A paraître dans EchoGeo 2020 no 51

Le couple anticipation/décision aux prises avec l'exceptionnel, l'imprévu et l'incertitude

Valérie November[1], Alice Azémar[1], Sophie Lecacheux[2], Thierry Winter[2]

[1] LATTS, UMR CNRS 8134/Ecole des Ponts ParisTech/Université Gustave-Eiffel
[2] BRGM, F-45060 Orléans, France

Résumé

L'anticipation et la prise de décision en situation de crise font l'objet de nombreuses études qui mettent en avant la polysémie de ces notions ainsi que les difficultés régulièrement rencontrés lors de leur mise en œuvre (contexte d'incertitude, format et circulation de l'information, perceptions différentes de la situation entre les acteurs et les échelles géographiques, etc.). A travers deux études de cas situées pendant la crise Irma-José-Maria, l'une observée en CIC, au niveau interministériel, et l'autre vécue par un opérateur de l'Etat, au niveau territorial, cet article illustre ces obstacles et souligne la fragmentation du couple anticipation/décision dans la pratique des différents niveaux ORSEC. Il apparaît en effet que l'absence d'une vision partagée au sein et entre les cellules de crise sur la nature, l'horizon temporel et le cadre méthodologique de la fonction anticipation ont été autant d'entraves à sa mise en œuvre effective pendant la séquence cyclonique. Cette situation trouve notamment son origine dans la co-existence de cultures ministérielles différentes de l'anticipation. Le temps apparaissant comme un élément structurant et critique d'une démarche anticipative adaptative et partagée, les auteurs plaident pour une compréhension du couple anticipation / prise de décision en termes de continuum, assumant la pluralité des cultures et intégrant l'ensemble des temporalités.

Abstract

Anticipation and decision-making in crisis situations are subject of numerous studies that highlight the polysemy of these concepts as well as the difficulties regularly encountered during their implementation (context of uncertainty, format and circulation of information, different perceptions of the situation between actors and geographical scales, etc.). Through two case studies located during the Irma-José-Maria crisis, one observed in the National French Crisis Center and the other experienced by a government operator, at a more regional level, this article illustrates these obstacles and highlights the fragmentation of the anticipation/decision couple in the practice of the different ORSEC levels. It appears that the lack of a shared vision within and between the crisis units on the nature, time horizon and methodological framework of the anticipation function were as many obstacles to its effective implementation during the cyclone sequence. This situation is due in particular to the co-existence of different ministerial cultures of anticipation. As time appears to be a structuring and critical element of an adaptive and shared anticipatory approach, the authors argue for an understanding of the anticipation/decision-making relationship in terms of a continuum, assuming the plurality of cultures and integrating all temporalities.

Mots-clés : Cyclone, Irma-José-Maria, incertitude, résilience, gestion de crise
Key words : Hurricane, Irma-Jose-Maria, uncertainty, resilience, crisis management

1. Introduction

En septembre 2017, l'ouragan Irma a battu le record d'intensité enregistrée aux Petites Antilles en étant le premier ouragan de catégorie 5 à atterrir sur ce secteur. Il a occasionné quelques submersions limitées sur la façade Nord-Est de la Guadeloupe, exposée aux trains de houle, mais des impacts majeurs sur Saint-Martin et Saint-Barthélemy traversés par l'œil du cyclone le 6 septembre (Météo-France, 2017a). Sur ces îles, les dommages sont de plusieurs natures. Les vents violents (rafales à 244km/h) ont arraché des toitures (dont celle de la préfecture de Saint-Martin) et de la végétation, éventré murs et cloisons, rendu le réseau électrique hors-service, etc. La houle (creux de plus de 12 m) et la surcote (de plus de 3 m) ont par ailleurs engendré une érosion importante ainsi que des submersions marines sur les zones basses du littoral. Les dommages le long du rivage ont été majeurs sur le bâti de première ligne (jusqu'à ruine totale) et les réseaux routiers et d'eau (De La Torre, 2017 ; Azémard et al., 2017). A Saint-Martin, onze personnes ont perdu la vie et 95% du bâti a été endommagé.

Le passage du cyclone José quelques jours plus tard, même s'il n'a pas occasionné de dégât supplémentaire, de par sa petite taille et sa trajectoire plus au nord, n'a pas été neutre pour autant. Les fortes houles et les conditions météorologiques ont bloqué le transport maritime et aérien pendant plusieurs heures, entravant l'acheminement des secours intervenant suite à Irma. Par ailleurs le doute qui a persisté plusieurs jours sur sa trajectoire finale a semé une confusion supplémentaire au sein de la population et des forces de sécurité civile affaiblies.

Le 19 septembre, l'œil du cyclone Maria est passé à quelques kilomètres au sud de l'archipel de la Guadeloupe et *a surpris* par son intensification explosive avec un quasi doublement de l'intensité des vents en 24 heures, induisant des rafales supérieures à 215 km/h sur l'archipel de la Guadeloupe (Météo-France, 2017b). Les houles très énergétiques (creux de 8m au pic) conjuguées à une surcote importante (estimée à 50-70cm au marégraphe de Pointe-à-Pitre) ont engendré des submersions marines sur les rivages de Marie-Galante, des Saintes, du sud de Basse-Terre et à l'intérieur du Petit Cul-de-Sac marin (rade de Pointe-à-Pitre, zone de Moudong, Petit bourg). La laisse de mer, matérialisée par des débris végétaux ou anthropiques et du sable, a atteint entre 70 et 100 m de distance dans les terres sur ces secteurs. Les dommages sur le bâti en zone littorale liés à l'impact direct des vagues et au sous-cavage des fondations ont été considérables. Sur de nombreux sites, des aménagements littoraux tels que les carbets, les bancs et les routes (notamment la route départementale RD6) ont été affouillés et parfois basculés (Legendre et Guillen, 2017) (cf. Fig. 1 et 2).



Fig. 1 : Gauche : Ruine d'une construction en première ligne du littoral suite au passage d'Irma dans la baie de Saint-Jean (Saint-Martin). Droite : Habitation détruite par l'échouage d'un bateau au passage d'Irma à Cul de Sac (Saint-Martin). Source : BRGM



Fig. 2 : Gauche : Endommagement de la route littorale entre Vieux Fort et Basse-Terre (Guadeloupe) suite au passage de Maria. Droite : Bungalow en ruine à Grand-Bourg (Guadeloupe) suite au passage de Maria. Source : BRGM

Ainsi, malgré les progrès importants réalisés ces dernières années, la prévision cyclonique est toujours empreinte de fortes incertitudes, en particulier sur l'intensité qui relève de processus de très petite échelle (De Maria, 2014). Les trajectoires des cyclones IRMA, JOSE et MARIA ont été correctement prédites, permettant d'anticiper les secteurs les plus exposés aux conditions météo-marines intenses plusieurs jours à l'avance. Mais au-delà de la prévision cyclonique et des niveaux de vigilance, l'expérience de la séquence cyclonique de septembre 2017 soulève la problématique de l'anticipation des dommages à terre, c'est-à-dire de l'interprétation des prévisions météo-marines en termes d'impacts sur le territoire (notamment les submersions) et sur les enjeux humains et matériels. Fort des informations transmises par Météo-France à l'arrivée du cyclone Irma, en anticipation d'une ampleur sans précédents des événements, la cellule interministérielle de crise du gouvernement a été activée de même que les cellules de crise des niveaux zonaux et préfectoraux (Martinique, Guadeloupe et Saint-Martin). Il s'agit, au niveau gouvernemental, de préparer une réponse la plus adaptée possible en fonction d'informations placées sous le sceau de l'incertitude non seulement sur les prévisions météo-marines, mais également concernant les dimensions socio-économique des territoires potentiellement impactés et les effets cascades qui en résulteront (insularité, réseaux vitaux impactés, vulnérabilités des populations, contexte assurantiel, etc.).

La préparation et l'anticipation face aux événements sont en effet devenus des actions incontournables dans le monde des catastrophes « naturelles » (Revet, 2019) et d'une perspective « all hazards » (Lakoff, 2007) contribuant à la construction de nombreux dispositifs sociotechniques (réseaux d'alerte, plans de prévention, infrastructures critiques, etc.) et de très fortes exigences de réactivité tant au niveau technique que politique (cf. les travaux de Rosa, 2013, sur l'accélération).

Aussi cet article propose une réflexion interdisciplinaire sur les difficultés rencontrées lorsqu'il s'agit d'anticiper des situations de crise (ici cyclonique) et prendre des décisions qui soient les plus adéquates possibles. Après un état de la littérature soulignant la polysémie de la notion d'anticipation et de prise de décision, nous proposons une démarche complémentaire, issu de deux études de cas pendant la séquence cyclonique de 2017 se situant aux extrémités géographiques du couple anticipation/ décision : la première est une description de ce couple au niveau interministériel, lors de l'activation de la CIC observée dans le cadre d'une recherche menée pour le compte du Secrétariat général de la défense et de sécurité nationale sur l'organisation gouvernementale des crises majeures (November et Azémar, 2018) ; la seconde est issue de l'expérience d'un opérateur d'Etat, en l'occurrence le BRGM, spécialisé dans les problématiques de risques littoraux et submersion marine (Lecacheux et al., 2018 ; Leroy et al., 2015) et dont l'une des missions pendant ces évènements a été d'anticiper les secteurs submergés en fonction des prévisions météo-marines afin de faciliter la prise de décision aux échelles territoriales.

Ces deux études de cas permettent alors de discuter les différentes formes d'anticipation et de repenser pragmatiquement le couple anticipation/décision. Et si cette crise cyclonique était un « évènement monstre » au sens de Nora (1972) : « *il témoigne moins pour ce qu'il traduit que pour ce qu'il révèle, moins pour ce qu'il est que pour ce qu'il déclenche* », ou, encore ce qu'on peut appeler un « focusing

event » selon les termes de Birkland (1998) ? Car en effet, ce n'est ni plus ni moins que la question de la fragmentation du couple anticipation/décision dans les pratiques actuelles des acteurs, qu'ils soient en cellule interministérielle ou vécue par des opérateurs d'Etat en relation avec les échelles territoriales, qui est posée dans cet article au regard des évènements de septembre 2017, plaidant implicitement pour l'intégration de la décision dans un continuum d'anticipation(s).

2. Anticiper : un processus complexe

S'il semble aisé de définir, d'une façon générique, ce que « anticiper » signifie (« prendre de l'avance sur une situation future » ou plus simplement « prévoir, devancer » une situation ou quelque chose), la difficulté majeure consiste à s'entendre sur les modalités de *construction* d'une action anticipée. Comment garantir son efficacité ? A quelles conditions pourrait-elle conduire à des prises de décisions pertinentes, éthiques et dotées d'impacts positifs sur le terrain ? La construction de l'anticipation rencontre en effet une série d'obstacles.

Premièrement, lors d'une crise majeure, l'anticipation et la prise de décision sous incertitudes liées aux prévisions météorologiques mais aussi aux dimensions socio-économiques du territoire composent forcément avec une perception partielle de la situation en cours (Reghezza, 2019). Cette perception est construite à partir d'informations hétérogènes et incomplètes dans un volume de temps et d'espace évolutif, de leur compréhension et interprétation, puis dans leur projection dans un avenir plus ou moins proche (Endsley, 1995). Par exemple, le phénomène de submersion marine n'est pas représenté dans les modèles de prévision opérationnels actuels principalement pour des problématiques d'échelle, de temps de calcul et de disponibilité des données topo-bathymétriques précises. Si les études de prévention permettent de cibler les secteurs les plus vulnérables, leur utilité reste limitée en matière de gestion de crise car de faibles variations sur les caractéristiques prévues du cyclone en approche (trajectoire, intensité, taille) peuvent induire des conséquences à terre très différentes (Rohmer et al., 2016). L'interprétation et l'intuition gardent donc une place importante dans le processus d'anticipation. La prise de décision, quant à elle, fait appel à des mécanismes complexes et dynamiques souvent amplifiés par une chaine de commandement structurée en plusieurs niveaux (Dautun et Roux-Dufort, 2017). Cette relation duale « perception-décision » structure la « Common Operational Picture » (COP), décrivant la situation à l'instant « t » dont Wybo et Latiers (2006) soulignent qu'elle est difficile à construire même au sein d'une même cellule de crise. Si la perception reste subjective et ancrée dans l'expérience de chacun des acteurs, la COP devrait être une vision partagée « ici et maintenant » de la situation en cours (Danielsson et al., 2014 ; Wybo, 2012). Ainsi, pour une situation donnée, des décisions et actions notablement contrastées peuvent être engagées du fait d'une part de la variabilité dans l'expérience et la compréhension des objectifs de la réponse opérationnelle (d'autant plus vrai dans une crise complexe protéiforme), et d'autre part dans des remontées de terrain non partagées. Les interactions entre les composantes « perception de la situation – COP – processus de décision » lors d'évènements réels de faible probabilité et de forte intensité sont rarement investiguées (Donahue et Tuohy, 2006), ou alors au travers d'approches génériques ou théoriques (Heikkilä et al., 2015 ; Rosqvist et al., 2017). Yang et al (2019) distingue 3 approches de planification pour la prise de décisions en matière d'évacuation lors d'ouragans, en fonction de la façon dont elles tiennent compte de l'incertitude. Une planification « robuste » qui tient compte explicitement de l'incertitude et vise un plan qui est souhaitable pour de nombreux scénarios, sinon tous. Compte tenu de la nécessité de surveiller les conditions et de proposer différentes mesures en fonction de l'évolution du cyclone, la planification « adaptative » consiste, quant à elle, à élaborer de multiples plans d'urgence et à définir les circonstances dans lesquelles chacun doit être mis en œuvre. Enfin, la planification « répétée » génère de nouveaux plans au fur et à mesure que de nouvelles informations deviennent disponibles, cependant que les plans initiaux sont faits sans tenir compte de la façon dont les conditions ou l'information pourraient évoluer.

Deuxièmement, dans le domaine des risques et des crises, un élément reconnu comme crucial est la circulation de l'information d'une part et, d'autre part, l'accès à une information pertinente et de qualité. Ces deux facettes sont bien documentées et le constat ne pose aucune difficulté (cf notamment Maisonneuve et al. 1999 ; Combalbert, 2018 ; Combalbert et Delbecque, 2018 ; Coombs et al., 2010).

Cependant, certains aspects demeurent encore obscurs, en particulier celui-ci : il ne suffit pas que l'information soit à disposition pour que ceux à qui elle s'adresse soient informés ; il ne suffit pas qu'elle circule pour qu'elle soit saisie. Autrement dit, il faut tout un travail de reformulation pour qu'une information devienne utilisable (Paton, 2008). Pour faire face aux situations de risques et de crise, l'information – lorsqu'elle circule - doit pouvoir être saisie et traduite par des acteurs très divers (November et Leanza, 2015 ; Baker et Ward, 2002). Or encore trop souvent, le modèle dominant convoqué est celui du destinataire et du récepteur (the *Classical Persuasion Model* de Hovland, Janis and Kelley 1953, et le modèle de Shannon and Weaver 1949), bien qu'il ait été largement critiqué et affiné depuis par de nombreux chercheurs (Perry et al., 2001). En effet, les pratiques révèlent des situations de circulation de l'information plus complexes, moins linéaires et bien plus hétérogènes. Des pratiques où l'information, pourtant en quantité, ne parvient pas à ses destinataires et d'autres cas où l'information est trouvée, utilisée et permet de réduire les situations à risques (Rizza et al., 2017). Autrement dit, il s'agit de pouvoir identifier l'information utile (d'Ercole 2012), afin d'être en mesure d'anticiper.

Troisièmement, la gestion des catastrophes s'inscrit dans un continuum préparation -planification - gestion des urgences - sortie de crise (Lakoff, 2007) sans oublier la reconstruction, qui elle-même doit être anticipée (Moatty et Vinet, 2016). Chaque élément de cette chaîne requiert une (des) anticipation(s) permettant d'établir des stratégies d'actions et d'affectation des ressources (i.e. Xiang and Zhuang, 2014) ne devant pas hypothéquer l'avenir et, en particulier, les conditions de relèvement des territoires impactés (Neisser et Runkel, 2017). Ces stratégies n'ont pas que des conséquences techniques, mais également profondément politiques : anticiper – et par là, problématiser le futur - signifie se poser des questions éthiques sur quelles actions prioriser, quelle population sauver en priorité, quelles infrastructures sécuriser (Anderson, 2010). Cela signifie aussi, en creux, laisser certains besoins en attente, décaler les secours et privilégier certains territoires par rapport à d'autres (Pigeon, 2012 ; Robert, 2013).

Quatrièmement, prévenir tous les incidents et les ruptures lors d'une crise de grande ampleur est impossible (Nja, 1997). Dans ce cas, l'anticipation s'entend dans son acception de prédiction et de prévention des aléas avant qu'ils ne s'expriment sur lesquelles se fonde la planification des secours (Kruke & Olsen, 2005). Ainsi, lors de catastrophes particulièrement complexes et dynamiques, ce type de planification a révélé son manque de flexibilité rendant aléatoire toute improvisation et adaptation (Lagadec, 2008). Medd et Marvin (2005) soulignent que la planification doit être elle-même résiliente. Des travaux récents mettent l'accent sur la nécessité d'anticiper l'incertitude et l'inattendu (Reghezza, 2019 ; Arnoldi, 2009; Aven et Renn, 2010). Cette démarche procède de 2 processus parallèles : la mise en œuvre de mesures planifiées et l'adaptation à la crise (Kruke, 2015). La préparation ne doit ainsi plus être limitée à la capacité à répondre à un évènement mais se doit d'anticiper les différentes possibilités de gérer cet évènement avec une perspective de résilience (Hémond et Robert, 2012 ; Medd et Marvin, 2005) et particulièrement dans les phases de post-urgence.

3. L'anticipation à l'épreuve de la gestion de crise

3.1. Anticiper et décider au niveau interministériel

Dans le cadre de la recherche sur l'organisation du dispositif gouvernemental de crise majeure (November et Azémar 2018), nous avons pu observer le fonctionnement de la cellule interministérielle de crise (CIC), à la fois à l'occasion d'exercices majeurs mais aussi en situation réelle lors de la crise Irma-José-Maria de septembre 2017. Ces observations *in situ* ont été enrichies de plus d'une trentaine d'entretiens avec des acteurs qui siègent régulièrement en CIC (personnels du ministère de l'intérieur, et plus particulièrement de la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, Hauts fonctionnaires de défense et de sécurité des ministères, personnels du secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale etc.). Les informations restituées ci-dessous recoupent donc des données d'observation issues de la crise Irma mais également les pratiques mises en récit par les acteurs, à partir de leurs expériences de crises antérieures et d'exercices majeurs.

Pour rappel, dans le dispositif gouvernemental de gestion de crise majeure, la place de l'anticipation en CIC est entérinée par la Circulaire du 2 janvier 2012, qui la décrit de la façon suivante : « Au fur et à mesure de l'évolution de la situation, l'attention est portée sur des horizons temporels de plus en plus éloignés, de quelques heures initialement pour aboutir, in fine, à une vision prospective à plusieurs jours, voire à plusieurs semaines. Les effets en cascade de la crise sur d'autres secteurs d'activités que ceux touchés à l'origine y sont analysés ». D'un point de vue pratique et organisationnel, l'anticipation est alors un « sous-ensemble » de la fonction situation. Elle s'est ensuite émancipée par la pratique des exercice et l'expérience des crises (notamment au moment des attentats de 2015) pour devenir une fonction à part entière, au même titre que les fonctions situation, communication et décision (cf. Fig. 3).

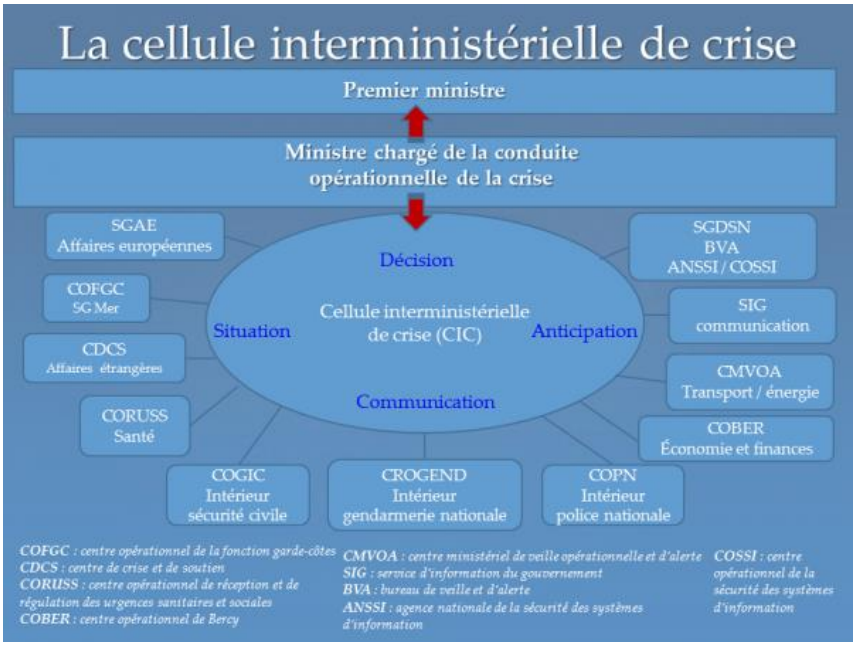


Fig 3: schéma de fonctionnement interne de la cellule interministérielle de crise (source : http://www.sgdsn.gouv.fr/missions/preparer-la-reponse-aux-crises/)

En nous intéressant au rôle de la fonction anticipation, nous avons eu la confirmation de son utilité et de sa nécessité dans le dispositif interministériel de gestion de crise, bien que l'on nous ait souvent rapporté au cours de l'étude un défaut de son exploitation ou un manque de pertinence de ses productions. Un certain nombre de divergences apparaissent sur les causes de cette insuffisance : méthodologie de travail non adaptée à la cellule, sous-utilisation par le niveau politique, difficile coordination avec les différentes échelles géographiques.

Pour certains des acteurs rencontrés et d'après nos observations, l'absence d'une méthodologie claire de travail est due en grande partie au choc de plusieurs cultures ministérielles en CIC. On trouve d'un côté ceux qui sont davantage tourné vers la planification (Ministère chargé de l'Ecologie (MTES) et Ministère de la Santé notamment) et de l'autre, ceux qui sont davantage tournés vers la conduite de la réponse opérationnelle (Ministère de l'Intérieur et Ministère des Armées).
Il faut toutefois noter que ces deux derniers Ministères, bien que focalisé sur la conduite opérationnelle des crises, ont deux conceptions de la notion d'anticipation – et notamment sa dimension temporelle, très différentes. Schématiquement, pour le ministère de l'intérieur, l'anticipation consiste à imaginer ce qui va se produire à court ou moyen terme (quelques heures à quelques jours) dans la crise en cours. Il s'agit alors de concevoir la riposte ou les moyens d'éviter le sur-accident. Pour le Ministère des Armées, il s'agit de penser sur le long terme les effets de la crise au-delà de son cœur, dans le temps - cela peut aller de quelques semaines à quelques mois - et dans l'espace comme par exemple des effets économiques sur un territoire donné. Ce type d'anticipation implique une distanciation nécessaire avec la crise en cours qui n'est pas toujours comprise et appliquée dans le travail de cette cellule. Ces

visions ministérielles, si elles apparaissent opposées ne sont pas antagonistes ou incompatibles : l'idée étant d'anticiper à la fois à moyen et à long terme en CIC. Cela plaiderait donc pour la mise en œuvre d'une méthode d'anticipation nouvelle, autre, qui pourrait être décorrélée des cultures ministérielles classiques tout en y puisant largement son inspiration. Comme résumé par l'un des acteurs interrogés : « *Pour faire de l'anticipation, il faut de la méthode, le bon cerveau, connaître le métier mais ne pas être trop spécialiste, avoir une capacité à réfléchir large et arriver à se positionner sur le plan temporel. L'anticipation doit être sur un autre pas de temps, un autre espace-temps que la gestion de crise* ».

Les archives gouvernementales de gestion de crise attestent pourtant d'une vraie plus-value de la fonction anticipation toutes les fois où elle a été activée, particulièrement lors des attentats de Charlie Hebdo (6 janvier 2015) et ceux du 13 novembre 2015. Lors de la crise Irma, en revanche, elle a cruellement manqué puisque pour la première fois depuis la circulaire du 2 janvier 2012, en CIC, la cellule anticipation n'est pas gréée. En revanche, une nouvelle fonction, baptisée « fonction d'anticipation logistique » est mise en place à l'instigation du ministre de l'intérieur, alors en charge de la gestion de crise. Dès le lendemain, une demande est formulée auprès du ministère de la transition écologique et solidaire (et en particulier à Météo-France) concernant la vigilance à observer sur l'évolution du cyclone José et les renforts mobilisables par la France au profit des pays impactés - donc un appel à anticipation sur les moyens à disposition. La cellule logistique qui a été créée avait donc pour mission d'anticiper les besoins (du point de vue strictement logistique) mais pas au-delà. Or, comme le souligne l'un des participants à la CIC, « par définition ce sont deux fonctions incompatibles. La logistique est toujours en retard, alors que l'anticipation doit justement réfléchir au futur en ne s'occupant plus des questions de logistique ». Des questions relatives à l'anticipation surgissaient en cellule décision, mais elles étaient systématiquement mises à l'écart, faute d'éléments de compréhension et de projection. Par exemple concernant la reconstruction, la remise en état des édifices publics, l'habitat à maintenir, les règles d'urbanisme à mettre en place ... Les apports d'une cellule anticipation pour la cellule de décision sont pourtant connus : il s'agit d'écarter le risque de sur-accident ou d'une vision trop étroite de la crise. Dans le cas d'Irma, la notion de « commande » de la cellule décision à la cellule anticipation n'a pas toujours été très claire. Or, la cellule anticipation ne peut travailler que sur ordre de la cellule décision, qui en définit les missions. On nous a souvent rapporté l'absence de considération ou d'intérêt du délégué de crise pour la fonction anticipation : « *La CIC décision doit orienter l'anticipation. Mais elle le fait peu, car elle fait de la conduite* ».

Cette absence de fonction anticipation a certainement été générée par un effet « outremer » et le défi immense que la logistique a représenté dès le début de la crise, avec une difficulté à articuler les échelles géographiques. Dans les premières heures suivant le passage d'Irma, les gestionnaires de crise de la CIC se sont retrouvés « aveugles », sans possibilité d'établir des communications via les réseaux traditionnels (téléphone, internet etc.) avec les échelons territoriaux. Les seules informations parvenant du terrain transitaient via un téléphone satellitaire de la sous-préfecture, elle-même durement touchée. Le caractère insulaire des territoires touchés, les arrivées inattendues de Maria et José et le risque de sur-crise qu'ils représentaient a contribué à créer un « effet tunnel » sur la question logistique, au détriment du travail d'anticipation. L'absence de communication dès les premières heures de la crise a renforcé un phénomène « d'aspiration » de la gestion de crise par le niveau central au détriment du niveau local qui avait des difficultés à se faire entendre et comprendre. Pourtant, dans un processus parallèle, des autorités nationales et locales (services du Ministère de l'Intérieur et Préfectures) ont de leur côté sollicité l'expertise du BRGM et de la DREAL dès le vendredi 1er septembre sur les effets induits attendus d'Irma[1].

3.2. Anticiper et décider dans la conduite opérationnelle

[1] Le BRGM Guadeloupe a été sollicité par la préfecture 5 jours avant l'arrivée du cyclone. Le Ministère de l'Intérieur a sollicité le centre technique d'Orléans le lundi suivant, soit 2 jours avant le passage sur Saint-Martin.

En effet, dans le cadre de la gestion de crise opérationnelle de la séquence cyclonique Irma – José – Maria, les services de l'Etat, dont le BRGM, ont été fortement mobilisés par les différents niveaux du dispositif ORSEC (Préfectures, Zone de défense, COGIC et CIC) avec 2 demandes récurrentes tout au long de la séquence cyclonique (i) quels sont les risques de submersions marines ? et (ii) quels sont les secteurs à évacuer ? Ces questionnements sont d'autant plus présents à un niveau plus local, où l'anticipation lors d'un cyclone s'entend plus généralement comme la mise en œuvre de mesures de sauvegarde et d'évacuation avant l'arrivée de l'évènement. La simultanéité de ces requêtes intervenant moins de 48h00 avant l'impact de Irma sur les territoires antillais et leur réitération lors des cyclones José et Maria illustrent la prégnance des obstacles à l'anticipation évoqués au point 2.

Dans les 2 jours qui ont précédés l'impact d'Irma sur les Antilles, le BRGM et la DREAL ont donc, à la demande de la Préfecture, consolidé un zonage des secteurs susceptibles d'être submergées à Saint-Martin à partir des informations disponibles de sources et de qualités très hétérogènes (PPR, Atlas de Risque, connaissance historique,…). Etant donné le phénomène majeur attendu, les zones d'aléa fort identifiées dans le PPRL ont été analysées et rehaussées à dire d'expert (à partir des informations topographiques) sur certains secteurs jugés trop restreints. Plutôt conservative, cette 1ère cartographie ne s'appuyait ni sur les caractéristiques et incertitudes du cyclone, ni sur une quelconque modélisation de la submersion, mais sur des documents de prévention adaptés et détournés en outil d'aide à la gestion de crise. Par ailleurs, des modélisations sur la profondeur de l'impact potentiel des houles générées par Irma sur les communes du nord de la Guadeloupe ont été réalisées au pied levé à partir des prévisions marines et fournies aux autorités. Ces modélisations étant réalisées sur des profils pour des raisons de temps de calcul, les résultats n'ont que peu été exploités, car leur portée visuelle et pédagogique était limitée. Par la suite, les mises à jour successives des diagnostiques fournis pendant l'ensemble de la séquence cyclonique sur les trois territoires (Guadeloupe, Martinique, Saint-Martin) ont été réalisés de manière très « macro » en ciblant les communes exposées et en qualifiant l'importance des impacts attendus par expertise au regard de l'évolution des prévisions météo-marines.

La réponse opérationnelle des Préfectures bien que fondée sur un diagnostic « dégradé » des zones exposées, fut robuste et efficace (très peu de perte humaine). Il y a cependant lieu de s'interroger sur les raisons sous-tendant le manque d'anticipation à froid avec l'absence de cartographies dédiées à la gestion de crise qui auraient facilité :

(i) l'élaboration puis la mise en œuvre d'une planification « robuste » et « adaptative » permettant de pondérer les zones exposées et les évacuations nécessaires et suffisantes en fonction de la trajectoire prévue et de son évolution au gré des réseaux de prévision et
(ii) la construction, en conduite, d'une « common operational picture » (COP) partagée entre les différents niveaux du dispositif ORSEC.

Une question fondamentale qui se pose au travers de cet exemple est l'appréhension et la gestion des incertitudes liées à l'évolution de la trajectoire et des caractéristiques des cyclones au regard de la gestion spatiale et temporelle des évacuations qui devraient être anticipées dans un délai raisonnable avant l'impact (e.g. Hoss et Fischbcek, 2016). Comment les utilisateurs d'une cartographie évolutive des risques prennent-ils des décisions avec des informations incertaines ? Cette prise de décision implique en théorie de pondérer les scénarios possibles, leurs probabilités relatives, les avantages et les bénéfices de telle ou telle prise de actions, ainsi que la manière dont les décisions précoces pourraient être mises à mal lors de l'évolution d'une prévision ou de caractéristiques de l'évènement en cours. Les retours d'expérience et les résultats d'expérimentations sont pour le moins contrastés entre les tenants du « plus d'information génère de meilleures décisions » (e.g. Wickens et al., 2000 ; Joslyn et al. 2007 ; Roulston et Kaplan, 2009 ; Mu et al., 2018) et ceux qui au contraire soulignent que pour prendre des décisions rapides la complexité de l'information doit être réduite (e.g. Jacoby et al. 1974 ; Doksaeter Sivle et Kolstø, 2016). Ainsi, l'anticipation et les décisions qui en découlent pourraient être significativement affectées d'une part par la richesse de l'information délivrée ainsi que par son format. Au regard de la gestion des évacuations lors de la séquence Irma-Jose-Maria, il peut être souligné que, au-delà de la connaissance locale du territoire et la mémoire des évènements passés, les cartographies et informations macro sur les secteurs exposés à la submersion marine pour

l'évènement en cours, pourtant dénuées de toute information quantitative sur les incertitudes afférentes, ont été jugées pédagogiques et efficientes par le SIDPC (communication personnelle) comme support de communication entre la préfecture et les communes. Et de s'interroger : est-ce que la fourniture d'informations complémentaires sur les probabilités et les incertitudes auraient modifié significativement, et dans quel sens, les décisions qui ont été prises lors de la séquence cyclonique ? La réponse ne saurait être univoque tant elle dépend du profil psychologique et de l'expérience des individus qui réceptionneront, interprèteront ces informations scientifiques sur lesquelles ils fonderont des décisions (eg. Dash et Gladwin, 2007 ; Sherman-Morris, 2013). On soulignera cependant, dès lors que le diagnostic scientifique est enrichi, l'absolue nécessité d'un accompagnement pédagogique du gestionnaire de crise pour qu'il « voit », « mesure » et « anticipe » l'impact de ces probabilités et incertitudes sur ses futures prises de décisions opérationnelles.

Ces quelques points de tension relevés en salle de crise et à travers l'expérience d'un opérateur d'Etat ne sont pas exhaustifs et n'ont pas vocation à illustrer ou expliquer toutes les lacunes d'un processus classique d'anticipation. Mais ils soulèvent en creux la question des conditions de production de l'anticipation : a-t-on besoin de connaissance et d'informations précises pour anticiper ? Assumer les limites de la connaissance, une pluralité de visions et de cultures, n'est-ce pas justement l'essence même de la fonction anticipation ? Et n'est-ce pas justement ce qui est attendu pour éclairer et servir efficacement un processus de prise de décision ?

4. Passer du couple anticipation/décision au continuum anticipation/décision

Revenons dès lors à la discussion théorique à la lumière de ces deux études de cas et examinons ce qu'elles permettent de mettre en évidence.

Tout d'abord, il semble que la polysémie de la notion d'anticipation soit totalement absorbée dans les pratiques des acteurs. En effet, les différents acteurs de la gestion de crise ne s'accordent pas, selon leur culture ministérielle, sur la temporalité qu'ils y associent. En d'autres mots, les deux études de cas montrent bien que les uns parlent d'anticipation de planification, alors de d'autres parlent d'anticipation opérationnelle, et d'autres d'anticipation stratégique (November et Gueben-Venière, 2019). Ces différentes temporalités compliquent singulièrement la construction de la Common Operational Picture (COP) et exacerbent les tensions pouvant naître au moment de la prise de décision en situation d'incertitude et/ou d'événement extrême. De plus, les situations d'incertitude sont caractérisées par des prises de décision itératives, « une série de rendez-vous » plutôt qu'une décision unique, une fois pour toute, comme Callon et al. l'ont montré (2001). C'est bien l'idée aussi de la planification « répétée » (Yang et al., 2019). Des temporalités diverses se juxtaposent, comme nous l'avons montré dans nos deux études de cas.

Le temps apparait donc bien comme un élément structurant et critique de la démarche anticipative dynamique et adaptative. Dans un tel contexte, et au-delà des dysfonctionnements éventuels du processus critique de la remontée d'informations, on ne saurait perdre de vue que toute information a « une durée de vie utile » finie correspondant au délai pendant lequel la donnée / l'information peut être considérée comme « stable » (Wybo, 2013). Au demeurant, cette « durée de vie utile » doit être mise en parallèle avec l'aptitude de la personne ou de l'organisation à reconnaitre et (re)qualifier l'information lui parvenant puis à s'adapter rapidement à ces temporalités exogènes pour anticiper et décider. Par ailleurs, Ballard et al (2008) a démontré l'existence de rythmes endogènes aux dynamiques de groupe (temporalité « *epochal* ») s'adaptant aux stimuli externes puissants tant pour l'amplitude, la phase et la fréquence, créant un ordonnancement temporel régissant naturellement les travaux collectifs (Ballard et al., 2008). Enfin, Nuttin (1980) souligne le caractère dynamique de la démarche anticipative, qui ne se contente pas de retraiter les informations à disposition mais les structure dans une dynamique temporelle « *constituée par la ligne qui relie en pensée ces objets placés à des distances différentes de l'ici et maintenant* ». Ainsi, lors de la crise cyclonique Irma-José-Maria, la juxtaposition de l'ensemble de ces temporalités (exogènes, endogènes, et celle qu'on peut qualifier de « planificative »), associée à la multiplicité des cellules de crise (niveaux ORSEC et

quadrillage territorial), ainsi qu'aux différentes acceptions de « l'anticipation » ont conduit à un foisonnement de couples « anticipation/décision » morcelés ayant pu générer quelques dissonances.

Enfin, il semble aussi que l'une des difficultés à la mise en œuvre effective de la fonction « anticipation » lors de la séquence Irma-Jose-Maria trouve son origine dans la co-existence de cadres de référence différents : d'une part la gestion des crises pour lequel le ministère de l'Intérieur est compétent et, d'autre part, la gestion des risques relevant du ministère en charge de l'Ecologie. En effet, la gestion des risques, fondée sur l'objectivisation des risques, est caractérisée par un ensemble de mesures structurelles et non structurelles visant à prévenir les catastrophes et à en atténuer les impacts avant, pendant et après l'occurrence de l'aléa (Khan et al., 2008 ; Jong et Brink, 2015 ; March, 2016). Cette conception globale, dont l'adoption du *United Nations Framework for Action de Sendaï* (2015) a permis le développement, vise à accroître la résilience globale des territoires et des collectivités. Résolument proactive, cette approche contraste avec la gestion des crises qui est par nature, réactive dans la mesure où c'est la situation « ici et maintenant » qui dicte l'action (Rosenthal et Kouzmin, 1997 ; Boin et Lagadec, 2000 ; Fu et al., 2013 ; Finnessey et al., 2015). Elle repose sur une planification d'urgence mise en œuvre par des professionnels de la crise aguerris (Nourani et al., 2011; Fu et al., 2013) ; en France, c'est le dispositif ORSEC. Le couple anticipation/décision est donc là aussi mis en difficulté et plaide pour une compréhension du duo anticipation-prise de décision en termes de continuum.

Penser en termes de continuum est cohérent avec le récent glissement du paradigme « gestion des crises » vers « gestion des risques », qu'on peut dater de la fin du XX siècle. Il fut bien souvent accéléré par l'occurrence de catastrophe de grande ampleur ayant sévèrement affecté les territoires, preuve indirecte des limitations d'une logique fondée par trop exclusivement sur la « gestion des crises » et ayant montré ses limites (Crowell et al., 2007 ; Brody et al., 2009 ; Heintz et al., 2012 ; Chadenas et al. 2014 ; Ollerenshaw et al., 2016). Ce sont des événements catastrophiques (les « focusing events » de Birkland, 1998), comme l'ouragan Katrina en 2005 aux États-Unis, qui ont promut une vision plus globale des risques. En France, la tempête Xynthia en 2010 a contribué à l'identification de la non-intégration des deux paradigmes et à l'évaluation de la réglementation et des dispositions institutionnelles françaises, ayant par la suite conduit à une réglementation plus stricte et à un meilleur contrôle des parties prenantes (Chadenas et al., 2014).

Cependant, la séquence cyclonique de 2017, comme d'autre catastrophes (Penning-Rowsell et al. 2006 ; Innocenti et Albrito, 2011 ; March, 2016) montre que ce glissement n'est pas encore pleinement abouti. De fait, en cas de catastrophe imminente en France, on « active » le dispositif ORSEC : cette gestion de l'urgence est mise en œuvre dès lors que les mesures préventives sont « dépassées » par l'aléa en cours, permettant ainsi d'« absorber » l'impact de l'évènement tandis que le retour à la normale ferait appel aux mécanismes assurantiels (Barraque, 2017). Il apparait donc légitime de s'interroger dans quelle mesure les difficultés constatées en matière d'anticipation pour la sortie de crise, comme pour le relèvement des territoires antillais lors de la séquence cyclonique Irma-José-Maria ne seraient pas une conséquence de cette bascule de paradigmes non intégrés. C'est là que penser le couple anticipation/décision comme un continuum prendrait toute sa pertinence en intégrant la temporalité « planificative » comme une composante inhérente.

6. Bibliographie

Anderson B., 2010. "Preemption, precaution, preparedness: Anticipatory action and future geographies." *Progress in Human Geography* 34(6):777-98.

Arnoldi J., 2009. *Risk*: Polity.

Aven T. and Renn O., 2010. Risk management and governance: Concepts, guidelines and applications.

Azémard P., Batista D., Beaudelot L., Michel J.L., Mortier F., 2017. *Impacts de l'ouragan Irma sur les infrastructures à Saint-Martin*. Rapport de synthèse du CEREMA.

Baker P. and Ward A., 2002. "Bridging Temporal and Spatial "gaps". The role of information and communication technologies in defining communities." *Information, Communication & Society* 5(2):207–24.
Ballard D.I., Tschan, F., Waller, M. J., 2008. All in the timing. Considering time at multiple stages of group research. *Small Group Research* 39 (3), 328–351.
Barraqué B., 2017. *The common property issue in flood control through land use in France*, J. Flood Risk Manag. 10 (2) 182–194, https://doi.org/10.1111/ jfr3.12092.
Boin A., Lagadec P., 2000. *Preparing for the future: critical challenges in crisis management*, J. Contingencies Crisis Manag. 8 (4) 185191, https://doi.org/10.1111/1468-5973.00138.
Brody S.D., Zahran S., Highfield W.E., Bernhardt S.P., Vedlitz A., 2009. *Policy learning for flood mitigation: a longitudinal assessment of the community rating system in Florida*, Risk Anal. 29 (6) 912–929, https://doi.org/10.1111/j.1539-6924. 2009.01210.x.
Callon M., Lascoumes P., Barthe Y., 2001. *Agir dans un monde incertain: essai sur la démocratie technique*. Paris: Seuil.
Chadenas C., Creach A., Mercier D., (2014) *The impact of storm Xynthia in 2010 on coastal flood prevention policy in France*, J. Coast. Conserv. 18 (5) 529–538, https://doi.org/10.1007/s11852-013-0299-3.
Circulaire du Premier ministre n°5567/SG du 2 janvier 2012 relative à l'organisation gouvernementale pour la gestion des crises majeures.
Combalbert L., 2018. *Le management des situations de crise: anticiper les risques et gérer les crises*: ESF Sciences Humaines.
Combalbert L. and Delbecque E., 2018. *La gestion de crise:«Que sais-je?» n° 3965*: Presses universitaires de France.
Coombs, W. T., and Holladay S. J., 2010. *The handbook of crisis communication.* London: Blackwell Publishing Ltd.
Cun Ch., Ait Habouche K., Bonnamour M.C., Brami., Constant D., Gonthier F., Padoan V. & Winter Th., 2016. *Anticiper ou disparaître ?* Mémoire INHESJ sur la fonction Anticipation dans la gestion des crises, 72 p.
D'Ercole R., Hardy S., Metzger P., Robert J., Gluski P., 2012. "Les dimensions spatiales et territoriales de la gestion de crise à Lima." *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement* 12(1).
Danielsson, E., Alvinius, A. and Larsson, G.,2014. 'From common operating picture to situational awareness', Int. J. Emergency Management, Vol. 10, No. 1, pp.28–47.
Dash N., Gladwin H., 2007. *Evacuation decision making and behavioral responses: individual and household*, Nat. Hazards Rev. 8 69–77.
Dautun C., Roux-Dufort C., 2017. *Orphé: Contribution à l'amélioration des pratiques managériales et des formations à la gestion de crise par l'analyse des processus de décision*, rapport fin de projet, INHESJ et CSFRS.
De la Torre Y., 2017. Impacts du cyclone IRMA sur le littoral des « Iles du Nord » à Saint-Martin et Saint-Barthélemy. Rapport BRGM/RP-67291-FR, 29 p., 20 Ill., 2 ann.
DeMaria M, Sampson C. R., Knaff J. A., Musgrave K. D., 2014. Is tropical cyclone intensity guidance improving? *Bull. Amer. Meteor. Soc*., 95, 387–398.
Donahue A.K., Tuohy R.V., 2006 Lessons We Don't Learn A Study of the Lessons of Disasters, Why We Repeat Them, and How We Can Learn Them, *Homeland Security Affairs*, 2, Article 4.
Endsley M. R., 1995. Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human factors*, *37*(1), 32-64.
Finnessey T., Hayes M., Lukas J., Svoboda M., 2016. U*sing climate information for drought planning*, Clim. Res. 70 (2–3) 251–263, https://doi.org/10.3354/cr01406.
Fu X., Svoboda M., Tang Z., Dai Z., Wu J., 2013. *An overview of US state drought plans: crisis or risk management?* Nat. Hazards 69 (3) 1607–1627, https://doi.org/10.1007/s11069-013-0766-z.
Gustin P, 2017. *Repenser les iles du Nord pour une reconstruction durable*, rapport de la délégation interministérielle à la reconstruction des îles de Saint-Barthélemy et Saint-Martin.
Heikkilä A-M., Havlik D.,Schlobinski S. (Eds.), 2015. *Modelling crisis management for improved action and preparedness*. (VTT Technology; No. 228). Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.
Heintz M.D., Hagemeier-Klose M., Wagner K., 2012. *Towards a risk governance culture in flood policy-findings from the implementation of the "floods directive" in Germany*, Water (Switzerland) 4 (1) 135–156, https://doi.org/10.3390/w4010135.
Hémond Y., and Robert B., 2012. "Preparedness: the state of the art and future prospects." *Disaster Prevention and Management: An International Journal* 21(4):404-17.
Hoss F., Fischbeck P., 2016. *Increasing the value of uncertain weather and river forecasts for emergency managers*, Bull. Am. Meteorol. Soc. 97 85–97 https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00275.1.

Innocenti D., Albrito P., 2011. *Reducing the risks posed by natural hazards and climate change: the need for a participatory dialogue between the scientific community and policy makers*, Environ. Sci. Policy 14 (7) 730–733, https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.12.010.
Jong P., Brink M.V.D., 2017. *Between tradition and innovation: developing flood risk management plans in The Netherlands*, J. Flood Risk Manag. 10 (2) 155–163, https://doi.org/10.1111/jfr3.12070
Joslyn S., Pak K., Jones D., Pyles J., Hunt E., 2007. *The effect of probabilistic information on threshold forecasts*, Weather Forecast. 22 (4) 804–812.
Khan H., Vasilescu L.G., Khan A., 2008. *Disaster management cycle: a theoretical approach*, Manag. Mark. 6 (1) 43–50.
Kruke B. I., 2015. Planning for crisis response: The case of the population contribution. In L. Podofillini, B. Sudret, B. Stojadinovi_c, E. Zio, & W. Kröger (Eds.), *Safety and reliability of complex engineered systems: ESREL 2015*. London: Taylor and Francis Group.
Kruke, B. I., Olsen, O. E., 2005. Reliability-seeking networks in complex emergencies. *International Journal of Emergency Management*, 2 (4), 275–291.
Lagadec P., 2008. *Risques et crises: questions sur nos ancrages*. Paris: Ecole Polytechnique et CNRS.
Lakoff, A., 2007. "Preparing for the next emergency." *Public Culture* 19(2):247-71.
Lecacheux S., F. Bonnardot, M. Rousseau, F. Paris R. Pedreros, A. Nicolae Lerma, H. Quetelard, D. Barbary, 2018. Probabilistic forecast of coastal waves for flood warning applications at Reunion Island (Indian Ocean). *In:* Shim, J.-S.; Chun, I., and Lim, H.-S. (eds.), *Proceedings from the International Coastal Symposium (ICS) 2018* (Busan, Republic of Korea). *Journal of Coastal Research*, Special Issue No. 85, pp. 1-5. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.
Legendre Y. and Guillen L., 2017. *Caractérisation des impacts liés à la houle sur le littoral guadeloupéen au passage de l'ouragan Maria.* Rapport final. BRGM/RP-67519-FR, 209 p., 25 ill., 10 tab., 4 ann.
Leroy S., Pedreros R., André C., Paris F., Lecacheux S., et al., 2015. Coastal flooding of urban areas by overtopping: dynamic modelling application to the Johanna storm (2008) in Gâvres (France). *Natural Hazards and Earth System Science*, Copernicus Publications on behalf of the European Geosciences Union, 15 (11), pp.2497-2510.
Maisonneuve D., Saouter C., Char A. (Eds.), 1999. *Communications en temps de crise*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
March A., 2016. *Integrated planning to reduce disaster risks: Australian challenges and prospects*, Built. Environ. 42 (1) 158–173, https://doi.org/10.2148/benv.42.1.158.
Medd W., and Marvin S., 2005. "From the Politics of Urgency to the Governance of Preparedness: A Research Agenda on Urban Vulnerability." *Journal of Contingencies and Crisis Management* 13(2):44-49.
Météo-France, 2017a: Passage de l'ouragan exceptionnel Irma sur les îles françaises des Antilles les 5 et 6 septembre 2017? Communiqué de Presse.
Méte-France, 2017b: Passage de l'ouragan majeur Maria sur les îles Françaises des Antilles les 18 et 19 septembre 2017. Rapport météorologique.
Moatty A. and Vinet F., 2016. "Post-disaster recovery: the challenge of anticipation." *E3S Web Conf.* 7:17003.
Mu D., Kaplan T. R., Dankers R., 2018 *Decision making with risk-based weather warnings,* International Journal of Disaster Risk Reduction 30 59–73.
Neisser F., and Runkel S., 2017. "The future is now! Extrapolated riskscapes, anticipatory action and the management of potential emergencies." *Geoforum* 82:170-79.
Nja O., 1997. Emergency preparedness training as an effective consequence reducing measure. Safety and Reliability, *Proceedings of the International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering*.
Nora P., 1972. *L'événement monstre*. In: Communications, 18, 1972. L'événement. pp. 162-172.
Nourani A., Irfani S., Vosoughifar H.M., (2011) *Water resources management in Australia during drought*, WIT Trans. Ecol. Environ. 153 527–537, https://doi.org/10.2495/WS110461.
November V. and Azémar A., 2018. *Analyse de la gestion gouvernentale des crises majeures*. Paris: Secrétariat général de la Défense et de la Sécurité Nationale.
November V. and Leanza Y., 2015. *Risk, Disaster and Crisis Reduction. Mobilizing, Collecting and Sharing Information*. Netherlands: Springer.
Nuttin J., 1980. *Motivation et perspectives d'avenir*. Louvain, Presses Universitaires de Louvain.
Ollerenshaw A., Graymore M., McDonald K., (2016) *Beyond the call of duty: the integral role of rural local government in emergency management*, Rural Soc. 25 (3) 185–203, https://doi.org/10.1080/10371656.2016.1255476.
Paton D., 2008. "Risk communication and natural hazard mitigation: how trust influences its effectiveness." *International Journal of Global Environmental Issues* 8(1-2):2-16.

Penning-Rowsell E., Johnson C., Tunstall S., 2006. *'Signals' from pre-crisis discourse: lessons from UK flooding for global environmental policy change?* Glob. Environ. Chang. 16 (4) 323–339, https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.01.006.

Perry R. W., Lindell M. K., Tierney K. J., 2001. *Facing the unexpected: Disaster preparedness and response in the United States*: Joseph Henry Press.

Pigeon P., 2012. "Apports de la résilience à la géographie des risques: l'exemple de La Faute-sur-Mer (Vendée, France)." *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement* 12(1).

Reghezza-Zitt M., 2019. "Gestion de crise et incertitude (s) ou comment planifier le hors-cadre et l'inimaginable. Application aux crises résultant de crues majeures en Île-de-France." Pp. 5-30 in *Annales de géographie*: Armand Collin.

Revet S., 2019. *Les coulisses du monde des catastrophes «naturelles»*. Paris: Éditions de la Maison des sciences de l'homme.

Rizza, C., Büscher M., Watson H., 2017. "Working with Data: Ethical Legal and Social Considerations Surrounding the Use of Crisis Data and Information Sharing During a Crisis." *Journal of Contingencies and Crisis Management* 25(1):2-6.

Rosqvist, T., Havlik, D., & Meriste, M., 2017. A reference decision model of first responders' decision-making. *International Journal of Emergency Management*, 13(3), 193-209.

Rohmer J., Lecacheux S., Pedreros R., Bonnardot F., Quetelard H., 2016. Dynamic parameter sensitivity in numerical modeling of cyclone-induced waves: a multi-look approach using advanced meta-modelling techniques. *Nat Hazards.* DOI 10.1007/s11069-016-2513-8.

Rohmer J., Lecacheux S., Pedreros R., Idier D., Bonnardot F., 2019. Early warning system for cyclone-induced wave overtopping aided by a suite of random forest approaches. In: *SimHydro*, 12-14 June 2019, Sophia Antipolis, France.

Robert J., 2013. "La gestion de crise: un point de vue de géographe." *Revue de l'Institut National des Hautes Etudes de la Sécurité et de la Justice*:pp. 38-46.

Rosa, H., 2013. *Social acceleration: A new theory of modernity*. Columbia University Press.

Rosenthal U., Kouzmin A., 1997. *Crises and crisis management: toward comprehensive government decision making*, J. Public Adm. Res. Theory 7 (2) 277–304, ttps://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jpart.a024349.

Roulston M., Kaplan T., 2009. A laboratory-based study of understanding of uncertainty in 5-day site-specific temperature forecasts, *Meteorol. Appl.* 16 (2) 237–244.

Sherman-Morris K., 2013. The public response to hazardous weather events: 25 years of research, *Geogr. Compass* 7 669–685, http://dx.doi.org/10.1111/gec3. 12076.

United Nations Office of Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2015. *Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030*, Paper Presented at the Third UN World Conference, Sendai, Japan,

Wickens C., Gempler K., Morphew M., 2000. *Workload and reliability of predictor displays in aircraft traffic avoidance*. Transportation, Human. Factors 2 (2) 99–126.

Wybo J.L. and Latiers M., 2006. 'Exploring complex emergency situations' dynamic: Theoretical, epistemological and methodological proposals', *Int. J. Emergency Management*, Vol. 3, No. 1, pp.40–51.

Wybo J.L., 2012. *Maîtrise des risques et prévention des crises: anticipation, construction de sens, vigilance, gestion des urgences et apprentissage*: Lavoisier.

Wybo J.L., 2013. Percolation, temporal coherence of information, and crisis prevention. *Safety Science* 57, 60–68.

Xiang, Y. and Zhuang, J., 2014. 'A medical resource allocation model for serving emergency victims with deteriorating health conditions', *Annals of Operations Research*, pp.1–20.

Yang K. , Davidson R. A., Blanton B., Colle B., Dresback K., Kolar R., Nozick L. K., Trivedi J., Wachtendorf T., 2019. Hurricane evacuations in the face of uncertainty: Use of integrated models to support robust, adaptive, and repeated decision-making, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 36, 101093.