



16MAG100

Avril 2018

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute **Plaine du Lamentin - Martinique**



Version : 5

Date : 11/06/2018



**Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute
Plaine du Lamentin - Martinique**



Vérification des documents IMP411

Numéro du projet : 16MAG100

Intitulé du projet : Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute - Plaine du Lamentin

Version	Rédacteur NOM / Prénom	Vérificateur NOM / Prénom	Date d'envoi JJ/MM/AA	COMMENTAIRES Documents de référence / Description des modifications essentielles
1	GUILLOT Nicolas	BONNAFE Arnaud	31/03/2017	Version initiale
2	CHEREAU Edouard	BONNAFE Arnaud	23/06/2017	Mise à jour et intégration topographie travaux A1
3	CHEREAU Edouard	BONNAFE Arnaud	18/07/2017	Intégration des remarques P. MARRAS du 4/07/2017
4	CHEREAU Edouard	BONNAFE Arnaud	18/04/2018	Intégration des données topographiques A1 (recollement) et du centre technique du TCSP
5	CHEREAU Edouard	BONNAFE Arnaud	11/06/2018	Intégration des remarques P. MARRAS du 31/05/2018 et S. FRANCOIS 30/05/2018 (mail)
6	CHEREAU Edouard	BONNAFE Arnaud	02/07/2018	Intégration des remarques S. FRANCOIS du 28/06/2018 (mail)

Sommaire

1.....	Contexte et objectifs de l'étude.....	1
1.1	Contexte général.....	1
1.2	Objectifs de l'étude.....	3
2.....	Contexte hydrologique de l'évènement	4
2.1	La Lézarde	4
2.2	Observations au cours de l'évènement MATTHEW	6
3.....	Recueil de données terrain.....	14
3.1	Témoignages.....	14
3.2	Revue de photos	17
3.3	« Pré-Nivellement » des échelles limnimétriques.....	18
4.....	Modélisation de la crue.....	19
4.1	Paramétrage du modèle	19
4.2	Résultats des simulations	26
5.....	Conclusion générale.....	32

Table des illustrations

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Source : Géoportail).....	2
Figure 2 : Aléa inondation issu du PPRN du Lamentin (Source : www.pprn972.fr)	2
Figure 3 : Le bassin versant de la Lézarde (Source : Observatoire de l'Eau de la Martinique).....	4
Figure 4 : Vue satellite du cyclone Matthew le 28 septembre 2016 (Météo France)	6
Figure 5 : Intensités radar et pluviométries quotidiennes mesurées le 28 septembre (Météo France)	7
Figure 6 : Stations pluviométriques et cumuls de pluie en 24h sur la journée du 28 septembre 2016.....	8
Figure 7 : Données pluviométriques observées du 28 au 29 septembre – Source CTM.....	9
Figure 8 : Cumuls pluviométriques quotidiens au Lamentin, septembre 2016 (Source Météo France)	9
Figure 9 : Localisation des stations hydrométriques sur la zone d'étude, en bleu DEAL, en vert CTM.....	11
Figure 10 : Hydrogrammes mesurés au droit des stations amont.....	12
Figure 11 : Hauteurs d'eau observées aux stations aval – Source DEAL et CTM.....	13
Figure 12 : Niveau marin dans la Baie de Fort-de France les 28 et 29/09/2016 (Source SHOM).....	14
Figure 13 : Localisation des témoignages recueillis pour l'événement MATTHEW	Erreur ! Signet non défini.
Figure 14 : Niveaux d'eau observées aux stations aval – Source DEAL et CTM et recalage en Z SAFEGE.....	19
Figure 15 : Emprise du modèle hydraulique SAFEGE (Suez Consulting)	20
Figure 16 : Vue 3D de la topographie du modèle (distorsion en Z x5) (SAFEGE).....	21
Figure 17 : Vue du maillage du modèle (SAFEGE)	22
Figure 18 : Hydrogramme de la Petite Rivière mesuré à l'événement MATTHEW et hydrogramme synthétique équivalent reconstitué du Canal Mamin.....	23
Figure 19 : Comparaison du niveau de la mer au niveau d'eau observé à la station Gaigneron RD3	25
Figure 20 : Carte des hauteurs d'eau maximales modélisées et axes de débordement en lit majeur pour l'évènement Matthew – Plaine du Lamentin	26
Figure 21 : Relevé limnimétrique de la station du Pont Spitz de l'évènement Matthew avec seuils d'inondabilité non actualisés.....	27
Figure 22 : Carte des hauteurs d'eau maximales modélisées pour l'évènement Matthew – Secteur de Gaigneron	31

Table des tableaux

Tableau 1 : Débits de pointe de la Lézarde au niveau du pont Spitz (Source : Observatoire de l'Eau de la Martinique – Données SHYPRE).....	5
Tableau 2 : Débits de pointe des affluents de la Lézarde (Source : Site Observatoire de l'Eau de la Martinique - Données SHYPRE).....	5
Tableau 3 : Périodes de retour des débits de pointe mesurés aux stations amont (Quantiles SHYREG).....	12
Tableau 4 : Nivellement des échelles limnimétriques	18
Tableau 5 : Caractéristiques de l'emprise modélisée	20

Table des annexes

Annexe 1 Fiche PHE du parking Hyper U
Annexe 2 Emprise du modèle hydraulique
Annexe 3 Cartographie de la zone inondée lors du passage de la tempête tropicale Matthew

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

1.1 Contexte général

Dans la journée du **28 septembre 2016**, le passage de la tempête tropicale Matthew a engendré de fortes précipitations sur l'ensemble de la Martinique, comme en témoignent les photos ci-dessous.



Quartier Desfarges à Rivière-Pilote
(France-Antilles)



Bourg du Lamentin (Martinique 1^{ère})



Rivière du Longvilliers au Calebassier
(France-Antilles)



Rivière Les Coulisses à Petit-Bourg
(France-Antilles)

Le bassin versant de la Lézarde, particulièrement concerné par ces précipitations, a été le théâtre d'inondations à l'aval, notamment au niveau du quartier de Place d'Armes (Le Lamentin), **du 28 au 29 septembre 2016**.

La Figure 1 présente la localisation de la zone d'étude.

Au vu du PPRN du Lamentin (Figure 2), approuvé en 2012, l'aléa inondation est omniprésent sur le secteur.

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique



Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Source : Géoportail)

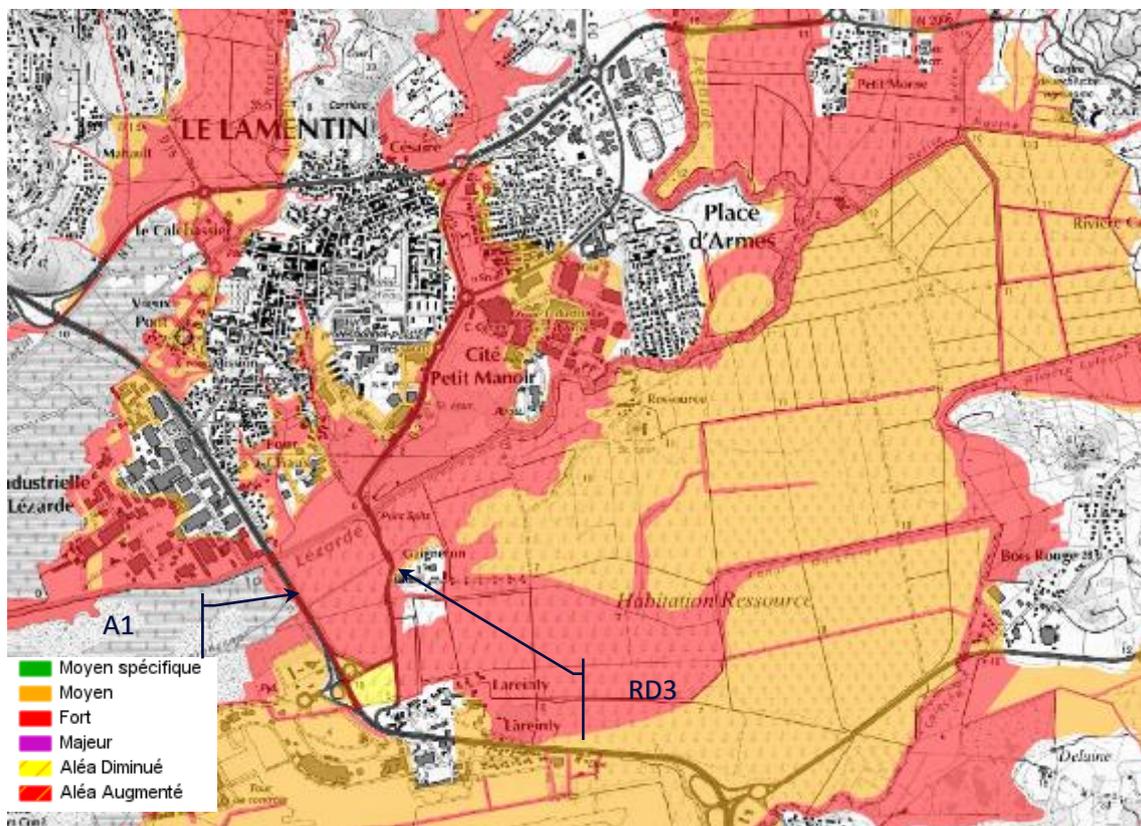


Figure 2 : Aléa inondation issu du PPRN du Lamentin (Source : www.pprn972.fr)

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique



Le Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) de la Martinique, établi par arrêté préfectoral n°201511-0058 du 30 novembre 2015, pour la période 2016-2021, prévoit la mise en place d'une Cellule de Veille Hydrologique (CVH).

Le référent départemental inondation (RDI) avec l'appui de la CVH est chargé de la capitalisation des données et études relatives à la prévention des inondations : cartographies de crues historiques, atlas de zones inondables, données topographiques ou bathymétriques, données et études relatives aux enjeux en zone inondable et à leur vulnérabilité (PGRI de Martinique, Egis, 2015).

Dans le cadre de cette CVH, la DEAL de Martinique a mandaté le bureau d'études SAFEGE afin de réaliser un retour d'expérience des évènements ayant eu lieu les 28 et 29 septembre 2016.

1.2 Objectifs de l'étude

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- **Campagne de relevé de laisses de crue et de collecte de témoignages suite au passage de la tempête** afin de caractériser l'enveloppe de la zone réellement inondée dans la nuit du 28 au 29 septembre 2016.
- **Actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute (A1)** suite aux travaux réalisés au niveau du canal de Gaigneron par la CTM avec la construction d'un pont et la surélévation de la portion d'autoroute (2015).

Ce rapport a pour objectif de présenter les résultats de ces deux volets.

2 CONTEXTE HYDROLOGIQUE DE L'ÉVÉNEMENT

2.1 La Lézarde

2.1.1 Bassin versant

Le bassin versant de la Lézarde, avec une superficie de 116 km², est le plus important de la Martinique. Il compte environ 520 km de cours d'eau et ravines s'écoulant sur 7 communes (Le Lamentin, Saint-Joseph, Le Robert, Le Gros-Morne, Fort-de-France, Schœlcher et Fonds-Saint-Denis).

D'une longueur totale de 36 km, la Lézarde conflue avec la Petite Rivière (10.5 km) à l'amont de la Plaine du Lamentin. Elle est ensuite rejointe par le Canal Mamin (4.5 km) au niveau du Pont Spitz de la RD3.

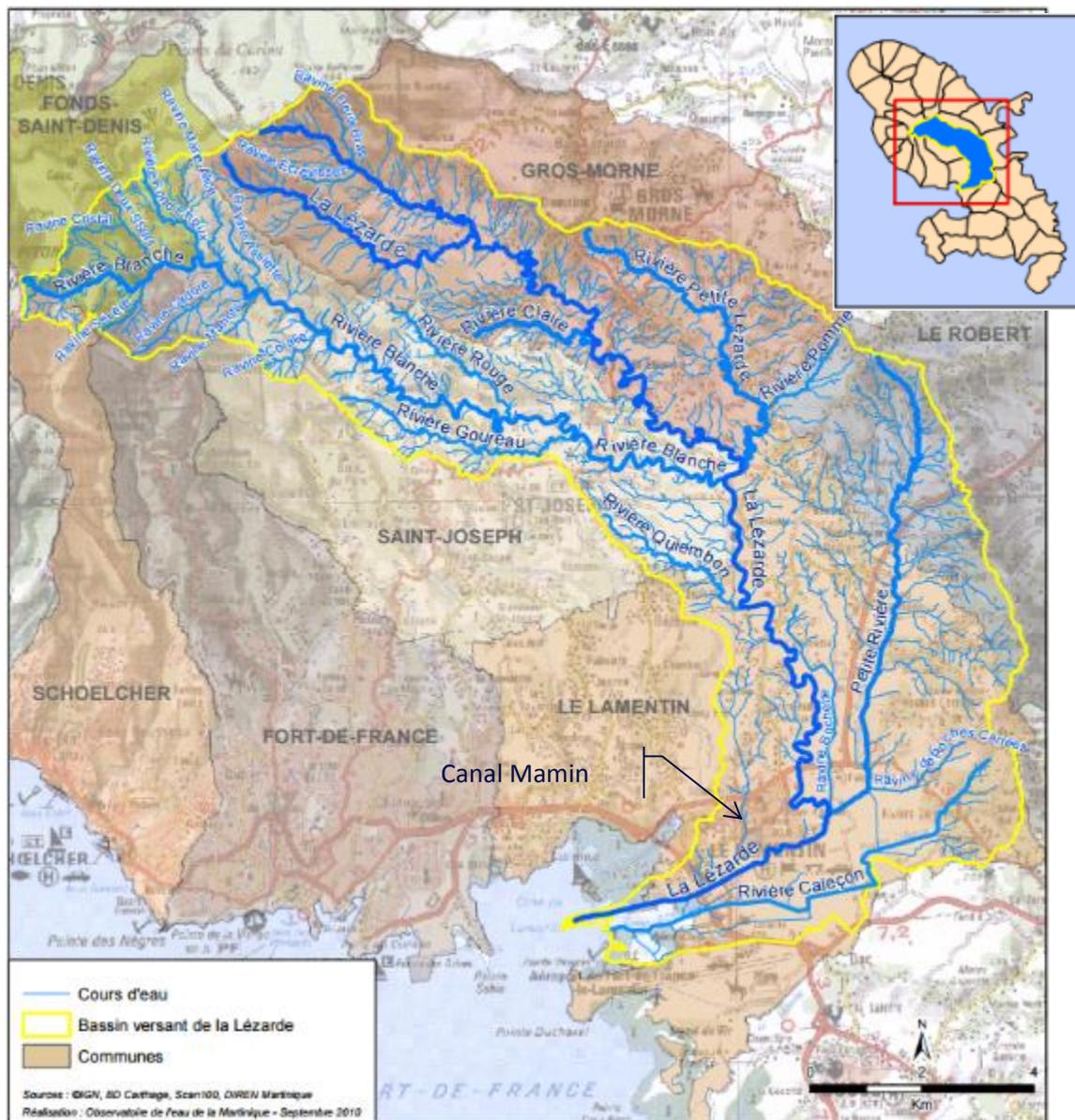


Figure 3 : Le bassin versant de la Lézarde (Source : Observatoire de l'Eau de la Martinique)

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique



Enfin, La Lézarde trouve son embouchure dans la Baie de Fort-de-France, au sud de la mangrove de Morne Cabrit, où elle partage le même exutoire avec le Canal Gaigneron, déviation artificielle de la Rivière Caleçon (9 km).

2.1.2 Débits de crue

Le Tableau 1 décrit les débits de pointe de la Lézarde pour différentes périodes de retour au niveau de la station limnimétrique du pont Spitz, juste après la confluence avec le Canal Mamin.

Tableau 1 : Débits de pointe de la Lézarde au niveau du pont Spitz (Source : Observatoire de l'Eau de la Martinique – Données SHYPRE)

Période de retour	Débit de pointe
Q2	280 m ³ /s
Q5	425 m ³ /s
Q10	542 m ³ /s
Q20	661 m ³ /s
Q50	825 m ³ /s
Q100	946 m ³ /s

Le Tableau 2 propose la même analyse des débits de la Lézarde amont au niveau du pont de l'A1, mais aussi sur les affluents principaux :

- la Petite Rivière au niveau de la Brasserie Lorraine,
- la rivière Caleçon
- et le Canal Mamin juste avant sa confluence avec la Lézarde.

Tableau 2 : Débits de pointe des affluents de la Lézarde (Source : Site Observatoire de l'Eau de la Martinique - Données SHYPRE)

Période de retour	Lézarde amont A1	Petite Rivière	Canal Mamin	Rivière Caleçon	Ravine Bochette
Q2	222 m ³ /s	71.7 m ³ /s	16.1 m ³ /s	15.1 m ³ /s	10.9 m ³ /s
Q5	335 m ³ /s	113 m ³ /s	25.6 m ³ /s	24.3 m ³ /s	17.2 m ³ /s
Q10	426 m ³ /s	147 m ³ /s	33.3 m ³ /s	31.8 m ³ /s	22.3 m ³ /s
Q20	518 m ³ /s	181 m ³ /s	41.1 m ³ /s	39.2 m ³ /s	27.6 m ³ /s
Q50	644 m ³ /s	228 m ³ /s	51.8 m ³ /s	49.6 m ³ /s	34.8 m ³ /s
Q100	738 m ³ /s	263 m ³ /s	59.8 m ³ /s	57.5 m ³ /s	40.0 m ³ /s

Une localisation des stations hydrométriques est proposée sur la Figure 10.

2.2 Observations au cours de l'événement MATTHEW

2.2.1 Extrait du bulletin mensuel Météo France de septembre 2016

L'onde tropicale qui aborde les Petites Antilles se transforme rapidement en tempête, le 28, en passant le canal de St-Vincent. Nommé MATTHEW, ce cyclone poursuit sa route à l'ouest, vers Curaçao, avant de prendre un virage vers le nord en direction d'Haïti.

Sa rapide expansion le fait devenir ouragan, le 29, et gravir tous les échelons jusqu'au plus haut niveau 5, le 1er octobre.

Lorsqu'il passe en Haïti, il est encore de catégorie 4, avant de faiblir progressivement au large de la Floride. La durée de vie de ce cyclone et son intensité sont très remarquables.

On constate grâce à la Figure 5 la répartition des précipitations dans la journée du 28 septembre, concordante avec la configuration du relief de l'île.

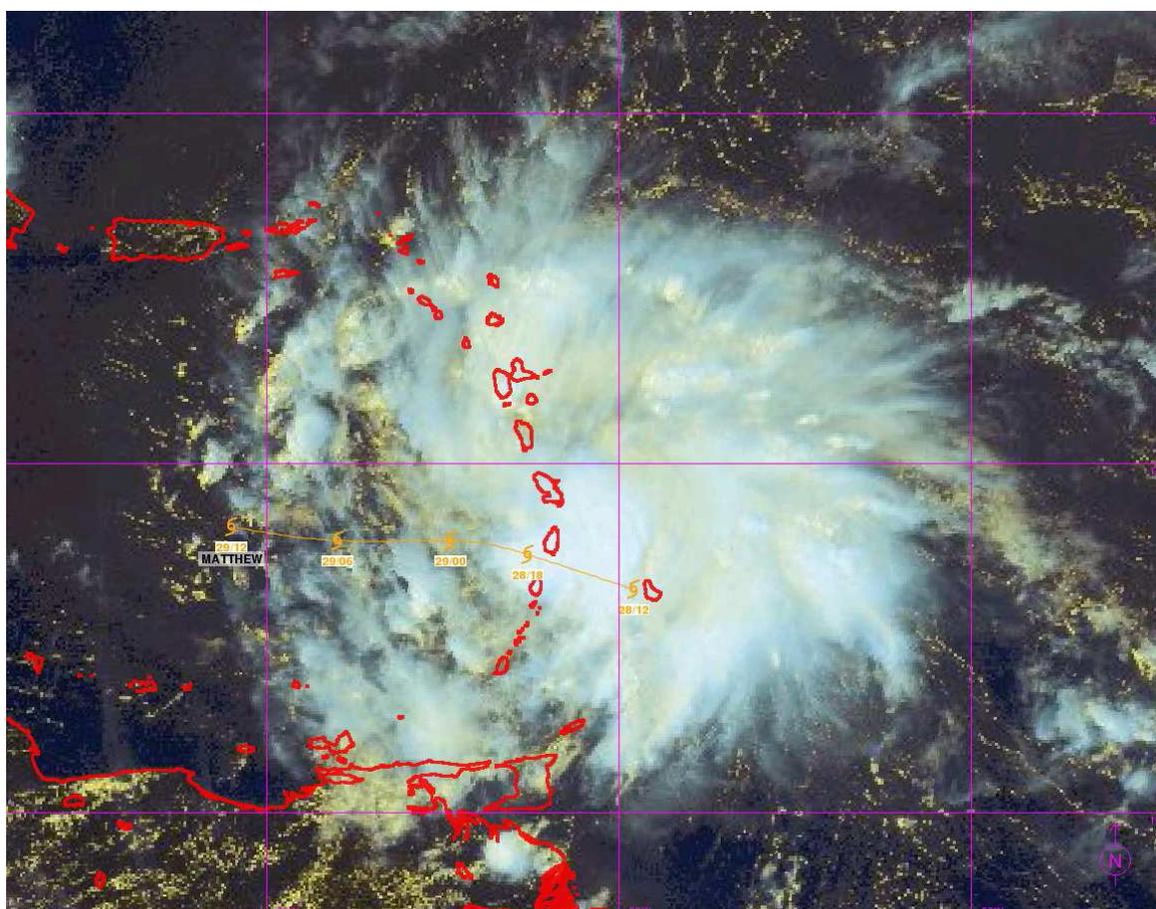


Figure 4 : Vue satellite du cyclone Matthew le 28 septembre 2016 Heure non connue (source Bulletin Climatologique Mensuel Météo France - BCMOM_972_201609.pdf)

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique

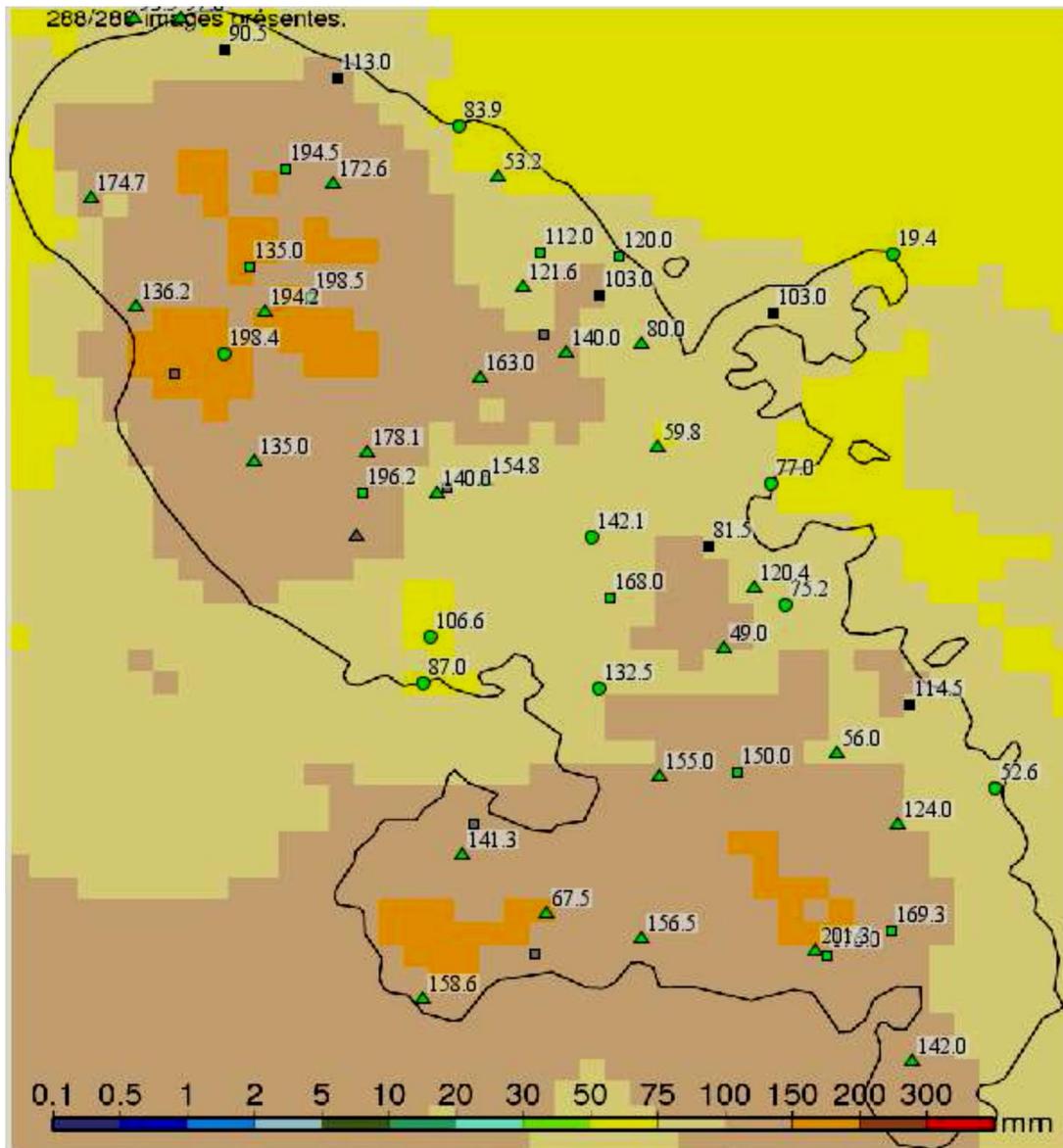


Figure 5 : Intensités radar et pluviométriques quotidiennes mesurées le 28 septembre (Météo France)

2.2.2 Pluviométrie sur le bassin versant de la Lézarde

Dans ce paragraphe sont présentées les données observées au droit de trois stations situées sur le bassin versant de la Lézarde, localisées Figure 6.

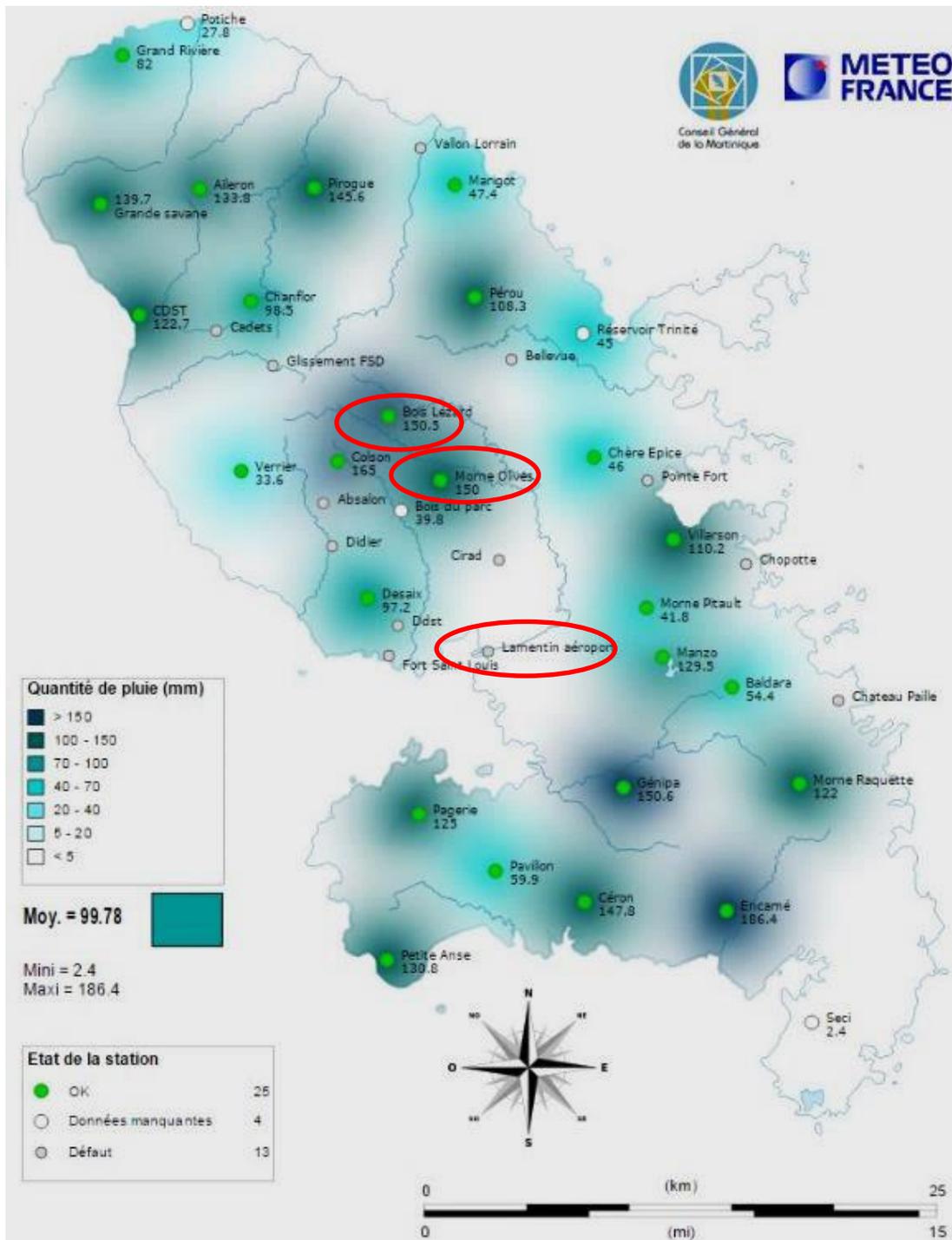


Figure 6 : Stations pluviométriques et cumuls de pluie en 24h sur la journée du 28 septembre 2016

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique



Les stations **Bois Lézard** et **Morne des Olives**, situées à l'amont du bassin versant de la Lézarde, présentent des cumuls similaires avec des intensités maximales respectives de 19.9 mm/h et 18.1 mm/h, pour des totaux cumulés sur 48h de 169.9 mm et 164.2 mm.

Au Lamentin, à l'aval, le total cumulé du 28 au 29 septembre est de 133 mm.

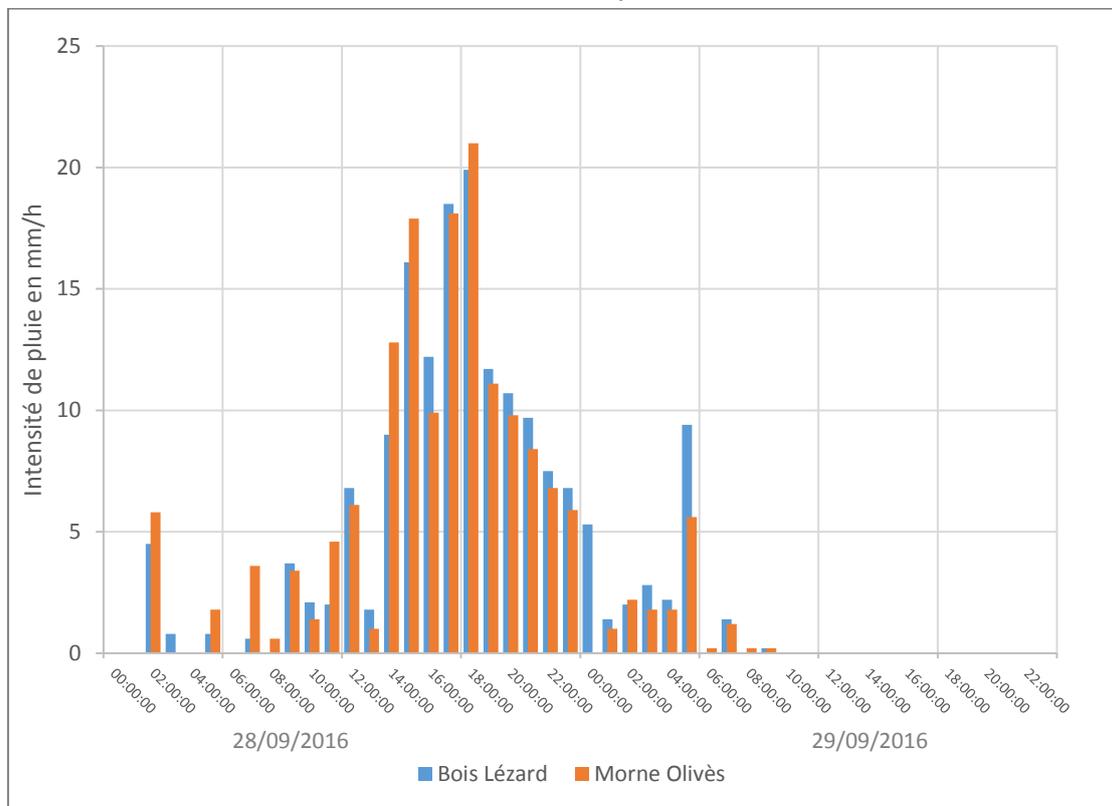


Figure 7 : Données pluviométriques horaires observées du 28 au 29 septembre – Source CTM

Le cumul 24 h est de 150 mm en 24 h pour les deux postes et pour la journée du 28 Septembre.

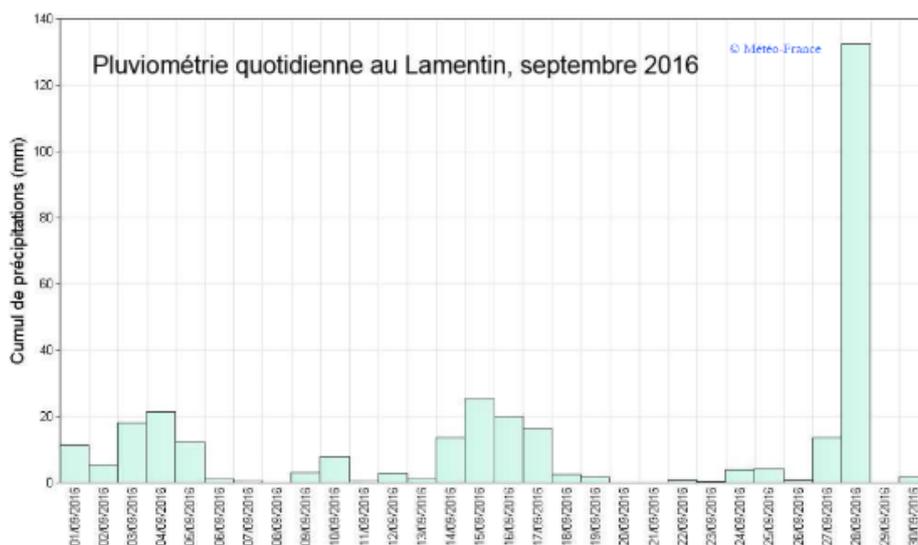


Figure 8 : Cumuls pluviométriques quotidiens au Lamentin, septembre 2016 (Source Météo France)

2.2.3 Relevés des stations hydrométriques

La figure suivante présente le réseau hydrographique naturel et artificialisé (canaux) de la zone d'étude).

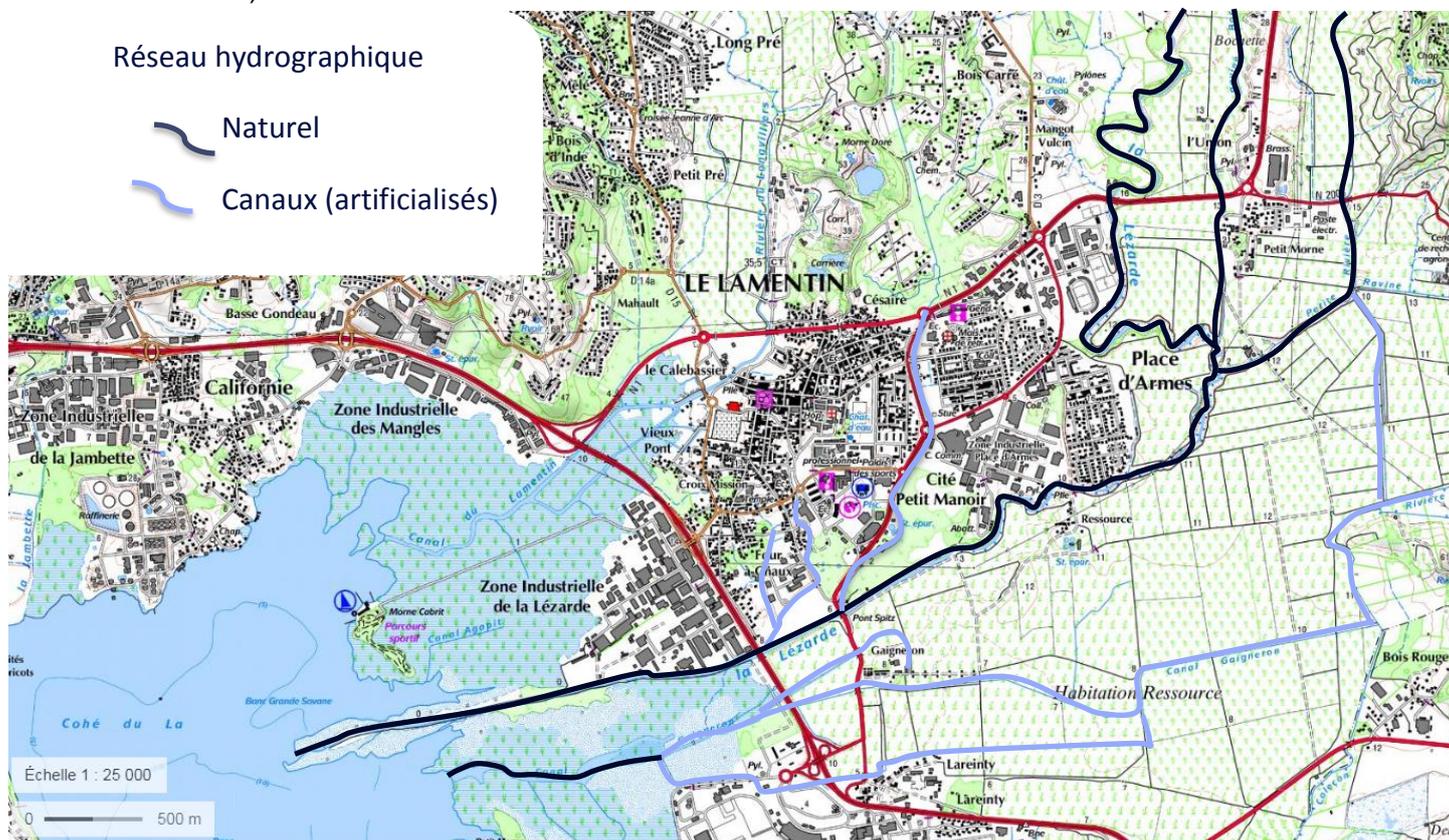


Figure 9 : Réseau hydrographique naturel et artificialisé de la zone d'étude

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique

Cinq stations hydrométriques sont localisées sur la zone d'étude (Figure 10) :

- Trois stations débitmétriques gérées par la DEAL :
 - Pont A1 (Lézarde) ;
 - Brasserie Lorraine (Petite Rivière) ;
 - Caleçon (Rivière Caleçon) ;
- Une station limnimétrique gérée par la DEAL :
 - Gaigneron RD (Canal Gaigneron)
- Une station limnimétrique gérée par la CTM (Collectivité Territoriale de Martinique) :
 - Pont Spitz (Lézarde)

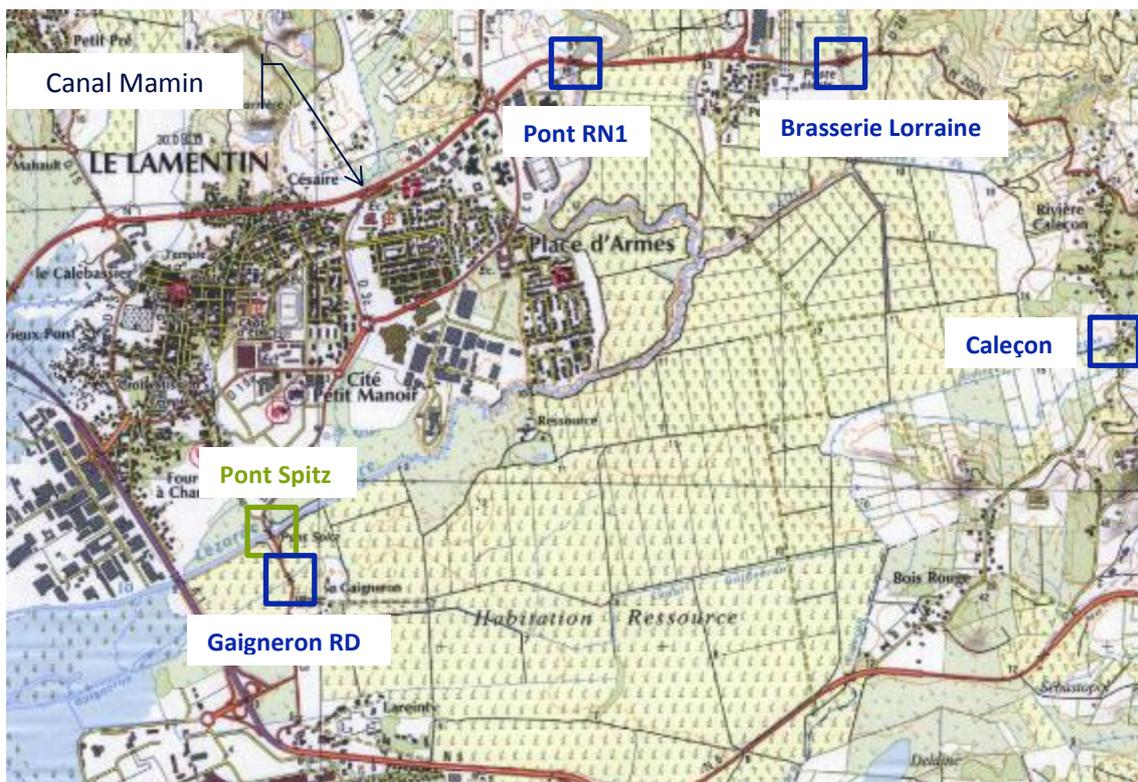


Figure 10 : Localisation des stations hydrométriques sur la zone d'étude, en bleu DEAL, en vert CTM

Les données de débit pour l'évènement Matthew ont été mises à disposition par la DEAL pour les trois stations amont :

- Pont RN1,
- Brasserie Lorraine
- Et Caleçon (Figure 11).

En comparaison des quantiles de crue présentés au chapitre 2.1.2, les périodes de retour des débits de pointe mesurés sont renseignées dans le Tableau 3.

Les données de hauteur pour les stations aval Pont Spitz (transmises par la CTM) et Gaigneron (transmises par la DEAL) sont présentées sur la Figure 12.

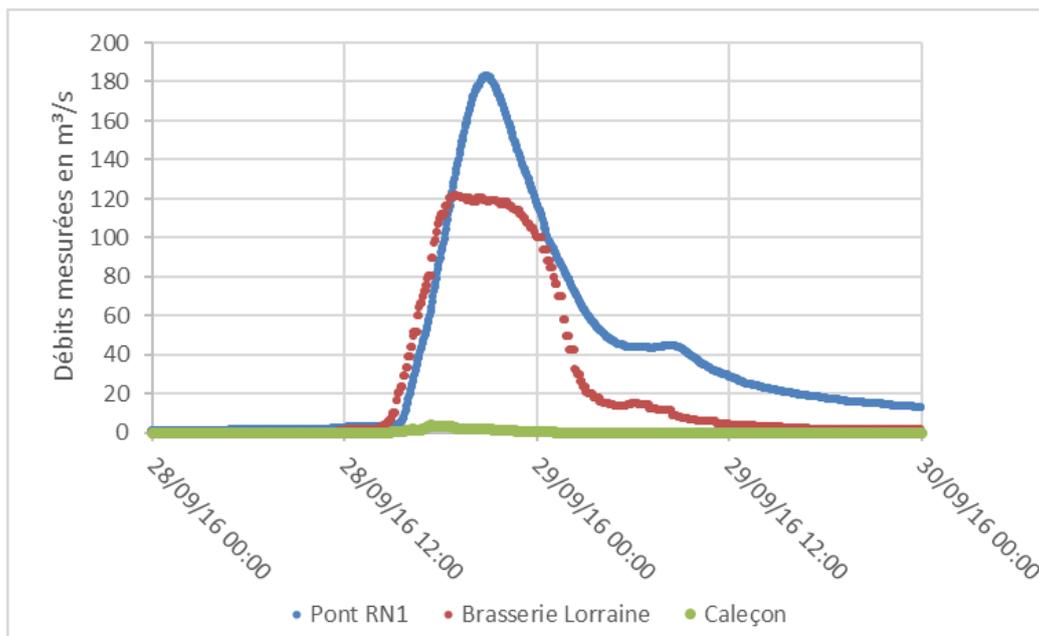


Figure 11 : Hydrogrammes mesurés au droit des stations amont

Tableau 3 : Périodes de retour des débits de pointe mesurés aux stations amont (Quantiles SHYREG)

Stations	Pont RN1	Brasserie Lorraine	Caleçon
Superficie drainée	69.2 km ²	19 km ²	3 km ²
Débits de pointe	183 m ³ /s	122 m ³ /s	4 m ³ /s
Période de retour	< 2 ans	6 ans	< 2 ans

La période de retour du débit de pointe mesuré à Brasserie Lorraine a été déterminée par une loi de Gumbel ajustée entre les quantiles SHYREG 2 ans et 5 ans.

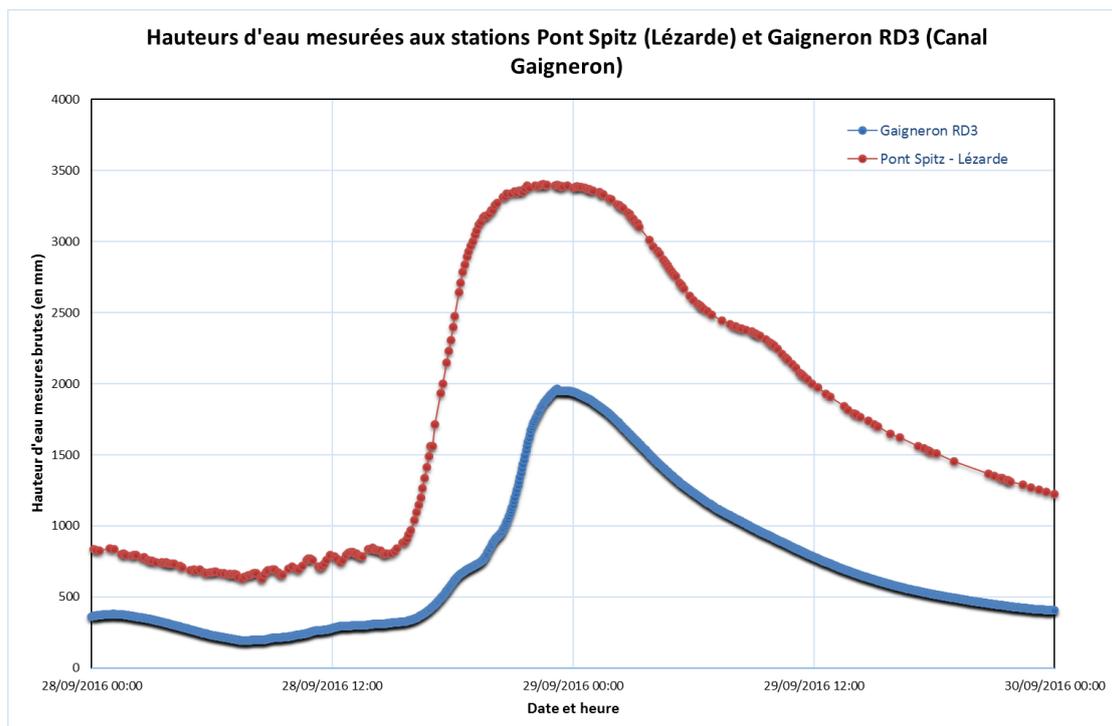


Figure 12 : Hauteurs d'eau observées aux stations aval – (Source DEAL et CTM heure locale GMT - 4)

Pics de hauteur d'eau : $H_{\max \text{ PontSpitz}} = 3.40 \text{ m}$; $H_{\max \text{ Gaigneron}} = 1.96 \text{ m}$

2.2.4 Relevés marégraphiques

La gestion des relevés marégraphiques dans la Baie de Fort-de-France est assurée par le SHOM (Service Hydrographique et Océanographie de la Marine). La référence de hauteur utilisée pour les prédictions de marées est le zéro hydrographique (ou le zéro des cartes marines).

Dans la Baie de Fort-De-France, exutoire de la zone d'étude, une correction de -0.535 m est à appliquer pour obtenir les cotes NGM.

On observe sur la Figure 13 le faible marnage au cours de l'évènement MATTHEW.

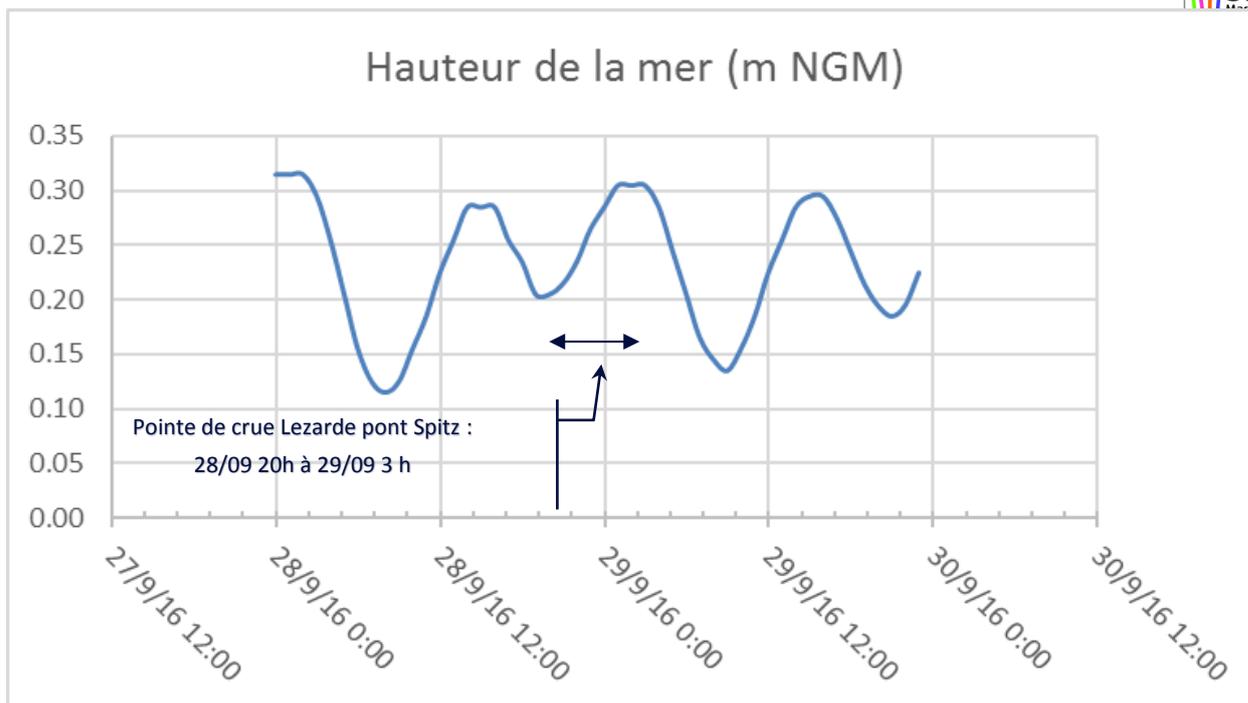


Figure 13 : Niveau marin dans la Baie de Fort-de France les 28 et 29/09/2016 (Source SHOM – heure locale GMT -4)

3 RECUEIL DE DONNEES TERRAIN

3.1 Témoignages

Les témoignages recueillis sur le secteur concernent :

- Les commerçants ;
- Les exploitants agricoles ;
- Les employés de bureau ;
- Les riverains ;
- Les parties prenantes dans la gestion de la crise :
 - Le service Sécurité Civile de la commune du Lamentin ;
 - Le service des Routes de la Collectivité Territoriale de Martinique ;

Les enquêtes se sont déroulées du 23 au 25 novembre 2016.

Les témoignages décrits dans la suite de ce chapitre sont numérotés et localisés **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

La majorité des témoignages recueillis font état de **peu d'inondations sur le secteur**. Aux dires des personnes interrogées, cet événement semble ne pas avoir marqué les esprits, du moins en termes d'inondation.

Cependant, le pic de crue ayant eu lieu au milieu de la nuit, la collecte de témoignages exhaustifs est difficile.

A l'amont d'abord, **au niveau du pont de la RN1**, les employés de bureau (ONET Service) interrogés n'ont rapporté **aucune problématique d'inondation** sur la zone (1).

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique



De même, plus à l'aval au niveau **de Ressource**, les riverains n'ont constaté **aucun débordement** de la rivière qui serait restée dans son lit **(2)**.

Le long du **Canal Mamin**, sur la RD3, la CTM indique que le point bas à proximité du Palais des Sports est **resté hors d'eau (3)**, tout comme en témoigne le personnel de la **station-service** sur son secteur **(4)**.

Au niveau du **terrain de foot**, directement à l'amont du rond-point du centre commercial de Place d'Armes, la commune du Lamentin a signalé le **remplissage complet** du secteur avec quelques débordements de celui-ci **(5)**.

La CTM rapporte également quelques **inondations ayant eu lieu sur le quartier de Lareinty (6)**, ainsi qu'un **débordement de La Lézarde** au cours de la nuit sur le **Passage Gaigneron (7)**, **entre les ponts Spitz et Gaigneron**. Néanmoins, ces débordements n'ont duré que deux heures, environ, ce qui corrobore les propos des responsables de l'Habitation Gaigneron qui n'ont rien constaté aux heures ouvrées.

Le secteur le plus touché, pour lequel un relevé de PHE (Plus Hautes Eaux) a été possible, est le **parking de l'Hyper U de Place d'Armes (8)**. Un point bas important est présent au sud de celui-ci, et est régulièrement inondé. Le témoignage du Syndicat de Copropriétaires du Centre Commercial de Place d'Armes, a permis le relevé de la cote PHE : 33 cm de hauteur d'eau en bas du parking.

Le détail du relevé PHE est proposé en Annexe 1.



Figure 14 : Localisation des témoignages recueillis pour l'événement MATTHEW

3.2 Revue de photos

Au lendemain du passage de Matthew, **le matin du 29 septembre**, une partie du secteur de Place d'Armes demeurait inondé, notamment **les alentours du Canal Mamin et le parking de l'Hyper U.**

Les clichés de la presse et des services de l'Etat, ci-dessous, permettent de constater l'état du secteur au cours de la phase de décrue.



29/09/16 10h43 : le tablier du pont de l'Avenue Georges Gratiant à quelques cm des eaux du Canal Mamin (DEAL)



29/09/16 10h38 : quelques dizaines de cm séparent l'eau du sommet des palplanches à l'amont du rond-point du centre commercial (DEAL)



29/09/16 10h39 : les buses sous le rond-point du centre commercial sont presque noyées (DEAL)



29/09/2016 10h35 : à l'aval, près du Palais des Sports, le Canal est haut mais dans son lit (DEAL)



29/09/16 10h34 : les eaux stagnent encore sur le parking de l'Hyper U de Place d'Armes (DEAL)



29/09/16 matin : parking de l'hyper U, la presse couvre les conséquences de l'événement MATTHEW (France-Antilles)

3.3 « Pré-Nivellement » des échelles limnimétriques

Lors de la campagne de terrain, SAFEGE a procédé à des relevés de hauteur à la mire et au théodolite au niveau de quatre stations afin de niveler leurs échelles limnimétriques :

- Pont RN1 ;
- Brasserie Lorraine ;
- Pont Spitz ;
- Gaigneron RD ;

Ce nivellement des échelles permet d'exploiter les hauteurs d'eau mesurées en relatif en cote NGM.

La méthodologie consiste simplement à prolonger l'échelle limnimétrique grâce à une mire télescopique jusqu'à atteindre le niveau de la route. On obtient alors la hauteur de la route en relatif par rapport au 0 de l'échelle limnimétrique.

Le rattachement en NGM au même point donné par la Litto3D (imprécisions relatives) ou les levés topo terrestres disponibles (RD3) permet de déduire la cote NGM du niveau 0 de l'échelle.

Le Tableau 4 synthétise les « pré-nivellements »¹ d'échelle réalisés.

Tableau 4 : Nivellement des échelles limnimétriques

Stations	Pont RN1	Brasserie Lorraine	Pont Spitz	Gaigneron RD
Source de raccordement	Litto 3D		Levés topo SOGEA 2006	
Précision	+/- 20 à 30 cm	+/- 20 à 30 cm	+/- 1 cm	+/- 1 cm
Cote 0 de l'échelle en mNGM	6.39	8.45	-0.02	0.36

¹ Il est important de procéder à de véritable nivellement des zéros des échelles limnimétriques dans le cadre d'une mission spécifique réalisée par un géomètre expert.

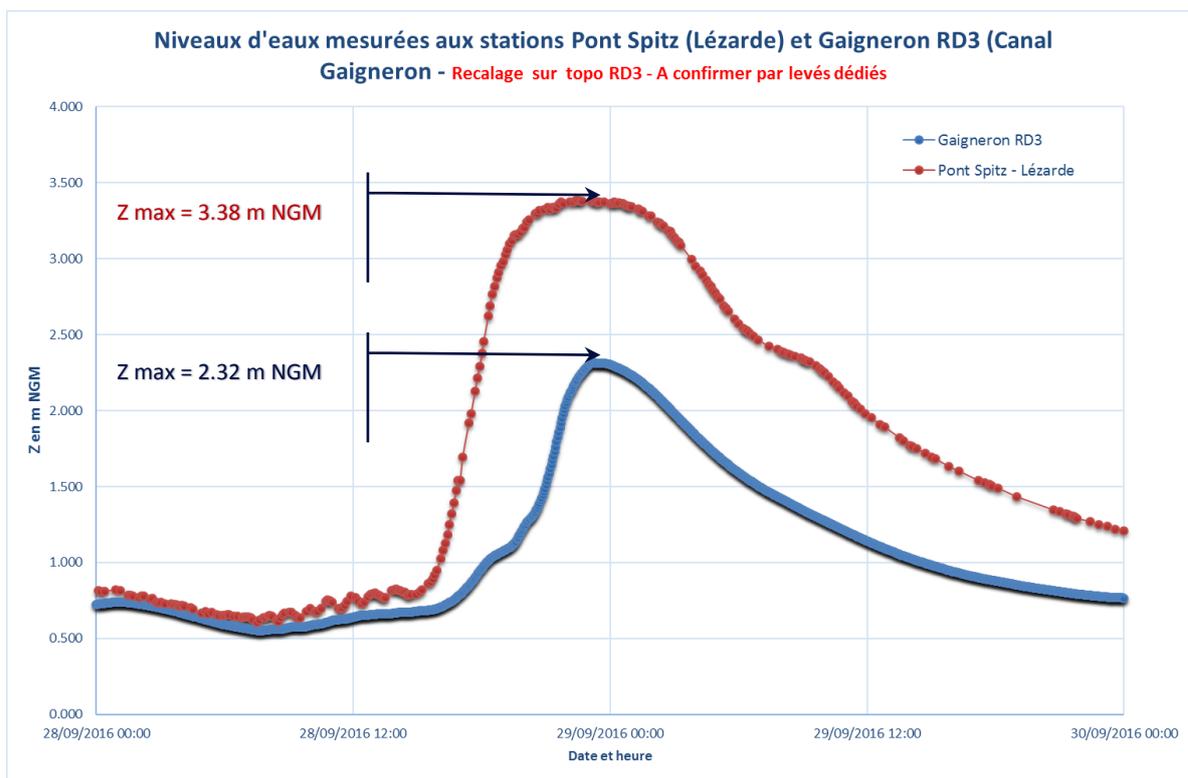


Figure 15 : Niveaux d'eau observées aux stations aval – Source DEAL et CTM et recalage en Z SAFEGE

4 MODELISATION DE LA CRUE

La simulation de propagation de la crue a été réalisée grâce à l'outil de modélisation **TELEMAC 2D**.

4.1 Paramétrage du modèle

Le modèle hydrodynamique bidimensionnelle Telemac-2D est utilisé pour traiter les écoulements à surface libre en deux dimensions. Il résout, par une méthode d'éléments finis sur des maillages de calcul constitués d'éléments triangulaires, les équations de Barré de Saint-Venant. Ces équations expriment en tout point du maillage la conservation de la masse (équation de continuité) et la conservation de la quantité de mouvement dans les deux directions de l'espace (équations dynamiques).

4.1.1 Paramètres géométriques

4.1.1.1 Emprise

L'emprise géométrique du modèle est cartographiée en Figure 16 et en Annexe 2.

Elle recouvre la totalité du secteur de Place d'Armes ainsi que l'Aéroport Aimé Césaire et a été prise jusqu'à l'exutoire de la Lézarde, dans la Baie de Fort-de-France. La limite amont du modèle correspond au linéaire de voirie passant par les stations débitométriques Pont RN1, Brasserie Lorraine et Caleçon.

L'emprise présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 5 : Caractéristiques de l'emprise modélisée

Périmètre de l'emprise modélisée	20.6 km
Surface de l'emprise modélisée	18.3 km ²
Longueur du linéaire de La Lézarde	7.3 km

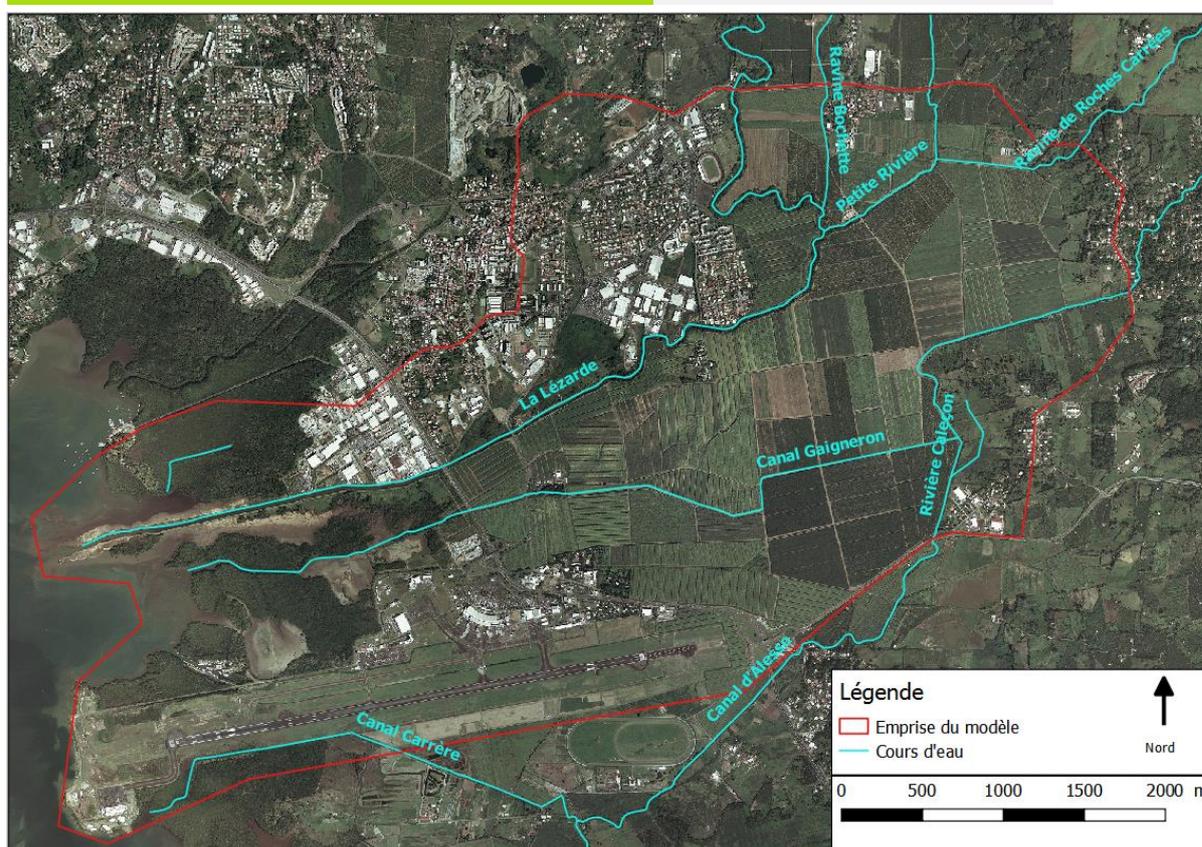


Figure 16 : Emprise du modèle hydraulique SAFEGE (Suez Consulting)

4.1.1.2 Topographie

Les données topographiques utilisées sont issues de :

- La LITTO 3D IGN ;
- Levés topographiques terrestres :
 - De la RD3 :
 - Levés spécifiques de la RD3 (SOGEA, 2006),
 - De l'Autoroute A1 et de ses environs :
 - Profils en travers de la Lézarde et levés d'ouvrages : Fusch 2012 (seulement 9 profils sur la Lézarde depuis la RN1)

IMPORTANT :

Concernant les travaux de mise hors d'eau de l'autoroute A1 (travaux dans le cadre du TCSP), les nouvelles données topographiques suivantes ont été transmises par la DEAL entre les mois d'octobre 2017 et de Février 2018 :

- Plans de récolement de l'A1 au droit du nouveau pont de Gaigneron – Conseil Régional 972 - COLAS (Recolement Voirie Autoroute.dwg - Récolement Indice A 13/06/2016)
- Plans de récolement reprofilage Voie Digue (côté aéroport rive gauche) – Conseil Régional 972 – COLAS (Recolement Voirie Digue.dwg- Récolement Indice A 24/08/2016)
- Les plans niveau d'avant-projet de l'ouvrage hydraulique de Gaigneron ;
- Plans de récolement Centre technique du TCSP – Caraibus – SOGEA/ANTRA (ANTRA-REC-CDM.dwg – Récolement Indice A 18/06/2015)
- Les plans de recollement des opérations palplanches en aval de l'A1, coté ZI Lézarde. Conseil Régional 972 – JLTP (recol rive droite 24.03.15.dwg - Récolement Indice A 13/06/2016)

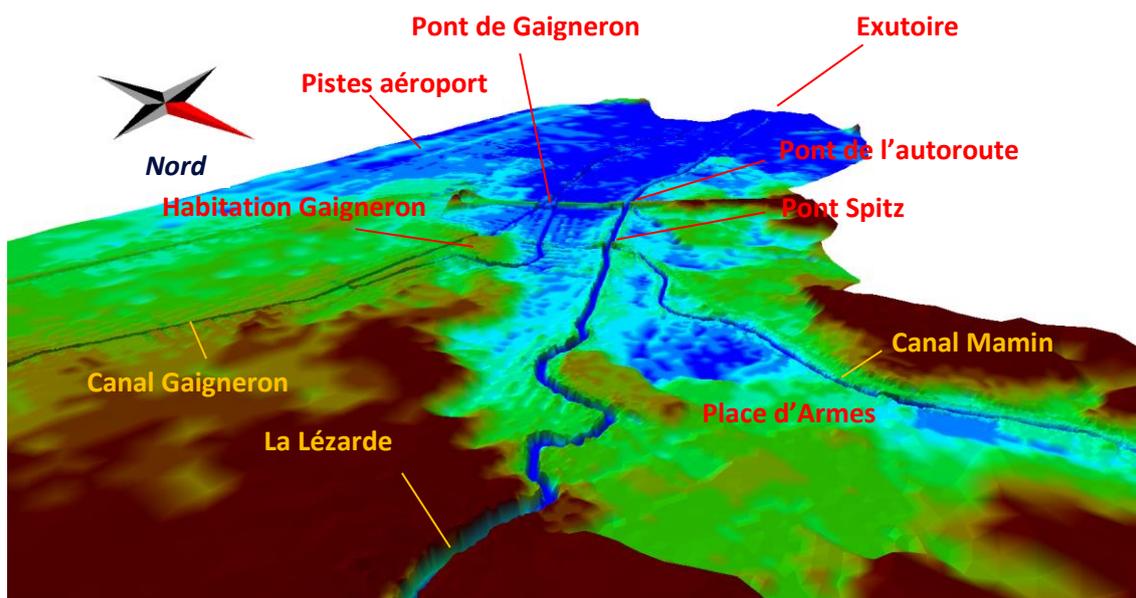


Figure 17 : Vue 3D de la topographie du modèle (distorsion en Z x5) (SAFEGE)

4.1.1.3 Maillage

- Nombre de mailles : 176 600 mailles
- Largeurs de mailles : de 1 à 50 m

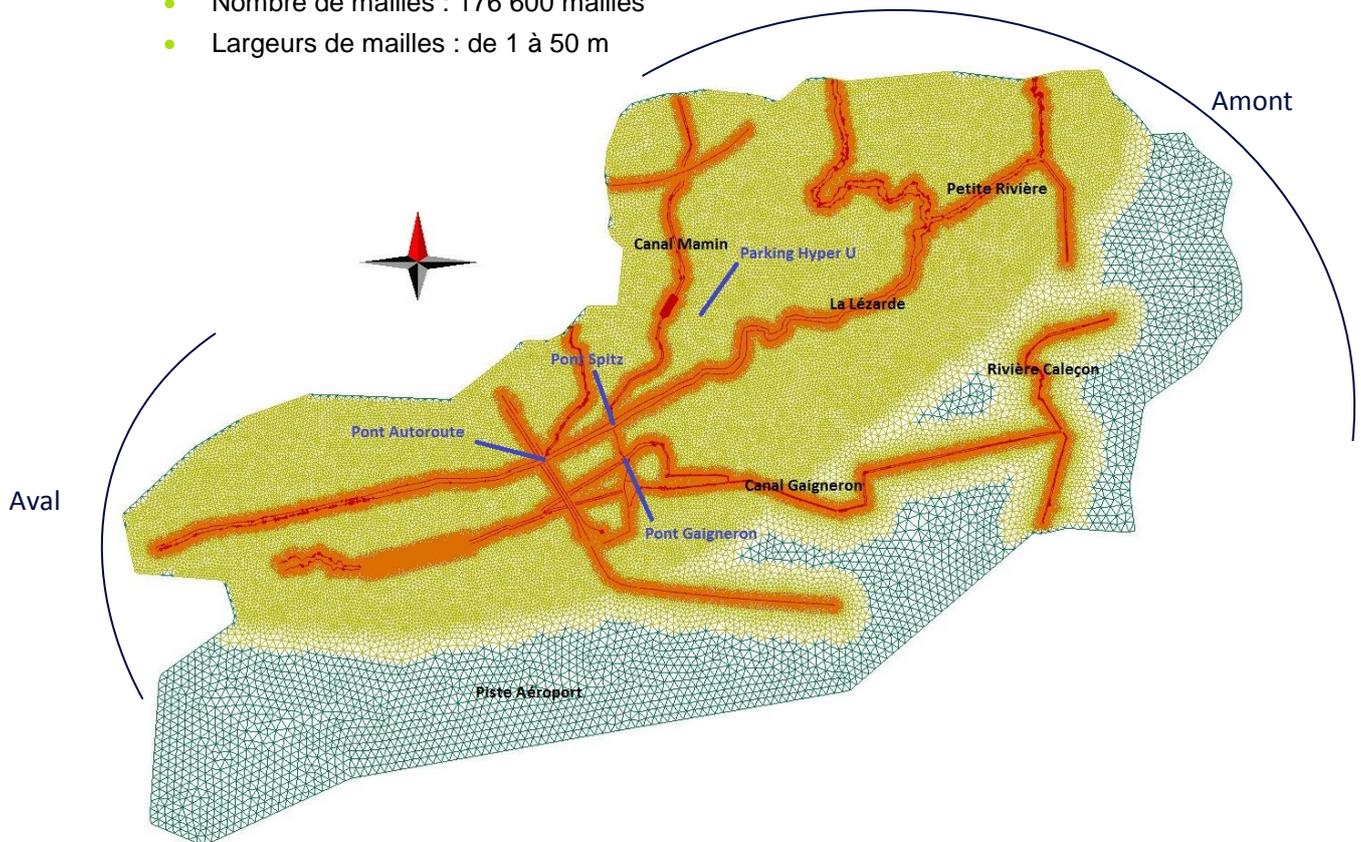


Figure 18 : Vue du maillage du modèle (SAFEGE)

4.1.1.4 Intégration de la rugosité

La rugosité de la zone modélisée est rendue par les coefficients de Strickler. C'est l'étape de calage du modèle hydraulique qui permet de retenir la rugosité rendant le plus fidèlement possible le phénomène observé. Ainsi, les coefficients de Strickler retenus varient de 5 à 60 :

- Rivières,
 - K lit mineur = 15 à 25
 - K lit majeur = 8 à 10
- Pisté Aéroport, Kvoirie = 60
- Secteurs urbanisés, Kurbain = 10
- Bâti isolé, Kbâti = 5

4.1.2 Conditions aux limites

4.1.2.1 Condition limite amont

La condition à la limite amont correspond à l'injection des hydrogrammes de débits relevés aux stations :

- Pont RN1 (Lézarde)
- Brasserie Lorraine (Petite Rivière)
- Caleçon

présentés dans le chapitre 2.2.3.

De plus, un hydrogramme de débit est également injecté à l'amont du Canal Mamin (RN1). Sans données observées, l'hydrogramme a dû être synthétisé.

Le choix a été fait de considérer le comportement hydrologique du Canal Mamin comme similaire à celui de la Petite Rivière, étant donné la proximité géographique de ces deux cours d'eau.

Il a été vu dans le chapitre 2.2.3 que le débit de pointe de la Petite Rivière mesuré à la station Brasserie Lorraine correspond à une période de retour de 6 ans.

Le débit de pointe du Canal Mamin pour une crue de période de retour 6 ans a été déterminé par une loi de Gumbel ajustée entre les quantiles SHYREG 2 ans et 5 ans.

L'hydrogramme synthétique (Figure 19) est construit par homothétie de l'hydrogramme de la Petite Rivière selon le **ratio** des deux débits de pointe :

$$\frac{Q6 \text{ Canal Mamin}}{Q6 \text{ Brasserie Lorraine}} = \frac{27.7}{122} = 0.23$$

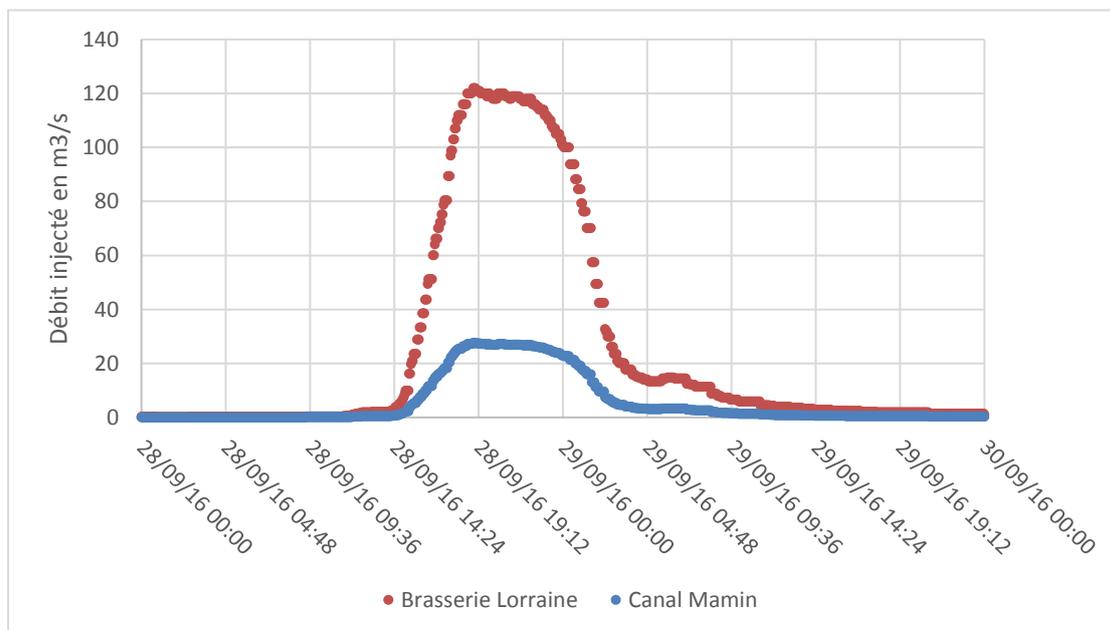


Figure 19 : Hydrogramme de la Petite Rivière mesuré à l'événement MATTHEW et hydrogramme synthétique équivalent reconstitué du Canal Mamin

Point d'injection de débit dans le Modèle

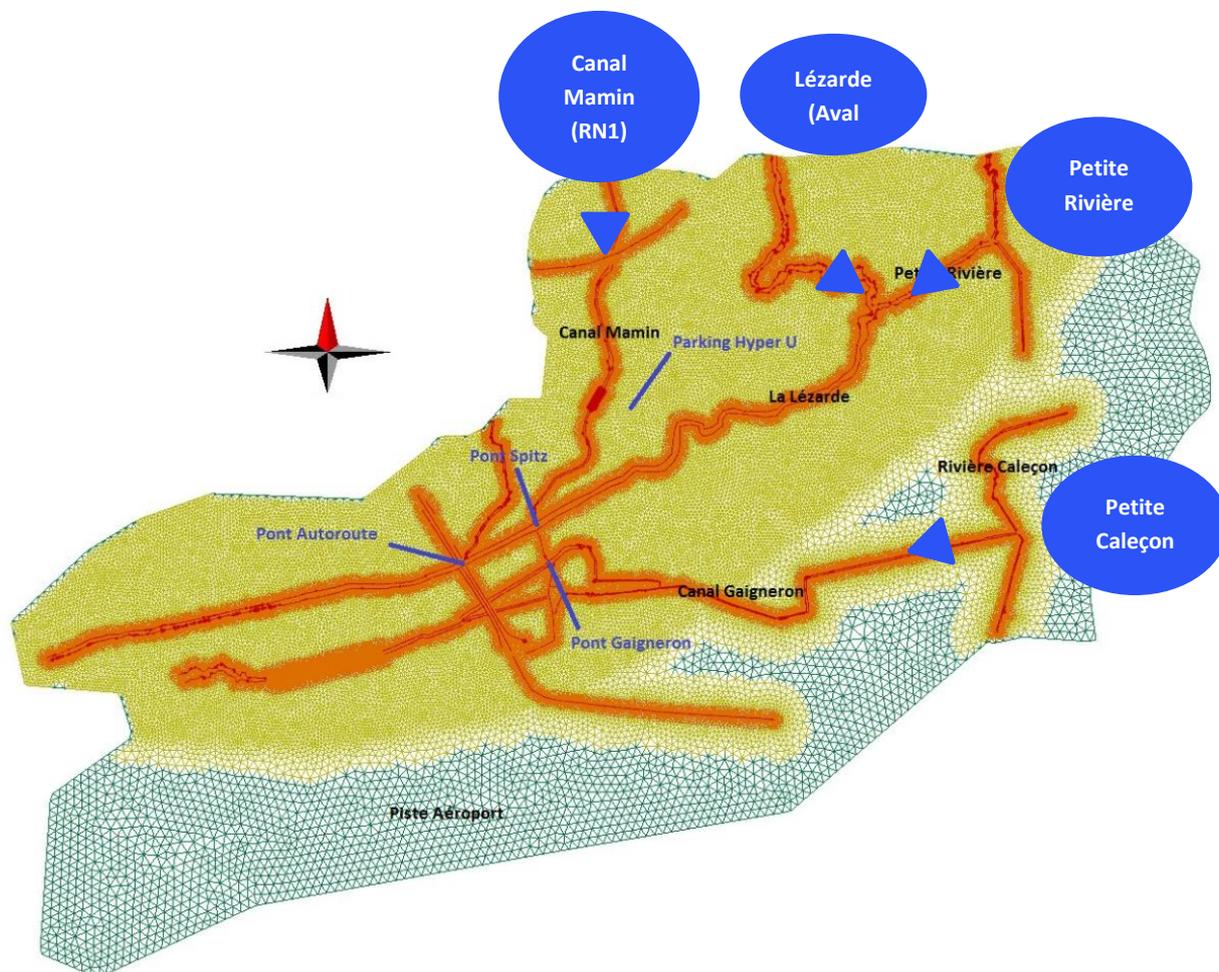


Figure 20 : Schéma simplifié du chevelu hydrographiques et points d'injection de débit

4.1.2.2 Condition limite aval

La condition à la limite aval correspond à la hauteur du niveau de la mer. La mise en relation des données présentées dans le chapitre 2.2.4 avec les cotes observées à la station Gaigneron RD (cote obtenues suite au nivellement) permet d'observer les conditions avals illustrées Figure 21.

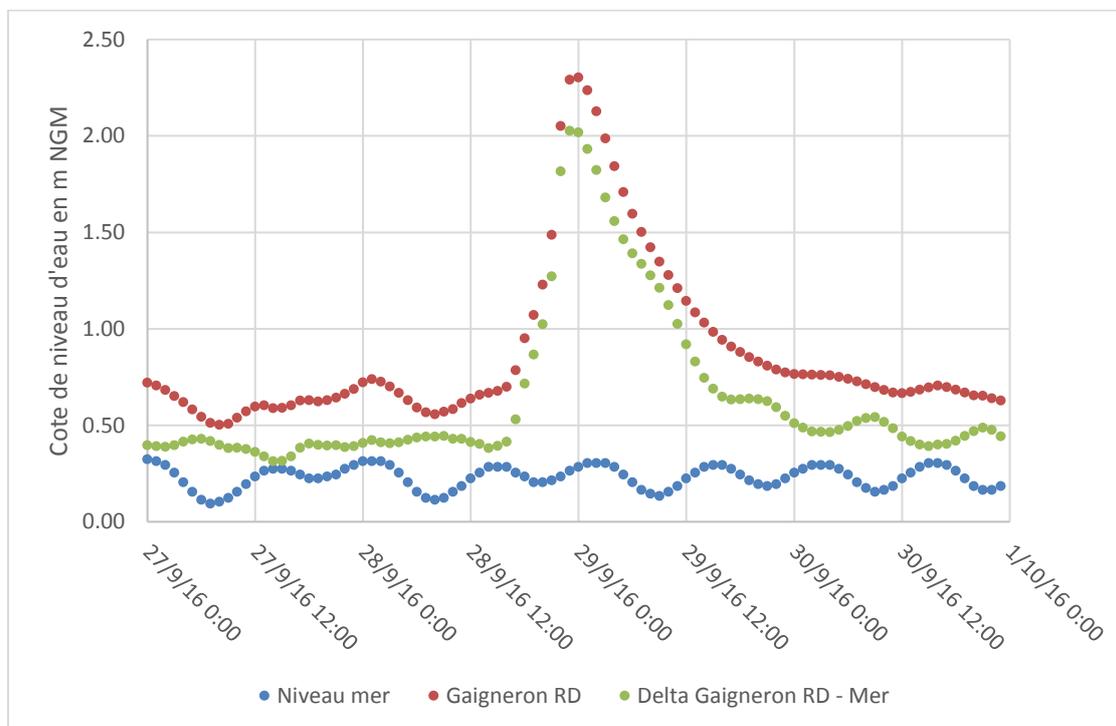


Figure 21 : Comparaison du niveau de la mer au niveau d'eau observé à la station Gaigneron RD3

On constate, sur la période précédant l'évènement, l'influence du niveau de la mer sur la hauteur d'eau du canal au niveau de la station.

Au cours de l'évènement, la marée ne s'est pas accentuée, limitant ainsi son influence en comparaison des apports amont.

Enfin, au cours de la décrue, on note de légères fluctuations de vitesse de décrue parallèles au rythme des marées.

En conclusion, le niveau de la mer a un impact significatif sur les écoulements à l'aval du secteur, sans être déterminante au cours de l'évènement du fait d'un marnage faible.

4.1.3 Temps de simulation

Le temps « zéro » correspond à la montée des hydrogrammes injectés à l'amont, soit le 28/09/2016 à 12h00.

Le calcul s'étend jusqu'au 29/09/2016 à 6h00, heure à laquelle les hauteurs observées aux stations Pont Spitz et Gaigneron RD sont décroissantes.

La durée de calcul est donc de 18h.

4.2 Résultats des simulations

4.2.1 Emprise inondée

Les cartes des hauteurs maximales obtenues par la modélisation hydraulique sont présentées en Figure 24.

L'analyse des résultats de la modélisation permet de comprendre le fonctionnement hydraulique du secteur, **le lit mineur partiellement endigué étant déconnecté partiellement des écoulements en lit majeur gauche.**

En effet, **on observe que la Lézarde commence à sortir de son lit en rive gauche plus d'un kilomètre linéaire à l'amont du Pont Spitz (Figure 22).**

Les écoulements en lit majeur sont ensuite déconnectés du lit mineur et poursuivent leurs écoulements vers l'aval, en parallèle des autres cours d'eau. Ils traversent par conséquent la RD3 au niveau du point bas de celle-ci (passage Gaigneron), entre les ponts Spitz et Gaigneron, et atteignent enfin le talus de l'autoroute A1.

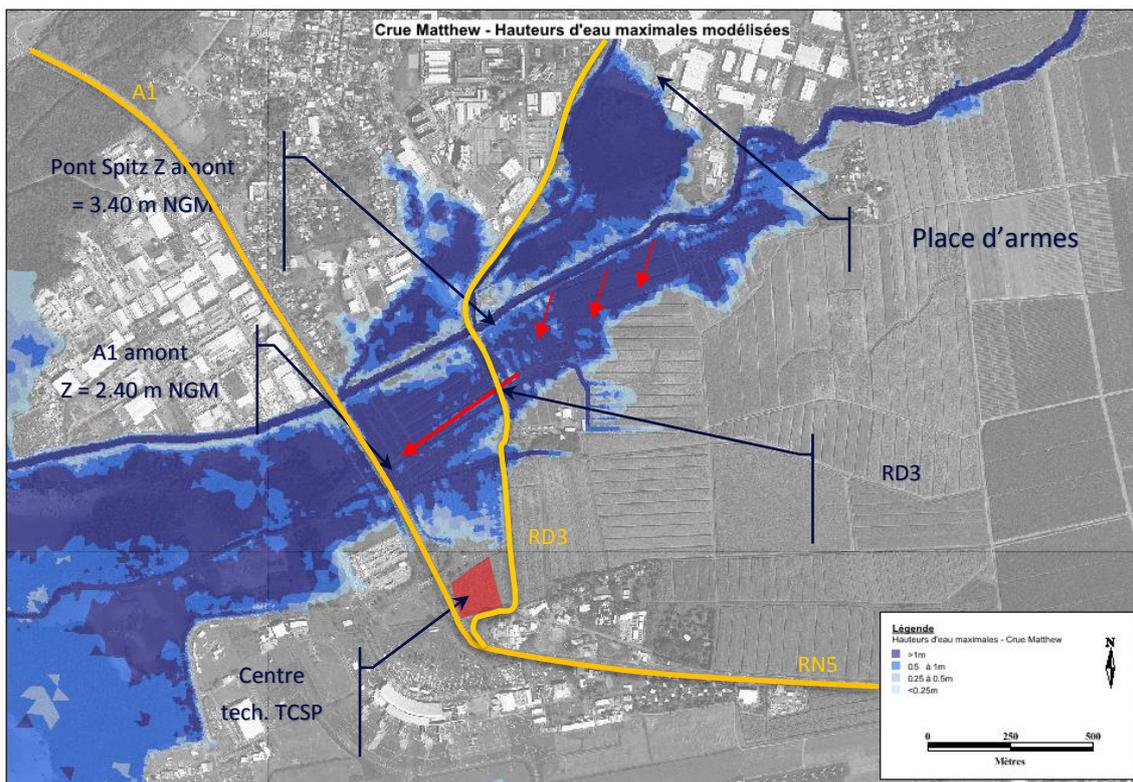


Figure 22 : Carte des hauteurs d'eau maximales modélisées et axes de débordement en lit majeur pour l'événement Matthew – Plaine du Lamentin

4.2.2 Mise à jour des seuils d'inondabilité

4.2.2.1 Rappel des mesures de l'évènement Matthew – Observation en H, valeurs en Z

La Figure 23 montre les hauteurs d'eau mesurées au droit de la station limnimétrique du Pont Spitz pour l'évènement Matthew.

Les seuils d'alerte représentés correspondent à d'anciennes conditions d'écoulement. Ils sont à actualiser suite aux travaux récents (2015) voués à l'amélioration de l'hydraulicité de l'ouvrage de Gaigneron dans le cadre du projet de TCSP.

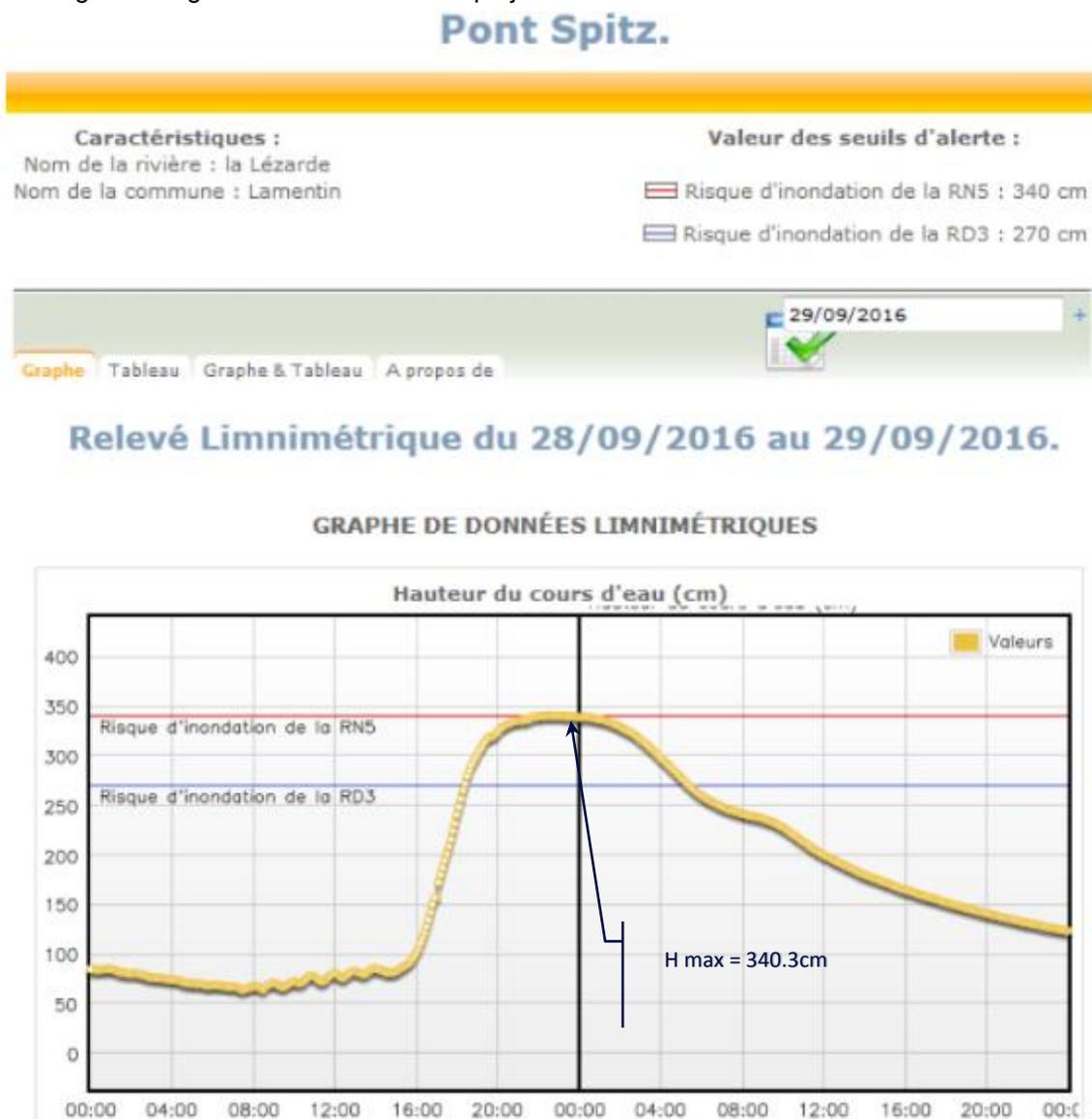


Figure 23 : Relevé limnimétrique de la station du Pont Spitz de l'évènement Matthew avec seuils d'inondabilité non actualisés

Recalés selon les mesures (et leur incertitudes associés) présenté au chapitre 3.3, les valeurs en m NGM de cote maximale atteinte lors de l'événement Matthew sont les suivantes :

▪ **Pointe de crue MATTHEW de la Lézarde au Pont Spitz**

Station Pont Spitz LEZARDE		
Date & heure	Hauteur mesurée (mm)	Cote mesurée déduite (m NGM)
28/09/2016 22h30	3403	3.385

▪ **Pointe de crue MATTHEW à la station Gaigneron RD3**

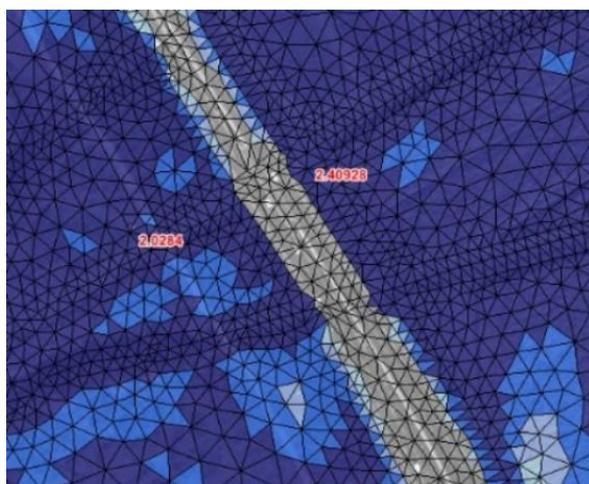
Station Gaigneron – canal Gaigneron		
Date & heure	Hauteur mesurée (mm)	Cote mesurée déduite (m NGM)
28/09/2016 23h12	1962	2.322

Rappel : Il est important de procéder à de véritable nivellement des zéros des échelles limnimétriques dans le cadre d'une mission spécifique réalisée par un géomètre expert.

4.2.2.2 Données de modélisations Matthew

La modélisation hydraulique a permis d'observer les éléments suivants pour **la crue Matthew modélisées** :

- L'Autoroute (A1) n'est pas inondée au niveau du nouveau pont - Le niveau maximum de crue est de l'ordre de **2.40 m NGM**



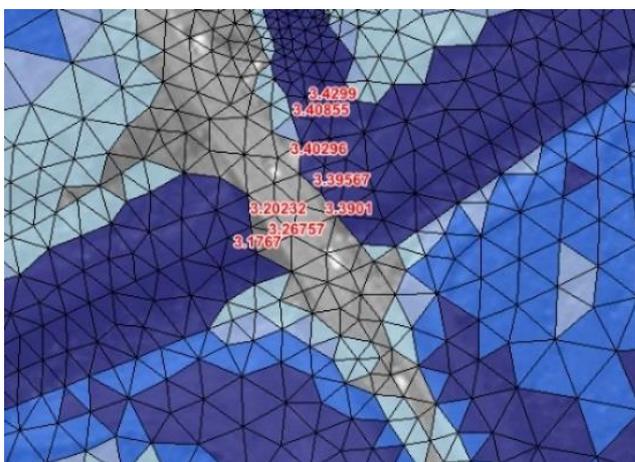
Extrait de modélisation : pointe de crue au nouveau pont Gaigneron A1

Z Matthew amont = 2.41 m NGM

Z Matthew aval = 2.03 m NGM

L'autoroute A1 n'est pas inondée.

- La cote maximale modélisée au Pont Spitz est de 3.40 m NGM (NGM - Niveau Général de Martinique) ;



Extrait de modélisation : point de crue au pont Spitz RD3

Z Matthew amont = 3.39 m NGM

Z Matthew aval = 3.18 m NGM

Rappel cote mesurée : 3.38 m NGM

4.2.2.3 Nouveaux seuils d'inondabilité

- Les premières inondations sur la RD3, soit à la cote 2.00 mNGM environ, soit au point bas de la route entre les stations Pont Spitz et Gaigneron RD,

Nouveau seuil d'inondabilité de la RD3 (Base calage événement Matthew)			
Date & heure base Matthew	Cote de début d'inondabilité RD3 (m NGM)	Cote au même instant à la station Pont Spitz (m NGM)	Nouveau seuil d'inondabilité de la RD3 à la station pont Spitz en cm*
28/09/2016 à 17h35	2.00 (1)	2.80	278

* Ancien niveau à 270 cm

(1) : cette cote correspond au point bas de la RD entre le canal Gaigneron et le Pont Spitz

Caractérisation des zones inondées lors du passage de la tempête tropicale Matthew et actualisation des seuils d'inondabilité de la RD3 et de l'Autoroute Plaine du Lamentin - Martinique



Au vu des résultats, les travaux d'amélioration de l'hydraulique des ouvrages Gaigneron n'ont que peu d'influence sur l'inondabilité de la RD3, les débordements venant principalement de l'amont. Ceci s'explique par le fonctionnement hydraulique du secteur présenté précédemment.

- Les travaux ont permis de mettre hors d'eau l'autoroute A1 pour des événements rares.

Nous avons procédé à la modélisation de la crue centennale afin d'atteindre la cote 4.10 m NGM au niveau de l'autoroute A1.

Nouveau seuil d'inondabilité de l'autoroute A1 (Base calage événement théorique Q100)			
Base Q100	Cote de début d'inondabilité A1 en m NGM	Cote au même instant à la station Pont Spitz (m NGM)	Nouveau seuil d'inondabilité de l'A1 à la station pont Spitz en cm**
	4.00 (**)	4.30	428

* Ancien niveau à 340 cm

** A vérifier avec plan de recollement TCSP

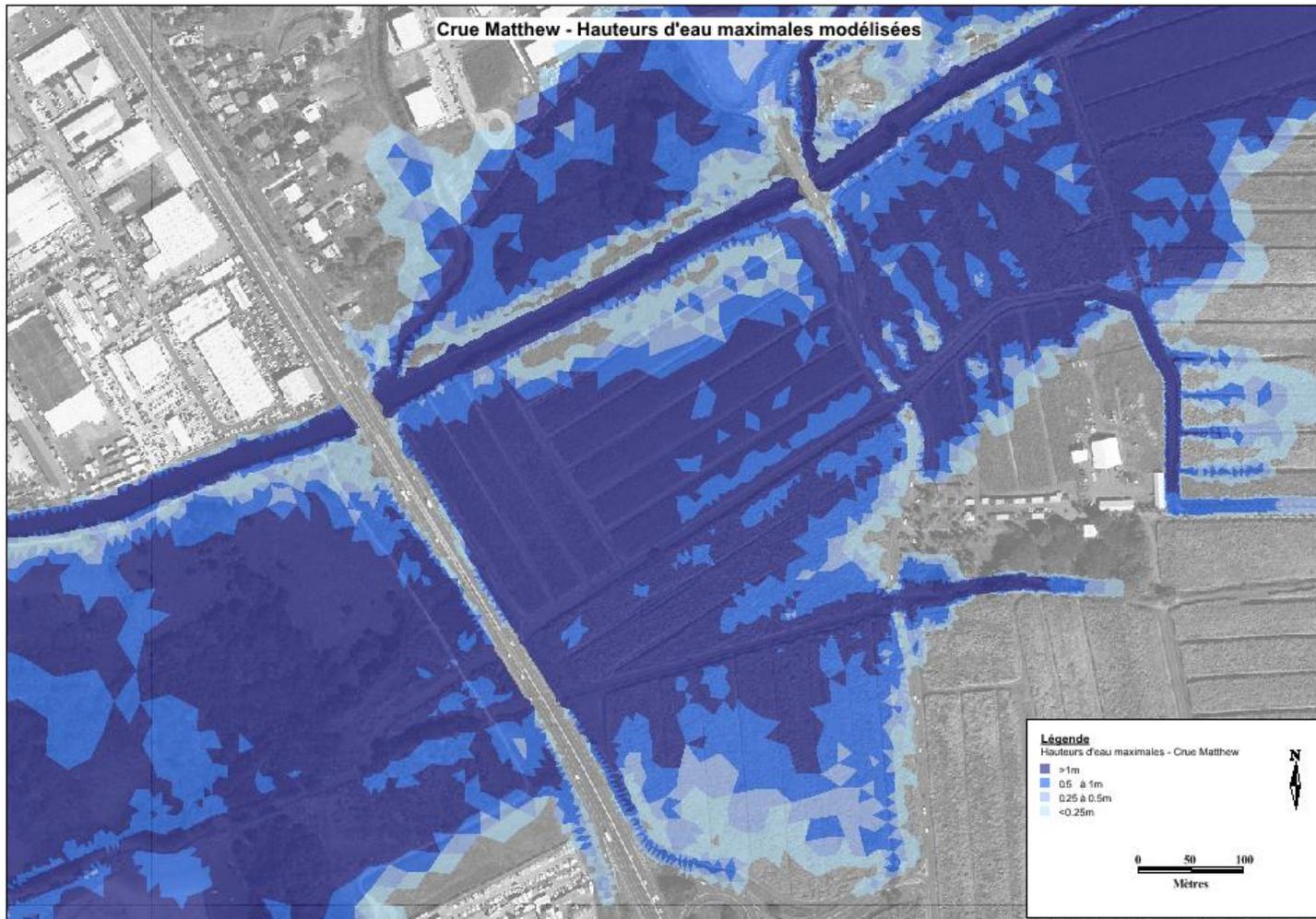


Figure 24 : Carte des hauteurs d'eau maximales modélisées pour l'évènement Matthew – Secteur de Gaigneron

5 CONCLUSION GENERALE

Les inondations observées dans la plaine du Lamentin, notamment celles impactant **la Route Départementale 3** sont caractérisées par **des écoulements en nappe** traversant les champs de canne, issus du **débordement de la rivière Lézarde en rive gauche, débutant environ un kilomètre à l'amont du Pont Spitz.**

Ces écoulements, renforcés par les apports du Canal Gaigneron, submergent rapidement la RD3 ; même pour des crues de faibles occurrences type Matthew.

Pour l'évènement Matthew, aucune perturbation n'a été signalée sur l'Autoroute consécutivement aux travaux menés en 2015.

Il a été possible de recalibrer les seuils d'alerte de risque inondation de la RD3 et de l'autoroute A1 sur la base de l'évènement Matthew mais également de la simulation d'une crue centennale.

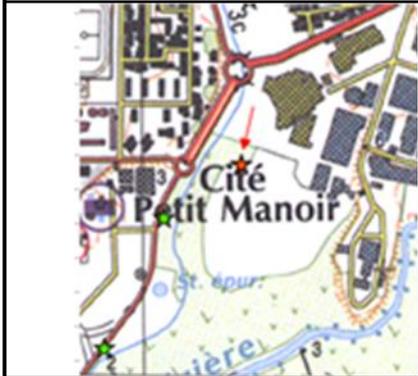
Il est à noter que ce recalage s'appuie :

- **Sur des données topographiques incomplètes** : en effet, les données suivantes n'ont pu être rassemblées :
- **Plan de recollement de l'ouvrage hydraulique de l'autoroute A1 (travaux TCSP)**
- **Sur un pré-nivellement en Z des « zéros » des échelles des station Pont Spitz Lézarde et Canal Gaigneron RD3. Il conviendra de procéder à de véritables nivellements des « zéros » des échelles limnimétriques dans le cadre d'une mission spécifique réalisée par un géomètre expert. Nous préconisons également de vérifier la topographie de référence servant à définir le point bas de la RD3 (soit entre canal Gaigneron et Pont Spitz).**

De plus, compte tenu des sources d'incertitude liées aux données d'entrées ; la principale étant la précision de la Litto3D, dont l'incertitude en Z est de +/- 20 cm et dont la qualité est moindre en zones de plaine avec couvert végétal important. Ainsi, la restitution du volume disponible pour l'expansion des crues de ces secteurs peut être faussée.

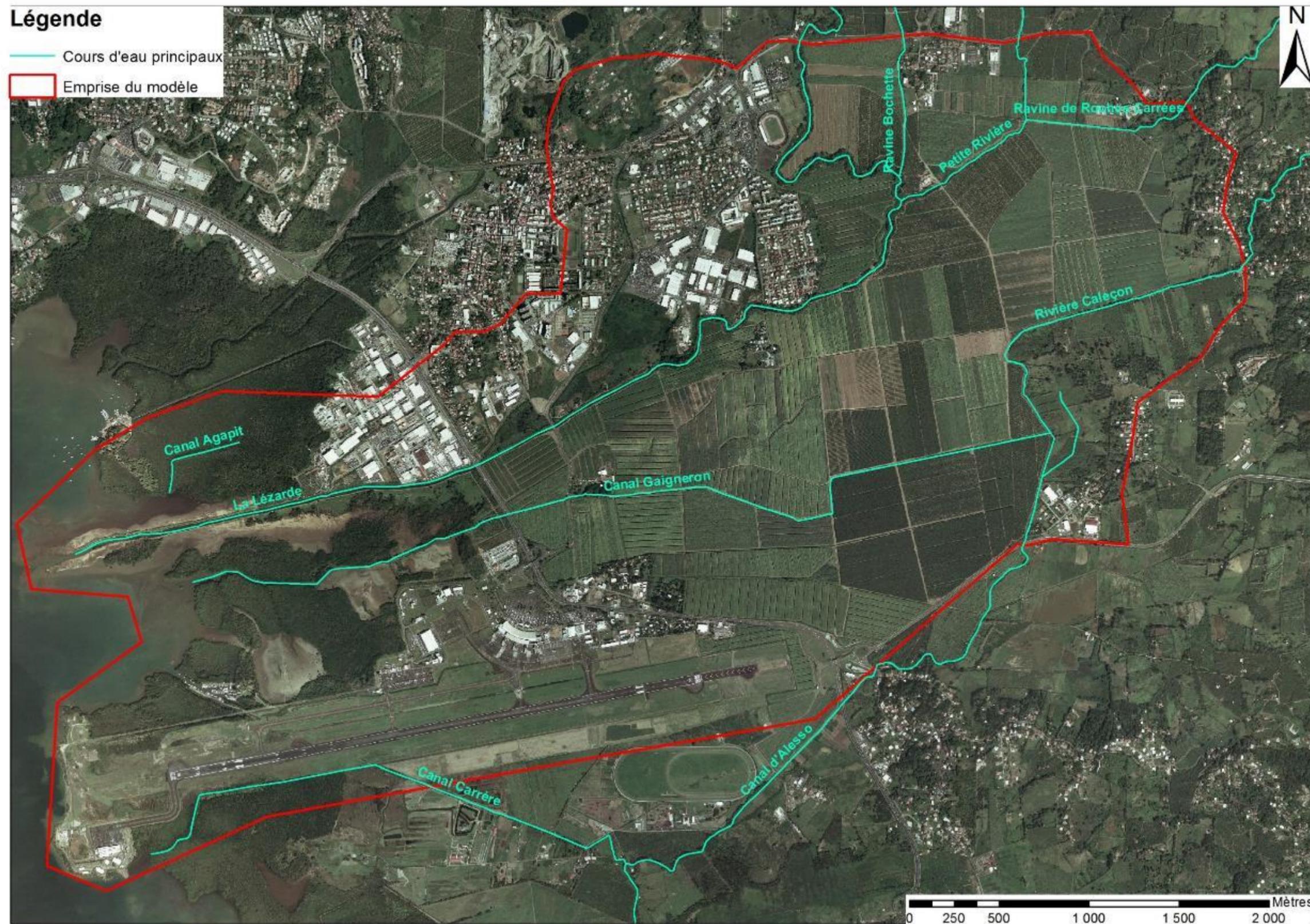
ANNEXE 1

FICHE PHE DU PARKING HYPER U

SAFEGE Ingénieurs Conseils		FICHE DES PLUS HAUTES EAUX				N°
COURS D'EAU CONCERNES		PLAN DE SITUATION				
Lézarde / Canal Mamin						
LOCALISATION						
Commune : le Lamentin						
Quartier :						
Repérage UTM20 Nord / WGS 84 :						
x: 948680 y: 1839652						
Situation précise sur site :						
3ème lampadaire depuis rond point						
RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS						
Nature du support visuel de la PHE	Altitude du niveau repère en m NGM (levé LITTO 3D)	Hauteur d'eau au dessus du repère en cm	Cote de la PHE en m NGF	Incertitude en cm	Commentaires des riverains et observations de terrain	
Sommet socle lampadaire	1.8	33	2.13	20	Date / heure de crue / Source Syndic Lezarde - Le matin, pas à la pointe de crue Ressenti	
LEVES ANTERIEURS SUR CE MEME SITE						
Oui	<input type="checkbox"/>	Sources:	Date de la Crue	Cote PHE (en mNGF)	Incertitude	
Non	<input checked="" type="checkbox"/>					
PHOTOS						
	Date du relevé PHE 24/11/2016					

ANNEXE 2

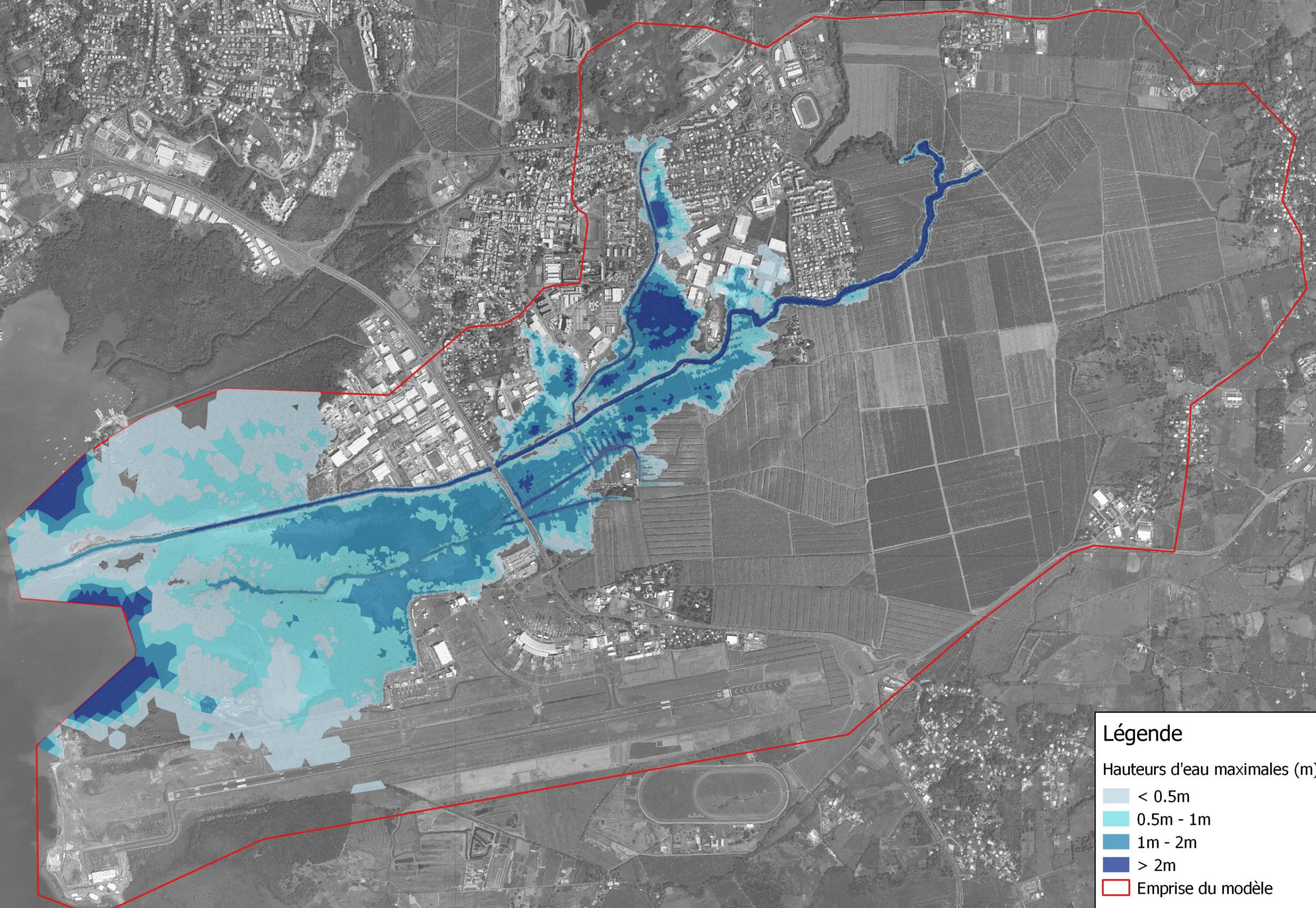
EMPRISE DU MODELE HYDRAULIQUE



ANNEXE 3

CARTOGRAPHIE DE LA ZONE INONDEE LORS DU PASSAGE DE LA TEMPETE TROPICALE MATTHEW

Annexe 3 - Crue Matthew - hauteurs d'eau maximales modélisées



Légende

Hauteurs d'eau maximales (m)

- < 0.5m
- 0.5m - 1m
- 1m - 2m
- > 2m
- Emprise du modèle

