

Impact des Evènements Météorologiques Dangereux sur la gestion de crise des communes: application aux PCS des communes de l'île de la Réunion

Sophie Sauvagnargues, Pierre-Alain Ayral, Florian Tena-Chollet, Thibaut Wassner, Noémie Frealle

▶ **To cite this version:**

Sophie Sauvagnargues, Pierre-Alain Ayral, Florian Tena-Chollet, Thibaut Wassner, Noémie Frealle. Impact des Evènements Météorologiques Dangereux sur la gestion de crise des communes: application aux PCS des communes de l'île de la Réunion. Geo-Eco-Trop, 2017, 41 (3), pp.437-454. hal-02549105

HAL Id: hal-02549105
https://imt-mines-ales.hal.science/hal-02549105

Submitted on 22 Apr 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Impact des Evènements Météorologiques Dangereux sur la gestion de crise des communes : application aux PCS des communes de l'île de la Réunion

Effects of Dangerous Meteorological Events about local crisis management: application to Emergency Plans of Reunion Island municipalities

Sophie SAUVAGNARGUES [1,2], Pierre-Alain AYRAL [1,2], Florian TENA-CHOLLET [1], Thibaut WASSNER [1] & Noémie FREALLE [1]

Abstract : The climate change consequences become apparent on the entire surface planet. this established fact obliges the crisis management services adapt their practices and more precisely their crisis emergency plan.

On the Reunion Island, a Crisis Emergency Plan dedicated to Hurricane exists for a long time (ORSEC Plan). In parallel, others intense meteorological events, but not cyclonic, are replicated increasingly. News strategies are necessary for the crisis management services for these events. In this way, since 2007, Reunion Island Prefecture made a specific plan for these Dangerous Meteorological Events (EMD) called ORSEC EMD. This plan is operational for heavy rain, storm, strong wind, large swell. A lot of differences exist between ORSEC Hurricane and ORSEC EMD, in particular for the local collectivities that have more responsibilities during an ORSEC EMD than ORSEC hurricane.

This paper presents the assessment methodology of Local Emergency Plans (PCS) developed in the research project SPICy (Real-time forecasting system of coastal and inland floods in tropical cyclone prone areas ANR-14-CE03-0016). The aim of SPICy is to develop an experimental flood forecasting system dedicated to flooding in tropical cyclone prone area. On the 2 test collectivities, Saint-Paul and Sainte-Suzanne, the results show: (1) the interest of approach, (2) the interest of elected member and staff of collectivities and (3) the need of Graduated Intervention Plan (PIG). The realization of these plans, and crisis management exercises are the next steps of this project research. The results presented in this paper are a very good base for this task.

Keywords : Emergency local plan, Cyclone, Reunion Island, Crisis management, Flood

Résumé : Les effets du changement climatique se font sentir sur toute la surface du globe. Cet état de fait oblige les services en charge de la gestion de crise à s'adapter, notamment en faisant évoluer les documents de planification de la gestion de crise.

Sur l'île de la Réunion, par exemple, le dispositif de planification de la gestion crise (Dispositif ORSEC) appliqué aux évènements cycloniques existe depuis de nombreuses années. Mais, en marge de ces évènements cycloniques, d'autres phénomènes intenses et non cycloniques se reproduisent de plus en plus souvent, contraignant alors les gestionnaires de crise à s'adapter en conséquence. Ainsi, depuis 2007, la Préfecture de la Réunion a mis en place un Dispositif ORSEC EMD (« Evènements Météorologiques Dangereux ») qui porte sur les phénomènes de fortes pluies, orages, vents forts, et fortes houles. Dans les procédures de Vigilance et d'Alerte EMD, des différences existent par rapport aux niveaux de Vigilance et d'Alerte Cyclone et les gestionnaires communaux prennent une place centrale dans ce dispositif et doivent donc s'adapter.

Cet article présente la méthodologie d'évaluation des Plans Communaux de Sauvegarde (PCS) réalisée dans le cadre du projet de recherche SPICy (Système de Prévision des Inondations Côtières et fluviales en contexte cyclonique, ANR-14-CE03-0016) dont l'objectif est de développer un système de prévision expérimental des inondations marines et fluviales d'origine cyclonique sur l'île de La Réunion. Sur les 2 communes pilotes de Saint-Paul et Sainte-Suzanne, les résultats ont montré la nécessité de la démarche, l'intérêt des élus et des praticiens et le besoin prioritaire pour les collectivités locales de disposer de Plans d'Interventions Gradués. La réalisation de ces plans, ainsi que la réalisation d'exercices de gestion de crise constituent les prochaines étapes de ce projet de recherche en s'appuyant sur les principaux résultats présentés dans cet article.

Mots-clés : Plan Communal de Sauvegarde, Cyclone, La Réunion, Gestion de crise, Inondation

[1]Ecole des mines d'Alès, 6, avenue de Clavières, 30319 Alès cedex
[2]UMR 7300 ESPACE sophie.sauvagnargues@mines-ales.fr

INTRODUCTION

Les effets du changement climatique se font sentir sur toute la surface du globe. Cet état de fait oblige les services en charge de la gestion de crise à s'adapter, notamment en faisant évoluer les documents de planification de la gestion de crise.

Sur l'île de la Réunion, par exemple, le dispositif de planification de la gestion crise (Dispositif ORSEC) appliqué aux évènements cycloniques existe depuis de nombreuses années. Le risque cyclonique (système dépressionnaire tropical au sein duquel les vents maximum de surface moyennés sur 10 minutes sont supérieurs à 118 km/h (HOLLAND, 1993)), est clairement identifié (même si la prévision des phénomènes reste un sujet à enjeux scientifiques), les dangers inhérents sont documentés, les procédures bien établies, les missions confiées aux différents intervenants clairement réparties. Les exercices Cyclonex (exercices de sécurité civile ayant pour objet de tester les procédures) sont réalisés annuellement et font l'objet d'un retour d'expérience structuré.

Mais, en marge de ces évènements cycloniques, d'autres phénomènes intenses et non cycloniques se reproduisent de plus en plus souvent. Ce sont des systèmes dépressionnaires dont les conséquences sont susceptibles de générer de fortes pluies, des orages, des vents forts et des fortes houles.. Ils contraignent alors les gestionnaires de crise à s'adapter en conséquence. Ainsi, depuis 2007, la Préfecture de la Réunion a mis en place un Dispositif ORSEC EMD (« Evènements Météorologiques Dangereux ») qui porte sur les phénomènes de fortes pluies, orages, vents forts, et fortes houles. Ces Evènements Météorologiques Dangereux présentent un certain nombre de similitudes avec les épisodes pluvio-orageux intenses que les régions méditerranéennes connaissent en automne. Dans les procédures de Vigilance et d'Alerte EMD, des différences existent par rapport aux niveaux de Vigilance et d'Alerte Cyclone. En effet, lors du passage d'un Cyclone au plus près de l'île, les établissements scolaires sont fermés dès le niveau Orange, et une phase de confinement des populations est ensuite décidée (niveau Rouge), alors que lors des épisodes EMD, les fermetures d'établissements, et interdictions de circuler ne sont pas systématiquement inscrites.

Cette différence entre la gestion d'une crise cyclonique (où la Préfecture est décisionnaire) et une crise EMD (où le Maire reste *a priori* décisionnaire) n'est pas toujours bien répercutée par les communes dans le cadre de leurs Plans Communaux de Sauvegarde (PCS). Les équipes communales en charge de la sauvegarde des administrés doivent alors s'adapter, avec le phénomène en cours, une vie locale qui continue, des établissements scolaires dont la responsabilité de la fermeture est laissée aux maires.

Les documents communaux de gestion de crise doivent ainsi être adaptés à ces contraintes, en intégrant notamment des scénarios d'évènements récurrents dont les conséquences et actions à mener en réponse doivent être structurées en Plans d'Intervention Gradués.

Afin de permettre à ces communes d'obtenir un appui scientifique et méthodologique, le projet SPICy (Système de Prévision des Inondations Côtières et fluviales en contexte cyclonique, ANR-14-CE03-0016) a pour objectif de développer un système de prévision expérimental des inondations marines et fluviales d'origine cyclonique sur l'île de La Réunion. Deux communes pilotes testent les nouveaux produits de modélisation sous la forme de bulletins locaux de vigilance, et ces nouveaux bulletins sont intégrés dans les dispositifs communaux de gestion de crise. Les travaux présentés dans cet article ont pour objectif de décrire les travaux réalisés en vue de garantir l'opérationnalité des dispositifs de gestion de crise des communes pilotes de ce projet.

CONTEXTE, TERRITOIRE ET METHODE

Contexte

Sur le territoire français, différents outils de gestion de crise sont ou doivent être déployés afin d'organiser la réponse des institutions face à des évènements inhabituels.

Le dispositif ORSEC (Organisation de la Réponse de SÉcurité Civile) comprend les Plans ORSEC aux différents niveaux géographiques (départementaux, zonaux et maritimes), ainsi que les Plans Communaux de Sauvegarde. Il intègre un inventaire et une analyse des risques et des effets potentiels des menaces de toute nature pour la sécurité des personnes, des biens et de l'environnement, recensés par l'ensemble des personnes publiques et privées ; un dispositif opérationnel répondant à

cette analyse et qui organise dans la continuité la réaction des pouvoirs publics face à l'événement ; et enfin les modalités de préparation et d'entraînement de l'ensemble des personnes publiques et privées à leurs missions de sécurité civile (SAUVAGNARGUES & AYRAL, 2015).

On observe une hiérarchisation de ces outils :

- Dispositif ORSEC de zone : Il définit la stratégie de gestion de crise au niveau de la zone de défense et de sécurité, il recense les moyens d'interventions mobilisables sur la zone et définit la coordination de ces moyens (la France métropolitaine comprend 7 Zones de Défense et de Sécurité et 5 zones de Défense et de Sécurité existent pour l'Outre-Mer).
- Dispositif ORSEC départemental : Il recense et analyse les risques du département et leurs conséquences. Il définit une organisation unique de gestion d'évènement majeur qui permet de faire face à tous types de situations. On y trouve des dispositions générales, applicables quel que soit l'évènement et des dispositions spécifiques permettant de faire face à des crises spécifiques (inondations, cyclone, aéroportuaire…).
- Plan Communal de Sauvegarde (PCS) : Le PCS est l'outil de gestion de crise à l'échelle communale. Il recense les risques du territoire communal et planifie les actions des acteurs de la gestion de crise (élus, agents municipaux, entreprises partenaires…). Son objectif est d'assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population face à un évènement de sécurité civile.

Il existe également des plans de gestion de crise destinés aux établissements scolaires, aux entreprises et industries à risques. On retrouve les PPMS (Plans Particuliers de Mise en Sécurité) pour les structures d'enseignement, les POI (Plans d'Opérations Interne) établis par l'exploitant en vue de définir les mesures d'urgences au sein de son installation, et les PPI (Plans Particulier d'Intervention) qui organisent quant à eux les secours en dehors de l'établissement.

Dès lors qu'une inondation dépasse le territoire d'une seule commune, le préfet prend en charge la direction des opérations de secours, et peut déclencher tout ou partie du dispositif ORSEC départemental. Cependant, les maires des communes concernées conservent, sur le territoire de leur commune, leurs responsabilités de sauvegarde de la population.

Le maire doit également faire remonter au préfet tout évènement particulier survenant sur le territoire de sa commune et nécessitant un traitement particulier tel que le précise l'article suivant : L.2212-4 du CGCT[1] *:* ***"En cas de danger grave ou imminent, tel que les accidents naturels prévus au 5° de l'article L. 2212-2, le maire prescrit l'exécution des mesures de sûreté exigées par les circonstances. Il informe d'urgence le représentant de l'Etat dans le département et lui fait connaître les mesures qu'il a prescrites".***

Concernant les liens entre les maires et le préfet, les échanges se font via des sous-préfets d'arrondissements, qui constituent le réseau de proximité de la préfecture, dont ils font partie intégrante. Le sous-préfet est en charge de l'administration générale et de l'application sur le terrain des politiques de l'État.

Depuis 2007, la Préfecture de la Réunion a mis en place un Dispositif ORSEC EMD qui porte sur les phénomènes de fortes pluies, orages, vents forts, et fortes houles. Ces Evènements Météorologiques Dangereux présentent un certain nombre de similitudes avec les épisodes pluvio-orageux intenses que les régions méditerranéennes connaissent en automne. Dans les procédures de Vigilance et d'Alerte EMD, des différences existent par rapport aux niveaux de Vigilance et d'Alerte Cyclone, comme le montre le tableau ci–après. Ces différences de procédures entre la gestion d'une crise cyclonique (Préfecture de la Réunion, 2013a) et une crise EMD (Préfecture de la Réunion, 2013b) n'est pas toujours bien répercutée par les communes dans le cadre de leurs PCS.

[1] Code Général des Collectivités Territoriales

Plan CYCLONE	Plan EMD
4 phases	2 phases
Pré-alerte cyclonique • Menace potentielle dans un délai de 72h **Alerte orange cyclonique** • Danger dans les 24h **Alerte rouge cyclonique** • Danger imminent • Vents > 100 km/h et rafales > 150 km/h • Toute circulation est interdite • Préavis de 3h **Phase de sauvegarde cyclonique** • La menace s'éloigne mais des dangers demeurent • Porter secours • Remise en état du territoire	**Vigilance météorologique** Déclenchée à l'initiative de Météo France - ***Vigilance*** - ***Vigilance renforcée*** • Objectif: prévenir le public, les médias et les autorités, se mettre en situation de réagir si le danger se précise **Alerte météorologique** Déclenchée à l'initiative du Préfet • Objectif : lorsque l'évènement provoque ou est susceptible de provoquer des désordres importants sur tout ou partie de l'ile et justifie la mobilisation des moyens de secours
Phénomène cyclonique	Phénomènes • Fortes pluies et orages (origine cyclonique ou non) • Vents forts (entre 100 et 150 km/h) • Fortes houles (cycloniques, polaires, d'alizés)
Portée départementale	Portée sectorisée (5 zones)

Tableau 1 : Analyse comparée des procédures « cyclone » et « EMD ».

Les PCS doivent être adaptés à ces situations particulières où certaines décisions (fermeture des écoles par exemple) sont sous la responsabilité des maires. Pour être les plus opérationnels possibles, les Plans Communaux de Sauvegarde doivent intégrer des scénarios d'évènements récurrents dont les conséquences et actions en réponse doivent être structurées.

SPICy (ANR-14-CE03-0016) est un projet de recherche dont l'objectif est de développer les briques technologiques nécessaires à la mise en place d'un système de prévision des inondations marines et fluviale d'origine cyclonique pour les Territoires d'Outre-Mer (http://spicy.brgm.fr/fr). Le projet propose une approche holistique en travaillant simultanément sur toute la chaine de prévision, des modèles météorologiques aux modèles d'inondation. Au-delà de l'élaboration d'un outil, SPICy intègre une réflexion sur les besoins concrets des gestionnaire locaux afin de mieux définir la nature et les processus de production des informations adéquates et utiles en situation de crise.

L'île de La Réunion, qui est régulièrement touchée par les cyclones tropicaux, a été choisie comme site pilote. Différentes échelles de travail seront abordées, de l'île aux sites locaux des communes de Sainte-Suzanne et de Saint-Paul. A l'issue du projet, un démonstrateur sera réalisé et plusieurs exercices de crise permettront de tester la pertinence et l'applicabilité des différents développements du projet.

Présentation des territoires étudiés

La commune de Sainte Suzanne

La commune de Sainte-Suzanne est située sur la côte nord de l'île, sur les pentes externes ainsi que sur la bordure littorale du massif volcanique ancien du Piton des Neiges. Son territoire s'étend selon un axe nord-est/sud-ouest, entre le littoral et le massif du Grand Plate (1 328 m) à l'extrémité occidentale, point culminant du territoire communal (BORDARIER-LAHONDERE, 2015).

Le centre-ville est traversé par la rivière Sainte-Suzanne (figure 1) dont la surface du bassin versant est de 30 km². Ce secteur est l'un des plus pluvieux de l'île de La Réunion, avec des précipitations annuelles à l'amont du bassin–versant supérieures à 4 m/an et de l'ordre de 2 m/an à

l'aval, ce qui engendre des crues fréquentes. Sa position géographique sur l'île fait qu'elle est tout particulièrement exposée aux houles cycloniques venant du nord-est de l'île.

Sainte-Suzanne est une commune d'environ 22 000 habitants. Le centre-ville est très fortement urbanisé, notamment au droit du cône de déjection de la rivière Saint-Suzanne, où se concentrent de nombreux enjeux.

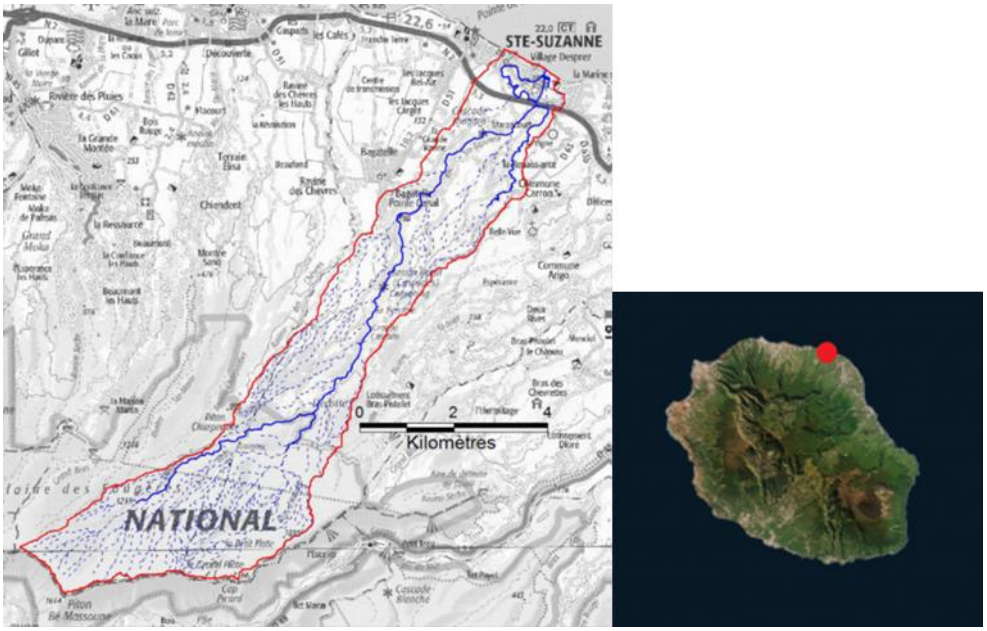


Figure 1 : La commune de Sainte-Suzanne.

Les problématiques de ce site concernent les inondations fluviales et la submersion marine (Photographie 1) par franchissement de paquets de mer qui entraînent également de fréquentes projections de galets. La combinaison des inondations fluviales et de la hausse du niveau marin pendant la tempête est un facteur aggravant. De plus, une majeure partie du centre-ville est prise en étau entre le front de mer et un méandre de la rivière Sainte-Suzanne.

Cette configuration, couplée à la présence d'une vaste zone dépressionnaire, accentue la vulnérabilité du secteur et engendre une stagnation des eaux sur une grande partie du secteur.



Photographie 1 : Front de mer à Sainte-Suzanne après le cyclone Gamède (2007).
Crédit photo : Pierre AGON

Quelques exemples historiques (SAUVAGNARGUES *et al*., 2015) :

- Mars 1904 – submersion sur plus de 200 m dans les terres, violente submersion et destruction des habitations en bord de mer.
- Février 1962 – Jenny – Le centre-ville est coupé en deux par la conjonction des inondations et de la submersion marine, les déplacements et les secours se font en barque.
- Février 1987 – Clotilda – Routes coupées, tout le centre-ville est sous les eaux et la boue. De nombreuses maisons sont inondées.
- Janvier 1989 – Firinga – 90 familles ont tout perdu. Le quartier de la Marine est inondé sous 1 m d'eau.
- Janvier 2002 – Dina – Inondations et franchissements de paquets de mer, le SDIS (Centre de Secours des Sapeurs-Pompiers) est inondé sous 1 m d'eau.
- Février 2007 – Gamède – Submersion et projections de galets sur tout le front de mer du centre-ville, de nombreux dégâts sont à déplorer.

La commune de Saint Paul

Le territoire de la commune de Saint Paul recouvre une partie du cirque de Mafate et son point culminant se trouve tout près du sommet du Gros Morne à 2 990 m d'altitude, comme le montre la figure 2. Un autre sommet se trouve aux frontières de la commune : le Grand Bénare qui culmine à 2 900 m d'altitude.

Le centre-ville (zone plus spécifiquement étudiée) est situé dans une vaste baie, entre une plage de sable basaltique noir ouverte sur l'océan à l'ouest et l'étang de Saint-Paul à l'est. Cet étang, dont le bassin d'alimentation est d'environ 110 km², est alimenté par un nombre important de cours d'eau dont les ravines Bernica, Divon, Athanase, Renaud ou encore la ravine Tête Dure (BORDARIER-LAHONDERE, 2015).

Les précipitations annuelles sont supérieures à 1 500 mm/an à l'amont du territoire communal, et d'environ 500 mm/an à l'aval.

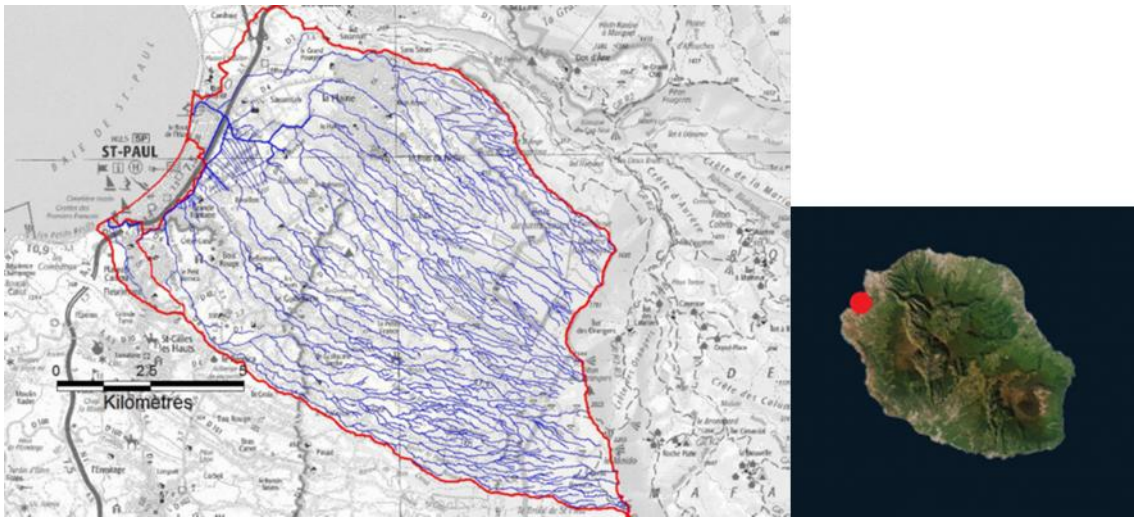


Figure 2 : La commune de Saint-Paul.

Saint-Paul est la ville la plus importante de la côte ouest avec environ 103 000 habitants. L'étang et la commune sont séparés par la route nationale 1 (route des Tamarins). La partie en aval, une zone plate ne dépassant pas 2 m d'altitude, regroupe de nombreux enjeux, la plupart situés en zone inondable. Ce secteur est essentiellement composé d'habitations et de commerces.

Les problématiques de ce site concernent le ruissellement (Photographie 2), le débordement de cours d'eau et, dans une moindre mesure, le franchissement par paquets de mer. La combinaison des inondations fluviales et de la hausse du niveau marin lors des épisodes cycloniques est un facteur aggravant. La baie de Saint-Paul ne bénéficie par ailleurs pas de la protection de la barrière récifale, située au sud de la commune. Les habitations y subissent donc d'autant plus facilement les assauts répétés des vagues lors des épisodes énergétiques.



Photographie 2 : Un quartier de Saint-Paul après le cyclone Bejisa (2014).
Crédit photo Zinfos974.

Quelques exemples historiques (SAUVAGNARGUES *et al*., 2015) :

- Février 1994 – Hollanda – Les quartiers Savannah, Étang Saint-Paul, Grande Fontaine, l'Ermitage et la rue de la Poste à Saint-Gilles sont inondés.
- Janvier 2002 – Dina – Inondation d'habitations riveraines de l'Étang Saint-Paul.
- Février 2007 – Gamède – Houle cyclonique, avec des vagues supérieures à 9 m en pointe, affectant le littoral urbanisé.
- Janvier 2014 – Bejisa – Inondations et évacuations en baie de Saint-Paul. De nombreux dégâts dans le port de Saint-Gilles dus aux effets conjugués du débordement de la ravine Saint-Gilles et de la marée de tempête.

Méthodologie d'appui aux communes

Dans le cadre de ces travaux, la méthodologie d'appui aux communes dans le cadre de la gestion de crise se structure en plusieurs étapes :

- Analyse détaillée des retours d'expériences des évènements survenus.
- Analyse des Plans Communaux de Sauvegarde (PCS) selon trois grilles d'analyse.
- Rédaction de recommandations aux communes pour garantir l'opérationnalité des PCS.
- Appui méthodologique pour la construction des Plans d'Interventions Gradués (PIG) dans chaque commune pilote.
- Réalisation d'exercices de crise.

Seules les trois premières étapes sont présentées dans cet article. En effet, les étapes suivantes sont encore en phase de progression, les résultats n'ont pas encore été validés par les utilisateurs finaux.

L'analyse des retours d'expériences

Les définitions du retour d'expérience que l'on peut trouver dans la littérature ont toutes un point commun : le retour d'expérience est une démarche organisée de collecte d'informations, destinée à l'analyse des crises passées (IZAMBART, 2011). C'est une procédure de rétroaction qui permet de revenir sur la crise survenue : connaître et comprendre le passé afin d'améliorer le futur.

Pour ce faire, cette procédure vise à réunir les acteurs pour échanger sur la situation passée et favoriser un réel partage, ce qui « *permet toujours [...] de renforcer les liens entre les acteurs, d'identifier les pistes de progrès* » (DDSC, 2006). C'est un moyen d'améliorer le fonctionnement des organisations *« sur les plans humains, organisationnels et techniques »*, à travers la capitalisation de l'expérience vécue et la collecte de données de terrain.

La notion d'expérience apparaît comme une source de connaissance, exploitée par l'intermédiaire d'une démarche qui génère un ensemble de flux d'informations (RAKOTO, 2004). Pour conduire cette démarche, il est nécessaire de mettre en place un dispositif répondant à une finalité dont la formalisation est un mécanisme indispensable pour permettre l'exploitation des connaissances (LEROY, 2001). Pour les gestionnaires de la crise, ce retour d'expérience revêt une importance stratégique pour la mise en œuvre d'une politique de prévention crédible (DE LAVERNEE, 2003).

Il doit s'appuyer sur une méthode rigoureuse et systématique définie par la collecte et le tri, la mise en mémoire et le stockage, la transmission et l'utilisation des enseignements issus de la crise. Il concerne prioritairement les crises susceptibles de se répéter, et susceptibles d'entraîner des modifications dans les procédures mises en œuvre par les services en charge de la gestion de crise.

Les enseignements qui peuvent être dégagés après la crise portent sur les dispositifs de prévention, prévision et planification, sur les difficultés organisationnelles et /ou opérationnelles, la mise en évidence d'innovations positives et enfin la possibilité de transfert des enseignements (SAUVAGNARGUES-LESAGE & SIMONET, 2004).

Cette démarche méthodologique de retour d'expérience a pour objectif d'identifier en détail l'évolution de l'événement dans ses diverses composantes (techniques, humaines, organisationnelles), de déterminer l'ensemble des actions entreprises (négatives et positives) et, éventuellement, de constituer des scénarios d'actions alternatives en dépassant la simple connaissance tacite des acteurs (DDSC, 2006).

D'un point de vue réglementaire, le retour d'expérience s'inscrit dans un cadre défini par les articles 5 et 6 du décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au dispositif ORSEC et pris pour application de l'article 14 de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, ce qui en fait un élément incontournable du dispositif ORSEC.

D'un point de vue méthodologique, les travaux réalisés par la Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles ont été utilisés. Ces travaux, rassemblés au sein d'un guide (DDSC, 2006), proposent un support méthodologique incontournable.

En vue de proposer une description unique pour les cyclones étudiés dans le cadre du projet SPICy, il a été nécessaire de sélectionner un niveau de retour d'expérience. La détermination de ce niveau est réalisée par l'intermédiaire d'une grille fondée sur le croisement de la gravité des conséquences de l'événement initiateur avec le degré de nouveauté de l'événement (comme le montre la figure 3).

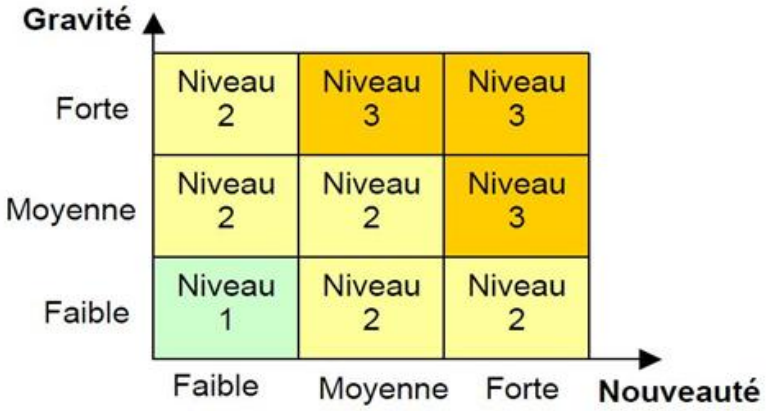


Figure 3 : Niveaux pour la caractérisation des événements.

Ici, le niveau de retour d'expérience retenu est le niveau 3. Il concerne **« *les événements qui apportent le plus d'enseignements, soit qu'ils se révèlent totalement nouveaux, soit qu'ils entraînent des dommages très importants* »** (DDSC, 2006), et sa description normalisée est la plus détaillée.

L'analyse des Plans Communaux de Sauvegarde

Comme évoqué précédemment, le Plan Communal de Sauvegarde (PCS) est un instrument de planification et d'organisation communale qui a pour objet d'anticiper les situations dangereuses afin d'assurer la protection et la mise en sécurité de la population. La loi 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile donne une valeur juridique au PCS (décret d'application n°2005-1156 de 13 septembre 2005).

Dans le cadre de ces travaux, l'analyse des Plans Communaux de Sauvegarde a été réalisée selon trois grilles d'analyse distinctes (WASSNER *et al*., 2016) :

- Le diagnostic du document PCS : analyse de la présence et des manques sur les principales composantes du PCS, au regard d'un document de référence (DDSC, 2005).
- L'évaluation de la « capacité à faire face » : analyse multicritères des diverses facettes de la préparation et de la gestion de situations de crise par la commune (DAUPRAS, 2015).
- Une démarche d'optimisation de l'organisation communale : une démarche est proposée afin d'inventorier les défaillances potentielles au sein de l'organisation communale de crise, que la commune pourra déployer si elle le souhaite (PERILHON, 2003 ; LESBATS *et al*., 1999).

Diagnostic du document PCS

Un PCS « type » se caractérise par (DDSC, 2005):

- L'identification des risques sur la commune.
- L'organisation de la réponse communale : modalités d'activation du PCS, organisation graduée du dispositif communal, répartition des tâches de l'équipe municipale, organisation de l'alerte, soutien des populations.
- Le recensement des moyens susceptibles d'être mobilisés (humain et matériels).
- Les annexes : annuaire de crise, fiches actions, plans / cartographie, modèles de documents, exercices.

Les PCS des deux communes pilotes ont été analysés, en se basant sur ce document de référence.

Evaluation de la capacité à faire face

La méthodologie suivante, élaborée dans le cadre de travaux de doctorat de DAUPRAS (2015), a été adaptée au contexte réunionnais dans le cadre du projet SPICy. Elle est basée sur la construction d'indices identifiant les capacités des communes à faire face au risque inondation. Cette évaluation porte sur un volet plus opérationnel et fonctionnel du PCS en cherchant à évaluer la capacité de réponse des communes lors d'un évènement de sécurité civile.

Il s'agit ici de déployer une méthode, la plus structurée possible, pour porter un regard sur les connaissances des aléas et enjeux des territoires ainsi que l'opérationnalité des PCS des deux communes.

Cette analyse structurée a été mise en place en se basant sur les documents de référence tels que le Guide Pratique d'Elaboration des PCS (DDSC, 2005), le Guide d'évaluation de la démarche PCS (DE CHOUDENS, 2008), des retours d'expériences sur la mise en œuvre de PCS (AYRAL *et al*., 2015) et la thèse dans laquelle est présentée cette méthodologie (DAUPRAS, 2015).

Cette méthode se base sur l'étude de différents indicateurs. Ces indicateurs sont regroupés en indices permettant de calculer des notes. Il est alors possible de mettre en avant des forces et des faiblesses, non plus sur le document PCS en lui-même (présenté dans la partie précédente), mais sur les capacités des communes à se prémunir d'un risque et à se préparer et gérer un évènement de sécurité civile. L'ensemble de ces indicateurs forment une sorte de boite à outils pour la gestion de crise. Plus la commune est dotée « d'outils », plus elle doit être apte à faire face.

L'analyse se base donc sur la construction de quatre indices. Ces indices permettent de décrire et de synthétiser la gestion du risque cyclonique et épisodes météorologiques dangereux par les communes de Saint-Paul et Sainte-Suzanne, le degré de préparation à un évènement, le degré d'évaluation du risque et enfin la capacité à se prévenir du risque.

Leur construction repose sur la retranscription de données qualitatives (entretiens, analyse de PCS), et de données quantitatives (nombre de personnes en zone inondable, nombre de centres de secours,…). La méthodologie permet donc de construire un :

- Indice d'Evaluation du Risque (IER)
- Indice de Prévention du Risque (IPR)
- Indice de Préparation à la Crise (IPC)
- Indice de Gestion de l'Evènement (IGE)

Chacun de ces indices (IER, IPR, IPC, IGE) est construit à l'aide de plusieurs indicateurs.

Par exemple, l'Indice de Prévention du Risque est évalué par 3 indicateurs : l'information de la population, l'évolution du bâti construit entre 1966 et 2015 en zone inondable, et la mise en œuvre de moyens de protection contre les inondations. Ces indicateurs sont évalués par une note comprise entre 0 et 1. Ils sont ensuite pondérés afin de nuancer leur importance au sein de l'indice. Une note est attribuée à chaque indicateur, et la somme pondérée des indicateurs est calculée.

La pondération est réalisée sur la base des travaux de DAUPRAS (2015), croisés avec une analyse « à dire d'expert » afin d'adapter la méthodologie au contexte réunionnais.

Le déploiement complet de cette méthodologie permet *in fine* de hiérarchiser les points forts et les points à améliorer dans chacune des communes sollicitées.

Le tableau 2 suivant résume l'ensemble des indicateurs constitutifs des indices :

Composition de chaque indice		Poids
Indice d'Evaluation du Risque (IER)		
IER1	Archivage de données concernant les évènements passés sur la commune	0,2
IER2	Evaluation de l'aléa	0,3
IER3	Plan d'intervention gradué	0,2
IER4	Evaluation des vulnérabilités et du risque sur la commune	0,3
Indice de Prévention du Risque (IPR)		
IPR1	Information de la population	0,4
IPR2	Evolution du bâti construit entre 1950 et 2015 en zone inondable	0,2
IPR3	Mise en œuvre de moyens et techniques de protection contre les inondations/submersion	0,4
Indice de Préparation à la Crise (IPC)		
IPC1	Ressources de communication externes	0,2
IPC2	Mise en place de réserves communales de sauvegarde impliquant la population	0,2
IPC3	Existence de plan de gestion de crise et identification des différents moyens d'alerte de la population	0,3
IPC4	Ressources à disposition de la commune	0,2
IPC5	Connaissance du PCS	0,1
Indice de Gestion de l'Evènement (IGE)		
IGE1	Action de protections anticipées pour les biens et les personnes	0,4
IGE2	Analyse de l'évolution de l'évènement par le PCC	0,3
IGE3	Alerte des riverains	0,3

Tableau 2 : Indices et indicateurs associés pour l'évaluation de la capacité à faire face.

Chaque indice fait l'objet de plusieurs tableaux présentés par la suite. Un indice (IER par exemple) est composé de plusieurs indicateurs (IER1, IER2, IER3 et IER4).

Cependant, cette méthodologie comporte certaines limites telles que la fiabilité des informations recueillies et l'incertitude autour d'un indicateur (DAUPRAS, 2015). Cette analyse par indicateur est globale et cherche simplement à mettre en évidence les forces et faiblesses des communes en termes d'évaluation, de prévention, de préparation et gestion de l'inondation.

Optimisation de l'organisation communale

La Méthode Organisée Systémique d'Analyse des Risques (MOSAR) a été développée par le CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) en collaboration avec des universitaires de Bordeaux (PERILHON, 2003). La méthode MOSAR est une méthode d'analyse préliminaire des risques qui permet d'identifier les évènements non souhaités d'un système complexe.

Cette méthode MOSAR a été couplée à l'approche MADS (Méthodologie d'Analyse des Dysfonctionnements dans les Systèmes) qui a pour objet d'appréhender les évènements non souhaités définis comme les « dysfonctionnements susceptibles de provoquer des effets non souhaités sur l'individu, la population, l'écosystème et l'installation » (LESBATS *et al.,* 1999).

Ainsi l'objectif de la méthode MADS-MOSAR est de rechercher les dysfonctionnements techniques et opératoires d'un système complexe dont les enchaînements peuvent conduire à des évènements non souhaités. Par ailleurs, l'identification des scénarios d'accident permet le choix, la mise en place et la validation de barrières de sécurité adéquates.

La méthode MADS-MOSAR repose sur deux principes qui structurent l'ensemble de la démarche (HONORINE, 2008) :

- Une approche systémique qui permet d'identifier et de modéliser l'objet de l'analyse comme un système intègre et de prendre en compte toutes les interactions entre les composants du système ;
- Un processus de danger qui est le modèle de base pour analyser les sources de dangers potentiels intrinsèques au système.

Dans le cadre du projet SPICy, l'objet est de construire un arbre de défaillance de l'organisation communale par l'analyse du PCS via la méthode MADS-MOSAR en s'inspirant notamment des travaux de PIATYSZEK et KARAGIANNIS (2012). Le schéma suivant présente l'architecture de cette arborescence avec à gauche l'évènement redouté et à droite de cet évènement, les causes ou les enchaînements de causes amenant à cet évènement redouté.

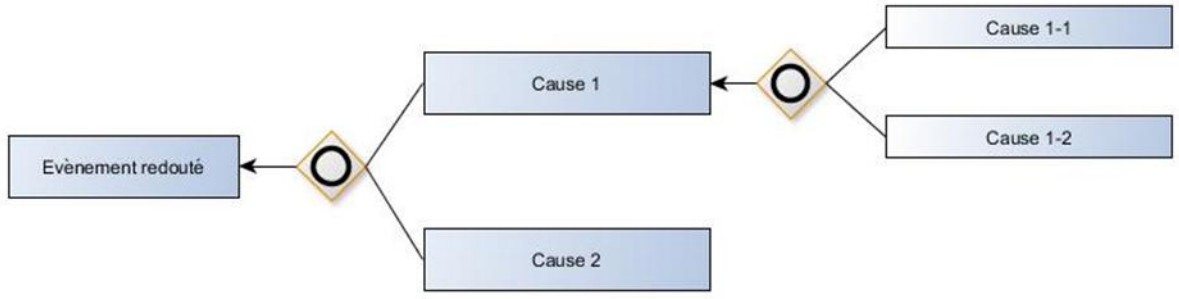


Figure 4 : Arbre des causes d'un évènement redouté.

Par exemple, un évènement redouté peut être la « défaillance de sécurisation des zones sinistrées », ou « la défaillance de l'information des populations ». Pour chacun de ces évènements redoutés, un inventaire précis des causes possibles est réalisé, suivi d'un inventaire tout aussi précis des « défauts » ayant conduit à l'occurrence de ces causes.

Pour l'analyse des PCS des communes de Saint Paul et Sainte Suzanne, nous nous sommes intéressés essentiellement aux causes afin d'identifier un maximum d'éléments impliquant une défaillance dans la gestion de la crise et à terme, éviter l'évènement redouté.

RESULTATS

L'analyse des retours d'expérience

Dans le cadre du projet SPICy, les événements retenus pour faire l'objet d'un retour d'expérience sont Gamède (2007) et Béjisa (2014) ainsi que - selon la documentation disponible – des épisodes de fortes pluies (hors cyclones).
Compte tenu de l'importante masse d'information qui a pu être collectée depuis le début du projet, un plus grand nombre d'événements a été documenté, dont la liste est donnée dans le Tableau 3. Cela constitue l'occasion de capitaliser une information sur une même trame descriptive, même si certaines données sont manquantes (SAUVAGNARGUES *et al*., 2015).

Nom de l'événement	Année
Haliba	Mars 2015
Bejisa	Janvier 2014
Dumile	Février 2013
Felleng	Janvier 2013
Gamède	Février 2007
Dina	Janvier 2002
Coline	Janvier 1993
Firinga	Janvier 1989
Hyacinthe	Janvier 1980
Denise	Janvier 1966

Tableau 3 : Liste des événements documentés.

Ces retours concernent principalement des événements de type cyclonique ainsi que la Tempête Tropicale Modérée Haliba (Mars 2015). Les fiches descriptives détaillées relatives à chaque événement sont présentées dans le rapport (SAUVAGNARGUES *et al.,* 2015).

Sur la base des fiches descriptives de chaque évènement, une synthèse a été réalisée. Cette synthèse a pour objectif de mettre en évidence les éléments récurrents lors de la survenue de crises cycloniques, et qui ont eu un impact avéré sur la gestion de l'évènement (SAUVAGNARGUES *et al.*, 2015).

Cette synthèse a notamment permis de mettre en évidence les éléments :

- ayant favorisé la gestion de crise, tels que, par exemples, la couverture médiatique, l'impact des réseaux sociaux, le rappel des consignes, les exercices Cyclonex, …
- ayant pénalisé la gestion de crise tels que, par exemples, la gestion des patients « sensibles », les communes n'ayant pas de centres d'hébergement, …

Ces éléments, trop volumineux pour être présentés ici, sont notamment utilisés dans une autre partie du projet qui consiste à organiser des exercices de gestion de crise avec les communes étudiées. Les éléments issus de cette synthèse, mixés à d'autres éléments sont utilisés dans la trame scénaristique des exercices.

L'analyse des plans communaux de Sauvegarde

Diagnostic du document PCS

Un exemple de l'analyse des PCS au regard du document de référence est présenté ci-dessous. Les PCS des deux communes pilotes ont été successivement analysés.

			X	
Recensement des enjeux				
	Oui	En partie	Non	Observations
Le PCS identifie-t-il les Etablissements Recevant du Public (ERP) ?	X			
Le PCS indique-t-il la répartition de la population par secteur ?			X	
Une cartographie des risques avec stratégie d'action est-elle élaborée?			X	
Organisation de PCC - Fiches réflexes				
	Oui	En partie	Non	Observations
Le PCS prévoit et organise la constitution d'un PCC	X			
Des fiches réflexes permettant de mener à bien les missions du PCC sont-elles élaborées?	X			
Alerte et information de la population				
	Oui	En partie	Non	Observations
Le PCS présente-t-il une organisation permettant en tout temps de réceptionner l'alerte?	X			
Le PCS présente-t-il une organisation permettant en tout temps d'alerter et d'informer la population?		X		Présence de plusieurs contacts médias mais pas d'organisation claire

Tableau 4 : Extrait de la grille de lecture des PCS.

Evaluation de la capacité à faire face

Deux exemples de construction d'indicateurs sont proposés ci-dessous :

L'indice de prévention du risque (IPR) est constitué d'indicateurs cherchant à évaluer la capacité de la commune à se prémunir du risque. Cette notion de prévention du risque est précisée selon qu'il s'agira d'un aléa inondation ou d'un aléa cyclonique.

- **IPR1** : Les moyens d'information de la population

L'indicateur IPR1 est construit sur la base de la présence ou de l'absence de documents ou d'actions entreprises par la mairie dans le cadre de l'information préventive auprès de la population.

	DICRIM	Bulletin municipal	Réunion d'information	importance donnée aux informations pour les nouveaux arrivants	sensibilisation scolaire	Total	**IPR1**
Saint-Paul							
Sainte-Suzanne							

Tableau 5 : Grille d'évaluation de l'indicateur IPR1.

Les cases se remplissent avec 1 (si le document ou l'action existent) ou 0 (dans le cas contraire). Le total maximum pour une ligne est donc de 5. Ce total est normalisé afin de revenir à une valeur comprise entre 0 et 1 pour l'indicateur IPR1.

L'indice de gestion de l'évènement (IGE) est composé de trois indicateurs visant à analyser les communes sur leurs pratiques de gestion d'un évènement, qu'il soit avéré et donne lieu à une alerte officielle, ou qu'il soit supposé.

- **IGE2** : Analyse de l'évolution de l'évènement par le PCC (Pose de Commandement Communal)

L'indicateur IGE2, recense les éléments nécessaires à l'analyse de l'évolution d'un évènement par le PCC ainsi que les moyens d'alerte des riverains.

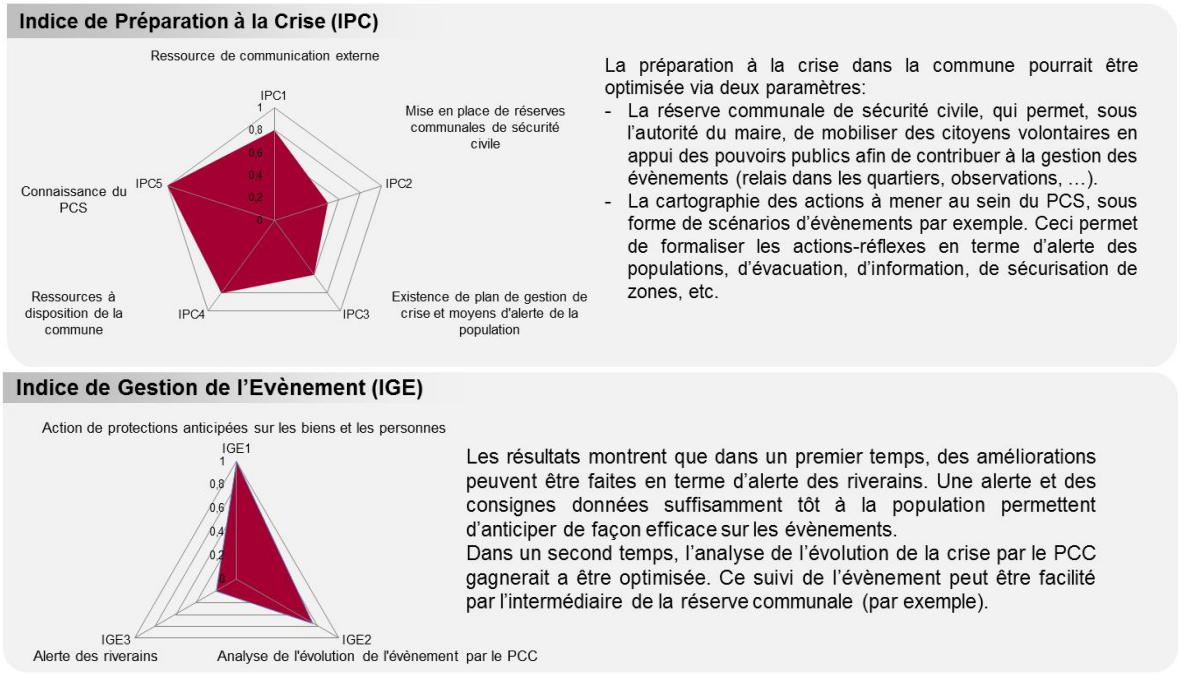
	suivi des bulletins de prévision CVH	Contacte les personnes ressources	Analyse régulière des cours d'eau	Analyse régulière du cordon littoral	Total	**IGE2**
Saint-Paul						
Ste-Suzanne						

Tableau 6 : Grille d'évaluation de l'indicateur IGE2

Le déploiement de cette méthodologie complète (WASSNER *et al.,* 2016) permet, pour chacune des communes, d'attribuer une valeur numérique comprise entre 0 et 1 à chacun des 4 indices (IER, IPR, IPC, IGE). Cela permet alors de mettre en évidence les forces de la « capacité à faire face » mais également les axes d'améliorations d'une commune vis à vis d'une crise.

Au-delà de ce premier niveau d'analyse, cette méthodologie permet également d'aller plus loin dans le détail par l'analyse de chaque valeur d'indicateur, afin d'identifier les points d'amélioration du dispositif de crise communal.

Une restitution est réalisée spécifiquement vers chaque commune au travers d'un document didactique, en vue de valoriser son exploitation. Les résultats sont retranscrits par l'intermédiaire de radars, dont deux exemples sont proposés ci-après :



Figures 5a / 5b : Exemples de restitution de la « capacité à faire face ».

Cette analyse permet d'avoir un regard objectif sur le dispositif de gestion de crise communale. Elle peut être assimilée à une analyse « statique » du dispositif en se basant sur la présence ou l'absence des divers outils indispensables à une bonne gestion de crise.

Mais la gestion de crise est un phénomène dynamique et il est nécessaire d'identifier une méthodologie adaptée afin d'évaluer également cet aspect. Le domaine des risques technologiques constitue une source méthodologique au sens où ces aspects ont largement été étudiés afin de réduire les conséquences d'accidents industriels.
Parmi toutes les méthodes d'évaluations systémiques des dysfonctionnements de systèmes, une méthode a été retenue afin d'évaluer les défaillances potentielles de l'organisation communale en situation de crise. Ces aspects sont présentés dans la partie suivante.

Optimisation de l'organisation communale

Après une phase bibliographique portant sur les PCS, sept sous-systèmes ont pu être retenus pour caractériser un plan communal de sauvegarde et ainsi garantir la sauvegarde de la population (GIRARD, 2014) :

- Réception de l'alerte : étape dans laquelle l'information sur l'évènement de sécurité civile est recueilli en mairie, par n'importe quel moyen (alerte de la préfecture, automate, remontée du terrain…).
- Mobilisation du personnel : suite à l'annonce d'une menace avérée, la mobilisation du personnel gérant l'évènement de sécurité civile est déclenché. Ce personnel aura la charge des fonctions suivantes via le PCC (poste de commandement communal).
- Alerte de la population : diffusion d'un message à destination de la population afin de la prévenir d'un sinistre et en vue d'assurer sa protection.
- Evacuation de la population : déplacement de populations situées en zone à risque potentiel ou avéré afin de les protéger.
- Information de la population : diffusion de messages à destination de la population afin de communiquer la marche à suivre dans le cadre de sa protection.
- Hébergement et ravitaillement : hébergement temporaire de la population évacuée vers des zones sécurisées et subvention aux besoins de première nécessité.
- Sécurisation des zones sinistrées : permet de limiter l'accès des zones à risques et de préserver les biens de pillages éventuels.

Ces 7 sous-systèmes ont été caractérisés afin de mettre en évidence les sources de défaillances susceptibles de causer des dysfonctionnements.

Ainsi on distinguera deux types de défaillances. Les défaillances liées à l'organisation et à la planification en amont de la crise (rectangles bleus) et les défaillances inhérentes à la crise elle-même (rectangle orange). Un exemple est donné pour une défaillance du sous-système 1 : réception de l'alerte sur la figure 6.



Figure 6 : Exemple de défaillance pour la réception de l'alerte.

C'est surtout sur cette première catégorie de défaillance que des modifications et des pistes d'amélioration peuvent être envisagées.

Ces cartographies de défaillances doivent permettre aux communes d'identifier les forces et faiblesses de leur organisation. Cela nécessite un travail d'analyse objectif de leur part afin d'évaluer

l'ensemble des 7 sous-systèmes et de déterminer l'ensemble des défaillances potentielles pouvant survenir.

Cette analyse pourra se faire, dans un premier temps en amont, entre les personnels en charge de l'organisation de la gestion de crise au sein de la commune, puis dans un second temps lors de retours d'expérience post exercices ou post évènements de sécurité civile.

Cette liste des défaillances n'est cependant pas exhaustive. Les organigrammes peuvent être complétés et adaptés par chaque commune.

L'analyse des résultats par les communes permettra à celles-ci de mettre en place des actions correctrices et ainsi améliorer la robustesse et la fiabilité de leur organisation de gestion de crise.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les travaux présentés ici visent à poser un regard le plus objectif possible sur les documents de gestion de crise des communes pilotes de Saint Paul et Sainte Suzanne. Les Plans Communaux de Sauvegarde (PCS) de ces communes sont plus particulièrement étudiés.

L'analyse du dispositif de crise dans sa globalité est réalisée afin d'identifier les points forts et les axes d'amélioration. Pour l'analyse des documents de gestion de crise, trois méthodes distinctes ont été déployées afin de croiser les axes d'analyse et ainsi de rendre les conclusions plus pertinentes. Ces trois méthodes permettent de poser un regard sur :

- les documents qui composent le Plan Communal de Sauvegarde,
- l'organisation opérationnelle de la commune pour faire face à une crise,
- l'anticipation d'éventuels disfonctionnements (structurels ou fonctionnels).

A l'issue de ce travail, il apparait que les plans d'intervention gradués sont les éléments principaux des axes d'amélioration dégagés. Il s'agit ainsi de pouvoir organiser les actions de terrain et plus particulièrement la montée en puissance de la cellule de crise au regard d'informations sur l'événement en cours. Ces plans d'intervention gradués constituent l'objet le plus pertinent sur lequel vont porter les travaux à venir.

Plus généralement, ces travaux ont permis de développer une méthodologie d'analyse des PCS et adaptée plus particulièrement aux événements dangereux en contexte cyclonique. La première application de cette méthodologie aux communes de Saint-Paul et de Sainte-Suzanne a donné des résultats très pertinents et a été bien accueillie par les praticiens et les élus des 2 communes. Il est donc tout à fait envisageable de déployer cette méthodologie à d'autres communes de la Réunion, d'Outre-Mer et sous réserve d'adaptation à toutes communes disposant d'un PCS.

Enfin, l'analyse détaillée des dispositifs de crise, des retours d'expériences sur les évènements passés, des entretiens réalisés avec les communes lors des missions, dans le cadre de ces travaux, ont permis d'identifier un ensemble de points qui serviront d'éléments scénaristiques constitutifs des exercices de crise prévus. L'organisation d'exercices relatifs aux dispositifs communaux de gestion de crise permet de proposer aux communes de tester des situations de crise moins fréquentes, de sensibiliser les gestionnaires de crises sur certaines faiblesses de leur organisation (scénarisation de crises notamment), et de tester de nouveaux outils mis à leurs dispositions dans le cadre du projet (niveau communal, EMZPCOI - L'état-major de zone et de protection civile de l'océan Indien). Les travaux présentés ici constituent les informations de base pour mettre en place ces exercices et ainsi contribuer à la résilience des communes de l'île de la Réunion face à des cyclones mais également des événements météorologiques dangereux (EMD) dont la gestion de crise est plus problématique à l'échelle communale.

BIBLIOGRAPHIE

AYRAL P.-A., FERRY G., GARCIA S., LAFORGUE P., PIATYSZEK E., SAINT-PIERRE L. & SCHMIDT I., 2015. Elaboration du Plan Communal de Sauvegarde Multirisques de la ville d'Alès : Retours d'expérience, in Plans Communaux de Sauvegarde et outils de gestion de crise, Leone F. et Vinet F. (Dir.), Presses Universitaires de la Méditerranée, 14p.

BORDARIER-LAHONDERE, 2015. Etude des retours d'expériences cycloniques et diagnostic des dysfonctionnements des plans d'urgence à l'île de la Réunion : PCS des communes de Saint Paul et Sainte Suzanne, Dispositif ORSEC Cyclone et EMD. Master 2 Gerinat – Université Aix-Marseille, 100p.

DAUPRAS, F, 2015. Envisager la vigilance crue comme système organisationnel : les conditions de sa robustesse en territoires inondés dans le bassin Adour-Garonne. Thèse de doctorat : Géographie et aménagement. Université Toulouse Jean Jaurès., 534p.
DE CHOUDENS, H. 2008. Guide d'évaluation de la démarche plan communal de sauvegarde. Document technique de l'IRMa., 22p.
DE LAVERNEE C, 2003. Retour d'Expérience : une méthode d'analyse des crises. Ministère de l'Intérieur, 37p.
DDSC 2005, Plan communal de sauvegarde, guide pratique d'élaboration. Paris, 202p.
DDSC, 2006, Guide méthodologique : La conduite du retour d'expérience, éléments techniques et opérationnels, Ministère de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire, 120p.
GIRARD, C. 2014, Diagnostic des dysfonctionnements des plans de secours pour la gestion des risques majeurs. Thèse de doctorat : Science et génie de l'environnement. Saint-Etienne : Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, , 231p.
HOLLAND, G. J. 1993. Ready Reckoner - Chapter 9, Global Guide to Tropical Cyclone Forecasting, WMO/TC-No. 560, Report No. TCP-31, World Meteorological Organization, Geneva.
HONORINE, P., 2008. Elaboration d'un schéma directeur à partir d'une approche globale d'analyse des risques. Mémoire : Risques et environnement., 62p.
IZAMBART G, 2011. Retour d'expérience et vulnérabilité, l'apport de la pratique de retour d'expérience pour comprendre la vulnérabilité face aux inondations. Mémoire de Master 2, Mention Géographie et Aménagement Spécialité Environnement et Paysage, Université Toulouse 2 le Mirail, 241 p.
LESBATS M., DOS SANTOS J. & PERILHON P., 1999. Contribution à l'élaboration d'une science du danger, aspects méthodologiques. Ecole d'été "Gestion Scientifique du risque", Albi, 11 p.
LEROY P., 2001. Utilisation du retour d'expérience pour l'utilisation de la maintenance », Convergence et divergence des pratiques des retours d'expérience technique et humain. Collection de l'Institut de Sûreté de Fonctionnement, Paris, janvier 2001 : 49-60
PERILHON, P., 2003. MOSAR - Présentation de la Méthode - Technique de l'Ingénieur, SE4060. 16p, 2003.
PIATYSZEK E. & KARAGIANNIS G.M., 2012. A model-based approach for a systematic risk analysis of local flood emergency operation plans: a first step toward a decision support system, *Natural Hazards*, 61, 3: 1143-1462.
Préfecture de la Réunion, 2013a. Dispositions spécifiques ORSEC « cyclones ». Organisation de la Réponse de Sécurité Civile, dispositif ORSEC départemental. Validé par arrêté n°2420 du 13 décembre 2013, 95p.
Préfecture de la Réunion, 2013b. Dispositions spécifiques ORSEC « Evènements Météorologiques Dangereux ». Organisation de la Réponse de Sécurité Civile, dispositif ORSEC départemental. Validé par arrêté n°2243 du 26 novembre, 2013, 41p.
RAKOTO, H. 2004. Intégration du Retour d'Expérience dans les processus industriels Application à Alstom Transport - Doctoral dissertation, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes, 224 p.
SAUVAGNARGUES S. & AYRAL P-A., 2015. Les outils et méthodes de la gestion de crise « inondation » : la protection des personnes, des biens et de l'environnement. *Géologues,* 184 : 62-67.
SAUVAGNARGUES S., AYRAL P.-A. & TENA-CHOLLET F., 2015. Rapport WP4-D4 - 1a : Synthèse des retours d'expérience sur les événements majeurs passés. ANR – 14 – CE03 – 0013, PROJET SPICy « système de prévision des inondations côtières et fluviales en contexte cyclonique». 160 p.
SAUVAGNARGUES-LESAGE S. & SIMONET C., 2004. Retour d'expérience sur la gestion de l'événement de Septembre 2002 par les Services de Sécurité Civile. *La Houille Blanche*, 6 : 1-7.
WASSNER T., SAUVAGNARGUES S., AYRAL P.-A. & TENA-CHOLLET F., 2016. Rapport WP4-D4 – 1b : Synthèse des besoins en gestion de crise à l'échelle communale, application aux communes de Saint Paul et Sainte Suzanne. ANR – 14 – CE03 – 0013, PROJET SPICy « système de prévision des inondations côtières et fluviales en contexte cyclonique», 50 p.

REMERCIEMENTS

SPICy (Système de Prévision des Inondations Côtières et fluviales en contexte cyclonique, ANR-14-CE03-0016) est un projet de recherche appliquée sur 3 ans (2015-2017) mené par le BRGM (coordinateur du projet), la Direction Régionale de Météo-France Océan-Indien, le LACy (Laboratoire de l'Atmosphère et des Cyclones - UMR 8105, Université de La Réunion, CNRS, Météo-France), BRL Ingénierie et ARMINES-Ecole des mines d'Alès. Il est cofinancé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et les partenaires du projet.