

Les impacts économiques des aléas géologiques et climatiques à Mayotte

***S'organiser pour faire face à la
menace d'un volcan sous-marin***



Depuis mai 2018, l'île de Mayotte connaît une activité sismique due à un volcan sous-marin situé à 50 km des côtes de l'île dans une zone où d'anciens édifices volcaniques avaient déjà été identifiés. Le site éruptif découvert en 2019 a révélé la mise en place d'un nouvel édifice sous-marin, créé en moins d'un an, d'au moins 800 m de hauteur sur le plancher océanique, situé à 3500 m de profondeur et d'un diamètre de 5 km.

Depuis, de nouvelles coulées ont été identifiées autour de cet édifice ainsi que de nouveaux panaches éruptifs d'une hauteur moyenne de 2 km qui n'atteignent pas la surface de l'eau. Cette crise est suivie par le REVOSIMA⁽¹⁾, mis en place par l'Etat en 2019 et piloté jusqu'en 2021 par la DIRMOM⁽²⁾. Ce réseau coordonne la surveillance de la zone et publie les bulletins de suivi de l'activité sismo-volcanique à Mayotte.

Une crise incomprise, génératrice de méfiance

La crise sismo-volcanique a créé une forte inquiétude auprès de la population mahoraise, déjà soumise à de fortes tensions sociales liées à une grande pression migratoire en provenance des Comores.

On estime que 12 % des constructions de l'île sont situées sur le littoral à moins de 5 m d'altitude. Cette vulnérabilité sociale, économique et environnementale contribue à augmenter le risque en zone de submersion potentielle par un tsunami ou un cyclone. L'implication de l'État et des chercheurs dans le processus de gestion de cette crise a permis de rassurer en partie la population à travers des actions de communication vers le préfet, les maires, les lycées et les écoles.

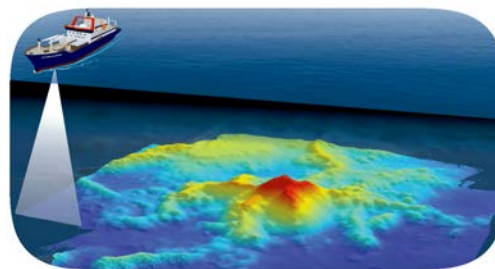


Figure : Fabien Paquet, BRGM, Mayobs1

Les représentations du risque par des populations nourries par de profondes croyances, ont pu être confrontées à la connaissance scientifique des processus impliqués (fonctionnement du volcan, séismes, tsunamis, etc.).

Le projet que nous proposons vient enrichir d'autres aspects de l'analyse de risque induite par cette crise sismo-volcanique, sur un volet économique cette fois-ci, en proposant des méthodes de calcul et des indicateurs utiles pour la société mahoraise et les décideurs. Il se justifie d'autant plus qu'un grand nombre d'infrastructures critiques se situent sur le littoral (aéroport, port, bâtiments administratifs, établissements scolaires, ERP, routes), et qu'un tsunami ou une houle cyclonique peut les impacter directement ou indirectement en dégradant une accessibilité essentielle pour gérer une situation de crise ou de post-crise.

(1) Réseau de Surveillance Volcanologique et Sismologique de Mayotte

(2) Délégation Interministérielle aux Risques Majeurs Outre-mer

Des premières cartes pour simuler les catastrophes possibles

Les séismes affectant l'île forment des essaims avec des épicentres localisés entre 5 et 25 km à l'Est de Petite Terre (**Figure 1a**). La crise sismo-volcanique intense qui affecte Mayotte depuis 2018, la localisation des séismes proches des fortes pentes qui entourent l'île et la construction d'un nouvel édifice volcanique menacent de déclencher des glissements de terrain sous-marins au large de Mayotte générant des tsunamis (**Figure 1b-c**).

Depuis 2019, des travaux importants ont été réalisés dans le cadre du REVOSIMA, permettant d'élaborer des cartes de hauteurs d'eau (**Figure 2**) estimant l'impact des tsunamis liés à différents scénarii de glissements de terrain sous-marins (Lemoine et al., 2020, Poulain et al., 2020, 2021). Ces cartes ont été présentées et discutées lors de différentes rencontres en 2020 avec les autorités nationales et locales (représentants ministériels, préfet, élus locaux).

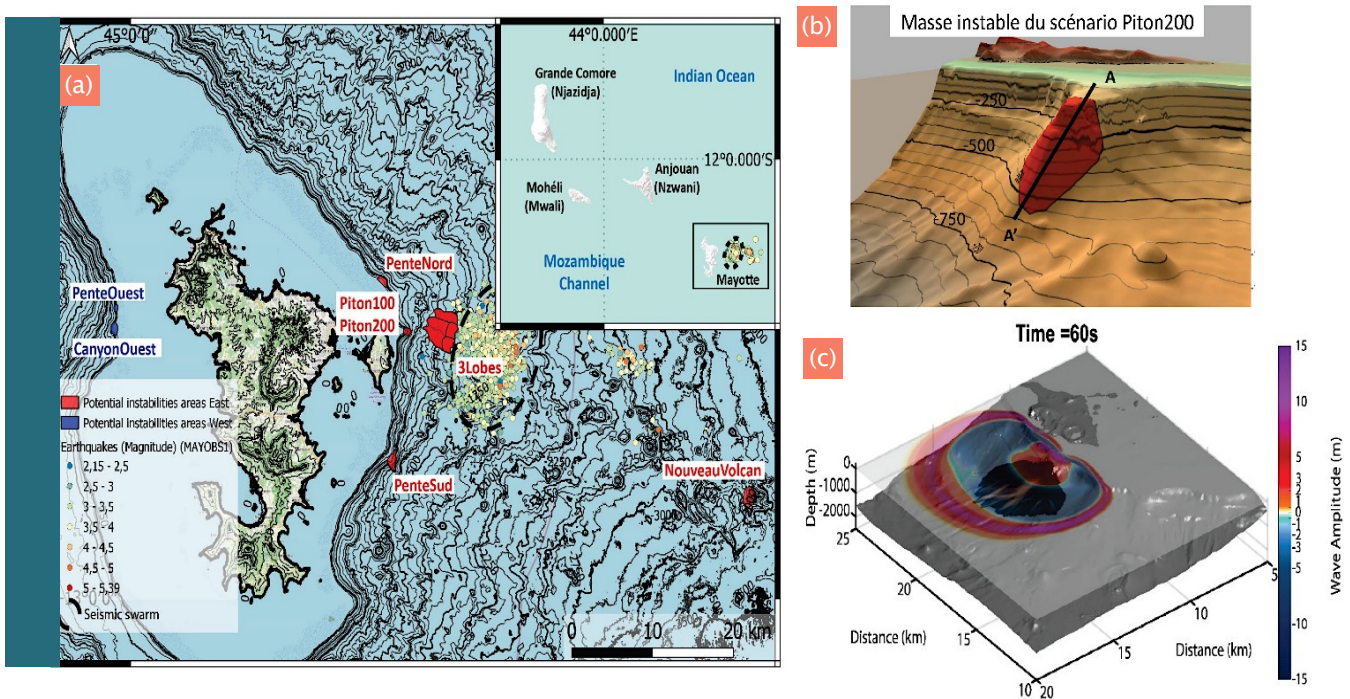


Figure 1 : (a) Localisation des glissements de terrain sous-marins potentiels et des essaims sismiques au large de Mayotte, (b) Instabilité gravitaire potentielle sur les fortes pentes sous-marines, (c) Modélisation numérique d'un glissement de terrain sous-marin et du tsunami généré, se propageant vers les côtes de Mayotte. (Figures issues de Poulain et al., 2020).

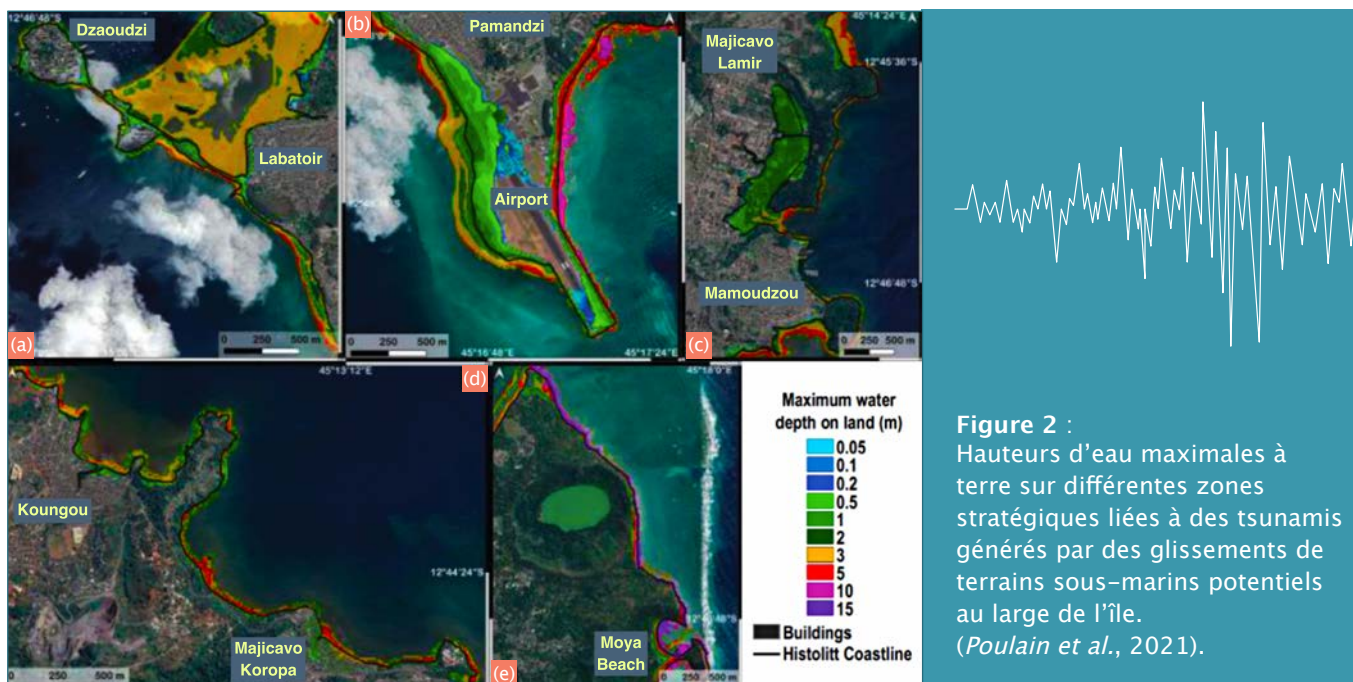
Ces cartes de hauteurs d'eau à terre ont été construites sur la base de modèles numériques simulant les glissements de terrain sous-marins ainsi que les vagues qu'ils génèrent (**Figure 1c**).

Ces glissements de terrain sont notamment susceptibles de détruire les câbles sous-marins contrôlant en particulier les réseaux téléphoniques de l'île. Les vagues simulées peuvent atteindre entre un et quelques mètres affectant des infrastructures stratégiques et des zones habitées.

Ces nouvelles cartes permettent de montrer que même si les hauteurs d'eau à terre et notamment au niveau de la piste de l'aéroport ne sont pas très importantes (1 m), l'intégration de la vitesse conduit à un aléa peut être fort dans la zone considérée.

Le temps d'arrivée des vagues à la côte sera très court, pas forcément précédé d'un retrait de la mer au rivage, ce qui ne permettra pas à la population de bénéficier d'une alerte naturelle.

De plus, la subsidence induite par l'activité sismo-volcanique mais aussi le changement climatique ont un impact important sur le trait de côte, impliquant une augmentation des zones submergées et une sensibilité accrue aux potentiels tsunamis ou vagues liées aux tempêtes dans cette zone. Prendre en compte ce changement du trait de côte est essentiel pour évaluer les risques liés aux vagues océaniques sur l'île de Mayotte.

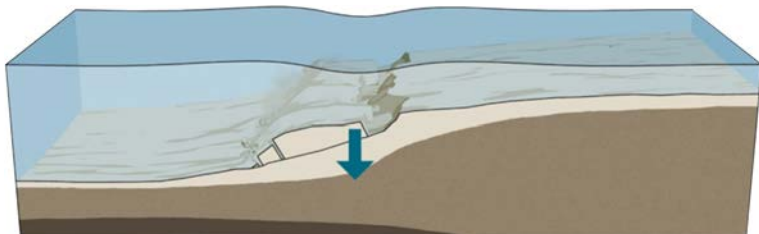


“ L’ambition de l’équipe de recherche est de fournir une évaluation quantitative de l’impact des risques tsunamis à Mayotte en termes économiques, à court et moyen terme, en tenant compte des facteurs d’aggravation liés au changement climatique (hausse du niveau des mers, destruction de la mangrove et des récifs coralliens). ”

Anne Mangeney, Professeure de Géosciences, Université de Paris, IGP

TSUNAMI GENERATION

When an undersea landslide occurs, a large mass of sand, mud and gravel can move down the slope



GEOSCIENCE AUSTRALIA

Les chercheurs simuleront divers scénarii de glissements de terrain sous-marins et de la vague qu’ils provoqueraient ou, de manière alternative et complémentaire, d’une vague océanique provoquée par une tempête.

Ils évalueront l’évolution de l’environnement climatique de l’archipel dans les prochaines décennies : montée du niveau de la mer, fréquence et sévérité des événements extrêmes, érosion de la biodiversité et notamment des mangroves et du récif corallien, jouant un rôle de barrière majeur pour la propagation des vagues vers les côtes.

Ces effets seront également pris en compte dans les simulations. Une granularité fine (résolution spatiale inférieure à 10 m) sera nécessaire en vue de mesurer avec précision la part des infrastructures (emplacement, nature, type de gestionnaire, etc.), du résidentiel et plus largement du capital économique (aéroport, port, centrale thermique, réservoirs, câbles sous-marins, grande zone industrielle et commerciale) exposés aux effets des vagues. Cela exige en parallèle de raffiner les simulations de glissements de terrain et tsunamis actuellement disponibles.

Les poches d’enjeux et les allers-retours entre études économiques et géophysiques permettront aux premières de pointer les zones sur lesquelles les géophysiciens devront cibler les simulations à haute résolution spatiale.

Deux horizons de temps pourront être envisagés afin d’appréhender les conséquences économiques des glissements de terrain et des tsunamis : celui du coût immédiat en termes de pertes en capital (impactant directement le bilan des assureurs et réassureurs) et celui, à horizon 5–10 ans de l’inflexion induite sur la dynamique économique de l’île en termes de PIB, d’emploi, d’inflation, de pauvreté, etc.

A cette fin, un modèle macro-dynamique non-linéaire stock-flux cohérent, calibré sur l'île de Mayotte pourra être élaboré. Une attention particulière sera portée aux infrastructures d'approvisionnement électrique, en eau potable et aux réseaux de communication. La question de la dépendance de Mayotte aux ressources naturelles et vitales qui pourraient venir à manquer dans les prochaines décennies et en cas de crise, sera prise en compte. L'approche macro-économique privilégiée sera construite sur l'interaction des dynamiques d'endettement public et privé avec les besoins de première nécessité et les dépenses contraintes d'une île dont l'essentiel de la population a un très faible niveau de vie.

Un travail pionnier pour servir de modèle à l'avenir

Au-delà du cas spécifique de Mayotte, cette étude fournirait un exemple méthodologique innovant d'interaction entre sciences géophysique, géographique, climatique et économique. Elle contribuerait, enfin, à notre connaissance de l'impact économique du dérèglement climatique à partir d'un exemple concret et jetterait les bases d'une réflexion sur les moyens dont disposent les habitants de Mayotte pour s'adapter au dérèglement climatique. Comment se prémunir contre l'impact potentiellement dévastateur d'une vague particulièrement haute dont l'effet sera démultiplié par l'élévation du niveau de la mer ? Différentes options de politiques publiques et d'aménagement du territoire à Mayotte pourront être testées, et leurs conséquences simulées, sur la base des *scénarii* qui auront été élaborés.

Un environnement de travail unique au bénéfice de tous

Au-delà de l'interdisciplinarité de ce projet entre géophysique, économie et climat, ce travail qui bénéficiera d'un dynamisme fort, se déroulera dans un cadre unique, en particulier grâce au REVOSIMA, impliquant notamment des recherches en géographie, dédiées à la mise en place d'un plan d'évacuation en cas de submersion tsunami, ou en sociologie sur la perception par la population de la crise et des risques associés.

Un aspect fort de ce contexte est le lien étroit avec les autorités locales (préfets, maires) et nationales (ministères). Ce projet pionnier a des implications fortes pour les industriels dont certains ont déjà utilisé les résultats des premières simulations (projet d'allongement de la piste de l'aéroport, câbles de communications sous-marins). Ces travaux fourniront à l'ensemble des équipes et acteurs une base déterminante leur permettant d'aller beaucoup plus loin dans la quantification des impacts, au sens large, de ces risques naturels.

Informer pour rassurer

La communication est un point clé de ce projet, elle prendra la forme de campagnes de terrain et portera essentiellement sur l'explication et la quantification des mécanismes géophysiques.

- **Pour les écoles et les lycées :**

Des conférences suivies d'exercices pratiques vont être mis en place, avec le concours de la PIROI (Plateforme d'Intervention Régionale de l'Océan Indien) et du Rectorat.

- **Pour les industries et les entreprises :**

Un transfert des connaissances et des données précises sera appuyé par la Délégation de Mayotte à Paris qui cherche à promouvoir le développement et l'attractivité de l'île.

- **Pour le grand public :**

Des conférences ainsi que des clips vidéo seront disponibles pour appuyer la compréhension des plans de prévention comme le plan d'évacuation.

- **Pour les autres universités nationales et internationales :**

Via le REVOSIMA impliquant de nombreuses universités et instituts français avec nos réseaux de collaborations internationaux et via les congrès internationaux.

- **Pour les acteurs institutionnels :**

Les services de l'État en charge de la gestion des crises (DGSCGC) ou de la sécurité nationale (SGDSN) et **les auxiliaires de l'État** : Croix-Rouge Française (fortement impliquée dans la réduction des risques de catastrophes (RCC) à Mayotte, aux Comores et plus généralement dans l'Océan indien.

Une équipe pluridisciplinaire composée d'experts

Anne Mangeney : Professeure classe exceptionnelle, responsable du Master Risques Naturels de l'UP, lauréate de l'ERC SLIDEQUAKES (2014–20), membre du COPRNM (Ministère de la transition écologique), directrice de l'équipe de sismologie (2011–15), membre Senior à l'IUF (Institut Universitaire de France). Direction de 30 thèses et post-docs (page web : <http://www.ipgp.fr/~mangeney/>)

Anne Le Friant : Directrice de recherche 1^{ère} classe au CNRS, Directrice adjointe de l'Institut de Physique du Globe de Paris en charge des Observatoires (2016–2021), présidente de la CNAP TI (2020–), membre du COPRNM, PI de l'Expédition internationale forage IODP 340 aux Antilles.

Gaël Giraud : Directeur de recherche au CNRS en économie, Professeur à Georgetown University, directeur du 'Environmental Justice Program'. Spécialiste en économie mathématique, il a été économiste en chef de l'Agence française de développement (AFD) de 2015 à 2019

Hervé Le Treut : Directeur de recherche au CNRS, spécialiste de la simulation numérique du climat. Membre de l'Académie des sciences. Il est directeur de l'Institut Pierre-Simon-Laplace et a fait partie du GIEC, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Il enseigne à l'école Polytechnique, l'UPMC, l'ENS et Sciences Po.

À Propos d'Université de Paris :



Université de recherche intensive pluridisciplinaire, Université de Paris se hisse au niveau des établissements français et internationaux les plus prestigieux grâce à sa recherche de très haut niveau, ses formations supérieures d'excellence, son soutien à l'innovation et sa participation active à la construction de l'espace européen de la recherche et de la formation. Université de Paris compte 64 000 étudiants, 7 250 enseignants-chercheurs, 21 écoles doctorales et 138 laboratoires de recherche.

En savoir plus : u-paris.fr

À Propos de la **Fondation Université de Paris** :



Soutenir et développer l'impact sociétal de notre université est la mission première de la Fondation Université de Paris. Les partenariats et mécènes de la Fondation contribuent par leur soutien à accélérer la recherche, dynamiser l'économie et diffuser les savoirs. Ceci afin de transformer notre monde et de le préparer aux grands bouleversements qui le touchent.

Gérard FRIEDLANDER
Délégué général
gerard.friedlander@u-paris.fr
01 57 27 89 73

Mickaël OUZZANI
Directeur de campagne
mickael.ouazzani@u-paris.fr
01 57 27 89 74

En savoir plus : fondation-uparis.org