

Rapport de présentation de la cartographie des risques d'inondations sur le TRI de Ste-Suzanne/St-André

1 - Introduction

La directive européenne du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite Directive Inondation (DI), impose l'élaboration des cartes des surfaces inondables et des cartes des risques d'inondation dans les TRI (Territoires à Risque Important d'inondation).

L'objectif premier de la cartographie est de contribuer à la connaissance de l'exposition des enjeux aux inondations pour éclairer notamment la mise à jour des plans de gestion des risques d'inondation.

Les objectifs devant guider l'utilisation des cartes élaborées par l'État sont les suivants:

- guider et encadrer les choix d'aménagement du territoire afin d'assurer la sécurité et la salubrité publique ;
- limiter le coût des dommages liés aux inondations et d'une manière générale ne pas aggraver et même réduire la vulnérabilité du territoire ;
- assurer l'information de la population ;
- participer à la préparation et à la gestion de l'événement d'inondation, notamment en évitant, par les choix d'aménagement ;
- compliquer exagérément la gestion de la crise.

Dans le district de La Réunion, 6 TRI ont été sélectionnés :

- Zones urbanisées des communes de Saint-Denis et de Sainte-Marie concernées par les bassins versants de la Rivière des Pluies, du Chaudron et de la Rivière Saint-Denis,
- Zones urbanisées des communes de Saint-Pierre et du Tampon concernées par les bassins versants de la Ravine Blanche, la Rivière d'Abord et la Ravine des Cabris,
- Zones urbanisées de la commune de Saint-Benoît concernées par le bassin versant de la Rivière des Marsouins,
- Zones urbanisées de la commune de Saint-Paul concernées par le Réseau hydrographique de l'Étang Saint-Paul et Saline Ermitage,
- Zones urbanisées des communes de Sainte-Suzanne et de Saint-André concernées par le bassin versant de la Grande Rivière Saint Jean et la rivière Sainte-Suzanne et
- Zone urbanisée de la commune de Saint-Joseph concernée par le bassin versant de la Rivière des Remparts.

Le 1^{er} cycle de la DI (période 2011-2016) a permis la réalisation des cartes d'inondation relatives à l'aléa débordement de cours d'eau. Pour ce 2nd cycle (2016-2021), il a été proposé de :

- conserver les 6 TRI afin de poursuivre le travail déjà initié ;
- compléter la cartographie des risques d'inondation sur les 6 TRI avec l'aléa submersion marine ;
- mettre à jour les cartographies des risques par débordement de cours d'eau en intégrant les cartes d'aléa des Plans de Prévention des Risques (PPR) réalisées après 2013 ainsi que les nouveaux enjeux des 6 TRI.

La méthodologie utilisée pour la réalisation de la cartographie repose principalement sur les éléments suivants :

- la circulaire du 16 juillet 2012 produite par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie relative à la phase cartographique pour l'évaluation et la gestion du risque inondation,
- la note méthodologique relative à la mise en œuvre de la phase cartographique des TRI du 2^{ème} cycle de la directive inondation datant du 26 décembre 2018 produite par la direction générale de la prévention des risques.

Afin d'éclairer la connaissance des inondations dans les TRI, la cartographie est déclinée, pour les **2 natures d'aléas, à travers 3 scénarios** :

- les événements fréquents (période de retour de l'ordre de 10-30 ans),
- les événements d'occurrence moyenne (période de retour de l'ordre de 100-300 ans),
- les événements exceptionnels (période de retour supérieure à 1 000 ans).

C'est l'objet des cartographies présentées dans ce rapport sur le TRI du secteur de St-Benoît.

Les cartographies présentées dans ce rapport sur le TRI de Ste-Suzanne/St-André ont été arrêtées par Monsieur le Préfet de La Réunion le 19 décembre 2019 (arrêté n° 3873/SG/DRCL/BU).

2 - Présentation générale du TRI

La grande rivière Saint-Jean

La grande rivière Saint-Jean s'écoule sur un peu plus de 16 km dans un bassin versant de 44 km². Elle prend sa source à 1000 m d'altitude dans la partie basse de la plaine des Fougères, tout comme son principal affluent qu'est la petite rivière Saint-Jean. Seule la partie extrême amont est boisée, la majeure partie du bassin étant recouverte de champs agricoles. Le bassin versant possède une pente régulière sur la quasi-totalité de sa surface, pente qui diminue dans la zone aval ; ce qui donne des cours d'eau relativement « rectilignes », dans le sens de la pente. Ainsi, les lits de la petite et de la grande rivière Saint-Jean ne se rejoignent qu'à une centaine de mètres de l'exutoire du bassin, en aval du Quartier Français. La grande rivière Saint-Jean reçoit les eaux du Bras des chevrettes après avoir traversé une zone plus urbanisée au milieu des champs, composée de deux Rives, mon Repos et Rue marchande.

La ravine Sèche, affluent le plus à l'est du bassin versant, draine une partie non négligeable du bassin versant de la grande rivière Saint-Jean (plus de 6 km²), avant de traverser tous les hauts de Saint-André (notamment les quartiers de pont Minot et pont Auguste), zones fortement imperméabilisées où elle se trouve par endroit totalement recouverte, avant de rejoindre la grande rivière Saint-Jean en amont de la RN2.

Par la suite, jusqu'à la confluence avec la petite rivière Saint-Jean, le bassin est très urbanisé, puis le cours d'eau traverse une nouvelle partie de champ agricole, est rejoint par le ruisseau Emmanuel avant de se jeter dans l'océan.

Le Grand Canal

Entre le centre-ville et l'océan, le grand canal traverse le quartier de la Ravine Creuse. Il s'étend sur 3,6 Km et le sol est imperméabilisé par les zones urbaines, puis l'écoulement traverse une zone cannière et le quartier légèrement urbanisé de grand canal en bord de mer.

La rivière Sainte-Suzanne

La rivière Sainte-Suzanne s'écoule sur un peu plus de 19 km dans un bassin versant de 30,5 km². Elle prend sa source à 1618m d'altitude dans la plaine des Fougères. La partie amont du bassin se situe en cœur de parc naturel, très boisé avec une couverture végétale dense. Les vallées étroites et les pentes élevées (>10%) de la partie amont du bassin versant lui confère un régime torrentiel. Cependant la vallée s'élargit vers l'aval formant une vaste plaine littorale débouchant sur un estuaire.

A l'aval, le réseau hydrographique est complété par :

- la Ravine Bertin, cours d'eau intermittent qui prend source dans le quartier de grande Ravine, et qui se jette dans la rivière Sainte-Suzanne en amont de la digue canal du bocage, ce qui lui confère toute son importance.
- le Ruisseau les Vignes, cours d'eau qui prend sa source en amont du lieu-dit de la Liberté. Il évolue dans un environnement similaire à celui de la rivière Sainte-Suzanne et la rejoint en amont du radier.
- le talweg dit des 3 frères, axe d'écoulement intermittent se rejetant dans le canal du Bocage en rive gauche, en amont de la RN2002.

La ravine des Jacques

La ravine des Jacques s'écoule sur un peu plus de 4 km dans un petit bassin versant de 1,6 km². Elle prend sa source à 260 m d'altitude au lieu dit Bagatelle. Le bassin est essentiellement constitué de champs agricoles dédiés à la culture de la canne à sucre. Ce bassin est très très allongé jusqu'à son exutoire. Le sol y est très peu imperméabilisé par les zones urbaines ; on note juste la présence du lieu dit les Jacques Cargot en amont de la route nationale 2.

L'ouvrage sous la RN2 dirige l'ensemble des eaux du bassin avant d'entrée dans les quartiers nord de la commune de Sainte-Suzanne où le cours d'eau est récupéré par un daleau sous le quartier de Bel-air avant de se jeter dans l'océan.

3 - Caractérisation des crues de la Rivière des Marsouins

La zone est très pluvieuse

Il y pleut énormément, plus de 10 m de précipitations moyennes annuelles en certains endroits, ce qui représente 5 fois plus d'eau que les maximums moyens de métropole. Sur le bassin versant du TRI, l'amont recouvre le flanc Est des massifs du Piton des Neiges. Les pluies enregistrées varient entre 4 et 6 m par an.

Le temps de réponse du bassin versant de la grande rivière Saint-Jean est très court (2h dans le cadre de l'exemple relevé lors des fortes pluies de janvier 2011). Pour exemple, le 29 janvier 2011 entre 14h et 15h, le débit est passé de 50 m³/s à 190 m³/s. Par la suite la décrue également est aussi rapide.

Des débits énormes

Le bassin versant de la Loire est 2500 fois plus étendu que celui de la rivière Sainte-Suzanne et 3500 fois celui de la grande rivière Saint-Jean.

Pourtant le débit de la crue historique de la Loire de 1999 (5900 m³/s) n'est que 6 fois plus importante que celui des crues moyennes de la rivière Sainte-Suzanne ou de la Grande rivière Saint-Jean.

Des crues très violentes

Alors que la Loire présente des vitesses d'écoulement de 2 à 3 m/s en crue, les rivières Sainte-Suzanne et Grande rivière Saint-Jean sont torrentielles, les vitesses d'écoulement sont très élevées jusqu'à 5 m/s et provoquent localement des érosions.

4 - Historique des crues et des études

Les principales crues se produisent en période cyclonique. Les crues ci-dessous sont celles ayant causé des dégâts humains ou matériels aux infrastructures et aux habitations.

Les observations relatives aux rues et dégâts occasionnés sont assez hétérogènes.

Les dégâts concernent, sur la grande Rivière saint-Jean, l'essentiel des enjeux, notamment la sucrerie/distillerie et les habitations présentes à proximité dans la plaine de Bois Rouge. Sur la ravine Sèche en traversée du centre-ville de Saint-André, les inondations recensées concernent également les abords des voiries où sont implantés commerces et habitations. Enfin, le quartier de la Marine est largement inondé par les débordements des cours d'eau la Vigne, Foutac, la rivière Sainte-Suzanne et même la grande Rivière Saint-Jean.

Le rapport sur le TRI de Ste-Suzanne/St-André établi en 2013 recense les dernières crues historiques de la rivière.

Les notes de présentation des plans de prévention des risques naturels de Sainte-Suzanne et de Saint-André, respectivement approuvé en 2015 et en 2014, recensent les études antérieures sur la zone.

5 - Qualification des scénarios de débordement de cours d'eau

Les données utilisées ont pour origine :

- les couches des zones inondables TRI 2013 (issues de l'outil Cartino PC) réalisées par le CETE Méditerranée ;
- les nouveaux PPR approuvés dans chaque TRI, intégrant l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ;
- les résultats des Études De Dangers (EDD) des digues présentes dans chaque TRI : les scénarios de défaillance (intégration des modélisations des études de dangers notamment).

L'impact morphogène de ce type d'événement (érosion, modification de lits) n'a pas été traité pour la cartographie des surfaces inondables.

Le mode de représentation retenu pour la cartographie est en classes de hauteurs d'eau (0-0.5m, 0.5-1m, 1 à 2m et supérieur à 2m). Une vectorisation, un lissage des petites surfaces (100m²) et une simplification de géométrie sont ensuite effectués pour un rendu au 1/25 000 ème .

Les résultats du croisement entre les données PPR et les anciennes cartes TRI ont été établis à partir de 2 principales hypothèses :

- la cartographie de l'aléa du PPR sert de référence pour tous les scénarios TRI ;
- le respect du principe d'augmentation de l'enveloppe de l'aléa suivant l'ordre décroissant des probabilités d'occurrence des scénarios.

Ouvrages pris en compte

Les digues de la grande rivière Saint-Jean, sur la ravine Sèche, sont considérées comme résistantes pour des crues de type fréquentes mais transparentes pour les événements extrêmes. Ce qui signifie pour ce type de crue que les ouvrages sont considérés comme inefficaces soit qu'ils seraient submergés, soit qu'ils seraient détruits.

Pour la rivière Sainte-Suzanne, la digue du Bocage a été prise en compte pour les événements moyens et fréquent, mais effacée pour l'évènement de faible probabilité.

Pour la ravine des Jacques, l'aménagement est considéré comme effacé pour les trois scénarii.

Cartographie de l'événement extrême

« L'aléa de faible probabilité, dénommé événement extrême, est un phénomène d'inondation exceptionnel touchant toute la surface alluviale fonctionnelle (...). À titre indicatif, une période de retour d'au moins 1 000 ans sera recherchée. »

Pour élaborer la cartographie de cet événement extrême, les débits utilisés sont issus de l'étude PGRI 2011. Seule la ravine Sèche a été modélisée en 1D par CARTINO. Un débit de 320m³/s à la confluence avec la grande rivière Saint Jean a été pris en compte pour la ravine Sèche. Pour la rivière Sainte-Suzanne, ses affluents, ainsi que la ravine des Jacques, les débits utilisés (1600 m³/s) et la cartographie sont issus de l'étude de danger de la digue du Bocage.

Aucune distinction entre le lit mineur et le lit majeur n'a été faite.

Les incertitudes sont liées à la faible description du lit mineur comme décrit dans la note Cartino PC. Dans le contexte de La Réunion, l'impact morphogène de ce type d'évènement (érosion, modification de lits) n'a pas été traité pour la cartographie des surfaces inondables.

Cartographie de l'événement moyen

« L'aléa de probabilité moyenne est un événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans qui correspond à l'aléa de référence du PPRI ».

Les données sont issues des mêmes études que pour l'établissement des cartographies de l'événement extrême. Seule la ravine Sèche a été modélisée en 1D par Cartino. Aucune distinction entre le lit mineur et le lit majeur n'a été faite.

Pour la grande rivière Saint-Jean, le débit pris en compte est de 806m³/s à l'exutoire. La route nationale RN2 est en remblai et forme un barrage à l'écoulement naturel du cours d'eau. Un profil en travers a été positionné le long de cet axe sans géométrie précise de franchissement de l'ouvrage.

Pour la rivière Sainte-Suzanne et la ravine des Jacques, les débits sont de 983 m³/s.

Outre ces données de modélisation, la cohérence avec l'enveloppe de la cartographie du plan de prévention des risques approuvé de la commune a été strictement respectée.

Cartographie de l'événement fréquent

« L'aléa de forte probabilité est un événement provoquant les premiers dommages conséquents, correspondant à un temps de retour de 10 ans ».

La cartographie de cet événement est issue des mêmes études que pour l'établissement des cartographies des autres événements.

Cependant pour la grande rivière Saint-Jean, seule la ravine sèche a été modélisée en 1D par Cartino. Le débit pris en compte est de 103m³/s à l'exutoire.

Incertitude des résultats

Au-delà des incertitudes relatives à la période de retour difficiles à caractériser, notamment liées à la très forte disparité spatiale de la pluie qui peut être à l'origine de fortes crues sur le bassin versant des Marsouins, la limite est conditionnée par le référentiel topographique « Rge alti ign » qui présente un pas de 5 m ; la précision est de 20 cm en altimétrie et 50 cm en planimétrie.

Qualification des enjeux et sources de données utilisées

La carte d'exposition aux risques reprend la synthèse des aléas d'inondation complétée avec les différents enjeux présents dans les zones inondables.

Issus majoritairement de la BD-Topo 2018, les enjeux reportés sont :

- la population et les emplois concernés
- les bâtiments
- le patrimoine naturel
- les zones d'activités
- les installations, classées au titre de la directive IED, sont des industries qui émettent des pollutions pouvant induire des risques chroniques,
- les stations d'épuration
- les points de ressources en eau potable
- le réseau routier structurant
- les ouvrages de protection contre les crues

Le cours aval de la grande rivière Saint-Jean et de la rivière Sainte-Suzanne traverse des zones à forts enjeux, notamment les centre-ville de Saint-André et de Sainte-Suzanne.

Les cartographies font état des enjeux impactés par cet aléa.

6 - Caractérisation des submersions marines et Études antérieures

Afin de caractériser les différents scénarios pour cet aléa, différents types de données ont été utilisées et valorisées :

- les données utilisées pour l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux de chaque TRI (couches de l'aléa submersion marine et couches précisant l'impact des événements historiques)
- les bases de données de caractéristiques des houles obtenues dans le cadre du projet HOULREU (Pedreros et al., 2009) et du projet ANR SPICY (<http://spicy.brgm.fr/fr>).

7 - Historique des submersions marines

Le Plan de prévention des risques littoraux de Sainte-Suzanne a été approuvé le 03/01/2020. Il présente en annexe l'ensemble des phénomènes historiques sur l'aléa submersion marine.

Le rapport du BRGM sur la caractérisation et cartographie des aléas côtiers pour la zone Nord-Est de La Réunion recense l'ensemble des données historiques liées à la submersion marine sur la commune de Saint-André.

8 - Qualification des scénarios de submersion marine

La modélisation numérique a été utilisée pour permettre d'intégrer les spécificités du littoral de l'île. Les simulations de propagation de la houle sont réalisées à partir du couplage du modèle spectral mis en place pour l'étude HOULREU (Pedreros et al., 2009) avec un modèle dit « vague à vague ». L'ensemble du littoral a été traité avec des modèles 1D (profils).

La méthode présentée ci-dessous concerne principalement le scénario de forte probabilité compte-tenu du fait que ceux de moyenne et faible probabilités sont issus des résultats cartographiques des Plans de Prévention des Risques Littoraux (<http://www.reunion.gouv.fr/plans-de-prevention-des-risques-naturels-pprn-r84.html>).

Cartographie de l'événement fréquent (occurrence 10-30 ans ou forte probabilité)

La Réunion est exposée à deux régimes de houles qui peuvent générer des phénomènes de submersion marine : les houles australes et les houles cycloniques. Les houles d'alizés, bien que dominantes sur les façades Nord et Est, ne sont pas les plus impactantes (Pedreros et al., 2009). Pour déterminer les caractéristiques de l'évènement fréquent, une analyse a été menée pour chaque TRI afin de définir le type de houle qui sera utilisé. Si l'ensemble de La Réunion peut être impacté par des houles cycloniques, les façades Sud et Ouest restent exposées en premier lieu aux houles australes. Il apparaît donc important de découper La Réunion en deux zones.

Sainte-Suzanne/Saint-André, Façade Nord

Sur la base des données utilisées, le cyclone tropical GAMEDE survenu entre le 20 février et le 6 mars 2007 est apparu être l'évènement le plus adapté. En effet, les hauteurs significatives de la houle générée lors du passage de GAMEDE sont estimées autour de 10 ans.

Pour chaque TRI, plusieurs profils 1D ont été positionnés afin de représenter au mieux les différentes morphologies du littoral et ainsi caractériser le phénomène de submersion marine sur les différents secteurs. Pour les simulations, compte-tenu des incertitudes et afin de simplifier la démarche, les simulations ont été menées directement à partir des houles de référence publiées par Lecacheux et al. (2012) suite à l'étude HOULREU.

Une analyse des différents résultats obtenus le long des profils 1D a été menée afin de caractériser l'emprise maximale de la submersion marine ainsi que les classes de hauteur d'eau générée au cours de l'évènement. Ces résultats ont été ensuite confrontés à la fois à la géomorphologie du site (pente et altimétrie), au recensement des impacts des évènements historiques et à la cartographie de l'aléa submersion marine dans le cadre des PPRL.

L'ensemble des résultats sur ces différents TRI concernant la submersion marine pour un scénario de forte probabilité tel que le cyclone GAMEDE sont relativement cohérents à l'échelle de la façade Nord.

Cartographie de l'événement moyen (occurrence 100-300 ans ou moyenne probabilité)

Les cartographies des classes de hauteur d'eau sont directement issues des cartographies de l'aléa submersion marine de référence intégrant une surélévation du niveau de la mer de 20 cm réalisées dans le cadre des porter-à-connaissance liés à l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux. C'est la houle cyclonique de DINA (avec une hauteur de houle rehaussée) pour Sainte-Suzanne/Saint-André qui a été pris comme aléa de référence.

Cartographie de l'événement extrême (occurrence supérieure à 1 000 ans ou faible probabilité)

Aucun évènement connu ou documenté d'un tel niveau d'occurrence n'a été relevé sur le territoire. Aussi, les cartographies des classes de hauteur d'eau sont directement issues des cartographies de l'aléa submersion marine à échéance 2100, intégrant une surélévation du niveau de la mer de 60 cm réalisées dans le cadre des porter-à-connaissance liés à l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux.

Qualification des enjeux et sources de données utilisées

La carte d'exposition aux risques reprend la synthèse des aléas d'inondation complétée avec les différents enjeux présents dans les zones inondables.

Les cartographies font état des enjeux impactés par cet aléa.

Les présentes cartes et l'analyse correspondante vont permettre de compléter les objectifs de la Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation (SLGRI) pour le TRI. Pour Sainte-Suzanne/Saint-André, la SLGRI conduite par les collectivités locales, avec l'État, aura pour objectif de réduire au mieux la vulnérabilité des enjeux diagnostiqués dans le présent rapport.