

Rapport de présentation de la cartographie des risques d'inondations sur le TRI de Saint-Joseph

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 St-Joseph 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 Rivière des Remparts

La Rivière des Remparts s'écoule dans une vallée profonde creusée dans le sud-ouest du massif volcanique du piton de la Fournaise. Son bassin versant est très allongé et très étroit avec une longueur de 23 Km. Sa superficie est de l'ordre de 65 km². Le bassin culmine à 2448 m (piton des Basaltes). Trois bras principaux rejoignent la Rivière des Remparts sur son cours amont et en rive gauche :

-le Bras caron (bassin versant de 7 km²) ;

-le Bras de Mahavel (bassin versant de 8 km²). En 1965, une partie du rempart de la plaine des Remparts, dans le fond du Bras de Mahavel, s'écroule. Les dépôts se propagent essentiellement jusqu'à la confluence entre le Bras de Mahavel et la rivière des Remparts, au niveau du coteau Sipec. Le volume des dépôts est estimé à 50 mm³ ;

-le Bras de Dimitile (bassin versant de 4,5 km²) ;

A 500 m de son embouchure, elle reçoit sur sa rive gauche les eaux du bras Jean-petit dont la surface draine un bassin versant de 6 km².

Le cours supérieur, 9 km environ, depuis le fond de la rivière des Remparts (pentes du nez de Bœuf) jusqu'au Bras de Mahavel, est occupé par le village de Roche Plate dans sa partie aval. L'ensemble de ce secteur est très boisé en fond de vallée.

Le cours moyen est compris entre le Bras de Mahavel et la zone de Goyave. Ce tronçon est caractérisé par de nombreux îlets installés sur des terrasses ou reliefs de part et d'autre du lit vif. Ces îlets ne sont pas habités en permanence mais font l'objet d'occupations temporaires en fonction des activités pastorales. Le cours moyen correspond également à la zone du fort transit alluvionnaire depuis le Bras de Mahavel et fait l'objet de dragages importants autorisés par un arrêté d'autorisation au titre du code de l'environnement.

Le cours inférieur long de 4 km, s'étend de plateau goyave jusqu'à l'embouchure. Il s'agit de la partie urbanisée du bassin versant. La ville de Saint-Joseph s'est développée de part et d'autre de la rivière.

La Ravine Jean Petit

La Ravine Jean Petit draine un important chevelu de talwegs plus ou moins marqués, caractéristique des écoulements en planèze sur l'île de La Réunion. C'est un affluent en rive gauche de la Rivière des Remparts qui traverse le centre-ville et dans laquelle elle se rejette en aval de l'hôpital. Le talweg principal, long de 9,2 km environ, présente un bassin versant topographique de 5,9 km².

La Ravine Rosaire

La ravine Rosaire est un cours d'eau de 3,6 km² de superficie à l'exutoire. En partie inférieure jusqu'à l'embouchure, la ravine traverse une partie urbanisée du bassin versant. La ville de Saint-Joseph s'est développée entre la ravine des Grègues et la rivière des Remparts au droit de la ravine Rosaire.

La Ravine des Grègues

La ravine des Grègues prend sa source dans la forêt départemento-domaniale de la plaine des Grègues. Elle draine un bassin versant d'un peu plus de 11 km² dont l'altitude moyenne est de 630m. Les sommets du bassin sont très boisés, mais très vite, dès que l'on atteint la vallée, la forêt fait place à des parcelles agricoles et des habitations en fond de vallée. La ravine des Grègues reçoit les apports de son premier affluent en rive droite, la ravine du Rond puis, en rive gauche, les apports du grand Bras Rouge au niveau de la plaine des Grègues. Malgré tout la ravine des Grègues n'est pas une rivière pérenne de l'île. Par la suite, le lit de la ravine devient plus encaissé, limitant les débordements

pouvant affecter les habitations. Là, en période de précipitations, elle reçoit les apports de la ravine Déjeuner en rive droite et de la Ravine Dominique en rive gauche. Au sortir de cette zone, le bassin se fait plus étroit, toujours occupé par des champs agricoles et des habitations, rencontre la RN2 au niveau des Grègues avant de se jeter dans l'océan avec une déchetterie en rive gauche et un lycée en rive droite. Le lit de la ravine est traversé par plusieurs radiers pouvant éventuellement engendrer des zones de défluence en cas d'embâcles.

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 qui recouvre le flanc sud des massifs du Piton de la Fournaise, les pluies engendrées varient entre 4 et 6 m par an.

Le temps de réponse du bassin versant de la rivière des remparts est très court (1h dans le cadre de l'exemple relevé lors du passage de Béjisa). En début d'événement, l'écoulement est constant au droit du pont de la RN2 (centre-ville) puis dès intensification des pluies, le débit augmente très rapidement. Pour exemple le débit est passé de 40 m³/s à 118 m³/s en 2 heures. Parallèlement la décrue également est très rapide.

4 - Historique des crues et des études sur la Rivière des Remparts

Des débits énormes

Le bassin versant de la Loire est 1800 fois plus étendu que celui de la Rivière des Remparts. Pourtant le débit de la crue historique de la Loire de 1999 (5900 m³/s) n'est que 5 fois plus importante que celui de la crue moyenne de la rivière des Remparts.

Des crues très violentes

Alors que le Rhône présente des vitesses d'écoulement de 2 à 3 m/s en crue, la Rivière des Remparts est torrentielle, les vitesses d'écoulement sont supérieures à 6 m/s et provoquent localement des érosions importantes.

Au centre-ville, les risques d'affouillement sont autant à craindre que les débordements.

Le transport solide

Les fortes variations du niveau du lit sont liées au fort transport solide de la rivière. La présence de matériaux mobilisés par l'éboulement de Mahavel peuvent modifier le profil en long du fond du lit et donc les lignes d'eau. Durant Gamède en février 2007, le lit au droit de la station limnimétrique de la CVH située au pont de la RN2, a connu un abaissement de 2m. A contrario, durant Firinga en 1989, le lit a subi un exhaussement de plus de 1,30 m.

En présence d'extractions suffisantes en amont du centre-ville, le risque d'exhaussement du lit à long terme est fortement réduit ; cependant, l'impact du transport solide peut être dévastateur.

Les principales crues de la rivière des Remparts se produisent en période cyclonique. Pour les affluents, la Ravine Jean-Petit est la plus impactante pour les enjeux de la commune.

Le rapport sur le TRI de St-Joseph établi en 2013 recense les dernières crues historiques de la rivière. La note de présentation du plan de prévention des risques naturels de Saint-Joseph, approuvé en 2017, fait état des 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 sur chaque TRI, intégrant l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ;

- les résultats des Études De Dangers (EDD) des digues présentes sur 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 effectuées pour un rendu au 1/25 000^{ème}.

Les résultats du croisement entre les données PPR et 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 "Ravine Jean Petit", "endiguement ravine des Grègues" sont considérées comme résistantes pour des crues de type fréquentes et moyennes, mais transparentes pour des crues extrêmes. Ce qui signifie pour ce type de crue que les ouvrages sont considérés comme inefficaces soit qu'ils sont submergés, soit qu'ils seraient détruits.

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 la rivière des Remparts, Jean Petit et la Ravine Rosaire, les débits utilisés sont issus de l'étude PGRI-SOGREAH-2008, pour la Ravine des Grègues de l'étude de la nouvelle station d'épuration de Saint-Joseph. Pour élaborer la cartographie de cet événement extrême, les débits à l'exutoire pris en compte ont été de 2200 m³/s pour la rivière des Remparts, 536 m³/s pour la Ravine des Grègues et de 232 m³/s pour la ravine Rosaire, soit 1.8 fois le débit moyen.

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

Au-delà des incertitudes concernant la faible description du lit mineur décrites dans la note Cartino pc, l'impact morphogène de ce type d'événement (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 ».

Pour les modélisations sur Cartino, les débits à l'exutoire pris en compte ont été de 1200 m³/s pour la rivière des Remparts, 300 m³/s pour la ravine des Grègues et de 130 m³/s pour la ravine Rosaire.

Les résultats CARTINO ont été fusionnés avec les données de l'étude de danger (EDD) réalisée dans le cadre de l'aménagement de la ravine Jean Petit.

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 de la combinaison des résultats du modèle 1D CARTINO et des scénarios de l'EDD de la ravine Jean-Petit.

Les débits à l'exutoire pris en compte ont été de 420 m³/s pour la rivière des Remparts, 150 m³/s pour la ravine des Grègues et de 45 m³/s pour la ravine Rosaire.

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 les bassins versants du TRI, 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 rivière des Remparts traverse des zones à forts enjeux, notamment le centre-ville et tout particulièrement pour la ravine Jean Petit le centre-ville commerçant. La ravine Rosaire est mal canalisée en traversée de la partie urbanisée.

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 évènements 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 et études

Le rapport du BRGM « Caractérisation et cartographie des aléas côtiers pour l'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux des communes du Sud-Ouest de La Réunion » recense les phénomènes historiques pour le secteur Sud de l'île et constitue l'étude la plus aboutie et à jour sur ce type de phénomène pour la commune de Saint-Joseph.

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 impactée 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.

Saint-Joseph, Façade Sud

L'analyse des évènements historiques ainsi que l'estimation des périodes de retours associées ont conduit à choisir les caractéristiques de la houle australe survenue entre le 31/07/2003 et le 03/08/2003. En effet, les caractéristiques de la houle pour cet évènement ont une période de retour légèrement supérieure à 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. Les simulations, compte-tenu des incertitudes et afin de simplifier la démarche, 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 générées 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.

Les résultats des modélisations sur Saint-Joseph ne montrent aucun franchissement, ce qui paraît cohérent avec la morphologie du site et notamment la présence de falaise en haut de plage. Une seule classe de hauteur d'eau (supérieure à 1 m) a été définie sur la zone soumise au déferlement des vagues.

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 du Porter-à-connaissance lié à la procédure d'élaboration du Plan de Prévention des Risques Littoraux. Dans ce cadre, c'est la houle cyclonique de HOLLANDA (avec une hauteur de houle rehaussée) qui a été pris comme aléa de référence pour Saint-Joseph.

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 du Porter-à-connaissance lié à la procédure d'élaboration du Plan 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 Saint-Joseph, 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.