

OURAGANS 2017

CATASTROPHE, RISQUE ET RÉSILIENCE



21 ET 22 NOVEMBRE 2022

Université Gustave Eiffel
Auditorium Maurice Gross

Livret du participant

Résumés des projets	2
Résumés des communications scientifiques	4
Liste des publications et communications des projets	12
Contacts	19

Pour toute question :
melanie.pateau@anr.fr / anne.lieutaud@anr.fr



APRIL - Optimiser l'Anticipation et la Prise de décision en situation de crises extrêmes pour maintenir la Résilience de la société

Le projet APRIL a comme finalité la compréhension des modalités d'anticipation et de prises de décisions, ainsi que leurs articulations en situation de crises majeures. Pour ce faire, les travaux de recherche se sont articulés autour de deux axes :

- Retours d'expériences et capitalisation des connaissances acquises lors de la gestion de la crise engendrée par le passage de l'épisode cyclonique aux Antilles en 2017. Sur la base d'enquêtes semi-directives, individuelles, les expériences des gestionnaires de crise, publics et privés, ont été formalisées sous la forme d'une cartographie relationnelle. Celle-ci permet de retracer les éléments matériels et immatériels alimentant les décisions prises par les différents acteurs, impliqués dans la gestion de crise et de restituer visuellement le réseau d'acteurs, les composantes du territoire concernés ainsi que le déroulement événementiel, (temporel et spatial) et décisionnel.
- Création d'outils d'aide à la décision. Utilisant les résultats obtenus dans le premier axe, deux outils d'aide à la décision ont été proposés. Le premier, basé sur les graphes sémantiques de connaissances, et son prototype numérique, a permis la réalisation d'une base des données multi-perspective représentable en graphique interactif de la gestion collective de cette crise. Le deuxième, intitulé RADAR, articule à la fois les temporalités liées à l'anticipation et aux prises de décision et leurs effets sur le territoire. Ces deux résultats permettent une vision multi-perspective (acteurs, temps, espaces) de cette crise et pourront être considérés comme une aide à la décision lors des crises majeures futures.

Le projet APRIL a bénéficié de compétences multidisciplinaires, en sciences humaines et sociales, en sciences de l'ingénieur ainsi qu'en ingénierie pédagogique. Ses résultats ont été déjà expérimentés lors de formation des cadres et hauts fonctionnaires en gestion de crise.

DéPOs - Déchets Post Ouragans

Les retours d'expérience sur les territoires impactés par les Ouragans Irma et Maria, montrent que les déchets issus des ouragans ont largement désorganisé le service de gestion des déchets (UN environnement / OCHA Joint Unit, 2017). En octobre 2017, l'Ecosite des Grandes Cayes, à Saint-Martin, a reçu l'équivalent de 2 ans et demi de collecte des déchets de période normale. Ces chiffres, courants dans ce type de catastrophes, ont déjà été observés par le passé. Selon l'agence fédérale américaine des situations d'urgence (FEMA) le coût de la gestion des déchets post catastrophe est supérieur au 1/3 du cout de redémarrage du territoire. C'est aussi un enjeu d'image pour les territoires impactés, notamment pour le secteur touristique. Les enjeux sanitaires et environnementaux d'une mauvaise gestion peuvent impacter la santé des habitants et polluer sols et eaux. Le projet DéPOs, s'attache spécifiquement au problème de la gestion des déchets post-ouragans. Il permet de travailler avec des partenaires expérimentés et d'associer des compétences multiples approchant ainsi le problème sous les angles complémentaires de la quantification prédictive des gisements et de la caractérisation, à la gestion intégrée des déchets, à la modélisation spatiale. DéPOs insiste sur la recherche appliquée qui permet de construire les connaissances méthodologiques et les connaissances spécifiques d'une gestion améliorée de la post-catastrophe.



Relev - Reconstruction des territoires : leviers pour anticiper les catastrophes naturelles

Le projet Relev s'appuie sur une approche interdisciplinaire en intégrant des compétences en risques naturels (géographie, génie civil, géologie), aménagement du territoire (urbanisme, architecture) et sciences humaines (psychologie, sociologie, histoire), pour permettre d'améliorer la gestion de la reconstruction des territoires et des populations à la suite de catastrophes naturelles. Le projet se concentre sur le relèvement en cours des îles de Saint-Martin et Saint-Barthélemy, à la suite des ouragans Irma et Maria en septembre 2017. L'approche s'est articulée autour de deux temporalités d'étude pour mieux comprendre l'évolution des stratégies de développement de ces territoires exposés aux catastrophes naturelles : d'une part, une analyse historique des stratégies d'aménagement ante-Irma (de 1947 à 2017), d'autre part un retour d'expérience interdisciplinaire post-Irma (2017-2022) pour suivre la reconstruction de ces territoires. Ce retour d'expérience s'est focalisé plus particulièrement sur la reconstruction physique des infrastructures endommagées (bâtiments, infrastructures et réseaux techniques), le redémarrage des activités du tourisme et des PME en incluant les conséquences de la crise sanitaire de la Covid-19, le relèvement humain du point de vue individuel et collectif (état de stress, solidarité, vie sociale, autonomie économique, habitat, etc.) et enfin la réorganisation de la gouvernance locale. L'objectif est de s'appuyer sur une approche intégrée pour contribuer à l'émergence de nouveaux savoirs sur l'efficacité des stratégies de reconstruction post-catastrophe et de renforcer de manière cohérente la résilience des territoires face aux catastrophes naturelles, et par là même ; l'adaptation au changement climatique. Les enseignements du projet Relev documentent la gestion de la phase de reconstruction post-catastrophe à Saint-Martin et Saint-Barthélemy, et souligne la pertinence de planifier cette phase selon des modalités proches de celles déjà adoptées pour anticiper et préparer la gestion de crise. L'analyse interdisciplinaire a permis de mieux comprendre les liens de causalité entre la gouvernance de ces 2 îles, le relèvement psychosociologique des sinistrés, la reconstruction des infrastructures endommagées, la reprise des activités touristiques et l'histoire de l'urbanisation d'îles exposées aux risques naturels. En amont de futures catastrophes, les enseignements du projet alimenteront également l'élaboration d'outils et de méthodes pour anticiper la gestion de la phase de reconstruction post-catastrophe. L'approche interdisciplinaire initiée dans le projet Relev nous incite à poursuivre cet effort de rapprochement et d'échange entre les disciplines à l'avenir, notamment sur des sujets mêlant enjeux environnementaux et sociétaux.

TIREX - Transfert des apprentissages de Retours d'EXpériences scientifiques pour le renforcement des capacités de réponse et d'adaptation individuelles et collectives dans un contexte de changement climatique (Petites Antilles du Nord - saison cyclonique 2017

Le projet ANR TIREX s'inscrit dans la continuité de premières missions collectives réalisées en octobre 2017 aux Antilles suite aux trois ouragans, Irma, José et Maria. L'objectif était de compléter l'analyse des impacts et de renforcer le suivi de la reconstruction territoriale, en favorisant l'analyse comparative entre territoires du Nord des Antilles, et en formalisant des méthodes de RETEX scientifique continu. Il se propose de participer à l'amélioration de l'alerte cyclonique, d'identifier les facteurs de vulnérabilité hérités, de renforcer les capacités d'adaptation et de réponse des territoires et des sociétés dans un contexte de changement climatique. TIREX est organisé en tâches complémentaires croisant les compétences de tous les membres du groupement (géographie des risques, analyse spatiale, géomorphologie, sciences politiques, médiation scientifique, physique de l'atmosphère, modélisation, climatologie). TIREX porte une dimension pré-opérationnelle d'accompagnement des acteurs de la gestion des risques et de la reconstruction, populations comprises, via le transfert et la mise en pratique des résultats. La consolidation, dissémination et valorisation des résultats du projet sont adaptées au contexte culturel et géographique des territoires ciblés. Le projet mobilise des outils de transfert des savoirs et d'éducation novateurs, fondés sur des approches participatives, des mises en situation, des jeux sérieux, des outils numériques en ligne et interactifs de type storymaps, des guides de bonnes pratiques...



Session 1 – Caractérisation des phénomènes catastrophiques d'août-septembre 2017 et évaluation des impacts

Reconstitution spatiale des chaînes d'impacts cycloniques sur le territoire de Saint-Martin (TIREX)

Frédéric LEONE, Thomas CANDELA, Anthony ARNOULD, Freddy VINET, Matthieu PÉROCHE, Tony REY, Monique GHERARDI, Stéphanie DEFOSSEZ, Emilie LAGAHE

L'impact d'un cyclone peut se mesurer à travers des effets directs et indirects sur les infrastructures. Ces derniers peuvent être reconstitués a posteriori dans le temps et dans l'espace en mobilisant la notion de chaîne d'impacts, les diagnostics de terrain et les données/outils de l'analyse spatiale. Cette présentation s'attache à cartographier les principaux impacts provoqués par le cyclone Irma sur l'île de Saint-Martin, lors de son passage en septembre 2017. L'analyse porte successivement sur le bâti (dommages directs), les infrastructures critiques (dommages fonctionnels), les activités économiques (durée d'interruption), les pillages et les productions de débris. Cet événement extrême offre l'opportunité de mobiliser plusieurs méthodes d'analyse spatiale des impacts d'un cyclone, de mettre en place des échelles d'intensité, d'innover en matière de cartographie des dommages et d'interroger la fiabilité des données produites par d'autres organismes. Certaines corrélations spatiales ont pu être établies entre les intensités de dommages et la magnitude des phénomènes impliqués. Ce retour d'expérience sur les dommages nous permet d'apprécier plus finement le coût matériel et fonctionnel de cette catastrophe. Les enseignements tirés permettent de repenser la prévention de ce territoire, tant d'un point de vue de son aménagement (repositionnement des enjeux) que des normes de protection à instaurer en contexte micro-insulaire. D'une manière générale ce travail contribue à la compréhension de la vulnérabilité d'un petit territoire insulaire face à l'aléa cyclonique en privilégiant une approche fine et quantitative, centrée sur les enjeux et leurs interdépendances fonctionnelles.

Mots-clés : Impacts, cyclones, chaînes, Antilles, Irma

Modélisation numérique à 30 m de résolution des rafales extrêmes induites lors du passage de l'ouragan Irma (2017) sur Saint-Barthélemy et Saint-Martin (TIREX)

Raphaël CECE, Didier BERNARD, Narcisse ZAHIBO, Frédéric LEONE, Thomas CANDELA

Compte tenu de l'importante vulnérabilité des petites îles des Antilles face aux aléas cycloniques, la modélisation numérique aux très fines échelles (entre 300 m et 10 m de résolution) est essentielle pour prévenir et mieux gérer les impacts induits par les vents cycloniques.

L'étude numérique novatrice présentée ici a pour objectif de combiner à la fois la représentation la plus réaliste des rafales extrêmes générées par des tourbillons intenses (tornado-scale vortices) dans le mur de l'œil ainsi que les effets complexes à la surface des îles (dus au relief, à l'occupation du sol, ...).

Le modèle numérique de prédiction météorologique Weather Research and Forecasting (WRF) avec une configuration de simulation aux grandes échelles (Large Eddy Simulation, LES) a été utilisé pour reconstruire le passage dévastateur de l'ouragan de catégorie 5 Irma (2017) sur les îles de Saint-Barthélemy et de Saint-Martin.

Les résultats ont montré la nécessité de la résolution de 30 m pour simuler les structures tourbillonnaires les plus petites (multiple subtornado-scale vortices) pouvant conduire à des rafales instantanées de 132 m/s en mer. Dans la littérature, plusieurs études ont indiqué que ces valeurs de rafales extrêmes avaient déjà été observées et étaient attendues pour un ouragan de catégorie 5 comme Irma.

Sur les deux îles, nous avons identifié les zones à risque associées à des effets de terrain occasionnant des accélérations locales des rafales cycloniques. La comparaison entre les rafales simulées et les dégâts occasionnés sur les constructions a mis en lumière le rôle important de la robustesse des structures en lien avec le développement social et économique du territoire.



La méthode de modélisation adoptée pourrait facilement être appliquée aux autres petites îles montagneuses pour améliorer la compréhension des dégâts passés et pour développer une gestion d'urbanisation mieux sécurisée avec des normes de construction appropriées.

Mots-clés : Modélisation numérique micro-échelle, rafales cycloniques, îles tropicales, WRF, LES, tornado-scale vortices, effets orographiques, Petites Antilles

De la caractérisation des déchets post-ouragans à la quantification prédictive des gisements (DEPOS)

Gaia MARCHESINI et Bruno BARROCA

Le retour d'expérience de la gestion des déchets à Saint-Martin après le passage de la tempête Irma a permis de fournir les travaux sur les déchets post-ouragans et notamment d'affiner les connaissances sur les gisements de déchets post-ouragan en milieu insulaire. Couplé à une analyse des méthodes existantes de quantification des déchets post-catastrophe développées académiquement et opérationnellement, nous avons développé une méthode de quantification prédictive des déchets post-ouragans dans les Antilles. L'exposer présentera trois points :

- 1) Un classement des méthodes de quantification des déchets post-catastrophe, leurs avantages et inconvénients ;*
- 2) Une typologie des déchets post-ouragan ;*
- 3) La mise en place d'indicateur de quantification des déchets post-ouragan sur les Antilles françaises, en fonction des données disponibles sur ces territoires.*

L'enjeu de la prédiction des quantités de déchets produits par un ouragan est d'améliorer la planification et la préparation à la gestion de ces déchets. En effet, l'estimation des quantités permet de quantifier les besoins humains, financiers et matériels pour la gestion (zones de stockage temporaire, véhicules, etc.) et d'optimiser ainsi la logistique.

Mots-clés : déchets post-catastrophe, post-ouragan, quantification

Session 2 – Gestion de crise : données, modèles et gestion de l'information

Du récit à la cartographie relationnelle (APRIL)

Elie CHEVILLOT MIOT, Ingrid CANOVAS, Alice AZEMAR, Cheila DUARTE COLARDELLE, Christian IASIO, Valérie NOVEMBER

Réaliser un retour d'expérience de la crise cyclonique de 2017 est une procédure délicate et complexe. Il nécessite d'intégrer les contraintes et incertitudes liées au passage de trois ouragans majeurs, ainsi que les effets des actions et décisions prises par l'important réseau des acteurs mobilisés à tous les niveaux d'intervention. La capitalisation d'expériences individuelles et collectives au sein de ce RETEX unique est primordiale pour optimiser la prise de décision en conduite de crise « hors-norme ». Sous forme de cartographies relationnelles, le RETEX intègre des informations hétérogènes et descriptives des aléas, des actions menées, des interactions entre les services, etc. L'objectif est d'enrichir les connaissances et d'appuyer les décisions, à tous les niveaux (opérationnel, tactique et stratégique), tant dans le secteur public, associatif que dans le secteur privé.

Mots-clés : retour d'expérience – cartographie relationnelle – prise de décision – gestion de crise – anticipation



Outil de modélisation spatiale et simulation de gestion prédictive des déchets post-ouragans : Illustration sur la Guadeloupe. (DEPOS)

Anne RUAS et Serge LHOMME

Dans cet exposé nous présentons les principes et résultats d'un logiciel déposé un open source qui permet de simuler des endommagements post-ouragans en se basant sur des statistiques de l'ouragan Irma et de simuler différents scénarios de collecte de déchets. Après analyse de la collecte sur l'île de Saint Martin, nous avons reproduit le processus de collecte en deux étapes, puis nous avons enrichi la méthode pour l'appliquer à des territoires plus grands, disposants de sites de traitement et de stockage tels que la Guadeloupe. La méthode proposée permet d'estimer les temps de collecte et la distance parcourue en fonction de la gravité de l'évènement, du nombre et de la localisation des zones de stockage temporaires et des sites de traitement et de stockage mais aussi en fonction des moyens (en camions) et de l'organisation de la collecte en bassins de collecte. Le logiciel peut être utilisé en amont pour optimiser les moyens de collecte ou juste après l'évènement à partir du moment où les bâtiments endommagés sont identifiés par télédétection, ce qui est de plus en plus souvent le cas. Un des enjeux est non seulement de réduire le temps de collecte, mais aussi, si possible, de mettre en place des tris pour transformer les déchets en ressources. Les enquêtes et expérimentations révèlent également que le temps de chargement-déchargement de déchets est très important ce qui pourrait orienter les choix d'équipement au niveau des collectivités pour accélérer le retour à la normale.

Mots-clés : Déchets post-ouragans, Aide à la décision, Géomatique

Besoins et solutions pour une capitalisation structurée du RETEX : le cas de la coupure d'électricité et des communications (APRIL)

Christian IASIO, Tendry RANDRIAMALALA

L'objectif d'APRIL est de capitaliser l'expérience de gestionnaires de crise publics et privés, qui ont participé directement et indirectement la crise cyclonique du 2017, d'optimiser la capacité d'analyse, ainsi que de créer un outil/méthode d'aide à l'anticipation et à la prise de décisions en vue de futures gestions de crise, et de facto d'optimiser la résilience des territoires et des sociétés.

Pour atteindre ces objectifs, la méthode ExG « Experience Graph » et son prototype numérique ont été appliqués pour la construction et la gestion d'un graphe sémantique de connaissances de cette crise, interactives et multi-perspective.

Il a permis de représenter une vision collective du retour d'expérience de la gestion des cyclones basée sur des perceptions singulières utile pour reconstruire les trajectoires spécifiques de prise de décision et de transfert d'informations survenues pendant les jours de cette crise. L'expérience multi-perspective de cette crise majeure a été « généralisée » par l'application d'une ontologie de la gestion crise produite sur la base de ce cas réel, pour produire une représentation abstraite de crise majeure, ou « méta-crise », mais tout de même capable de capitaliser ce qui s'est réellement passé lors des impacts des ouragans du 2017.

Le cas d'étude présenté montre ces deux types de représentations des évènements concernant la « crise dans la crise » induite par la coupure d'électricité et des communications de l'île de Saint Martin après le passage de Irma.

Mots-clés : retour d'expérience multi-perspective ; graphe de connaissance sémantique ; ontologie hybride ; gestion de crise ; leçons apprises



Session 3 – Aide à la décision

Analyse des décisions dans un contexte d'incertitude : développement d'un outil de réflexivité spatio-temporel – RADAR (APRIL)

Ingrid CANOVAS, Elie CHEVILLOT MIOT, Valérie NOVEMBER, Thierry WINTER

L'analyse des récits personnels des gestionnaires de la crise cyclonique de 2017 sous forme de cartographies relationnelles a donné lieu à une réflexion sur les « ingrédients » de la prise de décision en gestion de crise. L'analyse des entretiens menés a conduit à identifier les fondements d'une prise de décision de tout ordre, sa projection spatio-temporelle et ses objets. Une corrélation potentielle avec le niveau de décision (opérationnel, tactique, stratégique) a été recherchée. Une pluralité de modalités dans le processus de prise de décision a été mise en lumière par ces analyses, lesquelles ont conduit à la création d'un outil de réflexivité et d'analyse des décisions d'anticipation sous incertitude – RADAR. Il permet d'analyser les décisions lors d'un retour d'expérience et d'en comprendre les modalités intrinsèques. L'outil pourrait servir de support d'aide à la décision en conduite de crise, pour, d'une part, prendre du recul en situation de crise, d'autre part, visualiser les ingrédients de chaque prise de décision, et finalement permettre d'appréhender la prise de décision en mettant en perspective toutes ses conséquences spatiales et temporelles, au-delà de l'atteinte de l'objectif opérationnel immédiat.

Mots-clés : Prise de décision – gestion de crise – temporalité – fondement – anticipation

Anticipation et prise de décision en situation de crise : une analyse spatiale et temporelle (APRIL)

Valérie NOVEMBER, Thierry WINTER

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.). Deux études de cas situées, l'une, au niveau interministériel (en CIC), et l'autre, vécue par un opérateur de l'État, au niveau territorial durant la séquence cyclonique de septembre 2017, permettent de mettre en évidence la fragmentation du couple anticipation/décision dans la pratique des différents niveaux ORSEC. Les résultats suggèrent que le temps est un élément structurant critique pour les approches d'anticipation adaptatives et partagées. Par conséquent, le couple anticipation/décision peut être vu comme un continuum intégrant toutes les temporalités, de la prévention à la gestion de crise et à la reconstruction. Ce nouveau paradigme devrait être appliqué à travers la pluralité des cultures administratives, qui sont en grande tension les unes avec les autres dans la prévention et la gestion des crises.

Mots-clés : anticipation ; prise de décision ; cultures ministérielles ; continuum risques-crisis ; temporalité

Enseignements des études géomorphologiques TIREX pour la science et pour la décision (TIREX)

Virginie K.E. DUVAT, Valentin PILLET, Natacha VOLTO, Benoît SIMON-BOUHET

Cette variabilité spatiale, à la fois régionale et locale, des impacts des cyclones de 2017. Les valeurs de recul post-cyclone les plus fortes s'observent sur la côte orientale de Saint-Martin (valeurs de recul moyennes et maximales de - 68 m et - 166 m dans la baie Orientale et dans la baie de Cul de Sac, respectivement), cette île se caractérisant par de forts contrastes est/ouest illustrés par des valeurs de recul nettement moins fortes dans l'ouest (avec, par ex., des valeurs moyennes et maximales de - 4 m et de - 30 m dans la baie aux Prunes). Les valeurs de recul post-cyclone moyennes et maximales sont moins élevées sur les autres îles : - 21 m et - 49 m à Tortola ; - 8 m et - 32 m à Anegada ; - 29 m et - 75 m à Anguilla ; - 18 m et - 62 m à Saint-Barthélemy. Les taux de recul ont été les plus élevés sur les



sites exposés aux vagues cycloniques et sur lesquels le trait de côte n'était pas fixé par des aménagements. Quatre enseignements principaux peuvent être tirés de cette étude : (1) Dans le nord des Petites Antilles, les cyclones ont un impact érosif durable sur les systèmes sédimentaires côtiers. Par conséquent, l'intensification des cyclones les plus intenses et l'augmentation de la hauteur des vagues cycloniques dus au changement climatique auront pour effets d'accélérer l'érosion de ces systèmes côtiers. (2) Le taux de réajustement post-cyclone des systèmes sédimentaires côtiers n'est pas corrélé au taux de recul du trait de côte. (3) La variabilité spatiale des impacts des cyclones est forte, à l'échelle régionale comme locale, en fonction de l'exposition aux vagues cycloniques et du degré de fixation du trait de côte. Là où il était présent, le bâti a limité le recul du trait de côte, mais au prix d'importants dommages. (4) Les taux de recul élevés du trait de côte qui s'observent lors du passage de cyclones intenses - et qui se combinent à des submersions marines étendues et à de forts dommages causés au bâti et aux infrastructures - constituent un solide argument pour repenser l'aménagement du territoire afin de réduire l'exposition et la vulnérabilité des systèmes côtiers des Petites Antilles du Nord aux impacts des événements cycloniques qui sont et continueront à être exacerbés par le changement climatique.

Mots-clés : Érosion, trait de côte, traitement d'images, systèmes sédimentaires, réajustement, cyclones, Antilles

Session 4 – Reconstruction et relèvement post-crise

La construction territoriale à l'épreuve de la catastrophe : Saint-Martin et Saint-Barthélemy face à l'ouragan Irma (TIREX)

Stéphanie DEFOSSEZ, Monique GHERARDI, Thomas CANDELA

La phase post catastrophe fait régulièrement l'objet de missions d'expertise et de retours d'expérience (RETEX) dont les objectifs ambitionnent d'analyser la gestion de l'évènement. Souvent l'apanage des institutions ou organismes d'expertise, plus rares se font les retours d'expériences scientifiques. De plus, les investigations sur la compréhension du phénomène et la façon dont la crise est gérée se focalisent la plupart du temps sur le point de vue des acteurs institutionnels ou privés relevant de la gestion collective (collectivité locale, services de secours, gestionnaires de réseaux, etc.). Mais peu d'études se consacrent à l'implication de la population. Cette communication envisage de traiter ce point de vue, grâce à un RETEX scientifique initié au lendemain du passage de l'ouragan Irma sur les îles du nord. Cette communication interroge les déterminants qui guident les réactions et l'implication des populations en cas de crise, grâce à des entretiens semi-directifs menés au lendemain du passage de l'ouragan et jusqu'à trois ans après. Au-delà de l'analyse des réactions, la comparaison de deux territoires, semblables en de nombreux points et très différents sur d'autres, participent à explorer la part de facteurs territoriaux (contexte géographique, politique, attachement au territoire, etc.) dans leur implication. Celle des populations, dans une dimension individuelle mais en lien avec une dynamique collective, s'explique à partir des vulnérabilités et capacités socio-économiques et politiques. Elles n'ont que peu de poids dans la phase ante crise mais cristallisent les vulnérabilités territoriales plus marquées à Saint-Martin qu'à Saint-Barthélemy dans la phase de reconstruction.

Mots-clés : Risque naturel, catastrophe, vulnérabilité, comportement, gestion de crise, îles du Nord

4 ans après Irma - Leçons relatives au relèvement des bâtiments et des infrastructures (RELEV)

Olivier DECK, Rasool MEHDIZADEH, Benjamin PICCININI, Nathalie POTTIER

La reconstruction du territoire Saint-Martinois, suscite auprès des habitants et des acteurs du territoire un ensemble d'interrogations, et une satisfaction en demi-teinte. D'une part la reconstruction est moins



rapide que sur d'autres territoires, d'autre part l'île conserve un ensemble de bâtiments en ruine non réparés et non démolis présentant un danger en cas de cyclone et dégradant le paysage urbain.

Concernant la reconstruction des bâtiments, les questions du choix, du financement et finalement de la qualité des travaux se pose afin d'évaluer l'évolution de la vulnérabilité du territoire vis-à-vis de l'aléa cyclonique après la reconstruction. Sur la base d'un ensemble d'interviews des acteurs du territoire et de deux enquêtes auprès de la population, l'une à distance et l'autre sur le terrain, les points positifs et négatifs de la reconstruction sont identifiés et discutés. Une typologie des situations est proposée s'appuyant sur une distinction entre bâtiments individuels ou collectifs, issus ou non des lois de défiscalisation, multi ou mono-proprétaire et couverts ou non par une assurance.

Concernant le relèvement des milieux naturels un travail portant sur l'analyse des photos satellitaires permet d'évaluer le recul du trait de côte et l'évolution des zones lagunaires après Irma et sur les décennies précédent Irma. Ce travail met en évidence une pression anthropique croissante sur la zone littorale depuis 1980, se traduisant par une augmentation de l'urbanisation (bâtiments, infrastructures) au détriment des espaces naturels (mangroves, lagunes, plages, etc.).

Mots-clés : ouragan Irma, réduction de la vulnérabilité, reconstruction des bâtiments, impacts environnementaux

Restauration des services et reconstruction, le cas des réseaux techniques Saint-Martinois (RELEV)

Rita DER SARKISSIAN, Marc VUILLET, Youssef DIAB

Lors de son passage l'ouragan Irma a très fortement endommagé une grande part des bâtiments et infrastructures de l'île de Saint-Martin provoquant l'interruption quasi-totale de tous les réseaux. Le déploiement de moyens importants et une gestion de crise coordonnée au niveau national ont favorisé une restauration provisoire relativement rapide des services les plus critiques, de quelques jours à plusieurs semaines selon les services considérés. Dans un second temps le niveau très important d'endommagement a nécessité la réalisation de travaux importants pour la réhabilitation/reconstruction des infrastructures. L'étude des phases de remise en service et reconstruction des réseaux techniques de Saint-Martin peut apporter des enseignements intéressants pour les territoires et sociétés exposés aux ouragans voire, plus largement, à des aléas majeurs. Cette communication présente les résultats de travaux menés dans le cadre du projet ANR flash ouragan ReLev : un retour d'expérience des impacts de l'ouragan sur les infrastructures supports des réseaux Saint-Martinois, l'intérêt d'une vision systémique pour mieux identifier les effets liés aux interdépendances et améliorer la restauration des services en phase de retour à la normale. Enfin la communication aborde une réflexion sur le sujet de reconstructions meilleures (build back better), du point de vue de la réduction de la vulnérabilité/améliorer la résilience des réseaux face aux aléas, des transitions environnementales et de l'amélioration des services pour les usagers.

Mots-clés : Saint-Martin, ouragan Irma, réseaux techniques, vulnérabilité, relèvement, restauration des services, meilleure reconstruction/build back better



Session 5 – Résilience sociale et territoriale

Relèvement humain et effets psychosociaux post-Irma (RELEV)

Oscar NAVARRO, Anaïs AMELINE, Anne PENE-ANNETTE, Paul GUERO

Au niveau mondial, les catastrophes naturelles participent à l'accentuation des inégalités ayant des conséquences délétères sur la santé psychologique des habitants (Oxfam, 2019). La Caraïbe a été touchée par 165 désastres naturels ces trente dernières années (Benitez, 2018) dont l'ouragan Irma (2017) et Luis (1995), marquant l'île de Saint Martin. Notre travail avait pour objectif : 1) d'étudier les conséquences psychologiques et sociales de cette catastrophe et 2) d'analyser les processus de régulations développés par les habitants afin de se reconstruire et de faire face aux alertes météorologiques à venir. Pour ce faire, une étude qualitative a été réalisée à Saint Martin en avril 2019, puis une étude quantitative à Saint Barthelemy entre 2020 et 2021. Nous avons interrogé dans ces enquêtes les facteurs majeurs de la reconstruction ainsi que les conséquences physiques et psychologiques de cet ouragan sur le moyen et long terme. Nous avons également interrogé différents effets psychosociaux ayant trait à l'identité sociale, les stratégies de faire face, l'attachement à l'île et les rapports intergroupes.

Suite à des traitements statistiques, nous avons pu identifier des effets psychologiques inquiétants : une grande fatigue psychologique, une angoisse à l'approche de la nouvelle saison cyclonique, de la solidarité mais également un sentiment de discrimination et d'insécurité. Nous avons pu identifier le rôle joué par la confiance dans les institutions, par la mémoire collective des ouragans et le niveau préoccupant des signes de stress posttraumatique et des croyances conspirationnistes.

Mots-clés : Stress post-traumatique, perception du risque, coping, identité sociale, confiance dans les institutions.

Proximité spatiale et sociale au cœur de la gestion des déchets post-catastrophes (DEPOS)

Hélène BERAUD, Mathieu DURAND et Charlotte NITHART

L'ouragan Irma a touché l'île de Saint Martin en 2017, générant une très grande quantité de déchets. 99 000 tonnes ont ainsi été acheminés vers l'unique site de traitement de l'île, contre des quantités habituelles annuelles de déchets d'environ 35 000 tonnes. Ces quantités exceptionnelles de déchets ont dû faire l'objet d'une gestion dans l'urgence, afin de permettre le redémarrage du territoire. Les critères de gestion alors mis en œuvre ont été caractérisés par la spontanéité des relations entre les acteurs en présence et l'intervention d'acteurs non habituellement affectés à la gestion des déchets. Ce ne sont donc pas les compétences officiellement référencées avant l'ouragan qui ont servi de base à ce travail mais plutôt les logiques de proximités à la fois spatiale et sociale. L'analyse de la gestion des déchets post-catastrophe par le biais de la théorie des registres de proximité de gestion des déchets mettent en lumière la nécessité d'articuler différentes dimensions relevant de la connaissance du territoire. Ces mêmes logiques ont donc été ensuite analysées dans la façon dont d'autres territoires antillais (Marie-Galante) se préparent à l'éventualité de gérer de fortes quantités de déchets en cas de catastrophes majeures. Le caractère insulaire de ces territoires oblige à une gestion locale mettant en œuvre à la fois la proximité spatiale des aires de dépose des déchets post-catastrophes, ainsi que la proximité sociale et l'interconnaissance entre les acteurs en capacité matérielle de gérer les déchets.

Mots-clés : Déchets post-ouragans, Proximité, système socio-technique



Quel relèvement territorial de Saint-Martin après l'ouragan Irma ? (RELEV)

Gwenael JOUANNIC, Chloé TRAN DUC MINH, Denis CROZIER, Julien GARGANI, Kelly PASQUON

Avec le concept de "build back better", l'ONU souligne l'importance de la phase de reconstruction suite à une catastrophe naturelle dans la gestion des risques naturels. Partant de l'hypothèse que les conséquences d'une catastrophe naturelle seraient l'occasion pour un territoire de mieux se reconstruire, cette étude vise à comprendre les processus de reconstruction en cours sur l'île de Saint-Martin 5 ans après l'ouragan Irma. Le relèvement de ce territoire semi-autonome est un défi majeur pour les autorités locales et pour l'État français. L'état actuel du relèvement post-catastrophe montre les difficultés à concilier les deux impératifs de "reconstruire vite" et "reconstruire mieux, dans un contexte de pression sociale, politique et médiatique. Notre analyse du relèvement moyen terme de Saint-Martin est basée sur trois facteurs : (1) le contexte historique et l'évolution de la construction des bâtiments au cours de ces 70 dernières années, (2) la réorganisation de la gouvernance de l'île, (3) la perception de la situation par la population. Cette approche interdisciplinaire originale de la phase de récupération post-catastrophe permet une meilleure compréhension de la complexité de cette période. Les résultats de cette étude et l'analyse croisée de ces trois méthodes mettent en évidence les liens de causalité entre la gouvernance de la reconstruction, le rétablissement psychosociologique des sinistrés, et l'histoire de l'urbanisation d'une île exposée aux risques naturels.

Mots-clés : Saint-Martin, ouragan Irma, aménagement des territoires, gouvernance de la reconstruction, impacts psychosociologiques



Liste des publications et communications

APRIL

- Canovas I., Chevillot-Miot É., November V., Iasio C. 2019., « Intégrer l'anticipation dans le processus de décision en situation de crise extrême : de l'événement à la méthode », Lettre d'Information sur les Risques et les Crises (LIREC), n°60, pp. 14-18. <https://www.ihemi.fr/publications/lirec/le-risque-majeur-naturel-lapport-de-lanticipation>
- Canovas I., Chevillot-Miot É., 2021. « Le retour d'expérience pour penser la reconstruction des territoires littoraux en conduite de crise », Bulletin de l'Association de Géographes Français, n°3/4, Coord. Pr. Denis Mercier, « Les risques littoraux », 18 p. <https://doi.org/10.4000/bagf.8454>
- Chevillot-Miot É., Canovas I., Duarte-Colardelle C., Iasio C., Winter T., November V., 2019 « Un retour d'expérience graphique sur la crise cyclonique de 2017 aux Antilles », Annales des Mines, Responsabilité & Environnement, « Actualité de la catastrophe », n°98, pp. 41-47. https://www.annales.org/re/2020/re_98_avril_2020.html
- Iasio, C., Canovas, I., Chevillot-Miot E., Randramialala, T. 2022. A new approach to structured processing of feedback for discovering and investigating interconnections, cascading events and disaster chains. 19th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM-2022), May 2022, Tarbes, France.
- November, V., A. Azémar, S. Lecacheux, and T. Winter. 2020. Le couple anticipation/décision aux prises avec l'exceptionnel, l'imprévu et l'incertitude. EchoGéo (51).URL : <http://journals.openedition.org/echogeo/18949> ; DOI: <https://doi.org/10.4000/echogeo.18949>
- November V., Winter T., Azémar A., Canovas I., Chevillot-Miot E., Lecacheux S. (2022, under press) A new approach for crisis management analysis: considering the anticipation/decision making pair as a continuum, Journal of Contingencies and Crisis Management.

DéPOs

- Hélène Beraud, Charlotte Nithart, Mathieu Durand : "Le difficile suivi des déchets postcatastrophe: le cas de l'Ouragan Irma à Saint-Martin." Revue Risques urbains Volume: 3 (Numéro 1). Publié le 7 février 2019 DOI : 10.21494/ISTE.OP.2019.0329
- Popescu R., Beraud H. Barroca B., (2020) "The Impact of Hurricane Irma on the Metabolism of St. Martin's Island", sustainability 12, 6731; doi:10.3390/su12176731
- Ruas A, S. Lhomme, M. Lamour (2020), « Localisation et estimation des volumes de déchets suite à l'ouragan Irma à Saint Martin », Revue Risques urbains, Volume : 4 (Numéro 1)
- Marchesini G., Beraud H. Barroca B., « Quantification of disaster waste: review of the available methods », International Journal of Disaster Risk Reduction, accepté sous réserve de modifications
- Ruas A., S. Lhomme (2019) Modélisation spatiale pour l'analyse et l'amélioration de la gestion des déchets après les ouragans. Le cas des Antilles Françaises, Revue Cartes et Géomatique, N°241-242 ; pp59-64

Relev

Articles

- Der Sarkissian, R., Diab, Y., Vuillet, M. (2022). The "Build-Back-Better" concept for reconstruction of critical Infrastructure: A review. Safety Science, 157, 105932, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105932>



- Der Sarkissian, R. Dabaj, A., Diab, Y., Vuillet, M. (2020). Evaluating the Implementation of the “Build-Back-Better” Concept for Critical Infrastructure Systems: Lessons from Saint-Martin’s Island Following Hurricane Irma. *Sustainability*, 13, 3133. <https://doi.org/10.3390/su13063133>
- Der Sarkissian, R., Cariolet, J.-M., Diab, Y., Vuillet, M. (2021). Investigating the importance of critical infrastructures’ interdependencies during recovery; lessons from Hurricane Irma in Saint-Martin’s island. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 67, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102675>
- Der Sarkissian, R., Cariolet, J.-M., Diab, Y., Vuillet, M. (2022). A holistic approach to assess the systemic resilience of critical infrastructure; insights from the Caribbean Island of Saint-Martin in the aftermath of Hurricane Irma. *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022*.
- Gargani, J. (2022). Impact of major hurricanes on electricity energy production. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 67, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102643>
- Gargani, J. (2022). Inequality growth and recovery monitoring after disaster using indicators based on energy production: Case study on Hurricane Irma at the Caribbean in 2017. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 79, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103166>
- Gargani, J., 2019. Prévenir les catastrophes naturelles ou alibi de réorganisation urbaine en faveur des plus riches ? *Revue du Mauss Permanente*.
- Gargani, J., 2019. À Saint-Martin, les catastrophes naturelles boostent les inégalités sociales. *The Conversation*.
- Jouannic, G., Ameline, A., Pasquon, K., Navarro, O., Boudoukha A.H., Corbillé, M.A., Crozier, D., Fleury-Bahi, G., Gargani, J., Guéro, P., Tran Duc Minh, C. (2020). Recovery of the Island of Saint Martin after Hurricane Irma: An Interdisciplinary Perspective. *Sustainability*, 12(20), 8585, <https://doi.org/10.3390/su12208585>
- Pasquon, K., Jouannic, G., Gargani, J., Tran Duc Minh, C., Crozier, C. (2022). Évolution de l’urbanisme et exposition au risque cyclonique à Saint-Martin de 1954 à 2017. *Vertigo*, Volume 22 (1), <https://doi.org/10.4000/vertigo.35495>
- Pasquon, K., Gargani, J., Jouannic, G. (2022). Evolution of vulnerability to marine inundation in Caribbean islands of Saint-Martin and Saint-Barthélemy. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 78, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103139>
- Pasquon, K. et al. (2019). L’impact des ouragans sur l’île de Saint-Martin (Antilles française) de 1947 à 2018 : comment nos sociétés se transforment ? *Colloque Vulnérabilité et résilience dans le renouvellement des approches du développement et de l’environnement*, UVSQ, Guyancourt.

Communications

- Der Sarkissian, R., Diab, Y., Vuillet, M. (2022). L’importance des interdépendances sous-jacentes pour renforcer la résilience. Etude de cas des Infrastructures Critiques de Saint-Martin face à l’ouragan Irma. *23^{ème} Congrès de Maîtrise des Risques et Sécurité de Fonctionnement μ 23*, Paris-Saclay.
- Pottier N. (2022). Evaluation du relèvement durable de Saint Martin. Journées scientifiques de l’Unité Mixte Internationale SOURCE (Soutenabilité et Résilience), 27-28-29/06/2022, UVSQ Université Paris-Saclay, Guyancourt.
- Gargani, J., Jouannic, G., Pasquon, K. (2022). Evolution de la vulnérabilité et résilience aux ouragans à Saint-Martin et Saint-Barthélemy (Caraïbes). Journées Climats et Impacts, Université de Paris-Saclay.
- Jouannic, G., Gargani, J., Pasquon, K. (2022). Quel relèvement territorial de Saint-Martin 5 ans après l’ouragan Irma ? Journées Climats et Impacts, Université de Paris-Saclay.
- Jouannic, G., Ameline, A., Bosc, C., Ceyte, A., Crozier, D., Deck, O., Der Sarkissian, R., Diab, Y., Gargani, J., Guéro, P., Lombard, A., Mehdizadeh, R., Navarro, O., Noël, J.-F., Pasquon, K., Péné-Annette, A., Piccinini, B., Pottier, N., Tran Duc Minh, C., Vuillet, M., Wendling, M. (2022). Reconstruction des îles de Saint Martin et de Saint-Barthélemy suite à la saison cyclonique 2017, une approche interdisciplinaire (projet Relev). Rencontre scientifique Géorisque, Pointe-à-Pitre.
- Gargani, J., Jouannic, G., Pasquon, K. (2022). Préparation de crises : entre construction de la vulnérabilité et ingénierie de la résilience. Rencontre scientifique Géorisque, Pointe-à-Pitre.
- Vuillet, M., Der Sarkissian, R., Diab, Y. (2022). Les réseaux techniques de Saint-Martin face au passage de l’ouragan Irma : de la vulnérabilité à la reconstruction, quelle résilience ? Rencontre scientifique Géorisque, Pointe-à-Pitre.



- Péné-Annette A., Pottier N. (2022). Crossed views on the urban resilience through the case of the West Indies Saint Martin island (Caribbean area), between the French part and the Dutch part. International Geographical Union (IGU) Urban Geography Commission annual conference – Urban restructuring, property development, and changes in cityscapes -, Université de Paris, Paris.
- Navarro-Carrascal, O., Ameline, A., Guero, P., Corbille, M.A., Boudoukha, A.H., Fleury-Bahi, G., & Jouannic, G. (2021) Processus de reconstruction psychologique et sociale post-catastrophe : le cas de l'ouragan Irma à Saint Martin. Communication orale au 7ème Colloque Interdisciplinaire ARPEnv « Défis environnementaux d'aujourd'hui et de demain : mieux comprendre pour mieux accompagner le changement », Journées scientifiques, Nantes.
- Gargani, J., Pasquon, K., Jouannic, G. (2021). Trajectoires de vulnérabilités : Etude du cas de Saint-Martin (Caraïbes). 27ème Réunion des Sciences de la Terre, Lyon.
- Jouannic, G., Tran Duc Minh, C., Crozier, D. (2021). Post-disaster reorganisation of local and national institutions: the case of St. Martin after hurricane Irma (West Indies). FLOODrisk 2020, 4th European Conference on Flood Risk Management Innovation, Implementation, Integration, Budapest, Hongrie.
- Jouannic, G., Pasquon, K., Gargani, J. (2021). Construire et reconstruire en zone de submersion marine : quelles stratégies pour les îles de Saint-Martin et Saint-Barthélemy ? 27ème Réunion des Sciences de la Terre, Lyon.
- Gargani, J., Pasquon, K., Jouannic, G. (2020). How hurricanes influence social and economic changes? European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria.
- Pasquon, K., Jouannic, G., Gargani, J. (2020). The impact of hurricanes on the island of Saint-Martin (French West Indies) from 1947 to 2017: how are our societies changing? European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Austria.
- Péné-Annette A., Pottier N. (2020). The notion of territorial resilience through the case of Saint Martin island in the Caribbean area. International Geographical Union (IGU) Urban Geography Commission annual ONLINE meeting (online) – Urban challenges in a complex world.
- Ameline, A., Navarro, O., Guéro, P., Corbillé, M-A., Boudoukha, A. H., Fleury-Bahi, G., Jouannic, G. (2020) Processus de reconstruction psychologique et sociale post-catastrophe : le cas de l'ouragan Irma à Saint Martin. 7ème colloque Interdisciplinaire ARPEnv : Défis environnementaux d'aujourd'hui et de demain : mieux comprendre pour mieux accompagner le changement, Nantes.
- Jouannic, G. (2019). Reconstruction des territoires : leviers pour anticiper les catastrophes naturelles (Relev). Journées scientifiques de l'université de Nantes, Nantes.
- Ameline, A., Navarro-Carrascal, O., Guéro, P., Corbillé, M-A., Boudoukha, A. H., Fleury-Bahi, G., Jouannic, G. (2019). ReLev : Reconstruction des territoires : leviers pour anticiper les catastrophes naturelles. Colloque Vulnérabilité et résilience dans le renouvellement des approches du développement et de l'environnement, UVSQ, Guyancourt.
- Pottier N., Péné-Annette A. (2019). Regards croisés sur l'apport du concept de résilience appliqué à la gestion des risques et catastrophes naturelles : le cas de Paris et de St Martin (Antilles). Colloque Vulnérabilité et résilience dans le renouvellement des approches du développement et de l'environnement, UVSQ, Guyancourt.
- Pasquon, K., Jouannic, G., Gargani, J., Tran Duc Minh, C., Crozier, D. (2019). L'impact des ouragans sur l'île de Saint-Martin (Antilles française) de 1947 à 2018 : comment nos sociétés se transforment ? Colloque Vulnérabilité et résilience dans le renouvellement des approches du développement et de l'environnement, UVSQ, Guyancourt.

Ouvrage de vulgarisation

- Corbille, M.A., Rodier, F., Ameline, A., Creissels, C., Dizier, S., Guero, P., Moujalled, B., Navarro, O., Roudani, J., & Jouannic, G. (2019). Paroles de cyclonés. Saint Martin après Irma. Repéré à <https://fr.calameo.com/read/00600902172ece7e6e93f>



TIREX

Articles publiés

- Battut S., Rey T., Cécé R., Bernard D., Krien Y. (2022). Responses and adjustments of the coastal systems of Dominica (Lesser Antilles) when faced with an extreme event: Hurricane Maria (September 2017). *Natural Hazards*, <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05668-2>
- Benitez F., Reghezza-Zitt M. et Meschinet de Richemond N., « Culture du risque cyclonique et résilience individuelle en Guadeloupe et à Saint-Martin », *EchoGéo* <http://journals.openedition.org/echogeo/18567>
- Bérard Y., Rocle N., Serot M. (2022). Retours d'expérience et politiques du risque outre-mer : de la production des savoirs au transfert des apprentissages. *Revue d'anthropologie des connaissances* [En ligne], 16-1 | 2022. <http://journals.openedition.org/rac/26374>
- Candela T., Péroche M., Sallaberry A., Rodriguez N., Lavergne C., Leone F. (2022). Visualising post-disaster damage on maps: a user study. *International Journal of Geographical Information Science*, <https://doi.org/10.1080/13658816.2022.2063872>
- Candela T., Péroche M., Leone F., Robustelli M. (sous presse). Cartographier un territoire « cyclonné » : Saint-Martin après le passage de l'ouragan Irma (Antilles du Nord, sept. 2017). *Mappemonde. Revue trimestrielle sur l'image géographique et les formes du territoire*, 24 p.
- Cécé R., Bernard D., Krien Y., Leone F., Candela T., Péroche M., Biabiany E., Arnaud G., Belmadani A., Palany P., Zahibo N (2021). A 30 m scale modeling of extreme gusts during Hurricane Irma (2017) landfall on very small mountainous islands in the Lesser Antilles. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, <https://doi.org/10.5194/nhess-21-129-2021>
- Defossez S., Gherardi M. (2021). Responses of populations for coping with an extreme event: Saint-Martin and Saint-Barthélemy in the wake of hurricane Irma. *Territorium*, (28 (II)), pp. 43-54, <https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/9553/7264>
- Defossez S., Rey T., Leone F., Gherardi M., Vinet F., Candela T., Péroche M., Cécé R., Bernard D. (2022). Capacités de relèvement d'un territoire insulaire français face à un ouragan extrême : Retour d'expérience sur l'ouragan Irma à Saint-Barthélemy (Petites-Antilles). *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 284 | 2021, 471-508, <https://www.cairn.info/revue-les-cahiers-d-outre-mer-2021-2-page-471.htm>
- Defossez S., Gherardi M. (2022). Face au cyclone Irma ! Le rôle des populations dans la gestion de la crise à Saint-Martin (Petites Antilles, îles du Nord) », *EchoGéo* [En ligne], 51 | 2020, <http://journals.openedition.org/echogeo/18987>
- Desarthe J. (2020). Les temps de la catastrophe. L'ouragan de septembre 1928 en Guadeloupe *EchoGéo* [Online], 51 | 2020, <http://journals.openedition.org/echogeo/19116>
- Desarthe, J., Bauduceau, N. & Quantin, A. (2020). Les défis soulevés par la reconstruction post-Irma. *Annales des Mines. Responsabilité et environnement*, 98, pp. 36-40. <https://doi.org/10.3917/re1.098.0036>
- Duvat V. K. E., Volto N., Stahl L., Moatty A., Defossez S., Desarthe, J., Grancher D., Pillet V. (2021). Understanding interlinkages between long-term trajectory of exposure and vulnerability, path dependency and cascading impacts of disasters in Saint-Martin (Caribbean). *Global Environmental Change*, Volume 67, 2021, 102236, ISSN 0959-3780, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102236>
- Duvat V. K. E., Pillet V., Volto N., Krien Y., Cécé R., Bernard D. (2019). High human influence on beach response to tropical cyclones in small islands: Saint-Martin Island, Lesser Antilles. *Geomorphology*, 325, pp. 70-91, <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2018.09.029>



- Grancher D., Brunstein D., Moatty A., Cavero J., Virmoux C. (2020). Dynamiques touristiques d'une île exposée aux cyclones : le cas de Saint-Martin aux Antilles. In : CIST2020-Population, temps, territoires (pp. 33-38), session 1, pp. 33-43, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03114090>
- Hoarau K., Pirard F., Chalonge L. (2020). Le réchauffement climatique actuel influence-t-il l'activité des ouragans extrêmes de l'Atlantique Nord (1945-2018) ? EchoGéo [En ligne], 51 | 2020, <http://journals.openedition.org/echogeo/19141>
- Jury M. R., Chiao S., Cécé R. (2019). The Intensification of Hurricane Maria 2017 in the Antilles. Atmosphere, 10, 590, <https://doi.org/10.3390/atmos10100590>
- Krien Y., Arnaud G., Cécé R., Ruf C., Belmadani A., Khan J., Bernard D., Islam A.K.M.S., Durand F., Testut L., Palany P., Zahibo N. (2018). Can we improve parametric cyclonic wind fields using recent satellite remote sensing data?. Remote Sensing, 10(12), 1963, <https://doi.org/10.3390/rs10121963>
- Leone F., Battut, Bigot V., Cousin Thorez G., Candela T., Vinet F. (2020). Mortalité et cyclones en Guadeloupe (Antilles françaises). EchoGéo [En ligne], 51 | 2020, <http://journals.openedition.org/echogeo/18919>
- Leone F., Desarthe J. (2021). Les apprentissages scientifiques d'un RETEX multidimensionnel sur le cyclone IRMA (projet ANR TIREX). In : Rapport scientifique de la CCR COP 26, pp. 78-83, <https://www.ccr.fr/documents/35794/858249/Rapport+Scientifique+CCR+2020.pdf/e31ca73d-e8f2-6535-f37a-12708ae8016a?t=1635350157713>
- Leone F., Péroche M., Candela T., Rey T., Vinet F., Gherardi M., Defossez S., Lagahé E., Pradel B. (2021). Drone et cartographie post-désastre : exemples d'applications sur un territoire cycloné (Petites Antilles du Nord, ouragan Irma, septembre 2017). Cartes & géomatique : revue du Comité français de cartographie (CFC), n°245-246, pp. 163-177, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03607811/>
- Moatty A., Grancher D. (2022). Reconstruction post-Irma à Saint-Martin : réviser les documents d'occupation des sols pour recomposer un territoire moins vulnérable. Bulletin de l'association de géographes français [En ligne], 98-3/4 | 2022. <http://journals.openedition.org/bagf/8498>
- Moatty A., Grancher D., Duvat V. K. (2021). Leverages and obstacles facing post-cyclone recovery in Saint-Martin, Caribbean: Between the 'window of opportunity' and the 'systemic risk' ?. International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 63, 102453, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102453>
- Moatty A., Grancher D., Virmoux C., Cavero J. (2020). Organisation de la post-catastrophe après Irma à Saint-Martin, EchoGéo [En ligne], 51 | 2020, <http://journals.openedition.org/echogeo/19017>
- Moatty, A., Grancher, D., Virmoux, C., & Cavero, J. (2019). Bilan humain de l'ouragan Irma à Saint-Martin : la rumeur post-catastrophe comme révélateur des disparités socio-territoriales. Géocarrefour [En ligne], 93/1 | 2019, <http://journals.openedition.org/geocarrefour/12918>
- Péroche M., Lagahé E., Candela T., Leone F., Grancher D., Robustelli M. (2021). L'information géographique et la cartographie au service des retours d'expériences scientifiques post-catastrophes - Antilles, saison cyclonique 2017. Cartes & géomatique : revue du Comité français de cartographie (CFC), n°245-246, pp. 141-161, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03607820>
- Pillet V., Duvat, V., Krien Y., Cécé R., Arnaud G., Pignon-Mussaud C. (2019). Assessing the impacts of shoreline hardening on beach response to hurricanes: Saint-Barthélemy, Lesser



Antilles. *Ocean & Coastal Management*, Vol. 174, pp. 71-91, ISSN 0964-5691, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.021>

- Reghezza-Zitt M., Latreille A., Grancher D. (2021). Drinking and sanitary water access resilience in the aftermath of hurricane Irma. Addressing the freshwater supply system post-disaster recovery in Saint-Martin (French West Indies), September 2017. *Cybergeo: European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 989. <http://journals.openedition.org/cybergeo/37279>
- Rey T., Candela T., Péroche M., Leone F. (2020). Changements côtiers et inondations suite au passage d'un ouragan extrême (Irma, 2017) aux Petites Antilles. *EchoGéo* [En ligne], 51 | 2020., <http://journals.openedition.org/echogeo/18666>
- Rey T., Leone F., Candela T., Belmadani A., Palany P., Krien Y., Cécé R., Gherardi M., Péroche M., Zahibo N. (2019) - Coastal Processes and Influence on Damage to Urban Structures during Hurricane Irma (St-Martin & St-Barthélemy, French West Indies) - *Journal of Marine Science and Engineering*. 7(7):215, <https://doi.org/10.3390/jmse7070215>
- Vinet F., Péroche M., Palany P., Leone F., Gherardi M., Grancher D., Moatty A., Defossez D. (2020). Collecte et gestion des débris post-cycloniques à Saint-Martin (Antilles françaises) après le passage du cyclone Irma (sept. 2017). *Cybergeo: European Journal of Geography*, 937, <http://journals.openedition.org/cybergeo/34154>

Articles acceptés et/ou soumis

- Bérard Y., Rocle N., Serot M. (accepté). Retour sur le retour d'expérience : quelques enseignements pour des RETEX intégrés et réflexifs. In: Leone F. & Vinet F. (dir.) *La saison cyclonique 2017 aux Antilles : apprentissages scientifiques et transferts de connaissances*. Collection Géorisques, Ed. Pulm, Montpellier.
- Defossez S., Gherardi M., Candela T. (accepté). La construction territoriale à l'épreuve de la catastrophe : Saint-Martin (Fr) et Saint-Barthélemy face à l'ouragan Irma. In: Leone F. & Vinet F. (dir.) *La saison cyclonique 2017 aux Antilles : apprentissages scientifiques et transferts de connaissances*. Collection Géorisques, Ed. Pulm, Montpellier.
- Desarthe J. (accepté). Une histoire des ouragans dans les Antilles françaises. In: Leone F. & Vinet F. (dir.) *La saison cyclonique 2017 aux Antilles : apprentissages scientifiques et transferts de connaissances*. Collection Géorisques, Ed. Pulm, Montpellier.
- Rey T., Candela T., Leone F. (accepté). Rétrospective des changements côtiers et des dommages lors de l'ouragan Irma (Petites Antilles, septembre 2017). In: Leone F. & Vinet F. (dir.) *La saison cyclonique 2017 aux Antilles : apprentissages scientifiques et transferts de connaissances*. Collection Géorisques, Ed. Pulm, Montpellier.
- Moatty A. (accepté), « La reconstruction comme opportunité ? Vulnérabilités et solidarités après le cyclone Irma à Saint-Martin (Antilles françaises) », Fondation Croix-Rouge française, Les Papiers de la Fondation, 22 p.
- Duvat V.K.E., Volto N., Pillet V., (prép.). Impacts of and resilience to the 2017 Tropical Cyclones in the Lesser Antilles (Saint-Martin, Saint-Barthélemy, Anguilla, Tortola, Anegada).

Ouvrages collectifs

- Leone F. & Vinet F. (dir.) (en préparation). *La saison cyclonique 2017 aux Antilles : apprentissages scientifiques et transferts de connaissances*. Ouvrage collectif à paraître dans



la collection Géorisques, Ed. Pulm, Montpellier.
<https://www.pulm.fr/index.php/collections/georisques.html>

- Vinet F., Leone F (2020). Territoires « cyclonés. Les aléas cycloniques et leurs impacts - EchoGéo [En ligne], 51 | 2020, URL: <http://journals.openedition.org/echogeo/18621> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/echogeo.18621>

Thèses soutenues

- Pillet V. (2020). Détection et attribution des changements morphologiques côtiers récents en milieu insulaire tropical (Polynésie française, Caraïbe). Thèse de doctorat de Géographie. Université de La Rochelle, LIENSs, (dir. V. K. E. Duvat), 505 p., <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03128479/>
- Candela T. (2021). Optimisations cartographiques pour la gestion des crises et des risques majeurs : le cas de la cartographie rapide des dommages post-catastrophes. Thèse de doctorat de géographie. Université Paul Valéry Montpellier 3, LAGAM & BE RisCrises (dir. F. Leone & M. Péroche), 370 p., <https://ged.biu-montpellier.fr/florabium/jsp/nnt.jsp?nnt=2021MON30031>

Fiches de synthèse des principaux résultats à l'attention des décideurs :

Collectif scientifique du projet ANR TIREX (Dir. F. Leone, Coord. A. Moatty) (2021). Les connaissances et apprentissages de territoires cyclonés (Petites Antilles, saison cyclonique 2017) : fiches de synthèse des principaux résultats du projet ANR TIREX à l'attention des décideurs, 91 p., <https://tirex.univ-montp3.fr/6-livrables.html>

Documents en ligne

Le site internet du projet ici : <https://tirex.univ-montp3.fr/>

Les 8 storymaps du projet (Prix ESRI) : <https://arcg.is/1KXmn1>

Pliage : La « cocotte cyclonique » : https://tirex.univ-montp3.fr/img/2_vulnerabilite/cocotte.png

Affiche : « Saison cyclonique à l'horizon, anticipons ! » : https://tirex.univ-montp3.fr/img/2_vulnerabilite/anticipons.png

Série d'articles pour la revue professionnelle « Préventique » sur le cyclone Irma. No 160, novembre 2018 : « Montpellier, une expertise universitaire sur les catastrophes naturelles » : <https://tirex.univ-montp3.fr/publi/Previrma.pdf>

Résumés du colloque Géorisque 2022 : La saison cyclonique 2017 aux Antilles : apprentissages scientifiques et transferts de connaissances : <https://lagam.xyz/2022/02/17/3543/>

Page post-doc Fondation Croix-Rouge A. Moatty : <https://www.fondation-croix-rouge.fr/recherches-soutenues/caracterisation-et-analyse-des-mecanismes-de-solidarite-suite-au-cyclone-irma/>



Auteur-e-s	Affiliation	Contact
<u>Projet TIREX</u>		
Frédéric LEONE	Université Montpellier 3 / LAGAM	frederic.leone@univ-montp3.fr
Anthony ARNOULD		anthony.arnould@icloud.com
Stéphanie DEFOSSEZ		stephanie.defossez@univ-montp3.fr
Monique GHERARDI		monique.gherardi@gmail.com
Emilie LAGAHE		emilie.lagahe@gmail.com
Mathieu PÉROCHE		mathieu.peroche@gmail.com
Tony REY		tony.rey@univ-montp3.fr
Freddy VINET		Freddy.Vinet@univ-montp3.fr
Thomas CANDELA	Université Montpellier 3 / LAGAM & BE RisCrisés	candela@riscrises.com
Didier BERNARD	Université des Antilles / LARGE	Didier.Bernard@univ-antilles.fr
Raphaël CECE		rph.cece@gmail.com
Narcisse ZAHIBO		narcisse.zahibo@univ-ag.fr
Yann BERARD		ya2n.berard@gmail.com
Virginie K.E. DUVAT	Université de La Rochelle / LIENSs	virginie.duvat@univ-lr.fr
Valentin PILLET		valentin.pillet@i-sea.fr
Natacha VOLTO		natacha.volto@univ-lr.fr
Benoît SIMON-BOUHET		
<u>Projet DEPOS</u>		
Bruno BARROCA	Université Gustave Eiffel	bruno.barroca@univ-eiffel.fr
Anne RUAS		anne.ruas@univ-eiffel.fr
Gaia MARCHESINI		gaia.marchesini@univ-eiffel.fr
Hélène BERAUD		helene.beraud@univ-eiffel.fr
Vincent BECUE	Université de Mons	Vincent.BECUE@umons.ac.be
Charlotte NITHART	Association Robin des Bois	c.nithart@robindesbois.org
Mathieu DURAND	Le Mans université	Mathieu.Durand@univ-lemans.fr
<u>Projet APRIL</u>		
Cheila DUARTE-COLARDELLE	IHEMI	Cheila.DUARTE-COLARDEL@ihemi.fr
Elie CHEVILLOT MIOT		elie.chevillot@gmail.com
Alice AZEMAR	Université Gustave Eiffel/ LATTS UMR CNRS 8134/ Ponts ParisTech/	alice.azemar@enpc.fr
Ingrid CANOVAS		ingrid.canovas@gmail.com
Valérie NOVEMBER		valerie.november@enpc.fr
Christian IASIO	BRGM	c.iasio@brgm.fr
Tendry RANDRIAMALALA		nt.randriamalala@brgm.fr



Thierry WINTER		t.winter@brgm.fr
Projet RELEV		
Gwenael JOUANNIC	CEREMA	gwenael.jouannic@cerema.fr
Benjamin PICCININI		benjamin.piccinini@cerema.fr
Chloé TRAN DUC MINH		chloe.tran-duc-minh@cerema.fr
Denis CROZIER		denis.crozier@cerema.fr
Paul GUERO		paul.guero@cerema.fr
Anaïs AMELINE	Université de Nantes / LPPL	Anaïs.Ameline@univ-nantes.fr
Kelly PASQUON		kellypasquon@hotmail.com
Julien GARGANI	Université Paris Saclay / GEOPS	julien.gargani@universite-paris-saclay.fr
Marc VUILLET	EIVP/Lab'URBA	marc.vuillet@eiop-paris.fr
Rita DER SARKISSIAN		rita.der-sarkissian@eiop-paris.fr
Youssef DIAB		youssef.diab@eiop-paris.fr
Olivier DECK	Université de Lorraine / Géoressources	olivier.deck@mines-nancy.univ-lorraine.fr
Rasool MEHDIZADEH		rasool.mehdizadeh@univ-lorraine.fr
Oscar NAVARRO	Université de Nîmes / Chrome	oscar.navarro_carrascal@unimes.fr
Nathalie POTTIER	Université Paris Saclay / SOURCE	nathalie.pottier@uvsq.fr
Anne PENE-ANNETTE	Université des Antilles / SOURCE	anne.pene-annette@univ-antilles.fr
Hors projets (animation et conférence)		
Samuel AUCLAIR	BRGM	s.auclair@brgm.fr
Fabrice CHAUVIN	MétéoFrance / CNRM	fabrice.chauvin@meteo.fr
Justin DANIEL	Université des Antilles – LC2S	justin.daniel@univ-antilles.fr
Maud DEVES	IPGP – Université Paris Cité	deves@ipgp.fr
Philippe GARNIER	ENSAG-UGA	garnier.p@grenoble.archi.fr
Gilles GRANDJEAN	BRGM	g.grandjean@brgm.fr
Nicolas ECKERT	INRAE	nicolas.eckert@inrae.fr