

Vers des finances publiques résilientes

**Évaluation nationale des risques budgétaires
dans les secteurs des infrastructures
essentielles à Maurice**



Tous les efforts ont été déployés afin de garantir l'exactitude et la fiabilité des informations contenues dans cette publication. Les utilisateurs peuvent reproduire, diffuser, transmettre, afficher, adapter et utiliser autrement cette publication à des fins non commerciales, sous réserve d'une citation appropriée de l'œuvre. La mention de noms d'entreprises, de recommandations et de produits commerciaux n'implique aucune approbation de la part de la CDRI.

Les constatations, analyses, interprétations et conclusions présentées dans cette publication sont celles des auteur(s) et des contributeurs et ne reflètent pas nécessairement les vues de la CDRI, de son Comité exécutif ou des membres de la Coalition. La CDRI ne saurait être tenue responsable de toute perte ou de tout dommage résultant de l'utilisation de cette publication.

Les appellations employées et la présentation des éléments figurant dans cette publication n'impliquent, de la part de la CDRI, l'expression d'aucune opinion quant au statut juridique d'un pays, d'une ville ou d'un territoire, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. La citation de travaux d'autres auteurs ne signifie pas que la CDRI approuve les opinions qui y sont exprimées ni le contenu de ces travaux.

Aucune disposition du présent document ne constitue ni ne saurait être interprétée comme une renonciation, expresse ou implicite, aux privilèges et immunités de la CDRI, lesquels sont expressément réservés.

Droits et autorisations : Les utilisateurs sont seuls responsables de l'obtention de toute autorisation nécessaire à l'utilisation de tout contenu appartenant à des tiers figurant dans cette publication, y compris les éléments protégés par le droit d'auteur ou par tout autre droit de propriété intellectuelle.

Tous les droits non expressément accordés par les présentes demeurent réservés à la CDRI.

Citation requise : Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI). *Vers des finances publiques résilientes : Évaluation nationale des risques budgétaires dans les secteurs des infrastructures essentielles à Maurice* (2026).

Le nom, l'emblème et le logo de la CDRI sont la propriété de la CDRI. Leur utilisation, reproduction ou représentation est interdite sans l'autorisation écrite préalable de la CDRI, sauf lorsqu'elles sont effectuées à des fins d'attribution et de citation appropriées.

Traductions : La CDRI peut mettre à disposition des traductions officielles de cette publication dans d'autres langues. En cas de divergence entre le contenu ou l'exactitude d'une traduction et la version originale, seule la version originale en anglais fait foi.

La clause de non-responsabilité suivante doit accompagner toute traduction réalisée par un tiers :

« Cette traduction n'a pas été réalisée par la Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI) et ne doit pas être considérée comme une traduction officielle de la CDRI. La CDRI décline toute responsabilité en cas d'erreur, d'omission ou de mauvaise interprétation découlant de cette traduction. »

Traducteur (français) : CDRI Communications | Shubham Kashyap

Vers des finances publiques résilientes

**Évaluation nationale des risques budgétaires
dans les secteurs des infrastructures
essentielles à Maurice**



Remerciements

La Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI) exprime sa sincère gratitude à l'ensemble des personnes et des institutions dont les contributions ont été essentielles à la réalisation de cette étude.

Nous remercions tout particulièrement le National Disaster Risk Reduction and Management Centre (NDRRMC) pour son appui à la facilitation des consultations, à la collecte des données et à la coordination avec les ministères et les organismes gouvernementaux concernés. Nous adressons également nos remerciements au ministère des Finances, de la Planification économique et du Développement, au ministère des Infrastructures nationales et du Développement communautaire, ainsi qu'au ministère de l'Énergie et des Services publics, de même qu'aux organisations de développement régionales, bilatérales et multilatérales, pour leurs précieuses contributions et leurs observations constructives tout au long du processus.

Nous tenons également à saluer l'orientation stratégique, les encouragements et l'expertise technique apportés par les membres du Comité d'évaluation et de pilotage (Appraisal and Steering Committee – ASC), ainsi que par les participants aux tables rondes et aux groupes de discussion, dont les analyses et les perspectives ont considérablement enrichi cette étude.

La CDRI exprime également sa reconnaissance à son équipe, composée de Ramesh Subramaniam, Ramraj Narasimhan, Aaron Schubert, Sakshi C. Dasgupta, Raj Vikram Singh, Akash Mishra, ainsi qu'à l'équipe Médias et Communication. L'équipe tient également à remercier les experts techniques associés aux membres de l'ASC pour leurs orientations, leurs commentaires et leurs contributions, notamment Daniel Stadtmueller (Responsable de l'analyse et de la mise en œuvre pour l'Afrique, l'Amérique latine et les Caraïbes), Ede Ijjasz (Conseiller principal auprès du Global Centre on Adaptation), Alexandre Chavarot (spécialiste du financement de l'atténuation et de l'adaptation au changement climatique), Jan Kellett (Responsable de l'UNDP Insurance and Risk Finance Facility), Ajay Pandey (Professeur de finance à l'IIM Ahmedabad) et Vijayasekar Kalavakonda (Chargé principal des opérations à l'IFC).

Nous remercions également l'Asian Disaster Preparedness Center (ADPC) ainsi que ses partenaires, Ingeniar et Tonkin + Taylor (T+T), pour leur appui. Le présent rapport a été élaboré sous la direction d'Aslam Perwaiz (directeur exécutif de l'ADPC), avec le soutien constant d'Irfan Maqbool (directeur de l'ADPC), et grâce aux contributions d'Anil Kumar, Emmanuel Torrente, Prerna Singh et Tarique Sohail.

Au sein d'Ingeniar, nous tenons à souligner les contributions de Omar-Dario Cardona, Gabriel Andres Bernal, Claudia Patricia Villegas Rico, John Fredy Molina Buitrago, Sergio A. Herrera, Mabel C. Marulanda, David F. Rincon, Sthefania Grajales et Diana Marcela Gonzalez.

Au sein de Tonkin + Taylor, nous remercions Richard Reinen-Hamill, Ilan Noy, Emma Singh et Jill Boland pour leurs précieuses contributions.



Amit Prothi

Directeur général
Coalition for Disaster Resilient Infrastructure

La situation géographique de Maurice dans l'océan Indien rend le pays particulièrement vulnérable aux cyclones, aux inondations et aux ondes de tempête, qui ont régulièrement entraîné des pertes en vies humaines et des dommages économiques. Des événements isolés, tels que les cyclones Dina en 2002 et Berguita en 2018, ont perturbé des services essentiels et engendré des coûts considérables de réparation et de relèvement. Sous l'effet du changement climatique, l'intensification des épisodes de précipitations extrêmes et l'élévation du niveau de la mer devraient accroître la fréquence et la gravité des catastrophes, augmentant ainsi les risques pesant sur les infrastructures, les zones côtières habitées ainsi que sur des secteurs stratégiques tels que le tourisme et l'énergie. Ces chocs exercent une pression croissante sur les finances publiques, creusant les déficits budgétaires et détournant les ressources des investissements à long terme vers les besoins immédiats de relèvement. Le renforcement de la préparation financière et de la résilience constitue dès lors une priorité urgente, non seulement pour protéger les vies humaines et les actifs, mais également pour préserver la trajectoire de croissance de Maurice et soutenir les ambitions d'un petit État insulaire engagé sur la voie d'un développement résilient face au changement climatique.

Dans le cadre de son engagement en faveur du renforcement de la résilience des systèmes d'infrastructure à l'échelle mondiale, la Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI) a lancé une étude pilote sur le financement des risques de catastrophe dans quatre pays afin d'évaluer les risques budgétaires associés aux catastrophes dans les secteurs d'infrastructure essentielle. L'étude consacrée à Maurice constitue l'une des premières initiatives de la région visant à établir systématiquement le lien entre les impacts des catastrophes sur les infrastructures et leurs conséquences budgétaires. Elle formule également des recommandations stratégiques visant à renforcer les mécanismes de financement des risques de catastrophes, ainsi que les capacités institutionnelles de gestion des passifs éventuels liés aux infrastructures.

Cette étude vise à établir une référence en matière de financement des risques de catastrophe en proposant une méthodologie pour appréhender les incidences économiques et budgétaires des catastrophes. Elle évalue également l'efficacité des mécanismes de financement existants et met en évidence l'importance cruciale de pratiques d'investissement public et de budgétisation prospectives, fondées sur une analyse des risques. Nous espérons que cette évaluation constituera un outil utile pour les décideurs publics, les planificateurs financiers et les partenaires du développement œuvrant au renforcement de la résilience budgétaire à Maurice ainsi que dans d'autres économies présentant des vulnérabilités similaires.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre consultant, l'Asian Disaster Preparedness Center (ADPC), ainsi qu'au gouvernement de Maurice pour son accompagnement, son engagement et son leadership tout au long de ce processus. Alors que nous progressons collectivement vers des trajectoires de développement résilientes et durables, il est essentiel que le financement des risques de catastrophe soit pleinement intégré au cœur des processus décisionnels en matière de finances publiques. Le présent rapport constitue une contribution concrète à cet objectif.

Remerciements	1
Préface	2
Résumé	5
Chapitre 1 : Introduction	8
Chapitre 2 : Évaluation des risques budgétaires fondée sur les données historiques	12
Chapitre 3 : Cadres institutionnels et dispositifs de financement des pertes après une catastrophe	24
Chapitre 4 : Modélisation économique	37
Chapitre 5 : Évaluation probabiliste des risques budgétaires futurs via la modélisation des catastrophes	45
Chapitre 6 : Évaluation du déficit de financement après une catastrophe	87
Chapitre 7 : Recommandations	102
Chapitre 8 : Annexes	107
Remarques	137
Références	140

Résumé

Maurice, petit État insulaire en développement (PIED ou SIDS) situé dans le sud-ouest de l'océan Indien, figure parmi les pays les plus exposés aux aléas naturels, en particulier aux cyclones, aux inondations et aux ondes de tempête. Les catastrophes y surviennent régulièrement, perturbant l'activité économique et les infrastructures critiques, notamment les systèmes énergétiques et de transport, tout en engendrant d'importants chocs budgétaires. Réalisé dans le cadre du Programme de financement des infrastructures résilientes (Finance for Resilient Infrastructure Programme – FRIP) de la CDRI, le présent rapport évalue les incidences budgétaires des catastrophes à Maurice, examine les mécanismes de financement des risques et formule des recommandations visant à renforcer la préparation institutionnelle et financière du pays.

Le profil de risque de Maurice est dominé par les cyclones et les pluies torrentielles, qui provoquent fréquemment des crues soudaines et des glissements de terrain. Entre 1980 et 2024, plusieurs catastrophes ont entraîné, de manière récurrente, une hausse du nombre de décès, des déplacements de population ainsi que des dommages se chiffrant à plusieurs millions de dollars américains. Les cyclones Dina (2002), Berguita (2018) et Belal (2024) comptent parmi les événements les plus marquants. Les données d'EM-DAT et de DesInventar montrent que, bien que les taux de mortalité varient d'un événement à l'autre, le coût économique des catastrophes, principalement associé aux cyclones et aux inondations, demeure considérable.

Les effets budgétaires se traduisent par une augmentation marquée des dépenses publiques et des passifs éventuels. Les recettes publiques, qui représentaient 22,1 % du produit intérieur brut (PIB) en 2019, ont légèrement diminué en 2020 sous l'effet conjugué des catastrophes et de la pandémie de COVID-19. Elles se sont toutefois redressées pour dépasser 24 % du PIB en 2022 et 2023. Dans le même temps, la dette publique est passée de 81,1 % du PIB en 2019 à 91,9 % en 2020, illustrant le recours accru à l'endettement durant les périodes de crise. Cette tendance s'est ensuite atténuée, la dette publique revenant à 78,3 % du PIB en 2023. En 2020, les dépenses publiques ont atteint 40,4 % du PIB, soit près du double des recettes, ce qui a entraîné des déséquilibres budgétaires persistants malgré la reprise observée par la suite.

Le secteur de l'énergie, géré par le Central Electricity Board (CEB), a subi à plusieurs reprises les effets des cyclones, des inondations et des ondes de tempête. Les cyclones Berguita (2018) et Calvinia (2019) ont provoqué des coupures d'électricité généralisées en endommageant les lignes et les postes électriques. Les inondations de mars 2013 ont également perturbé les réseaux de distribution. Les centrales électriques situées dans les zones côtières demeurent particulièrement vulnérables aux ondes de tempête. Les interruptions prolongées de service qui suivent ces événements entraînent non seulement des coûts de réparation, mais aussi des pertes économiques indirectes pour les entreprises et les ménages.





Le secteur routier est confronté à des risques similaires. Les cyclones et les fortes précipitations provoquent fréquemment des interruptions ou des dommages aux routes en raison d'inondations, de glissements de terrain et d'accumulation de débris. Les crues soudaines survenues à Port-Louis en 2013 ont entraîné d'importantes perturbations du trafic et l'érosion de plusieurs infrastructures routières, tandis que le cyclone Berguita a endommagé des chaussées et des ponts stratégiques. Chaque saison cyclonique nécessite ainsi des dépenses publiques importantes pour les opérations de déblaiement et de réparation, ce qui exerce une pression sur le budget national et accroît les coûts d'entretien à long terme.

Les résultats de la modélisation économique confirment que les catastrophes entraînent systématiquement une hausse des dépenses publiques, avec des coefficients statistiquement significatifs au seuil de 5 %. Les niveaux d'endettement enregistrent des hausses plus limitées et statistiquement non significatives malgré les chocs budgétaires liés aux événements naturels récurrents, ce qui suggère que le gouvernement finance ses besoins de contingence principalement au moyen d'allocations budgétaires et d'emprunts concessionnels extérieurs. Les événements majeurs, tels que le cyclone Berguita, auraient entraîné une hausse des dépenses d'environ 0,10 % du PIB (soit près de 1,15 milliard de roupies mauriciennes), tandis que la dette aurait augmenté d'environ 0,08 % du PIB (soit près de 314 millions de roupies mauriciennes). L'essentiel des impacts budgétaires se concentre durant l'année de survenue de la catastrophe, ce qui met en évidence la pression immédiate exercée sur les finances publiques.

À plus long terme, les modélisations probabilistes des risques liés aux cyclones, aux inondations et aux glissements de terrain montrent que le changement climatique devrait accroître la fréquence et l'intensité des aléas, ce qui devrait augmenter les pertes potentielles dans les secteurs de l'énergie et des infrastructures routières. Les évaluations des coûts de remplacement estiment que la capacité installée de production d'électricité à Maurice atteint 1 139 MW et que le réseau de transport d'électricité s'étend sur environ 157 kilomètres, tandis que le réseau routier demeure exposé aux inondations côtières et intérieures. Les estimations de la perte maximale probable (PMP) et de la perte annuelle moyenne (PAM ou PAM) mettent en évidence l'ampleur de l'exposition budgétaire future. En l'absence d'investissements prioritaires en matière de résilience, le changement climatique devrait entraîner une hausse significative des coûts liés aux catastrophes.

À l'heure actuelle, le financement des interventions post-catastrophe à Maurice repose encore largement sur des réaffectations budgétaires, des fonds de contingence et l'aide internationale. Des mécanismes tels que le Prime Minister's Relief Fund, le National Environment Fund et le Sugar Insurance

Fund Board offrent une couverture limitée et spécifique à certains secteurs. Des initiatives récentes, telles que l'émission d'obligations durables par la Banque de Maurice, témoignent néanmoins d'une évolution vers une diversification des sources de financement. Toutefois, les ressources consacrées à la réduction des risques de catastrophe demeurent modestes et variables.

Le rapport formule les principales recommandations suivantes :

- 1 Augmenter et stabiliser le budget dédié à la réduction des risques de catastrophe.
- 2 Formaliser des mécanismes de financement de contingence et constituer des fonds préalables pour une réponse immédiate aux catastrophes.
- 3 Raccourcir les délais d'assurance, notamment pour l'agriculture hors du secteur sucrier et pour les infrastructures essentielles.
- 4 Intégrer les passifs liés aux catastrophes dans les stratégies de gestion de la dette publique.
- 5 Améliorer la qualité des données relatives à l'exposition et aux pertes afin d'affiner les prévisions budgétaires et les modèles d'évaluation des risques.
- 6 Renforcer également les normes de conception et de résilience des infrastructures dans les secteurs de l'énergie et des transports afin de réduire les dommages récurrents.

La mise en œuvre de ces mesures permettra à Maurice de progresser vers l'objectif stratégique défini dans la Politique nationale de réduction et de gestion des risques de catastrophe (2020-2030), qui consiste à passer progressivement d'une approche réactive à une approche proactive du financement des catastrophes. Elle favorisera ainsi des réponses plus prévisibles, plus efficaces et plus durables face aux chocs climatiques, tout en préservant les acquis du développement.

Maurice est par ailleurs cité comme exemple de bonne pratique internationale dans le manuel Climate-PIMA (C-PIMA) du Fonds monétaire international (tableau 4.7)¹, en raison de son cadre de planification stratégique et de budgétisation qui favorise une coordination efficace et une prise de décision cohérente concernant les projets liés au changement climatique dans l'ensemble du secteur public. Ce cadre facilite les investissements publics dans les infrastructures nécessaires à l'atteinte des objectifs climatiques nationaux, notamment dans les secteurs de l'énergie, de l'eau et des transports.



Chapitre 1

Introduction



Introduction

Maurice est confronté à d'importants risques de catastrophes en raison de sa situation géographique au sud-ouest de l'océan Indien et de son statut de petit État insulaire en développement (SIDS). Le pays est exposé à un large éventail d'aléas, notamment les cyclones, les fortes précipitations, les ondes de tempête, les inondations, les sécheresses et les glissements de terrain.

Bien que située en marge de la ceinture cyclonique de l'océan Indien, Maurice subit régulièrement les effets de tempêtes qui endommagent les infrastructures, perturbent les activités portuaires et commerciales, et provoquent d'importantes inondations. Les inondations constituent le deuxième aléa le plus important après les cyclones, tandis que les glissements de terrain, favorisés par la déforestation et l'urbanisation non réglementée, représentent une menace croissante. Le changement climatique accentue ces risques par l'élévation du niveau de la mer, l'érosion côtière, la perte de biodiversité ainsi que l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes, mettant en péril les populations et les infrastructures.



Le profil économique et social du pays accentue ces vulnérabilités. En tant que petite économie ouverte dépendante de secteurs tels que le tourisme côtier, l'agriculture et le commerce, Maurice demeure particulièrement exposée aux chocs externes et à la variabilité climatique. L'urbanisation rapide et la conversion de terres agricoles à des fins résidentielles et commerciales ont accru l'exposition aux aléas, tandis que l'insuffisance des systèmes de drainage contribue à la récurrence des crues soudaines dans les centres urbains. Les projections annonçant une hausse des températures pouvant atteindre 3,8 °C d'ici 2100, combinées à une diminution des précipitations et à des cyclones plus intenses, font peser des risques importants sur la sécurité hydrique, la santé publique et les infrastructures. Ces pressions ont également des conséquences directes sur les finances publiques : les catastrophes contraignent régulièrement l'État à réaffecter des ressources aux opérations d'urgence, de relèvement et de reconstruction, générant des passifs éventuels liés aux catastrophes qui, en l'absence d'une planification adéquate, peuvent accroître l'endettement public et fragiliser la stabilité budgétaire.

Le projet intitulé « Évaluation nationale des risques budgétaires liés aux catastrophes dans les secteurs des infrastructures essentielles » est une initiative de la Coalition for Disaster Resilient Infrastructure

(CDRI). La CDRI s'engage à accompagner ses pays membres dans l'élaboration de stratégies cohérentes de financement des risques de catastrophe (FRC). Ces stratégies visent à répondre aux besoins financiers liés à la mise en place d'infrastructures résilientes durant les phases de prévention et d'atténuation des risques, ainsi qu'aux opérations de relèvement et de reconstruction après catastrophe, dans le cadre du Programme de financement des infrastructures résilientes (FRIP).

Ce rapport évalue les risques budgétaires associés aux catastrophes affectant les infrastructures essentielles de Maurice, en mettant particulièrement l'accent sur les secteurs de l'énergie et des transports. Son objectif est de soutenir l'élaboration de politiques publiques fondées sur des données probantes et d'améliorer la préparation financière face aux événements futurs.

Ces dernières années, Maurice a entrepris des réformes importantes afin de renforcer la gestion et le financement des risques de catastrophe. La Politique nationale et le Cadre stratégique de réduction et de gestion des risques de catastrophe (2020–2030) définissent un programme d'action complet couvrant la gouvernance des risques, les investissements en matière de résilience, la préparation aux catastrophes et le relèvement. Des mesures complémentaires, telles que la Land Drainage Authority Act (2017) et la Mauritius Meteorological Services Act (2019), ont permis de mieux intégrer l'évaluation des risques, les services climatiques et la gestion des risques d'inondation dans les processus nationaux de planification. Sur le plan institutionnel, le National Disaster Risk Reduction and Management Centre (NDRRMC) joue un rôle central dans la coordination de ces efforts et la consolidation des données relatives aux catastrophes. Le présent rapport s'inscrit dans cette dynamique en analysant les risques budgétaires associés aux catastrophes et en proposant des options visant à renforcer la préparation financière de Maurice, à préserver les acquis du développement et à promouvoir une croissance résiliente face à l'intensification des défis climatiques.

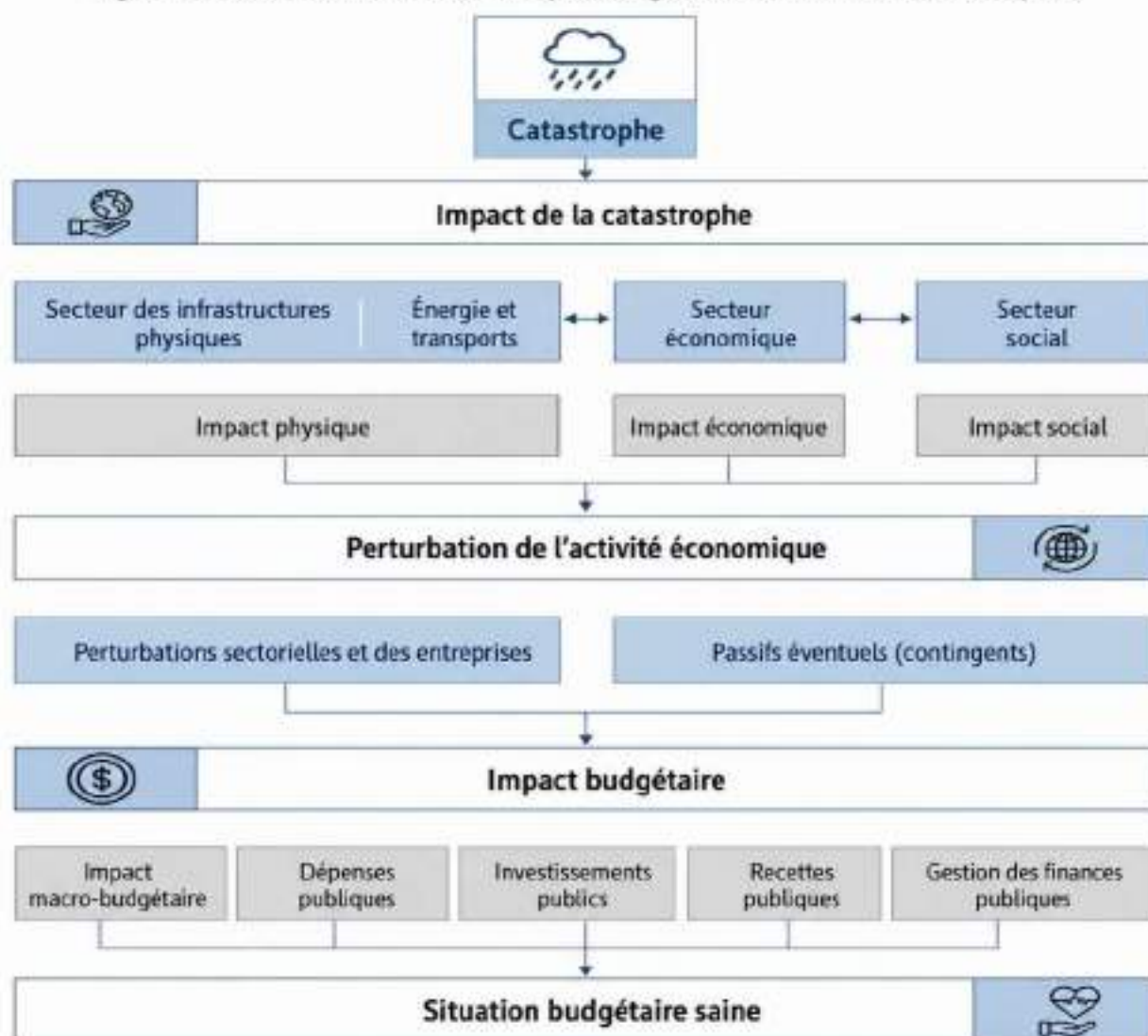
Cadre d'évaluation des risques budgétaires

Le Fonds monétaire international (FMI) définit le risque budgétaire comme l'ensemble des facteurs économiques susceptibles d'entraîner un écart entre les résultats budgétaires effectifs et les résultats budgétaires projetés ou attendus (Fonds monétaire international, 2016). L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) caractérise, quant à elle, les risques budgétaires comme les variations des résultats budgétaires attendus présentés dans le budget annuel ou dans les documents de prévision économique d'un pays (OCDE, 2019). Les risques budgétaires peuvent résulter de chocs macroéconomiques ou de l'activation de passifs éventuels à la suite d'événements incertains. Il est essentiel que les gouvernements comprennent ces risques et s'y préparent au moyen d'évaluations financières appropriées afin de garantir une allocation efficace des ressources en cas de catastrophe. Les risques budgétaires peuvent provenir de diverses sources, notamment des chocs macroéconomiques, des crises du secteur financier, des contentieux juridiques, des engagements des administrations infranationales ou encore des difficultés rencontrées par les entreprises publiques. Les catastrophes constituent une source importante de risque budgétaire. Selon Albala-Bertrand (1993), leur coût peut représenter en moyenne 1,5 % du produit intérieur brut (PIB) et atteindre jusqu'à 6 % du PIB dans les situations les plus extrêmes. Les partenariats public-privé ainsi que les engagements liés aux entreprises privées non financières constituent également des sources de risque susceptibles de nécessiter une intervention financière de l'État. D'après l'étude de Bova et al. (2016), les catastrophes représentent la deuxième source de coût budgétaire la plus élevée, avec un impact moyen estimé à 1,6 % du PIB, après les chocs du secteur financier, dont le coût moyen atteint 9,7 % du PIB. L'identification et la gestion de ces risques sont essentielles au maintien d'une gestion budgétaire saine et à la capacité des pouvoirs publics à répondre efficacement aux situations de crise.

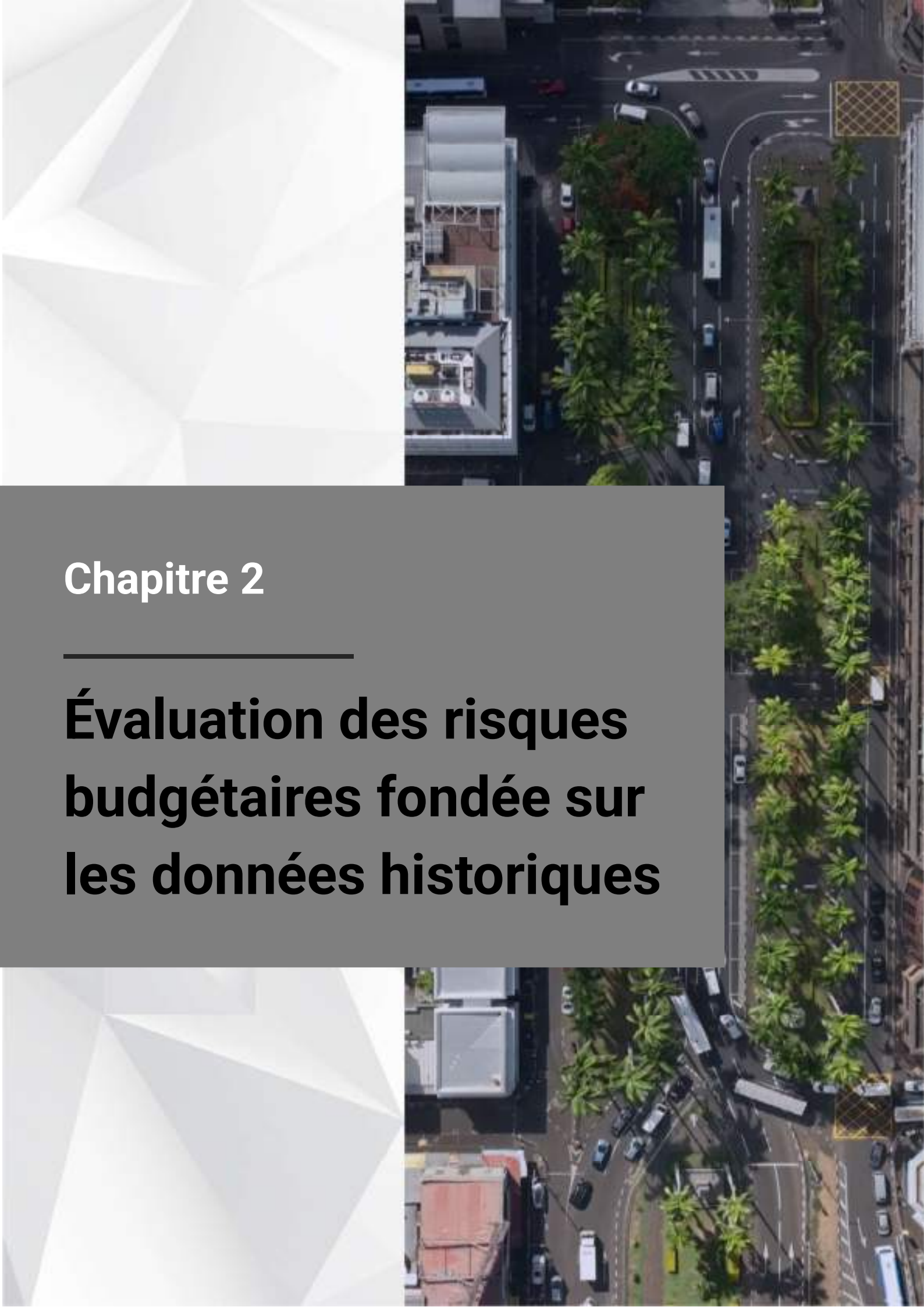
Les catastrophes engendrent des charges budgétaires considérables pour les gouvernements. Selon la Banque interaméricaine de développement (BID), les canaux de transmission des impacts budgétaires peuvent être regroupés en cinq catégories : les impacts macro-budgétaires, les impacts sur les recettes publiques, les impacts sur les dépenses publiques, les impacts sur l'investissement public et les impacts sur la gestion des finances publiques (Banque interaméricaine de développement, 2017). La compréhension de ces différents mécanismes est indispensable pour permettre aux décideurs publics de gérer efficacement les répercussions budgétaires des catastrophes.

La figure 1.1 présente le cadre analytique adopté dans le présent rapport. Ce cadre illustre les effets en cascade des catastrophes sur la stabilité économique et budgétaire. Le processus débute par l'impact direct des catastrophes sur les infrastructures physiques ainsi que sur les secteurs économiques et sociaux. Ces perturbations entraînent des interruptions de l'activité économique, notamment des dysfonctionnements sectoriels et des difficultés opérationnelles pour les entreprises, tout en générant des passifs éventuels pour l'État. À mesure que l'activité économique est affectée, des conséquences budgétaires apparaissent et se traduisent par des impacts sur la stabilité macro-budgétaire, les dépenses publiques, l'investissement public, les recettes publiques ainsi que sur la gestion des finances publiques. L'accumulation de ces pressions budgétaires influe finalement sur la situation budgétaire globale de l'État et sur sa capacité à préserver sa soutenabilité financière.

Figure 1.1 : Cadre d'évaluation des risques budgétaires découlant des catastrophes



Source : Centre asiatique de préparation aux catastrophes (ADPC) – Illustration de l'auteur

An aerial photograph of a city street, likely in a tropical or subtropical region, showing a wide road with multiple lanes, palm trees lining the sidewalks, and various vehicles including cars and trucks. The street curves to the right. In the background, there are buildings and a yellow diamond-shaped traffic sign. The image is partially obscured by a grey rectangular overlay containing text.

Chapitre 2

Évaluation des risques budgétaires fondée sur les données historiques

Évaluation des risques budgétaires fondée sur les données historiques

Les catastrophes liées au climat, comme les inondations, les cyclones et d'autres aléas naturels, peuvent avoir des effets importants sur les populations, l'économie et les finances publiques.

Elles peuvent entraîner des pertes en vies humaines, des déplacements et des dégâts aux infrastructures, ce qui se traduit par une baisse de la production économique et une plus grande demande de services d'urgence et de reconstruction, ainsi que de programmes sociaux d'aide et de protection. Selon le Fonds monétaire international (2023), ces phénomènes météorologiques extrêmes entraînent en moyenne une hausse de 0,8 % du déficit budgétaire par rapport au PIB dans les pays à revenu intermédiaire inférieur et de 0,9 % dans ceux à faible revenu. Sur le plan budgétaire, la fréquence et l'intensité croissantes de ces catastrophes accroissent le risque de chocs négatifs pour les finances publiques. En imposant une pression supplémentaire sur les finances publiques, ces événements favorisent l'apparition de déficits et l'accumulation de la dette publique. Ils compromettent aussi la stabilité financière en affectant les recettes et les dépenses publiques, en accroissant la dette, en retardant certains investissements et en incitant à des politiques budgétaires cycliques.



Les catastrophes peuvent également avoir des effets significatifs sur les recettes publiques, en perturbant principalement l'activité économique. Elles entraînent souvent une diminution des recettes fiscales et non fiscales, des perturbations des échanges commerciaux internationaux ainsi qu'une réduction du volume d'heures travaillées. Toutefois, la phase de relèvement post-catastrophe peut parfois stimuler temporairement l'activité économique et entraîner une hausse ponctuelle de l'aide extérieure ou des recettes fiscales. Au-delà des variations immédiates des recettes et des dépenses, les catastrophes influent également sur les actifs et les engagements de l'État. Les dommages causés aux infrastructures publiques, par exemple, augmentent les coûts de réparation ou de remplacement. Néanmoins, de nombreux gouvernements ne disposent pas de bilans exhaustifs intégrant les actifs non financiers, ce qui complique l'évaluation précise des impacts budgétaires.

Entre 1994 et 2013, les catastrophes ont entraîné des pertes économiques mondiales estimées à 2600 milliards de dollars², soit l'équivalent de 4 % du PIB mondial en 2015 (Guha-Sapir, Below et Hoyois, 2016). Sur un échantillon d'événements survenus entre 1990 et 2014, l'impact économique moyen des catastrophes représentait environ 1,6 % du PIB des pays touchés. Dans certains cas, ce coût a été nettement plus élevé, les catastrophes les plus sévères engendrant des pertes pouvant atteindre 6 % du PIB (Bova et al., 2016). Une étude du Fonds monétaire international a également identifié un coût budgétaire maximal de 6 % du PIB. De nombreuses études mettent en évidence une corrélation négative entre les catastrophes et la croissance économique, montrant que les catastrophes réduisent généralement le PIB à court comme à long terme. Afin de mieux préparer les gouvernements aux

scénarios les plus défavorables et d'éviter toute sous-estimation de leurs conséquences financières, il est essentiel d'améliorer les projections des dommages potentiels et de mener des analyses plus approfondies sur les catastrophes à faible probabilité d'occurrence mais à impact élevé.

La figure 2.1 résume les principaux canaux par lesquels les catastrophes affectent les finances publiques. Ces canaux incluent notamment les effets macro-budgétaires, tels qu'une augmentation des dépenses publiques et une baisse des recettes, qui exercent une pression sur l'équilibre budgétaire et mènent souvent à une hausse de la dette publique ou à l'activation de garanties souveraines. Les recettes publiques diminuent également en raison de la baisse de la production, des perturbations des échanges commerciaux et de la réduction du temps de travail, ce qui réduit les recettes fiscales et douanières. Du côté des dépenses, les gouvernements doivent faire face à une hausse des coûts liés aux interventions d'urgence et à l'aide humanitaire. Ils peuvent également soutenir les collectivités locales au moyen de mécanismes de partage des coûts. Comprendre ces mécanismes interdépendants est crucial pour aider les décideurs publics à planifier efficacement et à gérer les impacts budgétaires des catastrophes.

Figure 2.1 : Canaux d'impact budgétaire des catastrophes



Source : Centre asiatique de préparation aux catastrophes (ADPC) – Illustration de l'auteur

Lorsque les gouvernements empruntent pour financer les opérations de relèvement et de reconstruction, cela peut entraîner des déficits et une hausse de la dette publique. Les catastrophes peuvent entraîner des pertes de production, perturber le commerce et réduire les recettes fiscales, notamment en raison de la baisse des heures travaillées et des revenus des entreprises, ce qui affecte significativement les finances publiques. Les autorités doivent rapidement mobiliser des fonds pour les interventions d'urgence et les efforts de relèvement. Elles doivent souvent partager ces coûts avec les collectivités territoriales, ce qui nécessite un soutien financier supplémentaire. La gestion des finances publiques fait face à des défis majeurs, notamment pour assurer une utilisation efficace des ressources et garantir la transparence. L'investissement public est également affecté, avec des ressources souvent réaffectées des projets futurs à la reconstruction des infrastructures endommagées.

Aperçu des impacts des catastrophes à Maurice

Maurice dispose d'une vaste expérience face aux aléas naturels, tels que les cyclones, les pluies abondantes, les inondations et les sécheresses. Sa localisation dans le sud-ouest de l'océan Indien la rend particulièrement vulnérable aux phénomènes météorologiques extrêmes. De plus, des facteurs environnementaux tels que la déforestation, l'urbanisation rapide et l'aménagement non contrôlé des versants escarpés ont accru la fréquence des glissements de terrain et des crues inattendues. Le changement climatique amplifie ces risques avec la montée du niveau de la mer, l'érosion côtière et la perspective de cyclones plus violents, ce qui exerce une pression accrue sur les populations et les infrastructures.

La petite taille du pays et sa dépendance à des secteurs clés comme le tourisme, l'agriculture et le commerce font que les catastrophes ont un impact rapide sur l'ensemble de l'économie. Les zones côtières habitées, le réseau électrique et les infrastructures de transport comptent parmi les actifs les plus vulnérables. Les dégâts causés par les tempêtes entraînent souvent la fermeture des ports, des coupures d'électricité et des interruptions de la circulation routière, avec des répercussions en cascade sur l'économie. Les inondations urbaines, devenues un phénomène fréquent, sont principalement dues aux changements d'affectation des sols et à l'insuffisance des systèmes de drainage. Les sécheresses représentent également une menace importante pour la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau, tout en constituant la principale cause de pertes économiques à long terme.

Au cours des quarante dernières années, Maurice a connu des catastrophes à une fréquence élevée et d'un impact significatif. Selon les données d'EM-DAT, on observe de fortes fluctuations du nombre de personnes affectées et de décès causés par ces événements depuis 1980, comme le montrent les figures 2.2 (total des personnes touchées) et 2.3 (total des décès). Ces tendances indiquent qu'un seul cyclone ou une inondation peut toucher des dizaines de milliers de personnes, provoquant des pics de mortalité et de déplacements. Les coûts économiques sont également importants. La figure 2.4 illustre, en dollars, les pertes matérielles liées aux catastrophes historiques, soulignant la lourde charge financière que ces événements imposent aux finances publiques.



Les événements récents illustrent bien ces réalités. En 2024, le cyclone tropical Belal a touché environ 2 548 foyers, affectant directement près de 8 154 personnes. En 2023, le cyclone Freddy a déplacé au moins 370 familles et a causé un décès, tandis que le cyclone Batsirai, en 2022, a provoqué des évacuations et endommagé des lignes électriques à Port-Louis et dans le district de Plaine-Wilhems. Les inondations de mars 2022 ont touché Port-Louis, entraînant un décès et la perte de plusieurs véhicules. En avril 2021, des inondations et des glissements de terrain ont entraîné de nombreuses évacuations dans le sud du pays. D'autres cyclones antérieurs, comme Berguitta (2018), Gelena (2019), Joanhina (2019) et Bansi (2015), ont également causé des déplacements, des dégâts aux infrastructures et des coupures d'électricité majeures à Maurice et à Rodrigues.

Les statistiques à long terme confirment l'ampleur des impacts. Entre 1990 et 2014, les cyclones et les pluies torrentielles ont causé plus de 32 % des décès liés aux catastrophes, tandis que les crues soudaines en ont représenté plus de 26 %. L'épisode de crue soudaine à Port-Louis en 2013 a entraîné 11 décès, soulignant la vulnérabilité des zones urbaines. Les glissements de terrain ont fréquemment détruit des maisons dans des zones à haut risque comme Chitrakoot et Chamarel. Les sécheresses, accentuées par la hausse des températures, ont causé plus de 96 % des pertes économiques durant cette période. Ces données montrent le profil de risque multiple de Maurice et l'ampleur des dettes que ces événements imposent à l'État.

Figure 2.2. Série chronologique des statistiques relatives aux catastrophes à Maurice (1980–2024) : nombre total de personnes affectées (données EM-DAT)

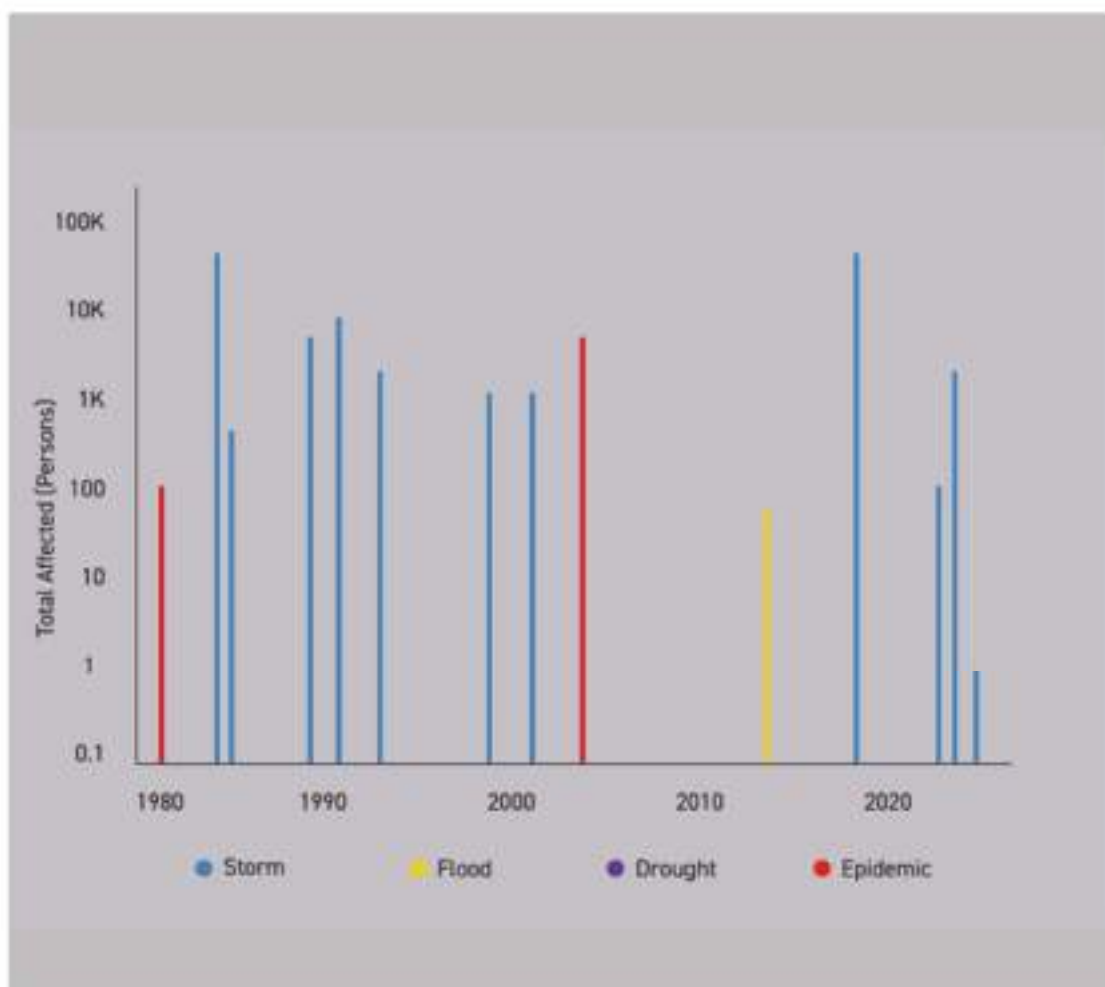
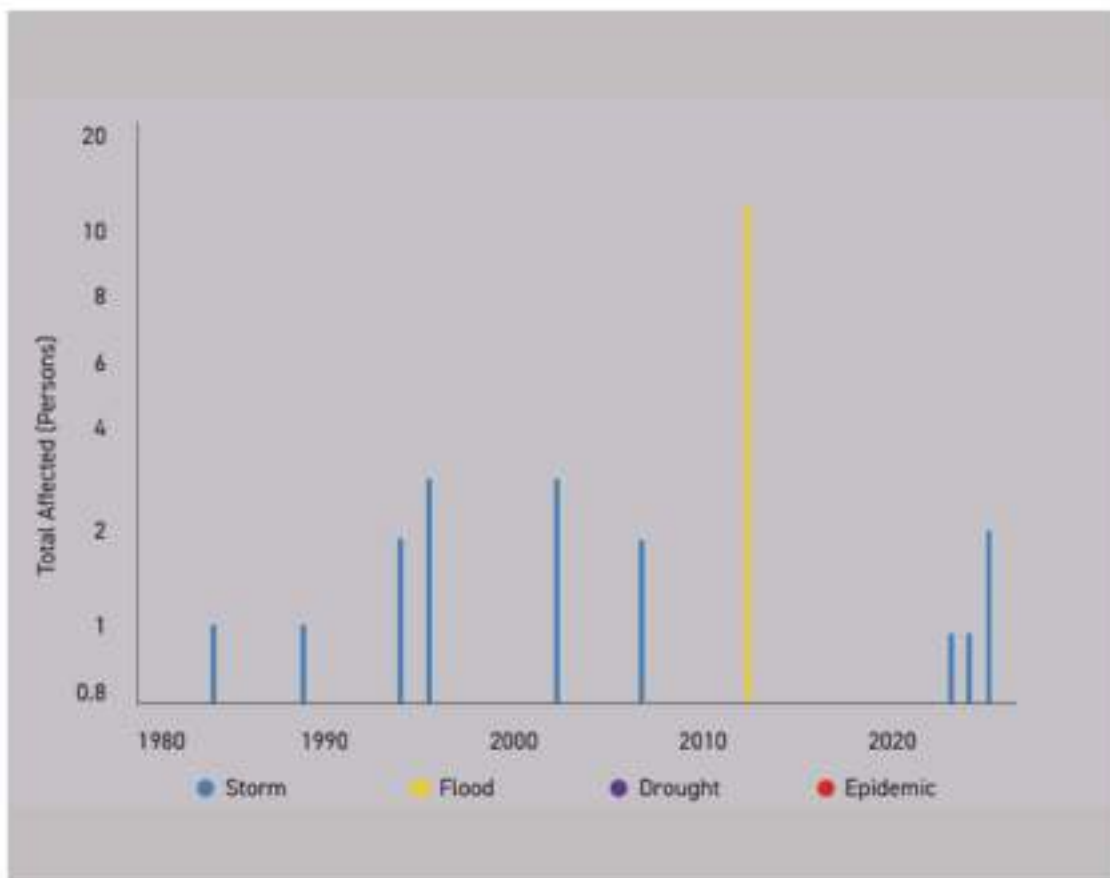


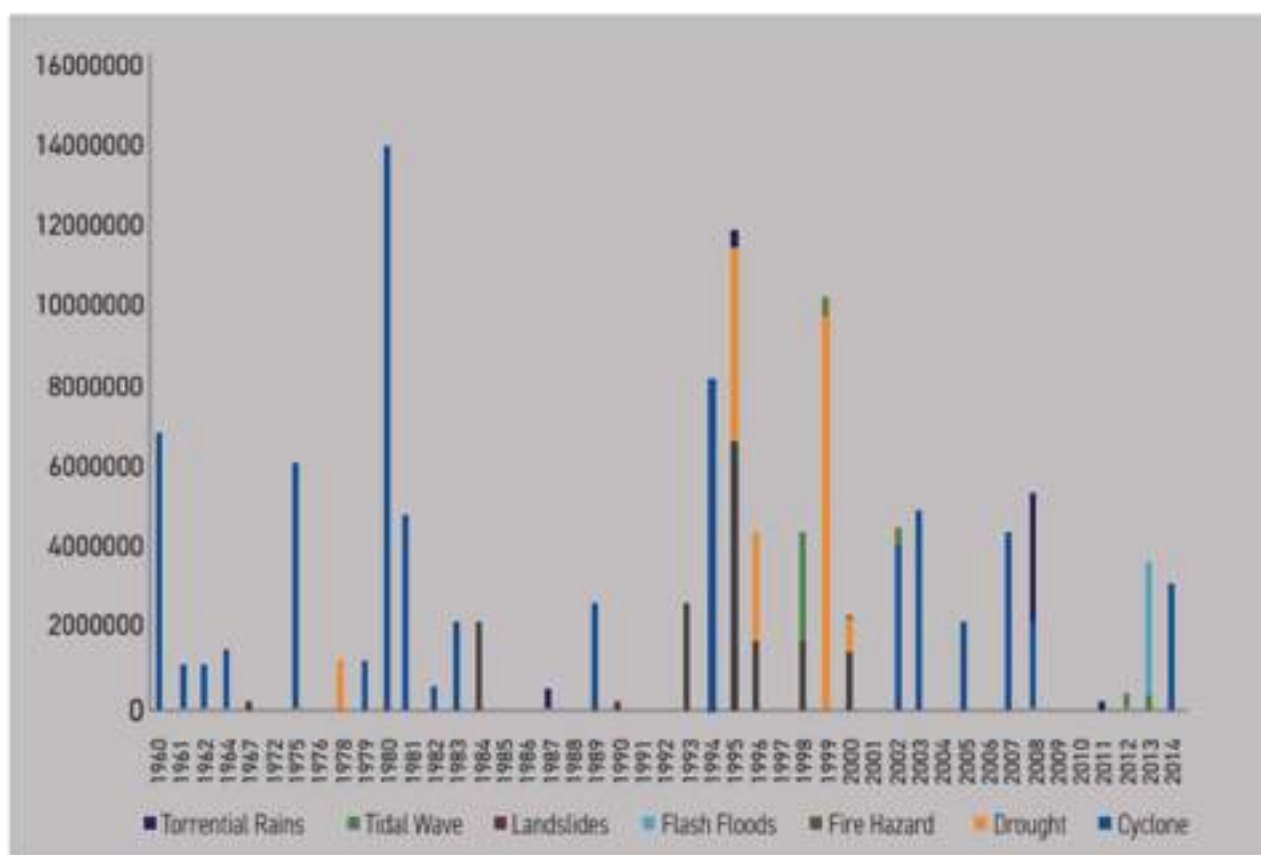
Figure 2.3. Série chronologique des statistiques relatives aux catastrophes à Maurice (1980–2024) : nombre total de décès (données EM-DAT)



Entre 1960 et 2014, le Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes (UNDRR) a enregistré des données sur les pertes causées par les catastrophes dans le cadre du programme DesInventar de Sendai. Ces données montrent que les cyclones sont le type de catastrophe ayant causé les impacts les plus importants. Les pertes par type de catastrophe et par année pour la période de 1960 à 2014 sont illustrées dans la figure 2.4. Les pertes sont exprimées en dollars courants (valeurs nominales), converties à partir des montants en monnaie locale au taux de change moyen de chaque année.



Figure 2.4. Dommages causés par les catastrophes historiques à Maurice (en dollars courants – valeurs nominales de l'année considérée)



Source: Desinventar

Les dommages désignent la valeur de remplacement des actifs physiques endommagés, qu'ils soient totalement ou partiellement détruits, et qu'ils soient reconstruits selon les mêmes normes qu'avant la catastrophe. Les pertes, en revanche, représentent les flux économiques non réalisés en raison de l'indisponibilité temporaire de ces actifs ou d'autres perturbations de l'activité économique provoquées par la catastrophe (Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes [CEPALC], 2003 ; Programme des Nations Unies pour le développement, Union européenne et Banque mondiale, 2013).

Bien que les données sectorielles détaillées sur les dommages et les pertes n'aient pas été disponibles lors de la rédaction de ce rapport, les impacts des catastrophes sur les secteurs routier et énergétique ont été largement documentés de manière qualitative dans diverses sources.



Impact des catastrophes sur les infrastructures électriques

Au cours des dix dernières années, Maurice a été confronté à plusieurs catastrophes qui ont considérablement affecté le secteur de l'énergie, notamment des cyclones, des inondations et des tempêtes. Les principaux impacts sont résumés ci-dessous.

Cyclones

Située dans la zone cyclonique de l'océan Indien, Maurice est particulièrement vulnérable aux cyclones, surtout entre novembre et avril. Des événements majeurs, comme les cyclones Berguitta (2018) et Calvinia (2019), ont entraîné de massives coupures d'électricité en raison des vents violents et des fortes précipitations. Ces tempêtes ont endommagé les lignes électriques et les réseaux de transport d'électricité, perturbant l'approvisionnement dans de vastes régions du pays.

Les cyclones endommagent fréquemment les lignes et les poteaux électriques, provoquant des coupures d'électricité prolongées. La remise en état peut prendre plusieurs jours, voire des semaines, selon la gravité des dégâts. Le Central Electricity Board (CEB), principal opérateur électrique national, a dû effectuer d'importants travaux de réparation à la suite de ces événements.

Inondations

Maurice a connu plusieurs épisodes de fortes précipitations, surtout en saison cyclonique, provoquant des crues soudaines. Celles-ci ont endommagé des installations électriques, notamment celles situées près des cours d'eau ou dans des zones basses. Les eaux de crue peuvent submerger les centrales, les postes de transformation et les transformateurs, entraînant des courts-circuits, des défaillances et d'importants dégâts matériels.

En mars 2013, Maurice a subi de graves crues soudaines qui ont causé de lourds dégâts aux infrastructures, dont celles du secteur énergétique, affectant les réseaux de distribution et certaines installations de production, ce qui a entraîné des coupures d'électricité généralisées.

Ondes de tempête

Plusieurs installations électriques à Maurice sont situées dans les zones côtières, ce qui les expose aux risques liés aux ondes de tempête associées aux cyclones. Ces phénomènes peuvent provoquer l'inondation des sites, entraver leur fonctionnement et endommager le matériel. Par exemple, les ondes de tempête du cyclone Hollanda ont gravement affecté plusieurs installations énergétiques en bord de mer (ReliefWeb, 1994).



Impact des catastrophes sur les infrastructures routières

Au cours des dix dernières années, Maurice a été confronté à des catastrophes naturelles, notamment des cyclones, des précipitations abondantes et des inondations, qui ont lourdement affecté le réseau routier. Ces phénomènes météorologiques extrêmes compromettent la résilience des infrastructures routières, provoquant des dommages, des interruptions de la circulation et une hausse des coûts de maintenance. Les principaux impacts sont résumés ci-dessous.

Cyclones

Maurice subit des cyclones presque chaque année, avec des vents violents et de fortes pluies. Des événements comme Berguitta (2018) et Calvinia (2019) ont gravement endommagé les infrastructures routières (ReliefWeb, 2018 ; BBC, 2024), notamment par l'arrachage d'arbres, des glissements de terrain et des inondations qui ont bloqué ou rendu impraticables plusieurs routes.

Ces perturbations routières entraînent souvent des retards de déplacement, surtout dans les zones rurales. Les débris d'arbres déracinés et les glissements de terrain causés par les cyclones obstruent fréquemment les routes et nécessitent des interventions d'urgence. Par exemple, le cyclone Berguitta a provoqué de nombreux blocages et endommagé les chaussées, nécessitant d'importants travaux de réparation.



Inondations

Maurice a subi de nombreuses crues soudaines, surtout durant la saison cyclonique. Les inondations de mars 2013 illustrent bien ce phénomène : de fortes précipitations ont provoqué des inondations étendues sur l'ensemble du territoire. Plusieurs routes ont été submergées, ce qui a perturbé la circulation et endommagé les revêtements routiers. Certaines voies sont devenues totalement impraticables en raison de la force des eaux, et les réparations qui ont suivi se sont avérées coûteuses et longues.

Les fortes précipitations contribuent également à l'érosion des sols et aux glissements de terrain, ce qui compromet la stabilité des routes et peut entraîner leur effondrement partiel ou total. Dans certains cas, des segments entiers de route ont été endommagés. Les inondations de Port-Louis en 2013 ont causé d'importants dégâts aux infrastructures routières, plusieurs axes stratégiques ayant été érodés ou bloqués par des glissements de terrain.

Ondes de tempête

Une grande partie du réseau routier mauricien est située près du littoral, ce qui le rend vulnérable aux effets des tempêtes. Ces phénomènes peuvent affaiblir les fondations des routes, provoquant des fissures, des affaissements et, parfois, des effondrements. Les routes côtières sont particulièrement exposées lors des cyclones, lorsque des vagues puissantes, des ondes de tempête, des vents violents et de fortes précipitations se conjuguent. Les dégâts ainsi causés nécessitent souvent des interventions rapides pour préserver la connectivité du réseau routier et assurer la fluidité des déplacements.

Impact budgétaire

Les dégâts répétés aux infrastructures routières causés par les catastrophes imposent à l'État une charge financière importante, en raison des coûts élevés de réparation et d'entretien. Chaque saison cyclonique entraîne souvent l'utilisation d'une grande partie du budget national pour la restauration du réseau routier. La nécessité d'un entretien continu, surtout sur les routes côtières et rurales, représente désormais une importante dépense économique.

De plus, ces dommages ont des répercussions économiques plus étendues, perturbant la circulation des personnes et des marchandises. Ces interruptions peuvent entraîner des retards dans les chaînes d'approvisionnement, accroître les coûts de transport et ralentir l'activité économique dans les zones concernées.

Dans le secteur de l'énergie, les impacts économiques des catastrophes comprennent non seulement les coûts de réparation et de reconstruction des infrastructures endommagées, mais aussi les pertes liées aux coupures d'électricité prolongées. Ces interruptions peuvent perturber les activités industrielles et commerciales, ainsi que les services essentiels, avec des effets négatifs sur l'ensemble de l'économie.

En résumé, le secteur énergétique mauricien a rencontré de grands défis au cours des dix dernières années en raison des catastrophes naturelles. Cela a renforcé les efforts visant à améliorer la résilience des infrastructures et à assurer un approvisionnement électrique plus stable face à l'augmentation des risques liés au changement climatique.

Évolution des recettes publiques

Au cours des cinq dernières années, les recettes publiques de Maurice ont montré une certaine stabilité malgré les effets conjugués des cyclones fréquents et de la pandémie de COVID-19. En 2019, ces revenus, y compris les dons, représentaient 22,1 % du PIB. Ils ont légèrement chuté à 21,6 % en 2020 en raison des perturbations économiques et commerciales causées par la pandémie, avant de rebondir vivement pour dépasser 24 % du PIB à partir de 2021 (Fonds monétaire international, 2024a). Cette croissance a été principalement soutenue par l'augmentation des recettes fiscales issues de la consommation et des importations, ainsi que par une meilleure conformité fiscale. Les recettes non fiscales et les dons représentent une part moindre des ressources publiques que les recettes fiscales. Cependant, des contributions exceptionnelles, telles qu'une hausse des dividendes versés par les entreprises publiques, ont également contribué à maintenir la stabilité budgétaire pendant les périodes de crise (Fonds monétaire international, 2024a).

Évolution de la dette publique

La dette publique mauricienne a connu une forte hausse ces dernières années, principalement due aux dépenses liées aux catastrophes naturelles et aux mesures prises en réponse à la pandémie. Le ratio de la dette publique est passé de 81,1 % du PIB en 2019 à un pic de 91,9 % du PIB en 2020. Bien qu'il ait ensuite diminué à 85,9 % du PIB en 2021, puis à 78,3 % du PIB en 2023, cette amélioration repose surtout sur la croissance économique après la pandémie plutôt que sur un effort sérieux de consolidation budgétaire (Fonds monétaire international, 2024a). La dette publique se divise en endettement intérieur et en emprunts extérieurs concessionnels. Face aux chocs budgétaires, le gouvernement recourt de plus en plus à ces emprunts pour réduire la pression sur les finances publiques.



Situation budgétaire

L'écart croissant entre les recettes et les dépenses publiques demeure une vulnérabilité majeure du budget national. En 2020, les dépenses ont représenté 40,4 % du PIB, presque le double des recettes, en raison du financement des mesures de soutien liées à la pandémie, des interventions face aux catastrophes et des programmes de protection sociale. Bien que ces dépenses aient diminué en dessous de 30 % du PIB en 2022 et 2023, elles continuent de dépasser les recettes, ce qui entraîne des déficits budgétaires réguliers. Ce déséquilibre a entraîné un recours accru à l'emprunt, ce qui soulève des inquiétudes quant à la soutenabilité de la dette publique. Par ailleurs, la capacité du pays à maintenir des recettes supérieures à 24 % du PIB ces dernières années indique une base solide de ressources internes, notamment par rapport à d'autres petites économies insulaires. Renforcer les marges budgétaires, améliorer l'efficacité des dépenses publiques et élargir la base fiscale seront cruciaux pour aider Maurice à préserver sa résilience face aux chocs climatiques et à la volatilité économique mondiale. Voir tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Données sur le PIB, les recettes et subventions totales, les dépenses et la dette du secteur public entre 2019 et 2023

Année		PIB (en millions de dollars US)	Recettes totales et subventions (% du PIB)	Dépenses totales, hors prêts nets (% du PIB)	Dette du secteur public (% du PIB)
2019	→	14 436	22,1	33,5	81,1
2020	→	11 408	21,6	40,4	91,9
2021	→	11 484	24,1	31,0	85,9
2022	→	12 928	24,3	29,2	81,2
2023	→	14 397	24,2	28,9	78,3

Source : Fonds monétaire international, 2024b



The background of the slide is a composite image. On the left, there is a white geometric pattern of overlapping triangles. On the right, there is an aerial photograph of a tropical coastline. A paved road with white dashed lines curves along a shoreline with turquoise water. Several small boats are visible in the water. The surrounding land is covered in dense green vegetation and palm trees. The sky is not visible.

Chapitre 3

Cadres institutionnels et dispositifs de financement des pertes après une catastrophe

Cadres institutionnels et dispositifs de financement des pertes après une catastrophe

Cette section du rapport explore les divers plans, politiques et mécanismes de financement des risques de catastrophe (FRC) mis en œuvre par les autorités nationales pour soutenir les interventions de réponse et de relèvement après une catastrophe. Elle vise à évaluer l'environnement actuel du financement des risques de catastrophe, en examinant notamment les mécanismes et procédures en place, les aléas, les actifs ou activités couverts par le cadre national, ainsi que les ressources financières disponibles. Elle propose également une analyse détaillée des dispositions budgétaires en vigueur et des différentes sources de financement public mobilisables. Enfin, la section offre un aperçu historique des dépenses engagées par les organismes publics et privés pour faire face aux catastrophes.



Cadre institutionnel de gestion des risques de catastrophe

Maurice a mis en place un cadre de gestion des risques de catastrophes assez complet, fondé sur la Disaster Risk Reduction and Management Act de 2016. Cette loi a créé le National Disaster Risk Reduction and Management Council, chargé de mener des évaluations multirisques, de promouvoir la recherche scientifique et de diffuser aux institutions publiques les informations sur les risques de catastrophes. D'autres textes législatifs complètent ce cadre. L'Environmental Protection Act (2002) intègre la gestion des risques de catastrophe dans l'évaluation environnementale, tandis que la Planning and Development Act (2004) exige des analyses de risques pour les investissements dans des zones à risque. Récemment, des lois comme la Land Drainage Authority Act (2017) et la Mauritius Meteorological Services Act (2019) ont renforcé la capacité nationale en cartographie des zones inondables, en évaluation des impacts liés au drainage, en surveillance climatique et en émission d'alertes précoces. Le centre national de réduction et de gestion des risques de catastrophe (NDRRMC) constitue le cœur de ce dispositif. Il collecte et analyse les données relatives aux catastrophes, coordonne la préparation et la réponse, et développe un système d'information national sur les catastrophes. Sous l'autorité du Conseil national, le NDRRMC est l'organe principal de coordination, aussi bien en temps normal qu'en temps de crise (voir la figure 3.1). Sa structure organisationnelle est illustrée à la figure 3.2.

Figure 3.1 : Structure opérationnelle de réduction et de gestion des risques de catastrophe en situation normale et en situation de crise

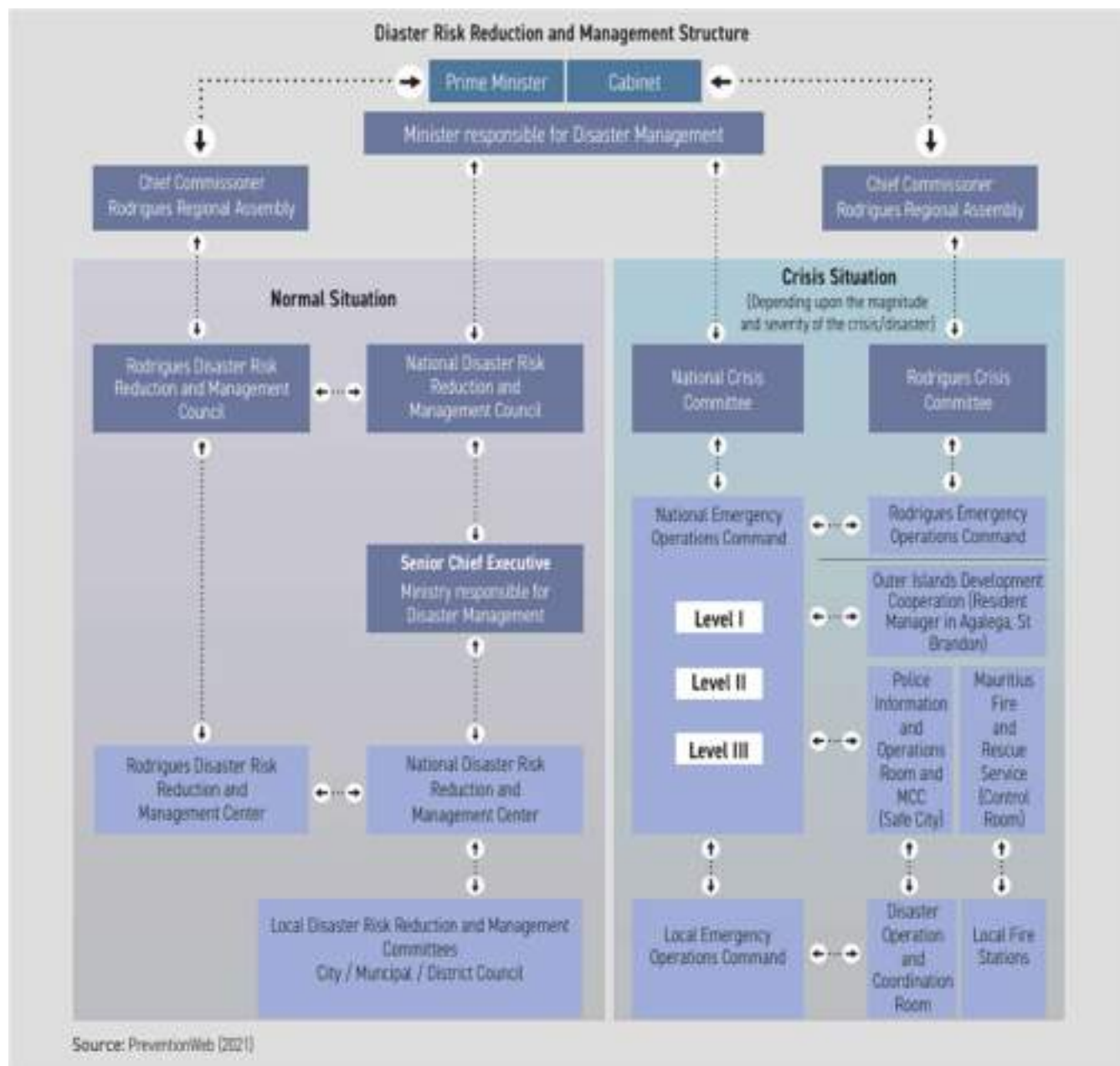
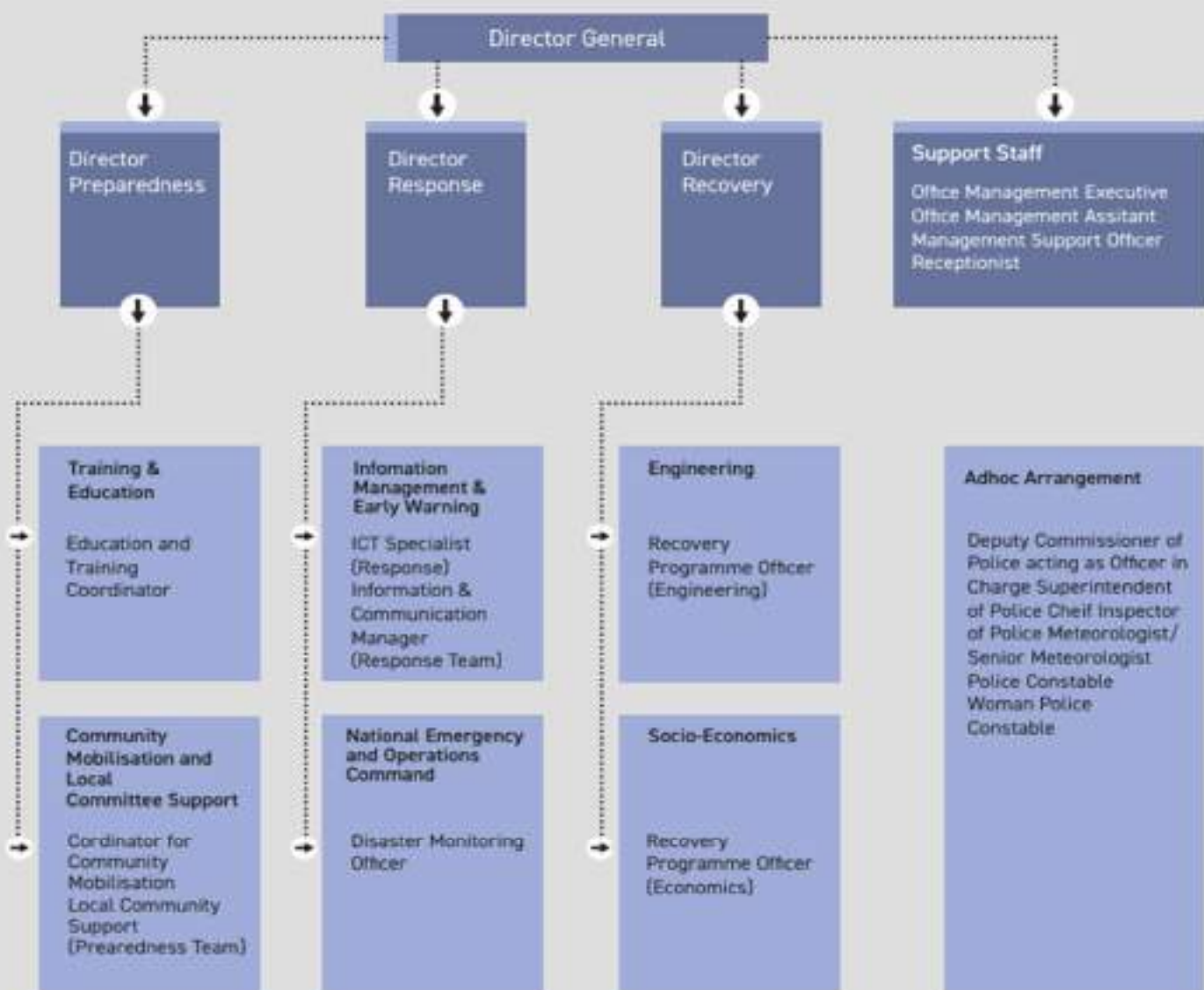


Figure 3.2 : Organigramme du National Disaster Risk Reduction and Management Centre (NDRRMC)



Source: PreventionWeb (2021)



Plusieurs ministères et organismes publics jouent également des rôles complémentaires. Le Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire fournit les données topographiques et hydrographiques nécessaires à l'identification des zones sujettes aux glissements de terrain. Les Mauritius Meteorological Services élaborent les prévisions météorologiques et diffusent les alertes cycloniques. Le ministère de l'Environnement, de la Gestion des déchets solides et du Changement climatique surveille les risques tels que l'érosion côtière et les marées noires, tandis que le ministère de l'Intégration sociale, de la Sécurité sociale et de la Solidarité nationale collecte des informations sur la vulnérabilité sociale. Statistics Mauritius joue un rôle clé dans la prise de décision en recueillant, en traitant et en analysant les données statistiques. D'autres acteurs importants comprennent le ministère de l'Agro-industrie et de la Sécurité alimentaire, responsable des risques liés à l'agriculture et aux systèmes alimentaires ; le ministère de l'Énergie et des Services publics, chargé de la sécurité des barrages et de la gestion de l'eau ; et le ministère de la Santé et du Bien-être, chargé de la surveillance sanitaire en cas de catastrophe.

Dans leur ensemble, ces lois, politiques et institutions constituent un cadre robuste pour la gestion des risques de catastrophes à Maurice. En intégrant la gestion des risques dans la planification environnementale, le développement des infrastructures et les mécanismes de protection sociale, ce système encourage une approche multisectorielle de la résilience, avec le NDRRMC jouant un rôle de coordination centrale au sein de l'ensemble du dispositif.



Évolution du financement des risques de catastrophe : L'évolution du financement des risques de catastrophe à Maurice montre une conscience croissante des dangers des catastrophes naturelles et une adaptation progressive des mécanismes financiers pour y répondre. Initialement, le pays adoptait principalement une approche réactive, en s'appuyant sur des fonds d'urgence et des ajustements budgétaires pour gérer les effets des catastrophes. Cela était particulièrement évident lors de cyclones majeurs, comme le cyclone Claudette en 1979 et le cyclone Dina en 2002, qui ont causé d'importantes pertes économiques et révélé les limites des mécanismes financiers existants.

Avec l'augmentation de l'impact économique de ces catastrophes, illustrée par les dommages de 52 millions de dollars causés par le cyclone Dina, le gouvernement a compris la nécessité d'une stratégie de financement plus structurée. Cela a conduit à la création d'institutions spécialisées, notamment le Centre national de prévention et de gestion des risques de catastrophe (NDRRMC) en 2013, suivi de l'adoption de la Loi sur la réduction et la gestion des risques de catastrophe en 2016. Ces progrès marquent une transition vers une approche plus proactive et intégrée, centrée non seulement sur les interventions d'urgence, mais aussi sur la reprise à long terme et le renforcement de la résilience.

Les données économiques soulignent l'importance de ces changements. Par exemple, en 1979, les dommages causés par le cyclone Claudette représentaient environ 20 % du PIB du pays. Cette charge économique, combinée à la hausse de la fréquence des catastrophes, a incité Maurice à rechercher diverses sources de financement, tant au niveau national qu'international. En 2021, la Banque de Maurice a lancé un cadre d'émission d'obligations durables conforme aux normes internationales, visant à attirer des financements privés pour couvrir les risques liés aux catastrophes.

Face aux projections actuelles sur le changement climatique, Maurice doit aussi se préparer à des risques croissants. Parmi les petits États insulaires en développement (SIDS) de l'océan Indien, tels que les Comores, les Maldives, Maurice et les Seychelles, l'exposition aux inondations devrait connaître l'une des plus fortes augmentations au monde. Selon différents scénarios, le nombre de personnes vulnérables aux inondations pourrait être multiplié par 13 à 17 d'ici 2100, tandis que les pertes économiques pourraient être multipliées par 113 à 152.

Mécanisme actuel de financement des risques de catastrophe : Le Centre National de Réduction et de Gestion des Risques de Catastrophe (NDRRMC) joue un rôle clé dans la planification, la coordination et la supervision des actions de gestion des risques de catastrophe à Maurice. Il agit conformément à la loi de 2016 sur la réduction et la gestion des risques de catastrophe, qui encourage une approche intégrée couvrant la prévention, la préparation, la réponse, la relance et la réhabilitation. Pour financer ces actions, Maurice cherche à mobiliser des ressources nationales et internationales, bien que le pays fasse face à des contraintes, telles qu'une capacité budgétaire limitée et des procédures d'accès complexes aux fonds internationaux liés au changement climatique.

La Banque de Maurice a également lancé des initiatives pour développer un écosystème financier durable, notamment en élaborant des lignes directrices relatives à l'émission d'obligations vertes. L'objectif est d'attirer les investissements privés tout en respectant les normes internationales de transparence, de gouvernance et de reddition de comptes. Toutefois, Maurice reste largement dépendant de l'aide internationale pour financer ses projets d'adaptation au changement climatique et de gestion des risques de catastrophe.

Mécanismes de financement ex ante des risques de catastrophe



Fonds pour éventualités : Le gouvernement utilise les crédits du poste « Contingences et réserves » du Sous-programme 2703, conçu pour faire face à des situations imprévues que les budgets classiques ne peuvent couvrir. Cette réserve n'est pas destinée aux catastrophes, mais s'applique également à d'autres urgences nécessitant des dépenses exceptionnelles. Par exemple, ce fonds a été utilisé pour les secours après les inondations de 2013, la gestion des glissements de terrain en 2014, notamment à Macondé, ainsi que pour lutter contre l'épidémie de chikungunya en 2006. En 2014, l'allocation pour cette rubrique était de 1,6 milliard de roupies mauriciennes (environ 52 millions de dollars US), soit 1,4 % du budget basé sur la performance. Selon la Finance and Audit Act, le plafond annuel est fixé à 2 % du budget. Depuis la création du Centre National de Réduction et de Gestion des Risques de Catastrophe (NDRRMC), tous les besoins de financement liés à la réduction des risques doivent figurer dans le budget du ministère compétent. D'après le rapport annuel du ministère des Collectivités locales et de la Gestion des risques de catastrophe, 38 millions de roupies mauriciennes ont été alloués à la lutte contre les risques en 2020–2021. Dans le rapport 2022–2023, cette somme s'élevait à 26,4 millions, et en 2023–2024, à 26,3 millions. Le budget du NDRRMC couvre principalement ses coûts de fonctionnement, en tant qu'organe de coordination. Les dépenses liées à la réduction des risques de catastrophe (RRC) sont toutes réalisées et financées par divers ministères au moyen de leurs propres enveloppes budgétaires.

Pour obtenir une vue d'ensemble consolidée des dépenses publiques dédiées à la réduction des risques de catastrophe, le gouvernement a instauré, de manière progressive à partir de l'exercice 2025–2026, un mécanisme de marquage budgétaire écologique (green tagging). Cette démarche facilitera l'identification, la classification, le suivi et le contrôle des dépenses vertes, y compris celles consacrées à l'adaptation au changement climatique et à la réduction des risques de catastrophe, financées après une catastrophe, dans l'ensemble du secteur public.

À ce jour, le budget du NDRRMC est inscrit au Programme 0208 : Réduction et gestion nationales des risques de catastrophe, qui relève du Bureau du Premier ministre. Les détails des allocations budgétaires des trois dernières années pour d'autres ministères impliqués dans la réduction des risques de catastrophe sont également présentés dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Allocations budgétaires consacrées à la GRC au sein du ministère des Collectivités locales et de la GRC, d'après les rapports annuels de performance disponibles.

Sub-department	2020-21 (MUR)	2022-23 (MUR)	2023-24 (MUR)
National Disaster Risk Reduction	38,000,000	26,400,000	26,300,000
Mauritius Fire and Rescue Service	945,000,000	810,000,000	735,000,000
Mauritius Meteorological Services	109,000,000	121,900,000	127,000,000

Source: Ministry of Local Government and Disaster Risk Management (n.d.)

Fonds spéciaux

Plusieurs fonds spéciaux ont été mis en place afin de soutenir divers aspects de la réponse, de la gestion et de la réduction des risques de catastrophes. Bien qu'ils puissent servir à différentes fins, ils peuvent aussi être exclusivement consacrés au financement d'interventions en cas de catastrophe. Ces fonds, ainsi que les activités de gestion des risques qu'ils appuient, incluent notamment :

- **Fonds national pour l'environnement (National Environment Fund)** : financement des activités de réduction des risques de catastrophe, de gestion des glissements de terrain et de surveillance environnementale.
- **Fonds pour le climat et la durabilité (Climate and Sustainability Fund)** : financement des activités de réduction des risques de catastrophe, de gestion des glissements de terrain et de surveillance environnementale.
- **Fonds de développement des projets (Project Development Fund)** : contributions au financement du logement social et des travaux de réparation post-cyclonique.
- **Fonds de réduction de la pauvreté (Poverty Reduction Fund)** : soutien social, opérations de secours et financement de projets liés aux catastrophes.
- **Fonds de la Loterie nationale (Lotto Fund)** : réhabilitation des sites du patrimoine national et assistance aux victimes de catastrophes.

Le tableau 3.2 présente les dépenses estimées, ainsi que les dépenses prévues et programmées de ces différents fonds pour les activités liées à la réponse aux catastrophes, au relèvement, à la reconstruction et à l'atténuation des risques, sur la base des estimations budgétaires de 2020 et de l'exercice 2024-2025.

Il convient de noter que le Fonds national pour l'environnement (*National Environment Fund*) est progressivement supprimé. En conséquence, aucune dotation budgétaire n'a été prévue pour l'exercice 2025-2026. Les dépenses liées aux activités auparavant financées par ce fonds sont désormais prises en charge par le Fonds pour le climat et la durabilité (*Climate and Sustainability Fund*).

Table 3.2. Budget allocation to DRM-related activities from special funds as per the budget allocation reports available (MUR million)

Fund	2018/19 Estimates	2019/20 Estimates	2020/21 Estimates	2021/22 Planned	2022/23 Planned	2023/24 Estimates	2024/25 Estimates	2025/26 Planned	Details
National Environment Fund	-	1,950	2,327	1,045	-	1,144	603	-	DRR, landslide management
Climate and Sustainability Fund	-	-	-	-	-	-	3,202	3,011	DRR, landslide management
Projects Development Fund	-	-	4,000	4,500	-	1,700	250	250	Social housing post-cyclone repairs, flood management, post-cyclone repairs
Lotto Fund	30	35	35	35	35	28	25	25	Rehabilitation of heritage sites

Source: Ministry of Finance (2017, 2020, 2024)

Assurance

Dans divers secteurs économiques, des fonds d'assurance spécifiques, ainsi que des dispositifs de subventions et de prêts, ont été mis en place pour couvrir les dommages causés par les catastrophes. Le Small Farmers Welfare Fund comprend un mécanisme d'assurance, l'Agricultural Calamity Solidarity Scheme, accessible aux petits exploitants agricoles et aux éleveurs enregistrés. Ce dispositif offre une aide financière aux bénéficiaires touchés par des catastrophes telles que des cyclones, des fortes précipitations, des sécheresses et des inondations. Le Sugar Insurance Fund Board (SIFB) est un organisme parapublic placé sous la tutelle du ministère de l'Agro-industrie, de la Sécurité alimentaire, de l'Économie bleue et de la Pêche (Division Agro-industrie et Sécurité alimentaire). Le SIFB sert de mécanisme de financement de contingence pour couvrir les pertes des producteurs de canne à sucre assurés à la suite d'événements climatiques tels que des cyclones, des sécheresses ou des précipitations excessives. Créé en partenariat avec l'industrie sucrière, il fonctionne sous l'autorité du ministère des Finances, de la Planification économique et du Développement et est entièrement financé par ce ministère. Les indemnités sont versées uniquement aux producteurs assurés lorsque les pertes de récolte dépassent 20 % en raison de conditions climatiques défavorables.

Le fonds comprend également un mécanisme d'assurance incendie. Par exemple, lors de la campagne sucrière 2012, une indemnisation de 7,6 millions de roupies mauriciennes (environ 0,25 million de dollars) a été versée aux cultivateurs assurés pour couvrir les pertes causées par des incendies intercalaires ayant détruit des plantations de canne à sucre. En 2013, ces indemnités s'élevaient à 6,01 millions de roupies mauriciennes (environ 0,19 million de dollars). De plus, les agriculteurs assurés remplissant les conditions ont reçu des allocations de transport de 0,3 million de roupies mauriciennes (10 622 dollars) en 2012 et de 1,4 million de roupies mauriciennes (45 710 dollars) en 2013, pour couvrir les frais de transport des cannes brûlées vers des usines situées en dehors de leur zone habituelle de récolte. Cependant, le SIFB agit uniquement comme un fonds d'indemnisation et ne dispose pas de mécanisme de réassurance, ce qui limite le montant des compensations possibles en cas de pertes exceptionnelles. Par ailleurs, le gouvernement a régulièrement mis en œuvre, via la

Development Bank of Mauritius (DBM), des programmes spécifiques pour soutenir les petits exploitants agricoles dans d'autres filières que la canne à sucre (Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe, 2015a).

Sources de financement après une catastrophe

Fonds de secours du Premier ministre

Le Fonds d'aide du Premier ministre aux victimes d'accidents et de blessures a été créé par des règlements en date du 13 août 1997, établis conformément à l'article 24 de la Finance and Audit Act. Ces règlements ont été publiés au Journal officiel sous le numéro « Government Notice No. 111 of 1997 ». Le conseil d'administration chargé de la gestion du fonds est en activité depuis décembre 1997. Il est composé uniquement de membres de droit (*ex officio*) et dirigé par le Secrétaire du Cabinet ou par son représentant.

Suite aux règlements adoptés en 2006 conformément à la Finance and Audit Act, le nom du Fonds d'aide du Premier Ministre aux victimes d'accidents et de blessures a été remplacé par « Prime Minister's Relief and Support Fund », à compter du 15 juillet 2006.

De nouveaux règlements adoptés en 2013 en vertu de cette même loi ont par la suite modifié le nom du Prime Minister's Relief and Support Fund, qui est devenu le Prime Minister's Relief Fund à partir du 21 juin 2013.

Les données historiques sur les ressources mobilisées par le Fonds de secours du Premier ministre après des catastrophes restent limitées. Un document de la Banque de Maurice évoque notamment un don de 5 millions de roupies mauriciennes versé au fonds, à la suite des inondations de 2013 (Prime Minister Relief and Support Fund, s.d.).

Assistance internationale

Diverses institutions internationales, notamment la Banque mondiale, le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), la Banque africaine de développement et l'Union européenne, ont apporté un soutien à Maurice à la suite de catastrophes sous forme de prêts, de dons et d'assistance technique. Toutefois, les données détaillées relatives au volume de cette assistance n'étaient pas disponibles au moment de la préparation du présent rapport.

Analyse des tendances du financement des risques de catastrophe à Maurice

L'évolution du financement des risques de catastrophe à Maurice montre une transition progressive, bien que non linéaire, d'un système réactif et ponctuel vers une approche plus organisée. Par le passé, des cyclones majeurs comme Claudette (1979) et Dina (2002) ont obligé le gouvernement à recourir principalement aux réaffectations budgétaires d'urgence et aux fonds de contingence. Les pertes ont été importantes : le cyclone Claudette a causé des dégâts représentant près d'un cinquième du PIB, tandis que le cyclone Dina a occasionné des pertes estimées à 52 millions de dollars. Ces catastrophes ont révélé les limites d'un système principalement fondé sur le financement après catastrophe.

Les réformes des vingt dernières années ont renforcé le cadre institutionnel du financement des risques liés aux catastrophes. La mise en place du National Disaster Risk Reduction and Management Centre (NDRRMC) en 2013 et l'adoption de la Disaster Risk Reduction and Management Act en 2016 ont permis d'adopter une approche plus proactive, intégrant la prévention, la préparation et le relèvement dans le cadre du financement. Depuis, des crédits budgétaires spécifiques sont alloués

aux activités de réduction des risques au sein du ministère concerné. Cependant, ces fonds restent modestes et varient d'une année à l'autre : 38 millions de roupies mauriciennes en 2020–2021, contre 26,4 millions en 2022–2023. Des allocations plus importantes sont allouées aux services opérationnels de première ligne, comme le *Mauritius Fire and Rescue Service* et le *Mauritius Meteorological Services*, mais ces ressources servent principalement au fonctionnement courant, plutôt qu'au financement des besoins de contingence.

Parallèlement, Maurice recourt à plusieurs fonds ciblés pour couvrir les dépenses liées aux catastrophes. Parmi eux, le Fonds national pour l'environnement, le Fonds pour le climat et la durabilité, le Fonds de développement des projets et le Fonds de la Loterie nationale. Les montants alloués à ces fonds fluctuent considérablement d'une année à l'autre, souvent en fonction des priorités budgétaires du gouvernement. Par exemple, le Fonds national pour l'environnement a dépassé 2,3 milliards de roupies en 2019–2020, avant de chuter fortement par la suite, tandis que les premières subventions au Fonds pour le climat et la durabilité n'ont commencé qu'en 2023. Cette fluctuation rend la planification à long terme plus difficile en raison de la moindre prévisibilité des financements.

Les mécanismes d'assurance jouent un rôle clé dans la protection de certains secteurs de l'économie. Le *Agricultural Calamity Solidarity Scheme* offre une protection limitée aux petits exploitants contre les pertes de récoltes et de bétail, tandis que le *Sugar Insurance Fund Board (SIFB)* propose une couverture plus structurée aux producteurs de canne à sucre face aux cyclones, sécheresses et précipitations excessives. Cependant, l'absence de réassurance au sein du SIFB limite sa capacité à couvrir les pertes en cas de catastrophes majeures. Des lacunes similaires existent chez les agriculteurs non impliqués dans la filière sucrière, pour lesquels les dispositifs temporaires de la *Development Bank of Mauritius (DBM)* répondent à certains besoins, mais demeurent essentiellement ponctuels.



Les mécanismes de financement ex post demeurent essentiels au sein du système mauricien. Le Prime Minister's Relief Fund, créé en 1997 et réformé en 2013, reste le principal outil d'aide destiné aux ménages affectés par une catastrophe. Toutefois, les informations relatives aux ressources mobilisées et aux décaissements demeurent limitées. Les données disponibles montrent des montants modestes ; par exemple, une contribution de 5 millions de roupies mauriciennes a été versée au fonds à la suite des inondations de 2013. Cela montre que son rôle est plutôt complémentaire que fondamental dans le financement des interventions post-catastrophiques. L'aide internationale constitue également un élément clé du dispositif de financement. Maurice bénéficie du soutien d'organisations telles que la Banque mondiale, le PNUD, la Banque africaine de développement et l'Union européenne, sous la forme de dons, de prêts et d'assistance technique.

Plus récemment, Maurice a commencé à explorer de nouveaux instruments financiers. En 2021, la Banque de Maurice a publié des lignes directrices relatives à l'émission d'obligations durables, montrant la volonté du pays d'attirer des investissements privés pour financer la lutte contre le changement climatique et renforcer la résilience. Bien que cette démarche soit encore à ses débuts, elle souligne la prise de conscience que les seules ressources nationales ne suffiront pas à relever les défis futurs. Un portefeuille diversifié d'instruments financiers, incluant l'assurance, les obligations durables, les fonds de contingence et l'aide internationale, sera essentiel pour faire face à l'augmentation des risques.

Table 3.3: Trends in disaster risk financing allocations in Mauritius (selected years, MUR million)

Year/Period	National DRR Budget (MoLGDRM)	Fire and Rescue Service	Meteoro-logical Services	Contingencies and Reserves (Example FY2014)	Selected Special Funds (DRR-related)	Notes on Disaster Context
2013	-	-	-	Contingency funds used for flood relief	PM's Relief Fund received MUR 5 million donation	Major floods in Port Louis
2014	-	-	-	MUR 1,600 (1.4% of budget)	-	Landslide management at Macondé
2020-21	38	945	109	-	Project Development Fund: MUR 4,500	Allocations begin to appear for the National DRR line item
2021-22	-	-	-	-	No clear allocation	Transition period in reporting
2022-23	26.4	810	121.9	-	National Environment Fund: MUR 1,144	Lower DRR budget compared to 2020-21
2023-24	-	-	-	-	Climate and Sustainability Fund: MUR 3,202	New climate related fund allocations begin
2024-25	-	-	-	-	Climate and Sustainability Fund: MUR 3,011; NEF MUR 603; Lotto Fund MUR 28	Expansion of sustainable finance instruments

Dans l'ensemble, le système de financement des risques de catastrophe à Maurice a beaucoup évolué, passant d'un modèle reposant principalement sur des réaffectations budgétaires réactives à un dispositif recourant à plusieurs instruments complémentaires. Toutefois, les fonds restent limités, les fonds spéciaux connaissent une forte volatilité et les mécanismes d'assurance sectoriels offrent une couverture partielle. Le système demeure donc sous-financé et dépend fortement des financements extérieurs, même si le développement de nouveaux instruments indique une tendance à la diversification et à une approche plus proactive. Il est important de noter que les dépenses liées à la réduction des risques de catastrophe (RRC) sont intégrées dans les budgets de plusieurs ministères, départements et fonds, ce qui complique la définition d'un cadre unique de suivi et d'évaluation des ressources totales consacrées à ces activités.

Dans ce contexte, l'instauration d'un mécanisme de marquage budgétaire pour les dépenses liées aux catastrophes et au climat (marquage vert) devrait grandement améliorer l'identification, l'agrégation, le suivi et le contrôle des dépenses publiques consacrées à la réduction des risques de catastrophes liés au climat dans l'ensemble du secteur public.



Chapitre 4

Modélisation économique

Modélisation économique

Afin d'évaluer les impacts économiques des catastrophes à Maurice, une approche économétrique fondée sur des données de panel a été adoptée. Ce choix s'est fondé sur la disponibilité de données macroéconomiques cohérentes et comparables. D'autres méthodes, comme les modèles d'entrées-sorties, les modèles d'équilibre général calculables (CGE) ou les modèles fondés sur les agents, n'ont pas été envisageables en raison du manque de données microéconomiques et sectorielles détaillées. Les données de la comptabilité nationale, issues de la Banque mondiale et du Fonds monétaire international (FMI), constituaient la source la plus complète d'informations économiques et budgétaires, rendant le modèle de panel la solution méthodologique la plus pertinente.

Le modèle relie les indicateurs budgétaires de l'État à une mesure dérivée de l'intensité des catastrophes, fondée sur des méthodes reconnues dans la littérature économique sur les catastrophes (notamment Noy, 2016). Il examine les dépenses publiques, les recettes, et la dette, tous exprimés en pourcentage du PIB. Ces variables sont étudiées en lien avec des événements rapides, tels que les cyclones, les inondations et d'autres aléas. Selon des études comparables à l'international, un modèle à effets fixes a été retenu. Il inclut des caractéristiques propres à chaque pays, supposées constantes, ainsi que des effets temporels pour gérer les chocs mondiaux ou régionaux. En utilisant des données de plusieurs pays sur plusieurs années et en comparant les périodes avant et après les catastrophes, ce modèle permet d'évaluer l'impact budgétaire des chocs subis par Maurice par rapport à un groupe de référence d'économies à revenu intermédiaire.

Tous les travaux de modélisation ont été réalisés dans le logiciel R, à l'aide du package PLM (Panel Linear Model) (Croissant et Millo, 2008). Ce package permet d'estimer des modèles à effets fixes et offre des outils pour tester des hypothèses concernant les effets individuels (pays) et les effets temporels. Dans cette approche, l'étude évalue l'impact de la gravité des catastrophes sur les équilibres budgétaires, tout en contrôlant pour les tendances macroéconomiques plus générales.

Cette méthode offre également une meilleure compréhension des coûts indirects liés aux catastrophes, qui ont souvent un impact durable bien après les dommages directs aux infrastructures et aux moyens de subsistance. En reliant l'intensité des catastrophes aux résultats financiers, ce modèle souligne comment ces événements influencent les dépenses publiques, l'augmentation de la dette et la collecte des recettes à Maurice.

Modèle économique de panel et données utilisées

Cette section présente les jeux de données utilisés pour développer le modèle de panel et analyser les effets budgétaires des catastrophes à Maurice. Ces données, couvrant la période 2000–2019, combinent des indicateurs financiers et des variables reflétant l'impact des catastrophes, elles-mêmes assorties d'une mesure standardisée de leur sévérité.

Pays inclus dans le modèle

Les pays sélectionnés pour le modèle de panel ont été choisis en fonction de leur niveau de revenu, car des travaux antérieurs ont montré que ce dernier peut influencer l'impact économique des catastrophes (FMI, 2023). Comme Maurice appartient à la catégorie des pays à revenu intermédiaire, tous les pays de cette catégorie ont été inclus dans le modèle. Les 69 pays à revenu intermédiaire qui composent le panel économique sont présentés dans le tableau 4.2.

Tableau 4.1 : Résumé de l'échantillon de pays du panel (pays à revenu intermédiaire ; n = 69)

Component	2023-24 (MUR)
Country Group	69 middle-income countries
Basis of Inclusion	Income classification (IMF 2023)
Mauritius' Status	Middle-income; included in panel

Tableau 4.2 : Pays à revenu intermédiaire inclus dans le modèle de panel (n = 69)

Albania	Georgia	Namibia
Angola	Ghana	Mauritius
Argentina	Guatemala	Nicaragua
Armenia	Honduras	North Macedonia
Azerbaijan	India	Pakistan
Bangladesh	Indonesia	Papua New Guinea
Belarus	Iran, Islamic Rep.	Paraguay
Bolivia	Iraq	Peru
Bosnia and Herzegovina	Jamaica	Philippines
Botswana	Jordan	Senegal
Brazil	Kazakhstan	Serbia
Cambodia	Kenya	South Africa
Cameroon	Kyrgyz Republic	Sri Lanka
China	Lao PDR	Tajikistan
Colombia	Lebanon	Tanzania
Congo, Rep.	Lesotho	Thailand
Costa Rica	Malaysia	Timor-Leste
Dominican Republic	Mauritius	Tunisia
Ecuador	Mexico	Ukraine
Egypt, Arab Rep.	Moldova	Uzbekistan
El Salvador	Mongolia	West Bank and Gaza
Eswatini	Morocco	Zambia
Gabon	Myanmar	Zimbabwe

Variables budgétaires et sources de données

Les données financières concernant Maurice ont été recueillies auprès de la Banque mondiale pour la période 2000–2019. Les indicateurs sélectionnés pour l'analyse sont les dépenses publiques (en pourcentage du PIB), les recettes publiques hors dons (en pourcentage du PIB) et la dette de l'administration centrale (en pourcentage du PIB). Pour faciliter les comparaisons annuelles, ces ratios ont été convertis en valeurs absolues en utilisant le PIB exprimé en dollars américains courants. Par la suite, une différenciation de premier ordre a été appliquée afin d'éliminer l'autocorrélation entre les années et de mieux discerner l'impact des chocs liés aux catastrophes sur les résultats budgétaires. Ces variables constituent le socle de la modélisation qui étudie la réaction des finances publiques mauriciennes face aux catastrophes. Voir tableau 4.3.

Table 4.3: Fiscal variables and sources for Mauritius

Component	Details
Source	World Bank
Indicators	Expense (% GDP), revenue excl. grants (% GDP), central government debt (% GDP), GDP (current \$)
Coverage	2000–19
Processing	Converted to absolute values; first-order differencing applied to remove autocorrelation



Variables relatives aux catastrophes et sources de données

Les données sur les catastrophes proviennent de la base de données internationale EM-DAT, qui couvre la période 2000–2019. L'analyse s'est concentrée sur les aléas à déclenchement rapide, tels que les cyclones, les inondations et les glissements de terrain associés. Les événements rares, tels que les séismes et les tsunamis, ont été exclus afin d'éviter d'altérer les résultats. Trois variables ont été analysées : le nombre de décès, le nombre de personnes affectées et les dégâts économiques exprimés en valeur monétaire. Les valeurs manquantes ont été imputées à l'aide de quantiles, afin de préserver la distribution des impacts observés.

Afin de mesurer la sévérité des catastrophes de manière cohérente, ces variables ont été intégrées dans l'indice des années de vie perdues (Life Years Lost – LYL), qui s'inspire du cadre conceptuel des années de vie corrigées de l'incapacité (Disability-Adjusted Life Years – DALY) de l'Organisation mondiale de la Santé (Noy, 2016). En ce qui concerne Maurice, la valeur moyenne annuelle du LYL était de 814. Les événements les plus importants ont été le cyclone Berguitta en 2018, avec 10 275 années de vie perdues, et le cyclone Dina en 2002, avec 4 984 années de vie perdues. Les dommages causés par ces catastrophes ont également été évalués en pourcentage du PIB, afin d'offrir une mesure claire des perturbations économiques. Voir tableau 4.4.

Table 4.4: Disaster variables and sources for Mauritius

Component	Details
Source	EM-DAT (International Disaster Database)
Indicators	Fatalities, population affected, monetary damages
Hazard Types	Cyclones, floods, flood-induced landslides
Coverage	2000–19
Derived Measure	Life years lost (LYL), adapted from WHO DALY (Noy 2016); Damages also expressed as percent of GDP

Résultats de la modélisation économique

L'analyse économétrique a étudié la relation entre l'intensité des catastrophes et la performance budgétaire à Maurice, en utilisant deux indicateurs d'impact : l'indice des années de vie perdues (LYL) et le montant total des dommages économiques (en pourcentage du PIB). Dans les deux modèles, les dépenses publiques (en pourcentage du PIB) ont significativement augmenté après les catastrophes, tandis que la dette de l'administration centrale (en pourcentage du PIB) a connu des variations positives mais non significatives sur le plan statistique. Concernant les dépenses publiques, les coefficients estimés étaient statistiquement significatifs au seuil de 5 % ($p = 0,023-0,045$), ce qui indique une réponse budgétaire systématique face aux chocs causés par les catastrophes. Les coefficients et leurs niveaux de signification respectifs pour chaque variable budgétaire sont présentés dans les tableaux 4.5 et 4.6.

Table 4.5: Coefficients and significance (p value) for each fiscal variable included in the panel model for LYL

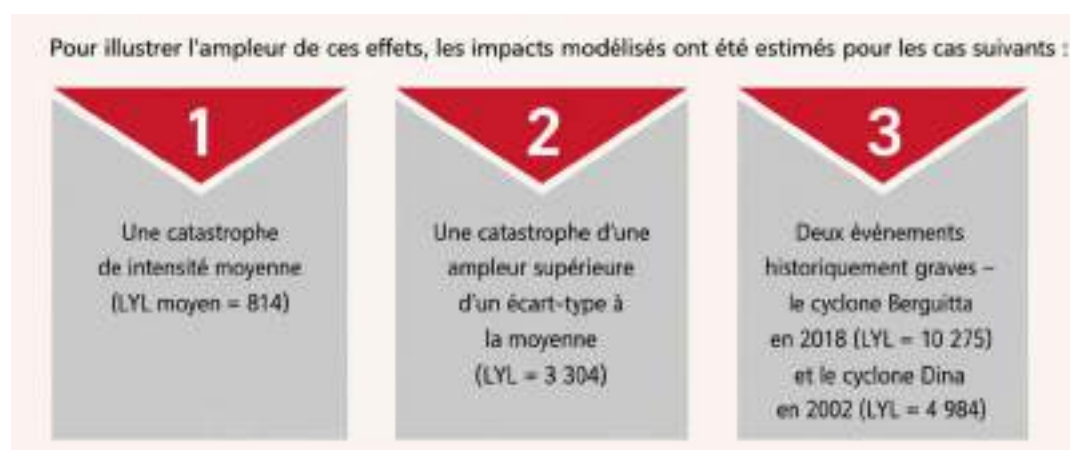
Fiscal Variable	LYL Coefficient	p Value	Standard Error
Source	0.000,204,88	0.500,9	0.000,304,10
Central government debt, total (% of GDP)	0.000,248,39	0.044,75*	0.000,123,58

* Significant at the 5 percent level.

Table 4.6: Coefficients and significance (p value) for each fiscal variable included in the panel model for damage as a percentage of GDP

Fiscal Variable	Total Damage (% of GDP) Coefficient	p Value	Standard Error
Central government debt, total (% of GDP)	0.000,650,33	0.380,2	0.000,740,13
Expense (% of GDP)	0.000,695,40	0.023,92*	0.000,307,37

* Significant at the 5 percent level.



En cas de catastrophe de gravité moyenne, la dette de l'administration centrale devrait augmenter de 0,06 % du PIB, tandis que les dépenses publiques progresseraient de 0,07 % du PIB. En valeur monétaire, cela équivaut à une hausse d'environ 228 millions de roupies mauriciennes pour la dette publique et de 109 millions de roupies pour les dépenses publiques.

Lors d'une catastrophe dépassant d'un écart-type la moyenne, le modèle prévoit une augmentation de 0,07 % du PIB de la dette de l'administration centrale et de 0,09 % du PIB des dépenses publiques. En se basant sur les chiffres de 2019, cela équivaut à environ 275 millions de roupies mauriciennes supplémentaires pour la dette et 132 millions de roupies pour les dépenses.

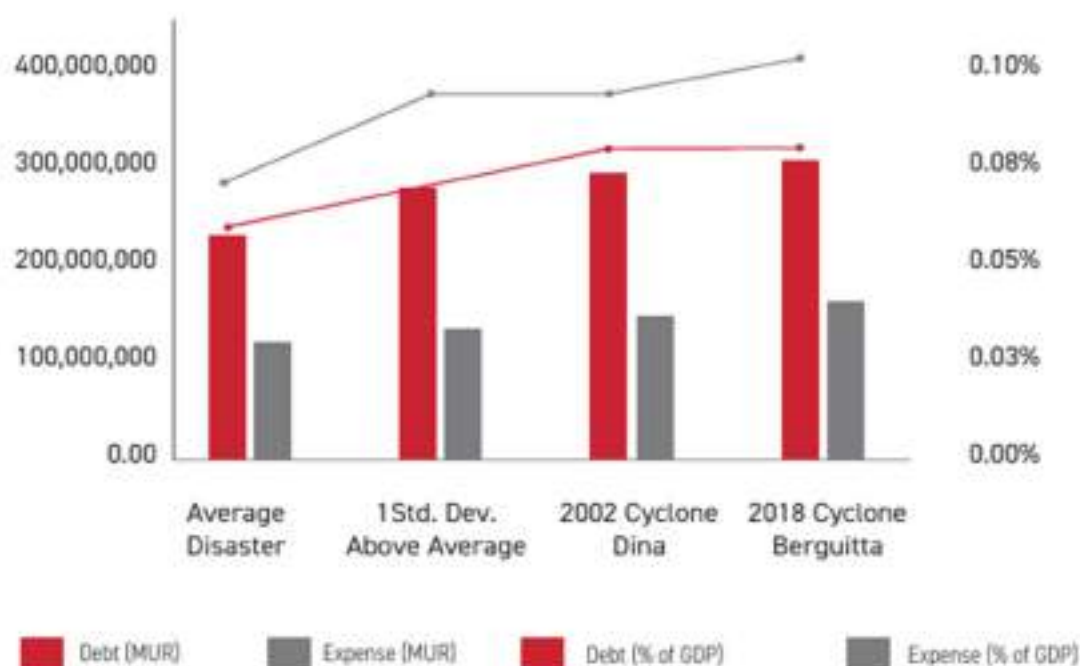
Les événements très violents accentuent ces impacts. Pour le cyclone Berguitta en 2018, la dette publique devrait croître de 0,08 % du PIB, soit environ 314 millions de roupies mauriciennes, tandis que les dépenses publiques augmenteraient de 0,10 % du PIB, soit environ 150 millions de roupies mauriciennes (tableau 4.7). Le cyclone Dina de 2002 suit un schéma similaire, avec une hausse estimée de la dette de 0,08 % du PIB (environ 289 millions de roupies mauriciennes) et une augmentation des dépenses de 0,09 % du PIB (environ 138 millions de roupies mauriciennes).

Table 4.7: Modelled fiscal impacts of disasters in Mauritius (average, above average, and high-severity events)

Event/Scenario	Fiscal Variable	Change (%)	Change (MUR)
Average Disaster (LYL = 814)	Debt (% of GDP)	0.06%	227,794,604
	Expense (% of GDP)	0.07%	108,835,697
1 Std. Dev. Above Avg. (LYL = 3,304)	Debt (% of GDP)	0.07%	275,398,670
	Expense (% of GDP)	0.09%	131,579,966
Cyclone Berguitta (2018) (LYL = 10,275)	Debt (% of GDP)	0.08%	313,962,372
	Expense (% of GDP)	0.10%	150,004,930
Cyclone Dina (2002) (LYL = 4,984)	Debt (% of GDP)	0.08%	289,370,060
	Expense (% of GDP)	0.09%	138,255,216

Le tableau 4.7 et la figure 4.1 synthétisent ces résultats en combinant les variations en pourcentage (courbes) et les impacts monétaires absolus (histogrammes). La comparaison visuelle entre les catastrophes moyennes, les événements supérieurs à la moyenne et les cyclones de forte intensité révèle que les dépenses publiques augmentent systématiquement après ces événements, tandis que l'effet sur la dette publique reste plus limité et n'est pas statistiquement significatif.

Figure 4.1: Modelled fiscal impacts of disasters in Mauritius



L'analyse temporelle, utilisant un modèle de panel dynamique, montre que les impacts budgétaires se concentrent surtout l'année de la catastrophe, avec peu de prolongation par la suite. Cela suggère que les coûts directs liés aux opérations de relèvement et de reconstruction exercent la pression principale sur les finances publiques, tandis que les ajustements budgétaires à moyen terme demeurent relativement faibles.



Principales constats



Pression sur les dépenses

Les catastrophes entraînent systématiquement une hausse des dépenses publiques, avec des effets statistiquement significatifs.



Dette par rapport aux dépenses

Les niveaux d'endettement présentent des variations positives, mais elles ne sont pas statistiquement significatives. Cela indique que Maurice couvre principalement les coûts post-catastrophe par des réaffectations budgétaires et par l'aide extérieure, plutôt que par une augmentation de la dette.



Ampleur des pertes

Les catastrophes majeures, telles que le cyclone Berguita (2018), ont entraîné une augmentation des dépenses publiques d'environ 150 millions de roupies mauriciennes, soit près de 0,1 % du PIB, illustrant la pression budgétaire significative exercée par ces événements de grande ampleur.



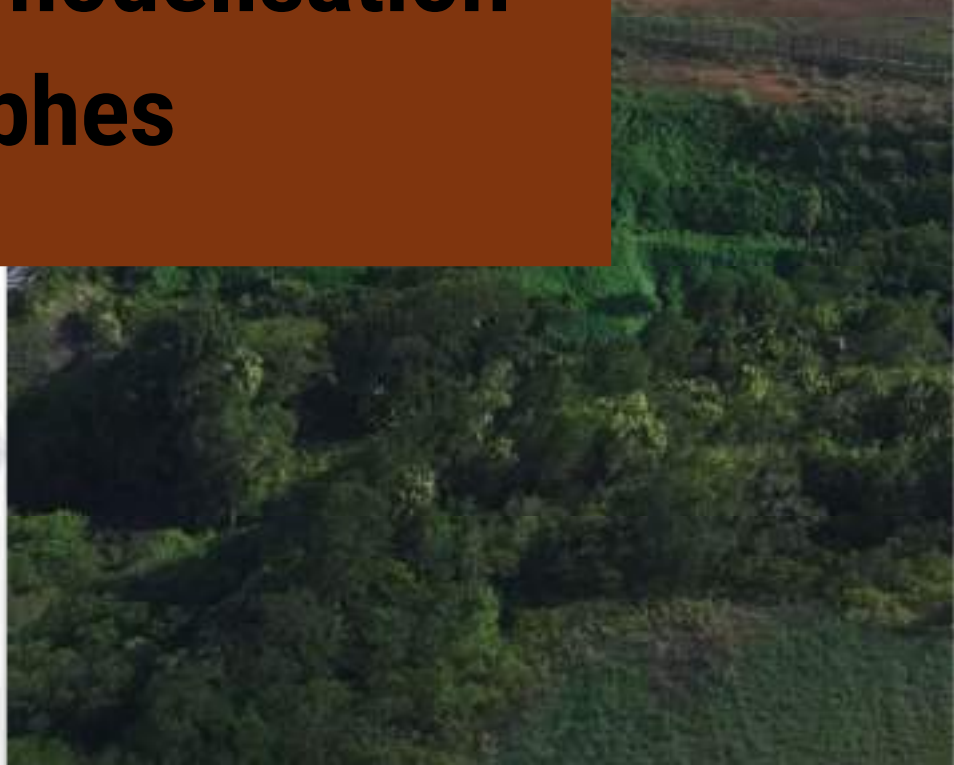
Impact immédiat

La plupart des impacts financiers se concentrent l'année de la catastrophe, avec peu d'éléments montrant des effets durables ou différés dans les années suivantes.



Chapitre 5

Évaluation probabiliste des risques budgétaires futurs via la modélisation des catastrophes



Évaluation probabiliste des risques budgétaires futurs via la modélisation des catastrophes

À mesure que le changement climatique accroît la fréquence et l'intensité des aléas naturels, la modélisation des catastrophes devient essentielle pour mieux comprendre l'évolution des périodes de retour. Cette connaissance permet de maintenir l'efficacité et la pertinence des plans de gestion des risques. En anticipant d'éventuels coûts avant une catastrophe majeure, il est possible de mieux organiser les interventions nécessaires. Cette approche inclut notamment l'analyse détaillée des pertes causées par ces événements, ce qui facilite le développement de stratégies de financement adaptées à la gestion des risques. Cette section du rapport présente les résultats de la modélisation des catastrophes, utilisée pour évaluer leurs impacts futurs sur les secteurs de l'énergie et des infrastructures routières, ainsi que leurs conséquences potentielles sur la situation financière de l'État.



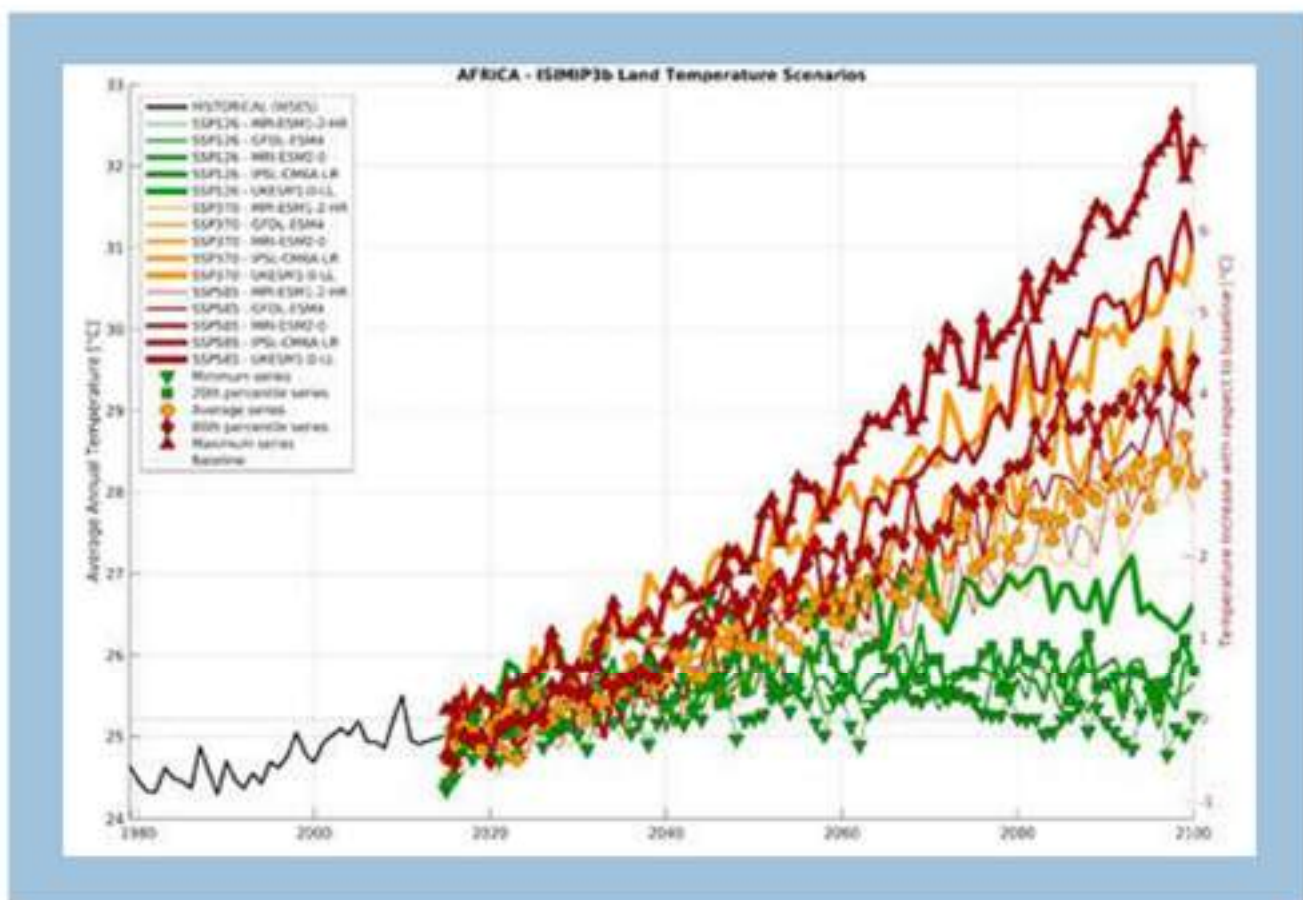
Modèle d'aléas

Dans le cadre de l'évaluation des risques budgétaires à Maurice, trois types d'aléas sont pris en compte : les cyclones tropicaux, les inondations et les glissements de terrain. Ces aléas naturels sont modélisés sous la forme d'un ensemble d'événements, chaque événement correspondant à une manifestation unique d'un aléa spécifique (par exemple, un cyclone tropical), avec une intensité donnée pour les infrastructures exposées et une probabilité d'occurrence donnée. La totalité des événements simulés (par exemple, tous les cyclones tropicaux simulés) couvre exhaustivement toutes les possibilités de survenue de chaque aléa. Les sections suivantes détaillent les différents modèles d'aléas utilisés dans cette étude.

Modèle applicable aux aléas d'inondation et de glissement de terrain

Les modèles climatiques utilisés dans cette étude sont ceux employés pour élaborer l'Indice de résilience et modèle de risques d'infrastructure mondiale (GIRI) de la CDRI (Cardona et al., 2023). Plusieurs projections issues des modèles de circulation générale (GCM) du programme CMIP6 (Climate Model Intercomparison Project) ont été analysées. Ces projections incluent les forçages anthropiques sous forme de scénarios combinant les trajectoires socio-économiques partagées (SSP) et les profils de concentrations représentatifs (RCP), conformément au sixième rapport d'évaluation du GIEC (AR6). La figure 5.1 montre la température de surface moyenne future jusqu'en 2100, basée sur la base de données ISIMIP3b pour l'Afrique, comparée à la moyenne historique du jeu de données W5E5.

Figure 5.1: Average of future climate projections obtained from CMIP6 global circulation models



Cardona et al. (2023) ont retenu les 20e et 80e percentiles de variation climatique comme projections représentatives, respectivement, des limites inférieure et supérieure des scénarios climatiques futurs. Ces percentiles correspondent aux projections produites par le modèle IPSL-CM6A-LR développé par l'Institut Pierre-Simon Laplace, selon un scénario bas (SSP1-RCP2.6) et un scénario haut (SSP5-RCP8.5).

Les phénomènes hydrométéorologiques sont modélisés à partir des forçages météorologiques (précipitations, température, etc.) observés au cours d'une période historique appelée climat de référence, correspondant à la période 1980–2010, soit un intervalle récent de trente ans utilisé comme

norme climatique. Les projections climatiques sont ensuite utilisées pour ajuster ce climat de référence au moyen de la méthode Delta, qui consiste à modifier les forçages météorologiques du climat de référence afin de les aligner sur la moyenne trentenaire projetée d'un climat futur. À partir de ces forçages ajustés, les aléas hydrométéorologiques sont recalculés.

Modèle applicable à l'aléa cyclonique tropical

La cyclogenèse est un processus de mésoéchelle qui nécessite des données d'entrée à haute résolution issues de modèles climatiques. Par conséquent, aucun des modèles climatiques du programme CMIP6 ne convient à la modélisation du risque cyclonique. Seuls certains modèles disposent d'une résolution spatiale suffisamment fine pour projeter les trajectoires futures des cyclones. Ces modèles font partie du Projet haute résolution PRIMAVERA, intégré au programme CMIP6. Dans cette étude, quatre modèles climatiques à haute résolution ont été utilisés : CMCC-CM2-VHR4, CNRM-CM6-1-HR, EC-Earth3P-HR et HadGEM3-GC31-HM. Ces modèles ne prennent en compte qu'un seul scénario d'émissions, à savoir le SSP5-RCP8.5. Ainsi, pour les cyclones tropicaux uniquement, la modélisation repose sur une trajectoire climatique unique, contrairement aux autres aléas hydrométéorologiques, pour lesquels deux bornes de variation, inférieure et supérieure, sont utilisées.

Modèle d'aléa d'inondation

Pour l'évaluation des risques budgétaires (Fiscal Risk Assessment – FRA) à Maurice, le modèle mondial d'aléa d'inondation développé par Alfieri et ses collègues (2023) a été utilisé. Il s'agit du même modèle que celui utilisé pour l'évaluation GIRI de la CDRI (Cardona et al., 2023). La résolution spatiale du modèle a été adaptée aux besoins spécifiques de cette étude. Cette section en offre une synthèse, tandis que des informations détaillées sont disponibles dans la publication de référence.

Le modèle repose sur la détermination des apports hydrologiques vers différentes sections des bassins versants situés en amont des principaux cours d'eau, afin de modéliser l'écoulement hydraulique dans les chenaux. Ces apports varient selon les sous-bassins qui composent chaque bassin principal. Cette méthode permet, à une résolution intermédiaire, de couvrir l'ensemble du réseau hydrographique national et d'identifier les zones inondables et les profondeurs d'inondation causées par les débordements.

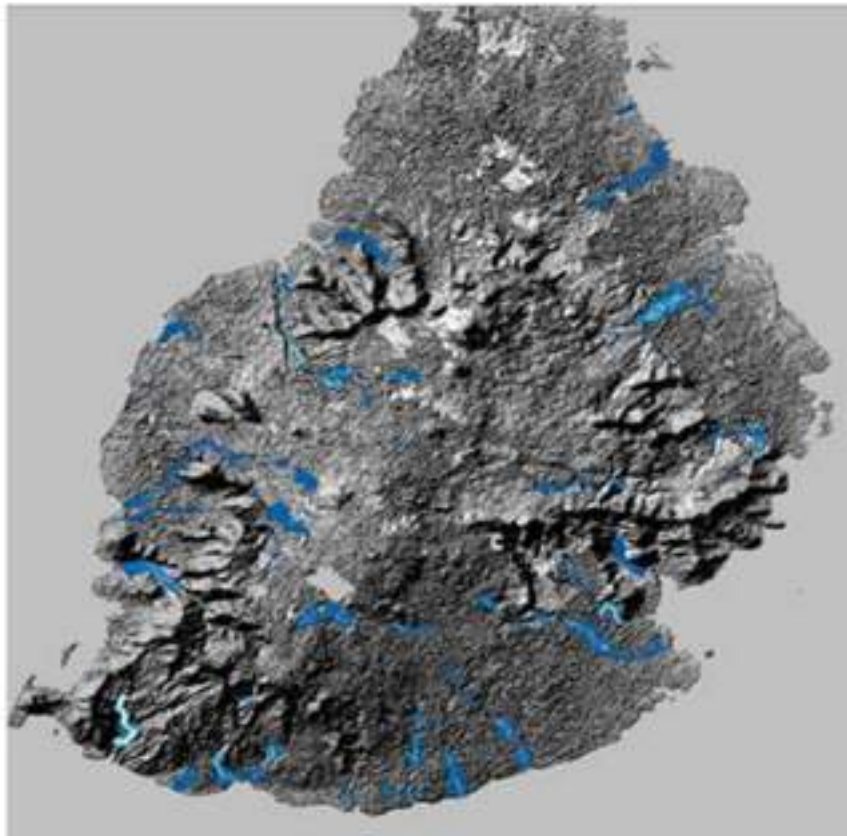


Pour élaborer le modèle mondial d'inondation dont l'aléa pour Maurice a été dérivé, une base de données mondiale de débits a été constituée à partir de diverses sources. Elle comprend environ 8 000 stations hydrométriques dans le monde entier, offrant des séries chronologiques suffisamment longues pour une analyse statistique des valeurs extrêmes. Les données ont été collectées quotidiennement ; cependant, la majorité des données disponibles a été fournie à un rythme mensuel. Des techniques stochastiques ont été employées pour convertir ces séries en séries journalières tout en préservant leurs caractéristiques statistiques. Cet algorithme a été ajusté dans les régions disposant de séries journalières observées.

L'estimation des débits de crue s'appuie sur des méthodes fondées sur l'analyse statistique de données hydrologiques régionales. La technique utilisée est l'analyse régionale des fréquences. La méthodologie proposée consiste à examiner les données statistiques d'une région homogène, identifiée par la méthode de la crue-indice (*Index Flood Method – IFM*), afin d'estimer la fréquence des crues avec une confiance maximale, y compris pour les quantiles rares. Cette approche accroît la taille de l'échantillon en combinant les séries temporelles de groupes homogènes, créant ainsi une série plus longue et adimensionnelle, ce qui réduit l'incertitude lors de l'estimation des quantiles extrêmes.

Un modèle hydrologique physique continu et distribué a été utilisé pour affiner les relations de régression entre les variables climatiques et pour générer des estimations dans les zones où les débits ne peuvent pas être mesurés directement par des observations. Après l'obtention des quantiles de débit, ceux-ci alimentent un modèle hydraulique simplifié d'inondation. Ce modèle génère des sections transversales hydrauliques où le niveau d'eau est déterminé à partir du débit, selon l'équation de Manning. Ces niveaux sont ensuite interpolés en fonction de la morphologie locale, avec des ajustements pour refléter la connectivité hydraulique longitudinale entre les sections, notamment dans les vastes plaines inondables. La figure 5.2 montre une carte de l'aléa d'inondation à 100 ans de période de retour pour Maurice.

Figure 5.2: Flood hazard map for 100-year return period for present climate conditions in Mauritius

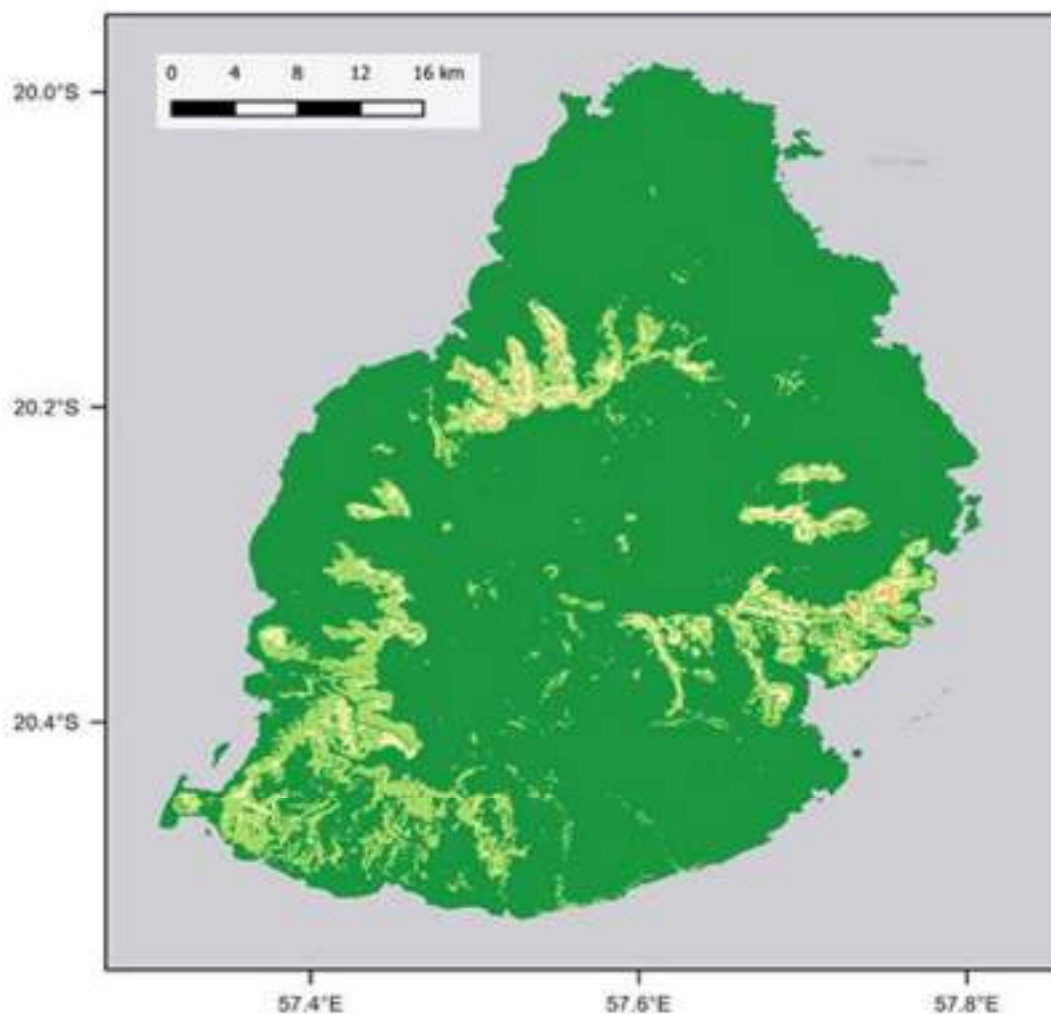


Modèle d'aléa de glissement de terrain

Pour évaluer les risques budgétaires à Maurice, nous avons utilisé le modèle mondial de susceptibilité aux glissements de terrain ainsi que les seuils de précipitations développés par Nadim et al. (2023). Ces outils ont été combinés au modèle d'aléa de glissement de terrain conçu par Cardona et ses collègues (2023). Ces composantes de modélisation sont celles employées dans le cadre du GIRI de la CDRI. La résolution spatiale du modèle est adaptée à cette étude et cette section en présente les principales caractéristiques.

La susceptibilité mondiale aux glissements de terrain a été modélisée par Nadim et al. (2023). Elle est estimée de manière heuristique en s'appuyant sur plusieurs facteurs : la pente, la lithologie, la végétation et l'humidité des sols. À chaque facteur est attribué un score de 0 à 5, pondéré en fonction de son influence. La susceptibilité totale résulte de la somme pondérée de ces paramètres dans chaque zone montagneuse. Des facteurs locaux, tels que la densité de population ou celle du réseau routier, afin de tenir compte de l'impact humain, sont également intégrés. La carte de susceptibilité, à une résolution spatiale de 30 mètres et avec des valeurs comprises entre 0 et 5, permet de visualiser ce risque. Plus de détails sont disponibles dans Nadim et al. (2023). La figure 5.3 présente la carte de susceptibilité aux glissements de terrain de Maurice.

Figure 5.3: Landslide susceptibility of Mauritius



Source: Nadim et al. (2023)

L'aléa de glissement de terrain dépend à la fois de la susceptibilité du terrain et des facteurs déclencheurs, qui sont des influences externes augmentant localement l'instabilité et provoquant un glissement. À Maurice, les principaux facteurs déclencheurs sont les précipitations excessives. Le facteur pluviométrique est directement obtenu à partir de la modélisation climatique (voir la section sur le modèle pour les aléas d'inondation et de glissement). Des seuils de déclenchement sont nécessaires pour déterminer l'intensité critique. Dans cette étude, ceux proposés par Nadim et al. (2023), présentés dans le tableau 5.1, ont été utilisés.

Table 5.1: Rainfall threshold for landslide hazard

Range of P_n	Susceptibility				
	Susc. 1	Susc. 2	Susc. 3	Susc. 4	Susc. 5
$P_n < 0.3$	0%	0%	0%	0%	0%
$0.3 \leq P_n < 2.0$	0%	1%	2%	3%	5%
$2.0 \leq P_n < 3.7$	0%	2%	3%	5%	10%
$3.7 \leq P_n < 5.0$	0%	3%	5%	10%	15%
$P_n > 5.0$	0%	5%	10%	15%	20%

Source: Nadim et al. (2023)

Le modèle évalue la probabilité de glissement de terrain à partir de la susceptibilité et des seuils de déclenchement, en s'appuyant sur les précipitations simulées. Il faut noter que ces glissements sont considérés comme des événements à très haute énergie locale. Par conséquent, la vulnérabilité des éléments exposés est supposée atteindre un niveau de saturation, entraînant une perte totale. Ainsi, aucune fonction spécifique de vulnérabilité n'a été conçue pour ce phénomène.

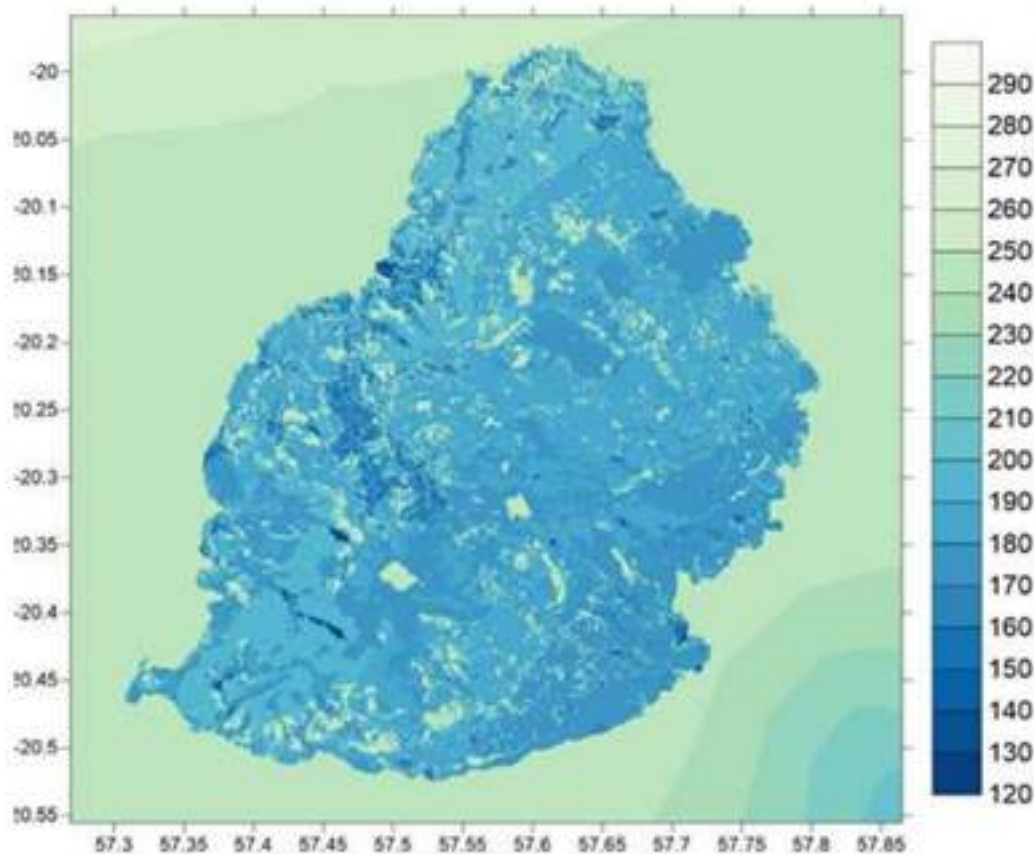


Modèle d'aléa cyclonique tropical

Dans cette étude, le modèle d'aléa cyclonique tropical a été mis à jour pour inclure les trajectoires cycloniques observées jusqu'en 2024. La méthode de calcul utilisée est celle décrite par Cardona et al. (2023) dans le cadre du GIRI de la CDRI, ainsi que par Cardona et al. (2014) pour le Modèle mondial des risques du Rapport mondial d'évaluation (GAR) de l'UNDRR. Cette méthode est intégrée au module logiciel TCHM de la plateforme CAPRA ROBOT (Bernal, 2014). Une description détaillée de cette méthodologie figure dans Cardona et al. (2014).

Les aléas liés aux vents violents et aux ondes de tempête ont été analysés à l'aide d'un catalogue mis à jour, comprenant 775 cyclones tropicaux historiques du bassin sud-ouest de l'océan Indien. La périodicité de ces événements a été recalculée afin d'en estimer la fréquence. Pour chaque trajectoire historique, une famille de trajectoires associées (« trajectoires filles ») a été créée à l'aide d'un processus de Wiener bidimensionnel. Les vitesses du vent violent et les niveaux d'inondation associés aux ondes de tempête ont été estimés pour chaque trajectoire simulée. Ces résultats ont permis de calculer les moments probabilistes de la vitesse du vent et des inondations côtières associées à chaque trajectoire. La distribution géographique des vitesses maximales du vent (rafales sur trois secondes) pour l'aléa de vent violent, ainsi que celle du niveau maximal de surcote et des inondations côtières le long du littoral pour l'aléa d'onde de tempête, sont présentées. Cette analyse a été répétée pour l'ensemble des trajectoires cycloniques historiques et futures. L'évaluation de l'aléa aboutit à un ensemble de champs de vent et de scénarios probabilistes d'inondation côtière liés aux ondes de tempête. La figure 5.4 présente la carte des vents violents correspondant à une période de retour de 500 ans pour Maurice.

Figure 5.A: Cyclone wind hazard in Mauritius for 500-year return period (intensity is wind velocity in km/h)



Modèle d'exposition

La base de données des éléments exposés regroupe l'ensemble des composants physiques qui constituent un système d'infrastructure. Pour chaque élément, il est essentiel de déterminer au moins trois caractéristiques importantes : sa localisation géographique, sa valeur ou son coût de remplacement et une classe constructive ou un archétype permettant d'évaluer sa vulnérabilité. Dans de nombreux cas, ces informations manquent, en tout ou en partie, dans les bases de données nationales. Il devient alors nécessaire d'effectuer des estimations afin de reconstituer ou d'approcher l'inventaire des éléments exposés. Cette étude se limite à l'analyse de l'exposition à Maurice dans les secteurs de l'énergie et des infrastructures routières.

Secteur de l'énergie

Dans cette étude, le secteur de l'énergie désigne les infrastructures existantes de production, de transport et de distribution d'électricité à l'échelle nationale. Les infrastructures pétrolières et gazières, souvent considérées par certains comme relevant du secteur de l'énergie, ne sont pas incluses dans cette analyse.

Le secteur se divise en trois sous-secteurs : la production d'électricité, le transport et la distribution. Chaque sous-secteur requiert un modèle spécifique, tenant compte de ses particularités. Par exemple, la production inclut généralement des centrales électriques très variées en termes de sources d'énergie, de capacités et d'équipements. En revanche, les lignes de transport, bien que diversifiées, ne relèvent que d'un nombre limité de typologies. Cette diversité rend le secteur de l'énergie l'un des plus complexes à modéliser pour l'évaluation des risques.

La production d’électricité à Maurice est très diversifiée. D’après les données du World Resources Institute (WRI) et d’OpenStreetMap (OSM), la capacité installée dépasse 1 000 MW et est répartie entre sept types de conversion d’énergie, comme l’illustre le tableau 5.2. Concernant le réseau de transport d’électricité, Maurice compte environ 160 km de lignes de transmission. Le tableau 5.3 détaille la longueur totale des lignes en fonction de leur niveau de tension.

Table 5.2: Installed capacity of the generation sector in Mauritius

Source Energy	Capacity (MW)	% share
Bioenergy (biomass, waste, etc)	102	8.9%
Coal	225	19.7%
Gas	75	6.6%
Hydro	51	4.5%
Oil (petroleum derivates)	466	40.9%
Solar (photovoltaic)	113	9.9%
Wind	107	9.4%
Total general	1,139	

Table 5.3: Transmission lines voltages and lengths in Mauritius

Voltage (kV)	Capacity (MW)	% share
<110	151.6	96.5%
110 – <220	5.4	3.4%
220 o >220	0.1	0.1%
Total	157.1	

La méthode employée pour calculer le coût de remplacement des composants du secteur énergétique s’appuie sur celle proposée par Cardona et ses collègues (2023), une approche également adoptée pour l’évaluation des éléments du modèle GIRI de la CDRI.

Production d'électricité

L'évaluation du coût de remplacement des éléments exposés dans le sous-secteur de la production s'appuie sur les données issues de la Global Power Plant Database du WRI et de la Power Plant Database d'OSM. Il est important de noter qu'aucune donnée officielle n'a été fournie au cours de cette étude. La méthode d'estimation du coût des infrastructures de production comporte plusieurs étapes.

D'abord, les données brutes sont nettoyées afin d'exclure les installations dépourvues d'informations sur la source d'énergie ou sur leur capacité de production. Les sources d'énergie sont ensuite classées selon les catégories de base du tableau 5.4. La capacité de chaque centrale est vérifiée à partir des données disponibles. Si aucune donnée n'est disponible, elle est attribuée aléatoirement selon une distribution probabiliste basée sur les capacités observées du même type de source d'énergie (voir Cardona et al., 2023 pour plus de détails). Enfin, le coût de remplacement est calculé à partir des indicateurs de coût définis par Cardona et al. (2023), fondés sur les références de l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), puis multiplié par la capacité de chaque installation.

Table 5.4: Basic energy source classes and unitary costs

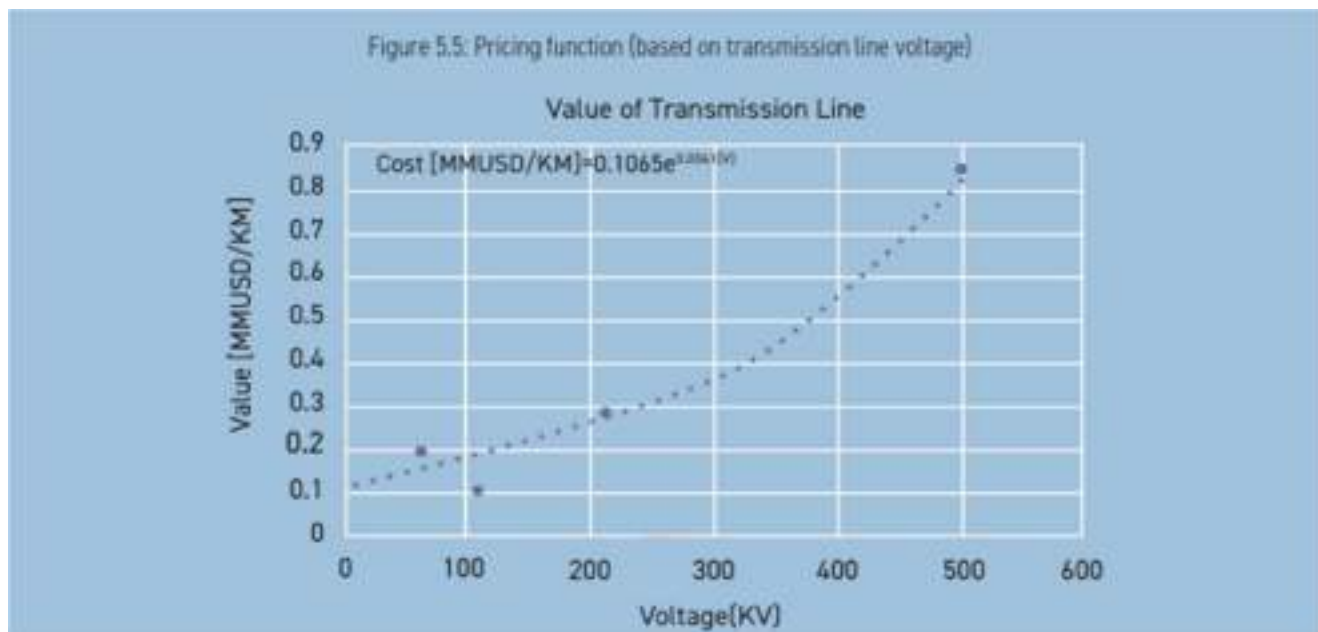
Energy Source	% share
Bioenergy (biomass, waste, etc.)	2,353
Battery (storage)	758
Coal	875
Gas	1,116
Geothermal	3,991
Hydro	2,135
Nuclear	3,782
Oil (petroleum derivatives)	795
Solar (photovoltaic)	857
Wave and tidal	7,038
Wind	1,325
Other	1,134



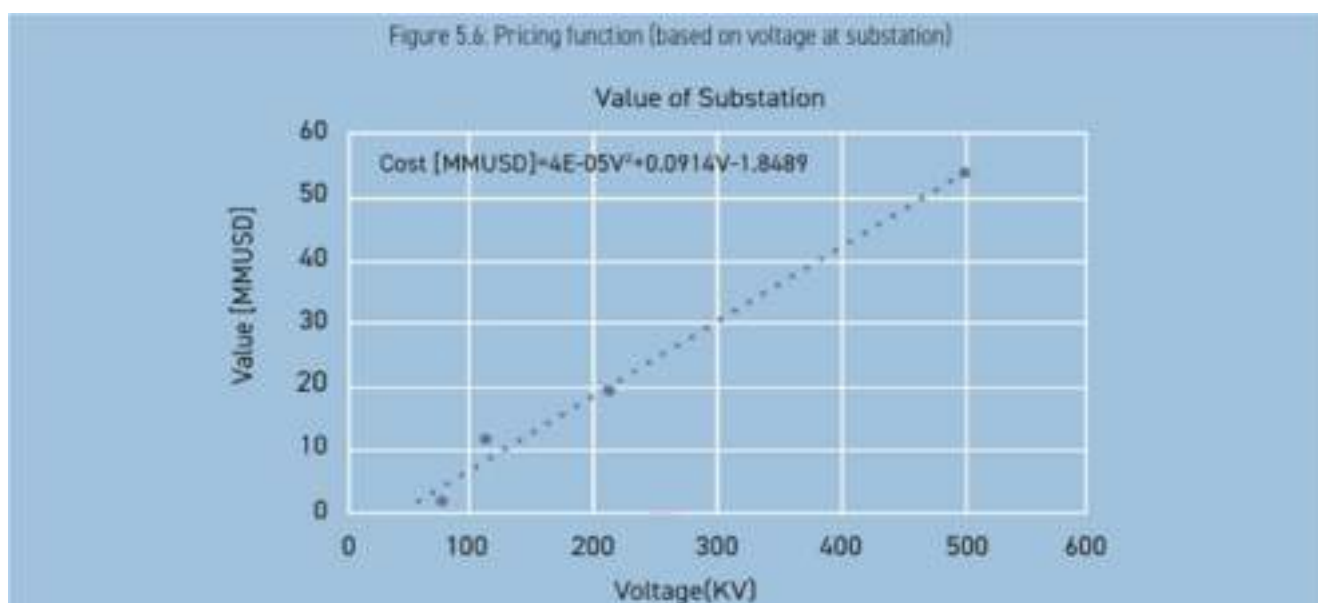
Transport d'électricité

Pour le sous-secteur du transport, les données brutes proviennent de la Power Lines Database et de la Power Substations Database, toutes deux maintenues par OSM. De plus, aucune donnée officielle n'a été fournie dans le cadre de cette étude. La méthode d'évaluation du coût des infrastructures de transport est la suivante.

La longueur de chaque ligne est d'abord déterminée à partir des données spatiales disponibles. Ensuite, les tronçons plus longs sont subdivisés en segments de 150 mètres ou moins. La tension de fonctionnement de chaque ligne sert à calculer l'indicateur de coût selon la fonction de prix proposée par Cardona et al. (2023), illustrée à la figure 5.5. Le coût total de chaque segment est finalement obtenu en multipliant cet indicateur par sa longueur.



Pour les postes électriques, la première étape consiste à nettoyer les données brutes afin d'éliminer les éléments correspondant à des postes qui ne relèvent ni des réseaux de transport ni de distribution d'électricité. Par la suite, le coût est estimé en fonction de la tension d'exploitation du poste électrique, à l'aide de la fonction de tarification proposée par Cardona et al. (2023) et présentée à la figure 5.6.



Distribution d'électricité

Les réseaux de distribution sont étroitement liés à la densité de population et sont généralement plus denses dans les zones où elle est élevée. De plus, les données sur la localisation et les caractéristiques réelles des éléments des réseaux de distribution, tels que les poteaux électriques, les lignes souterraines ou les transformateurs, sont souvent manquantes ou indisponibles. Il est important de noter qu'aucune information officielle n'a été recueillie dans le cadre de cette étude. En conséquence, l'approche proposée par Cardona et ses collègues (2023) a été adoptée pour élaborer un indicateur indirect d'exposition du réseau, fondé sur des données démographiques.

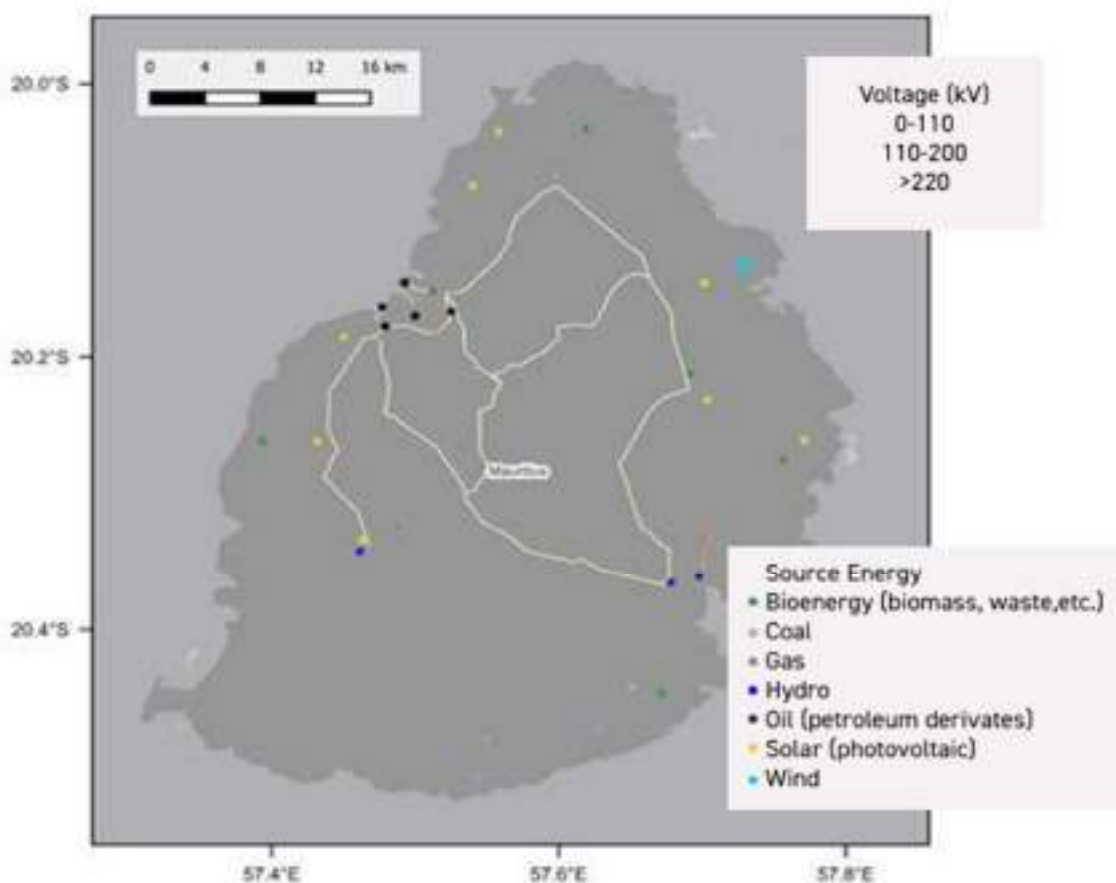
Selon cette méthode, la valeur du sous-secteur de la distribution est calculée comme une proportion de celle du sous-secteur du transport³. La valeur totale obtenue est ensuite répartie spatialement à l'aide de la grille raster de population fournie par la Global Human Settlement Layer (GHSL) du Centre commun de recherche de la Commission européenne. Cette grille est ensuite corrigée pour refléter le nombre exact de personnes ayant accès à l'électricité. Concernant Maurice, la Banque mondiale estime que 99,6 % de la population a accès à l'électricité (Banque mondiale, 2023a). Cette méthode permet d'obtenir des valeurs d'exposition plus élevées dans les zones à forte densité de population, tout en assurant une valorisation globale des infrastructures cohérente avec le niveau réel d'accès à l'électricité.



Base de données d'exposition

Le modèle d'exposition créé comprend des entités vectorielles géolocalisées, dotées d'attributs clés pour l'évaluation des risques. Les principaux champs comprennent le coût de remplacement et l'archétype de chaque élément, ce qui permet une caractérisation précise de l'exposition. La figure 5.7 présente une vue d'ensemble du secteur à Maurice.

Figure 5.7: Map of the exposure database for energy sector in Mauritius



Secteur routier

Le secteur routier examiné dans cette étude ne concerne que les infrastructures routières. Ces infrastructures présentent diverses caractéristiques qui dépendent des conditions de conception, telles que la topographie, le climat et le volume de trafic. Les tronçons routiers comprennent divers éléments, notamment la chaussée, les murs de soutènement, les caniveaux et les ouvrages hydrauliques, tels que les dalots. Les ponts ont aussi des caractéristiques spécifiques ; bien qu'ils puissent être classés en archétypes, chaque pont reste une structure unique non conforme à une typologie standard. De plus, les données disponibles sont très rares, aucune donnée officielle n'étant fournie dans le cadre de cette étude. Par conséquent, le modèle d'exposition développé constitue une approximation du secteur, jugée suffisante pour l'évaluation des risques.

D'après les données d'OpenStreetMap (OSM), Maurice compte plus de 6 000 km de routes, dont des routes principales, secondaires, tertiaires, résidentielles et des voies de desserte locale. Le réseau comprend également environ 17 km de ponts dans ces catégories de route. Les routes et les ponts privés ne sont pas inclus dans cette étude.

Tronçons routiers

La méthode de calcul du coût de remplacement des composants du secteur routier s'appuie sur celle proposée par Cardona et al. (2023), également utilisée dans le modèle GIRI de la CDRI pour évaluer les éléments exposés. Elle utilise le jeu de données Global Roads Network d'OSM, qui a été nettoyé afin d'éliminer les enregistrements erronés ou incomplets. Les routes sont segmentées en tronçons d'au plus 300 mètres pour améliorer la précision du modèle. La valeur initiale de chaque segment est déterminée en fonction de sa longueur et d'un coût de base de 1,09 million de dollars par kilomètre.

Cette valeur de départ est ensuite ajustée selon quatre critères principaux : le type de route, le nombre de voies, le type de revêtement et la pente du terrain. Chaque critère est associé à un coefficient multiplicateur qui ajuste la valeur de base du segment.

Le type de route indique le niveau fonctionnel de l'infrastructure au sein du réseau national de transport. Il joue un rôle clé en tant que facteur de correction, influençant le coût de remplacement en fonction de l'importance stratégique de la route. Les coefficients multiplicateurs associés sont présentés dans le tableau 5.5.

Table 5.5: Road-type multiplier

Road Type	Factor
Primary	1.00
Secondary	0.83
Tertiary, residential, and Unclassified	0.67

Source: Cardona et al. (2023)

Le nombre de voies indique la capacité de circulation d'un tronçon routier. L'étude utilise le facteur proposé par Cardona et al. (2023), calculé comme la moitié du nombre total de voies. Ainsi, une route à deux voies sert de référence et reçoit un coefficient multiplicateur de 1. Les routes à plus de voies présentent une valeur d'exposition supérieure au coût de référence pour le remplacement.

Le type de revêtement détermine également le coût du segment. Il est clair que remplacer un segment revêtu coûte plus cher qu'un segment en grave compactée. Selon Cardona et al. (2023), les routes sont classées en trois groupes : routes revêtues, routes stabilisées et routes non stabilisées. Les coefficients associés figurent dans le tableau 5.6.

Table 5.6: Pavement-type multiplier

Pavement Type	Factor
Paved	1.00
Affirmed	0.34
Loose	0.18

Source: Cardona et al. (2023)

Enfin, la pente influe fortement sur la valeur du tronçon. Remplacer un segment aux caractéristiques techniques similaires coûte généralement plus cher en terrain escarpé qu'en terrain plat. Par ailleurs, certains ouvrages essentiels, comme les murs de soutènement, sont plus souvent nécessaires dans les zones en forte pente, alors qu'ils peuvent être inutiles sur un terrain plat. L'étude s'appuie sur les coefficients de pente de Cardona et al. (2023), présentés dans le tableau 5.7.

Table 5.7: Slope multiplier

Slope Type	Slope Angle (°)	Factor
Plain	0-10	1.00
Rolling	10-15	1.43
Hilly/mountainous	15-25	1.82
Steep	>25	2.16

Source: Cardona et al. (2023)

 Ponts et tunnels

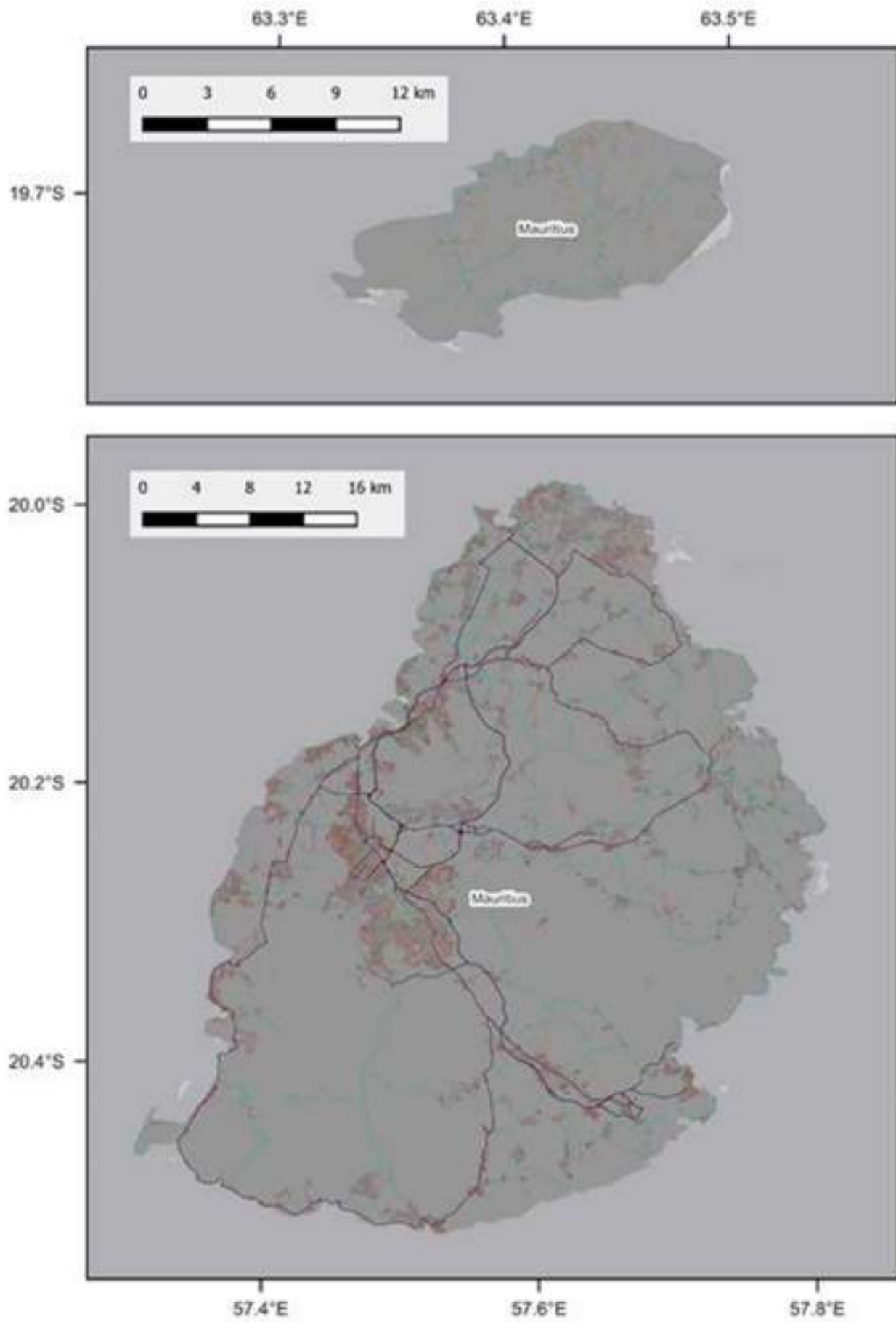
Les ponts sont des structures particulièrement difficiles à classer. On peut affirmer avec certitude qu'il existe presque autant de types de ponts que de ponts eux-mêmes, ce qui complique toute tentative de classification standard. Actuellement, en raison du manque de données suffisantes, il est impossible de catégoriser précisément ces ouvrages selon leurs caractéristiques structurelles, telles que la portée, le gabarit, le type d'appui, le nombre de piles, les culées, les fondations ou la structure du tablier. Les seules données disponibles dans OSM concernent la longueur des ponts, qui sert à estimer leur coût de remplacement en utilisant l'indicateur proposé par Cardona et ses collègues (2023), fixé à 9,84 millions de dollars par kilomètre.

Les tunnels sont également inclus dans l'analyse. Ils rencontrent des défis comparables à ceux des ponts, notamment l'impossibilité de définir une typologie générale précise et le manque de détails. Cependant, en se basant sur la longueur de chaque tunnel référencée dans la base OSM, leur coût est estimé à l'aide de l'indicateur moyen de Cardona et al. (2023), qui s'élève à 19,8 millions de dollars par kilomètre.

 Base de données d'exposition

Le modèle d'exposition créé comprend des entités vectorielles géolocalisées, dotées d'attributs essentiels à l'évaluation des risques. Pour chaque instance, des informations clés, telles que le coût de remplacement et l'archétype, sont fournies afin de bien définir l'exposition. La figure 5.8 présente une vue d'ensemble du secteur routier à Maurice.

Figure 5.8: Map of exposure database for road sector in Mauritius



Modèles de vulnérabilité

La vulnérabilité physique des éléments exposés peut être modélisée mathématiquement à l'aide de fonctions spécifiques. Ces fonctions capturent efficacement la complexité du processus de calcul des pertes lorsque ces éléments sont soumis à un aléa. Elles offrent également une représentation probabiliste des pertes potentielles, facilitant ainsi l'application d'un cadre d'évaluation rigoureux des risques.

Modèle probabiliste des pertes

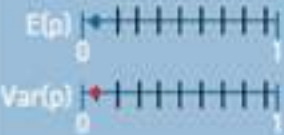
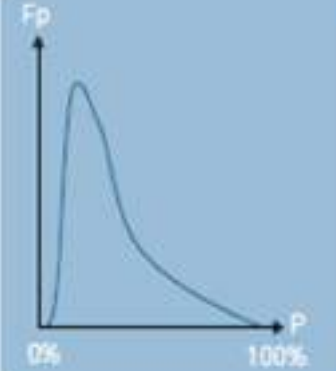
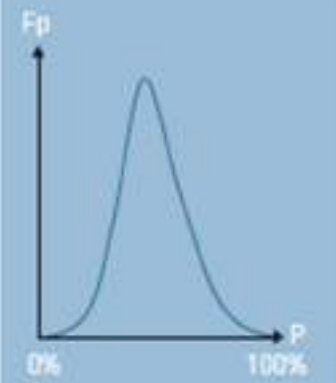
Dans la modélisation des risques catastrophiques, les pertes sont traitées comme des variables aléatoires, ce qui permet d'intégrer directement l'incertitude liée aux pertes résultant d'un aléa dans les calculs. La vulnérabilité est évaluée individuellement pour chaque élément du portefeuille d'exposition. Les pertes mentionnées ici concernent donc un seul élément exposé. En général, la perte est une variable comprise entre 0 et 1, représentant de 0 % à 100 % de la valeur de l'élément concerné (par exemple, la valeur de remplacement d'un bien ou d'une infrastructure). Ainsi, dans le contexte de la vulnérabilité, le terme « perte » désigne toujours une perte relative, qui reflète le degré de dommage subi, c'est-à-dire une fraction de la valeur exposée.

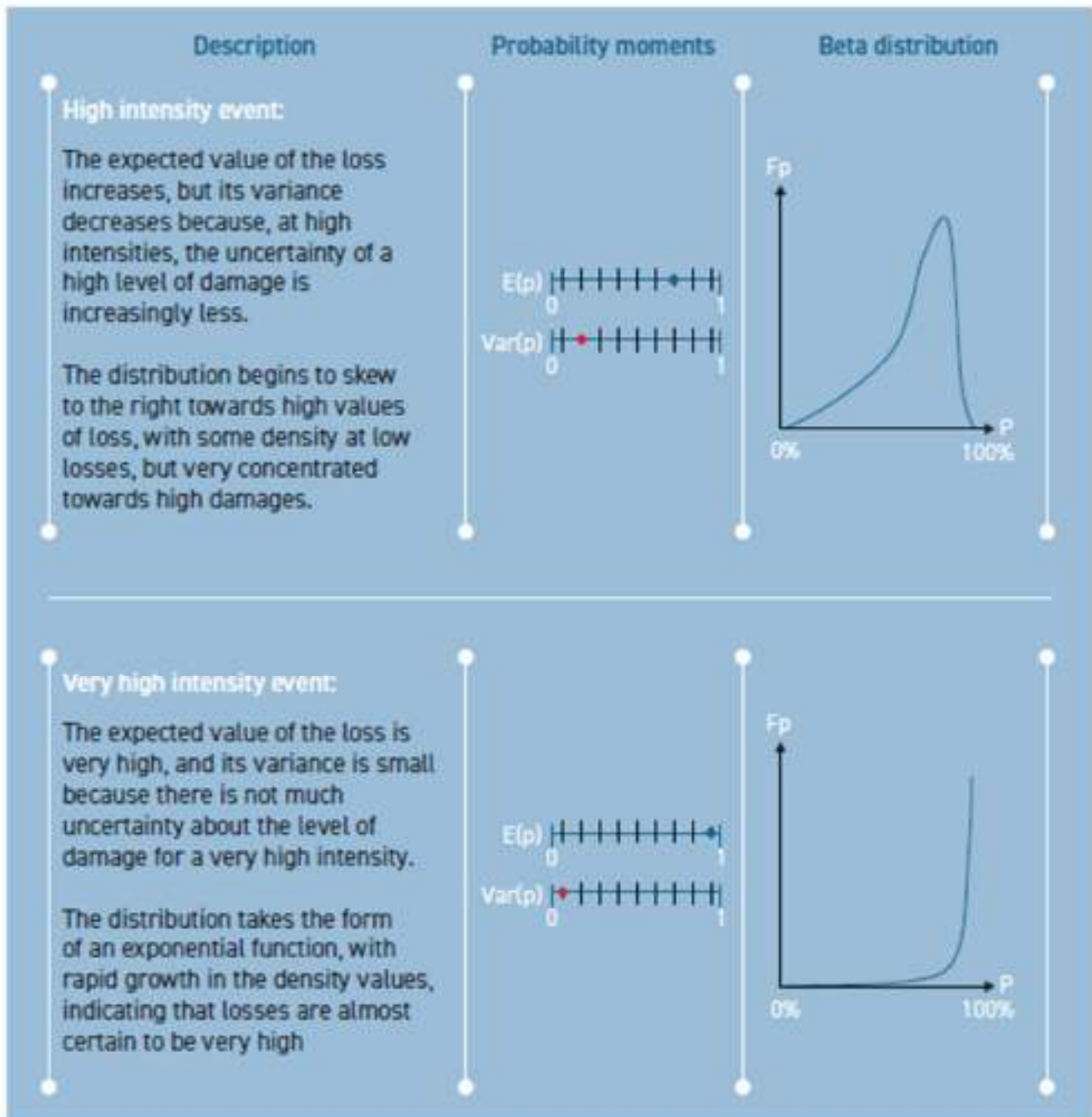
En général, les données sur les dommages et les pertes lors d'événements historiques sont insuffisantes pour ajuster un modèle probabiliste fondé sur une estimation statistique directe de ces pertes. Par conséquent, l'utilisation d'un modèle probabiliste reflétant le caractère aléatoire des pertes est jugée appropriée, malgré une part inévitable d'arbitraire. La distribution bêta, proposée initialement par Anne Kiremidjian et d'autres chercheurs dans le cadre du document ATC-13 et de son commentaire ATC-13-1 (ATC, 1985 ; 2002), est le modèle le plus courant. Ces travaux visaient à élaborer des modèles probabilistes des dommages causés par les séismes en Californie. Depuis, la distribution bêta est devenue une référence mondiale en tant que modèle probabiliste des pertes pour divers types d'aléas et d'éléments exposés. Son usage est privilégié en raison de ses nombreuses propriétés :



La distribution bêta, étant une distribution à deux paramètres, nécessite la définition de deux moments d'ordre pour être entièrement caractérisée. Ainsi, les modèles de vulnérabilité doivent estimer au moins deux moments : l'espérance mathématique et la variance de la perte. La forme de la distribution bêta varie en fonction de ces moments, estimés à partir du modèle de vulnérabilité. Comme mentionné précédemment, la capacité de la distribution bêta à prendre différentes formes sur son intervalle de définition justifie son utilisation répandue dans la modélisation des risques de catastrophes. Le tableau 5.8 présente les différentes formes théoriques de la distribution bêta selon diverses combinaisons d'espérance et de variance des pertes. Il offre une vue d'ensemble des résultats attendus pour des événements de différentes intensités, en indiquant les valeurs correspondantes de l'espérance et de la variance sur l'intervalle $[0 ; 1]$, ainsi qu'une représentation graphique de la forme probable de la distribution. Ces résultats confirment que la distribution bêta est un outil approprié pour modéliser les distributions de pertes associées à des événements aux caractéristiques et aux niveaux d'intensité variés.

Table 5.8: Illustration of the variation of the Beta distribution in response to events of different intensity levels

Description	Probability moments	Beta distribution
Very low intensity event: A low-loss value is expected with low dispersion. That is, if the intensity is very low, it is known that the loss will be low without much variability. The distribution exhibits negative exponential behaviour, with rapid decrease. That is, the highest probability density is concentrated near zero loss, as expected for a very low intensity.		
Low intensity event: The expected value of the loss increases, and its variance also increases (i.e., the loss is more uncertain). The distribution is wider, centred more to the right, but still skewed towards low losses.		
Intermediate intensity event: The expected value of the loss is much higher, and the variance is also as high as possible. The distribution is now symmetrical, bell-shaped, and as wide as possible, indicating that this is the point of greatest possible variability for the loss.		

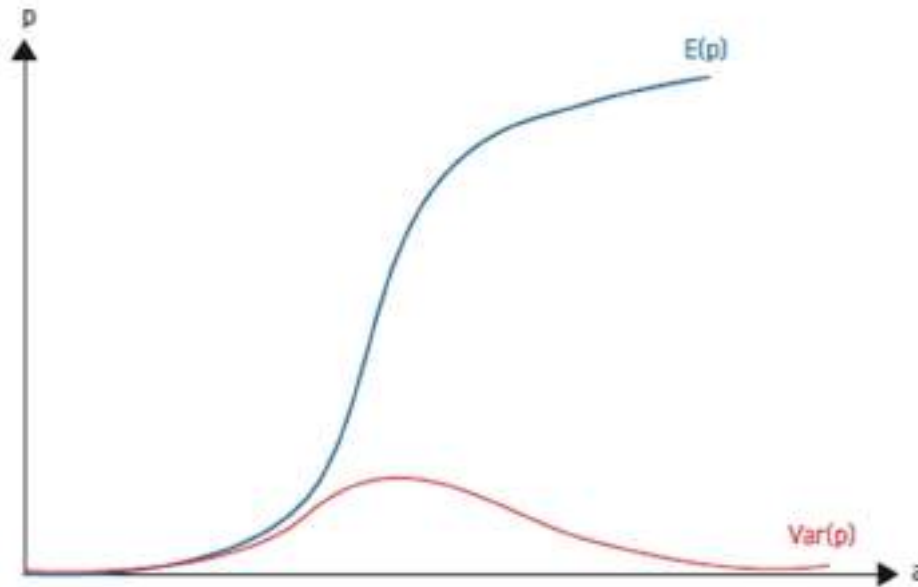


Fonctions de vulnérabilité

Les fonctions de vulnérabilité offrent une représentation mathématique de la vulnérabilité physique. Elles se composent de deux parties distinctes : la première décrit comment la perte attendue évolue en fonction de l'intensité du phénomène, et la seconde indique comment la variance de la perte varie avec cette même intensité. Ces fonctions constituent le modèle de vulnérabilité le plus utilisé pour les biens et les infrastructures lors des évaluations des risques de catastrophe, car elles permettent d'estimer avec précision les pertes potentielles.

Les fonctions de valeur attendue et de variance ne sont pas entièrement indépendantes. En général, elles doivent respecter les principes présentés dans le tableau 5.8. Ainsi, la fonction de valeur attendue doit être croissante, tandis que la variance doit généralement augmenter d'abord, puis diminuer. Ce comportement est essentiel pour représenter fidèlement la variabilité attendue des pertes en fonction de l'intensité du phénomène. La figure 5.9 illustre la forme typique des fonctions de vulnérabilité.

Figure 5.9: Illustration of a vulnerability function



Les fonctions de vulnérabilité sont attribuées à différents types d'éléments exposés, selon une classification préalable. Ainsi, une seule fonction peut illustrer le comportement d'un groupe d'éléments exposés appartenant à la même catégorie. Cette méthode est cohérente avec le caractère probabiliste de ces fonctions, qui permettent d'identifier efficacement le comportement global de plusieurs éléments présentant des caractéristiques similaires. La typologie ou la catégorisation des éléments exposés est généralement intégrée au modèle d'exposition, en s'appuyant sur leurs caractéristiques constructives ou fonctionnelles.

Dans cette étude, on a utilisé les fonctions de vulnérabilité élaborées par Cardona et al. (2023) pour différents archétypes d'infrastructures. Ces fonctions sont identiques à celles intégrées au modèle GIRI de la CDRI. La bibliothèque GIRI, qui organise ces fonctions par archétype, constitue actuellement la ressource la plus complète pour les modèles de vulnérabilité des infrastructures utilisés pour l'évaluation des risques de catastrophes. Les fonctions de vulnérabilité appliquées à l'évaluation des risques à Maurice sont illustrées dans les figures 5.10 à 5.15. Comme mentionné précédemment, aucune fonction de vulnérabilité n'a été utilisée pour l'évaluation de l'aléa de glissement de terrain. Cette méthode repose sur l'hypothèse que la survenue d'un glissement de terrain entraîne systématiquement la destruction de l'élément d'infrastructure concerné. Cette hypothèse est particulièrement pertinente pour les infrastructures routières, qui sont les seuls éléments exposés aux glissements de terrain pris en compte dans cette étude.

Résultats de l'évaluation des risques

Les résultats de risque sont présentés à l'aide de deux indicateurs standard couramment utilisés dans l'évaluation des risques de catastrophe et dans le domaine de l'assurance : la perte annuelle moyenne (PAM) et la perte maximale probable (PMP). Bien que ces indicateurs soient expliqués en détail dans le Produit 1 de cette mission, leurs définitions sont rappelées ci-dessous pour faciliter la lecture du rapport.

Perte annuelle moyenne (PAM)



La perte annuelle moyenne (PAM) est un indicateur clé, car elle résume en une seule valeur les pertes liées aux différents scénarios d'aléas affectant les éléments vulnérables exposés. Considérée comme l'indicateur de risque le plus fiable, elle ne se limite pas à synthétiser le processus perte-temps en une valeur unique, mais elle est également peu sensible aux incertitudes. La PAM correspond à l'espérance mathématique des pertes annuelles et indique le montant annuel à réserver à long terme pour couvrir l'ensemble des pertes futures attendues. Dans un mécanisme d'assurance simple, elle représenterait la prime pure annuelle.

Perte maximale probable (PMP)



La perte maximale probable (PMP) correspond à une perte liée à des événements rares, avec de longues périodes de retour. Au lieu d'une seule valeur, une courbe montre comment la perte évolue en fonction de la période de retour. En pratique, on choisit souvent une valeur spécifique en fixant une période de retour donnée. Cependant, il n'existe pas de norme universelle précisant ce qu'on entend par « faible fréquence ». Dans le domaine de l'assurance, les périodes de retour de la PMP varient généralement de 200 à 2 500 ans.

La PAM est présentée sous forme agrégée pour chaque combinaison d'aléa et de secteur, puis ventilée par sous-secteur et selon d'autres caractéristiques pertinentes. Elle est également représentée sous forme de cartes de risque illustrant la répartition géographique des pertes attendues. Dans tous les cas, les valeurs de PAM peuvent être exprimées en termes absolus ou relatifs. La PAM absolue correspond au montant modélisé de la perte en unités monétaires, tandis que la PAM relative indique ce même montant rapporté à la valeur d'exposition considérée. Par exemple, lorsqu'une PAM est calculée pour l'ensemble d'un secteur, la PAM relative est normalisée par la valeur totale exposée de ce secteur. En revanche, lorsqu'elle concerne un élément exposé individuel (comme dans les cartes de risque), la PAM relative est normalisée uniquement par la valeur exposée de cet élément. Dans ce rapport, les PAM relatives sont systématiquement exprimées en fractions de mille (%).

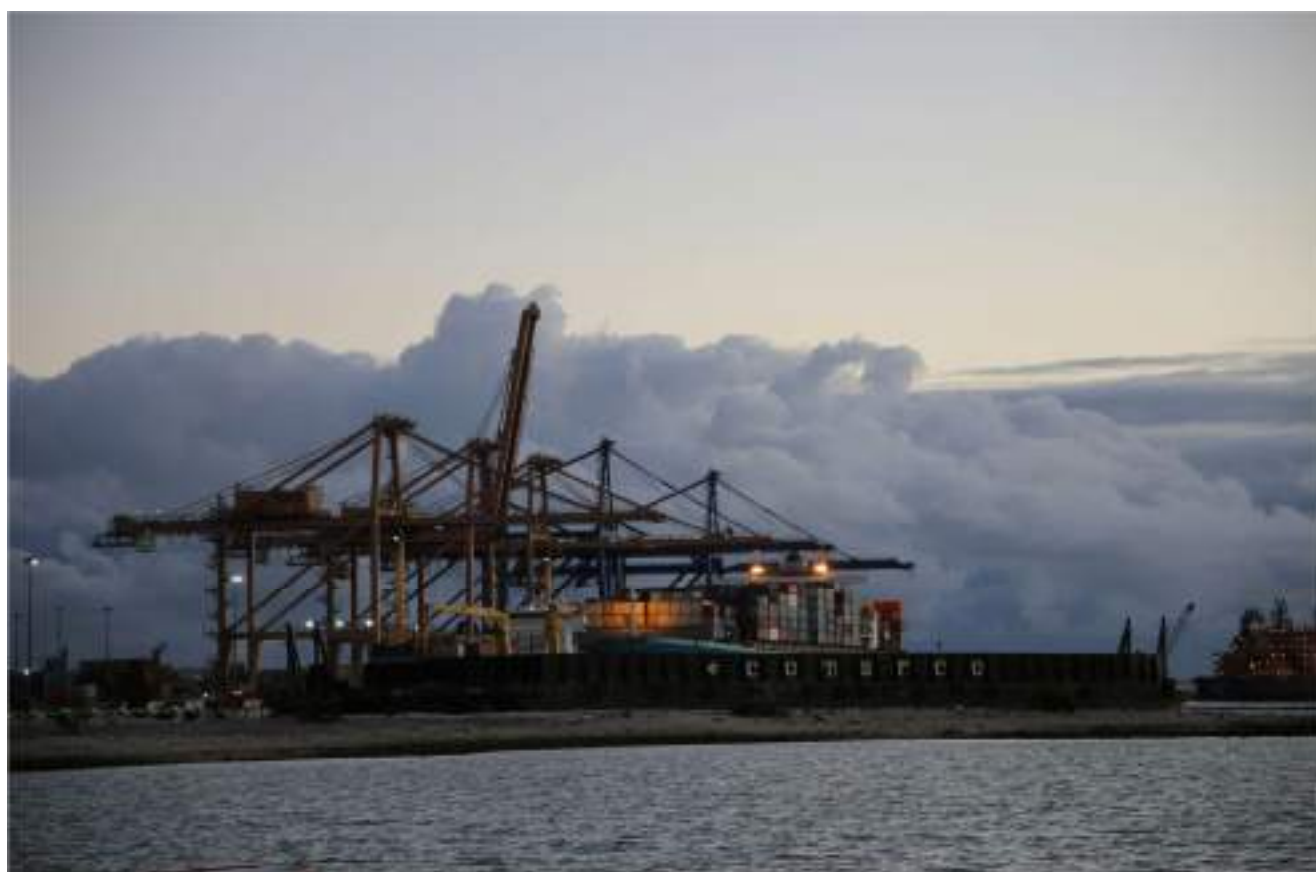
La PMP est une fonction qui relie la perte à la période de retour pour chaque aléa et chaque secteur. Elle est exprimée en valeurs absolues et relatives, ces dernières facilitant la comparaison entre les aléas. Comme pour la PAM, les PMP absolues correspondent à des montants calculés, tandis que les PMP relatives sont obtenues en les divisant par la valeur exposée du secteur concerné. Étant dérivées de quantiles élevés de distributions de probabilité, elles ne peuvent pas être représentées sous forme cartographique. Dans ce rapport, les PMP relatives sont toujours exprimées en pourcentage (%).

Infrastructures énergétiques

Le tableau 5.9 présente les valeurs moyennes de perte annuelle (PAM) du secteur énergétique à Maurice pour différents aléas, exprimées en valeurs absolues et relatives. Il ressort clairement que les cyclones tropicaux dominent le risque catastrophique. Les PAM liés aux cyclones dépassent ceux des inondations d'un ordre de grandeur. Cet écart s'accroît encore dans le scénario climatique SSP5-RCP8.5. Cependant, les inondations demeurent un risque important pour le secteur, avec une hausse des indicateurs de danger dans ce scénario.

Table 5.9: Absolute and relative average annual loss for the energy sector infrastructure

Hazard	Average annual Loss	
	\$	%
Flood	688,000	0.50
Flood (RCP2.6)	668,000	0.49
Flood (RCP8.5)	1,062,000	0.78
Tropical cyclone	14,929,000	10.93
Tropical cyclone (RCP8.5)	17,345,000	12.70



La répartition relative de la PAM entre les sous-secteurs est expliquée ci-après. Pour les inondations (voir figure 5.16), la PAM la plus élevée concerne le sous-secteur de la production d'électricité, suivie de celui de la distribution. Le sous-secteur du transport d'électricité affiche une PAM plus faible, cohérente avec la nature de ses infrastructures, principalement aériennes et surélevées. Par ailleurs, une hausse significative de la PAM liée au changement climatique apparaît dans tous les sous-secteurs lorsque le scénario SSP5-RCP8.5 est appliqué. En ce qui concerne les cyclones tropicaux (voir la figure 5.17), la contribution la plus importante à la PAM provient encore du sous-secteur de la production d'électricité. Les sous-secteurs du transport et de la distribution présentent des valeurs plus faibles, mais de l'ordre de grandeur similaire. Cela s'explique par la sensibilité accrue des centrales électriques et des installations de production aux vents violents, en raison de leur équipement, par rapport aux infrastructures de transport et de distribution, telles que les pylônes ou les postes électriques.



Figure 5.16: Relative average annual loss from flood for the energy infrastructure portfolios

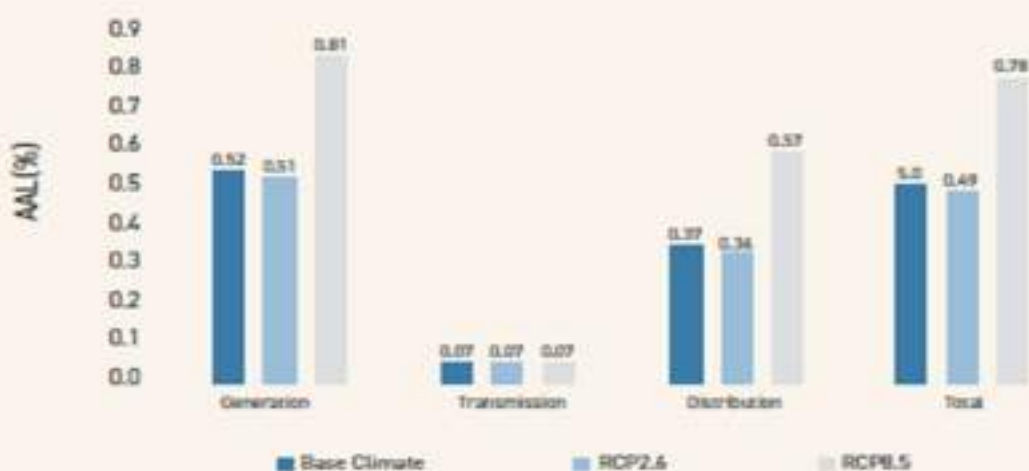
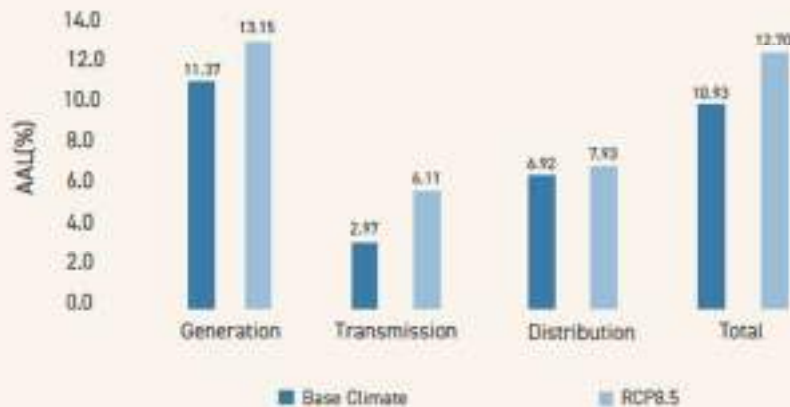


Figure 5.17: Relative average annual loss from tropical cyclone for the energy infrastructure portfolios



La PAM de chaque sous-secteur est déterminée en regroupant les pertes individuelles de chaque élément exposé. Chaque composant du portefeuille possède une combinaison unique de localisation, de valeur économique et de vulnérabilité, ce qui rend l'évaluation du risque spécifique à chaque cas. La PAM est ensuite répartie par élément afin de mettre en évidence ces différences, ainsi que les caractéristiques propres à chaque paysage de risque. Les cartes des figures 5.18 à 5.22 illustrent la variation spatiale des PAM relatives aux éléments exposés dans le secteur énergétique, pour tous les aléas et scénarios climatiques étudiés.

Il est important de noter qu'une base de données complète, regroupant les informations vectorielles géolocalisées relatives aux éléments exposés, sera fournie à l'Asian Disaster Preparedness Center (ADPC). Cela facilitera une consultation et une analyse plus approfondies de l'ensemble des résultats obtenus.



Figure 5.18: Map of relative average annual loss from floods for the energy portfolios

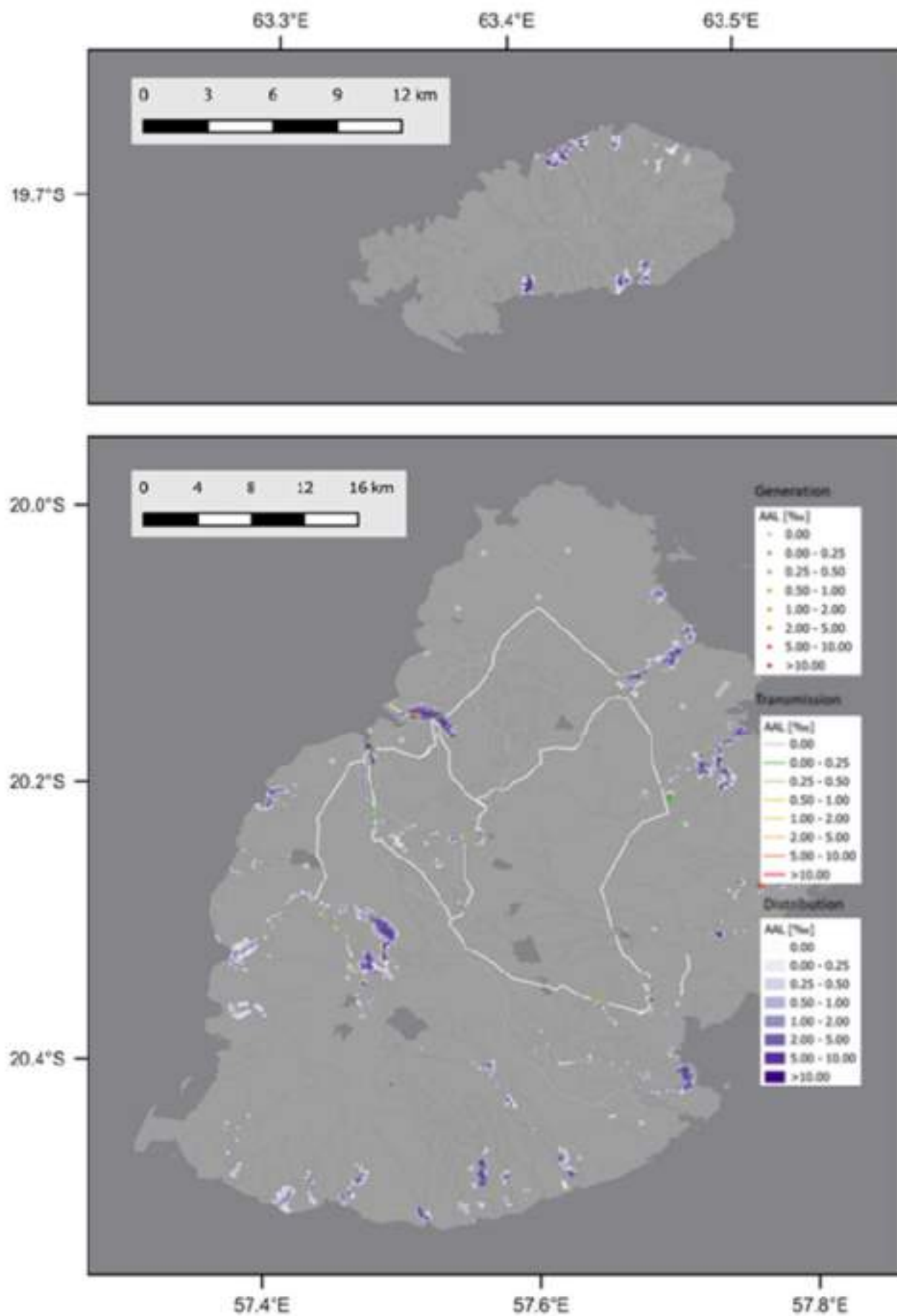


Figure 5.19: Map of relative average annual loss from floods (SSP1-RCP2.6) for the energy portfolios

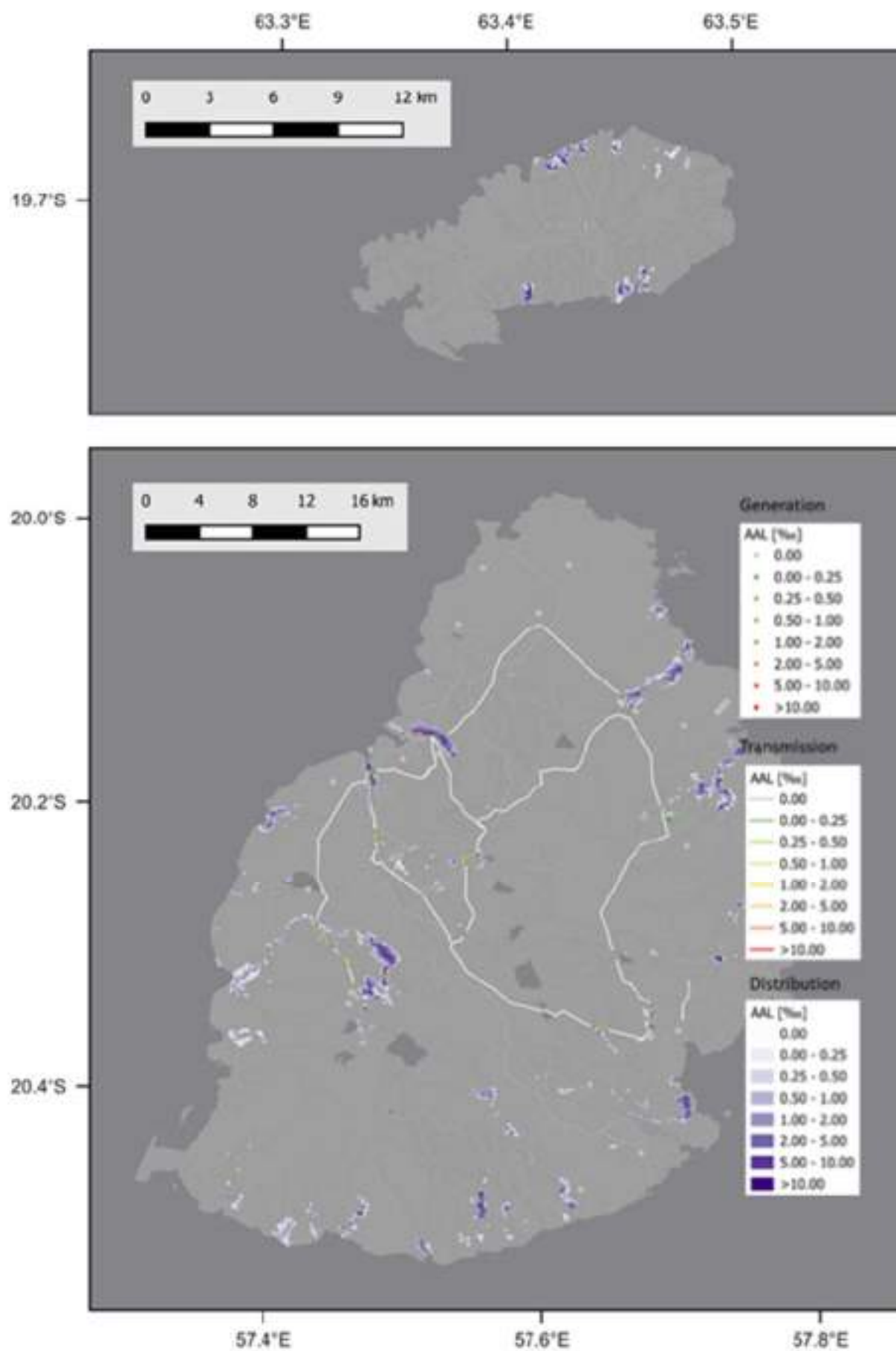


Figure 5.20: Map of relative average annual loss from floods (SSP5-RCP8.5) for the energy portfolios

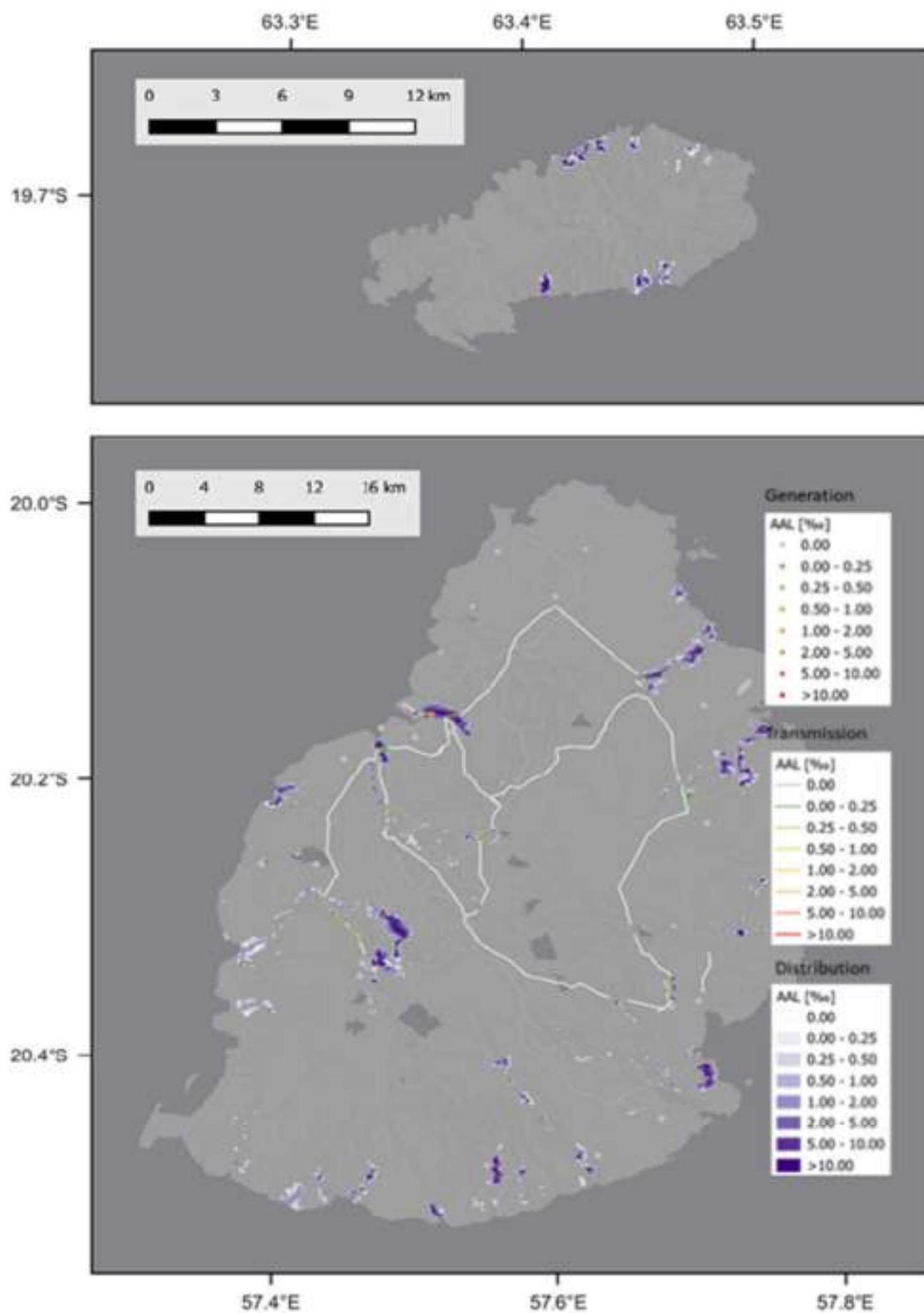


Figure 5.21: Map of relative average annual loss from tropical cyclones for the energy portfolios

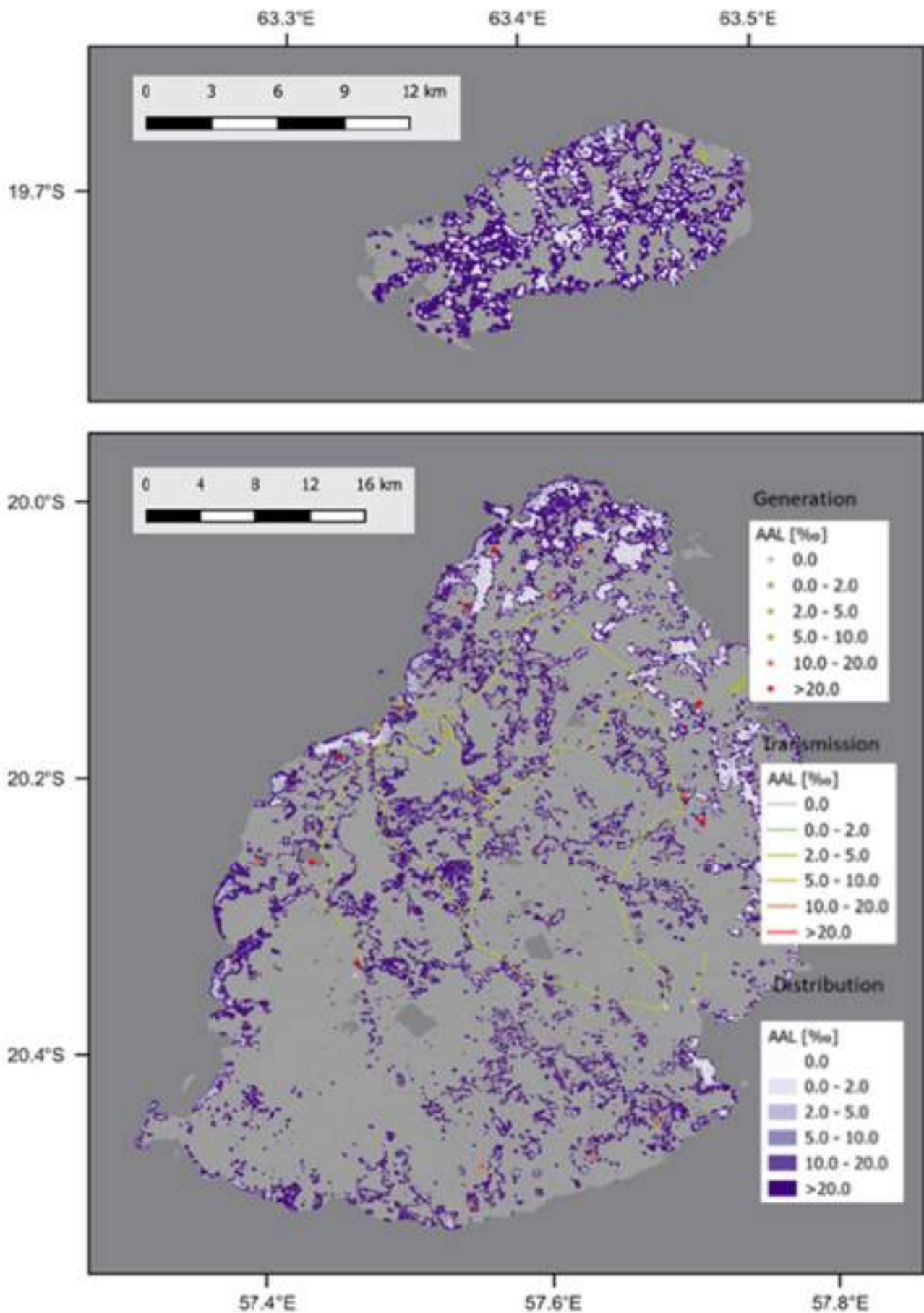
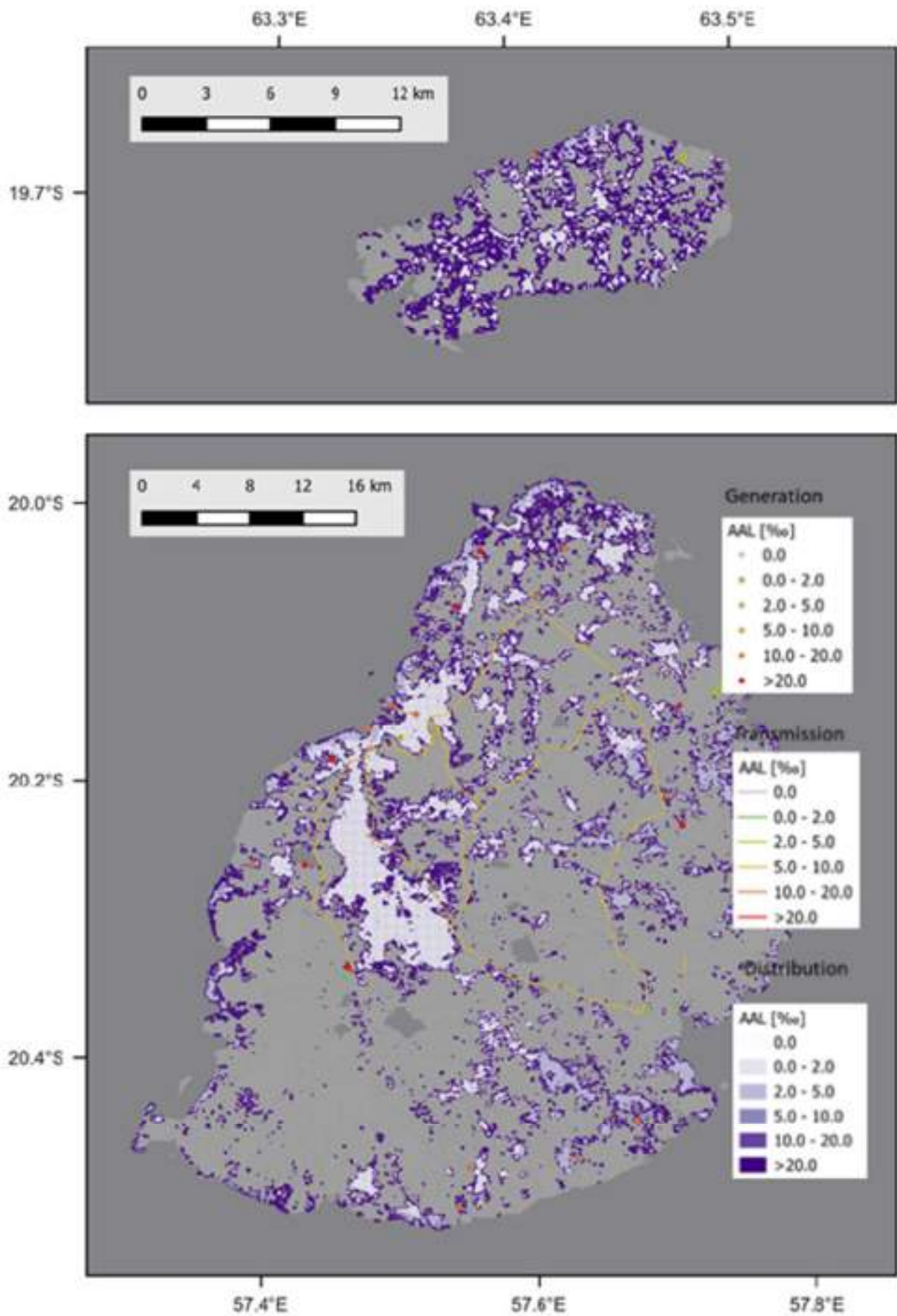


Figure 5.22: Map of relative average annual loss from tropical cyclones (SSP5-RCP8.5) for the energy portfolios

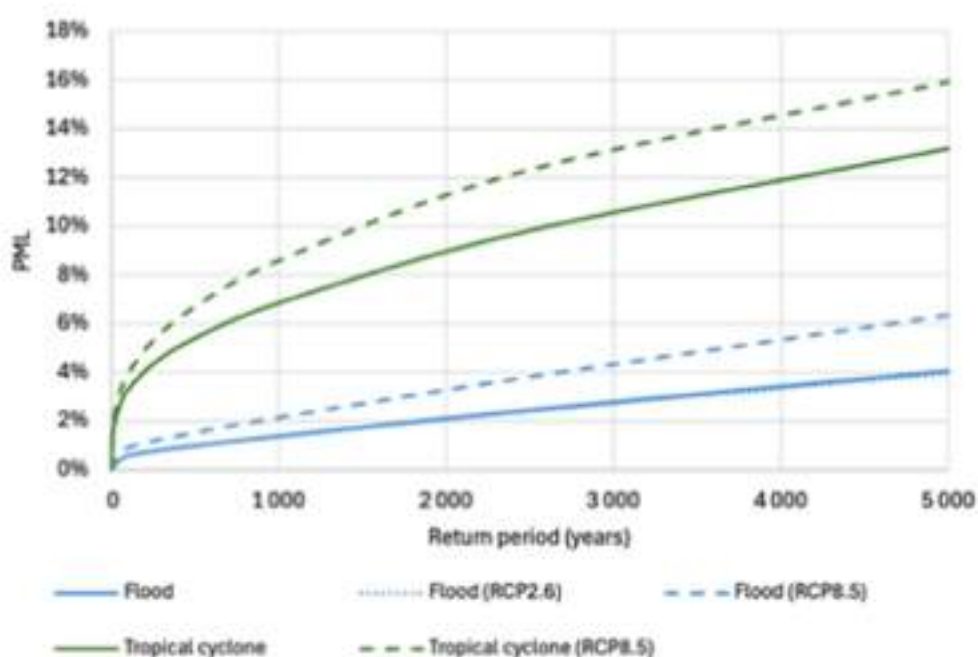


Le tableau 5.10 détaille les valeurs maximales de perte probable (PMP) pour le secteur énergétique à Maurice, réparties par scénario d'aléa et pour plusieurs périodes de retour sélectionnées. Par définition, les PMP sont toujours supérieures aux PAM en raison de leur mode de calcul. La figure 5.23 présente les PMP relatives sous forme de courbes, illustrant l'évolution de cet indicateur en fonction de la période de retour. Les résultats indiquent que les cyclones tropicaux prédominent sur ces courbes pour toutes les périodes de retour analysées, avec une augmentation régulière du risque dans le scénario climatique SSP5-RCP8.5. Bien que le risque d'inondation ne soit pas négligeable, il reste sensiblement inférieur à celui des cyclones tropicaux, ce qui correspond aux profils de risque attendus pour une île comme Maurice.

Table 5.10: Probable maximum loss for energy sector infrastructure (values in \$)

Return period (years)	Flood	Flood (RCP2.6)	Flood (RCP8.5)	Tropical cyclone	Tropical cyclone (RCP8.5)
10	\$1,281,000	\$1,244,000	\$1,977,000	\$19,477,000	\$22,651,000
25	\$3,048,000	\$2,960,000	\$4,705,000	\$28,223,000	\$33,242,000
50	\$5,394,000	\$5,238,000	\$8,327,000	\$35,977,000	\$42,797,000
100	\$7,926,000	\$7,696,000	\$12,241,000	\$44,843,000	\$53,913,000
250	\$10,452,000	\$10,150,000	\$16,159,000	\$59,309,000	\$72,478,000
500	\$13,416,000	\$13,029,000	\$20,773,000	\$73,758,000	\$91,377,000
1,000	\$18,836,000	\$18,294,000	\$29,226,000	\$93,575,000	\$117,362,000
2,500	\$33,465,000	32509000	52097000	\$134,214,000	\$168,243,000
5,000	\$55,556,000	53975000	86711000	\$180,229,000	\$217,639,000

Figure 5.23: Probable maximum loss curve for energy sector infrastructure



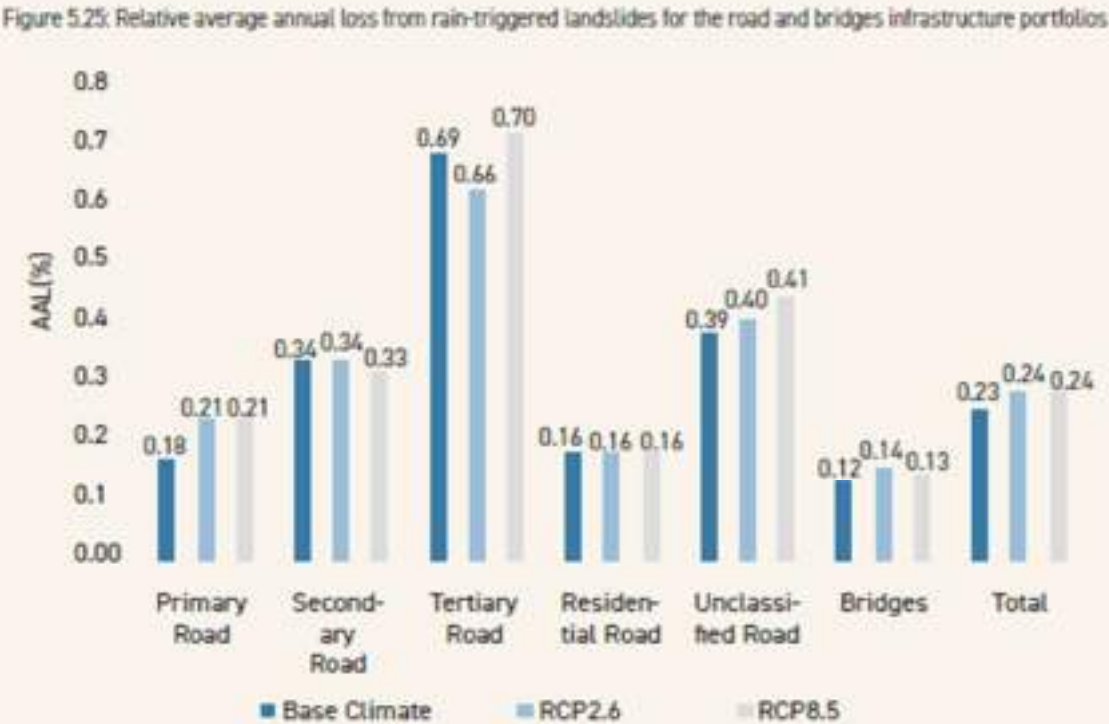
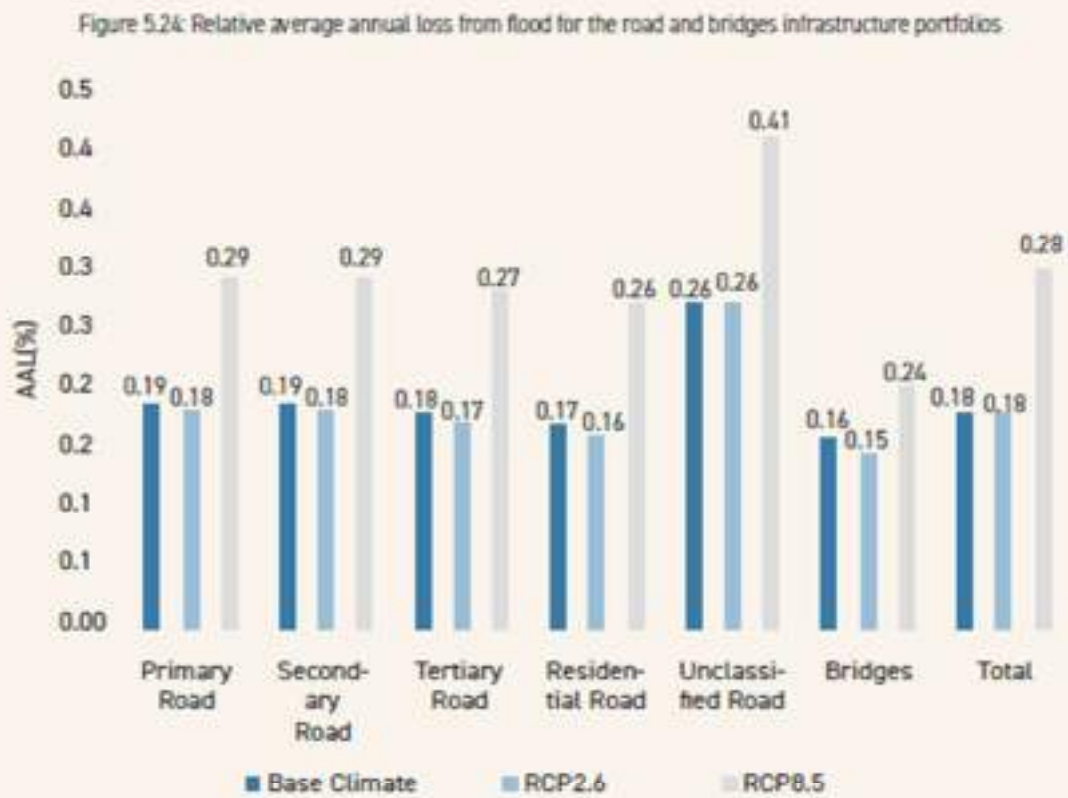
Infrastructures routières

Le tableau 5.11 présente les pertes annuelles moyennes (PAM) du secteur routier à Maurice pour différents aléas, en valeur absolue et relative. Il est à noter que les pertes estimées sont relativement similaires pour chaque type d'aléa. Actuellement, les glissements de terrain causés par la pluie entraînent la PAM la plus élevée. Cependant, dans le scénario climatique SSP5-RCP8.5, ce sont les inondations qui entraînent les pertes les plus importantes. Ce phénomène met en évidence la relation non linéaire entre les émissions de gaz à effet de serre et les risques de catastrophe, même sur un petit territoire comme Maurice.

Table 5.11: Absolute and Relative AAL for the Roads and Bridges Infrastructure

Hazard	Average annual Loss	
	\$	%
Flood	\$1,478,000	0.18
Flood (RCP2.6)	\$1,433,000	0.18
Flood (RCP8.5)	\$2,283,000	0.28
Landslide - Rain	\$1,888,000	0.23
Landslide - Rain (RCP2.6)	\$1,948,000	0.24
Landslide - Rain (RCP8.5)	\$1,949,000	0.24

Les valeurs de PAM pour les inondations (voir la figure 5.24) sont assez similaires entre les sous-secteurs. Une hausse notable apparaît dans le scénario climatique SSP5-RCP8.5, tandis qu’une légère baisse se remarque dans le scénario SSP1-RCP2.6. Ce résultat diffère de celui des glissements de terrain causés par les précipitations (voir la figure 5.25), où les PAM sont moins uniformes d’un sous-secteur à l’autre. Les routes tertiaires et non classées présentent les risques les plus élevés, probablement en raison de leur concentration dans les zones rurales. De plus, les valeurs de PAM relatives aux glissements de terrain restent globalement stables dans les différents scénarios climatiques, avec des variations négligeables.



La PAM de chaque segment routier du modèle est illustrée dans les figures 5.26 à 5.31, pour chaque danger. Ces cartes montrent clairement la variation relative de la PAM entre les éléments exposés du réseau routier, malgré l'étendue du pays. Comme mentionné précédemment, un jeu de données exhaustif et géolocalisé sera fourni à l'ADPC pour permettre une consultation plus détaillée.

Figure 5.26: Map of relative average annual loss from floods for the road portfolios

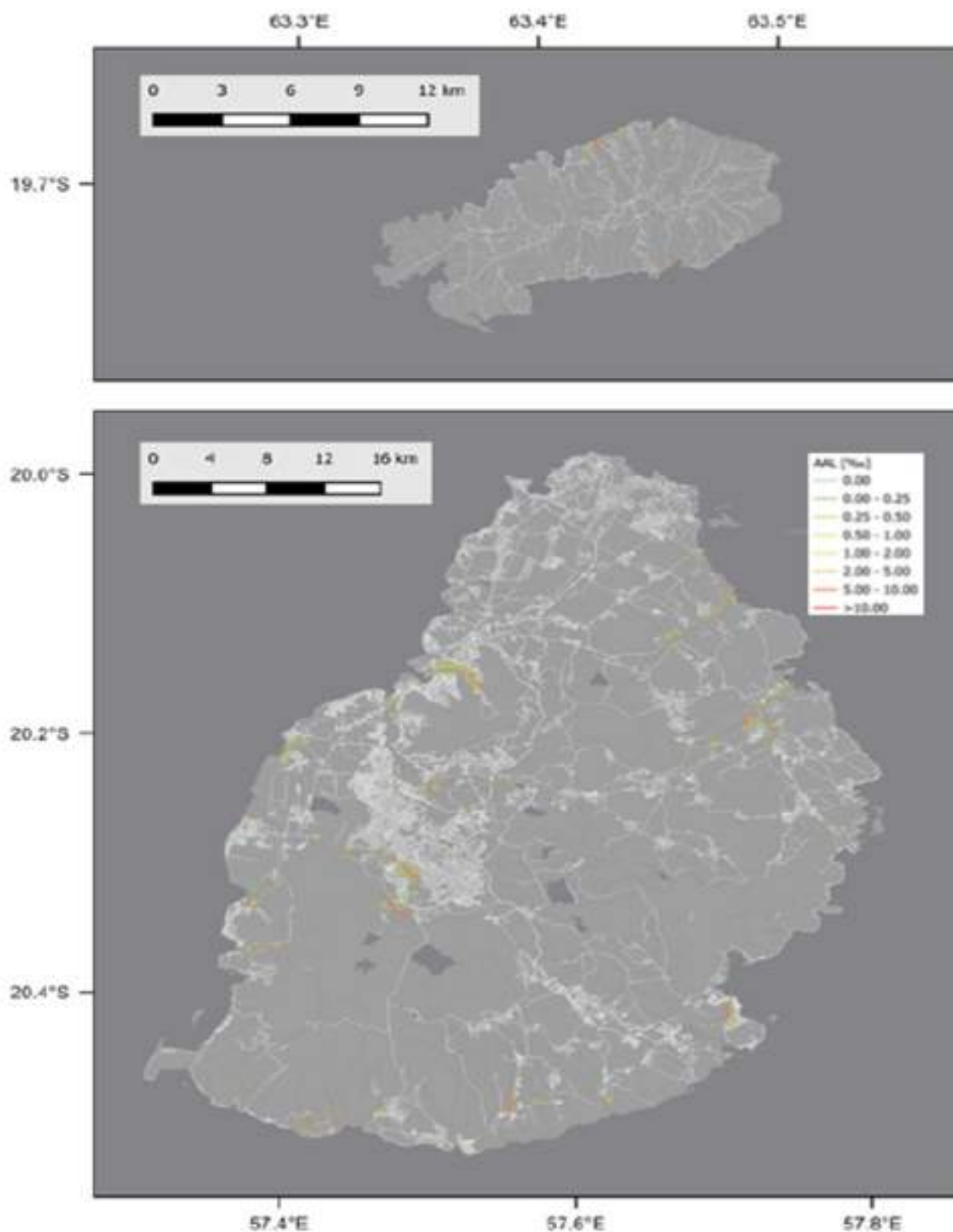


Figure 5.27: Map of relative average annual loss from floods (SSP1-RCP2.6) for the road portfolios

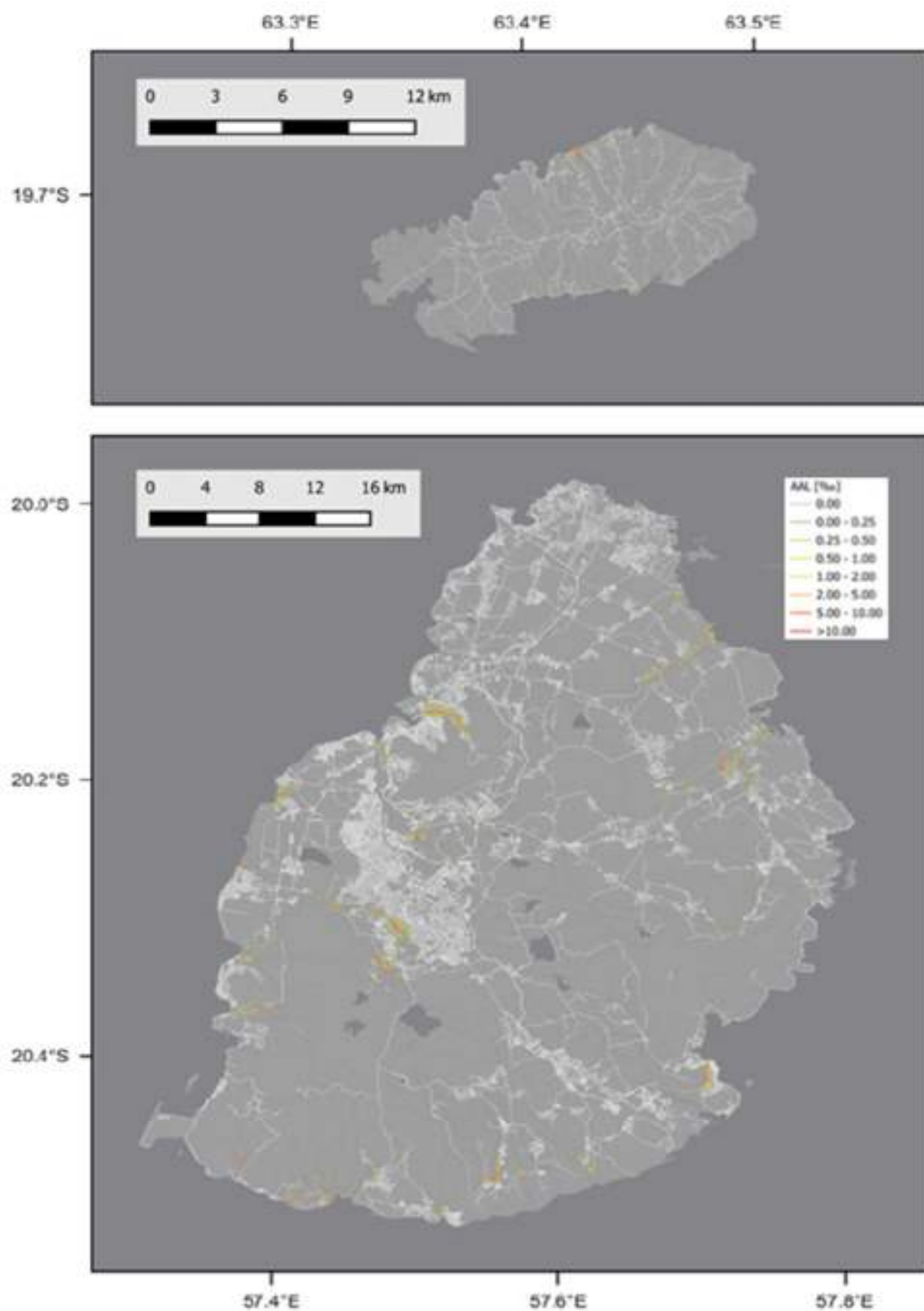


Figure 5.28: Map of relative average annual loss from floods (SSP5-RCP8.5) for the road portfolios

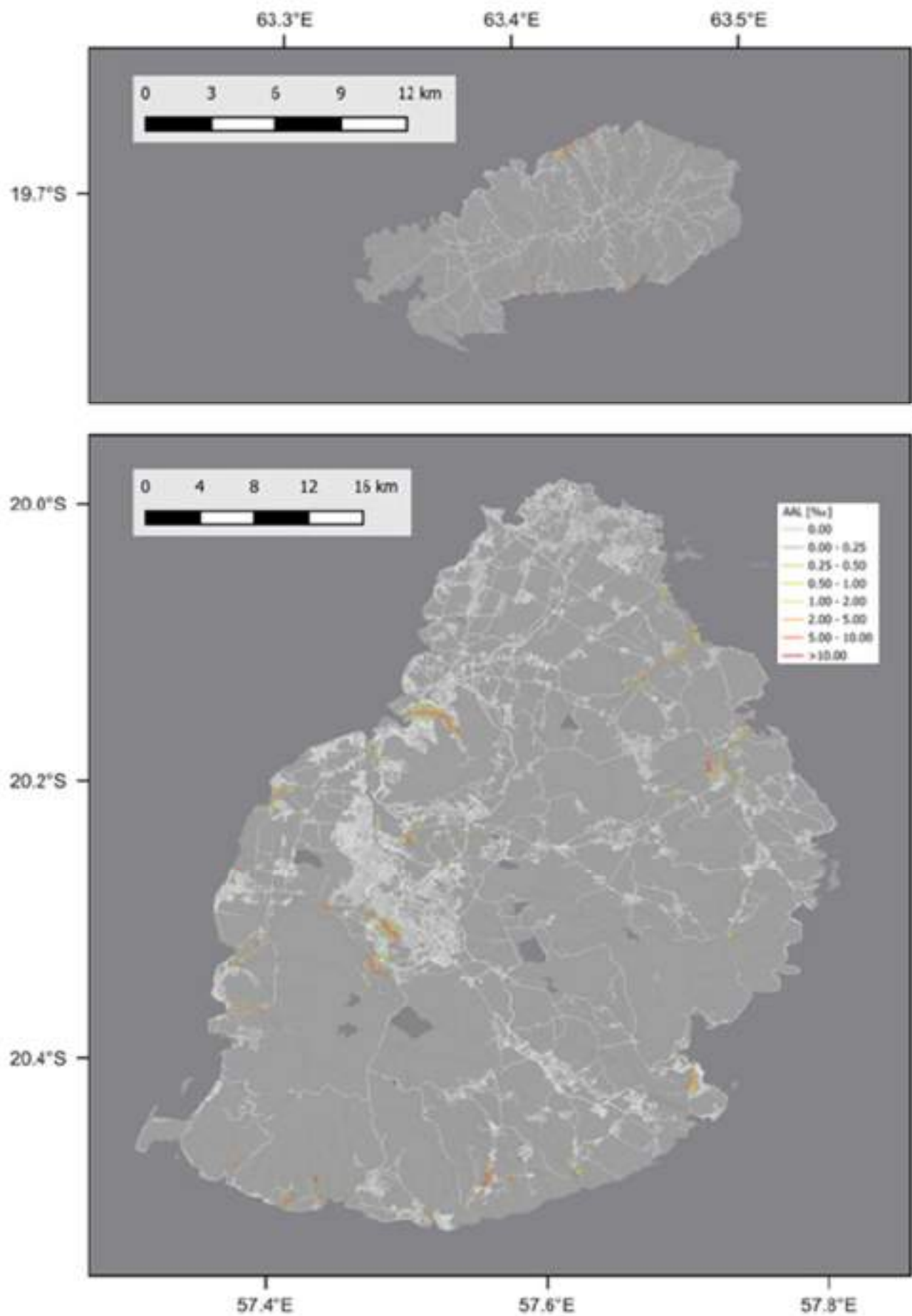


Figure 5.29: Map of relative average annual loss from rain-triggered landslides for the road portfolios

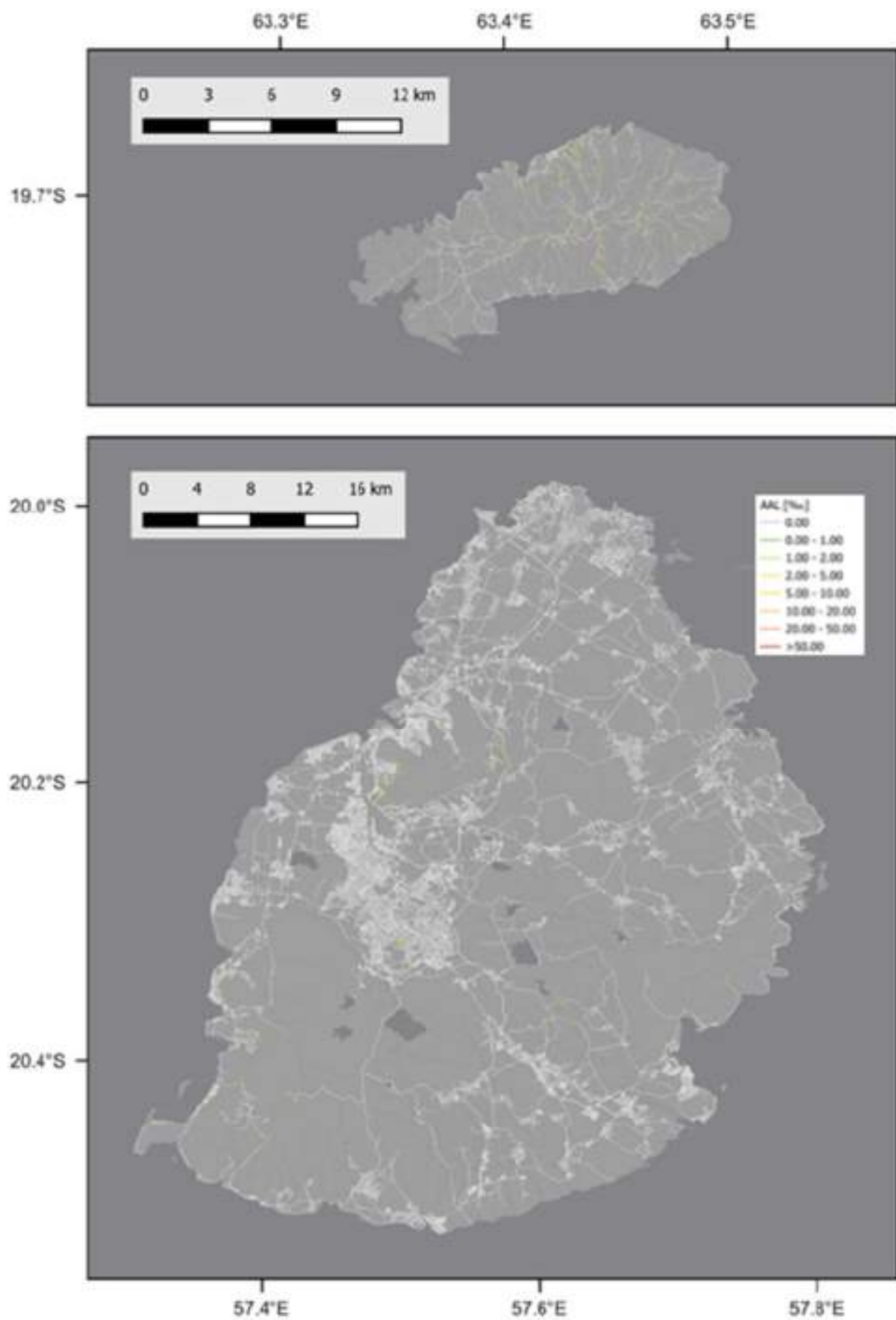


Figure 5.30: Map of relative average annual loss from rain-triggered landslides (SSP1-RCP2.6) for the road portfolios

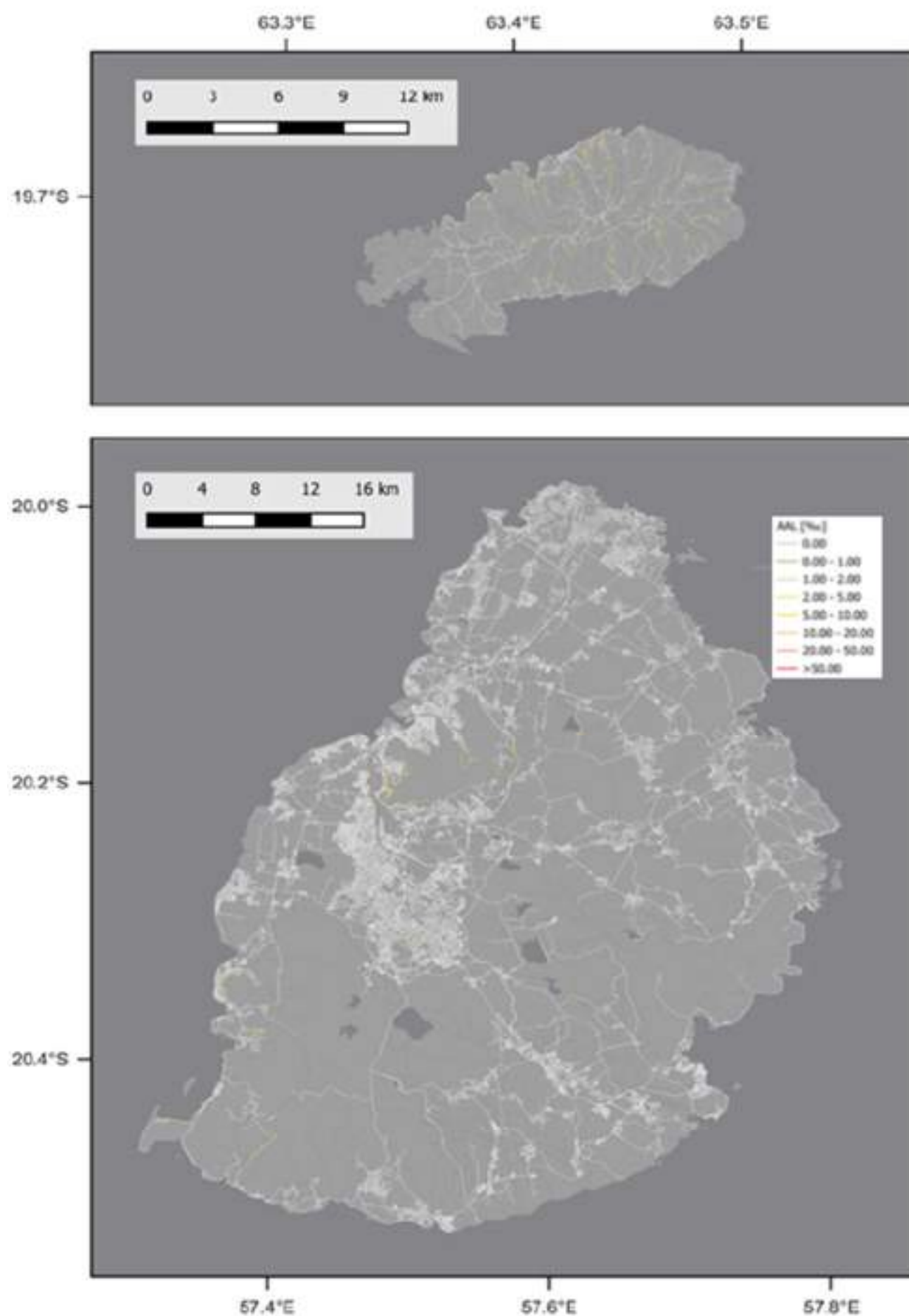
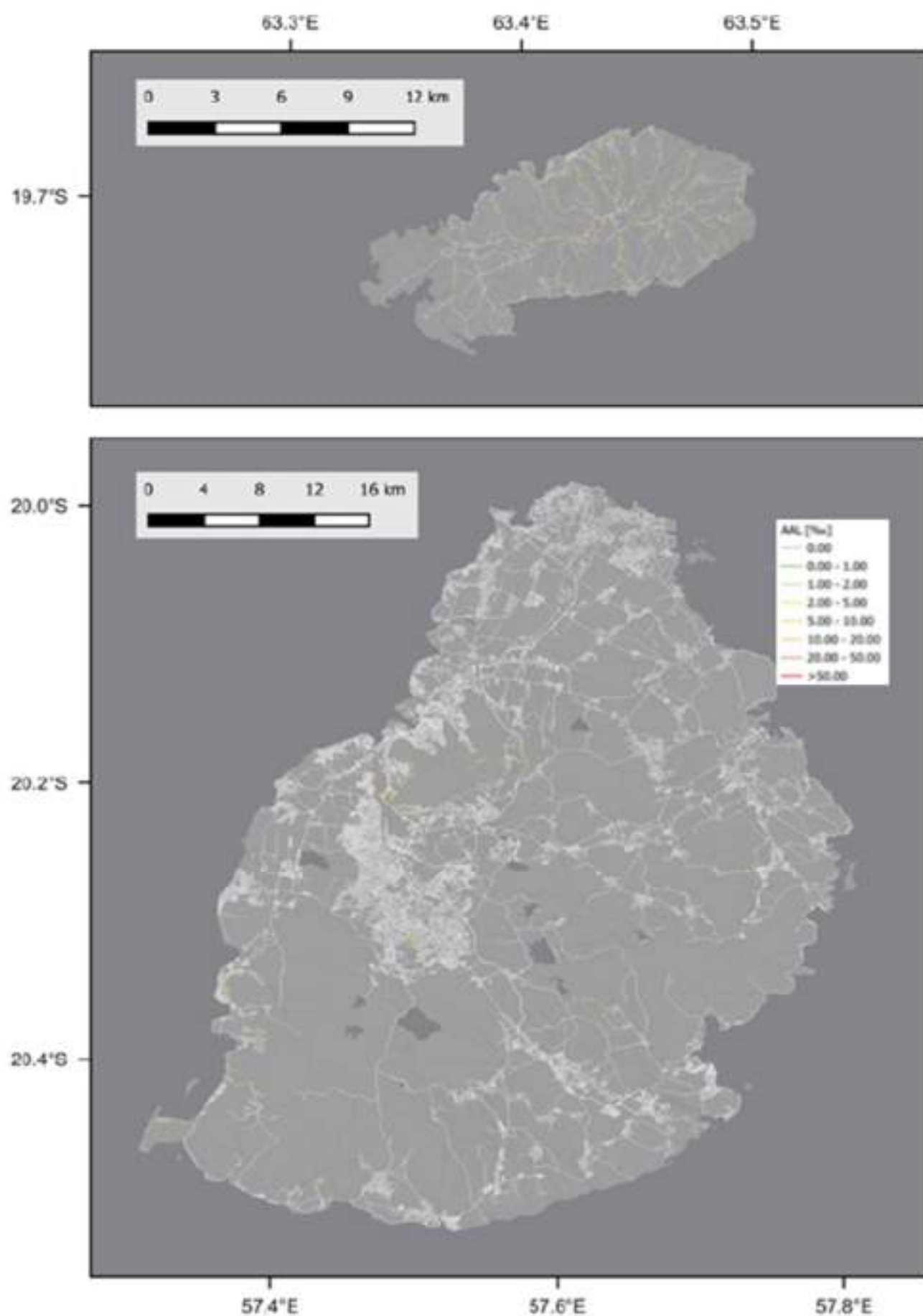


Figure 5.31: Map of relative average annual loss from rain-triggered landslides (SSP5-RCP8.5) for the road portfolios



Le tableau 5.12 présente les valeurs de perte maximale probable (PMP) pour le secteur routier à Maurice, classées par type d'aléa et par période de retour. Comme indiqué précédemment, ces valeurs de PMP sont systématiquement supérieures à celles de la PAM pour toutes les périodes de retour considérées.

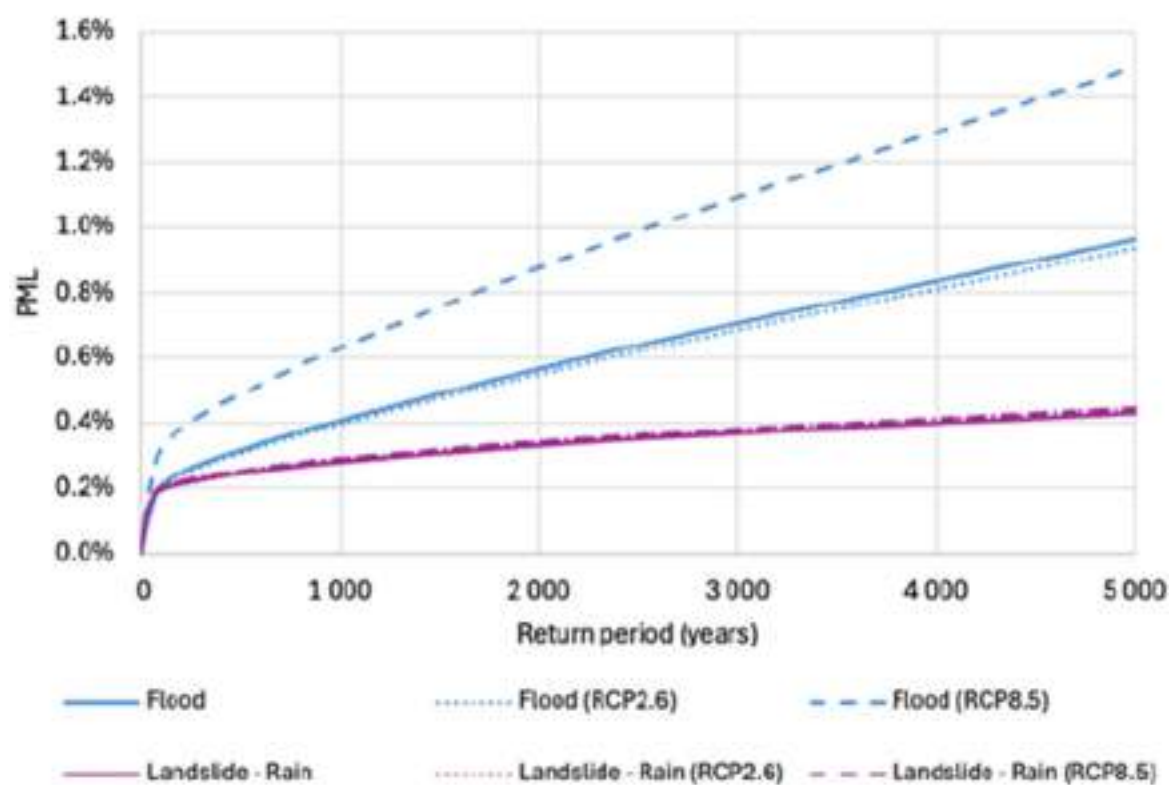
Table 5.12: Probable maximum loss for the roads and bridges infrastructure (values in thousand \$)

Return period (years)	Flood	Flood (RCP2.6)	Flood (RCP8.5)	Landslide - Rain	Landslide - Rain (RCP2.6)	Landslide - Rain (RCP8.5)
10	\$2,809	\$2,724	\$4,340	\$3,926	\$4,050	\$4,053
25	\$6,623	\$6,422	\$10,232	\$8,535	\$8,805	\$8,812
50	\$11,622	\$11,270	\$17,956	\$13,015	\$13,427	\$13,438
100	\$16,819	\$16,310	\$25,986	\$15,728	\$16,226	\$16,238
250	\$21,128	\$20,492	\$32,652	\$17,698	\$18,257	\$18,272
500	\$25,452	\$24,691	\$39,347	\$19,723	\$20,347	\$20,363
1000	\$32,877	\$31,905	\$50,847	\$22,589	\$23,304	\$23,322
2500	\$51,488	\$49,997	\$79,682	\$28,279	\$29,173	\$29,196
5000	\$77,696	\$75,488	\$120,300	\$34,691	\$35,788	\$35,816

La figure 5.32 présente les courbes de PMP pour tous les aléas considérés. Dans le domaine routier, le risque d'inondation domine à Maurice et dépasse les courbes de PMP pour toutes les périodes de retour analysées. Il est également important de noter que l'augmentation des fonctions de PMP liées aux inondations est nettement plus rapide que celle observée pour les glissements de terrain causés par les précipitations. Les courbes de PMP pour ces derniers restent relativement stables. Cette différence s'explique par la fréquence d'apparition de chaque type d'événement.



Figure 5.32: Probable maximum loss curve for the roads and bridges infrastructure





Chapitre 6

Évaluation du déficit de financement après une catastrophe

Évaluation du déficit de financement après une catastrophe

L'évaluation du déficit de financement après une catastrophe est un processus systématique visant à recenser les ressources financières disponibles pour le relèvement et la reconstruction, tout en estimant les besoins financiers supplémentaires. Il est crucial d'effectuer rapidement cette évaluation afin d'assurer aux secteurs touchés les ressources nécessaires à leur remise en état. Étant donné sa dimension multidimensionnelle, ce processus doit intégrer diverses perspectives afin de renforcer la résilience budgétaire. Réaliser une telle évaluation offre plusieurs avantages, notamment :

①

Fournir aux décideurs les informations clés pour une prise de décision éclairée quant à l'allocation des ressources à chaque étape du relèvement. En identifiant les déficits et en précisant les besoins financiers de chaque initiative, les parties prenantes peuvent hiérarchiser les projets de manière structurée et réajuster les ressources pour répondre efficacement aux besoins émergents ou accrus.

②

Offrir une approche structurée et fondée sur des données probantes pour identifier précisément les besoins financiers liés au relèvement. Ces informations aident les décideurs, gouvernements et organisations à mobiliser plus efficacement les ressources en recherchant des financements complémentaires provenant de différentes sources, telles que les budgets publics, les bailleurs internationaux, les partenariats avec le secteur privé, ainsi que les subventions et les prêts.

③

Utilisé comme outil de plaidoyer, ce document vise à obtenir des financements supplémentaires auprès des gouvernements, des organisations internationales, des partenaires techniques et financiers, ainsi que du secteur privé. La mobilisation des ressources constitue un élément crucial du relèvement après une catastrophe, et l'évaluation du déficit de financement s'avère essentielle à cet égard. Elle permet également aux parties prenantes d'identifier les ressources les plus essentielles et de planifier leur mobilisation stratégique afin de soutenir efficacement les efforts de relèvement.

④

Renforcer la transparence et la redevabilité à chaque étape du processus de relèvement permet aux parties prenantes de suivre l'affectation et l'utilisation des fonds, ce qui contribue à réduire les risques de corruption et de mauvaise gestion.

⑤

Éviter les goulets d'étranglement financiers inutiles afin de permettre une réponse plus rapide et plus efficace aux besoins de relèvement.

⑥

Permettre aux bailleurs internationaux et aux organisations humanitaires de cibler plus efficacement leur assistance en orientant les ressources vers les zones aux besoins les plus urgents, afin de maximiser l'impact de leur soutien.

Les catastrophes représentent de graves risques budgétaires pour Maurice. Des chocs inattendus peuvent imposer de lourdes contraintes financières, perturber les finances publiques et nuire au bon fonctionnement de l'économie.

Risques budgétaires liés aux catastrophes à Maurice

La rubrique « contingences et réserves » constitue un poste du budget national mauricien destiné à couvrir les dépenses imprévues, notamment celles résultant de catastrophes naturelles ou de chocs économiques. Elle permet de financer les opérations de secours d'urgence (alimentation, hébergement, sauvetage), ainsi que les activités de reconstruction et de réhabilitation post-catastrophe. Lors du récent événement catastrophique majeur ayant frappé le pays, le cyclone tropical Belal en janvier 2024, de graves inondations ont transformé de nombreuses rues en cours d'eau, en particulier dans la région de Port-Louis. Les dommages totaux ont été estimés à environ 5,8 milliards de roupies mauriciennes (MUR), soit près de 131 millions de dollars. Le secteur agricole a été particulièrement touché, avec des pertes évaluées à environ 1,8 milliard de MUR, soit près de 40,7 millions de dollars.

Estimation des déficits futurs en financement pour énergie, routes et ponts

Réserves gouvernementales

Le gouvernement a consacré 1 milliard de roupies mauriciennes (environ 22,6 millions de dollars) pour aider les sinistrés et réparer les infrastructures endommagées. Cependant, il semble que ses réserves soient insuffisantes pour couvrir l'ensemble des besoins de relèvement après une catastrophe. Par la suite, le gouvernement a continué d'allouer des fonds aux contingences et aux réserves, comme le montrent le tableau 6.1 et la figure 6.1.

Table 6.1: Total contingencies and reserves in the budget (at \$ = 45 MUR)

Year	Contingencies and Reserves	
	MUR (000)	\$ (000)
2024–25 (Estimate)	1,100,000	24,444
Recurrent expenditure	600,000	13,333
Capital expenditure	500,000	11,111
2025–2026 (Planned)	4,500,000	100,000
Recurrent expenditure	4,000,000	88,889
Capital expenditure	500,000	11,111
2026–2027 (Planned)	4,500,000	100,000
Recurrent expenditure	4,000,000	88,889
Capital expenditure	500,000	11,111
2027–2028 (Planned)	4,500,000	100,000
Recurrent expenditure	4,000,000	88,889
Capital expenditure	500,000	11,111

Source: Ministry of Finance, Economic Planning and Development, Mauritius (n.d.)

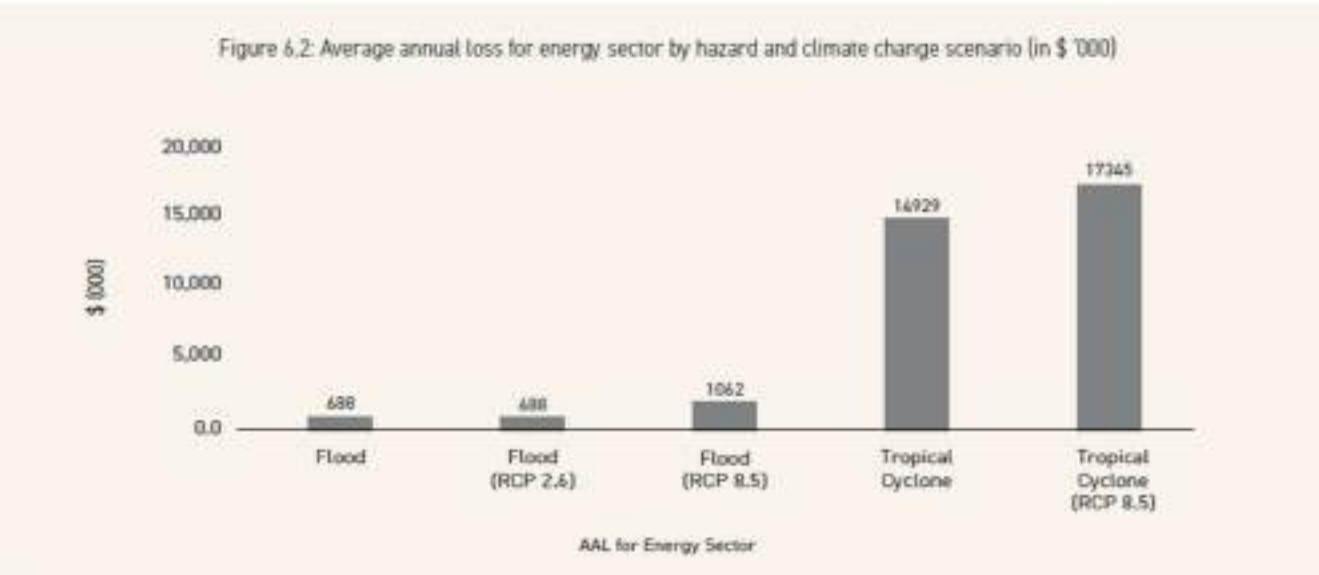


La rubrique budgétaire « contingences et réserves » constitue une provision destinée à couvrir les dépenses urgentes et imprévues, notamment celles résultant de catastrophes ou d’autres situations d’urgence nécessitant des dépenses exceptionnelles (République de Maurice, 1973). En l’absence de ventilation détaillée des dépenses relevant de cette rubrique, l’analyse présentée dans ce rapport prend en compte le montant total alloué aux contingences et aux réserves. Une analyse distincte est également réalisée pour la composante des dépenses d’investissement afin d’évaluer sa contribution potentielle au financement des besoins post-catastrophe.

Comme indiqué dans la section consacrée à la modélisation des catastrophes, la perte annuelle moyenne (PAM) du secteur énergétique à Maurice est présentée dans le tableau 6.2 et la figure 6.2.

Table 6.2: AALs from various hazards in Mauritius for the energy sector

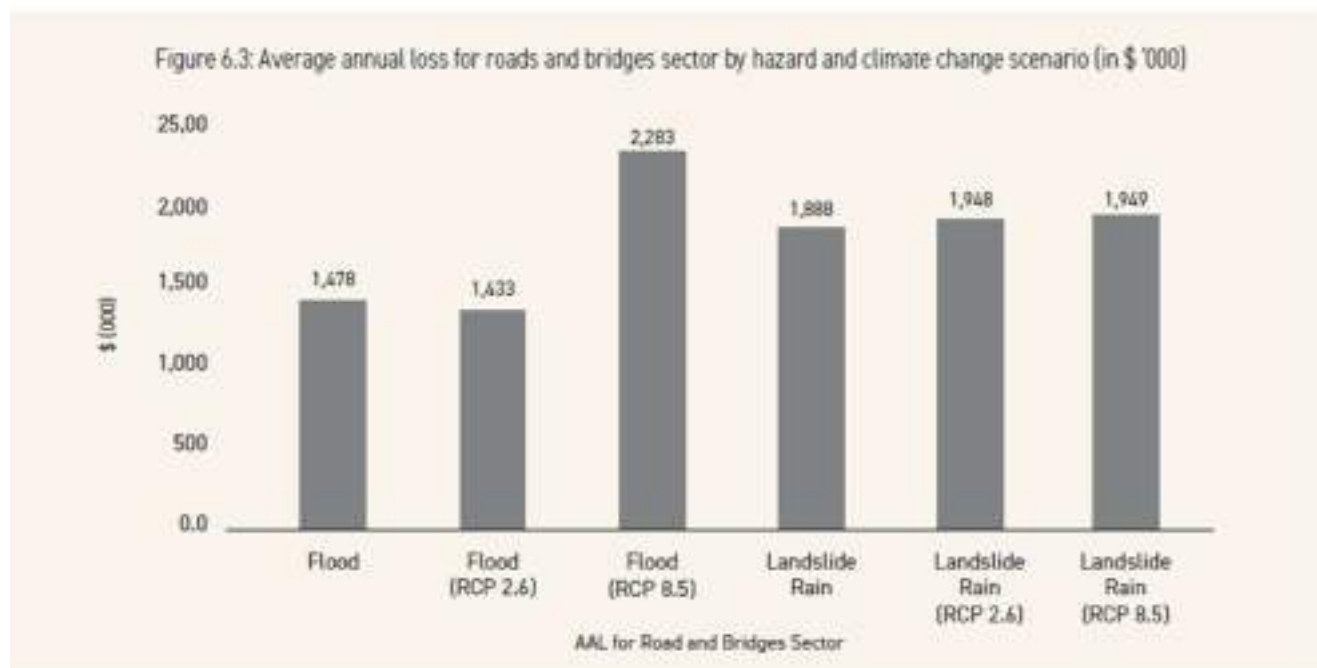
Average Annual Loss (in \$ '000)					
Hazard	Flood	Flood (RCP2.6)	Flood (RCP8.5)	Tropical Cyclone	Tropical Cyclone (RCP8.5)
AAL Value	688	688	1,062	14,929	17,345



Les valeurs de PAM associées aux différents aléas affectant les infrastructures routières et les ponts sont présentées dans le tableau 6.3 et la figure 6.3.

Table 6.3: AALs from various hazards in Mauritius for roads and bridges sector

Average Annual Loss (in \$ '000)						
Hazard	Flood	Flood (RCP2.6)	Flood (RCP8.5)	Landslide - Rain	Landslide - Rain (RCP2.6)	Landslide - Rain (RCP8.5)
AAL Value	1,478	1,433	2,283	1,888	1,948	1,949



Analyse du déficit potentiel de financement annuel

Pour évaluer le déficit potentiel de financement à l'échelle annuelle, les hypothèses suivantes sont retenues :

- CAS I.** Le budget total alloué aux contingences et réserves est entièrement disponible pour financer les besoins post-catastrophe des secteurs de l'énergie, des routes et des ponts.
- CAS II.** Seule la composante des dépenses d'investissement du budget alloué aux contingences et réserves peut être mobilisée pour financer les besoins post-catastrophe de ces deux secteurs.
- CAS III.** Les cyclones tropicaux génèrent la PAM la plus élevée dans le secteur de l'énergie, tandis que les glissements de terrain induits par les précipitations constituent la principale source de pertes pour les routes et les ponts.
- CAS IV.** Il est supposé que le changement climatique n'affecte pas l'intensité des aléas.

Sur la base de ces hypothèses, le tableau 6.4 présente les déficits ou excédents de financement estimés.

Table 6.4: Funding gap with total contingency reserve vs capital expenditure

Year	Contingencies and Reserves		Energy AAL	R&B AAL	Gap/Surplus	
	MUR (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	MUR (000)
2025-26 (planned)	4,500,000	100,000	14,929	1,888	83,183	3,743,235
Recurrent expenditure	4,000,000	88,889				
Capital expenditure	500,000	11,111	14,929	1,888	-5,706	-256,765

Les résultats du tableau 6.4 indiquent que le budget dédié aux contingences et réserves suffit pour couvrir les besoins post-catastrophe dans les secteurs de l'énergie, des routes et des ponts. Cependant, un déficit de financement considérable survient lorsque seules les dépenses d'investissement du budget des contingences et réserves sont utilisées pour financer les activités après une catastrophe.

Cependant, si l'enveloppe totale pour les contingences et réserves augmente de 10 % par an, le déficit pourrait être comblé d'ici 2031 grâce à une hausse correspondante des crédits d'investissement, comme le montre le tableau 6.5.

Table 6.5: Funding difference with 10 percent annual increase in contingency reserves and capital expenditure with the AALs for energy and roads and bridges

Year	Source of Funds		Annual Average Loss		Gap/Surplus	
	Total Contingencies and Reserve	Capital Expenditures Allocation	Energy	Roads and Bridges	With Total Contingencies and Reserve	With Capital Expenditures
	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)
2026-27	100,000	11,111	14,929	1,888	83,183	-5,706
2027-28	110,000	12,222	14,929	1,888	93,183	-4,595
2028-29	121,000	13,444	14,929	1,888	104,183	-3,373
2029-30	133,100	14,789	14,929	1,888	116,283	-2,028
2030-31	146,410	16,268	14,929	1,888	129,593	-549
2031-32	161,051	17,894	14,929	1,888	144,234	1,077
2032-33	177,156	19,684	14,929	1,888	160,339	2,867
2033-34	194,872	21,652	14,929	1,888	178,055	4,835
2034-35	214,359	23,817	14,929	1,888	197,542	7,000

Cas extrêmes

L'analyse des cas extrêmes utilise les valeurs de perte maximale probable (PMP) pour évaluer les déficits financiers potentiels après une catastrophe. Les PMP correspondantes à différents risques et à différentes périodes de retour sont détaillées dans le tableau 6.6 et illustrées dans la figure 6.4.

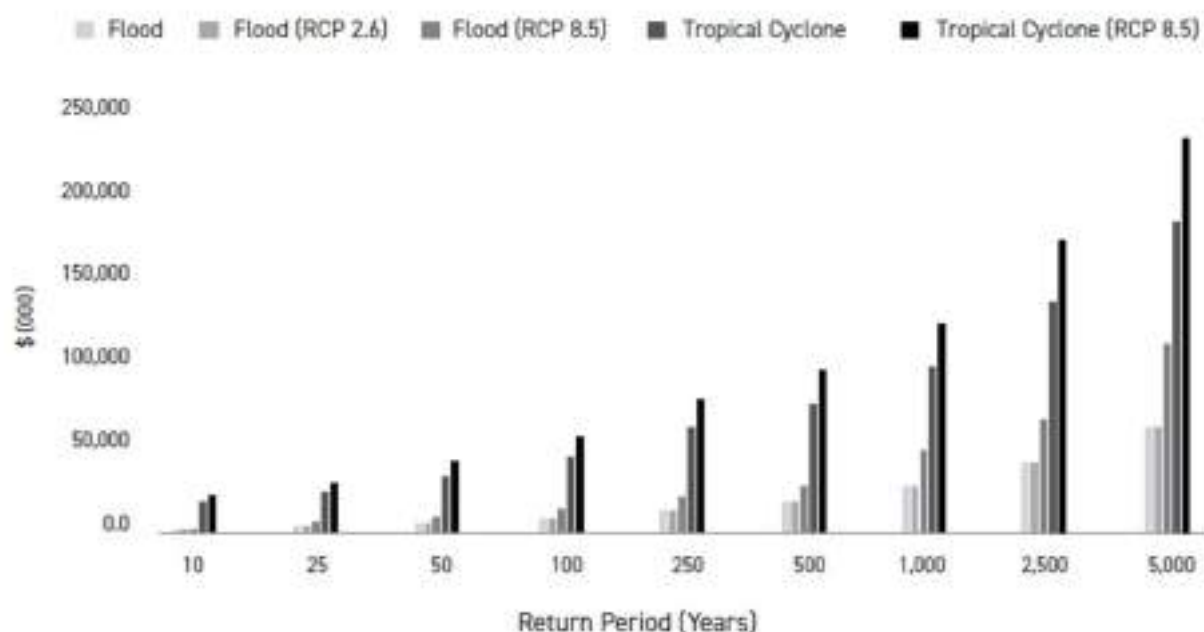
Dans le secteur de l'énergie, les PMP les plus importantes sont généralement attendues des cyclones tropicaux, surtout dans le scénario de changement climatique RCP8.5, comme l'illustre le tableau 6.6.

Table 6.6: Probable maximum loss for the energy sector infrastructure (in \$ '000)

Return Period (years)	Flood	Flood (RCP2.6)	Flood (RCP8.5)	Tropical Cyclone	Tropical Cyclone (RCP8.5)
10	1,281	1,244	1,977	19,477	22,651
25	3,048	2,960	4,705	28,223	33,242
50	5,394	5,238	8,327	35,977	42,797
50	7,926	7,696	12,241	44,843	53,913
250	10,452	10,150	16,159	59,309	72,478
500	13,416	13,029	20,773	73,758	91,377
1,000	18,836	18,294	29,226	93,575	117,362
2,500	33,465	32,509	52,097	134,214	168,243
5,000	55,556	53,975	86,711	180,229	217,639



Figure 6.4: Probable maximum loss for energy sector by hazard type (in \$ '000)

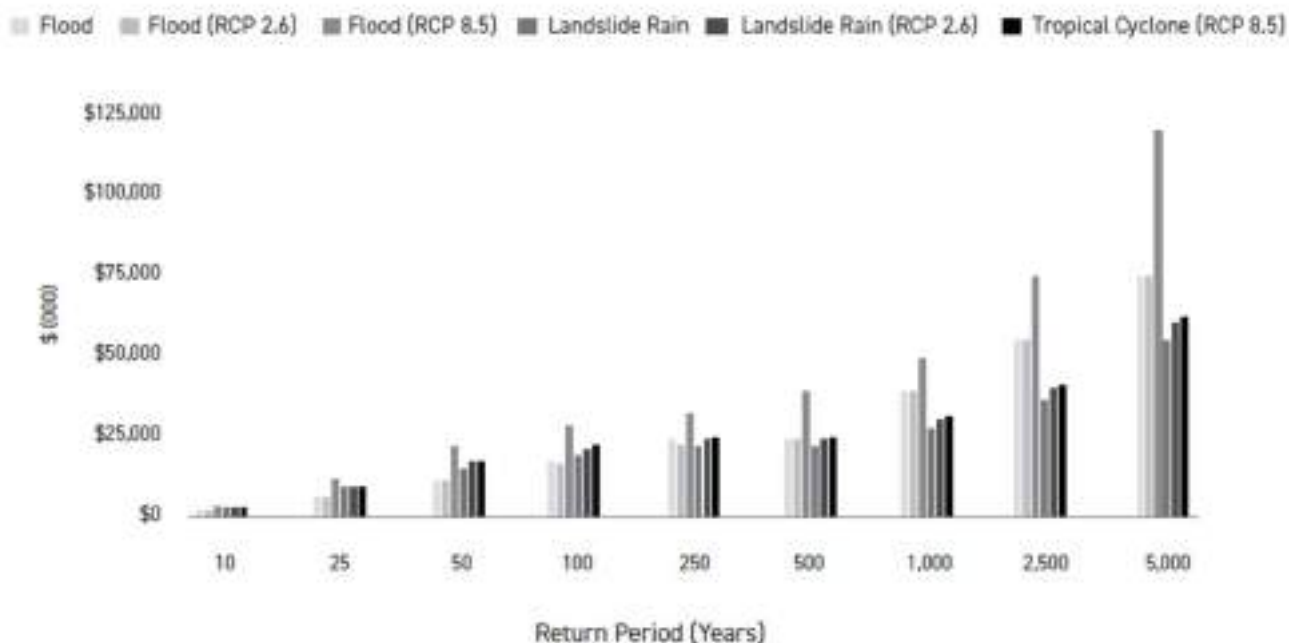


Dans le secteur des routes et des ponts, les pertes maximales probables sont principalement dues aux glissements de terrain causés par les précipitations, pour des périodes de retour de 10 à 50 ans. Au-delà de cette période, les inondations deviennent la principale cause de PMP. Cette tendance est particulièrement évidente dans le scénario climatique RCP8.5, comme le montrent le tableau 6.7 et la figure 6.5.

Table 6.7: Probable maximum loss for roads and bridges (in \$ '000)

Return Period (years)	Flood	Flood (RCP2.6)	Flood (RCP8.5)	Landslide - Rain	Landslide - Rain (RCP2.6)	Landslide - Rain (RCP8.5)
10	2,809	2,724	4,340	3,926	4,050	4,053
25	6,623	6,422	10,232	8,535	8,805	8,812
50	11,622	11,270	17,956	13,015	13,427	13,438
50	16,819	16,310	25,986	15,728	16,226	16,238
250	21,128	20,492	32,652	17,698	18,257	18,272
500	25,452	24,691	39,347	19,723	20,347	20,363
1,000	32,877	31,905	50,847	22,589	23,304	23,322
2,500	51,488	49,997	79,682	28,279	29,173	29,196
5,000	77,696	75,488	120,300	34,691	35,788	35,816

Figure 6.5: Probable maximum loss for roads and bridges by hazard (in \$ '000)



Pour l'analyse du déficit potentiel de financement post-catastrophe à partir des valeurs de PMP, plusieurs scénarios ont été examinés.

Scénario 1

Ce scénario considère des aléas à une période de retour de 10 ans, sans tenir compte des effets projetés du changement climatique, survenant au cours d'une même année (par exemple 2026-2027). Les hypothèses suivantes sont retenues :

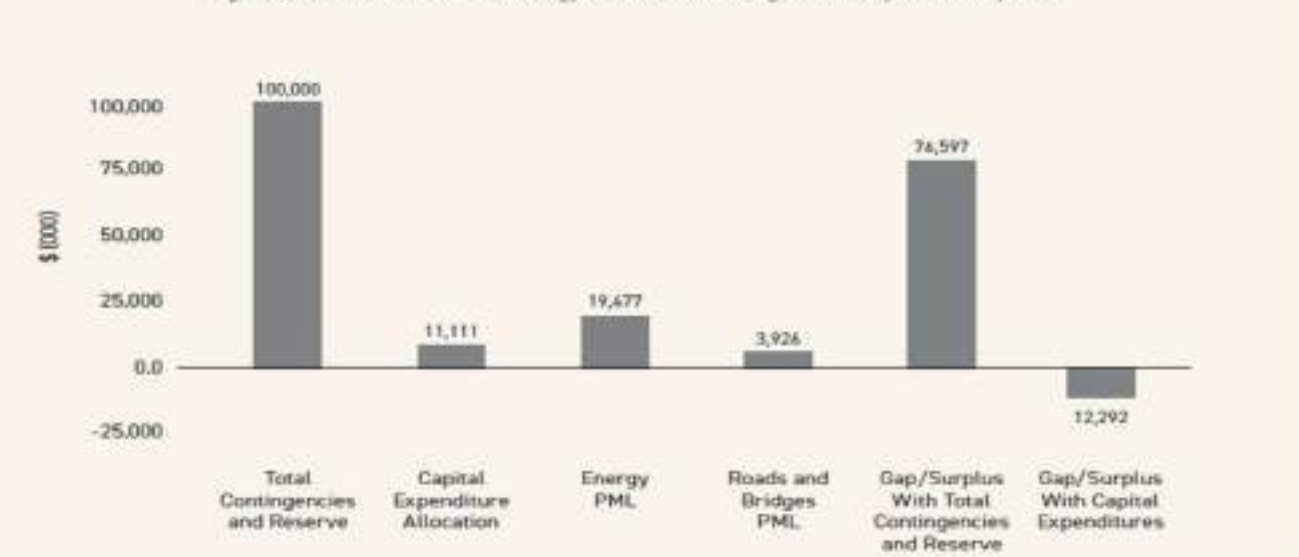
- La PMP la plus élevée du secteur de l'énergie, généralement due aux cyclones tropicaux, s'élève à environ 19,477 millions de dollars. Selon le scénario climatique RCP8.5, cette valeur pourrait atteindre 22,651 millions de dollars pour une période de retour de 10 ans.
- Pour les routes et les ponts, les glissements de terrain causés par les précipitations entraînent la PMP la plus élevée pour une période de retour de 10 ans, estimée à environ 3,926 millions de dollars, pouvant atteindre 4,053 millions de dollars dans le scénario RCP8.5.
- La valeur totale des contingences, des réserves et des dépenses d'investissement est analysée séparément et comparée aux valeurs de PMP.

En s'appuyant sur ces hypothèses, le tableau 6.8 montre que, pour un aléa de période de retour de 10 ans, les réserves totales de contingence couvrent les PMP des secteurs de l'énergie (cyclones tropicaux) et des routes et des ponts (glissements de terrain induits par les précipitations). Cependant, si seules les dépenses d'investissement sont utilisées pour les interventions après catastrophe, un déficit financier significatif d'environ 12 millions de dollars, soit près de 553 millions de roupies mauriciennes, sera constaté.

Table 6.8: Funds and PMLs for energy, roads and bridges with 10-year return period

Year	Source of Funds		Probable Maximum Loss		Gap/Surplus	
	Total Contingencies and Reserve	Capital Expenditures Allocation	Energy	Roads and Bridges	With Total Contingencies and Reserve	With Capital Expenditures
	\$(000)	\$(000)	\$(000)	\$(000)	\$(000)	\$(000)
2026–27	100,000	11,111	19,477	3,926	76,597	-12,292

Figure 6.6: Funds and PMLs for energy and roads and bridges with 10-year return period



Scénario 2

Ce scénario prend en compte divers aléas de retour de différentes périodes, se produisant au cours d'une même année, sans tenir compte des impacts anticipés du changement climatique, et correspondant aux niveaux de PMP les plus élevés. Les hypothèses faites sont les suivantes :

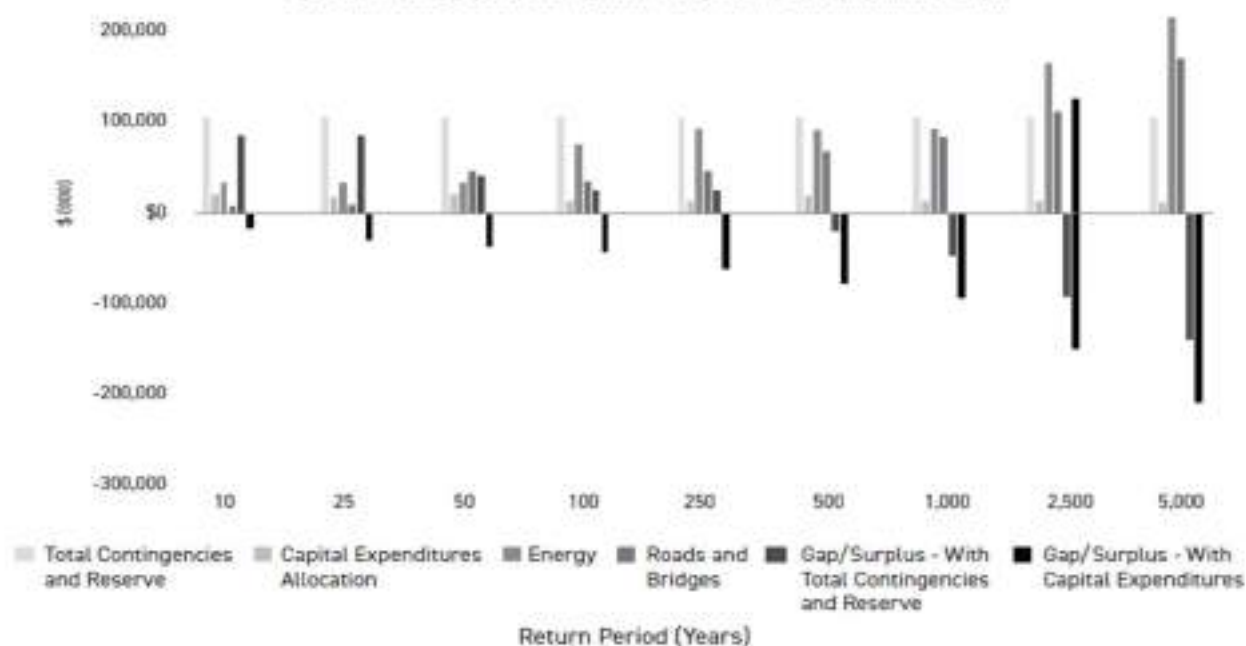
- Les aléas responsables des PMP les plus élevées sur différentes périodes de retour apparaissent simultanément et touchent à la fois les secteurs de l'énergie, des infrastructures routières et des ponts. Dans le secteur de l'énergie, ce sont principalement les cyclones tropicaux qui génèrent les PMP maximales pour toutes les périodes de retour analysées. Pour les routes et les ponts, les glissements de terrain causés par la pluie présentent les PMP les plus élevées pour des périodes de retour allant jusqu'à 50 ans. Au-delà, pour des périodes de retour de 100 à 5 000 ans, ce sont principalement les inondations qui constituent la menace principale.
- Les déficits ou excédents sont déterminés séparément en utilisant le budget total des contingences et réserves, estimé à 100 millions de dollars, ainsi que les dépenses d'investissement, plafonnées à 11,111 millions de dollars.

Le tableau 6.9 présente les déficits de financement associés aux aléas générant les PMP les plus élevées selon les différentes périodes de retour.

Table 6.9: Funding gap based on highest PMLs by return period (no climate change)

Return Period	Source of Funds		Probable Maximum Loss		Gap/Surplus	
Years	Total Contingencies and Reserve	Capital Expenditures Allocation	Energy	Roads and Bridges	With Total Contingencies and Reserve	With Capital Expenditures
	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)
10	100,000	11,111	19,477	3,926	76,597	-12,292
25	100,000	11,111	28,223	8,535	63,242	-25,647
50	100,000	11,111	35,977	13,015	51,008	-37,881
100	100,000	11,111	44,843	16,819	38,338	-50,551
250	100,000	11,111	59,309	21,128	19,563	-69,326
500	100,000	11,111	73,758	25,452	790	-88,099
1,000	100,000	11,111	93,575	32,877	-26,452	-115,341
2,500	100,000	11,111	134,214	51,488	-85,702	-174,591
5,000	100,000	11,111	180,229	77,696	-157,925	-246,814

Figure 6.7: Funding gap based on highest PMLs by return period (no climate change)



Les estimations montrent que le budget total prévu pour les contingences et réserves paraît suffisant pour couvrir les besoins post-catastrophe dans les secteurs de l'énergie, des routes et des ponts, pour des événements d'une période de retour allant jusqu'à 500 ans. Cependant, les dépenses d'investissement seules ne suffisent pas à couvrir pleinement les besoins post-catastrophe de ces deux secteurs.

Scénario 3

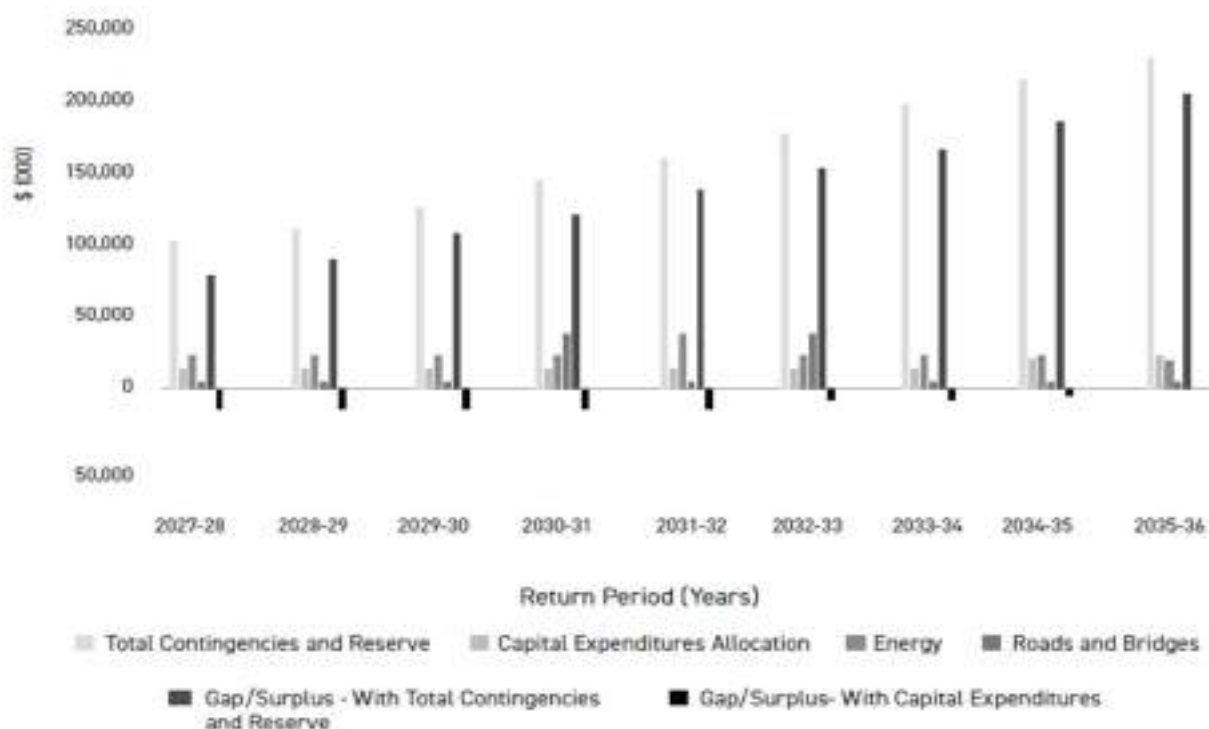
Ce scénario prévoit une croissance annuelle de 10 % des fonds alloués aux contingences, aux réserves et aux dépenses d'investissement liées aux catastrophes à Maurice. Les hypothèses sont les suivantes :

- Le montant total des contingences et réserves s'élève à 100 millions de dollars, tandis que les dépenses d'investissement atteignent 11,111 millions de dollars.
- Les événements liés à une période de retour de 10 ans, avec les PMP les plus élevées (hors effets du changement climatique), surviennent dans la même année.

Table 6.10: Funding difference with 10 percent annual increase in contingency reserves and capital expenditure with the PMLs for energy and roads and bridges

Years	Source of Funds		Probable Maximum Loss		Gap/Surplus	
	Total Contingencies and Reserve	Capital Expenditures Allocation	Energy	Roads and Bridges	With Total Contingencies and Reserve	With Capital Expenditures
	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)
2027-28	100,000	11,111	19,477	3,926	76,597	-12,292
2028-29	110,000	12,222	19,477	3,926	86,597	-11,181
2029-30	121,000	13,444	19,477	3,926	97,597	-9,959
2030-31	133,100	14,789	19,477	3,926	109,697	-8,614
2031-32	146,410	16,268	19,477	3,926	123,007	-7,135
2032-33	161,051	17,894	19,477	3,926	137,648	-5,509
2033-34	177,156	19,684	19,477	3,926	153,753	-3,719
2034-35	194,872	21,652	19,477	3,926	171,469	-1,751
2035-36	214,359	23,817	19,477	3,926	190,956	414

Figure 6.8: Funding difference with 10 percent annual increase in contingency reserves and capital expenditure with the PMLs for energy and roads and bridges



Selon ces hypothèses, le tableau 6.10 montre que le montant total des contingences et réserves est plus que suffisant pour couvrir les besoins post-catastrophe dans les secteurs de l'énergie, des routes et des ponts. Toutefois, si l'investissement était la seule source de financement, même avec une croissance annuelle de 10 %, il faudrait jusqu'en 2035-2036 pour combler l'écart entre les besoins et les ressources disponibles.

Scénario 4

Ce scénario suppose une croissance annuelle d'au moins 10 % des allocations pour les contingences, réserves et dépenses d'investissement, tout en tenant compte de la survenue simultanée d'aléas de différentes périodes de retour, ce qui entraîne les PMP les plus élevées. Les hypothèses adoptées sont les suivantes :

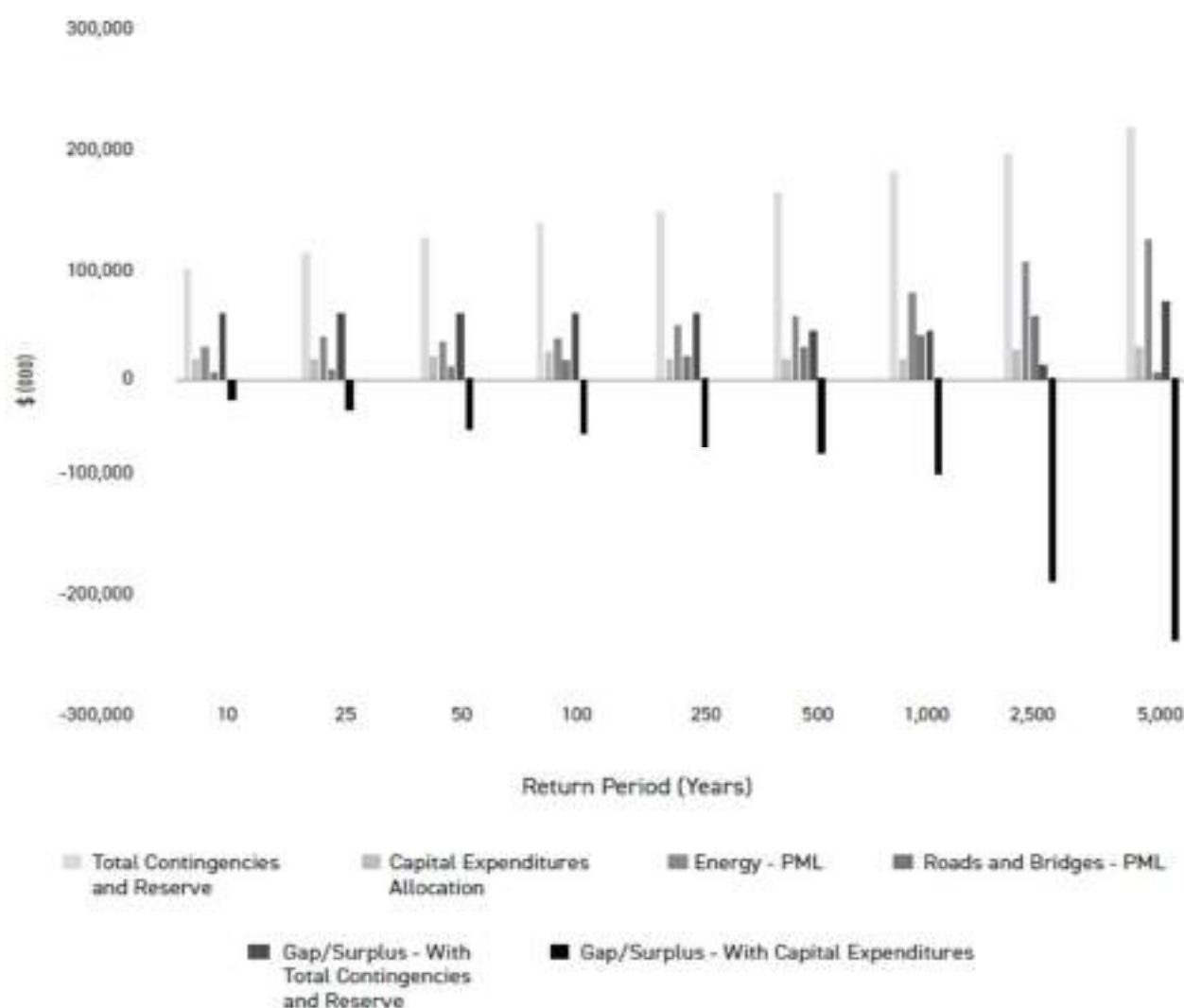
- Le montant total des contingences et réserves est fixé à 100 millions de dollars américains. Les dépenses d'investissement, d'un montant de 11,111 millions de dollars américains, augmentent de 10 % par an.
- Les aléas associés aux PMP les plus élevées, pour différentes périodes de retour (hors effets du changement climatique), surviennent la même année.

Le tableau 6.11 indique que les contingences et réserves totales seraient capables de couvrir les besoins post-catastrophe dans les secteurs de l'énergie, des routes et des ponts, même en cas de catastrophes associées à des événements rares, à un retour de 2 500 ans, survenant la même année. En revanche, si les investissements constituaient la seule source de financement, un déficit permanent persisterait chaque année entre les besoins après une catastrophe et les ressources disponibles, même avec une augmentation annuelle de 10 %.

Table 6.11: Funding gap based on highest PMLs by return period and a 10 percent increase in total contingencies and capital expenditure allocation

Return Period (Years)	Source of Funds		Probable Maximum Loss		Gap/Surplus	
	Total Contingencies and Reserve	Capital Expenditures Allocation	Energy	Roads and Bridges	With Total Contingencies and Reserve	With Capital Expenditures
	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)	\$ (000)
10	100,000	11,111	19,477	3,926	76,597	-12,292
25	110,000	12,222	28,223	8,535	73,242	-24,536
50	121,000	13,444	35,977	13,015	72,008	-35,548
100	133,100	14,769	44,843	16,819	71,438	-46,873
250	146,410	16,268	59,309	21,128	65,973	-64,169
500	161,051	17,894	73,758	25,452	61,841	-81,316
1,000	177,156	19,684	93,575	32,877	50,704	-106,768
2,500	194,872	21,652	134,214	51,488	9,170	-164,050
5,000	214,359	23,817	180,229	77,696	-43,566	-234,108

Figure 6.9: Funding gap based on the highest PMLs by return period and a 10 percent increase in total contingencies and capital expenditure allocation



Synthèse

Dans l'ensemble, le budget total destiné aux contingences et réserves semble adéquat pour couvrir les besoins post-catastrophe dans les secteurs de l'énergie, des routes et des ponts, y compris dans le scénario climatique à fort impact RCP8.5. Cependant, si seule l'allocation pour les dépenses d'investissement, qui s'élève à 11,11 millions de dollars, est maintenue, le pays ne pourra pas répondre aux besoins après une catastrophe dans ces secteurs. Étant donné que les dépenses d'investissement incluses dans les contingences restent insuffisantes pour couvrir les pertes potentielles liées aux aléas naturels, Maurice devrait envisager d'utiliser d'autres instruments de financement des risques de catastrophe afin d'assurer une réponse rapide et efficace et de renforcer sa résilience financière.



Chapitre 7

Recommandations



Recommandations

Sur la base des analyses présentées dans ce rapport, les recommandations suivantes sont proposées afin de contribuer à réduire les risques budgétaires associés aux catastrophes affectant les infrastructures essentielles à Maurice, en particulier celles de l'énergie, des routes et des ponts. Ces recommandations sont interdépendantes et s'appuient directement sur les données financières et les conclusions présentées tout au long du rapport.

1

Accroître les ressources financières consacrées à la réponse aux catastrophes

Le gouvernement devrait réexaminer le niveau des ressources allouées à la réponse aux catastrophes. Si seule l'enveloppe des dépenses d'investissement de 11,11 millions de dollars est disponible pour financer les interventions post-catastrophe, sur une réserve de contingence de 100 millions de dollars, représentant 0,629 % du produit intérieur brut (PIB) nominal de Maurice en 2024, estimé à environ 15,89 milliards de dollars (Fonds monétaire international, 2024c), ce montant demeure insuffisant. Le fonds destiné à la réponse aux catastrophes devrait permettre de couvrir, à tout le moins, les besoins d'urgence liés aux catastrophes récurrentes.

L'expérience internationale et les principes du financement des risques de catastrophe montrent que les réserves préconstituées ou les lignes de crédit contingentes constituent des instruments plus efficaces que les réaffectations budgétaires a posteriori ou le recours à des emprunts d'urgence, en particulier pour les événements récurrents générant des pressions budgétaires modérées mais prévisibles. Ces instruments permettent de réduire les délais d'intervention, d'éviter les perturbations des dépenses de développement programmées et de limiter le risque d'augmentation des coûts de financement liés au recours à l'endettement après une catastrophe.

2

Évaluer et renforcer l'intégrité structurelle des infrastructures, en particulier des réseaux électriques, des routes et des ponts

Le développement d'infrastructures plus résilientes, conçues selon des normes techniques plus exigeantes, permettrait aux réseaux électriques et aux infrastructures routières de mieux résister aux aléas de forte intensité. Bien que cette approche implique des coûts d'investissement plus élevés, elle permettrait, à long terme, de réduire les dépenses de réparation, les interruptions de service et les coûts de maintenance récurrents. À titre d'exemple, les Tonga, fortement exposées au risque cyclonique, ont engagé la modernisation de leur réseau électrique en remplaçant les lignes aériennes basse tension par des conducteurs torsadés aériens (*Aerial Bundled Conductors – ABC*), en installant des branchements souterrains jusqu'aux installations des usagers et en déployant de nouveaux compteurs intelligents (Nicolas et al., 2019). Par ailleurs, les normes de conception des routes et des ponts devraient être réexaminées afin de garantir que ces infrastructures puissent résister aux effets projetés du changement climatique, caractérisés par des aléas naturels plus fréquents et de plus forte intensité. Un programme régulier de maintenance préventive des réseaux électriques, ainsi que des routes et des ponts, devrait également être mis en œuvre afin de limiter l'aggravation progressive de leur vulnérabilité.

3

Mettre à jour les cartes d'aléas

La mise à jour et le renforcement des cartes d'aléas amélioreront la précision des estimations des dommages potentiels aux infrastructures essentielles. Ces estimations aideront également à orienter les décisions budgétaires du gouvernement relatives au financement des interventions d'urgence. De plus, les cartes d'aléas sont un outil clé pour encourager les compagnies d'assurance à étendre leur couverture des risques liés aux catastrophes, en jouant un rôle crucial dans l'évaluation des risques, la tarification, la souscription et d'autres processus d'assurance. Identifier les zones exposées aux inondations, aux séismes, aux cyclones et à d'autres aléas permet aux assureurs d'évaluer le risque, de déterminer l'admissibilité des biens à l'assurance en fonction de leur exposition, de concevoir des produits adaptés, d'estimer les pertes potentielles, de constituer des réserves financières ou des mécanismes de réassurance et de fixer des primes d'assurance appropriées (FasterCapital, 2025).

4

Mettre à jour les codes du bâtiment et les cadres réglementaires

Il est crucial d'intégrer systématiquement les risques liés aux catastrophes et au climat dans la planification du développement et les décisions d'investissement, afin d'atténuer leurs effets et leurs impacts. Pour renforcer la résilience sociale et économique, il faut actualiser et appliquer les codes du bâtiment, les plans d'occupation des sols et les règlements de zonage, en intégrant ces normes à la planification et à la conception des investissements publics et privés. La gestion des risques de catastrophes et les effets anticipés du changement climatique doivent être intégrés de manière systématique dans les stratégies nationales et locales de développement, ainsi que dans les décisions d'investissement dans tous les secteurs. Cette méthode garantit que toutes les nouvelles infrastructures publiques sont conçues pour être résilientes face aux catastrophes et capables de résister aux événements météorologiques extrêmes. Par exemple, la construction de routes surélevées, de ponts résilients au changement climatique et de systèmes de drainage renforcés devrait faire l'objet d'une évaluation approfondie afin d'évaluer leur capacité à réduire les risques d'inondation et les perturbations des transports.

De tels investissements prospectifs sont cruciaux pour garantir la sécurité des populations et la continuité des services, tout en diminuant, à long terme, la charge financière liée aux dégâts récurrents sur les infrastructures. Les infrastructures existantes, notamment les plus anciennes, peuvent nécessiter un renforcement afin d'améliorer leur stabilité et leur résistance. Cette amélioration réduit la vulnérabilité face aux événements futurs et favorise une relocalisation plus durable. Par ailleurs, des infrastructures résilientes au changement climatique peuvent bénéficier de conditions d'assurance plus avantageuses, telles que des plafonds de garantie plus élevés, des franchises plus faibles ou une couverture étendue, ce qui renforce la protection financière et réduit les coûts à long terme. De plus, comme les assureurs recourent souvent à la réassurance pour couvrir leurs risques, toute mesure qui réduit la vulnérabilité des infrastructures peut permettre aux réassureurs d'offrir des conditions plus favorables, ce qui contribue à réduire le coût global de l'assurance (Swiss Re Institute, 2024).

5

Mettre en place une base de données centrale sur les risques de catastrophe

Le gouvernement devrait mettre en place une base de données numérique nationale exhaustive sur les catastrophes, rassemblant les données historiques sur leurs impacts, y compris les évaluations détaillées des dépenses publiques et des dommages aux infrastructures. Cette base serait un outil clé pour analyser les effets

macroéconomiques des catastrophes sur divers secteurs et pour développer des modèles précis d'évaluation des risques. En outre, recenser les infrastructures essentielles et analyser leur vulnérabilité face aux catastrophes fréquentes et violentes permettrait une meilleure compréhension des vulnérabilités intersectorielles, ce qui faciliterait la conception de stratégies de financement et de gestion des risques adaptées. Par exemple, cette base pourrait aider à identifier les infrastructures critiques pour le secteur touristique, un secteur clé de l'économie mauricienne, qui représentait environ 13,6 % du PIB en 2023 (avec une projection de 22 % pour 2024), soutenait environ 10 % des emplois, et générait 88,7 milliards de MUR (1,89 milliard de dollars). La protection de ces infrastructures renforcerait la résilience économique. Une base de données solide sur les risques permettrait au gouvernement d'évaluer les risques sur la base de données concrètes, d'optimiser la planification budgétaire pour les imprévus et d'améliorer la préparation aux catastrophes.

6

Intégrer les objectifs de consolidation budgétaire dans le cadre de financement des risques de catastrophe

Maurice doit continuer à intégrer les objectifs de consolidation budgétaire dans son système de financement des risques de catastrophes afin de renforcer la résilience de ses finances publiques face aux aléas naturels liés au changement climatique. Le rapport recommande d'utiliser des instruments de financement existants, tels que les lignes de crédit contingentes, les obligations catastrophe (catastrophe bonds) et les mécanismes d'assurance. Ces outils permettraient de financer la reconstruction après des catastrophes naturelles sans accroître la pression sur l'équilibre budgétaire.

7

Examiner la faisabilité de mettre en place des lignes de crédit contingentes

Suite à la recommandation précédente, une évaluation des impacts potentiels des aléas sur les infrastructures critiques aiderait le gouvernement à décider si l'utilisation de lignes de crédit contingentes est appropriée. Ces lignes, comme l'Option de tirage différé en cas de catastrophe (Cat DDO), permettent une allocation rapide de liquidités après une catastrophe afin de soutenir la réponse d'urgence et la reconstruction. Elles sont particulièrement efficaces lorsqu'elles s'inscrivent dans une approche globale de gestion des risques. Par exemple, Madagascar, avec des pertes annuelles estimées à 100 millions de dollars liées aux cyclones et aux inondations, a reçu 50 millions de dollars de l'IDA via un mécanisme Cat DDO pour soutenir ses politiques de gestion des risques. Le Maroc a également obtenu un prêt de 275 millions de dollars, assorti d'un mécanisme Cat DDO, pour renforcer la gestion des risques de catastrophes. D'autres pays africains, comme les Seychelles, le Kenya, le Malawi et le Cabo Verde, ont également mis en place des dispositifs similaires (Artemis, 2025).

8

Examiner d'autres méthodes de financement pour couvrir les risques de catastrophe.

La réserve de contingence, destinée à couvrir l'ensemble des secteurs, ne peut pas être la seule source de financement pour l'énergie, les routes et les ponts. Le gouvernement peut envisager divers mécanismes supplémentaires pour couvrir les risques, comme l'illustre le tableau 7.1.

Table 7.1: Disaster risks by return period and possible financing strategies

Return Period (years)	Energy and Roads and Bridges PML (\$ '000)	Possible Disaster Risk Financing Strategy
10	23,403	Contingency reserve; budget reallocation; private sector assistance; international assistance
25	34,758	
50	48,992	Contingency reserve; budget reallocation; private sector assistance; contingent credit (CatDDO); international assistance
100	61,662	
250	80,437	
500	99,210	Risk transfer; insurance-linked securities; insurance reinsurance; international assistance
1,000	126,452	
2,500	185,702	
5,000	257,925	

Maurice devrait notamment mener une analyse détaillée des coûts-bénéfices du transfert des risques de catastrophes vers les marchés de capitaux pour les actifs publics, tels que les réseaux électriques, les routes et les ponts. Les mécanismes de transfert possibles incluent : les assurances classiques ; les assurances paramétriques, qui versent une indemnisation lorsque des seuils prédéfinis (par exemple, la température ou les précipitations) sont atteints ; les mécanismes de réassurance ; et les instruments financiers liés aux catastrophes, tels que les obligations catastrophe (catastrophe bonds).

Étant donné le coût élevé de ces instruments, leur utilisation est surtout appropriée pour les événements rares mais ayant de graves répercussions, tels que les catastrophes pouvant engendrer d'importantes charges financières et pour lesquelles le financement immédiat est difficile à obtenir. En revanche, Maurice pourrait décider d'assumer lui-même les risques plus courants, dont l'impact sur les finances publiques reste modéré (Banque internationale pour la reconstruction et le développement/Banque mondiale, 2019).



Accélérer la mise en place des mécanismes de financement prévus dans la CDN 3.0 (2025)

Dans sa Contribution déterminée au niveau national (CDN) 3.0 (2025), Maurice a prévu la création d'un Fonds pour le climat et la durabilité, ainsi que l'instauration d'une contribution des entreprises en matière de responsabilité climatique. Le pays souhaite également introduire un mécanisme de budgétisation verte (climate budget tagging) et encourager le financement mixte au moyen de partenariats public-privé. Par ailleurs, une unité de financement climatique devrait être mise en place et un cadre national pour le marché du carbone élaboré. La mise en œuvre de ces mesures vise à accélérer la mobilisation des capitaux privés et à faciliter l'accès à des financements concessionnels des institutions multilatérales, afin d'atténuer de manière proactive les impacts des événements climatiques.

Une liste des mécanismes de financement des risques de catastrophe est jointe en annexe.



Chapitre 8

Annexes

Annexes

Annexe A : Régimes d'assurance contre les catastrophes dans certains pays

Sri Lanka⁴

La société mondiale de conseil, de courtage et de gestion des risques WTW (NASDAQ : WTW) a récemment introduit la première assurance paramétrique multirisque en Asie, couvrant quatre types de risques afin de protéger les exploitations aquacoles de crevettes au Sri Lanka contre les aléas météorologiques. Cette avancée constitue une étape majeure pour le secteur aquacole en Asie. Conçue et déployée pour le Taprobane Seafood Group, la plus grande entreprise de produits de la mer du Sri Lanka, cette solution innovante a permis à l'entreprise de satisfaire à une condition essentielle pour obtenir un financement de 15 millions de dollars auprès de la FMO, la banque néerlandaise de développement entrepreneurial.

L'élevage de crevettes est exposé à de nombreux risques et incertitudes, notamment aux aléas météorologiques auxquels sont confrontées les exploitations situées en zone côtière. Afin de protéger Taprobane contre ces risques et de lever les obstacles susceptibles de limiter l'accès aux financements nécessaires, WTW a élaboré la première solution régionale d'assurance paramétrique couvrant quatre aléas climatiques majeurs : les séismes, les typhons, les précipitations excessives et le stress thermique. Cette solution a également permis au Taprobane Seafood Group de satisfaire à une condition déterminante pour obtenir un financement de projet de 15 millions de dollars auprès de la FMO, banque néerlandaise de développement entrepreneurial.

WTW a récemment introduit Nitrogen Risk Insurance, la première assurance paramétrique mondiale qui aide les producteurs de canne à sucre du Queensland, en Australie, à se protéger contre les pertes de rendement causées par la diminution des apports d'engrais azotés dans les cultures de repousses (ratoon crops).

Thaïlande⁵

Depuis 2011, le Thailand Rice Disaster Relief Top-up Crop Insurance Scheme propose une assurance climatique indiciaire axée sur la riziculture pour les producteurs de riz. Le projet, intitulé « Remote-sensing-based Information and Insurance for Crops in Emerging Economies », est une initiative partenariat public-privé menée par l'Agence suisse pour le développement et la coopération (SDC), la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), et d'autres partenaires. Son objectif est de réduire la vulnérabilité des petits riziculteurs. En collaboration avec la Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (GISTDA), le projet combine la télédétection et des modèles avancés de prévision des rendements agricoles pour créer un système de suivi de la production rizicole. Ce système fournit des données précises et actualisées sur les superficies cultivées, les rendements et les zones touchées par des catastrophes.



Inde

Modified Area Crop Insurance Scheme (2010)

Le *National Agricultural Insurance Scheme* (NAIS), lancé par le gouvernement de l'Inde, est le plus vaste programme d'assurance agricole au monde. Il couvre environ 25 millions d'agriculteurs et est géré par l'*Agriculture Insurance Company of India* (AICI). Ce programme garantit les cultures vivrières, oléagineuses et certaines cultures commerciales en s'appuyant sur une méthode fondée sur le rendement moyen par zone.⁶ En comparant les rendements agricoles actuels aux données historiques, ce mécanisme d'indemnisation automatique verse des indemnités aux agriculteurs assurés lorsque leurs rendements réels, dans une zone donnée, sont inférieurs aux niveaux de référence historiques.

En plus de prendre en compte les contraintes liées au morcellement des exploitations agricoles, ce dispositif vise également à réduire les risques d'aléa moral et de sélection adverse. Cependant, le NAIS dépend de contributions publiques versées après une catastrophe et de primes subventionnées. Cela expose l'État à un risque financier potentiellement illimité, et les retards de paiement des indemnités peuvent poser de graves problèmes aux agriculteurs. Pour améliorer son efficacité et surmonter ces limites, le gouvernement indien a, en 2005, collaboré avec l'AICI et sollicité l'aide technique de la Banque mondiale pour réviser et renforcer le dispositif d'assurance.

Premier projet pilote d'assurance indicielle climatique en Inde par ICICI Lombard General Insurance Company (2003)

Le premier contrat d'assurance climatique en Inde, ainsi que dans d'autres pays en développement, a été lancé en 2003 par ICICI Lombard General Insurance. Il visait les producteurs d'arachides et de ricin, membres d'associations d'usagers de l'eau rattachées à BASIX, une institution de microfinance dans le district de Mahabubnagar (Andhra Pradesh). Ce produit innovant fondait sa couverture sur des niveaux de précipitations, aidant ainsi les agriculteurs à gérer les risques liés à la variabilité climatique. Il constitue un outil clé pour le financement et l'assurance contre les catastrophes, qui s'appuie sur des indices météorologiques pour déclencher les paiements. Ce projet pilote protège contre la sécheresse ou les précipitations excessives, qui peuvent entraîner des pertes de récolte et des difficultés financières. La possibilité d'indemnisations rapides grâce aux indices météorologiques contribue à limiter l'impact économique des catastrophes climatiques. Depuis, l'assurance agricole fondée sur ces indicateurs s'est largement développée en Inde, intégrant divers programmes pour soutenir les agriculteurs face aux aléas climatiques. Des systèmes paramétriques récents, notamment ceux liés aux vagues de chaleur, offrent également une protection aux femmes du secteur informel.^{7,8} Cette approche renforce la résilience des communautés rurales, stabilise leurs moyens de subsistance et soutient un développement durable dans les régions vulnérables. ICICI Lombard joue un rôle de pionnier dans ce domaine, en faisant progresser le marché de l'assurance climatique indicielle et en promouvant des stratégies innovantes de gestion des risques de catastrophes en Inde.



Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana (PMFBY) (2016)

Le Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana (PMFBY) est le principal programme d'assurance agricole publique en Inde. Basé sur une approche régionale⁹, il offre aux agriculteurs une assurance récolte abordable contre les risques naturels inévitables, couvrant toutes les étapes, du pré-semis à la post-récolte. Il s'applique aux cultures vivrières, oléagineuses, horticoles et commerciales. L'adhésion est facultative pour ceux sans crédits institutionnels, mais obligatoire pour ceux ayant un prêt bancaire. Géré par le ministère de l'Agriculture, il a été réformé pour accélérer le traitement des indemnisations, renforcer l'usage des technologies numériques et offrir davantage de flexibilité aux États pour choisir les couvertures et répartir les subventions. Le PMFBY vise à stabiliser les revenus agricoles, à aider les agriculteurs à gérer eux-mêmes les risques et à encourager des pratiques agricoles modernes. Il ne couvre pas les pertes dues à des émeutes, des conflits armés ou des accidents nucléaires, mais il protège contre une large gamme de catastrophes naturelles et de ravageurs.¹⁰ Il intègre également l'utilisation de smartphones et de la télédétection pour accélérer l'évaluation des pertes. En résumé, le programme promeut l'agriculture moderne, la stabilité des revenus, une production durable et la disponibilité des financements, afin de favoriser un secteur agricole compétitif et la sécurité alimentaire. Son large champ d'action et le soutien étatique font du PMFBY un outil clé pour réduire l'impact financier des catastrophes agricoles et soutenir une agriculture durable en Inde.

Philippines¹¹

En plus du programme d'assurance multirisque des récoltes (Multiple-Peril Crop Insurance – MPCl), les Philippines offrent également une assurance multirisque pour les biens publics. Cette couverture est fournie par le *Government Service Insurance System – General Insurance Group (GSIS-IG)*, un organisme public d'assurance. Elle couvre tous les biens dans lesquels l'État détient un intérêt, tels que les bâtiments administratifs, les hôpitaux, les écoles et les marchés publics.

Le pays dispose également de mécanismes de crédit contingents pour les catastrophes et d'un système d'assurance pour ses actifs publics. Le 17 novembre 2021, la Banque mondiale a approuvé le quatrième Prêt à l'appui des politiques de développement pour la gestion des risques de catastrophe, doté d'une option de tirage différé en cas de catastrophe (*Catastrophe Deferred Drawdown Option – Cat DDO 4*), d'un montant de 500 millions de dollars, en faveur du gouvernement philippin. Ce mécanisme permet aux Philippines de mobiliser rapidement des ressources financières lorsqu'un état de calamité nationale est déclaré, en cas de catastrophe naturelle imminente ou en cours, ou en cas d'urgence de santé publique. Le prêt, d'une durée initiale de trois ans, renouvelable jusqu'à quinze ans, a été utilisé avec succès lors de précédentes crises, telles que la tempête Washi (2011), le cyclone Mangkhut (2018) et la pandémie de COVID-19. Le Cat DDO 4 a également été activé après le passage du typhon Rai en décembre 2021. Le 16 novembre 2023, la Banque mondiale et la BIRD ont approuvé un nouveau prêt de 500 millions de dollars pour soutenir la gestion des risques de catastrophe et le développement climatique aux Philippines, doté d'une option de tirage différé en cas de catastrophe. Ce fonds peut être immédiatement mobilisé en cas de catastrophe ou de crise sanitaire, dès que le président déclare un état de calamité, afin de limiter les répercussions économiques.

Obligation catastrophe¹² : En novembre 2019, la Banque mondiale a lancé deux tranches d'obligations catastrophe (catastrophe bonds) sur les marchés financiers, offrant aux Philippines une couverture d'assurance allant jusqu'à 225 millions de dollars. Cette somme est répartie en 75 millions pour le risque sismique et 150 millions pour les cyclones tropicaux, sur une période de trois ans. Les conditions de versement des indemnités sont préalablement définies en fonction des besoins des Philippines. Lorsqu'un événement conforme aux critères survient, le gouvernement philippin informe un agent de calcul indépendant chargé d'estimer le montant des indemnités. La Banque mondiale

transfère ensuite les fonds au gouvernement une fois le rapport reçu, généralement dans un délai d'un mois pour les séismes et de cinq mois pour les cyclones, sans nécessiter d'évaluation des pertes réelles. Les Philippines paient une prime d'assurance stable pendant toute la durée du contrat, puis la Banque mondiale la reverse aux investisseurs en obligations, ce qui élimine l'incertitude quant au coût de la couverture.

Mongolie

En 2006, avec le soutien de la Banque mondiale, le Gouvernement mongol a lancé un projet pilote dans trois provinces pour établir un programme d'assurance indicielle visant à couvrir les pertes dues à la mortalité du cheptel. Les événements affectant la santé des animaux ont des conséquences graves pour les populations rurales et l'économie nationale. Ce système combine trois niveaux de protection : l'auto-assurance, l'assurance de marché et l'assurance sociale. Les éleveurs paient une prime pour un produit d'assurance commerciale, dont les indemnités sont versées lorsque la mortalité du cheptel dépasse un seuil fixé. En parallèle, le Gouvernement finance un mécanisme de protection sociale pour couvrir les pertes exceptionnelles. Un mécanisme de mutualisation, qui regroupe plusieurs assureurs, protège le marché national. Lorsque les pertes dépassent la capacité de ce mécanisme, le Gouvernement prend en charge l'excédent par un accord de réassurance avec la Banque mondiale.



Le Mexique possède une capacité significative en matière de résilience financière et de gestion des catastrophes, s'appuyant sur divers instruments de gestion et de transfert des risques. Parmi ceux-ci, on trouve plusieurs mécanismes d'assurance ainsi que différents fonds et fiducies. Le Fonds pour les catastrophes naturelles (Fondo de Desastres Naturales – FONDEN) comprend : le Fonds d'intervention d'urgence (Fondo para la Atención de Emergencias), le Programme du Fonds inscrit au budget fédéral et la Fiducie du Fonds pour les catastrophes naturelles. Le Fonds d'intervention d'urgence est un outil financier permettant une réponse rapide aux catastrophes, en apportant des secours, de l'assistance et du soutien aux populations touchées. Les fonds du FONDEN peuvent être utilisés pour la remise en état et la reconstruction de : i. infrastructures publiques relevant des trois niveaux de gouvernement ; ii. Logements pour les ménages à faible revenu ; et iii. Certains éléments du patrimoine naturel, tels que les forêts, les zones naturelles protégées, les cours d'eau et les lagunes.

Le Fonds pour la prévention des catastrophes naturelles (FOPREDEN) inclut la Fiducie pour la prévention (FIPREDEN), qui vise à encourager et à renforcer les initiatives de prévention des risques de catastrophes. Son but est de réduire les effets des phénomènes naturels et de soutenir la recherche en matière de gestion des risques. Le FIPREDEN fournit des ressources aux organismes fédéraux et fédérés pour financer des mesures préventives non planifiées.

Le Fonds d'appui rural face aux aléas climatiques (Fondo de Apoyo Rural por Contingencias Climatológicas) est géré par le ministère de l'Agriculture, de l'Élevage, du Développement rural, de la Pêche et de l'Alimentation (SAGARPA). Il s'inscrit dans le cadre du Programme d'assistance en cas de catastrophes naturelles dans les secteurs agricoles, de l'élevage et de la pêche (Programa Atención a Desastres Naturales en el Sector Agropecuario y Pesquero – CADENA), intégré au Programme de prévention et de gestion des catastrophes (Programa de Prevención y Manejo de Desastres). Ce fonds a pour objectif de réduire, grâce à des mécanismes d'assurance, les impacts négatifs des catastrophes sur l'agriculture, l'élevage, l'aquaculture et la pêche. Sa base juridique est notamment définie par l'article 129 de la Loi sur le développement rural durable.

La Loi fédérale sur le budget prévoit qu'au moins 0,4 % du budget fédéral annuel soit affecté, au début de chaque exercice budgétaire, au FONDEN, au FOPREDEN ainsi qu'au Fonds agricole pour les catastrophes naturelles.

Les ressources du FONDEN sont complétées par des instruments de transfert des risques fondés sur les mécanismes du marché. Malgré une dotation budgétaire annuelle stable, la survenue d'une ou de plusieurs catastrophes peut entraîner un déficit de financement au cours d'un exercice donné. Afin de gérer cette variabilité des besoins financiers, le FONDEN est autorisé à transférer une partie de ses risques au moyen de contrats d'assurance et d'autres mécanismes de transfert des risques, notamment les obligations catastrophe. En revanche, le FONDEN n'est pas autorisé à recourir à l'endettement.

Première obligation catastrophe souveraine du Mexique (2006)

Le FONDEN utilise divers outils pour soutenir les autorités locales et les organismes publics face aux catastrophes, notamment par des programmes de transfert des risques et des fonds de réserve. En 2006, pour transférer le risque sismique du Mexique vers les marchés internationaux, il a émis une obligation catastrophe (*CatMex*) d'un montant de 160 millions de dollars. Lors de l'échéance en 2009, le Mexique a décidé de diversifier sa couverture en mutualisant plusieurs risques géographiques, notamment via le Programme MultiCat de la Banque mondiale, qui permet aux États et aux collectivités de partager divers aléas tout en réduisant les coûts d'assurance. En octobre 2009¹⁴, le pays a émis une

obligation catastrophe multirisque, marquant la première fois qu'un portefeuille de risques de catastrophe était transféré sur les marchés de capitaux. Cette opération a permis d'obtenir une couverture pluriannuelle à coût fixe, d'alléger la pression sur les finances publiques et d'accroître la diversification des risques grâce aux titres liés à l'assurance (*insurance-linked securities*)¹⁵. Cela a renforcé la résilience financière du Mexique face aux catastrophes et offre un modèle innovant pour d'autres nations en matière de financement et d'assurance des risques.

Composante d'assistance en cas de catastrophes naturelles (CADENA), Mexique (2003)

Au Mexique, les catastrophes, notamment celles touchant l'agriculture, sont devenues plus fréquentes et plus graves. Au cours des vingt dernières années, plus de 80 % des pertes économiques causées par ces événements ont touché le secteur agricole. Ce secteur fait face à plusieurs défis, dont sa forte fragmentation. Les petits exploitants représentent une part importante des producteurs, mais ils peinent à accéder à des assurances abordables en raison de coûts élevés. Pour cette raison, le gouvernement mexicain a divisé les agriculteurs en trois catégories et a créé des programmes d'assurance adaptés : ceux qui ont besoin d'une assurance pour obtenir des crédits, ceux capables de partager les risques et d'accéder au financement, et enfin, les petits exploitants vulnérables, sans accès au crédit ni à l'assurance. Depuis 2003, le programme CADENA joue un rôle clé dans le financement et l'assurance contre les catastrophes. Il propose, au niveau des États fédérés, des solutions d'assurance paramétrique formelles couvrant les cultures et le bétail, surtout pour les petits exploitants vulnérables exclus des mécanismes traditionnels. Ce programme s'appuie sur des indicateurs climatiques et macroéconomiques afin d'offrir une protection sociale. Géré par le ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche (SAGARPA)¹⁶, il remplace les aides ponctuelles après une catastrophe par un système d'assurance structuré à l'échelle des États. Cette démarche aide à réduire l'impact financier des catastrophes sur l'agriculture, tout en renforçant la résilience des communautés agricoles vulnérables et en améliorant la préparation du Mexique face aux risques.

Assurance indemnitaire en excédent de perte pour les actifs publics au Mexique

Le Mexique a instauré un dispositif d'assurance innovant visant à atténuer l'impact financier des catastrophes naturelles sur ses actifs publics. Ce programme évalue les risques budgétaires en quantifiant à la fois les passifs explicites et implicites, en s'appuyant sur des données historiques et des simulations de pertes. Il comprend une assurance indemnitaire en excédent de perte, activée lorsque les dépenses liées aux catastrophes dépassent un seuil fixé. Outre la protection des finances publiques, ce mécanisme s'accompagne de mesures de réduction des risques, telles que le renforcement des systèmes d'alerte précoce, afin de renforcer la résilience face aux catastrophes. La garantie indemnitaire intervient lorsque les coûts dépassent ce seuil, protégeant ainsi le budget de l'État¹⁷ contre des charges excessives. En combinant ce dispositif avec des actions de réduction des risques, il contribue à une gestion intégrée et efficace des risques de catastrophes.



Türkiye

Turkish Catastrophe Insurance Pool (TCIP) (2000)

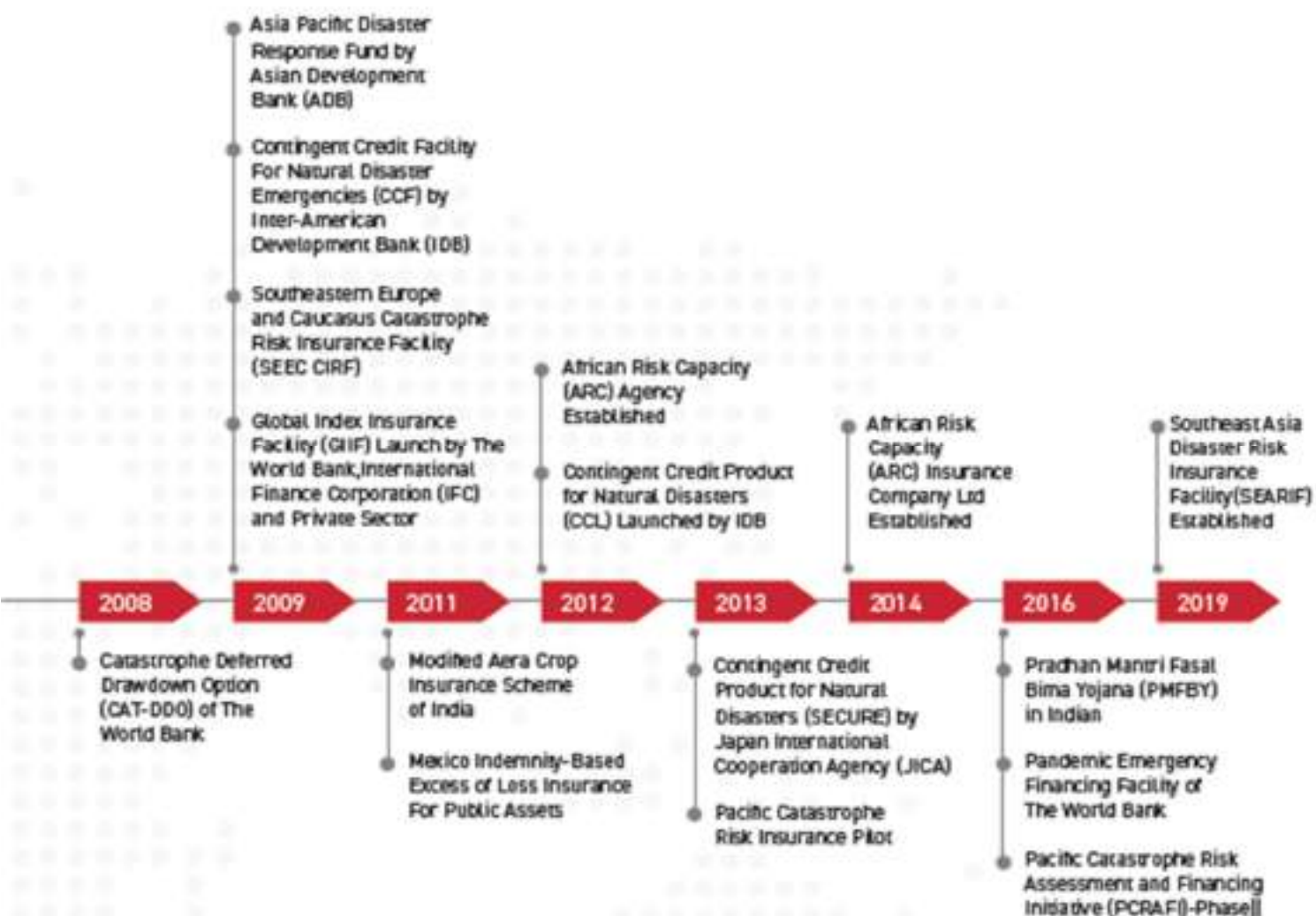
Le Turkish Catastrophe Insurance Pool (TCIP) est un mécanisme clé de financement et d'assurance contre les risques de catastrophe en Türkiye. Il couvre divers aléas, tels que les séismes, les inondations et les glissements de terrain. En 2000, le gouvernement turc a mis en place une assurance obligatoire contre les séismes pour tous les bâtiments résidentiels situés sur des terrains urbains officiellement enregistrés. Cette réforme vise à transférer progressivement la charge financière des catastrophes de l'État au secteur privé de l'assurance. La Banque mondiale a soutenu cette transition par un appui financier et technique essentiel lors de la création du TCIP. Ce dernier est la première réserve nationale d'assurance contre les catastrophes créée parmi les pays partenaires de la Banque mondiale. Il offre aux propriétaires et aux petites et moyennes entreprises une assurance indépendante contre le risque sismique, renforçant ainsi la résilience face aux catastrophes et allégeant la pression sur les finances publiques en cas d'événements sismiques. En mutualisant les risques des particuliers et des entreprises au sein d'un mécanisme collectif, le TCIP améliore notablement la préparation et la capacité de relèvement de la Türkiye, tout en favorisant des interventions rapides et efficaces en cas de catastrophes, ce qui contribue à une résilience accrue à long terme.¹⁸

Taiwan

Programme d'assurance résidentielle contre les séismes de Taiwan (Taiwan Residential Earthquake Insurance Programme – TREIP) (2002)

Après le séisme de Chi-Chi en 1999, Taiwan a lancé le *Taiwan Residential Earthquake Insurance Programme (TREIP)*. Depuis le 1er avril 2002, ce programme propose une assurance de base contre les risques sismiques pour les résidences. Le TREIP joue un rôle clé dans le financement et l'assurance des catastrophes, en offrant une protection spécifique contre les séismes pour les logements. Les propriétaires dont les biens sont endommagés par un tremblement de terre peuvent bénéficier d'une aide financière pour renforcer la stabilité de leur habitation. Pour mettre en place le TREIP, le gouvernement a créé le *Taiwan Residential Earthquake Insurance Fund (TREIF)*, qui agit comme l'organisme central de l'assurance légale et gère le mécanisme de mutualisation des risques liés aux séismes résidentiels.¹⁹ Ce système offre une protection financière aux propriétaires, tout en renforçant la résilience des communautés en encourageant de meilleures normes de construction parasismique et un redressement rapide après les tremblements de terre. En partageant les ressources et en répartissant les risques entre de nombreux assurés, le programme améliore la préparation et la réponse face aux catastrophes et contribue à construire une société plus résiliente.







Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility (CCRIF) (2007)

Créée en 2007, la *Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility* (CCRIF) est la première plateforme régionale de mutualisation des risques de catastrophe impliquant plusieurs pays. Elle a lancé le premier produit d'assurance fondé sur une approche paramétrique, combinant le soutien des marchés d'assurance traditionnels et des marchés de capitaux. En 2014, le mécanisme a été restructuré en *Segregated Portfolio Company* (SPC), désormais appelée CCRIF SPC, afin de favoriser le développement de nouveaux produits et l'extension géographique. Enregistrée, détenue et gérée dans la région des Caraïbes, elle aide les gouvernements de la région à atténuer rapidement les impacts financiers des catastrophes naturelles, en leur fournissant des liquidités dès que les conditions de déclenchement sont réunies. La CCRIF offre des assurances paramétriques contre les cyclones, les séismes et les précipitations extrêmes, ainsi que pour la pêche et les services publics. Grâce à une réponse automatique fondée sur des paramètres tels que la vitesse du vent ou l'intensité des précipitations, elle permet une intervention rapide. En fournissant rapidement des fonds, la CCRIF soutient les États membres dans la gestion de leurs besoins humanitaires immédiats et dans leur relèvement à long terme, renforçant ainsi leur résilience et leur développement durable. Son mécanisme de mutualisation et de réassurance rend également l'assurance catastrophe plus accessible et plus disponible pour les petits États insulaires aux ressources limitées, ce qui accroît leur capacité à faire face aux effets des catastrophes.²⁰



Option de tirage différé en cas de catastrophe (Catastrophe Deferred Drawdown Option – Cat DDO) de la Banque mondiale (2008)

L'Option de tirage différé en cas de catastrophe (Cat DDO) est un prêt flexible de la Banque mondiale destiné à renforcer la préparation des pays face aux catastrophes naturelles et aux crises sanitaires. Ce mécanisme offre un financement rapidement accessible en cas de catastrophe, permettant aux autorités de disposer immédiatement de liquidités tout en mobilisant d'autres fonds. Approuvé avant l'événement, le Cat DDO garantit un accès immédiat aux ressources dès le déclenchement. Il fournit ainsi un soutien financier initial en attendant d'autres sources de financement. Sa rapidité de décaissement aide à réduire l'impact financier des catastrophes et à permettre aux gouvernements en situation d'urgence de fournir une réponse immédiate. Ce mécanisme complète les outils existants de gestion des risques, en apportant un soutien budgétaire immédiat dans le cadre d'une gestion globale des risques. En Serbie, le projet de prêt fondé sur des politiques de développement, comprenant une option de tirage différé en cas de catastrophe, vise à renforcer les capacités techniques, à soutenir les réformes politiques et à consolider le cadre juridique et institutionnel de la gestion financière et physique des catastrophes. Le Cat DDO participe également au développement du marché serbe de l'assurance contre les risques, en offrant une sécurité financière et des ressources à court terme pour les interventions d'urgence.²¹



Fonds de réponse aux catastrophes pour l'Asie et le Pacifique de la Banque asiatique de développement (Asia Pacific Disaster Response Fund – APDRF) (2009)

Créé en 2009, le Fonds de réponse aux catastrophes pour l'Asie et le Pacifique (APDRF) fournit rapidement des financements aux pays membres en développement de la Banque asiatique de développement (BAD) pour soutenir les actions essentielles immédiatement après une catastrophe naturelle majeure. Ces ressources aident les pays bénéficiaires à compléter l'aide apportée par d'autres partenaires en cas d'urgence et à rétablir rapidement les services essentiels pour les populations affectées. Ce mécanisme améliore leur capacité à faire face aux crises, surtout lorsque l'ampleur de la catastrophe dépasse leurs moyens financiers immédiats. En fournissant des ressources pour les opérations d'urgence, l'APDRF contribue également à réduire l'impact financier des catastrophes et à soutenir la gestion des risques et la résilience dans la région Asie-Pacifique.²² L'aide est accordée sous réserve de plusieurs conditions, notamment : la survenance effective d'une catastrophe, une déclaration officielle d'état d'urgence dépassant la capacité nationale, et la confirmation par le coordonnateur résident ou humanitaire de l'ONU de l'ampleur et des conséquences de la catastrophe. Le montant de l'aide dépend notamment de l'ampleur des dommages, des estimations préliminaires du nombre de décès et de déplacés, des capacités nationales de réponse, ainsi que des impacts cumulés des catastrophes précédentes sur la capacité du pays à faire face.²³



African Risk Capacity Agency (ARC) (2012)

Le Groupe African Risk Capacity (ARC) comprend l'Agence ARC, une agence spécialisée de l'Union africaine créée en 2012, et ARC Insurance Company Limited (ARC Ltd), une société d'assurance mutuelle hybride et entité commerciale fondée en 2014. Son objectif est de renforcer la capacité des gouvernements africains à anticiper, planifier et répondre efficacement aux épidémies et aux catastrophes liées aux phénomènes météorologiques extrêmes. En privilégiant l'inclusion et l'égalité entre femmes et hommes, l'ARC offre à ses États membres des mécanismes de mutualisation et de transfert des risques, des systèmes d'alerte précoce, ainsi que des programmes de renforcement des capacités pour accroître leur résilience face aux catastrophes naturelles telles que les cyclones et les sécheresses. L'ARC cherche à établir des mécanismes africains pour répondre aux risques climatiques, afin de transférer une partie de leur coût via des instruments financiers modernes tels que la mutualisation et le transfert de risques. Ce système permet aux États de disposer rapidement de ressources financières pour les interventions d'urgence, réduisant leur dépendance à l'aide extérieure et facilitant une assistance plus rapide et équitable aux populations affectées.²⁴ En combinant des méthodes d'aide traditionnelles et des mécanismes financiers innovants, l'ARC propose une solution durable, élaborée par l'Afrique, pour la gestion des risques climatiques extrêmes et des épidémies, tout en allégeant la charge financière des gouvernements et des populations vulnérables.



Pacific Catastrophe Risk Assessment and Financing Initiative (PCRAFI) (2007)

Le Pacific Catastrophe Risk Assessment and Financing Initiative (PCRAFI), lancée en 2007, est une initiative régionale visant à renforcer la résilience financière des pays du Pacifique face aux risques de catastrophe et au changement climatique. La deuxième phase, débutée en avril 2016, repose sur deux axes principaux : la Facilité PCRAFI et le Programme d'assistance technique PCRAFI. Grâce à son approche intégrée, le PCRAFI aide les pays à mieux comprendre leur vulnérabilité aux risques naturels, notamment au moyen d'outils tels que le *Pacific Risk Information System (PacRIS)*. Le Secrétariat de la Communauté du Pacifique, dans le cadre de l'assistance technique, met en œuvre un projet visant à renforcer les capacités relatives à la base de données sur les aléas et l'exposition. Ce projet, mené au moyen d'enquêtes nationales, de formations à la collecte de données et d'études de cas, vise à actualiser les données de PacRIS. Son but est d'aider les pays à devenir plus autonomes dans la gestion et la production de leurs données relatives aux risques, afin d'améliorer l'évaluation de leur exposition future aux catastrophes.²⁵



Mécanisme de crédit contingent pour les urgences liées aux catastrophes (Contingent Credit Facility for Natural Disaster Emergencies – CCF) de la Banque interaméricaine de développement (BID) (2009)

Le mécanisme de crédit contingent (CCF) pour les urgences liées aux catastrophes naturelles est un outil clé de la Banque interaméricaine de développement (BID) pour soutenir ses pays membres dans la gestion des risques financiers liés aux catastrophes. Ce mécanisme permet aux pays d'accéder à des prêts contingents après confirmation de la survenue d'une catastrophe. Ces prêts sont déboursés rapidement pour financer des services essentiels et l'aide humanitaire. Pour être éligibles, les pays doivent disposer d'un programme global de gestion des risques de catastrophe (CGRD). Le CCF utilise des déclencheurs paramétriques fondés sur des caractéristiques spécifiques des événements, illustrant l'approche proactive de la BID en matière de gestion des risques. Son objectif principal est d'assurer un soutien financier rapide en cas d'urgence.²⁶



Pandemic Emergency Financing Facility (PEF) de la Banque mondiale (2016)

Le Pandemic Emergency Financing Facility (PEF), un mécanisme de financement géré par la Banque mondiale et désormais clôturé, visait à fournir des fonds supplémentaires pour aider les pays les plus pauvres à faire face aux épidémies transfrontalières majeures. Il complétait le rôle plus large de l'Agence internationale de développement (IDA), le fonds de la Banque mondiale destiné aux pays en développement, ainsi que celui d'autres organisations et donateurs internationaux dans le financement des réponses aux épidémies. La particularité du PEF résidait dans sa conception, qui permettait le décaissement direct via son guichet de trésorerie (cash window) ou, lorsque les conditions étaient réunies, via son guichet d'assurance (insurance window). Les fonds étaient versés aux gouvernements et à des organisations de première ligne agréées, notamment au Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) et à l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).²⁷



South-eastern Europe and Caucasus Catastrophe Risk Insurance Facility (SEEC CRIF) (2009)

Pour remédier au faible taux de couverture assurantielle face aux aléas naturels en Europe du Sud-Est, une région particulièrement vulnérable aux catastrophes, Europa Reinsurance Facility Ltd. a collaboré avec la Banque mondiale pour établir le South-Eastern Europe and Caucasus Catastrophe Risk Insurance Facility (SEEC CRIF). Ce programme, désormais en activité, offre, via des assureurs locaux, des produits d'assurance contre les catastrophes destinés aux ménages et aux petites entreprises. Son financement dépasse 12 millions de dollars.²⁸ Il vise principalement à créer de nouveaux produits d'assurance couvrant les risques climatiques et naturels, à simplifier les démarches d'assurance et à accroître la sensibilisation aux risques de catastrophes dans les pays d'Europe du Sud-Est. Le projet comprend deux volets : la participation au SEEC CRIF, qui accompagne les pays souhaitant adhérer à Europa Re ; et une assistance technique financée par les partenaires au développement et mise en œuvre par Europa Re. Cette assistance couvre notamment : la cartographie des risques ; la conception de produits d'assurance ; les systèmes de suivi météorologique ; les réformes législatives.²⁹ L'objectif final du projet est de rendre les mécanismes de protection financière contre les risques liés au changement climatique et aux aléas géologiques plus accessibles aux administrations publiques, aux entreprises, aux exploitants agricoles et aux ménages de la région.



Global Index Insurance Facility (GIIF), lancée par la Banque mondiale, la Société financière internationale (IFC) et le secteur privé (2009)

Financée par l'Union européenne, le Japon et les Pays-Bas, la Global Index Insurance Facility (GIIF), gérée par le Groupe de la Banque mondiale, vise à faciliter l'accès au financement pour les institutions de microfinance, les petits exploitants agricoles et les micro-entrepreneurs dans les pays en développement. Lancée en 2009, la GIIF se concentre principalement sur l'Afrique subsaharienne, les Caraïbes et la région Asie-Pacifique. Elle utilise des solutions d'assurance indicielle pour couvrir les risques catastrophiques liés à l'agriculture, à la sécurité alimentaire et à la gestion des risques de catastrophe.³⁰ Grâce à ses initiatives, la GIIF a permis de mobiliser plusieurs milliards de dollars, de souscrire des millions de contrats profitant à des dizaines de millions de personnes dans le monde, et de renforcer la résilience ainsi que l'inclusion financière des populations vulnérables.³¹ L'assurance indicielle, outil clé de la GIIF, s'appuie sur des indices prédéfinis pour déclencher les indemnités, évitant ainsi les difficultés liées à l'évaluation individuelle des pertes et accélérant le traitement des sinistres. Cette méthode contribue à atténuer les risques catastrophiques affectant l'agriculture et la sécurité alimentaire, tout en assurant une aide financière rapide aux populations touchées, et en renforçant leur résilience et leur inclusion économique.



Southeast Asia Disaster Risk Insurance Facility (SEADRIF) (2019)

La Southeast Asia Disaster Risk Insurance Facility (SEADRIF) aide les États membres de l'ASEAN à renforcer leur résilience financière face aux risques climatiques et aux catastrophes, tout en facilitant leur accès à des financements dédiés à ces risques. Créée en 2019 à Singapour sous la forme d'une fiducie possédant une société d'assurance générale, SEADRIF propose des solutions financières et des conseils pour un financement rapide après une catastrophe. Ses efforts se concentrent principalement sur les risques d'inondation au Myanmar, au Cambodge et en République démocratique populaire du Laos, avec des plans pour étendre ses solutions à d'autres pays à revenu intermédiaire comme l'Indonésie.³² En favorisant une approche collaborative, SEADRIF mutualise ressources et connaissances pour mieux préparer face aux risques climatiques, évitant que ces événements ne deviennent des crises majeures. Face aux impacts combinés du COVID-19 et du changement climatique, l'organisation adapte ses programmes et ses produits aux besoins spécifiques de chaque pays de l'ASEAN, à divers niveaux de développement. À travers des initiatives comme l'ASEAN+3 Disaster Risk Financing Initiative, SEADRIF crée également une plateforme pour partager des connaissances, développer des solutions techniques et explorer des mécanismes d'assurance ainsi que d'autres instruments de financement des risques.³³



Fonds central d'intervention pour les urgences humanitaires (Central Emergency Response Fund – CERF) créé par l'Assemblée générale des Nations Unies (2005)

Le Fonds central d'intervention pour les urgences humanitaires (CERF), créé par l'Assemblée générale des Nations Unies (AGNU) en 2005, constitue le fonds d'intervention d'urgence mondial des Nations Unies. Il permet aux acteurs humanitaires de fournir une assistance vitale aux populations les plus vulnérables, au moment opportun et là où les besoins sont les plus pressants. Les ressources du CERF permettent aux organismes des Nations Unies et à leurs partenaires de lancer conjointement des opérations de secours lors de crises émergentes ou en cours d'aggravation, avant que d'autres sources de financement ne deviennent disponibles.³⁴ Le CERF constitue un mécanisme essentiel de financement des risques de catastrophes, assurant un financement rapide et prévisible des interventions humanitaires en réponse aux situations d'urgence soudaines. Il constitue également un instrument stratégique pour combler les importants déficits de financement dans les situations d'urgence insuffisamment financées. Par ailleurs, la souplesse de son mécanisme de financement permet une mobilisation rapide des ressources en fonction des besoins évalués, renforçant ainsi l'efficacité et l'efficience des interventions humanitaires dans les zones sinistrées.³⁵ Grâce à son approche proactive du financement des interventions d'urgence, le CERF contribue de manière déterminante au renforcement de la préparation et de la résilience face aux catastrophes à l'échelle mondiale, tout en favorisant une gestion plus efficace des risques de catastrophe.

Annexe B : Différents mécanismes de financement des risques, leurs utilisations, avantages et limites

1. Assurance contre les catastrophes

Définition



L'assurance constitue un mécanisme financier par lequel l'assuré, qu'il soit une personne physique ou morale, transfère à un assureur le risque associé aux événements imprévus, en échange du paiement d'une prime. Les prestataires d'assurance sont principalement des compagnies agréées et réglementées par les autorités compétentes, incluant également des assureurs captifs et des pools d'assurance dédiés exclusivement à ces activités. Dans certains territoires, il existe également des activités d'assurance non réglementées. Selon le degré de contrôle exercé sur ces activités, elles peuvent limiter la capacité d'indemnisation des sinistres après une catastrophe, souvent en raison de ressources financières insuffisantes de la part de l'entité non agréée.

Usage principal

L'assurance est particulièrement adaptée aux grands risques de catastrophe, comme les séismes, inondations, cyclones, tsunamis ou sécheresses, qui ont une faible fréquence mais une forte intensité. Même si l'exposition et la vulnérabilité à ces événements peuvent être réduites, un risque résiduel significatif demeure souvent. Le transfert de ce risque via l'assurance constitue une stratégie efficace de gestion des risques.

Avantages

- Indemnisation préétablie en cas de catastrophe.
- Couverture adaptable aux besoins spécifiques et au niveau d'acceptation du risque de l'assuré.
- Niveau de couverture et coût déterminés en fonction du profil de risque.
- Contribution des assureurs à l'évaluation et à la réduction des risques.
- Gestion des risques de catastrophe assurée par des professionnels spécialisés.
- Coût de la protection prévisible grâce au paiement d'une prime fixe.

Limites

- Les contrats peuvent être difficiles à comprendre pour les non-spécialistes en raison de leur terminologie juridique.
- Certains risques, y compris ceux jugés prioritaires par les assurés, peuvent être exclus de la couverture.
- Les contrats prévoient souvent une franchise élevée, exprimée en valeur absolue et/ou en pourcentage, ce qui peut réduire sensiblement les indemnités.
- Le plafond d'indemnisation peut s'avérer insuffisant pour rétablir entièrement le bien assuré dans son état antérieur à la catastrophe.
- Les bénéfices de l'assurance sont parfois peu perceptibles en raison de la faible fréquence des catastrophes, les primes étant versées sans contrepartie immédiate.
- Les procédures de règlement des sinistres peuvent être longues et complexes.

Conditions préalables

- Sensibilisation aux risques de catastrophe.
- Existence d'un cadre d'action publique favorable au développement des mécanismes d'assurance contre les catastrophes, pouvant inclure une assurance obligatoire ainsi que des incitations fiscales sur les primes.
- Disponibilité et accessibilité financière des produits d'assurance couvrant les risques de catastrophes pour les entreprises, les ménages et les populations à faible revenu.
- Crédibilité du secteur de l'assurance, notamment au regard du cadre réglementaire, de la solvabilité et de la réputation du marché, ainsi que de la disponibilité de professionnels qualifiés tels que les actuaires, les experts en évaluation des risques, les auditeurs, les courtiers et les experts en règlement des sinistres.
- Existence de dispositifs complémentaires de protection sociale permettant aux populations à faible revenu de bénéficier d'un soutien social ou d'une aide à la souscription d'une assurance, sans pour autant évincer les solutions d'assurance destinées aux personnes en mesure d'acquitter les primes.
- Absence de concurrence exercée par des opérateurs non agréés. La crédibilité du secteur et la solidité des organismes d'assurance ne peuvent être garanties que si tous les prestataires sont dûment agréés et soumis au contrôle de l'autorité de régulation compétente.

2. Réassurance contre les catastrophes

Définition



La réassurance est une opération financière par laquelle le risque de catastrophe et les autres risques assurés pris en charge par un assureur dans le cadre d'un contrat d'assurance initial sont transférés (cédés) par la compagnie d'assurance (la cédante) à une société de réassurance (le réassureur) en contrepartie du paiement d'une prime de réassurance. Les prestataires de réassurance sont des réassureurs professionnels, c'est-à-dire des entités exclusivement spécialisées dans la réassurance. Toutefois, dans de nombreux ressorts, les compagnies d'assurance sont également autorisées à exercer des activités de réassurance (Wehrhahn, 2009). Les réassureurs sont en mesure de prendre en charge d'importants volumes de risques de catastrophe grâce à la diversification géographique de leurs portefeuilles à l'échelle mondiale et au maintien de niveaux élevés de capital destinés à les couvrir.

Usage principale

Les risques majeurs de catastrophe, tels que les séismes, inondations, cyclones, tsunamis et sécheresses, se caractérisent par leur faible fréquence, mais par leur forte intensité. Ces risques sont difficiles à diversifier pour les assureurs directs et, sans mécanismes supplémentaires de transfert, ils ne pourraient pas les soutenir financièrement durablement. Pour protéger leur bilan, ces assureurs recourent à la réassurance en concluant des contrats spécifiques.

Avantages

- Diversification géographique des risques de catastrophe grâce au recours à la réassurance internationale.
- Renforcement de la capacité de souscription du secteur de l'assurance. En cédant une partie des risques, les assureurs peuvent accepter des volumes plus importants de risques de catastrophe. Cet avantage est particulièrement important dans le domaine de l'assurance contre les catastrophes, où les niveaux d'exposition peuvent être très élevés.
- Tarification des primes fondée sur le risque, avec des réassureurs disposant d'une expertise approfondie en matière de risques de catastrophe.
- Réduction de la volatilité des résultats financiers des compagnies d'assurance et protection du bilan des sociétés cédantes.
- Amélioration de la prévisibilité des bénéfices et des rendements pour les actionnaires.

Limites

- Les assureurs transfèrent le risque de souscription mais demeurent exposés au risque de crédit. Une évaluation rigoureuse de la qualité de crédit du réassureur est donc indispensable.
- Le niveau des primes dépend en partie de la capacité disponible sur le marché mondial de la réassurance et peut devenir très élevé à la suite d'une succession rapide d'événements extrêmes.
- Les conditions applicables aux risques réassurés sont fixées par le réassureur et peuvent différer de celles du contrat d'assurance initial. Le transfert du risque peut ainsi demeurer partiel, laissant à l'assureur une exposition résiduelle importante.
- Le règlement des créances de réassurance peut être long, ce qui peut affecter la trésorerie de la compagnie cédante.
- Les réassureurs peuvent prévoir des limites par événement (« *event limits* ») dans les traités de réassurance, exposant ainsi les sociétés cédantes au financement des sinistres non couverts par la réassurance.
- En réassurance non proportionnelle en excédent de sinistre (*non-proportional excess of loss*), la capacité de couverture peut être entièrement consommée à la suite d'un aléa naturel sans possibilité de reconstitution automatique, laissant les assureurs sans protection contre d'éventuels événements ultérieurs dans le même pays ou la même région.

Conditions préalables

- Existence d'un dispositif solide de supervision des marchés de l'assurance et de la réassurance afin de garantir l'efficacité des produits et le règlement rapide des indemnités.
- Présence de réassureurs internationaux disposés à intervenir dans le pays concerné.
- Disponibilité de données fiables ainsi que de cartes des risques.
- Notation financière minimale des réassureurs attribuée par des agences de notation reconnues, telles que **AM Best**, **Fitch Ratings** et **S&P Global Ratings**.
- Existence d'un dispositif de supervision approprié des courtiers en réassurance exerçant dans le pays ou la région.

3. Titres liés à l'assurance (Insurance-Linked Securities – ILS)

Définition



Les titres liés à l'assurance (ILS) sont des produits financiers qui convertissent les risques d'assurance en actifs négociables sur des marchés de capitaux transparents. Les investisseurs prennent en charge un risque d'assurance en échange d'un rendement supérieur à celui des titres sans ce risque. Le risque assuré se déclenche lorsqu'un événement de catastrophe prédéfini, tel qu'un séisme ou un cyclone tropical d'une certaine intensité, survient. Les ILS comprennent notamment les obligations catastrophe (cat bonds), les obligations de longévité ou de mortalité, les contrats de réassurance entièrement collatéralisés, ainsi que les garanties fondées sur les pertes sectorielles (industry loss warranties).

Usage principale

Les obligations catastrophe et d'autres types d'ILS sont généralement créées pour fournir une couverture d'assurance ou de réassurance à divers acteurs, tels que les assureurs, les réassureurs, les gouvernements et les entreprises. Ces instruments permettent d'attirer des capitaux provenant de sources différentes de celles des réassureurs classiques, notamment des hedge funds et des fonds de pension. Les investisseurs apportent des capitaux garantis par des collatéraux, déposés sur un compte séparé dédié à la couverture des pertes en cas d'événement déclencheur. Ce système réduit considérablement le risque de crédit habituellement associé aux contrats d'assurance et de réassurance traditionnels (Swiss Re, 2012).

Avantages

- Accès immédiat aux fonds dès que l'événement déclencheur est confirmé.
- Faible exposition au risque de contrepartie, même en cas de catastrophe majeure, puisque les indemnisations sont entièrement garanties par des actifs collatéraux.
- Prévisibilité des coûts budgétaires pour l'émetteur d'obligations.

Limites

- Complexité du produit. Les instruments financiers sont déjà complexes par nature, et l'intégration de mécanismes de déclenchement liés aux risques de souscription en accroît encore la complexité.
- Coûts d'émission relativement élevés lorsque le volume d'émissions est limité. Les opérations portent généralement sur des montants compris entre environ 100 millions

- Possibilité de définir des mécanismes de déclenchement adaptés à des contextes spécifiques de risque de catastrophe.
- Diversification des sources de financement des risques de catastrophe, particulièrement utile lorsque la capacité de rétrocession est limitée ou que les cycles de tarification des marchés traditionnels de la réassurance sont complexes.
- Stabilité de la tarification sur plusieurs années, les obligations catastrophe étant généralement émises pour une durée de trois à cinq ans.
- Pour les investisseurs, possibilité de diversifier leur portefeuille grâce à une classe d'actifs dont les performances sont largement décorrélées des cycles des marchés financiers.

de dollars et 750 millions à 1 milliard de dollars (Swiss Re, 2012).

- Existence d'un risque de base (basis risk) lorsque les mécanismes de déclenchement ne correspondent pas parfaitement aux pertes effectivement subies.
- Les préférences des investisseurs peuvent ne pas correspondre aux mécanismes de déclenchement recherchés par les émetteurs.
- Les critères de déclenchement peuvent être difficiles à mesurer ou à vérifier.

Conditions préalables

- Existence de marchés de capitaux suffisamment développés pour permettre l'émission d'ILS.
- Présence d'investisseurs institutionnels en quête d'une diversification au-delà des risques traditionnels des marchés financiers.
- Structures de produits transparentes.
- Modèles de risques de catastrophe transparents, robustes et fiables.
- Mécanismes de déclenchement clairement définis.
- Cadre d'action publique favorable, comprenant notamment des incitations fiscales pour les investisseurs en ILS, ainsi qu'une réglementation autorisant les assureurs et les réassureurs à recourir à ces instruments afin d'optimiser leurs exigences en matière de capital.
- Rendements suffisamment attractifs pour les investisseurs.
- Crédibilité des marchés de capitaux, notamment au regard du cadre réglementaire, de la réputation des promoteurs et de la disponibilité de professionnels qualifiés, tels que les intermédiaires financiers, les agences de notation, les actuaires et les auditeurs.

4. Assurance agricole indemnitaire

Définition



L'assurance agricole indemnitaire offre une indemnisation des pertes directes liées à l'agriculture, telles que la chute des récoltes ou du cheptel. Ces pertes sont évaluées au moyen d'un processus de diagnostic des dommages. L'assuré peut être un exploitant agricole, un groupe d'agriculteurs ou un établissement de crédit agricole, et le risque de non-remboursement dépend des résultats agricoles.

Les principales formes d'assurance agricole indemnitaire actuellement utilisées sont les suivantes :

1

Assurance à risque unique : couvre un seul aléa ou risque (par exemple, la sécheresse).

2

Assurance combinée (multirisque par périls) : couvre une combinaison de plusieurs risques (deux ou davantage), la grêle constituant généralement la garantie de base. Dans certains pays, ce type d'assurance est également appelé « assurance multirisque ».

3

Assurance rendement : garantit un niveau de rendement fondé soit sur le rendement moyen régional, soit sur le rendement historique individuel, tout en couvrant les principaux risques susceptibles d'affecter la production (par exemple, la sécheresse). Dans certains pays, notamment aux États-Unis, cette catégorie est également appelée « assurance multirisque ».

4

Assurance recettes : combine, au sein d'un même produit, la couverture des risques liés au rendement et aux prix. Elle peut être spécifique à une culture ou couvrir l'ensemble de l'exploitation.

5

Assurance protection du revenu agricole : couvre les pertes de revenus futurs (par exemple, en cas de sécheresses futures) sur la base d'investissements dans des productions de long terme. Elle vise à réduire la dépendance à l'égard de l'aide publique en période de crise tout en renforçant la résilience économique des exploitations. Elle couvre les risques liés au rendement, aux prix et aux coûts de production. En règle générale, cette assurance couvre le revenu global de l'exploitation plutôt qu'une production spécifique.

6

Assurance de l'ensemble de l'exploitation : regroupe différentes garanties couvrant les diverses productions agricoles d'une même exploitation. Selon l'étendue des garanties, elle peut couvrir le rendement, les recettes ou le revenu de l'ensemble de l'exploitation (UE, 2008).

Usage principale

L'assurance agricole indemnitaire couvre les exploitants agricoles et les établissements de crédit contre la perte de récoltes ou de cheptel. Lorsqu'elle est souscrite par des organismes prêteurs, elle peut aussi renforcer leur capacité à accorder des crédits aux exploitants qui, sans assurance, représenteraient un risque élevé, en leur offrant des conditions plus avantageuses que pour les risques non assurés.

Avantages

- **Faible risque de base** : comparativement à l'assurance indiciaire, l'assurance indemnitaire présente un faible risque de base, les indemnités versées correspondant généralement aux pertes effectivement subies.
- **Besoins moindres en données** : la conception et la tarification des produits nécessitent moins de données que l'assurance indiciaire.
- **Procédures de vérification relativement transparentes** : les pertes sont constatées sur le terrain, généralement en présence des

Limites

- **Procédures d'évaluation lourdes** : chaque sinistre nécessite une expertise individuelle, ce qui complique et coûte cher le processus d'évaluation. Toutefois, les technologies modernes et accessibles permettent de réduire les délais d'évaluation et d'en maîtriser les coûts. Les outils numériques peuvent également fournir des informations complémentaires pour étayer les expertises réalisées sur le terrain.

exploitants assurés, même si une part de subjectivité demeure.

- **Indemnisation transparente** : les montants versés sont directement liés à l'ampleur des dommages et des pertes, ce qui facilite la compréhension et la communication des règlements.

➤ **Coûts d'expertise élevés** : la complexité des évaluations entraîne des coûts de gestion des sinistres élevés.

➤ **Risque élevé de sélection adverse et d'aléa moral** : les indemnisations reposent souvent sur des évaluations des rendements, susceptibles d'être manipulées. La sélection adverse, c'est-à-dire la souscription préférentielle par des exploitants à risque élevé de sinistre, est plus fréquente dans l'assurance indemnitaire que dans l'assurance indicielle. De même, le risque d'aléa moral, lorsque les comportements des assurés accroissent la probabilité d'un sinistre indemnisable, y est généralement plus élevé.

Conditions préalables

- **Disponibilité de données historiques sur les pertes, de données issues de la modélisation des pertes et de données d'exposition** : ces informations sont indispensables à la conception, à l'évaluation et à la tarification des produits d'assurance. L'assurance est particulièrement adaptée aux risques peu fréquents mais à forte conséquence. Les produits doivent toutefois être conçus de manière à ce que les risques les plus fréquents et de moindre ampleur demeurent à la charge des exploitants, qui sont encouragés à les réduire par des mesures de prévention.
- **Disponibilité d'experts spécialisés** : le développement de produits de qualité requiert l'intervention de spécialistes. L'équipe chargée de la conception doit pouvoir s'appuyer, en interne ou en externe, sur les compétences nécessaires, notamment celles d'agronomes, de modélisateurs, de souscripteurs et d'actuaire.
- **Canaux de distribution efficaces** : des circuits de distribution performants permettent de réduire les coûts administratifs liés à la souscription et au règlement des sinistres. L'assureur peut disposer de son propre réseau de distribution, par exemple une force de vente dédiée à la commercialisation d'assurances agricoles liées au crédit. La commercialisation du produit est généralement intégrée aux activités courantes des assurés.
- **Disponibilité de la réassurance** : les sinistres agricoles dépendent des conditions météorologiques et d'autres aléas naturels susceptibles d'affecter simultanément l'ensemble d'une région. Cette corrélation des pertes peut entraîner des indemnités importantes et accroître les exigences en capital des assureurs au regard de leur solvabilité. Les réassureurs sont en mesure d'absorber ces risques grâce à la

diversification géographique et temporelle de leurs portefeuilles. Une capacité de réassurance suffisante constitue donc une condition essentielle au développement de l'assurance agricole.

- **Cadre réglementaire favorable** : la réglementation peut soutenir l'assurance agricole de plusieurs manières, notamment : i) en prévoyant des exigences de solvabilité adaptées lorsque les caractéristiques des risques le justifient ; ii) en mettant en place des mécanismes rapides de règlement des litiges relatifs aux indemnisations ; iii) en développant les infrastructures de données et en coordonnant les investissements publics dans les systèmes d'information nécessaires à l'assurance.

5. Assurance agricole indicielle et paramétrique

Définition



L'assurance agricole paramétrique est une forme d'assurance qui prévoit le versement d'une indemnité à l'avance lorsqu'un paramètre d'observation ou un événement déclencheur prédéfini, lié à la perte, est constaté. Contrairement à une indemnisation directe des pertes agricoles (récoltes ou cheptel), cette assurance repose sur un déclencheur, comme une baisse du rendement moyen dans une zone spécifique (assurance indicielle basée sur le rendement régional) ou un indice fondé sur des paramètres météorologiques, des images satellitaires ou d'autres indicateurs. Lors de la conception de ces produits, il est important de distinguer clairement l'assurance paramétrique de l'assurance indicielle. Un produit d'assurance paramétrique utilise généralement un paramètre binaire, avec deux issues possibles (par exemple, décès ou maladie grave). Dans ce cas, l'indemnité intégrale est versée ou aucune indemnisation n'est accordée. En revanche, l'assurance indicielle s'appuie sur des paramètres susceptibles de varier, tels que la vitesse du vent ou les précipitations, ce qui permet une indemnisation progressive. Les paiements sont souvent proportionnels à l'écart entre la valeur observée et le seuil de déclenchement, dans la limite d'un plafond convenu. L'assuré peut être un exploitant agricole, un groupement de producteurs ou un établissement de crédit dont le risque dépend des résultats agricoles.

Les principales formes d'assurance agricole indicielle actuellement utilisées sont les suivantes :

1

Assurance indicielle fondée sur le rendement de zone : les indemnités sont calculées à partir de la diminution du rendement moyen observé dans une zone géographique déterminée, sans évaluer la production de chaque exploitant.

2

Assurance indicielle fondée sur les recettes de zone : les indemnités sont calculées à partir de la baisse de la valeur globale de la production, résultant de l'évolution conjointe des rendements moyens et des prix dans une zone donnée (UE, 2008), sans mesurer les rendements ni les prix individuellement.

3

Assurance indicielle indirecte : les indemnités reposent sur des indices de rendement ou de végétation établis à partir d'indices météorologiques, d'images satellitaires ou d'autres sources d'information (UE, 2008).

Usage principale

L'assurance agricole paramétrique offre une protection aux exploitants agricoles et aux établissements de crédit, en éliminant la subjectivité dans l'évaluation des pertes et en accélérant le traitement des sinistres. Lorsqu'elle est souscrite par des prêteurs, elle peut aussi encourager le financement d'exploitants autrement perçus comme insolvable, tout en leur offrant des conditions de crédit plus favorables.

Avantages

- **Faible risque d'aléa moral** : le montant de l'indemnisation étant indépendant des pertes effectivement subies, les exploitants agricoles sont incités à adopter des pratiques limitant les dommages, ce qui réduit ce risque.
- **Faible risque de sélection adverse** : les indemnisations étant fondées sur des données objectives et largement disponibles, plutôt que sur les pertes individuelles, le risque de sélection adverse est réduit.
- **Évaluation simplifiée des sinistres** : le paiement étant déclenché par un indice ou un paramètre prédéfini, les opérations d'expertise sur le terrain sont considérablement limitées.
- **Règlement rapide des sinistres** : l'absence d'évaluation individuelle des pertes permet de verser rapidement les indemnités dès que l'indice est observé.

Limites

- **Risque de base** : contrairement à l'assurance indemnitaire, l'assurance indiciaire comporte un risque de base (*basis risk*), c'est-à-dire le risque que l'indice déclencheur ne reflète pas fidèlement les pertes réellement subies. L'indemnisation peut ainsi être inférieure ou supérieure au préjudice effectif. Ce risque peut réduire la satisfaction des assurés et compromettre la pérennité des programmes d'assurance.
- **Risque lié au modèle** : en l'absence de modèles robustes, les estimations de la fréquence des pertes peuvent être erronées, entraînant une tarification inadéquate et une moindre adhésion des assurés.
- **Exigences importantes en matière de données** : la tarification et la définition des paramètres de déclenchement nécessitent d'importants volumes de données météorologiques et de données sur les rendements agricoles. Des données insuffisantes ou de mauvaise qualité peuvent compromettre la conception des produits.
- **Complexité** : les exploitants agricoles peuvent avoir des difficultés à comprendre le lien entre les paramètres de déclenchement, les pertes subies et les avantages de l'assurance indiciaire.
- **Coûts de développement élevés** : la conception de produits paramétriques requiert des spécialistes et des infrastructures de données performantes, ce qui en augmente les coûts.

Conditions préalables

- **Disponibilité de données météorologiques historiques et modélisées** : indispensables à la conception, à l'évaluation et à la tarification des produits. En leur absence, il n'est pas possible de développer un produit fiable.
- **Disponibilité d'experts spécialisés** : les produits performants sont généralement élaborés avec l'appui de spécialistes. L'équipe de développement doit disposer de compétences multidisciplinaires, notamment en agronomie, en modélisation statistique et en assurance.
- **Disponibilité de données historiques et modélisées sur les pertes** : en particulier pour l'assurance indicielle fondée sur le rendement de zone, ces données sont essentielles pour déterminer les tarifs et les seuils de déclenchement.
- **Disponibilité de données en temps réel sur les aléas** : des données actualisées sont nécessaires pour garantir un versement rapide des indemnités et préserver la confiance des assurés.
- **Capacités de conception des produits** : l'assureur doit disposer, en interne ou par l'intermédiaire de prestataires spécialisés, de compétences suffisantes pour développer des produits de haute qualité.
- **Cadre réglementaire et de supervision favorable** : la réglementation peut soutenir l'assurance agricole indicielle notamment :
 - en prévoyant des exigences prudentielles adaptées à la faible durée des engagements si la réglementation existante ne le prévoit pas déjà ;
 - en reconnaissant juridiquement l'assurance indicielle, qui pourrait autrement être assimilée à un produit dérivé ;
 - en mettant en place une infrastructure de données et en coordonnant les investissements publics dans les systèmes d'information ;
 - en instaurant un dispositif de supervision accordant une attention particulière à la sensibilisation des agriculteurs aux produits paramétriques.
- **Canaux de distribution efficaces** : des réseaux de distribution adaptés permettent de limiter les coûts administratifs liés à la souscription et au règlement des sinistres.
- **Disponibilité de la réassurance** : l'assurance indicielle vise généralement à couvrir des risques corrélés susceptibles d'affecter simultanément un pays ou une région entière ; les assureurs doivent donc disposer d'une capacité de réassurance suffisante.
- **Infrastructure météorologique** : un réseau suffisant de stations météorologiques sécurisées contre toute manipulation, complété par des systèmes d'observation satellitaire, est indispensable pour produire des données régulières et fiables.
- **Données sur la mortalité animale** : pour l'assurance indicielle fondée sur la mortalité du bétail, des séries historiques de données relatives aux taux de mortalité, incluant les effectifs exposés et les décès par espèce, par période et par zone géographique, sont nécessaires.

6. Assurance paramétrique souveraine

Définition



À l'instar de toute assurance paramétrique, l'assurance paramétrique souveraine prévoit à l'avance le versement d'une indemnité lorsqu'un paramètre d'observation ou un événement déclencheur lié aux pertes est détecté, plutôt que de couvrir les pertes effectivement subies. Elle peut être souscrite par le gouvernement d'un pays souverain et repose sur les principes traditionnels de l'assurance, avec le paiement d'une prime en échange de la couverture des risques. Les paramètres déclencheurs peuvent correspondre à des niveaux prédéfinis d'intensité des aléas naturels dans une zone spécifique, tels que le niveau de précipitations, la vitesse du vent ou l'intensité sismique mesurée sur l'échelle de Richter, et évalués par un organisme indépendant. Les indemnités peuvent être linéaires, augmentant progressivement lorsque la valeur observée dépasse le seuil de déclenchement, ou catégorielles, versant un montant forfaitaire dès que le seuil est franchi.

Usage principale

L'assurance paramétrique souveraine sécurise la situation financière d'un État en limitant la subjectivité dans l'évaluation des pertes et en accélérant le règlement des sinistres. Elle contribue également à réduire les tensions budgétaires liées aux catastrophes, ce qui favorise une stabilité accrue des dépenses publiques. Ce type de couverture est idéal pour les événements rares mais de forte intensité.

Avantages

- **Soutien budgétaire** : l'assurance souveraine permet d'éviter des réaffectations budgétaires après une catastrophe, susceptibles de compromettre les objectifs de développement du gouvernement.
- **Évaluation simplifiée des pertes** : les indemnités étant déclenchées par un paramètre prédéfini, les opérations d'évaluation des dommages sont fortement réduites et l'objectivité du processus est renforcée.
- **Règlement rapide des sinistres** : en l'absence d'évaluation individuelle des pertes, les indemnités peuvent être versées très rapidement, généralement dans un délai de deux à trois semaines après l'événement.
- **Faibles coûts de fonctionnement** : les coûts opérationnels sont inférieurs à ceux des

Limites

- **Risque de base** : comme toute assurance indicielle, l'assurance paramétrique comporte un risque de base (*basis risk*), c'est-à-dire le risque que le paramètre déclencheur ne reflète pas fidèlement les pertes effectivement subies. Les indemnités versées peuvent ainsi être inférieures ou supérieures aux dommages effectivement constatés.
- **Risque lié au modèle** : en l'absence de modèles robustes, les estimations des fréquences d'occurrence des événements peuvent être erronées, entraînant une tarification inadaptée et affectant la satisfaction des assurés ainsi que le recours à ce type d'assurance.
- **Coûts de mise en place élevés** : malgré des coûts de fonctionnement relativement faibles, l'assurance indicielle peut

produits d'assurance traditionnels en raison de la simplicité des procédures de souscription et de règlement des sinistres, de l'absence de classification des assurés selon leur niveau de risque et de la réduction des asymétries d'information.

- **Faible risque d'aléa moral** : le montant de l'indemnisation étant indépendant des pertes effectivement subies, les gouvernements sont incités à mettre en œuvre des mesures visant à réduire les dommages, ce qui en limite le risque.

nécessiter des investissements initiaux importants, notamment lorsque les données météorologiques et les compétences techniques requises sont limitées. La capacité d'un pays à souscrire une assurance paramétrique dépend en partie de la disponibilité d'infrastructures adéquates, telles qu'un inventaire des actifs, des données météorologiques, des cartes des aléas, des données d'exposition, des analyses de vulnérabilité, des données historiques sur les catastrophes et des modèles de risque de catastrophe.

- **Exigences importantes en matière de données** : la tarification et la définition des paramètres de déclenchement nécessitent des volumes importants de données, notamment sur les actifs exposés (y compris les actifs publics), les aléas passés et modélisés, ainsi que sur les données météorologiques. L'absence de données fiables peut conduire à des décisions inappropriées en matière de tarification et de conception des produits.

Conditions préalables

- **Compréhension des risques de catastrophe** : l'assurance paramétrique souveraine est particulièrement adaptée aux événements de très faible fréquence et d'intensité élevée.
- **Infrastructure de données** : des données météorologiques et sismologiques sont nécessaires aux différentes étapes de la conception, de l'évaluation, de la tarification et de la mise en œuvre des produits. Ces données doivent pouvoir être vérifiées de manière indépendante à l'aide de différentes sources. Par exemple, les images satellitaires peuvent compléter les observations des stations météorologiques pour estimer les précipitations. L'absence de telles données peut compromettre le développement d'un produit adapté.

- **Disponibilité d'experts spécialisés** : les produits de qualité sont généralement élaborés avec l'appui de spécialistes. L'équipe de développement doit disposer de compétences multidisciplinaires ainsi que de l'expérience nécessaire. Dans de nombreux cas, la participation de sociétés de réassurance intéressées par la couverture est également requise afin de fournir leur expertise technique.
- **Disponibilité de données historiques et modélisées sur les pertes** : indispensables à la tarification du produit et à la définition des paramètres de déclenchement. Des données insuffisantes ou inadaptées peuvent entraîner des lacunes de couverture ou d'autres problèmes majeurs de conception.
- **Disponibilité de données en temps réel sur les aléas** : sans données actualisées, il est difficile de déterminer rapidement le montant des indemnisations à verser.
- **Fréquence et fiabilité de la collecte des données** : les stations météorologiques et les infrastructures d'observation satellitaire doivent fournir des données régulières, précises et hautement sécurisées contre toute manipulation. Cette infrastructure est essentielle pour déterminer si les seuils de déclenchement ont été atteints dans une zone donnée.

7. Pool d'assurance

Définition



Un pool d'assurance est un mécanisme collectif où plusieurs membres, souvent des assureurs directs, mutualisent leurs ressources financières pour couvrir des risques, des responsabilités ou des expositions. Il peut comporter divers niveaux de couverture, tels que l'assurance de base, une assurance complémentaire en cas de sinistre et des franchises différentes pour chaque membre.

Usage principale

Un pool d'assurance renforce les capacités à plusieurs niveaux : il développe l'offre d'assurance pour les branches à risque élevé, facilite la souscription collective de risques importants, renforce les compétences techniques pour créer des produits d'assurance complexes, soutient l'évaluation des sinistres par la collecte d'informations et de conseils spécialisés, améliore la stabilité des résultats de souscription et réduit l'impact des risques individuels majeurs.

Avantages

La conception d'un pool d'assurance devrait prendre en compte les éléments suivants (ADB 2019) :

- **Conception des produits** : la conception des produits et l'appui continu sont plus efficaces lorsqu'un organisme centralisé

Limites

- **Diversification limitée** : les pools d'assurance contre les catastrophes ou les risques agricoles sont exposés à un risque de corrélation élevé, lié à une faible diversification, ce qui peut compromettre leur solvabilité.

assure la collecte et la gestion des informations.

- **Collecte d'informations** : en tant que référentiel de données sur les sinistres, le pool permet d'effectuer des analyses plus approfondies.
- **Effet de levier** : grâce à son pouvoir de négociation collective, le pool peut obtenir, au bénéfice de ses membres, des conditions plus avantageuses en matière de primes et de franchises.
- **Personnalisation** : l'ampleur des services proposés aux membres, notamment en matière de maîtrise des risques, de gestion des sinistres et de formation, permet de répondre à des besoins spécifiques.
- **Innovation** : un pool favorise le développement de produits d'assurance innovants et de nouvelles formes de couverture, notamment grâce au recours à des technologies efficaces et peu coûteuses pour les produits indemnitaires et les assurances indicielles fondées sur les rendements de zone.
- **Souplesse** : permet de répondre aux besoins spécifiques des assureurs grâce à des franchises variables, à des niveaux de rétention variés et à des garanties spécifiques.
- **Politique de subvention** : le pool peut fournir des données utiles à l'élaboration des politiques de subvention des primes, lesquelles devraient, en principe, être limitées au coût de la couverture des risques systémiques.

- **Coûts de gestion** : l'administration d'un pool entraîne des coûts directs (secrétariat, rémunération du personnel, systèmes d'information) ainsi que des coûts indirects (mobilisation des autorités de régulation et d'autres administrations publiques).
- **Lenteur du processus décisionnel** : les décisions ayant une incidence sur l'ensemble des membres reposent sur un processus de concertation collective, contrairement aux assureurs individuels, qui peuvent prendre des décisions commerciales plus rapidement.

- **Crédibilité** : en associant les principales parties prenantes du secteur public, notamment les autorités de régulation et les administrations concernées, les membres renforcent la crédibilité du dispositif.
- **Stabilité tarifaire** : le pool peut constituer une première couche de capital destinée à absorber les pertes initiales, réduisant ainsi le recours à la réassurance et favorisant une stabilité tarifaire accrue.
- **Réassurance** : les économies d'échelle facilitent l'acquisition d'une couverture de réassurance à des conditions plus compétitives.

Conditions préalables

- **Réassurance** : les pools couvrant les risques agricoles ou de catastrophe sont fortement exposés à des risques corrélés. Des dispositifs de réassurance appropriés sont indispensables pour préserver leur solvabilité.
- **Cadre réglementaire** : les pools d'assurance impliquent de nombreuses parties prenantes et couvrent des risques collectifs importants. Afin de prévenir les conflits, il est nécessaire de disposer d'un cadre réglementaire qui définisse clairement les droits et obligations de chaque acteur.
- **Experts spécialisés** : la gestion des risques et des données du pool requiert l'intervention de spécialistes ayant une connaissance approfondie des risques couverts ainsi que des dispositifs de réassurance associés.
- **Stratégie à moyen et à long terme** : les pools étant généralement créés pour répondre à un besoin du marché à moyen terme (3 à 5 ans) et à long terme (5 à 10 ans), une stratégie clairement définie est nécessaire afin d'en anticiper l'évolution. Cette stratégie peut notamment prévoir la dissolution du pool une fois certains objectifs de performance atteints.
- **Systèmes d'information** : des systèmes d'information performants sont indispensables pour assurer l'enregistrement des données, la gestion des coûts de distribution, le règlement des sinistres et le suivi de la solvabilité du dispositif.

Remarques

1. <https://www.imf.org/en/-/media/files/publications/books/2025/english/cpimaea.pdf>
2. À moins d'indication contraire, tous les montants en dollars sont exprimés en dollars américains.
3. Le facteur est de 2,26. Voir Cardona et al. (2023) pour plus de détails.
4. "WTW Launches Asia's First 4-Peril Parametric Insurance Solution to Unlock Financing for Aquaculture Development," Press Release, July 2023, <https://www.wtwco.com/en-ph/news/2023/07/wtw-launches-asias-first-4-peril-parametric-insurance-solution-to-unlock-financing-for-aquaculture>
5. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (UNESCAP), Disaster Risk Transfer Mechanisms: Issues and Considerations for the Asia-Pacific Region (Bangkok: UNESCAP, 2017).
6. World Bank, Disaster Risk Financing and Insurance Case Study – National Agricultural Insurance Scheme in India (Washington, DC: World Bank, 2011), https://www.farm-d.org/app/uploads/2019/05/DRFI_India_mNAIS_Jan11
7. Daniel J. Clarke, Olivier Mahul, Kolli N. Rao, and Niraj Verma, Weather-Based Crop Insurance in India, Policy Research Working Paper 5985 (Washington, DC: World Bank, 2012), <https://documents1.worldbank.org/curated/en/693741468269445619/pdf/WPS5985.pdf>
8. ICICI Foundation for Inclusive Growth, "Financial Inclusion," ICICI Foundation. <https://www.icici.bank.in/ms/icici-esg/foundation-for-inclusive-growth.html>
9. Government of India, "PM Fasal Bima Yojana," MyGov.in, 2020, <https://www.mygov.in/campaigns/pmfby>
10. Sandeep Kaur, Hem Raj, Harpreet Singh, and Vijay Kumar Chattu, "Crop Insurance Policies in India: An Empirical Analysis of Pradhan Mantri Fasal Bima Yojana," Risks 9, no. 11 (2021): 191, <https://doi.org/10.3390/risks9110191>
11. Department of Finance, Republic of the Philippines, Department of Finance Publications (Manila: Government of the Philippines, 2023).
12. World Bank, "Case Study: The Philippines—Transferring the Cost of Severe Natural Disasters to Capital Markets." (Washington, DC: World Bank, n.d.).
13. United Nations Development Programme (UNDP), Mexico: Country Case Study Report – How Law and Regulation Support Disaster Risk Reduction (June 2014) and World Bank, FONDEN: Mexico's Natural Disaster Fund – A Review (Washington, DC: World Bank, 2012).
14. The World Bank, A Case Study of Insuring Against Natural Disaster Risk in Mexico (Washington, DC: The World Bank, 2015), <https://documents1.worldbank.org/curated/en/170311468056076924/pdf/81172-REVISED-Mexico-MultiCatBond-2015.pdf>.

15. World Bank, Disaster Risk Financing and Insurance Case Study – Mexico MultiCat Bond (Washington, DC: World Bank, 2013), <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16191>.
16. World Bank, Mexico Agriculture Insurance Market Review (Washington, DC: World Bank, 2013), <https://documents1.worldbank.org/curated/pt/124521468287160777/pdf/881000BRI0P1300urance04Pager0Cadena.pdf>.
17. World Bank, Quantifying Contingent Liabilities Associated with Natural Disasters (Washington, DC: World Bank, 2013), <https://documents1.worldbank.org/curated/en/672271467997574054/pdf/97977-BRI-Box391499B-PUBLIC-Short-Note-1-Risk-Assessment-04Nov2013.pdf>.
18. World Bank, Disaster Risk Financing and Insurance Case Study – Turkish Catastrophe Insurance Pool (Washington, DC: World Bank, n.d.), <https://www.gfdr.org/drfi>.
19. Taiwan Residential Earthquake Insurance Fund (TREIF), “About TREIF,” <https://www.treif.org.tw/>
20. 20 Caribbean Catastrophe Risk Insurance Facility (CCRIF SPC), Annual Report 2022–2023 (2023), https://www.ccrif.org/sites/default/files/publications/annualreports/CCRIFSPC-Annual-Report-2022-2023_lowres.pdf
21. World Bank, Product Note on IDA Catastrophe Deferred Drawdown Option (Cat-DDO) (Washington, DC: World Bank, 2018), <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/563361507314948638-0340022017/original/productnotecatddoidaenglish2018.pdf>.
22. Asian Development Bank (ADB), “Funds and Resources – Asia Pacific Disaster Response Fund,” Asian Development Bank, <https://www.adb.org/what-we-do/funds/asia-pacific-disaster-response-fund-apdrf>.
23. NDC Partnership, “Asia Pacific Disaster Response Fund,” Knowledge Portal, <https://ndcpartnership.org/knowledge-portal/climate-funds-explorer/asia-pacific-disaster-response-fund-apdrf>.
24. African Risk Capacity (ARC), “About ARC,” <https://www.arc.int/about>.
25. World Bank, Pacific Catastrophe Risk Assessment and Financing Initiative (PCRAFI): Catastrophe Risk Assessment Methodology (Washington, DC: World Bank, 2013), <https://reliefweb.int/report/world/pacific-catastrophe-risk-assessment-and-financing-initiative-pcrafi-risk-assessment>.
26. Guido Collich, Raúl Rosillo, José Martínez, David J. Wald, and Juan J. Durante, “Financial Risk Innovation: Development of Earthquake Parametric Triggers for Contingent Credit Instruments,” in Natural Disasters and Climate Change, ed. Juan Durante and Raúl Rosillo (Cham: Springer, 2020), 1–15, https://doi.org/10.1007/978-3-030-43708-4_1

27. World Bank and World Health Organization (WHO), Pandemic Emergency Financing Facility (PEF) Framework Report (2022),
<https://thedocs.worldbank.org/en/doc/24dce6fdf04a1313a07f7c24f539f4c7-0240012017/pandemic-emergency-financing-facility-pef-framework.pdf>.
28. Global Environment Facility (GEF), "Regional – Southeastern Europe and Caucasus Catastrophe Risk Insurance Facility (CRIF)," (2012), <https://www.thegef.org/newsroom/news/regional-southeastern-europe-and-caucasus-catastrophe-risk-insurance-facility-crif>.
29. World Bank, "Southeast Europe and Caucasus Catastrophe Risk Insurance Facility (Serbia and Macedonia)," (2024), [https:// projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P110910](https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P110910).
30. World Bank, "Global Index Insurance Facility – Overview," (2024),
<https://www.indexinsuranceforum.org/overview>. InsuResilience Global Partnership, "The Global Index Insurance Facility (GIIF) – InsuResilience Global Partnership," (2017),
<https://www.insuresilience.org/>.
31. <https://www.insuresilience.org/>.
32. World Bank, "Southeast Asia Disaster Risk Insurance Facility (SEADRIF): Technical Briefing for Japanese Insurance Industry," (2019),
<https://www.worldbank.org/en/news/feature/2019/01/17/southeast-asia-disaster-risk-insurance-facility-seadrif-technical-briefing-for-japanese-insurance-industry-drmhubtokyo>.
33. World Bank, Project Information Document: Southeast Asia Disaster Risk Insurance Facility (SEADRIF) – Strengthening Financial Resilience in Southeast Asia (2019),
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/772221601306153071/pdf/Project-Information-Documents-Southeast-Asia-Disaster-Risk-Insurance-Facility-SEADRIF-Strengthening-Financial-Resilience-in-Southeast-Asia-P170913.pdf>
34. United Nations Central Emergency Response Fund (CERF), "UN Central Emergency Response Fund," <https://cerf.un.org/>
35. United Nations, Annual Report of the Central Emergency Response Fund (CERF) (2022),
https://cerf.un.org/sites/default/files/resources/CERF_ARR_2022_20230904.pdf

Références

1. Albala-Bertrand, J. M. 1993. Political Economy of Large Natural Disasters: With Special Reference to Developing Countries. Oxford: Oxford University Press.
2. Alfieri, L., Campo, L., Gabellani, S., Ghizzoni, T., Herold, C., Libertino, A., Trasforini, E., & Rudari, R. (2023). The GIRI Global Flood Hazard Model. CIMA Research Foundation & UNEP/GRID Geneva.
3. Applied Technology Council (ATC). (1985). ATC-13: Earthquake damage evaluation data for California. Redwood City, CA: Applied Technology Council. Retrieved from <https://www.atcouncil.org/pdfs/atc13.pdf>
4. Applied Technology Council. (2002). ATC-13-1: Commentary on the use of ATC-13 earthquake damage evaluation data for probable maximum loss studies of California buildings. Redwood City, CA: Applied Technology Council. Retrieved from <https://www.atcouncil.org/pdfs/ATC13-1toc.pdf>
5. Artemis. 2025. "Madagascar & Morocco Get World Bank Catastrophe Deferred Drawdown Options." <https://www.artemis.bm/news/madagascar-morocco-get-world-bank-catastrophe-deferred-drawdown-options/>.
6. Asian Development Bank. (2019). Financing disaster risk reduction in Asia and the Pacific: A guide for policy-makers. Manila: Asian Development Bank
7. Asian Disaster Reduction Center (ADRC). n.d. "Mauritius: Country Information." Accessed May 14, 2024. <https://www.adrc.asia/nationinformation.php?NationCode=524&Lang=en>.
8. BBC News. 2013. "Deadly Floods Hit Mauritius Capital Port Louis." March 31, 2013. <https://www.bbc.com/news/world-africa-21989070>.
9. BBC News. 2024. "Cyclone Belal: Mauritius Assesses Damage after Flash Flooding." January 16, 2024. <https://www.bbc.com/news/world-africa-67990946>.
10. Benson, C. 1997a. The Economic Impact of Natural Disasters in the Philippines (Working Paper 99). <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7026.pdf>.
11. Benson, C. 1997b. The Economic Impact of Natural Disasters in Vietnam (Working Paper 98). <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/7024.pdf>.
12. Bernal, G. (2014). CAPRA Team TCHM. Tropical Cyclones Hazard Modeler. Part of the CAPRA Team Software Suite for natural hazards and risk assessment.
13. Bova, Elva, Marta Ruiz-Arranz, Frederik Toscani, and Huiting Woo. 2016. "The Fiscal Cost of Contingent Liabilities: A New Dataset." IMF Working Paper 16/14. Washington, DC: International Monetary Fund. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2016/wp1614.pdf>.
14. Bündnis Entwicklung Hilft. 2023. World Risk Report 2023. Accessed August 22, 2024. <https://repository.gheli.harvard.edu/repository/10930/>.
15. Cardona, O. D., Ordaz, M., Salgado-Gálvez, M. A., Bernal, G. A., Singh, S. K., & Zuloaga-Rodríguez, M. (2014). Global risk assessment: A fully probabilistic seismic and tropical cyclone wind risk assessment. International Journal of Disaster Risk Reduction, 10(A), 461–476. <https://org/10.1016/j.ijdr.2014.04.002>

16. Cardona, O.D., Marulanda, M.C., Marulanda, P.M., Bernal, G.A., Carreño, M.L., Villegas, C.P., Molina, J.F., Herrera, S.A., Rincón, D.F., Grajales, S., Gonzalez, D., Maskrey, A. (2023). Measuring Infrastructure Disaster Risk Resilience at the Global Level, Background Report, INGENIAR: Risk Intelligence for the CDRI Flagship Report.
17. Climate Model Intercomparison Project (CMIP6). 2023a. Climate Model Intercomparison Project – Version 6 (CMIP6). Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). Available at: <https://www.isimip.org/gettingstarted/isimip3b-bias-adjustment/>.
18. Climate Model Intercomparison Project (CMIP6). 2023b. ISIMIP3b Bias Adjustment – Input Data Information. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). Available at: <https://www.isimip.org/gettingstarted/isimip3b-bias-adjustment/>.
19. Climate Model Intercomparison Project (CMIP6). 2023c. ISIMIP3b Bias Adjustment – Input Data and Details. Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). Available at: <https://www.isimip.org/gettingstarted/isimip3b-bias-adjustment/>.
20. CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters). n.d. "EM-DAT – The International Disaster Database." Accessed May 16, 2024. <https://www.emdat.be/>.
21. Croissant, Y., & Millo, G. (2008). Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of Statistical Software*, 27(2), 1–43. <https://doi.org/10.18637/jss.v027.i02>
22. DesInventar. n.d. "DesInventar – Mauritius Profile." Accessed August 22, 2024. <https://www.desinventar.net/DesInventar/profiletab.jsp?countrycode=mus&continue=y>.
23. Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). (2003). *Handbook for Estimating the Socio-economic and Environmental Effects of Disasters*. Santiago, Chile: ECLAC.
24. European Commission. (2008). *Agricultural Insurance Schemes: Study on the feasibility and design of agricultural insurance schemes covering multiple risks*. Directorate-General for Agriculture and Rural Development.
25. European Commission, Joint Research Centre. 2023. "Global Human Settlements Layer (GHSL) – Population Data." Accessed [date]. https://human-settlement.emergency.copernicus.eu/ghs_pop.php.
26. FasterCapital. 2025. "Flood Maps and Their Role in Determining Insurance Requirements." <https://fastercapital.com/content/Flood-Maps-and-Their-Role-in-Determining-Insurance-Requirements.html#The-Importance-of-Flood-Maps-in-Determining-Insurance-Rates.p>
27. Ghesquière, F., and O. Mahul. 2010. "Financial Protection of the State against Natural Disasters: A Primer." Policy Research Working Paper 5429. Washington, DC: World Bank.
28. Grossi, P., and H. Kunreuther. 2005. *Catastrophe Modeling: A New Approach to Managing Risk*. New York: Springer.
29. Guha-Sapir, Debarati, Richard Below, and Philippe Hoyois. 2016. *Annual Disaster Statistical Review: The Numbers and Trends*. Brussels: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). https://www.emdat.be/sites/default/files/adsr_2016.pdf.

30. IDEA (Instituto de Estudios Ambientales). 2005. System of Indicators for Disaster Risk Management: Program for Latin America and the Caribbean. Main Technical Report. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
31. Inter-American Development Bank (IDB). 2017. Annual Report 2016: The Year in Review. Washington, DC: IDB Publications. <https://doi.org/10.18235/0005895>.
32. International Bank for Reconstruction and Development and The World Bank. 2019. Assessing and Managing Credit Risk from Contingent Liabilities: A Focus on Government Guarantees. Washington, DC: World Bank.
33. International Monetary Fund (IMF). 2016. Analyzing and Managing Fiscal Risks: Best Practices. Washington, DC: International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9781498345668.007.A001>.
34. International Monetary Fund (IMF). 2023. Fiscal Impacts of Climate Disasters in Emerging Markets and Developing Economies (WP/23/408). Washington, DC: IMF. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/12/15/Fiscal-Impacts-of-Climate-Disasters-in-Emerging-Markets-and-Developing-Economies-542408>.
35. International Monetary Fund (IMF). 2024a. Mauritius: 2024 Article IV Consultation – Staff Report, Statistical Appendix. IMF Country Report No. 24/34. Washington, DC: IMF.
36. International Monetary Fund (IMF). 2024b. World Economic Outlook Database. Washington, DC: International Monetary Fund.
37. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, et al., Eds.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
38. International Renewable Energy Agency (IRENA). 2023. Renewable Power Generation Costs in 2023. Abu Dhabi: IRENA.
39. Ministry of Finance, Mauritius. 2017. External Enacted Budget – Appendix: Special Funds. <https://www.cabri-sbo.org/en/documents/appendix-d-special-and-other-extra-budgetary-funds>.
40. Ministry of Finance, Economic Planning and Development (Mauritius). 2020. External Enacted Budget – Appendix: Special and Other Extra-Budgetary Funds. <https://www.cabri-sbo.org/en/documents/appendix-c-special-and-other-extra-budgetary-funds>.
41. Ministry of Finance, Mauritius. 2024. External Enacted Budget – Appendix C: Special Funds. https://nationalbudget2024.govmu.org/documents/2024_25_AppendixC.pdf.
42. Ministry of Finance, Economic Planning and Development (Mauritius). n.d. "National Budget 2024–2025: Expenditure." <https://nationalbudget2024.govmu.org/expenditure.html>.
43. Ministry of Local Government and Disaster Risk Management. n.d. "Ministry of Local Government and Disaster Risk Management – Mauritius." Accessed August 22, 2024. <https://localgovernment.govmu.org/SitePages/Index.aspx>.

44. Nadim, F., Palau, R. M., Paulsen, E., & Storrøsten, E. (2023). A new model for global landslide susceptibility assessment and scenario-based hazard assessment. Norwegian Geotechnical Institute (NGI) / Global Infrastructure Risk Model and Resilience Index (GIRI).
45. Nicolas, Cécile, Jun Rentschler, Alexander Potter van Loon, Stephen Oguah, Andrew Schweikert, Michael Deinert, Edward Koks, Christopher Arderne, Diego Cubas, Jing Li, and Eri Ichikawa. 2019. "Stronger Power: Improving Power Sector Resilience to Natural Hazards." Sector note for Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Washington, DC: World Bank.
46. Noy, I. (2016). A global comprehensive measure of the impact of natural hazards and disasters. *Global Policy*, 7(1), 56-65. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.12272>
47. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2019. *Fiscal Resilience to Natural Disasters: Lessons from Country Experiences*. Paris: OECD Publishing.
48. Ordaz, M. 2000. *Metodología para la evaluación del riesgo sísmico enfocada a la gerencia de seguros por terremoto*. Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Mexico City.
49. Polackova, H. 1999. "Pasivos contingentes del Estado: Un riesgo fiscal oculto." *Finanzas y Desarrollo* 36 (1): 46–49. Washington, DC: International Monetary Fund (IMF).
50. PreventionWeb. 2021. "Mauritius: National Disaster Risk Reduction and Management Strategic Framework 2020–2030." March 26, 2021. <https://www.preventionweb.net/publication/mauritius-national-disaster-risk-reduction-and-management-strategic-framework-2020-2030>.
51. Prime Minister Relief and Support Fund. n.d. "Prime Minister Relief and Support Fund – Mauritius." Accessed August 22, 2024. https://dha.govmu.org/Pages/Services/Prime_Minister_Relief_Fund.aspx.
52. ReliefWeb. 1994. "Mauritius – Cyclones Hollanda/Ivy Feb 1994 UN DHA Situation Reports 1–5." February 10, 1994. <https://reliefweb.int/report/mauritius/mauritius-cyclones-hollandaivy-feb-1994-un-dha-situation-reports-1-5>.
53. ReliefWeb. 2018. "Tropical Cyclone Berguita – Jan 2018." <https://reliefweb.int/disaster/tc-2018-000007-mus>.
54. Republic of Mauritius. 1973. *Finance and Audit Act (Act No. 38 of 1973)*. Legislation as of 30 June 2017. Accessed August X, 2025. <https://mauritiuslil.org/akn/mu/act/1973/38/eng@2017-06-30>.
55. Roa, D. 2010. *Desastres naturales y vulnerabilidad fiscal: Contingentes y riesgos ocultos para Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad Externado de Colombia.
56. Shore Africa. 2025. "How Tourism Is Shaping Mauritius's Economy." February 14, 2025. <https://shore.africa/2025/02/14/how-tourism-is-shaping-mauritius-economy/>.
57. Simpson, Alanna Leigh, Emma Philips, Simone Andrea Breunig Balog, Richard Murnane, Vivien Deparday, Stuart A. Fraser, Brenden Jongman, and Lisa Ferraro Parmelee. 2016. *Disaster Profile: Mauritius*. Washington, DC: World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/745951492576843300/Disaster-risk-profile-Mauritius>.

58. Statistics Mauritius. n.d. "Environment." Accessed August 22, 2024. https://statsmauritius.govmu.org/Pages/Statistics/By_Subject/Environment/SB_Environment.aspx.
59. Statistics Mauritius. n.d. "National Account Estimates." Retrieved September 12, 2024. https://statsmauritius.govmu.org/Pages/Statistics/By_Subject/National_Accounts/Arch-NA.aspx.
60. Swiss Re Capital Markets. (2012, September). What are insurance-linked securities (ILS), and why should they be considered? Presentation at the CANE Fall Meeting. Swiss Re.
61. Swiss Re Institute. 2024. "Resilience or Rebuild?" <https://www.swissre.com/dam/jcr%3A8b22bdc2-7330-4952-9c5c-95da8a6094be/swiss-re-institute-expertise-publication-climate-adaptation-resilience-rebuild.pdf>.
62. United Nations Development Programme (UNDP), European Union, and The World Bank. 2013. Post-Disaster Needs Assessment Guidelines, Volume A. Washington, DC: World Bank Publications.
63. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). 2015a. "UNISDR Working Papers on Public Investment Planning and Financing Strategy for Disaster Risk Reduction: Review of Mauritius." June 3, 2015. <https://www.undrr.org/publication/unisdr-working-papers-public-investment-planning-and-financing-strategy-disaster-risk-0>.
64. UNISDR. 2015b. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
65. UNISDR. 2017. The GAR Atlas: Unveiling Global Disaster Risk. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/gar-atlas-unveiling-global-disaster-risk>.
66. Wehrhahn, R. (2009). Introduction to reinsurance (Primer Series on Insurance, Issue 2). The World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/738101468151161154/pdf/625000NWP0Intr00Box0361486B0PUBLIC0.pdf>
67. Wikipedia, The Free Encyclopedia. n.d. "Cyclone Belal." July 2, 2025. Accessed August X, 2025. https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclone_Belal?utm.
68. World Bank. 2019. Lifelines: The Resilient Infrastructure Opportunity. Washington, DC: World Bank.
69. World Bank. 2023a. "Access to Electricity (% of Population)." <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS>.
70. World Bank. 2023b. World Development Indicators Database. Washington, DC: World Bank. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

Avertissement

La présente traduction a été réalisée avec le plus grand soin afin d'assurer la fidélité au document original. Toutefois, en raison de certaines contraintes techniques ou de mise en page, il est possible que des éléments figurant dans des tableaux, des images, des graphiques, des schémas ou d'autres références apparaissent encore en anglais. Ces occurrences constituent une limite identifiée de la présente version traduite.

En cas d'ambiguïté, de divergence d'interprétation ou de doute quant au contenu, il convient de se référer au document original en anglais, qui fait foi et constitue la version officielle et définitive.



Email: info@cdri.world

Telephone: +91 11 35059999

Website: www.cdri.world

 [@cdri_world](https://twitter.com/cdri_world)

 [@cdri.world](https://facebook.com/cdri.world)

 [@coalitionfordri](https://youtube.com/coalitionfordri)

 [@coalition-for-disaster-resilient-infrastructure](https://linkedin.com/company/coalition-for-disaster-resilient-infrastructure)