

PROFIL DE RISQUE DE CATASTROPHE

Madagascar



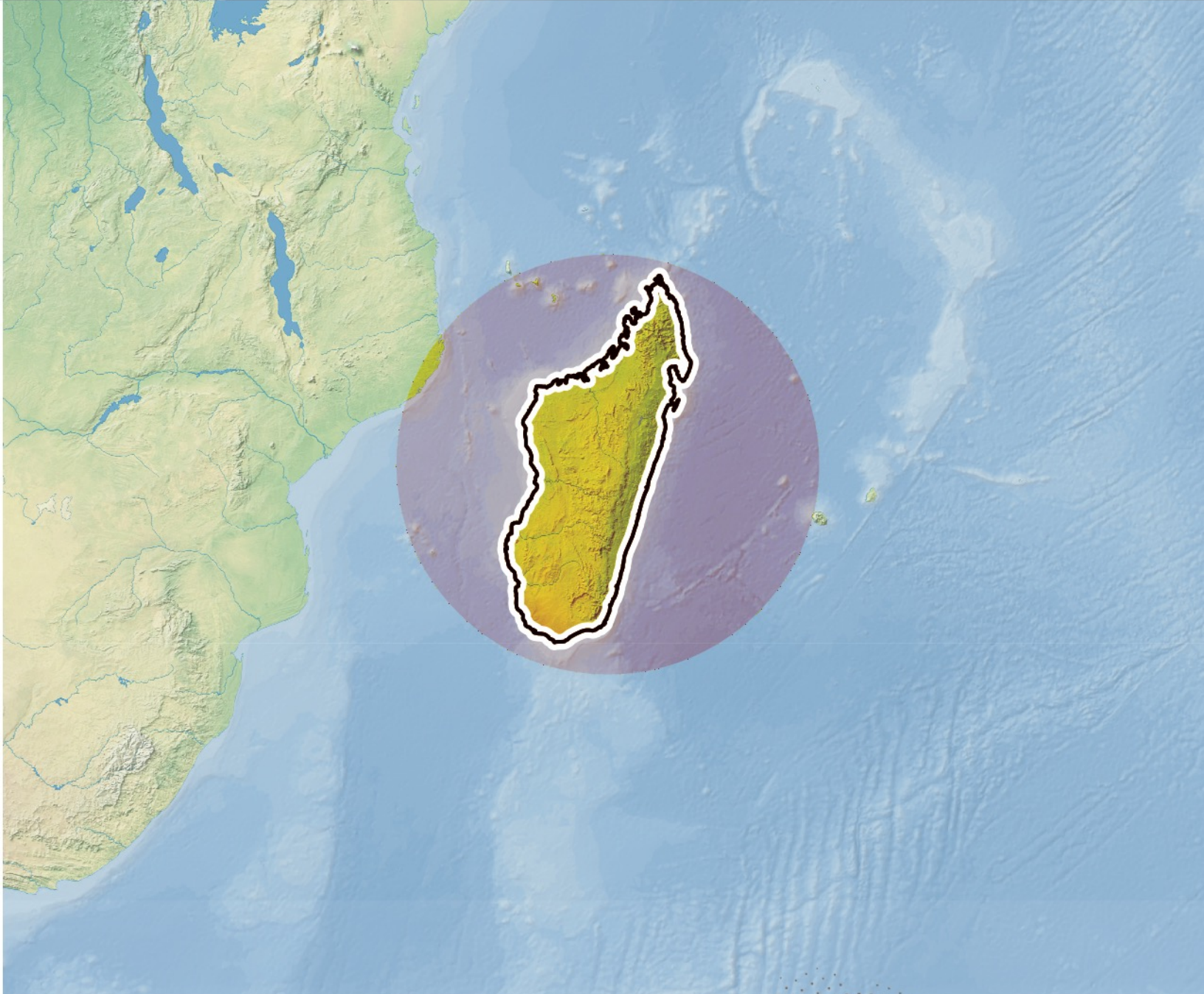
Séisme



Inondation



Cyclone tropical



**Initiative d'évaluation et de financement des risques
dans le sud-ouest de l'océan Indien**



Renforcer les capacités de
résilience face aux catastrophes
en Afrique subsaharienne



GRUPE DE LA BANQUE MONDIALE



GFDRR

Global Facility for Disaster Reduction and Recovery



Une initiative du Groupe des Etats d'Afrique, des Caraïbes
et du Pacifique financée par l'Union Européenne

©2016 Banque mondiale
Banque internationale pour la reconstruction et le
développement / Groupe de la Banque mondiale
1818 H Street, NW
Washington, D.C. 20433, États-Unis d'Amérique
Novembre 2016

L'élaboration des Profils de risques de catastrophes en Afrique bénéficie de financements ou cofinancements du Programme ACP-UE de prévention des risques liés aux catastrophes naturelles et le Programme ACP-UE de financement de la réduction des risques liés aux catastrophes en Afrique, administrés par la Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophes et le relèvement (GFDRR).

DÉNI DE RESPONSABILITÉ

Le présent document est le fruit des travaux du personnel du GFDRR, et repose sur les informations fournies par ses partenaires. Les observations, analyses et conclusions qu'il contient ne reflètent pas nécessairement les vues de toute organisation partenaire individuelle du GFDRR, y compris, par exemple, la Banque mondiale, ses Administrateurs, le Programme des Nations Unies pour le développement, l'Union européenne ou les pays qu'ils représentent. Tout en faisant raisonnablement tout son possible pour veiller à la justesse de toutes les informations présentées dans ce document, le GFDRR ne saurait en garantir l'exactitude ou l'intégrité. L'utilisateur se fonde sur les données ou informations issues du présent document à ses propres risques, et ni le GFDRR ni l'un quelconque de ses partenaires ne saurait en aucune hypothèse être tenu responsable de toute perte ou de tout dommage subi, de toute responsabilité mise en jeu ou de toute dépense engagée en conséquence de l'utilisation des données que contient le présent document. La Banque mondiale ne garantit pas l'exactitude des données présentées dans cette publication. Les frontières, les couleurs, les dénominations et toute autre information figurant sur les cartes du présent document n'impliquent de la part de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement qu'elle reconnaît ou accepte ces frontières. L'Union européenne n'est responsable d'aucune utilisation éventuelle des informations que contient le présent document.

DROITS ET LICENCES

Le contenu de cette publication fait l'objet d'un dépôt légal. La Banque mondiale encourage la diffusion de ses connaissances. La reproduction totale ou partielle du présent document à des fins non commerciales est dès lors autorisée, à condition que les droits de la Banque mondiale y afférents soient pleinement reconnus. Toute demande de renseignement sur les droits et licences, y compris les droits subsidiaires, est à adresser à : Office of the Publisher, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, D.C. 20433, États-Unis d'Amérique. Télécopie : 202-522-2422. Courriel : pubrights@worldbank.org.

Le projet SWIO RAFI

L'Initiative d'évaluation et de financement des risques dans le sud-ouest de l'océan Indien (SWIO RAFI) se fixe pour objectif d'être la solide base sur laquelle reposera la mise en œuvre du financement des risques de catastrophes. Pour ce faire, elle contribuera à renforcer les connaissances sur les risques de catastrophes auxquels sont exposés les États insulaires participant à l'initiative. Cette initiative est menée en partenariat avec les ministères des Finances, les bureaux nationaux de gestion des risques de catastrophes et les représentants du secteur de l'assurance des Comores, de Madagascar, de Maurice, des Seychelles et de Zanzibar, en coordination avec le projet ISLANDS de la Commission de l'océan Indien (COI), le Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes (UNISDR) et l'Agence française de développement (AFD). L'initiative SWIO RAFI soutient le Programme de protection financière des États insulaires (IFPP) du projet ISLANDS, qui reçoit également l'appui de l'Union européenne (UE), de l'UNISDR et de l'AFD. Les profils de risque de catastrophe en Afrique bénéficient du financement commun du Programme de prévention des risques de catastrophes naturelles du partenariat ACP-UE, financé par l'Union européenne, et du Programme de financement des risques de catastrophes en Afrique du partenariat ACP-UE, administré par la Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophes et le relèvement (GFDRR).

L'initiative SWIO-RAFI vient compléter les travaux de la COI pour réduire la vulnérabilité aux catastrophes naturelles, en application de la stratégie de Maurice pour la poursuite de la mise en œuvre du programme d'action pour le développement durable des petits États insulaires en développement (PEID) 2005-2015. De manière plus générale, cette initiative offre un soutien aux grands objectifs économiques et de développement social à long terme.

La modélisation des risques entreprise dans le cadre de l'initiative SWIO RAFI s'est axée sur trois phénomènes : les cyclones tropicaux, les inondations causées par les événements autres que les cyclones tropicaux et les séismes. Trois aléas associés aux cyclones tropicaux, vents, inondations intérieures et marées de tempête côtières, ont été inclus dans l'analyse des risques. Par ailleurs, dans le cadre de l'évaluation du risque sismique, des zones de risque de tsunami ont été recensées pour chaque pays.

L'initiative SWIO RAFI englobe la collecte de données existantes sur les aléas et les expositions, ainsi que la production de nouvelles données, qui ont servi à élaborer une évaluation de risque et des profils de risque pour les Comores, Madagascar, Maurice, les Seychelles et Zanzibar.

Les données sur les expositions comprennent des informations détaillées sur la construction des bâtiments pour diverses catégories : résidentielle, commerciale, industrielle, équipements publics (établissements scolaires et de formation et installations d'urgence par exemple) et infrastructures (routes, aéroports, ports et réseaux publics par exemple). Pour terminer, des informations sur les risques établies au moyen d'une combinaison de données sur les aléas, les expositions et la vulnérabilité sont fournies au niveau national et au niveau de plusieurs administrations pour chaque phénomène et pour tous les phénomènes combinés, ventilées par catégories d'occupation.

Outre les informations contenues dans les profils de risque, les données sur les aléas et les expositions et les résultats de l'analyse des risques seront rassemblés et stockés dans chaque pays sur des plateformes ouvertes d'informations géospatiales sur le risque, ou GeoNodes, et seront à la disposition de une multitude d'utilisateurs finaux. Les résultats seront disponibles sous forme de fichiers géospatiaux, de fichiers texte et de rapports définitifs détaillés, et pourront servir à la planification et à la mise en œuvre du développement sectoriel.



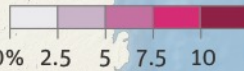
La présente analyse indique que Madagascar subit en moyenne chaque année plus de **100 millions de dollars** de pertes directes totales causées par les séismes, les inondations et les cyclones tropicaux. Un événement individuel tel qu'un **violent cyclone tropical** peut cependant causer **des pertes beaucoup plus importantes**. Les résultats indiquent par exemple qu'un cyclone tropical **centennal** pourrait occasionner des pertes directes de **810 millions de dollars** et nécessiter environ 190 millions de dollars de dépenses d'urgence.

Étant à l'origine de **85 %** des pertes annuelles moyennes dues aux trois phénomènes, les **cyclones tropicaux** sont de loin le **risque le plus important** mis en évidence par la présente étude. Viennent ensuite les inondations qui représentent près de 13 % des pertes.

Dans la présente analyse, le **secteur résidentiel** subit près de **75 %** des pertes combinées, le secteur commercial plus de 9 % et le secteur public plus de 8 %. La **région de Toamasina** est la **plus exposée**, et concentre près de 30 % des pertes annuelles moyennes causées par les trois phénomènes combinés. Outre les pertes directes, on estime la moyenne annuelle des **dépenses d'urgence** à près de **23 millions de dollars**.

Pertes directes dues à tous les phénomènes

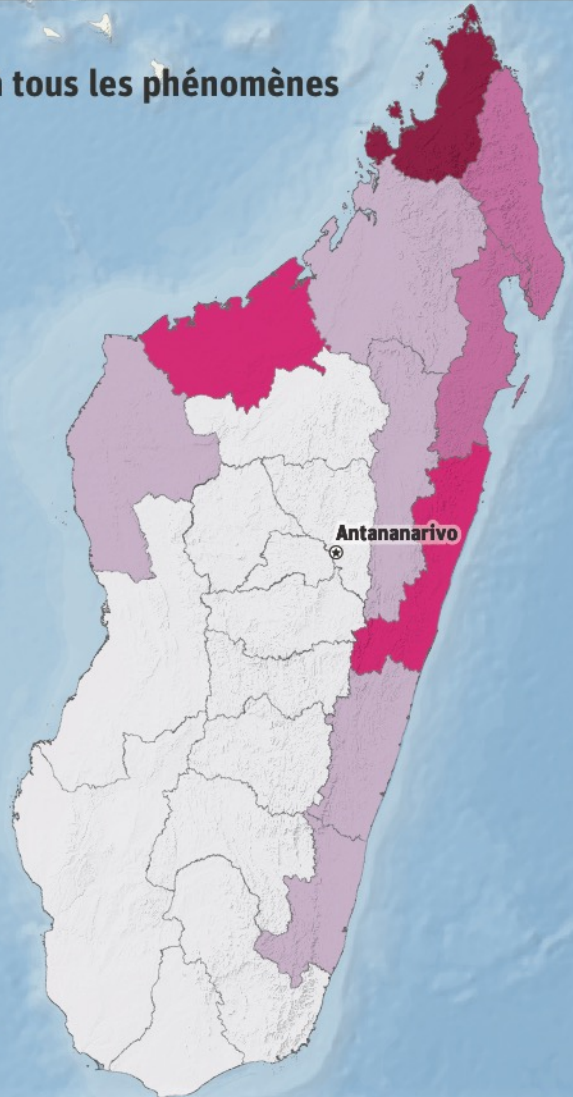
Pertes directes par aléa (%)



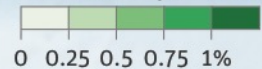
Faits essentiels

D'après la présente analyse :

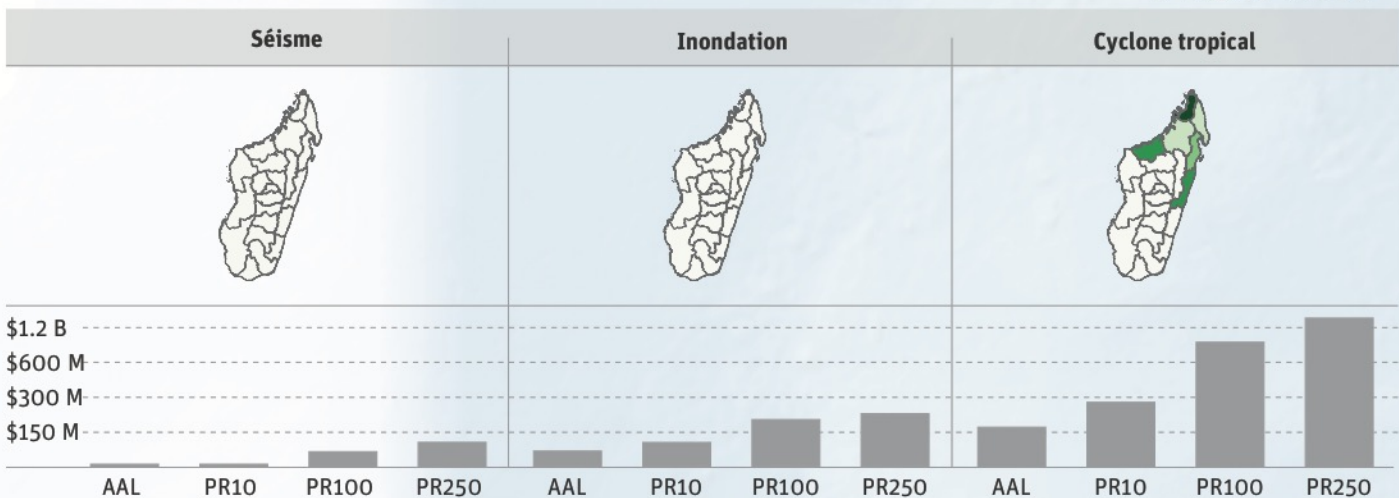
- La perte directe annuelle moyenne due aux séismes, inondations et cyclones tropicaux est d'environ 100 millions de dollars.
- La perte due aux événements centennaux, pour les trois phénomènes, approche les 830 millions de dollars, soit 8 % du PIB de Madagascar en 2015
- La perte due aux événements ayant une période de récurrence de 250 ans pour les trois phénomènes pourrait représenter 1,2 milliard de dollars, soit près de 12 % du PIB de Madagascar en 2015.



Perte annuelle moyenne (%)



Pertes directes par aléa





Madagascar comptait environ **23 millions d'habitants** en 2015. Les régions les plus peuplées sont la région d'Antananarivo et la zone littorale. Près de 22 % de la population malgache vit en zone métropolitaine ou urbaine (plus de 2 000 habitants par kilomètre carré) et un peu plus de 76 % en zone rurale (moins de 1 600 habitants par kilomètre carré). En 2015, le **produit intérieur brut** (PIB) de Madagascar était d'environ **10,3 milliards de dollars** (34 milliards de dollars en parité de pouvoir d'achat), et le PIB par habitant de 420 dollars.

Pour 2015, on estime à près de **35 milliards de dollars** la **valeur de remplacement totale** de tous les

immeubles résidentiels, commerciaux, industriels et publics et autres infrastructures. C'est la région d'**Antananarivo** qui concentre la **plupart** de la valeur de remplacement.

Pour mieux évaluer les risques, les valeurs de remplacement et les pertes sont classés en fonction des types d'occupation

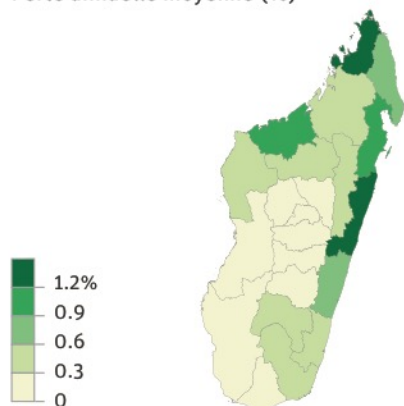
et de construction. S'agissant du type d'occupation, le **secteur résidentiel** représente plus de **55 %** de la **valeur de remplacement totale**. Pour ce qui est du type de construction, les immeubles de **briques** et de **béton** représentent près de **62 %** de la **valeur de remplacement totale**.

Phénomènes	Perte annuelle moyenne		Pertes causées par les événements centennaux	
	Pertes directes totales	Dépenses d'urgence	Pertes directes totales	Dépenses d'urgence
Séismes	USD 1,3 million	USD 200 000	USD 15 millions	USD 2,3 millions
Inondations	USD 13 millions	USD 3,1 millions	USD 120 millions	USD 27 millions
Cyclones tropical	USD 87 millions	USD 20 millions	USD 810 millions	USD 190 millions

Pertes directes par type d'immeuble pour tous les aléas

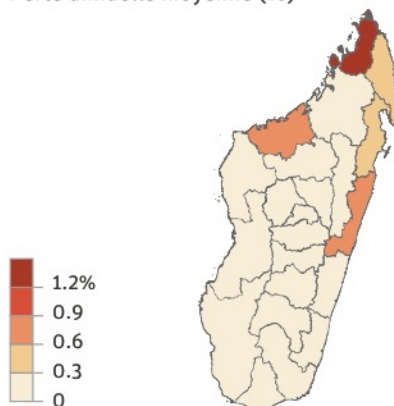
Résidentiel

Perte annuelle moyenne (%)



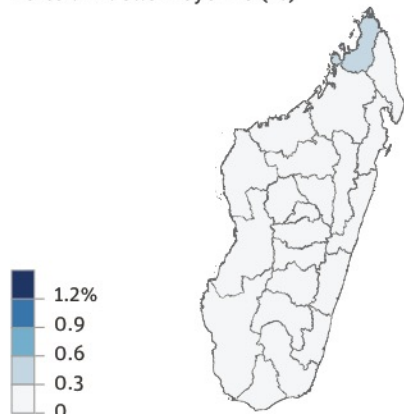
Commercial/industriel

Perte annuelle moyenne (%)



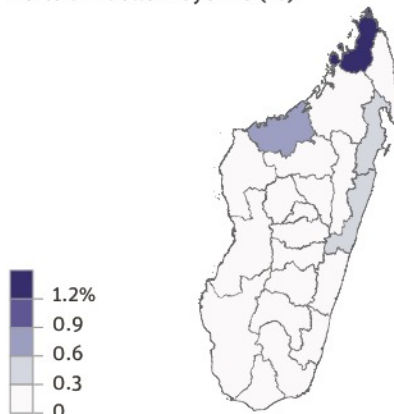
Infrastructure

Perte annuelle moyenne (%)



Public*

Perte annuelle moyenne (%)



*Éducation, Santé, Religion, Urgence



CYCLONE TROPICAL MADAGASCAR

Les cyclones tropicaux sont fréquents dans la région du sud-ouest de l'océan Indien, et Madagascar est souvent touchée plusieurs fois chaque année. Les vents, les pluies et les marées de tempête associés aux cyclones tropicaux causent tous des pertes.

Exemple récent de cyclone tropical ayant frappé Madagascar, la tempête **Chedza** a balayé l'île le **16 janvier 2015**, causant la mort d'environ **68 personnes** et plus de **80 000 sinistrés**.²

L'étude indique que Madagascar subira en moyenne tous les ans environ **87 millions de dollars de pertes directes** dues aux vents, aux inondations et aux marées de tempête associés aux cyclones tropicaux, soit **86 %** des pertes directes annuelles totales du pays causées par les séismes, les inondations et les cyclones tropicaux. Les résultats montrent que près de **73 %** de pertes dues aux cyclones tropicaux concernent le **secteur résidentiel**. On estime à près de **20 millions de dollars** en moyenne par an les **dépenses d'urgence** associées aux cyclones tropicaux.

Les cyclones tropicaux provoquent des vents, des inondations et des marées de tempête. Cette étude montre qu'en

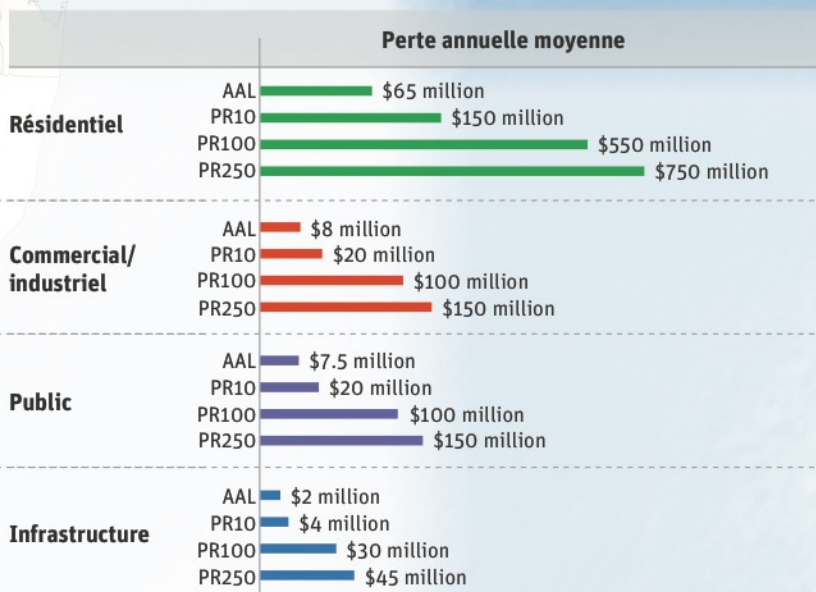
moyenne les vents sont responsables de plus de **68 %** des pertes dues à ces trois aléas, les marées de tempête et les inondations représentant respectivement 20 % et 12 % environ de ces pertes.

Période de récurrence	Pertes modélisées totales
AAL	\$90 million
PR10	\$200 million
PR100	\$810 million
PR250	\$1 milliard

Perte annuelle moyenne (\$)	Exposée (\$)
> 15 M	> 8 B
7.5 - 15 M	4 - 8 B
< 7.5 M	< 4 B



Pertes directes modélisées



Faits essentiels

D'après la présente analyse :

- La perte directe annuelle moyenne due aux cyclones tropicaux est de 87 millions de dollars.
- Toamasina est la plus exposée au risque de perte directe due aux cyclones tropicaux, avec une perte annuelle moyenne de 20 millions de dollars.
- Les cyclones tropicaux centennaux sont responsables d'une perte directe de 810 millions de dollars.

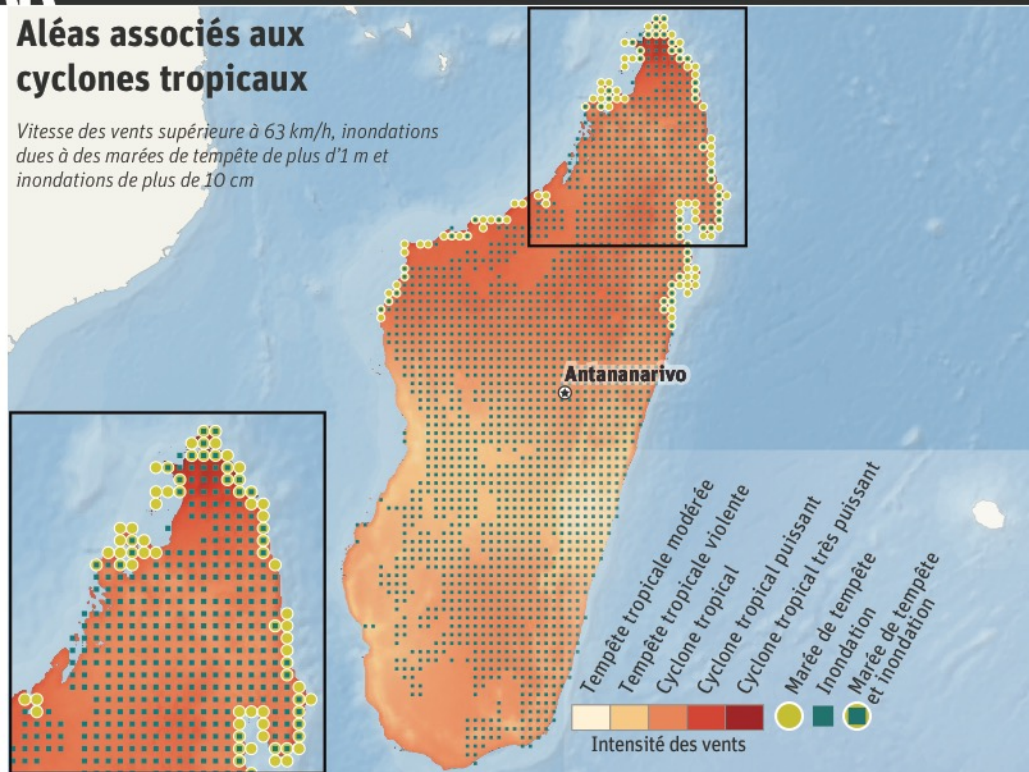


Les cyclones tropicaux sont à l'origine des vents, des marées de tempêtes et des vents violents (causées par des pluies excessives). Pour Madagascar, la présente analyse indique que la **moitié nord** du pays est la **plus exposée aux vents**, dans les régions côtières notamment. Les vents modélisés associés au cyclone tropical centennal peuvent dépasser les **200 km/h**.

Ces résultats montrent qu'une **grande partie de Madagascar** est exposée au risque d'**inondations** dues aux pluies provoquées par les cyclones tropicaux. Les marées de tempête sont **plus intenses** à l'**extrémité nord** de l'île, où la hauteur peut dépasser **2 m** à certains endroits.

Aléas associés aux cyclones tropicaux

Vitesse des vents supérieure à 63 km/h, inondations dues à des marées de tempête de plus d'1 m et inondations de plus de 10 cm



	Résidentiel	Commercial/industriel	Public	Infrastructure
Exposée % de la richesse nationale				
Perte annuelle moyenne % de la richesse régionale				
Pertes PR250 % de la richesse régionale				



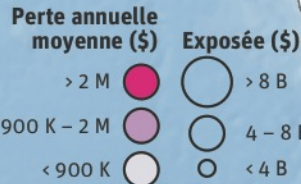
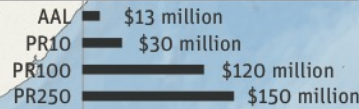
Selon la présente analyse, Madagascar subira en moyenne chaque année environ **13 millions de dollars de pertes directes** dues aux inondations, soit près de 13 % des pertes directes annuelles totales du pays imputables aux séismes, inondations et cyclones tropicaux. On estime que près de **86 %** des pertes directes dues aux inondations concernent le **secteur résidentiel** et à plus de **3,1 millions de dollars** en moyenne par an les **dépenses d'urgence** associées aux inondations.

Les résultats montrent que la ville de **Fianarantsoa** est la **plus exposée au risque** de pertes dues aux inondations, avec en moyenne **4,9 millions de dollars** de pertes dues aux inondations causées par des événements autres que les cyclones tropicaux, soit près de 36 % des pertes totales dues aux inondations. À Antananarivo, le montant du risque d'inondation s'élève à 1,6 million de dollars, soit un tiers du montant correspondant pour Fianarantsoa, alors que la valeur totale de remplacement des actifs y est trois fois supérieure (16 milliards de dollars pour Antananarivo contre 5 milliards de dollars pour Fianarantsoa).

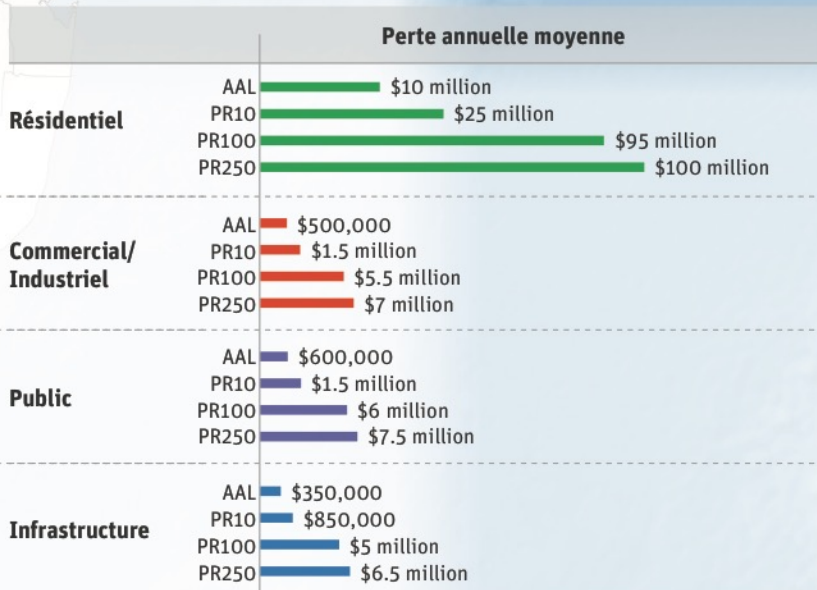
Des pertes significatives dues aux inondations peuvent se produire fréquemment. Pour l'ensemble du

territoire malgache, on estime à 31 millions de dollars les pertes directes dues à une inondation décennale et à près de **120 millions de dollars** celles dues à une inondation **centennale**.

Période de Pertes récurrence modélisées totales



Pertes directes modélisées



Faits essentiels

D'après la présente analyse:

- La perte directe annuelle moyenne due aux inondations est de 13 millions de dollars.
- Fianarantsoa est la plus exposée au risque de perte directe due aux inondations, avec une perte annuelle moyenne de 4,9 millions de dollars.
- Les inondations centennales pourraient être responsables d'une perte directe de près de 120 millions de dollars.



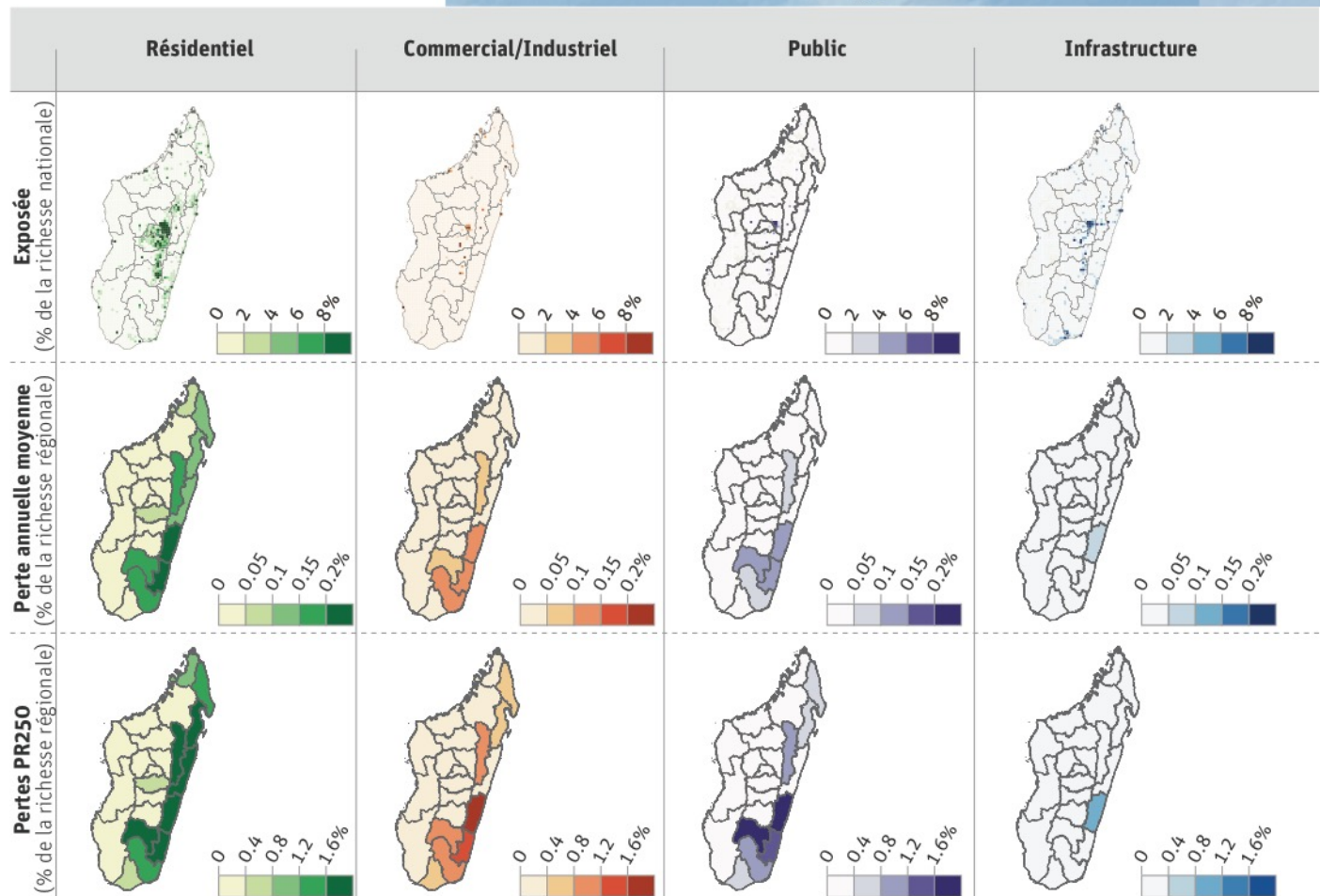
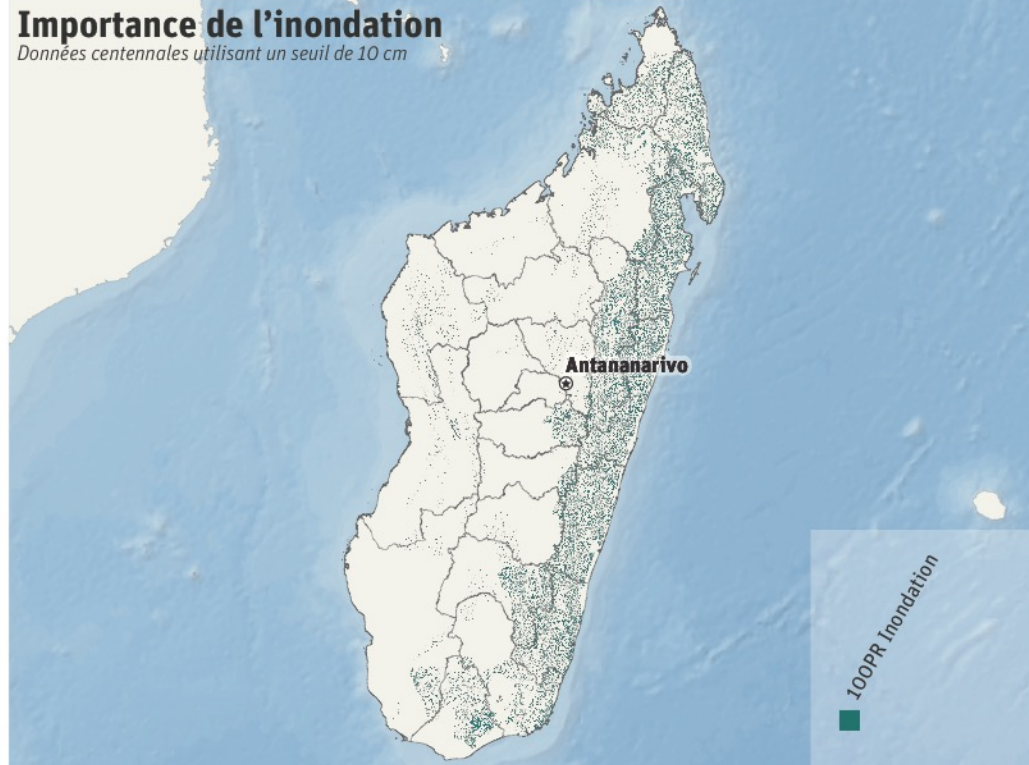
INONDATION MADAGASCAR

Cinq zones hydroclimatologiques sont utilisées dans la présente étude pour représenter la pluviométrie à Madagascar. Les régions sont essentiellement délimitées par des changements rapides dans la topographie et comprennent l'extrême nord du pays, une autre région au nord, une zone au sud, une partie orientale et une partie occidentale. La hauteur des pluies moyennes annuelles causées par des événements autres que les cyclones tropicaux est de 1 310 mm, avec un minimum de 849 mm et un maximum de 1 764 mm.

La présente analyse indique que c'est dans la **partie orientale** et à **l'extrémité nord** de Madagascar que la montée des eaux a tendance à être **la plus forte**. La hauteur des inondations modélisées peut dépasser 10 mètres.

Importance de l'inondation

Données centennales utilisant un seuil de 10 cm





SÉISME MADAGASCAR

Même si les séismes sont courants dans la région du sud-ouest de l'océan Indien, les principales sources d'activité sismique, la dorsale médio-indienne dans l'océan Indien et le système du rift est-africain notamment, sont éloignées de Madagascar. Quoique fréquents dans la région, les séismes sont le plus souvent de magnitude faible à modérée.

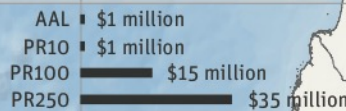
Outre ces sources d'activité sismique d'échelle régionale, Madagascar connaît une activité sismique locale due à sa lente séparation du continent africain, qui cause des séismes plus localisés. Par exemple, deux séismes de magnitude 5.5 se sont produits assez récemment, l'un le 4 octobre 1985 près de Toamasina, à une centaine de kilomètres au nord-est d'Antananarivo, et l'autre le 21 avril 1995, à 150 kilomètres au nord-ouest de la capitale. Aucun de ces séismes n'a provoqué de pertes significatives.

La présente analyse indique que les séismes sont à l'origine d'environ 1 % des pertes directes annuelles totales dues aux séismes, inondations et cyclones tropicaux à Madagascar, avec un montant annuel estimé à 1,3 million de dollars en moyenne. La région exposée au plus grand risque absolu de perte due aux séismes est Antananarivo, avec une perte annuelle estimée à 870 000 dollars. L'analyse montre qu'à

Madagascar, plus de 65 % des pertes concernent le secteur résidentiel, le secteur commercial et le secteur des équipements publics se partageant respectivement 11 %. Les pertes subies par les équipements industriels représentent environ 8 % du total des pertes directes. On estime à environ 200 000 dollars en moyenne par an les dépenses d'urgence associées aux séismes.

Les pertes dues aux séismes supérieures à la moyenne annuelle devraient être relativement fréquentes. Par exemple, les pertes directes dues aux séismes ayant une période de récurrence de 25 ans se montent à 3,5 millions de dollars, et celles dues aux séismes ayant une période de récurrence de 100 ans à 15 millions de dollars.

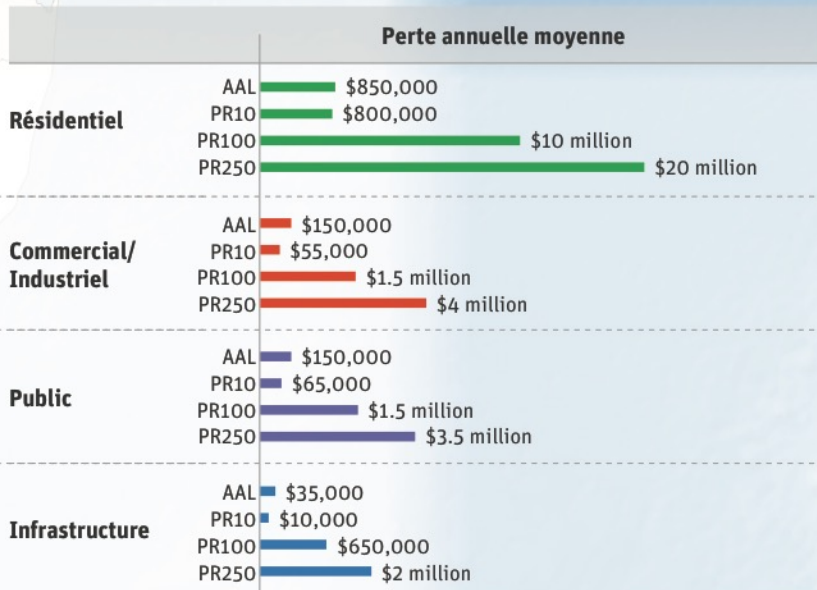
Période de récurrence Pertes modélisées totales



Perte annuelle moyenne (\$) Exposée (\$)



Pertes directes modélisées



Faits essentiels

D'après la présente analyse:

- La perte directe annuelle due aux séismes est de 1,3 million de dollars.
- Antananarivo est la ville la plus exposée au risque de perte directe due aux séismes, avec une perte annuelle moyenne de 570 000 dollars.
- Les séismes centennaux pourraient être responsables d'une perte directe de 15 millions de dollars.



SÉISME MADAGASCAR

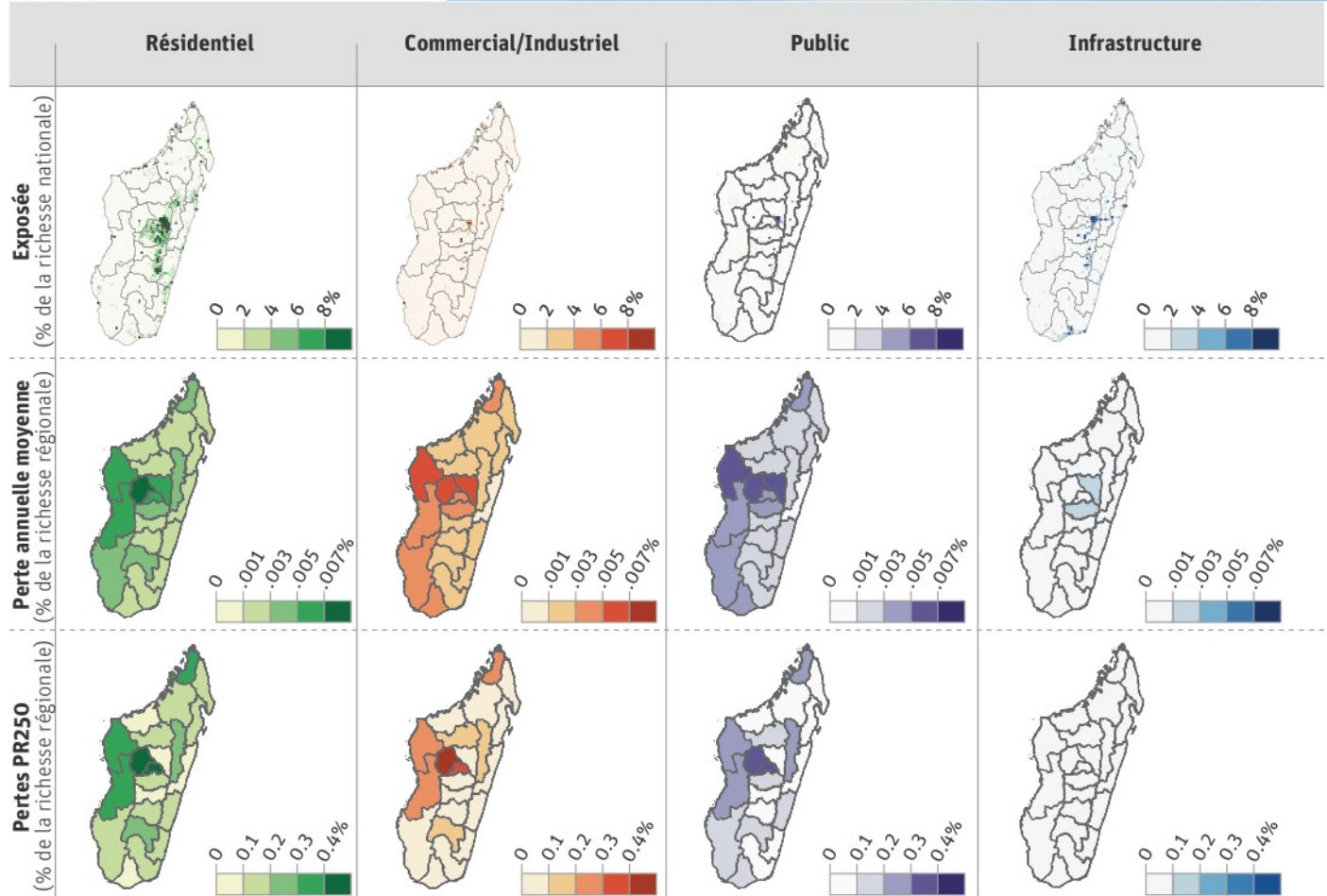
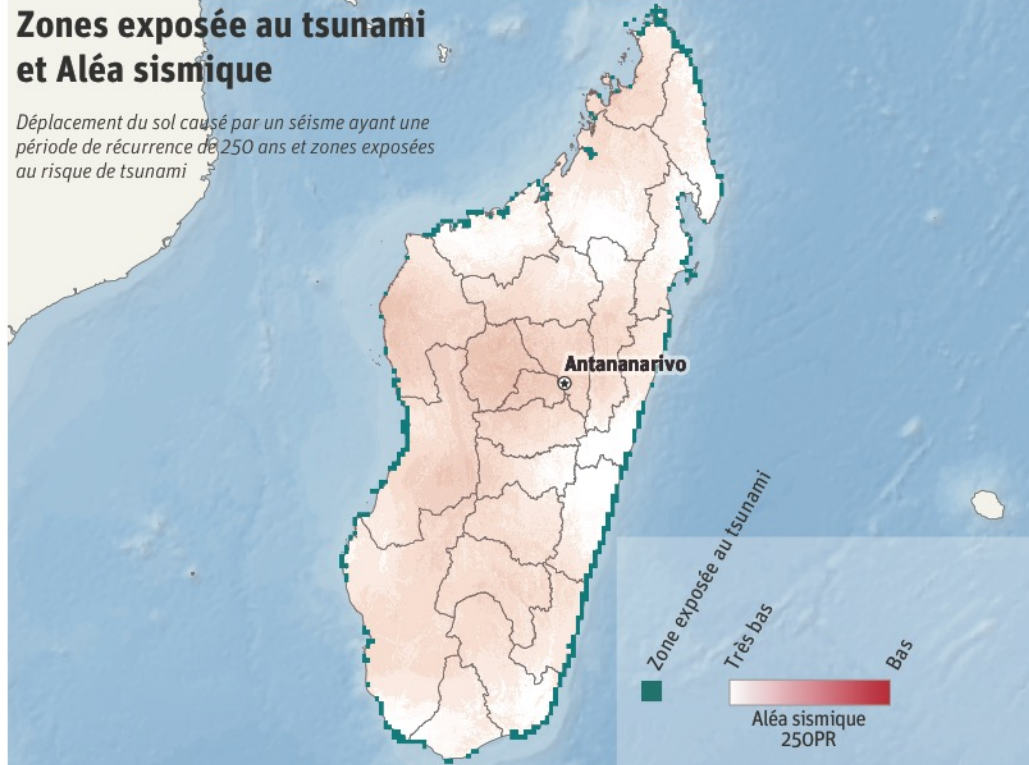
L'aléa sismique est variable d'un bout à l'autre de Madagascar. La présente analyse indique que les régions les plus fortement exposées sont Antananarivo, Mahajanga et Toliary, ainsi que les zones côtières du nord-ouest d'Antsiranana.

Les tsunamis résultent le plus souvent de séismes de forte magnitude survenant dans les zones de subduction. Les séismes de forte magnitude ne sont pas nombreux dans la région du sud-ouest de l'océan Indien, qui ne contient pas de zones de subduction majeures. L'ensemble de la région est cependant exposée au risque de tsunamis déclenchés dans des zones de subduction se trouvant dans d'autres régions de l'océan Indien.

La région du sud-ouest de l'océan Indien a récemment été touchée par le tsunami de l'océan Indien du 26 décembre 2004. À certains endroits sur la côte orientale de Madagascar, l'eau est montée à plus de 5 mètres au-dessus du niveau de la mer, alors que d'autres parties du littoral n'ont pas été touchées¹.

Zones exposées au tsunami et Aléa sismique

Déplacement du sol causé par un séisme ayant une période de récurrence de 250 ans et zones exposées au risque de tsunami



Risques

Les présents profils de risque sont le fruit d'une évaluation multi-aléas utilisant diverses données sur les expositions et différentes fonctions de vulnérabilité. Les phénomènes modélisés comprennent les séismes, les inondations et les cyclones tropicaux. Les résultats pour les phénomènes individuels et cumulés sont disponibles en plusieurs formats, données géospatiales et fichiers texte par exemple. Les résultats des profils de risque sont présentés en termes de perte annuelle moyenne pour les périodes de récurrence retenues. Pour en savoir plus sur l'élaboration des profils de risque, voir le rapport définitif « Initiative d'évaluation et de financement des risques dans le sud-ouest de l'océan Indien (SWIO RAFI) : Composante 4 – Profils de risque ». Une brève explication des données sur les expositions et sur les aléas et des fonctions de vulnérabilité est donnée ci-dessous.

Aléa

La présente étude comprend trois phénomènes : les séismes, les inondations et les cyclones tropicaux. Un ou plusieurs aléas sont associés à chaque phénomène. Les aléas associés aux cyclones tropicaux, par exemple, comprennent les vents violents, les marées de tempête et les inondations. Un catalogue représentant 10 000 ans d'événements simulés a été créé au moyen de principes empiriques et théoriques et d'informations tirées d'observations historiques. Diverses caractéristiques statistiques tirées des événements référencés dans le catalogue concordent avec le dossier historique de chaque phénomène. Ce catalogue (exclusif) comprend des informations comme l'intensité (pression centrale pour un cyclone tropical et magnitude pour un séisme par exemple) et la localisation de chaque occurrence du phénomène. Ces informations sont ensuite couplées à des considérations empiriques et théoriques propres au phénomène, de manière à décrire la distribution spatiale de l'intensité de l'aléa pour chaque occurrence du phénomène simulé dans le catalogue, sur un quadrillage d'environ un kilomètre. Les informations servent à déterminer l'intensité de l'aléa prévisible lors de chaque période de récurrence.

SÉISME

Selon la présente analyse, la région du sud-ouest de l'océan Indien (SOOI) est faiblement exposée au risque sismique. Le catalogue des événements sismiques synthétiques est dressé au moyen de caractéristiques basées sur le dossier historique, recensant 1 228 séismes de magnitude 5.0 ou plus qui se sont produits dans le bassin SOOI entre 1901 et 2014, et à partir du taux de glissement et de la géométrie des failles connues de la région. On a recours à des équations prédictives des mouvements du sol pour établir la distribution spatiale des mouvements du sol (l'accélération maximale du sol (ou PGA, pour peak ground acceleration) par exemple) causés par chaque événement sismique.

INONDATION

L'évaluation du risque montre que les inondations dues aux événements autres que les cyclones tropicaux sont un aléa significatif dans la région SOOI, dans les zones proches de

l'équateur notamment. Les statistiques sur l'aléa inondation se fondent en dernier lieu sur des estimations satellitaires des pluies pour la période 1998-2013. On associe les données satellitaires à une modélisation des pluies pour dresser un catalogue des pluies journalières causées par les événements autres que les cyclones tropicaux. Une modélisation des inondations effectue ensuite une distribution dynamique des pluies dans toute la région affectée et calcule la hauteur de la montée des eaux.

CYCLONE TROPICAL

La présente analyse montre que le cyclone tropical est l'aléa naturel le plus coûteux du bassin SOOI. Le dossier historique des cyclones tropicaux dans la région recense 847 occurrences entre 1950 et 2014. On dresse le catalogue des événements au moyen des caractéristiques du catalogue historique, comme la fréquence des cyclones tropicaux, la fréquence d'arrivée sur les côtes, la saisonnalité, le lieu de formation, la vitesse de déplacement, la pression centrale et le rayon des vents maximaux. Trois aléas liés aux cyclones tropicaux sont considérés : vent, inondation due aux pluies et marée de tempête.

Le calcul de la vitesse des vents d'un cyclone tropical repose sur une équation qui inclut divers paramètres, comme la différence entre la pression centrale du cyclone et celle de la zone environnante, la progression de la tempête vers l'avant et son asymétrie et certaines caractéristiques de la surface telles que l'utilisation des terres.

Les pluies produites par les cyclones tropicaux modélisés sont calibrées au moyen d'estimations satellitaires des pluies, et servent de condition limite pour forcer un modèle d'inondation tenant compte de facteurs comme les pluies horaires, l'altitude et la nature des sols.

On détermine l'intensité de la marée de tempête au moyen de diverses caractéristiques du cyclone, comme la pression centrale, la progression de la tempête vers l'avant, la vitesse maximale des vents et le rayon des vents maximaux. Lors d'un cyclone tropical dans l'hémisphère sud, la marée de tempête la plus forte se produit généralement à proximité du rayon des vents maximaux à gauche de la trajectoire de la tempête.

Exposition

La méthodologie employée pour élaborer les données sur les expositions est illustrée par la figure page suivante. Le processus exact est variable d'un pays à l'autre du fait des différences dans les données disponibles. La base de données des expositions pour chaque État insulaire est élaborée à partir de diverses sources, y compris les recensements nationaux, les agences locales, l'imagerie satellite, les statistiques spatiales publiques et les enquêtes régionales précédentes. Le résultat final se compose d'ensembles de données qui représentent l'environnement bâti de chaque État insulaire, et comprennent les valeurs de remplacement appropriées au contexte national (à savoir, le coût estimé de reconstruction à neuf des infrastructures), les caractéristiques de la construction et les catégories d'occupation.

Les données sur les expositions sont divisées en dix-huit catégories d'occupation différentes, englobant différents types d'équipements résidentiels, commerciaux, industriels, publics

et d'infrastructures. La catégorie occupation résidentielle comprend les résidences individuelles et collectives. La catégorie commerciale comprend les bâtiments commerciaux de nature générale et les hôtels. Les groupes d'expositions de la catégorie équipements publics sont les établissements de santé, les établissements religieux, les services d'urgence, les établissements scolaires élémentaires, les établissements universitaires et les équipements publics de nature générale. La catégorie infrastructures comprend le réseau routier, le bus / rail, les aéroports, les ports maritimes, le réseau électrique et le réseau d'eau. Une catégorie d'occupation « inconnue » est également affectée.

Outre leur classement par catégorie d'occupation, les données sur les expositions sont également classées en treize catégories de construction. Sept d'entre elles sont propres aux infrastructures et comprennent les structures comme les routes, les voies ferrées et les ponts. Cinq représentent les catégories de construction courantes, comme les constructions de plain-pied traditionnelles faites de terre et de bambou et les constructions traditionnelles à un ou plusieurs niveaux faites de bois ou de briques / béton ou comportant une ossature de bois ou métallique. À l'instar de la catégorie occupation, une catégorie de construction « inconnue » est affectée.

Les données sur l'exposition des équipements résidentiels, commerciaux et industriels à caractère général sont fournies sur un quadrillage de 30 secondes d'arc (environ un kilomètre). Lorsque des données haute résolution sur les équipements publics et sur les infrastructures sont disponibles, chacun de ces ouvrages est répertorié en fonction de son emplacement individuel. Lorsqu'on ne dispose pas d'informations locales, les équipements publics et les infrastructures sont distribués sur le quadrillage d'un kilomètre. Les données d'exposition pour les îles périphériques des Seychelles n'ont pas été collectées.

Vulnérabilité

On utilise des fonctions de vulnérabilité adaptées aux catégories de construction et d'occupation les plus courantes dans la région SOOI pour estimer la perte due à un aléa. Ces fonctions calculent le niveau moyen de dommages causés aux structures au moyen de l'intensité de l'aléa et d'informations sur leur occupation et leur construction. Le niveau de dommages représente la fraction sinistrée de la valeur de remplacement totale du bâtiment. Les fonctions de vulnérabilité utilisées dans la présente étude ont été élaborées spécialement pour la région SOOI, d'après une étude des pratiques de construction locales, les codes de construction applicables, l'analyse de l'ingénierie, les rapports sur les sinistres historiques et l'avis d'experts.

Les fonctions de vulnérabilité pour les secousses sismiques, les inondations causées par les événements autres que les cyclones tropicaux, les inondations causées par les cyclones tropicaux et les marées de tempête dues aux cyclones tropicaux sont supposées uniformes dans toute la région SOOI pour toutes les occupations autres que les infrastructures. Hormis pour les infrastructures, les fonctions relatives aux dommages causés par les vents des cyclones tropicaux pour Maurice et les Seychelles sont modifiées pour être moins vulnérables que les fonctions de base SOOI utilisées pour les autres États insulaires, leurs pratiques de construction étant plus rigoureuses que celles des trois autres nations. Toutes les fonctions relatives aux dommages pour les catégories infrastructures sont supposées uniformes pour tous les phénomènes dans toute la région SOOI.

** Sauf indication contraire, tous les montants en dollars sont libellés en dollars des États-Unis..*

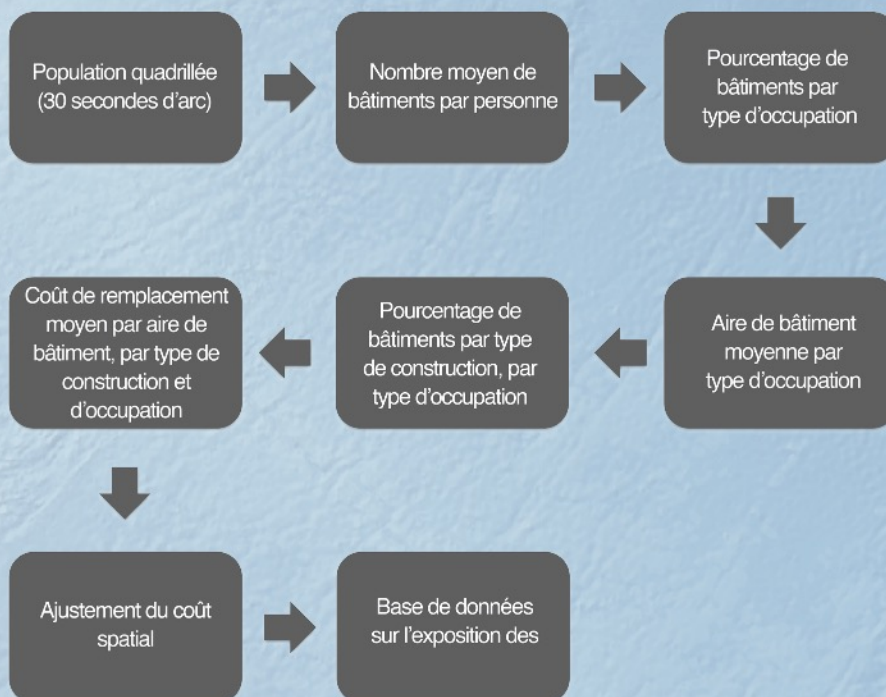


Figure A1. Schéma illustrant la méthodologie employée pour élaborer les données sur les expositions SWIO-RAFI.

Perte annuelle moyenne

La perte annuelle moyenne (AAL) modélisée est égale au total de tous les impacts causés par un aléa (séisme par exemple) au cours d'une période donnée (10 000 ans par exemple), divisé par le nombre d'années de cette période donnée (10 000 ans par exemple).

Catégorie de construction des immeubles

La catégorie de construction des immeubles permet de classer la construction d'un équipement et d'en déterminer la vulnérabilité à un certain aléa, et contribue à l'estimation d'un risque. Un édifice de bois traditionnel, par exemple, est plus vulnérable (autrement dit, risque davantage d'être sinistré ou détruit) aux cyclones tropicaux qu'un bâtiment en béton armé. Par conséquent, les dommages et les pertes dus à un cyclone tropical seront probablement plus importants dans une région comportant des édifices de bois traditionnels que dans une région où les bâtiments sont en béton armé. La catégorie de construction des immeubles est l'un des facteurs utilisés pour établir la vulnérabilité (voir plus bas).

Type d'immeuble

Le type d'immeuble, ou catégorie d'occupation, précise l'usage auquel est destiné un immeuble donné. Cet usage aide à déterminer la vulnérabilité de l'immeuble. Les types d'immeubles retenus dans les présents profils sont: résidentiel, commercial, industriel, infrastructure et public.

Chaque type d'immeuble se décompose en sous-types:

- Résidentiel: individuel, collectif (immeuble d'appartements par exemple)
- Commercial: hébergement (hôtel par exemple), commercial (magasin par exemple)
- Industriel: immeuble industriel général (usine par exemple)
- Infrastructure: gares routières, terminaux ferroviaires, aéroports, ports maritimes, services publics, réseau routier
- Public: établissement de santé, d'enseignement / de formation ou religieux, services d'urgence, équipements publics à caractère général

Le type d'immeuble est l'un des facteurs utilisés pour établir la vulnérabilité (voir plus bas).

Exposition / Équipements exposés

L'exposition a trait aux équipements tels que les immeubles, les infrastructures critiques et les réseaux de transport. Divers attributs couplés à l'exposition (localisation, occupation et caractéristiques structurelles par exemple) aident à déterminer la vulnérabilité de l'exposition à un aléa.

Aléa

Le terme aléa désigne les forces destructrices causées par un phénomène, telles que les inondations associées à la montée des eaux ou les vents produits par un cyclone tropical. Plusieurs aléas peuvent être associés à un même phénomène. Les aléas associés à un cyclone tropical, par exemple, comprennent les vents violents, les marées de tempête et les inondations.

Impact

Le terme impact désigne les conséquences d'un aléa sur un équipement exposé, au vu de la vulnérabilité de l'exposition. On quantifie généralement l'impact sur les structures en termes de perte monétaire directe.

Valeur de remplacement

La valeur de remplacement désigne le montant estimé nécessaire pour remplacer les équipements physiques.

Période de récurrence (PR)

Les présents profils renvoient à des événements ayant une période de récurrence de 10 ans (PR10), 100 ans (PR100) et 250 ans (PR250). L'intensité de ces événements devrait (en moyenne) se produire une fois au cours d'une « période de récurrence ». Une période de récurrence repose sur la probabilité qu'un événement se produise au cours d'une année donnée. Plus la période de récurrence d'un événement est grande, moins il risque de se produire et plus son intensité est forte. La probabilité qu'un événement se produise au cours d'une année donnée est égale à 1 divisé par le nombre d'années indiqué dans l'« événement ayant une PR de X ans ». La probabilité qu'un événement ayant une période de récurrence de 10 ans se produise, par exemple, est de 1/10 ou 10 %. Pour un événement ayant une période de récurrence de 100 ans, cette probabilité est de 1/100 ou 1 %.

Risque

Le risque combine l'aléa, l'exposition et la vulnérabilité. On le quantifie en termes de probabilité (perte annuelle moyenne par exemple) au moyen des impacts de tous les événements produits par les modèles.

Vulnérabilité

La vulnérabilité représente la susceptibilité de l'exposition aux forces associées à un aléa. Elle tient compte de facteurs tels que les matériaux de construction de l'équipement (catégorie de construction de l'immeuble) et l'usage auquel est destiné l'équipement (type d'immeuble).

¹ Emile A. Okal, Hermann M. Fritz, Ranto Raveloson, Garo Joelson, Petra Pančošková, and Gérard Rambolamanana, "Madagascar Field Survey after the December 2004 Indian Ocean Tsunami," *Earthquake Spectra* 22, no. S3 (2006): 263–83.

² ReliefWeb, "Madagascar: Cycon estime quelone Chedza Emergency Plan of Action (EPoA) Operation No. MDRMG011," <http://reliefweb.int/report/madagascar/madagascar-cyclone-chedza-emergency-plan-action-epoa-operation-n-mdrmg011>.

REMERCIEMENTS

Les présents profils de risques ont été préparés par une équipe constituée d'Alanna Simpson, Emma Phillips, Simone Balog, Richard Murnane, Vivien Deparday, Stuart Fraser, Brenden Jongman et Lisa Ferraro Parmelee. L'équipe principale souhaite remercier tous ceux qui ont pris part à l'élaboration des présents profils de risques. Tout d'abord, nous aimerions remercier l'Union européenne (UE) pour le soutien financier apporté dans le cadre de l'initiative de financement des risques de catastrophes en Afrique, menée en partenariat par les pays ACP (Afrique, Caraïbes et Pacifique) et l'Union européenne et administrée par la Facilité mondiale pour la prévention des risques de catastrophes et le relèvement (GFDRR). Au secrétariat du GFDRR, nous tenons à adresser un remerciement particulier à Francis Ghesquiere, Vivien Deparday, Isabelle Forge, Rossella Della Monica et Hugo Wesley. Nous désirons également exprimer notre gratitude à l'équipe de gestion des risques de catastrophes en Afrique de la Banque mondiale : Christoph Pusch et Doekle Wielinga. Merci à l'équipe responsable du financement et de l'assurance des risques de catastrophes : Julie Dana, Samantha Cook, Barry Maher, Richard Poulter, Benedikt Signer et Emily White. Nos remerciements à AIR Worldwide pour son analyse des risques. Pour terminer, nous exprimons notre reconnaissance à Axis Maps et à Dave Heyman pour avoir créé les visualisations des données et les présents profils parfaitement conçus.

