuelles sont également considérées dans cette catégorie. La composition, et donc la sensibilité, des prairies temporaires et

permanentes est relativement similaire, avec des variations de robustesse tout de même possibles entre les deux. Des fonctions de dommages uniques sont proposées pour ces deux catégories, et elles correspondent à une sensibilité moyenne.

A. Effet du courant

Les prairies déjà implantées représentent un couvert protecteur contre l'érosion et ne sont donc pas sensibles aux effets du courant. Sur prairies mélangées et luzernes déjà implantées il n'y a donc pas de risque d'arrachage quelque soit le courant.

Les prairies nouvellement semées peuvent subir des dégâts liés au courant. Ainsi sur des semis d'automne, le risque d'arrachage existe avec un courant moyen pendant le stade semis et la période post-semis. Sur des semis de printemps qui mettent plus de temps à bien s'implanter, le risque d'arrachage existe avec un courant moyen toute la première année (stade semis, période post-semis et période de pousse).

B. Effet de la durée

Suite à une inondation, les pertes de rendement sur une prairie vont avoir lieu sur la ou coupes à venir. Dans la méthodologie, il est considéré que les pertes de rendement se répercutent sur l'ensemble des coupes de l'année à venir et que le rendement normal n'est retrouvé que l'année suivante si la prairie n'est pas perdue, après le repos hivernal. Les variations de rendement pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité des prairies est considérée homogène tout au long de chaque période.

Dans cette section les effets potentiels d'une inondation sur le rendement, liés principalement à l'asphyxie des plantes, sont décrits. Les effets de l'inondation sur la qualité de la production et donc son prix de vente sont décrits dans la section suivante.

Les variations de rendement décrites dans ce paragraphe correspondent à une inondation avec un courant faible. Il est considéré que la hauteur d'eau n'a pas d'effet sur les pertes de rendement subies, du moment qu'il y a présence d'une lame d'eau sur la parcelle.

Une prairie est considérée entièrement perdue lorsque les pertes de rendement sont totales. Dans ce cas, il est nécessaire de ressemer la prairie et il y a des

répercussions sur le rendement obtenu l'année suivante.

Surf. Fourragères ou pâturées													
D	V	ho	0.1 m	h1	2.5 m	h2	2.5 m	h3	2.5 m	h4	2.5 m	h5	2.5 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVI
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
	< 2 m/s	0	0	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	> 2 m/s	0	0	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
	< 2 m/s	0	0	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	> 2 m/s	0	0	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308
	< 2 m/s	0	0	608	608	608	608	608	608	608	608	608	608
	> 2 m/s	0	0	948	948	948	948	948	948	948	948	948	948
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	370	370	370	370	370	370	370	370	370	370
	< 2 m/s	0	0	670	670	670	670	670	670	670	670	670	670
	> 2 m/s	0	0	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010

Tableau 11 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour les surfaces fourragères ou pâturées.

V.1. FONCTIONS D'ENDOMMAGEMENT POUR LA VIGNE

Une inondation peut causer en plus des pertes de rendement, une dégradation de la qualité des raisins pouvant être récoltés. Cette baisse de qualité peut être liée à plusieurs phénomènes si l'inondation se produit au stade maturité ou vendange : le développement de maladies, des pourritures légères, de simple décalage de maturité, ou une méfiance de la part des acheteurs envers un raisin inondé par exemple.

Cette baisse de qualité peut générer un prix de vente inférieur au prix habituel pour les raisins non perdus. Au total, le produit brut généré par la vente de la production l'année de l'inondation est potentiellement influencé par les pertes de rendement plus une baisse du prix de vente.

Il est difficile de prévoir précisément cet effet. Ainsi dans un souci de simplification, il a été considéré que le prix de vente des raisins d'une vigne inondée (quelque soit la hauteur d'eau) serait diminué de 10% lorsque l'inondation se produit à la maturité et dure plus de 2 jours.

Il n'a pas été considéré de baisse du prix supérieure car cela pourrait être redondant avec les pertes de rendement prévues plus haut qui peuvent déjà

intégrer parfois un effet sur la qualité.

A. Effet du courant

Le courant peut causer l'arrachage ou le couchage des ceps de vigne.

Un courant moyen peut coucher ou incliner les ceps ainsi que le palissage. Les ceps peuvent alors être redressés du fait de leur enracinement profond. Les coûts liés à ces opérations sont intégrés aux dommages au sol. Les ceps sont par contre arrachés ou fortement couchés par un courant fort. Il est considéré que l'effet est le même sur toute la parcelle soumise à un courant fort, et la vigne est donc entièrement perdue.

Il n'est pas tenu compte des éventuels effets de la hauteur d'eau, difficile à estimer de manière quantitative et sans approche plus fine de la vitesse du courant.

B. Effet de la durée

Les pertes de matériel végétal décrites dans ce paragraphe correspondent à une inondation avec un courant faible.

Les pertes de matériel végétal pouvant être causées par une inondation sont présentées dans la section suivante par période du cycle. La sensibilité des cultures est considérée homogène tout au long de chaque période. Trois périodes sont considérées :

- le repos végétatif pendant l'hiver, où le métabolisme de la plante est ralenti et donc la sensibilité aux inondations relativement faible ;
- la période allant du débourrement à la nouaison, où le métabolisme des vignes est actif et où la formation des racines est en cours ;
- et la période allant de la véraison à la chute des feuilles correspondant à une période où la vigne est active mais où la repousse de racine n'est plus possible, ce qui signifie une sensibilité accrue.

La mortalité est principalement liée à l'asphyxie racinaire. Toutefois, lorsque la période de végétation a débuté (débourrement jusqu'à chute des feuilles), la submersion des feuilles peut accélérer la mortalité des ceps. Il y a donc un effet hauteur pris en compte sur ces périodes.

Vignes													
D	V	ho	0.1 m	h1	0.5 m	h2	0.8 m	h3	1.0 m	h4	1.6 m	h5	2.0 m
		XDVa	XDVb	XDVc	XDVd	XDVe	XDVf	XDVg	XDVh	XDVi	XDVj	XDVk	XDVI
< 1 jour	< 1 m/s	0	0	917	917	2117	2117	2117	2117	2117	2117	2117	2117
	< 2 m/s	0	0	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802
	> 2 m/s	0	0	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135
< 3 jours	< 1 m/s	0	0	917	917	2117	2117	2117	2117	2117	2117	2117	2117
	< 2 m/s	0	0	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802	3802
	> 2 m/s	0	0	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135
< 5 jours	< 1 m/s	0	0	3153	3153	4353	4353	4353	4731	4731	37745	37745	37745
	< 2 m/s	0	0	6038	6038	6038	6038	6038	6416	6416	6416	6416	39430
	> 2 m/s	0	0	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135
> 5 jours	< 1 m/s	0	0	4288	4288	5488	5488	5488	12012	38300	38300	38300	38300
	< 2 m/s	0	0	7173	7173	7173	7173	7173	13697	39985	39985	39985	39985
	> 2 m/s	0	0	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135	40135

Tableau 12 : Paramètres retenues pour estimation des fonctions d'endommagement pour la vigne.