



**HAL**  
open science

# Méthodologie d'appui aux communes pour la gestion de crise des inondations fluviales et côtières : évaluation objective des plans communaux de sauvegarde (PCS) et organisation d'exercices de gestion de crise

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

## ► To cite this version:

Sophie Sauvagnargues, Pierre-Alain Ayral, Florian Tena-Chollet, Noémie Frealle, Thibault Wassner. Méthodologie d'appui aux communes pour la gestion de crise des inondations fluviales et côtières : évaluation objective des plans communaux de sauvegarde (PCS) et organisation d'exercices de gestion de crise. *La Houille Blanche - Revue internationale de l'eau*, 2019, 3-4, p.49-56. 10.1051/lhb/2019042 . hal-02447085

**HAL Id: hal-02447085**

**<https://imt-mines-ales.hal.science/hal-02447085>**

Submitted on 21 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.

# Méthodologie d'appui aux communes pour la gestion de crise des inondations fluviales et côtières : évaluation objective des plans communaux de sauvegarde (PCS) et organisation d'exercices de gestion de crise

Sophie Sauvagnargues<sup>\*</sup>, Pierre-Alain Ayral, Florian Tena-Chollet, Noémie Fréalle et Thibault Wassner  
IMT Mines, Alès, France

**Résumé** – Sur l'île de la Réunion, le dispositif de planification de la gestion de crise appliqué aux événements cycloniques existe depuis de nombreuses années. Toutefois, de plus en plus souvent, d'autres phénomènes intenses et non cycloniques se produisent, contraignant les services gestionnaires de crise à s'adapter en conséquence. Les travaux présentés proposent de construire une méthodologie d'appui aux communes pour la gestion de crise, basée sur une logique innovante d'évaluation des plans communaux de sauvegarde (PCS), et la conception et réalisation d'exercices de crise spécifiques au niveau communal pour éprouver et valider les pratiques. Cette méthodologie a été déployée 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. Déployé sur 2 communes pilotes, les résultats ont montré la pertinence de la démarche, l'intérêt des élus et des gestionnaires, l'utilité pour les collectivités locales de disposer de plans d'interventions gradués (PIG), et la nécessité de les mettre à l'épreuve.

**Mots clés** : gestion de crise / inondations / plan communal de sauvegarde / exercices / simulation

**Abstract – Supporting municipalities for crisis management of river and coastal floods: methodology for an objective evaluation of the municipal protection plans and organization of crisis management exercises.** On Réunion Island, the crisis management planning system applied to cyclonic events has existed for many years. However, more and more often, other intense and non-cyclonic phenomena occur, forcing the crisis management services to adapt accordingly. The work presented proposes to build a methodology for supporting municipalities in crisis management, based on an innovative evaluation approach for communal safeguard plans (CSPs), and the conception and implementation of specific crisis exercises at the municipal level to test and validate practices. This methodology was deployed within the framework of the SPICy research project (système de prévision des inondations côtières et fluviales en contexte cyclonique, ANR-14-CE03-0016) whose objective is to develop an experimental system for forecasting marine and river floods of cyclonic origin on Réunion Island. Deployed in 2 pilot municipalities, the results showed the relevance of the approach, the interest of elected representatives and managers, the utility for local authorities to have graduated intervention plans (PIG), and the need to test them.

**Keywords:** crisis management / floods / municipal protection plan / exercices / simulation

## 1 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 de crise (dispositif ORSEC – organisation de la réponse de sécurité civile) appliqué aux événements cycloniques existe depuis de nombreuses années. Le risque cyclonique (système dépressionnaire tropical au sein duquel

---

<sup>\*</sup>Correspondance : [sophie.sauvagnargues@mines-ales.fr](mailto:sophie.sauvagnargues@mines-ales.fr)

Diagnostic du PCS				
Diagnostic des aléas				
	Oui	En partie	Non	Observations
Recensement des aléas existants sur la commune	X			
Des scénarios d'évènements ont-ils été élaborés à partir des aléas?			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	

Fig. 1. Extrait de la grille de lecture du PCS. Tirée de Wassner *et al.* (2016).

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 événements 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 du ruissellement, des inondations marines et fluviales, des mouvements de terrain. Ils contraignent alors les gestionnaires de crise à s'adapter en conséquence. Caractérisé comme des événements météorologiques dangereux (EMD), ils présentent un certain nombre de similitudes avec les épisodes pluvio-orageux intenses que les régions méditerranéennes connaissent en automne. Dans les procédures de vigilance EMD, des différences existent par rapport aux niveaux de vigilance et d'alerte cyclone.

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). En effet, dans le cadre des vigilances EMD, les équipes communales en charge de la sauvegarde des administrés doivent s'adapter, avec le phénomène en cours, une vie locale et économique qui continue, des établissements scolaires dont la responsabilité de la fermeture est laissée aux maires, *a contrario* des alertes cycloniques (orange et rouge) qui permettent sous l'autorité de préfet de contraindre fortement (orange) voir stopper (rouge) la vie économique.

Les documents communaux de gestion de crise doivent donc 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 (PIG). C'est dans le cadre du projet ANR SPICy 2014–2017 (système de prévision des inondations côtières et fluviales en contexte cyclonique, ANR-14-CE03-0016), dont l'objectif était de développer un système de prévision expérimental des inondations marines et fluviales d'origine cyclonique sur l'île de La Réunion, que cet appui méthodologique aux communes a été développé.

Ce dernier comprend 2 étapes : (1) l'analyse des PCS selon trois grilles de lecture et (2) la mise en œuvre des PIG. Ces 2 étapes sont successivement détaillées dans cet article, avant de présenter les 2 exercices de gestion de crise réalisés en 2016 et 2017 qui ont permis de tester la méthodologie et les résultats associés sur 2 communes pilotes réunionnaises Saint-Paul et Sainte Suzanne.

## 2 Méthodologie d'appui aux communes

La méthodologie d'appui aux communes pour la gestion de crise se structure en plusieurs étapes : une analyse détaillée des retours d'expériences des événements survenus, une analyse des plans communaux de sauvegarde (PCS) selon trois grilles d'analyse (présentée ci-après), la rédaction de recommandations aux communes pour garantir l'opérationnalité des PCS, l'accompagnement pour la construction des plans d'interventions gradués (PIG) dans chaque commune pilote (également présentée ci-après).

### 2.1 L'analyse des plans communaux de sauvegarde

Le PCS est un outil 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. Il est l'instrument privilégié de la commune pour s'organiser en situation de crise et optimiser sa réponse opérationnelle (Sauvagnargues et Ayrat, 2015). Dans le cadre de ces travaux, l'analyse des plans communaux de sauvegarde a été réalisée selon trois grilles de lecture distinctes (Wassner *et al.*, 2016 ; Sauvagnargues *et al.*, 2017).

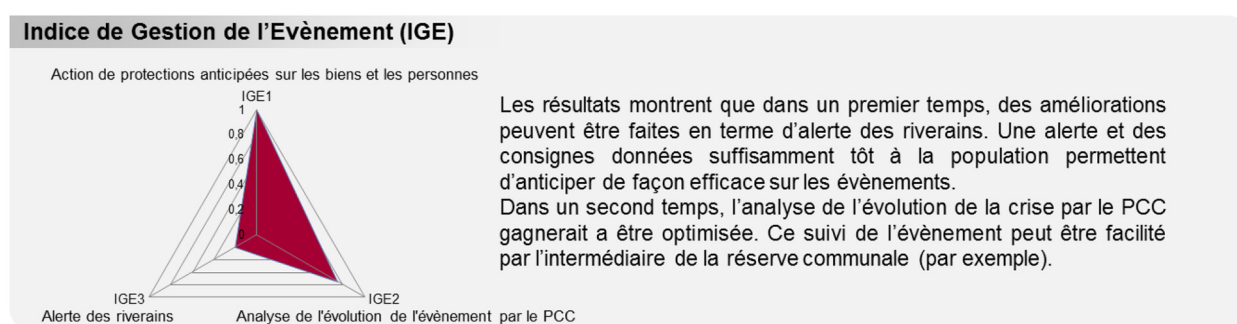
#### 2.1.1 Diagnostic du PCS

Les PCS des 2 communes pilotes ont été analysés au travers d'une grille de lecture (Fig. 1) construite à partir d'un document de référence (DDSC, 2005).

Le document de référence utilisé pour analyser les PCS reprend ainsi les caractéristiques suivantes : identification des risques sur la commune, 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), recensement des moyens susceptibles d'être mobilisés (humain

**Tableau 1.** L'indice de gestion de l'évènement (IGE). Cet indice se compose de 3 indicateurs notés de 0 à 1 qui (à partir des poids présentés dans la colonne de droite) permettent de définir l'IGE.

	Composition de chaque indice Indice de gestion de l'évènement (IGE)	Poids
IGE 1	Action de protections anticipées pour les biens et les personnes	0,4
IGE 2	Analyse de l'évolution de l'évènement par le PCC	0,3
IGE 3	Alerte des riverains	0,3



**Fig. 2.** Extrait relatif au document didactique. Ici relatif à l'IGE.

et matériels), annexes (annuaire de crise, fiches actions, plans/cartographie, modèles de documents, exercices).

L'analyse de cette première étape va permettre de dégager de premières recommandations pour compléter le PCS de la collectivité locale.

### 2.1.2 Évaluation de la « capacité à faire face »

La méthodologie d'évaluation de « la capacité à faire face » a été mise en place à partir des documents de référence tels que le *Guide pratique d'élaboration 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 (Ayrat *et al.*, 2015) et la thèse de Daupras (2015) qui développe ce type d'approche pour le système de vigilance de crues du bassin Adour-Garonne.

Cette méthodologie se base sur 4 indices qui permettent de décrire et de synthétiser la gestion du risque cyclonique et épisodes météorologiques dangereux par les communes de Saint-Paul et Sainte-Suzanne : indice d'évaluation du risque (IER), indice de prévention du risque (IPR), indice de préparation à la crise (IPC), indice de gestion de l'évènement (IGE).

Ces indices agrègent des données qualitatives (entretiens, analyse de PCS), et des données quantitatives (nombre de personnes en zone inondable, nombre de centres de secours...) sous la forme de plusieurs indicateurs. Le [tableau 1](#) présente les indicateurs qui composent l'IGE.

Pour la commune, la restitution est réalisée sous la forme d'un document didactique qui présente pour chaque indice un radar intégrant les notes des différents indicateurs. La [figure 2](#) présente le radar de l'IGE et le commentaire associé.

Même si cette méthodologie comporte des limites, notamment au niveau de la qualité des informations recueillies et de la mise en œuvre de l'étape de pondération, elle permet d'avoir un regard objectif sur le dispositif de gestion de crise

communale et de proposer des axes d'amélioration qu'il est, grâce aux scores obtenus, possible de prioriser.

### 2.1.3 Optimisation de l'organisation communale

La gestion de crise étant un phénomène dynamique, il apparaît nécessaire de pouvoir identifier une méthodologie adaptée afin d'évaluer également cet aspect et d'être donc en mesure de déterminer les défaillances potentielles de l'organisation communale.

Parmi toutes les méthodes d'évaluations systémiques des dysfonctionnements de systèmes, traditionnellement utilisées dans le domaine des risques industriels, c'est la méthode organisée systémique d'analyse des risques (MOSAR) qui a été retenue (Périlhon, 2003). En effet, la méthode MOSAR est une méthode d'analyse préliminaire des risques qui présente l'intérêt de permettre l'identification des 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) dont l'objectif est d'appréhender les « dysfonctionnements susceptibles de provoquer des effets non souhaités sur l'individu, la population, l'écosystème et l'installation » (Lesbats *et al.*, 1999).

Il s'agit donc 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). Pour ce faire et après une phase bibliographique, sept sous-systèmes ont pu être retenus pour caractériser un PCS et ainsi garantir la sauvegarde de la population (Girard, 2014) : la réception de l'alerte, la mobilisation du personnel, l'alerte de la population, l'évacuation de la population, l'information de la population, l'hébergement et le ravitaillement, et enfin la sécurisation des zones sinistrées.

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



**Fig. 3.** Arbre de défaillance du sous-système réception de l'alerte. Avec 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).

dysfonctionnements. Un exemple est donné pour une défaillance du sous-système 1 : réception de l'alerte sur la [figure 3](#).

Ces cartographies de défaillances doivent permettre aux communes d'identifier les forces et faiblesses de leur organisation. À noter qu'un outil a été développé pour faciliter la construction de ces arbres au travers de questionnaires que peuvent remplir les praticiens ou élus locaux.

En complément de cette analyse des documents communaux de gestion de crise, des outils spécifiques favorisant l'organisation de la réponse de la commune ont été proposés.

## 2.2 Les plans d'intervention gradués

L'analyse des PCS des 2 communes a rapidement montré la nécessité pour les membres de la cellule de crise communale de comprendre les phénomènes en cours, de pouvoir les suivre, de les caractériser et de planifier les réponses opérationnelles à apporter. Dans ce cadre, les plans d'intervention gradués (PIG) sont l'outil idéal et les méthodologies existantes ([Ayrat et al., 2015](#)) ont été adaptées au contexte réunionnais, et spécifiquement établies sur la problématique de submersion littorale.

Les PIG sont des documents (essentiellement) cartographiques permettant de structurer en différents niveaux de gravité la réponse opérationnelle d'une organisation de crise communale, face aux différents risques présents sur le territoire. Pour être opérationnel, ce support cartographique se base sur une double approche combinant : (1) l'expérience capitalisée au sein de chaque territoire étudié en terme d'impact des aléas (pratiques, retours d'expérience, archives...); (2) la représentation de l'enveloppe des zones potentiellement impactées, structurée en niveaux de gravité, basée sur l'utilisation des connaissances existantes.

Les critères de transition entre les différents niveaux ont été déterminés avec les utilisateurs finaux, ainsi que la source des informations (lecture visuelle sur le terrain, site internet de la CVH-équivalent Vigicrue, dispositif de surveillance visuel à distance...), permettant la structuration en niveaux de gravités par type de phénomènes (en tenant compte des concomitances éventuelles).

Enfin, l'expression et la formalisation des actions adaptées et proportionnées entreprises par l'organisation communale, pour la sauvegarde, pour l'information des populations, pour anticiper sur l'évolution de la situation (dégradation ou amélioration) ont été établies. Un exemple est donné sur la [figure 4](#).

Ces PIG et la méthodologie combinent donc la connaissance des acteurs locaux avec l'état des connaissances sur les phénomènes qui impactent la commune, ici réalisé suite au programme de recherche SPICy. La réalisation de ces PIG en aller-retour entre l'équipe communale et le consortium du projet a pu être testée lors des 2 exercices de gestion de crise réalisés sur les communes pilotes.

## 3 Conception et réalisation d'exercices de crise

La méthodologie présentée ci-après est celle qui a été élaborée et mise en œuvre pour les deux exercices réalisés en 2017 à Saint-Paul et Sainte-Suzanne.

### 3.1 Méthodologie d'élaboration d'exercice de crise

Pour élaborer les exercices de crise, une méthodologie structurée en quatre étapes a été employée. L'ensemble de ces étapes s'inscrit dans la volonté de préparer un exercice qui permette aux apprenants d'acquérir ou de consolider des compétences, des connaissances et des savoir-être.

La première étape concerne l'identification des objectifs de la formation. Il s'agit d'identifier les besoins des apprenants et plus largement de l'organisation de crise dans laquelle ils évoluent ([Lapierre et al., 2016](#)) par une analyse de l'organisation communale ([Wassner et al., 2016](#)) et le recueil des besoins formulés par les communes. Ces besoins identifiés, ils ont été retranscrits en objectifs pédagogiques. La deuxième étape concerne la définition des paramètres généraux d'exercice ([Fréalte, 2018](#)). Pour s'adapter précisément et rigoureusement aux besoins des apprenants, les paramètres suivants ont été ajustés au mieux : durée de scénario, contexte scénaristique, cinétique et intensité du phénomène simulé. La troisième étape concerne la caractérisation des événements perturbateurs. Il s'agit d'établir la nature de ces événements, leur durée et ce qu'ils impliquent *a priori* pour les apprenants. La quatrième étape porte sur l'élaboration des messages scénaristiques. Pour ce faire, comme le recommande Renger, plusieurs types de messages sont produits pour chaque événement perturbateur : un message d'injection initiale ( $m_i$ ), un message de rappel ( $m_{ra}$ ) et un message de réorientation ( $m_{re}$ ) si nécessaire ([Renger et al., 2009](#)). Un quatrième type de message est rédigé pour contrôler la prise en compte de l'évènement perturbateur et noter la réponse proposée par les apprenants.



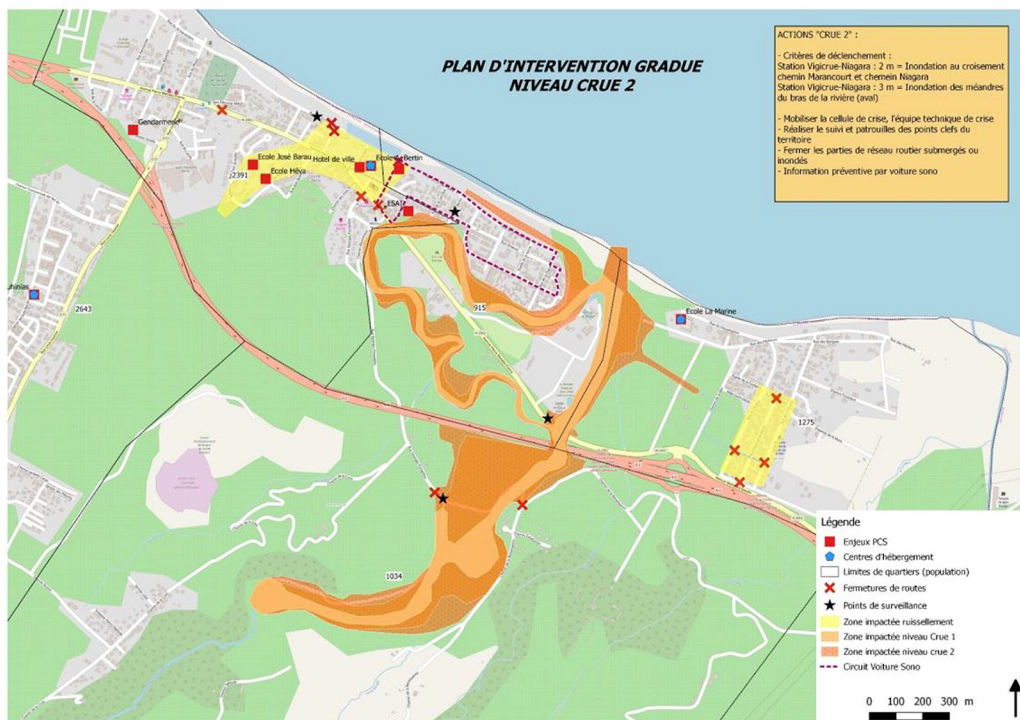
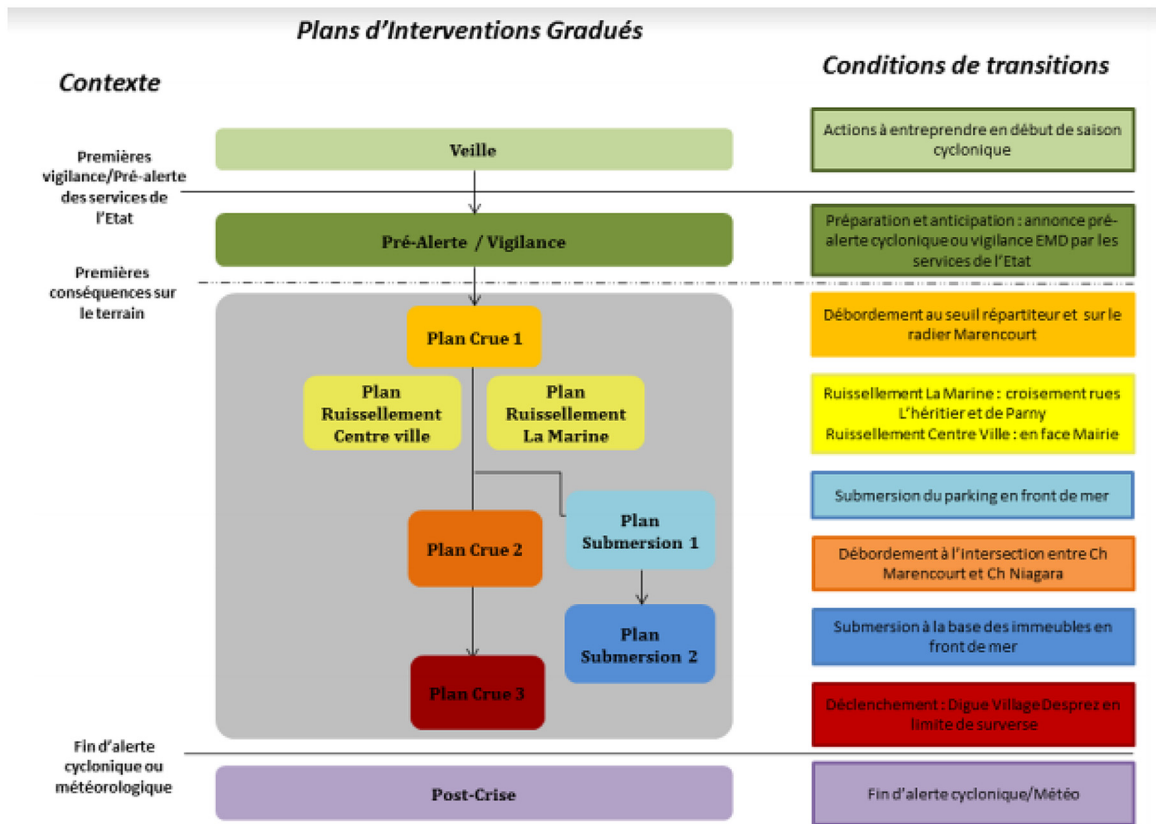


Fig. 4. Extrait du PIG de la commune de Sainte-Suzanne. Avec en haut la structure du PIG et en bas un exemple de carte d'actions opérationnelles associée au niveau de crue 2.



Fig. 5. Étapes à suivre pour l'élaboration d'un exercice de crise.

L'ensemble des étapes suivies pour élaborer un exercice de crise est schématisé dans la figure 5.

Le scénario est exécuté par une équipe d'animateurs comme pour la majorité des simulations de crise (Boin *et al.*, 2004 ; Dautun, 2007 ; Gregori *et al.*, 2009 ; Verdel *et al.*, 2010 ; Tena-Chollet, 2012 ; November et Créton-Cazanave, 2017 ; Teclerian *et al.* in Stern, 2014). Il s'agit de calibrer l'ensemble des messages scénaristiques pour qu'ils puissent être diffusés de façon efficace pendant la simulation. Pour cela, un travail est mené sur la répartition des messages dans le temps et sur la distribution des rôles (Fréalle *et al.*, 2017). Il s'agit de s'assurer que l'ensemble des messages pourra être diffusé et que les animateurs ont une charge de travail équivalente. De plus, la distribution des rôles doit être envisagée pour être cohérente avec l'expérience personnelle et professionnelle des animateurs.

Étant donné l'importance de la crédibilité du scénario (Boin *et al.*, 2004 ; Szilas, 2007 ; Dautun *et al.*, 2011 ; Walker *et al.*, 2011), il est nécessaire de permettre aux animateurs d'avoir les informations suffisantes pour être crédibles dans les différents rôles qu'ils doivent simuler (Fréalle, 2018). Pour cela, des fiches animations sont élaborées pour chaque rôle à simuler. Dans chaque fiche, l'animateur doit pouvoir retrouver des informations générales sur son rôle (nom et prénom, lieu où il se trouve, effectifs qui sont avec lui et moyens qu'il a à sa disposition) mais également des informations relatives aux actions communales susceptibles d'être mises en œuvre par la cellule de crise communale (alerte, confinement, évacuation, transport des évacués, hébergement d'urgence, mise en sécurité, reconnaissance, post-crise) et des informations relatives aux événements perturbateurs qui concernent ce rôle. De plus, pour faciliter la communication entre les animateurs pendant la simulation, un support de partage de l'information est préparé grâce à deux dispositifs : des formulaires de saisie de l'information et une carte collaborative.

Il est également indispensable de préparer le dispositif d'observation car il participe à l'évaluation des apprenants et alimente l'étape du débriefing. Des grilles d'observation sont donc mises en œuvre selon la méthode EVADE (Lapierre *et al.*, 2016) pour des observateurs situés dans les mêmes locaux que les apprenants et pour les animateurs.

### 3.2 Mise en application de la méthode

La méthodologie d'élaboration d'exercice est appliquée successivement pour les communes de Saint-Paul et Sainte-Suzanne (Ayrat *et al.*, 2018). Le même phénomène cyclonique est simulé sur les deux communes (Lecacheux *et al.*, 2016), mais les éléments scénaristiques sont adaptés à chacune des

deux communes. L'exercice mené à Saint-Paul est choisi ici pour illustrer la mise en œuvre de la méthode. La première étape permet d'identifier les objectifs pédagogiques suivants : caractériser les enjeux menacés et impactés, gérer les actions de préservation des enjeux menacés et impactés, suivre les actions engagées, traiter avec les médias, transmettre des consignes à la population, réaliser des communiqués de presse, se coordonner avec les équipes terrain, réaliser des bilans de situation avec l'autorité préfectorale.

Le tableau 2 synthétise l'ensemble des paramètres retenus à l'issue de la seconde étape.

Pour la troisième étape, la caractérisation des événements perturbateurs, une réunion de plusieurs formateurs est organisée pour déterminer les événements perturbateurs les plus adéquats. Une frise chronologique de ces événements peut alors être établie (Fig. 6).

Le scénario et les outils d'animation et d'observation sont alors préparés selon les travaux de Fréalle (2018) et Lapierre *et al.* (2016).

### 3.3 Discussion de l'apport de l'exercice pour l'organisation communale de gestion de crise

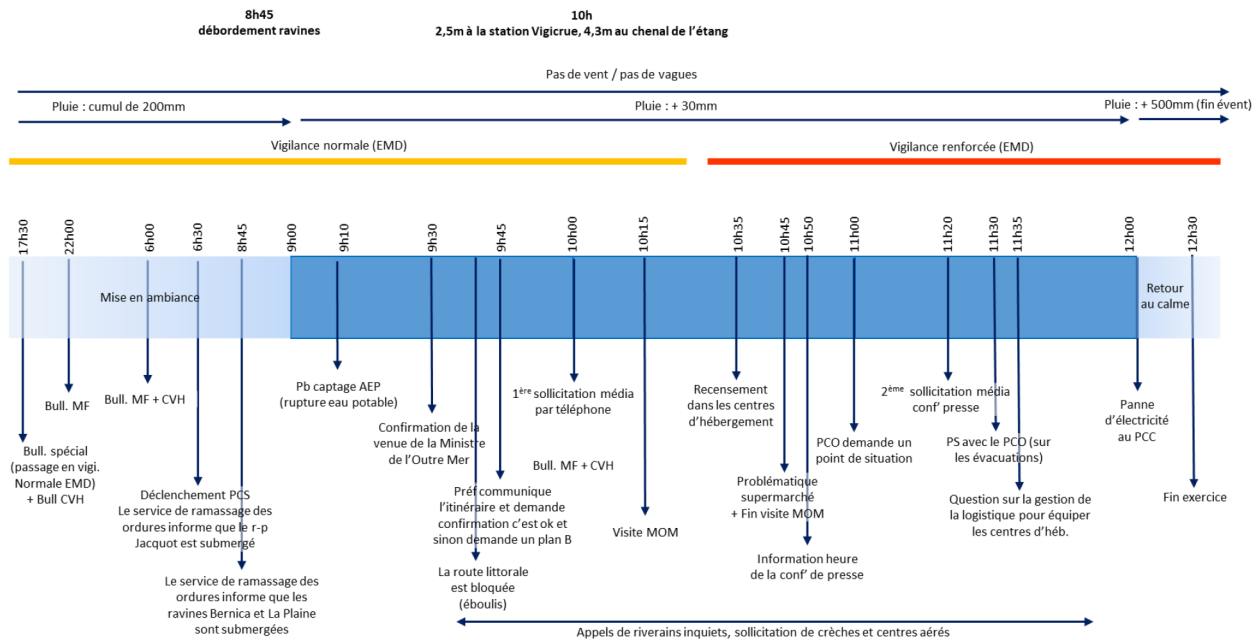
Pendant les exercices, un grand nombre d'éléments de la gestion de crise ont été abordés. Pour que le débriefing soit plus profitable et performant, une sélection de thèmes a été faite. Ainsi, seuls les thèmes d'hébergement d'urgence, la pose du batardeau et l'utilisation des outils développés dans le cadre du projet ANR SPICy ont été retenus. Pendant ce débriefing, les membres des cellules de crise communales ont évalué les scénarios de crise comme étant crédibles. Ils ont également affirmé avoir appris grâce à la situation de crise simulée. Ils ont également affirmé que le scénario les avait mis en difficultés. Le débriefing à chaud leur a permis de prendre du recul sur leur organisation et de mettre en exergue les différents points à améliorer. Par exemple, pour la commune de Saint-Paul, des difficultés non identifiées auparavant ont été constatées comme la saturation de la capacité des centres d'hébergement d'urgence ou la dépendance d'un tiers dans l'installation d'une barrière structurelle pour faire face aux inondations. D'autres difficultés liées à la sémantique à utiliser ont été notées ; par exemple l'expression « armer un centre d'hébergement » signifiait l'ouvrir pour certains alors que pour d'autres cela signifiait l'équiper. Enfin, l'exercice a permis aux membres de la cellule de crise de trouver des solutions immédiates à des difficultés liées à l'organisation spatiale de la cellule de crise.

Il est intéressant de noter que l'ensemble de la mise en application de la méthode a nécessité la mobilisation de quatre personnes pendant un mois. Étant donné l'aspect « sur mesure » des deux exercices, il semble indispensable de mettre en œuvre la méthode en suivant scrupuleusement chaque étape afin d'être le plus efficace possible.

Les exercices mis en œuvre dans les communes de Saint-Paul et Sainte-Suzanne permettent de rendre compte des points forts et des axes d'amélioration de la méthodologie mise en œuvre. Le scénario et les outils d'animation mis à disposition des animateurs semblent satisfaisants pour l'obtention d'un scénario crédible, pédagogique et interactif. De plus, le lien de communication entre animateurs et observateurs semble indispensable pour pouvoir ajuster le scénario de façon dynamique pendant la simulation. Il semble toutefois

**Tableau 2.** Paramètres expérimentaux de l'exercice mené à Saint-Paul.

Cadre expérimental	Lieu	Hôtel de ville
	Nombre d'apprenants	14
Scénario	Observation	3 observateurs
	Briefing	Oui
	Débriefing	Oui
	Phénomène(s) simulé(s)	Cyclone
Animation	Territoire	Inondation/submersion marine
	Durée	Saint-Paul (974)
	Nombre d'animateurs	3 h
	Type de distribution des rôles	11
	Référentiel utilisés pour les fiches animations	Thématique et chronologique « action », « évènementiel » et « action et évènementiel »



**Fig. 6.** Frise chronologique des événements perturbateurs implémentés dans le scénario de crise.

nécessaire de mieux déterminer les informations qui doivent apparaître sur la carte collaborative et de mieux structurer l'analyse des grilles d'observation pour faciliter l'évaluation des apprenants.

## 4 Conclusions

La gestion de crise à l'échelle communale est un enjeu fort car les équipes communales sont les premiers maillons de la chaîne de réponse à une situation de crise. Dès lors, il est indispensable d'apporter un appui aux communes dans leur organisation de gestion de crise. Pour ce faire, une analyse des plans communaux de sauvegarde *via* le diagnostic du document PCS, l'évaluation de la « capacité à faire face » et une démarche d'optimisation de l'organisation communale est proposée. Cela permet de rendre compte des diverses défaillances potentielles de l'organisation communale. Pour améliorer la planification de la réponse communale, il apparaît que les plans d'intervention gradués sont un outil adapté. Une méthodologie d'élaboration de ces cartes a donc été déployée et appliquée sur deux communes

pilotes. Afin de tester ces outils et l'organisation communale, des exercices simulant un phénomène cyclonique ont ensuite été réalisés. Une méthodologie prenant en compte les étapes de scénarisation, de gestion du scénario, d'observation et d'évaluation a été développée afin d'assurer la portée pédagogique des exercices. La mise en application de la méthode est ici présentée pour l'exercice réalisé à Saint-Paul. Les résultats sont satisfaisants car les membres de la cellule de crise communale rendent compte d'une analyse fine de leur organisation et de leurs outils (PCS, PIG). Cette auto-évaluation permet une appropriation forte des conclusions de l'exercice et facilite la mise en œuvre de solutions pour pallier les difficultés mises en exergue pendant les exercices.

Dès lors, il est indispensable que la démarche d'appui aux communes dans la mise en œuvre d'une organisation de gestion de crise soit holistique afin d'obtenir une analyse précise des défaillances potentielles, mettre en œuvre les outils adaptés et tester ces outils et leur assimilation par la cellule de crise communale en conditions réelles. Il paraît important qu'une telle démarche soit déployée sur d'autres territoires vulnérables et



dont l'organisation de gestion de crise peut faire l'objet de défaillances.

*Remerciements.* SPICy (Système de Prédiction 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-École des mines d'Alès. Il est cofinancé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et les partenaires du projet. Les auteurs tiennent également à remercier les communes de Saint-Paul et de Sainte-Suzanne.

## Références

- Ayral P-A, Ferry G, Garcia S, *et al.* 2015. Élaboration du plan communal de sauvegarde multirisques de la ville d'Alès : retours d'expérience. In: Leone F, Vinet F, dir. Plans communaux de sauvegarde et outils de gestion de crise. Montpellier : Presses Universitaires de la Méditerranée, 14 p.
- Ayral P-A, Fréalle N, Sauvagnargues S, *et al.* 2018. Exercices de gestion de crise à l'échelle communale en contexte cyclonique – Application aux communes de Saint-Paul et Sainte-Suzanne (La Réunion, France), 14<sup>e</sup> Rencontre annuelle Géorisque, Montpellier, 23 janvier 2018.
- Boin A, Kofman-Bos C, Overdijk W. 2004. Crisis simulations: Exploring tomorrow's vulnerabilities and threats. *Simul Gaming* 35 (3): 378–393. DOI: [10.1177/1046878104266220](https://doi.org/10.1177/1046878104266220).
- 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, 534 p.
- Dautun C. 2007. Contribution à l'étude des crises de grande ampleur : connaissance et aide à la décision pour la Sécurité Civile. PhD Thesis, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.
- Dautun C, Pardini G, Roux-dufort C. 2011. La formation des acteurs publics à la gestion de crise : le cas français, 16 p. 11th Conference on Civil Security, 16–17 February. Disponible sur <https://docplayer.fr/6714647-La-formation-des-acteurs-publics-a-la-gestion-de-crise-le-cas-francais.html>.
- DDSC (Direction de la défense et de la sécurité civile). 2005. Plan communal de sauvegarde : guide pratique d'élaboration. Paris : Ministère de l'Intérieur, 202 p.
- De Choudens, H. 2008. Guide d'évaluation de la démarche plan communal de sauvegarde. Document technique. Grenoble : IRMA, 16 p.
- Fréalle N. 2018. Formation à la gestion de crise à l'échelle communale : méthode d'élaboration et de mise en œuvre de scénarios de crise crédibles, pédagogiques et interactifs. Thèse de doctorat, Université de Lyon.
- Fréalle N, Tena-Chollet F, Sauvagnargues S. 2017. The key role of animation in the execution of crisis management exercises. In: Comes T, Bénaben F, Hanachi C, Lauras M, Montarnal A, eds. Proceedings of the 14th International Conference on Information Systems for Crisis Response And Management (ISCRAM). Albi, France, 16 p.
- 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-Étienne : École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne, 231 p.
- Gregori N, Brassac C, Sirvaut A. 2009. Appropriation collective d'un dispositif de formation. *Épique'2009* 73–81.
- Holland GJ. 1993. Ready Reckoner – Chapter 9, Global guide to tropical cyclone forecasting, WMO/TC-No. 560, Report No. TCP-31. Geneva: World Meteorological Organization.
- Lapierre D, Tixier J, Tena-Chollet F, Bony-Dandrieux A, Weiss K. 2016. Developing an EVADE (EVALuation and DEbriefing) method to assess trainees during crisis management training for major hazards and feedback them. *Chem Eng Trans* 48: 877–882.
- Lecacheux S, Pedreros R, Paris F, *et al.* 2016. Toward the implementation of a cyclone-induced coastal hydrodynamics and marine inundation forecasting system for Reunion Island. In: International Coastal Symposium 2016 (No. 75).
- Lesbats M, Dos Santos J, Périlhon P. 1999. Contribution à l'élaboration d'une science du danger, aspects méthodologiques. École d'été «Gestion Scientifique du risque». Albi, 11 p.
- November V, Créton-Cazanave L. 2017. La gestion de crise à l'épreuve de l'exercice – EU SEQUANA. Paris : La documentation Française.
- Périlhon P. 2003. MOSAR – Présentation de la Méthode. Paris : Technique de l'Ingénieur, SE4060, 16 p.
- Piatyszek E, Karagiannis GM. 2012. A model-based approach for a systematic risk analysis of local flood emergency operation plans: A first step toward a decision support system. *Nat Hazards* 61(3): 1143–1462.
- Renger R, Wakelee J, Bradshaw J, Hites L. 2009. Steps in writing an effective master scenario events list. *J Emerg Manag* 7(6): 51–60.
- 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, Wassner T, Fréalle N. 2017. Impact des événements météorologiques dangereux sur la gestion de crise des communes : application aux PCS des communes de l'île de la Réunion. *Geo-Eco-Trop* 3: 437–454.
- Stern EK. (ed.). 2014. Designing crisis management training and exercises for strategic leaders. Stockholm: Försvarshögskolan.
- Szilas N. 2007. A computational model of an intelligent narrator for interactive narratives. *Appl Artif Intell* 21(8): 753–801. DOI: [10.1080/08839510701526574](https://doi.org/10.1080/08839510701526574).
- Tena-Chollet F. 2012. Élaboration d'un environnement semi-virtuel de formation à la gestion stratégique de crise, basé sur la simulation multi-agents. Thèse de doctorat, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne.
- Verdel T, Tardy A, Lopez P, Hansen C, Deschanel J. 2010. iCrisis™ : un dispositif original de simulation de gestion de crise. In: 17<sup>e</sup> Congrès de Maîtrise des Risques et de Sécurité de Fonctionnement.
- Walker WE, Giddings J, Armstrong S. 2011. Training and learning for crisis management using a virtual simulation/gaming environment. *Cogn Technol Work* 13(3): 163–173. DOI: [10.1007/s10111-011-0176-5](https://doi.org/10.1007/s10111-011-0176-5).
- 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.