

**Initiative de financement et d'évaluation des
risques dans le Sud-Ouest de l'océan Indien
(SWIO-RAFI, *Southwest Indian Ocean Risk
Assessment and Financing Initiative*) :**

Composante 2 - Exposition

Rapport final présenté à la Banque mondiale

Le 18 mars 2016

Copyright

2016 AIR Worldwide Corporation. Tous droits réservés.

Marques

AIR Worldwide est une marque déposée dans l'Union européenne.

Confidentialité

AIR investit des ressources considérables dans le développement de ses modèles, méthodologies de modélisation et bases de données. Ce document contient des informations propriétaires et confidentielles qui sont destinées à l'usage exclusif des clients d'AIR soumis aux restrictions des clauses de confidentialité énoncées dans la licence et autres accords de confidentialité.

Coordonnées

Si vous avez des questions concernant ce document, veuillez contacter :

AIR Worldwide Corporation

388 Market Street, Suite 750

San Francisco, CA 94111

États-Unis

Tél. : +1 415 912 3111

Fax : +1 415 912 3112



Table des matières

Résumé 1

1	Introduction	3
	Limites	4
2	Développement de la base de données d'exposition.....	5
	Cadre de développement de la base de données d'exposition	5
	Base de données sur les populations	5
	Développement de la base de données d'exposition des enjeux bâtiments.....	8
	Sources de données	9
	Types d'occupation	11
	Types de constructions	12
	Valeurs de remplacement.....	14
	Validation de la base de données d'exposition sur les industries	15
	Limites de la base de données d'exposition.....	18
	Résumé de la base de données d'exposition.....	19
4	Références.....	23
5	Annexe A : Méthodologie de d'évaluation des expositions des pays	26
	Les Comores.....	26
	Madagascar	27
	L'île Maurice	29
	Seychelles.....	30
	Zanzibar.....	31
6	Annexe B : Reconstruction de la matrice des coûts	33
	À propos d' AIR Worldwide Corporation	37

Table des figures

Figure 1 : Répartition carroyées des populations de la région du SOOI.....	7
Figure 2 : Approche générale de développement de la base de données d'exposition des enjeux bâtiments.....	8
Figure 3 : Comparaison du capital urbain du rapport GAR (à gauche) avec la valeur d'exposition d' AIR (à droite) agrégés sur une grille de 5 km pour Madagascar	16
Figure 4 : Comparaison de la répartition spatiale de l'exposition entre l'enquête SIPC/GAR (en <i>ordonnée</i>) et la base de données d'exposition d' AIR pour la région du SOOI (en <i>abscisse</i>).....	17
Figure 5 : Répartition spatiale de la valeur totale d'exposition de la région du SOOI.....	22
Figure A.1: Approche générale pour le développement de la base de données d'exposition des bâtiments.....	26

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeur de remplacement totale des biens résidentiels et non résidentiels de chaque État insulaire ...	2
Tableau 2 : Année de recensement pour chaque pays et projection de la population à l’horizon 2015	5
Tableau 3 : Classifications et nombres des découpages administratifs, de l’échelle la plus large (0) à l’échelle la plus fine (4).....	6
Tableau 4 : Les sources de données sont répertoriées par région et part type, à savoir respectivement Global, Afrique, SOOI, Comores (COM), Madagascar (MDG), Maurice (MUS), Seychelles (SYC), Zanzibar (ZAN), et auxiliaire, publiquement accessible, recensement officiel et organisme local.....	9
Tableau 5 : Types d’occupation et résolution spatiale pour la base de données d’exposition.....	12
Tableau 6 : Catégories de constructions prises en compte dans la base de données d’exposition des bâtiments	13
Tableau 7 : Catégories et pourcentages d’urbanisation de la population de chaque État insulaire.....	15
Tableau 8 : Comparaison du PIB régional normalisé, du PIB total - PPA et des valeurs d’exposition d’AIR. Les barres bleues correspondent à chaque pourcentage et illustrent la répartition de chaque indicateur dans la région du SOOI.....	16
Tableau 9 : Statistiques d’exposition dans la région du SOOI.....	20
Tableau 10 : Répartition de la valeur d’exposition par type d’occupation. Les barres bleues correspondent au pourcentage indiqué pour chaque type d’occupation et servent à illustrer la répartition pour chaque État insulaire.	21
Tableau 11 : Répartition de la valeur d’exposition par type de construction. Les barres bleues correspondent au pourcentage indiqué pour chaque type de construction et servent à illustrer la répartition pour chaque État insulaire.	21
Tableau B.1 : Valeurs des coûts de remplacement unitaires nominales pour la base de données d’exposition de la région du SOOI.....	33

Résumé

L'Initiative de financement et d'évaluation des risques dans le Sud-Ouest de l'Océan Indien (SWIO RAFI) a été établie à la demande de la Commission de l'océan Indien (COI), pour le compte des Comores, de Madagascar, de Maurice, des Seychelles et de Zanzibar. L'objectif de SWIO RAFI est d'améliorer la résilience des États insulaires et leur capacité à faire face aux catastrophes par la création de stratégies de financement des risques. Un élément clé de cet effort implique la quantification des risques d'inondations, de tremblements de terre et de cyclones tropicaux, ainsi que les risques secondaires de tempêtes et de tsunamis.

Le présent rapport détaille la seconde composante du projet, qui comprend le développement de bases de données d'exposition au niveau régional pour les biens résidentiels, commerciaux, industriels et publics. Ces ensembles de données représentent l'environnement bâti de chaque État insulaire et fournissent les valeurs de remplacement, les caractéristiques de construction et les types d'occupation adéquat pour chaque pays. La valeur de remplacement correspond au coût estimé nécessaire à la reconstruction de nouvelles structures et ne comprend pas les indicateurs financiers secondaires, tels que l'amortissement. La base de données d'exposition de chaque État insulaire a été construite à partir d'informations provenant de différentes sources telles que les données de recensements collectées par les gouvernements, les données des organismes locaux, l'imagerie satellitaire, les statistiques spatiales accessibles au public et les précédentes enquêtes régionales.

Pour tous les pays, les bases de données d'exposition des biens résidentiels, commerciaux et industriels généraux sont développés à partir d'un maillage de grille de 30 secondes d'arc (1 km environ) de résolution. On parle alors de base de données quadrillée. Dans les pays qui disposent de données de haute résolution sur les infrastructures et les données gouvernementales, les données sur les biens sont saisies à leur localisation individuelle. Pour les pays ne disposant pas d'informations à ce niveau de précision, les données sur les biens du gouvernement et d'infrastructure sont réparties sur la grille de maillage de 1 km. Les couches de systèmes d'information géographique (SIG) (format shapefiles) et les métadonnées relatives aux ensembles de données d'exposition de chaque État insulaire sont fournies au format électronique, en annexe à ce rapport

La valeur totale de remplacement des structures exprimée en millions de dollars (2015) pour chaque État insulaire est fournie dans le Tableau 1. Les valeurs de remplacement sont également converties dans la monnaie locale de chaque pays en utilisant des taux de change de l'année 2015 (voir Tableau 9). La base de données d'exposition n'intègre pas la valeur des biens à l'intérieur des bâtiments, des ouvrages annexes et des dépendances, ni celle des véhicules (par ex. voitures, avions, embarcations, etc.) ou des biens agricoles, ni les coûts d'interruption des activités.

Tableau 1 : Valeur de remplacement totale des biens résidentiels et non résidentiels de chaque État insulaire

<i>État insulaire</i>	<i>Résidentiel (M\$ USD)</i>	<i>Non résidentiel (M\$ USD)</i>	<i>Total (M\$ USD)</i>
Comores	1 711	869	2 580
Madagascar	19 576	15 220	34 796
Maurice	13 574	19 886	33 460
Seychelles	3 368	3 557	6 925
Zanzibar	3 170	1 128	4 298
Sud-Ouest de l'océan Indien (SOOI)	41 398	40 661	82 059

1 Introduction

Pour compléter chaque modèle, AIR compile une base de données d'exposition des biens à risque pour chaque pays étudié. Les bases de données résultantes sont essentielles pour estimer la répartition spatiale de la valeur des biens à risque, mais aussi pour cataloguer les données sur les constructions et les types d'occupation lesquelles sont nécessaires à l'évaluation de la vulnérabilité des catégories de biens exposés à divers risques naturels. Pour chaque État insulaire de la région du SOOI, AIR a développé une base de données d'exposition en utilisant des informations et des données décrites dans les Termes de Référence (TdR), ainsi que des données auxiliaires provenant de diverses sources publiques et privées. Selon les TdR fournis par la Banque Mondiale, la seconde composante de cette étude a quatre objectifs principaux qui sont les suivants :

- La création d'un ensemble de données appropriées pour chaque île étudiée sur les valeurs de remplacement et les coûts de construction des propriétés résidentielles, commerciales et publiques, ainsi que pour les grandes infrastructures publiques telles que les routes, les ponts, les installations de production d'énergie, etc.
- L'établissement des caractéristiques d'occupation et de construction des structures en fonction des données de recensement et d'informations auxiliaires.
- L'amélioration de la précision des données d'exposition existantes pour toutes les principales îles des Comores, de Madagascar, de Maurice, des Seychelles et de Zanzibar.
- La création d'une base de données d'exposition SIG pouvant être utilisée dans un GeoNode.

L'approche générale adoptée pour parvenir à ces objectifs consiste à (1) collecter des informations spécifiques pour chaque île en matière d'estimation et de coût de construction pour un ensemble de propriétés résidentielles, commerciales et publiques, ainsi que les infrastructures publiques, avec les différents types de construction et d'occupation, et (2) numériser et géoréférencer les catégories d'occupation et de construction à l'aide des données de recensement et d'autres informations ancillaires.

Pour les pays disposant de données précises, les catégories d'occupation et de construction d'infrastructures publiques et les biens à fortes valeurs ajoutées sont associées à leur localisation individuelle. Pour les pays moins peuplés, à faible valeur d'exposition ou dont les données sont moins précises, les catégories d'occupation et de construction ainsi que l'estimation de leurs valeurs économiques sont réparties sur une grille de 30 secondes d'arc (1 km environ). Tous les biens résidentiels, commerciaux et industriels généraux sont répartis de manière similaire sur la grille de 1 km.

Les sections suivantes décrivent le cadre de développement de la base de données d'exposition générale appliquée à la région SOOI. Des descriptions détaillées des méthodes et des considérations spécifiques utilisées pour chaque État insulaire sont fournies à l'Annexe A. Pour chaque pays, les résultats finaux comprennent les bases de données géospatiales des biens résidentiels, commerciaux, industriels et publics, ainsi que les infrastructures. Les bases de données d'exposition et les métadonnées associées sont fournies au format électronique en annexe à ce rapport .

Limites

La base de données d'exposition présentée dans ce rapport est destinée aux gouvernements des États insulaires et à la Banque Mondiale, afin de les aider dans le processus de compréhension des risques de catastrophes naturelles. L'utilisation appropriée de ces informations exige la reconnaissance et la compréhension des limites de leur champ d'application et de la méthodologie de l'ensemble de l'étude.

Le champ d'application des services rendus au cours de cette évaluation ne peut répondre adéquatement aux besoins des autres utilisateurs, et toute réutilisation (ou non-utilisation) de ce rapport, ou des constatations, des conclusions et des recommandations présentées ici, est au propre risque de l'utilisateur. Nos conclusions et recommandations reposent sur notre avis professionnel, notre expérience et notre jugement en matière d'ingénierie, les analyses effectuées au cours de l'étude, les informations et les données disponibles dans la littérature et celles fournies par la Banque Mondiale et différents organismes locaux sont établies conformément aux normes professionnels actuels.

2 Développement de la base de données d'exposition

Cadre de développement de la base de données d'exposition

La base de données d'exposition est une partie intégrante de l'évaluation des risques à l'échelle nationale. Elle comprend des informations spécifiques pour chaque pays la quantification des risques et des valeurs de remplacement, ainsi que des informations sur les caractéristiques physiques et non physiques des biens à risque modélisés tels que leur type de construction, leur type d'occupation et leur classification par hauteur. Chaque base de données fournit une base pour les modèles d'estimations des pertes, que ce soit pour des événements simulés à partir des catalogues stochastiques, ou pour ré-analyser des événements passés, ou pour analyser des événements actuels. Les enjeux d'exposition considérés sont les bâtiments résidentiels et non résidentiels (les structures principales). Cette base de données est destinée à alimenter les modèles de risques de catastrophes servant à estimer les pertes économiques suite à l'endommagement physiques provoqués par les aléas. Additionnellement, cette base de données peut également être utilisée comme proxy pour évaluer les impacts potentiels sur d'autres secteurs tels que le nombre de personnes potentiellement affectées ou pour calculer les pertes immédiates suite à une catastrophe. La section suivante décrit les détails de la méthodologie utilisée et sa composition pour développer la base de données d'exposition des bâtiments.

Base de données sur les populations

Une base de données exacte et à jour sur les populations est essentielle pour identifier la répartition spatiale des populations exposées aux risques. Cette base de données sur les populations sert d'apport principal pour la base de données d'exposition des bâtiments. La base de données sur les populations est produite à la fois sous format tabulaire et SIG et a été élaborée à partir des données officielles de recensement de chaque État insulaire. Bien que l'année du recensement le plus récent diffère d'un pays à un autre, le nombre de population de chaque pays a été projeté pour l'année 2015 en utilisant les taux historiques de croissance démographique (Tableau 2).

Tableau 2 : Année de recensement pour chaque pays et projection de la population à l'horizon 2015

<i>État insulaire</i>	<i>Année de recensement</i>	<i>Taux de croissance (%)</i>	<i>Population recensée</i>	<i>Population en 2015</i>
Comores	2003	2,1	575 660	738 712
Madagascar	2013 ¹	2,7	21 842 166	23 037 566
Maurice	2011	0,8	1 236 817	1 276 873
Seychelles	2010	1,0	90 187	94 787
Zanzibar	2014	3,1	1 193 383	1 230 378
Sud-Ouest de l'Océan Indien (SOOI)	-	-	-	26 378 316

¹ Les données fournies par l'INSTAT, dérivés du recensement officiel 1993

La résolution des données de recensement de la population varie selon les pays. Afin de maintenir une cohérence à l'échelle de la région du SOOI, les différents niveaux de découpages administratifs sont harmonisés suivant les catégories présentées dans le Tableau 3. Le niveau administratif 0 représente l'échelle la plus large (par ex. échelle nationale) et le niveau administratif 4 représente l'échelle la plus fine (par ex. les zones d'énumération de recensement). Les niveaux administratifs et leur dénomination varie selon les pays. Par exemple, même si la majorité des pays de la région SOOI a publié les limites administratives de niveau 4, seules les limites administrative de niveau 3 existent pour les Comores et Zanzibar. Dans certains cas, des statistiques sur les populations sont disponibles à des échelles plus fines que le niveau administratif 4. Toutefois, ce niveau de précision dépasse l'échelle nécessaire pour la construction des modèles et s'avère incompatible avec les autres données fondamentales (les détails sont fournis ci-après).

Tableau 3 : Classifications et nombres des découpages administratifs, de l'échelle la plus large (0) à l'échelle la plus fine (4)

<i>Pays</i>	<i>Niveau admin. 0</i>	<i>Niveau admin. 1</i>	<i>Niveau admin. 2</i>	<i>Niveau admin. 3</i>	<i>Niveau admin. 4</i>
Comores	État insulaire	Île	Préfecture	Commune	-
	1	3	17	55	-
Madagascar	État insulaire	Province	Région	District	Commune
	1	6	22	110	1 433
Maurice	État insulaire	Île	Région	Zone municipale/Conseil de village	Zone de recensement
	1	4	12	150	3 921
Seychelles	État insulaire	Région	Région	District	Zone de recensement
	1	3	6	26	536
Zanzibar	État insulaire	Région	District	Quartier	-
	1	5	10	331	-

Afin d'estimer la répartition géographique de la population à un niveau plus précis, des données géographiques carroyées des population ont été développées pour la région du SOOI. Les données carroyées de population sont calculées en répartissant les données de population disponible au niveau administratif 3 (Comores, Maurice, Zanzibar) ou 4 (Madagascar, Seychelles) selon des facteurs de pondération dérivés des données de *LandScan* (Oakridge National Lab, 2012) et de *World Night Lights* (NASA, 2012). Les données spatiales *LandScan* et *Night Lights* présentent respectivement la répartition spatiale des populations et les imageries satellites nocturnes qui fournissent collectivement une représentation globale et cohérente de la densité des bâtis à l'échelle d'une grille de 30 secondes d'arc (1 km environ). Ensuite, les statisticiens d'AIR utilisent ces densités comme facteurs d'échelle en les harmonisant, et les utilisent pour la répartition des populations de chaque niveau administratif sur une grille uniforme. Les données finales en format grid de population de la région du SOOI est présentée en Figure 1, et sont fournies à haute résolution dans l'annexe au format électronique de ce rapport .

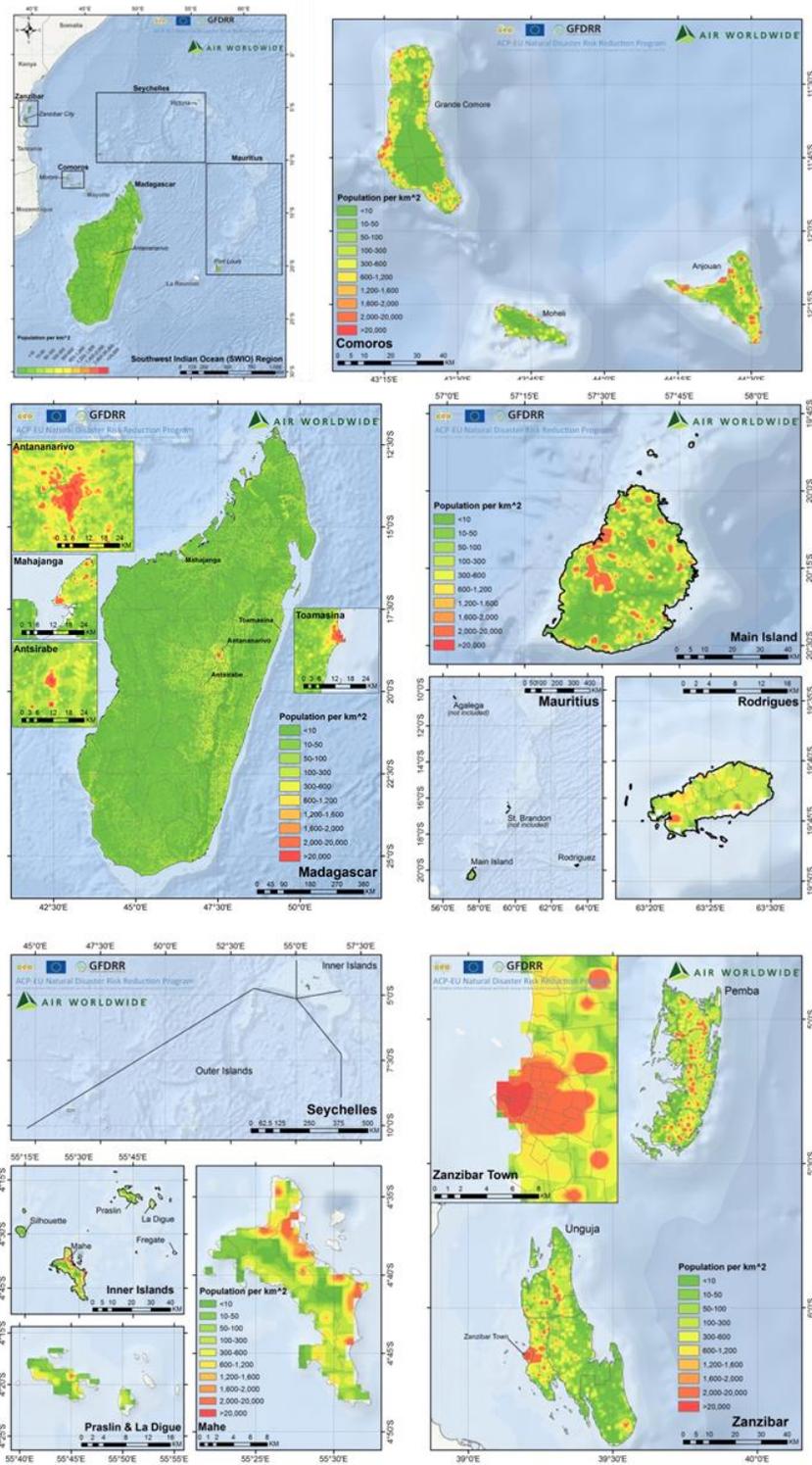


Figure 1 : Répartition carroyées des populations de la région du SOI

Développement de la base de données d'exposition des enjeux bâtiments

Suite au développement des données carroyées des populations, la base de données d'exposition des enjeux bâtiments est entièrement développée suivant la méthodologie décrite en Figure 2. AIR a utilisé des informations et des données provenant de diverses sources telles que les recensements officiels, les données d'organismes locaux, les rapports accessibles au public et les documents universitaires pour établir le nombre de biens à risque (par ex. le nombre de logements) et les statistiques associées (par ex. le pourcentage de logements par type d'occupation et type de construction). À l'exception de certains biens publics et infrastructures, la base de données d'exposition de la région du SOOI utilise la même grille de 30 secondes d'arc (1 km environ) que les données carroyées de population afin de maintenir une cohérence des modèles au niveau régional. Lorsque des informations très détaillées sur l'exposition des infrastructures et des biens publics sont disponibles en accès libre ou fournies par des organismes locaux, ces enjeux sont considérés sur leur location individuelle. Une fois le nombre de biens à risque est dérivé, la valeur de remplacement des bâtiments est estimée selon leurs coûts de reconstruction. On y rajoute conjointement les informations supplémentaires obtenues par recensement et d'autres données auxiliaires concernant les caractéristiques physiques des enjeux tels que leur superficie, type d'occupation, type de construction et hauteur.

En raison de la disparité des données disponibles pour chaque État insulaire considéré, les ajustements spécifiés en Figure 2 sont appliqués à l'approche générale. Les détails de ces ajustements sont décrits dans l'annexe A.

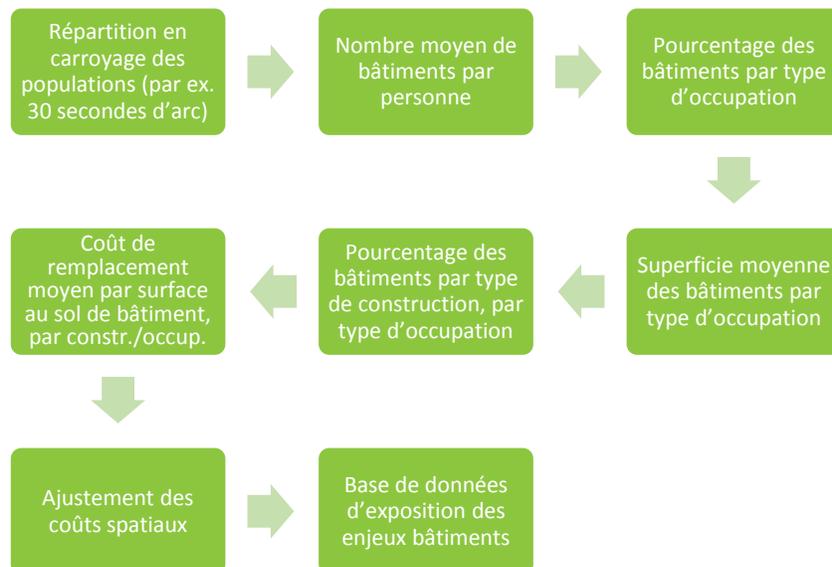


Figure 2 : Approche générale de développement de la base de données d'exposition des enjeux bâtiments

Sources de données

Différentes sources de données ont été utilisées pour développer la base de données des biens exposés. Les données sur les nombres de biens à risque, les caractéristiques des bâtiments et les coûts de construction ont été obtenus à partir des recensements, des organismes locaux et d'autres sources accessibles au public, ainsi que de précédents rapports d'évaluation des risques tels que la récente enquête SIPC/PNUD. Lorsque des données régionales ne sont pas disponibles, des données et des statistiques de régions présentant un développement économique similaire à la région du SOOI (par ex. PIB) sont appliquées. Le développement économique dans la région du SOOI variant largement d'un pays à l'autre, la qualité et la cohérence des données d'exposition disponibles dépendent entièrement du pays en question. Tandis que certains organismes de l'île Maurice et des Seychelles maintiennent des statistiques détaillées sur les bâtiments, la disponibilité des données d'exposition de haute qualité dans la région du SOOI est assez limitée en général. Conséquemment, l'élaboration de la base de données d'exposition a nécessité plusieurs hypothèses pour la partie modélisation. Ceci est expliquée en détail dans la section « Limites de la base de données d'exposition » et en Annexe A. Le Tableau 4 présente quelques références utilisées lors du développement de la base de données d'exposition. Ce Tableau 4 fournit également l'index de classification des sources de données qui associe chaque élément de la base d'exposition à sa source de données spécifique.

Tableau 4 : Les sources de données sont répertoriées par région et part type, à savoir respectivement Global, Afrique, SOOI, Comores (COM), Madagascar (MDG), Maurice (MUS), Seychelles (SYC), Zanzibar (ZAN), et auxiliaire, publiquement accessible, recensement officiel et organisme local.

ID	Type de source de données	Sources
0	Données auxiliaires	<ul style="list-style-type: none"> • FMI - Fonds monétaire international ; • Banque mondiale - Données et statistiques ; • FNUAP - Fonds des Nations Unies pour la population ; • Wikipedia
1	Données publiquement disponibles (Global)	<ul style="list-style-type: none"> • CARMA - Carbon Monitoring for Action ; • OpenStreetMap ; • NASA - Night Lights et GRUMP ; • ORNL - LandScan ; • ACW - Aircraft Charter World ; • Université de Southampton - WorldPop
2	Données publiquement disponibles (Afrique)	<ul style="list-style-type: none"> • Banque africaine de développement ; • KPMG Africa Limited ; • Centre for Affordable Housing Finance in Africa ; • Infrastructure Africa
3	Données publiquement disponibles (Région SOOI)	<ul style="list-style-type: none"> • SIPC - Stratégie internationale de prévention des catastrophes naturelles ; • COI - Commission de l'océan Indien
11	Données de recensement du gouvernement (COM)	<ul style="list-style-type: none"> • Direction de la statistique

12	Données d'organismes locaux (COM)	<ul style="list-style-type: none"> • Union des Comores, Ministère des Finances, de l'Économie, du Budget, de l'Investissement et du Commerce extérieur, Chargé des Privatisations ; • DGSC - Direction générale de la sécurité civile ; • Ministère de l'Environnement ; • EDA - Électricité d'Anjouan ; • MAMWE - Gestion de l'eau et de l'électricité aux Comores ; • Commissariat général au Plan
14	Données publiquement disponibles (COM)	<ul style="list-style-type: none"> • CNDRS - Centre national de documentation et de recherche scientifique
21	Données de recensement du gouvernement (MDG)	<ul style="list-style-type: none"> • INSTAT - Institut national de la statistique de Madagascar
22	Données d'organismes locaux (MDG)	<ul style="list-style-type: none"> • FTM - Foiben-Taosarintanin' i Madagasikara ; • Ministère du Tourisme, des Transports et de la Météorologie ; • MEN - Ministère de l'Éducation nationale ; • CPGU - Cellule de prévention et gestion des urgences à la Primature
23	Données publiquement disponibles (MDG)	<ul style="list-style-type: none"> • JIRAMA
31	Données de recensement du gouvernement (MUS)	<ul style="list-style-type: none"> • Statistics Mauritius
32	Données d'organismes locaux (MUS)	<ul style="list-style-type: none"> • Ministère des Infrastructures publiques, du Transport terrestre et maritime ; • RDA - Agence de développement des routes ; • MHL - Ministère des Terres et du Logement ; • CWA - Agence centrale de l'eau ; • Ministère des Finances et du Développement économique
33	Données publiquement disponibles (MUS)	<ul style="list-style-type: none"> • CEB - Central Electricity Board (Conseil central de l'électricité) ; • CWA - Agence centrale de l'eau ;
41	Données de recensement du gouvernement (SYC)	<ul style="list-style-type: none"> • Bureau national des statistiques
42	Données d'organismes locaux (SYC)	<ul style="list-style-type: none"> • MLUH - Ministère de l'Aménagement du territoire et du logement ; • SLTA - Agence du transport terrestre des Seychelles ; • PUC - Société de services publics
43	Données publiquement disponibles (SYC)	S.O.
51	Données de recensement du gouvernement (ZAN)	<ul style="list-style-type: none"> • NBS - Bureau national des statistiques ; • OCGS - Bureau du statisticien en chef
52	Données d'organismes locaux (ZAN)	<ul style="list-style-type: none"> • Gouvernement révolutionnaire de Zanzibar ; • ZIFA - Institut de gestion des finances publiques ; • Ministère des Domaines, de l'Habitat et du Développement des installations
53	Données publiquement disponibles (ZAN)	S.O.

Types d'occupation

L'occupation, dans le contexte de la base de données d'exposition et des profils de risque associés, se réfère à l'utilisation principale d'un bâtiment ou d'un bien. L'occupation est un élément essentiel à prendre en compte pour l'évaluation de la valeur de remplacement d'un bien et sa vulnérabilité aux aléas (par ex. tempête, tremblement de terre). Les types d'occupation considérés dans la base de données d'exposition incluent les enjeux des biens résidentiels, commerciaux, industriels généraux et publics, ainsi que les infrastructures. Bien que les types d'occupation considérés soient cohérents dans tous les États insulaires, la résolution de la modélisation pour chaque type de bien varie selon les pays en fonction de la disponibilité des données. Le Tableau 5 fournit les principaux types d'occupation avec la résolution de la modélisation correspondante. Les types d'occupation à usage résidentiels se composent de logements individuels et collectifs, et comprend également les logements traditionnels et ruraux. Les types d'occupation à usage commerciaux et industriels comprennent les non-infrastructures commerciales et industries générales (par ex. hôtels, immeubles de bureaux, usines, entrepôts). Les types d'occupation de classe publique inclut les établissements d'enseignement, de services publics, de santé, ainsi que les édifices gouvernementaux et religieux. Enfin, les types d'occupation classés en infrastructures incluent les routes, les ponts, les infrastructures de transport (par ex. aéroports, ports), de distribution d'eau et de distribution d'énergie.

Tous les enjeux des biens résidentiels, commerciaux et industriels généraux sont dérivés statistiquement puis répartis sur la grille de 1 km. Pour tous les pays, certains biens publics et infrastructures, tels que les centrales électriques, les aéroports, les ports maritimes et les routes sont modélisés à leur localisation individuelle. D'autres biens publics et infrastructures tels que les écoles, les universités, les hôpitaux, les services d'urgence, les services de distribution d'eau et d'électricité sont modélisés à leur localisation individuelle lorsque des informations complètes sont publiquement accessibles ou fournies par des organismes locaux. Pour distinguer les données modélisées des biens à partir de la grille de 1 km des données des biens capturés à leur localisation individuelle, un indicateur de résolution spatiale (« SpatRes ») a été créé dans la base de données d'exposition. De manière générale, les données sur les biens capturés à partir de leur localisation individuelle ne sont pas prises en compte dans les statistiques de recensement utilisées pour développer la base de données d'exposition en carroyage (par ex. routes, ports) pour éviter les chevauchements et les dédoublements. Pour les autres données, le chevauchement est réduit en retirant les données sur les biens capturés à leur localisation individuelle des statistiques d'exposition. Par exemple, les données sur les empreintes des bâtis associées aux hôpitaux et aux universités sont séparées et retirées avant de générer les statistiques sur les enjeux de santé et d'éducation.

Tableau 5 : Types d'occupation et résolution spatiale pour la base de données d'exposition

ID	Type d'occupation	Description	Résolution de la base de données
300	Inconnu	« Utilisation inconnue » ; « ponts »	1 km × 1 km
302	Résidentiel - Unifamilial	« Maison »	1 km × 1 km
303	Résidentiel - Multifamilial	« Appartement »	1 km × 1 km
304	Commercial - Hébergement	« Hébergement » ; « hôtel »	1 km × 1 km
311	Commercial - Commercial général	« Commercial »	1 km × 1 km
316	Public - Services de soins de santé	« Clinique » ; « hôpital » ; « autres services de santé »	Emplacement ^{1,2,3}
321	Industriel - Industriel général	« Industriel/fabrication » ; « entrepôt »	1 km × 1 km
341	Public - Religion	« Religion »	1 km × 1 km
343	Public - Établissement public général	« Établissement communautaire » ; « bureau du gouvernement » ; « ONG »	1 km × 1 km
344	Public - Services d'urgence	« Caserne de pompiers » ; « poste de police »	Emplacement ^{1,2,3}
345	Public - Éducation, université	« Université » ; « école supérieure » ; « école technique »	Emplacement ¹
346	Public - Éducation, primaire	« École maternelle » ; « école primaire » ; « collège et lycée »	Emplacement ^{1,2,3}
351	Infrastructure - Routes/Autoroute	« Autoroute », « route principale », « route secondaire », « route tertiaire », « bretelle d'accès »	Emplacement
352	Infrastructure - Bus/Rail	« Gare routière » ; « gare ferroviaire » ; « chemin de fer »	Emplacement
353	Infrastructure - Aéroport	« Aéroport » ; « piste »	Emplacement
354	Infrastructure - Port maritime	« Port maritime »	Emplacement
361	Infrastructure - Distribution d'électricité	« Centrale électrique » ; « sous-station »	Emplacement
362	Infrastructure - Distribution d'eau	« Barrage » ; « station de pompage » ; « traitement de l'eau » ; « dessalement »	Emplacement

¹ 1 km × 1 km pour les Comores² 1 km × 1 km pour Madagascar³ 1 km × 1 km pour Zanzibar

Types de constructions

Semblables aux types d'occupation, les attributs de risque tels que le type de construction et la hauteur des bâtis sont des éléments clés pour évaluer la valeur et la vulnérabilité des biens. La classification des risques par type de structures joue un rôle important dans la modélisation des catastrophes car les différences dans leur conception, qualité et matériaux de construction ont des répercussions importantes sur la vulnérabilité des bâtiments et conséquemment sur la modélisation des estimations de pertes. Le développement de la répartition spatiale des constructions nécessite d'abord la collecte d'informations sur les caractéristiques du parc immobilier pour chaque État à partir des statistiques de recensement et des données provenant des organismes locaux. Pour la classification du parc immobilier, les bâtiments sont regroupés en fonction de leurs caractéristiques structurelles principales à savoir : les matériaux de construction, le mécanisme de résistance

aux charges et la hauteur. Une analyse technique est ensuite menée conjointement avec ces statistiques pour classer chaque bien selon leur principal type de construction.

Les types de constructions pris en compte dans la base de données d'exposition des bâtiments sont fournis dans le Tableau 6. Ces types de constructions ont été établis après examen approfondi des données régionales et de la littérature concernant les matériaux de construction et les pratiques de construction locaux. Des informations qualitatives supplémentaires sur les types et les pratiques de construction typiques ont été obtenues lors d'entretiens avec des organismes locaux et des consultants régionaux. Les types prédominants dans la région du SOOI sont les constructions en maçonnerie et en béton de faible hauteur. Des structures traditionnelles en bois, en bambou, en paille, en briques et autres matériaux en terre sont également répandues dans la région, en particulier à Madagascar et à Zanzibar. À l'exception de l'île Maurice, les constructions de grande hauteur dans la région du SOOI sont rares, ainsi les bâtiments sont classés comme étant de faible hauteur (1 à 2 étages) ou à multi-étages (> 2 étages). Les constructions en acier se rencontrent également sporadiquement dans la région du SOOI, à l'exception de certains biens d'infrastructures de grandes valeurs tels que les aéroports et les installations industrielles. Les types de constructions classés comme infrastructures sont réservés aux biens hors-immobilier tels que les ponts, les routes, les chemins de fer et les barrages. En l'absence d'informations détaillées, les bâtiments d'infrastructure sont considérés comme étant en maçonnerie/béton ou de matériau inconnu.

Tableau 6 : Catégories de constructions prises en compte dans la base de données d'exposition des bâtiments

ID	Type de construction	Description	Catégorie de hauteur
100	Inconnu	« Inconnu »	Faible hauteur ; Multi-étage
101	Structure en bois	« Structure en bois »	Faible hauteur ; Multi-étage
102	Traditionnel en bois	« Bois traditionnel » ; « bambou » ; « paille »	Faible hauteur
111	Maçonnerie/Béton	« Mur porteur », « mur en béton » ; « colonne en béton », « dalle préfabriquée »	Faible hauteur ; Multi-étage
112	Traditionnel en terre	« Terre traditionnelle » ; « brique de boue » ; « torchis »	Faible hauteur
151	Structure en acier	« Colonne en acier » ; « structure en acier »	Faible hauteur ; Multi-étage
201	Ponts à plusieurs travées	« Ponts à plusieurs travées »	S.O.
202	Ponts continus	« Ponts continus »	S.O.
203	Autres ponts	« Autre pont » ; « pont à travée unique »	S.O.
204	Voies ferrées	« Chemin de fer » ; « voie ferrée »	S.O.
205	Routes/Autoroutes	« Autoroute », « route principale », « route secondaire », « route tertiaire », « bretelle d'accès »	S.O.
206	Pistes	« Pavées » ; « non pavées » ; « hélicoptère »	S.O.
211	Barrages	« Barrage en béton » ; « barrage en terre »	S.O.

Valeurs de remplacement

Une fois les enjeux localisés et leurs attributs définis, les valeurs de remplacement des bâtiments par type d'occupation et de construction sont générées en se basant sur les coûts de remplacement ou de reconstruction. Les valeurs de remplacement basé sur le coût de reconstruction est calculé en multipliant les estimations de superficie des bâtiments par le coût moyen de construction, et s'exprime typiquement en unité de surface (par ex. coût par mètre carré). Les coûts de reconstruction représentent les coûts nécessaires à la reconstruction de la structure elle-même, mais n'englobent pas les coûts des structures s'y rattachant ni leurs contenus, ni, dans le cas des établissements commerciaux, les coûts liés à l'interruption des activités.

Diverses sources de données au niveau local et régional ont été utilisées pour estimer les coûts de reconstruction par unité de surface selon la hauteur, les types d'occupation et les types de construction des bâtiments (voir le Tableau 4). De manière générale, les données et les statistiques sur les coûts de construction sont limitées dans la région du SOOI. Ces estimations de coûts sont généralement obtenues auprès d'organismes externes (par ex. ONG), à partir d'études précédentes, ou d'expertise en matière d'ingénierie. Ces coûts de reconstruction varient considérablement entre les îles. Par conséquent, les coûts de reconstruction pour chaque ensemble construction/occupation ont été développés séparément pour chaque État insulaire.

Les données sur les coûts de construction pour chaque État insulaire sont présentées dans la matrice des coûts de reconstruction en Annexe B. La matrice des coûts de reconstruction est constituée de l'ensemble occupation/construction (par ex. résidentiel maçonnerie/béton ou commercial structure en bois), et regroupe les estimations de coût de reconstruction par unité de surface (par ex. par mètre carré de bâtiment), ou par unité de longueur (par ex. par mètre de route), ou par unité individuelle (par ex. port, aéroport).

Pour différencier davantage les coûts de construction selon les État, les classifications urbaines ou rurales influant sur les tailles et les coûts de construction des bâtiments ont été intégrées. La catégorie d'urbanisation modélisée repose sur la densité démographique suivant l'échelle présentée dans le Tableau 7. Les statistiques d'occupation, de construction et de coûts dépendent généralement de la catégorie d'urbanisation. Par exemple, les habitations traditionnelles en bambou, en bois, en pierre ou en torchis se trouvent principalement dans les zones rurales et présentent un coût de reconstruction beaucoup plus faible que les habitations standards en béton, en maçonnerie ou en bois, localisées principalement dans les zones urbaines. De même, les logements à multi-étages (par ex. appartements et bâtiments commerciaux) sont situés principalement dans les zones urbaines et présentent un coût de reconstruction plus élevé, ceci en raison d'une meilleure qualité des constructions et du coût additionnel associé aux surfaces non habitables (par ex. cages d'escalier et halls).

La relation entre le coût et la catégorie d'urbanisation est prise en compte dans la base de données d'exposition de deux façons : (1) en utilisant un coût de remplacement unitaire plus élevé pour les types d'occupation qui sont plus susceptibles d'être localisés dans les zones urbaines ; et (2) en utilisant un facteur d'ajustement spatial du coût basé sur le PIB prenant ainsi en compte les variations régionales en matière d'urbanisation.

Tableau 7 : Catégories et pourcentages d'urbanisation de la population de chaque État insulaire²

Densité de population (par km ²)	Catégorie d'urbanisation	Comores	Madagascar	Maurice	Seychelles	Zanzibar
> 20 000	Zone métropolitaine	6,6 %	7,6 %	1,8 %	0,0 %	6,6 %
> 2 000	Zone urbaine	51,0 %	14,4 %	68,5 %	39,9 %	51,0 %
> 1 600	Zone périurbaine	13,8 %	1,7 %	3,0 %	13,1 %	13,8 %
< 1 600	Zone rurale	28,7 %	76,3 %	26,7 %	46,9 %	28,7 %

Validation de la base de données d'exposition sur les industries

Dans la région du SOOI, peu de rapports indépendants contenant des données d'inventaire des bâtiments sont disponibles. Ce qui complique les comparaisons directes avec la base de données d'exposition des bâtiments. De récentes collaborations entre la SIPC et la Commission de l'océan Indien (COI), dans le cadre de l'initiative ISLANDS, ont permis d'obtenir des profils de risque les plus complets à ce jour pour la région. Ces études multirisques prennent en compte les risques de tremblements de terre et de cyclones tropicaux pour chaque État insulaires de la région du SOOI, et s'appuient sur une base de données régionale sur le capital urbain développée dans le cadre de l'étude sur l'évaluation des risques globaux (GAR, 2015). Dans le rapport GAR, la valeur du capital urbain de la région du SOOI est calculée en utilisant une grille de 5 km et représente la valeur totale des bâtiments et des infrastructures. Ces données ainsi spatialement réparties permettent une comparaison directe avec les valeurs d'exposition modélisées pour les différents types d'occupation (par ex. résidentiel, commercial et industriel). Pour valider la base de données d'exposition d'AIR pour la région du SOOI, les données ont été rééchantillonnées sur une grille de 5 km puis comparées aux données sur le capital urbain développées dans le rapport GAR. Une comparaison visuelle entre les valeurs d'exposition d'AIR et du rapport GAR pour Madagascar est présentée en Figure 3, et suggère que les résultats sont à la fois visuellement et qualitativement similaires. Une comparaison quantitative de grille à grille est présentée en Figure 4 et démontre une corrélation statistiquement significative et en bonne accordance entre les données pour chaque pays modélisé et la région du SOOI dans son intégralité.

² Les totaux peuvent ne pas atteindre 100 % en raison de l'arrondissement

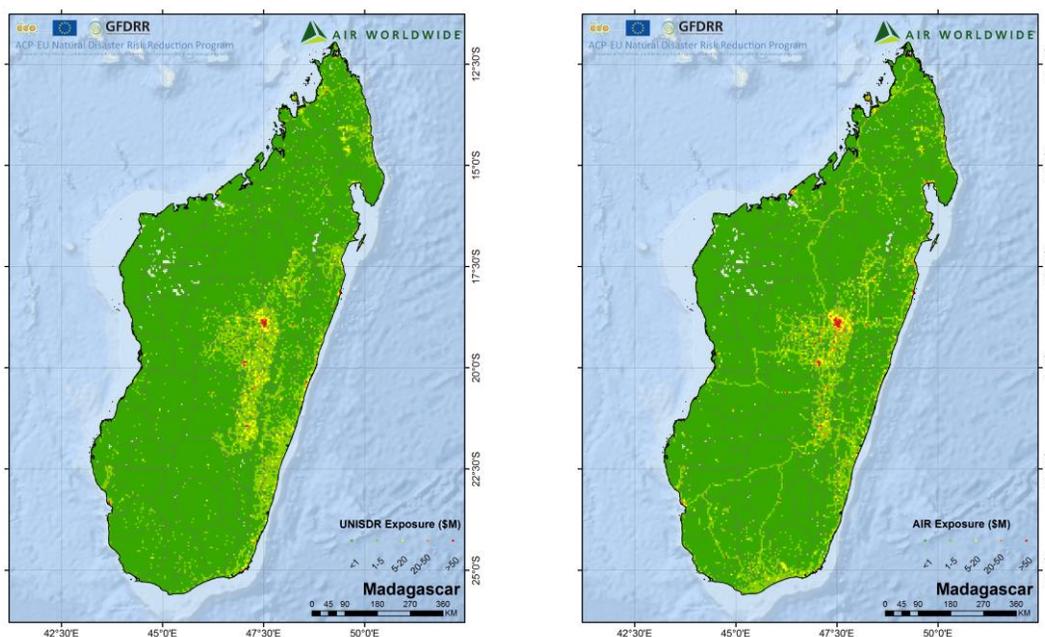


Figure 3 : Comparaison du capital urbain du rapport GAR (à gauche) avec la valeur d'exposition d'AIR (à droite) agrégés sur une grille de 5 km pour Madagascar

En plus de la validation de la répartition spatiale des valeurs d'exposition, les valeurs d'exposition au niveau national ont été comparées à différents indicateurs indépendants, tels que le PIB. Le Tableau 8 présente à la fois le PIB total de 2013 et en termes de parité de pouvoir d'achat (PPA) pour chaque État insulaire, normalisé par le PIB total de la région. Le PIB total et PPA ont été proposés comme référentiels appropriés pour estimer la valeur des bâtiments, car ces indicateurs sont bien corrélés avec les valeurs d'exposition au niveau régional (Jaiswal et Wald, 2011). Les ratios obtenus sont ainsi comparés avec la valeur totale d'exposition modélisée par AIR pour chaque État insulaire qui a été normalisée par la valeur totale d'exposition de la région du SOOI. La répartition des biens d'exposition correspond généralement bien avec la répartition du PIB régional.

Tableau 8 : Comparaison du PIB régional normalisé, du PIB total - PPA et des valeurs d'exposition d'AIR. Les barres bleues correspondent à chaque pourcentage et illustrent la répartition de chaque indicateur dans la région du SOOI³.

État insulaire	PIB normalisé (2013)	PIB-PPA normalisé (2013)	Valeur d'exposition normalisée
Comores	2%	2%	3%
Madagascar	41%	53%	42%
Île Maurice	46%	36%	41%
Seychelles	6%	4%	8%
Zanzibar	5%	5%	6%
<i>Sud-ouest de l'Océan Indien</i>	100%	100%	100%

³ Les totaux peuvent ne pas atteindre 100 % en raison de l'arrondissement

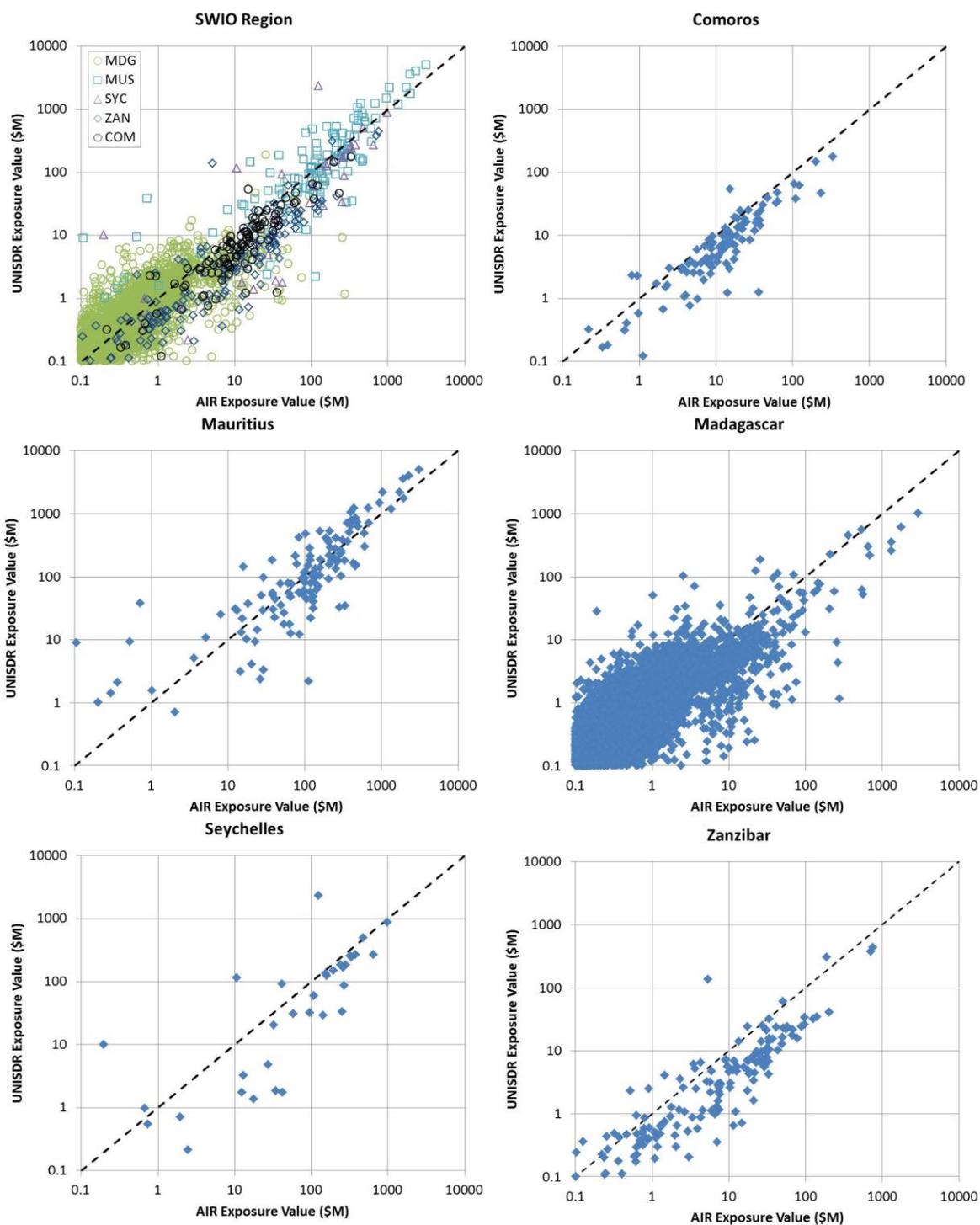


Figure 4 : Comparaison de la répartition spatiale de l'exposition entre l'enquête SIPC/GAR (en *ordonnée*) et la base de données d'exposition d'AIR pour la région du SOOI (en *abscisse*)



Limites de la base de données d'exposition

La base de données d'exposition des bâtiments de la région du SOOI a été développée spécifiquement pour évaluer les risques naturels au niveau national, et pour estimer les pertes économiques attribuables aux dommages résultant d'événements catastrophiques. La base de données d'exposition ne représente pas nécessairement la vérité ou la réalité des enjeux de bâtis, mais représente plutôt une interprétation basée sur les données disponibles, des techniques statistiques, des méthodes récentes de modélisation des catastrophes et d'expertise en matière d'ingénierie. Étant donné que la base de données a été conçue pour être utilisée dans le cadre d'une évaluation des risques, certaines simplifications, agrégations et méthodes de calcul basées sur les moyennes ont été utilisées pour développer la base de données d'exposition. Ainsi, la résolution, le champ d'application et la précision de la base de données d'exposition sont estimés valables uniquement en considération des valeurs moyennes. Additionnellement, la localisation individuelle des biens, lorsqu'elle est fournie, a été dérivée des données géospatiales existantes provenant des organismes locaux ou estimée à partir d'images satellite. Par conséquent, aucune garantie n'est fournie quant à l'exactitude et la précision de la localisation individuelle de ces biens.

Les limites des données en termes de disponibilité, d'accessibilité, d'exactitude et de précision, ont considérablement compliqué le développement de la base de données d'exposition pour la région du SOOI. Plusieurs lacunes ont été identifiées lors du développement de la base de données d'exposition. Ainsi, des données supplémentaires dans ces catégories s'avèrent très utiles pour améliorer le développement de futures bases de données d'exposition. Les lacunes identifiées comprennent :

- Coûts de reconstruction : des données incomplètes sur les estimations des coûts unitaires de reconstruction n'étaient disponibles que pour trois pays seulement (Seychelles, Comores et Maurice) et, étaient limitées uniquement à quelques catégories d'occupation et de construction. Des données détaillées sur les coûts unitaires pourraient améliorer les estimations des valeurs de reconstruction de la base de données d'exposition et donc la répartition des valeurs d'exposition pour chaque pays ;
- Données sur les types de construction : peu de données sur les types de constructions étaient documentées dans les recensements et les données provenant des organismes locaux. Lorsqu'elles étaient disponibles, ces données ne s'appliquaient généralement qu'aux habitations. Typiquement, les attributs collectés sur les constructions indiquaient uniquement les types de « mur » et de « toit », ne permettant pas de déterminer les éléments de structure principale de chaque bâtiment. Des informations additionnelles sur les codes de construction et les pratiques locales de construction seraient bénéfiques pour mieux estimer les types de constructions et leurs vulnérabilités;
- Attributs géospatiaux : plusieurs pays ont fourni des bases de données géospatiales, mais peu de de ces données contenaient des informations au-delà des empreintes de bâtis. Bien que ces données soient utiles pour la cartographie, l'utilité des données sur les empreintes des bâtis reste limitée sans les informations sur les attributs d'exposition tels que les types de construction, d'occupation, la hauteur, le nombre d'habitants, le coût, etc. De plus, les bases de données géospatiales étaient souvent en contradiction avec les données de recensement statistiques en matière de comptage des bâtiments, de types de construction ou d'occupation. Par exemple, à Maurice, le recensement de 2011 répertorie

un total d'environ 300 000 bâtiments sur l'île principale, tandis que la couche bâtis comprend plus de 440 000 bâtiments ;

- Données sur les infrastructures : les informations sur les coûts et types de construction des infrastructures à haute valeur ajoutée et les infrastructures critiques (par ex. aéroports, hôpitaux, barrages et centrales électriques) n'étaient pas fournies pour tous les pays, bien qu'il soit probable que les ministères des finances de chaque pays disposent de ces informations. Ces biens de grandes valeurs ont un impact significatif sur la valeur de l'exposition totale pour un pays et sur la répartition spatiale de ces biens. Il en va de même pour les infrastructures standards de valeurs plus faibles, telles que les routes et les ponts ;
- Statistiques sur l'emploi : des données statistiques spatiales détaillées sur les employés commerciaux, industriels et services publics n'étaient disponibles que de façon limitée dans quelques pays. Des statistiques détaillées sur l'emploi pourraient contribuer à améliorer la répartition et l'évaluation des biens commerciaux, industriels et biens publics de la base de données d'exposition.

Résumé de la base de données d'exposition

Cette section synthétise les statistiques et les cartes qui représentent la répartition spatiale des valeurs d'exposition de la base de données d'exposition des bâtiments de la région du SOOI. La base de données, les fichiers géospaciaux associés et les cartes de hautes résolutions sont fournis sous forme d'annexe numérique à ce rapport. Les valeurs de remplacement présentées dans le Tableau 9 incluent uniquement la valeur des structures (c.-à-d. la couverture A). La valeur totale de remplacement des bâtiments modélisés dans la région du SOOI est d'environ 82 milliards de dollars US. La répartition des valeurs totales d'exposition pour tous les types d'occupation et de construction considérés par la présente étude est présentée respectivement dans le Tableau 10 et le Tableau 11. La répartition spatiale de la valeur d'exposition totale dans la région du SOOI est illustrée en Figure 5.

Tableau 9 : Statistiques d'exposition dans la région du SOOI

<i>État insulaire</i>	<i>Comores</i>	<i>Madagascar</i>	<i>Maurice</i>	<i>Seychelles</i>	<i>Zanzibar</i>
Capitale	Moroni	Antananarivo	Port-Louis	Victoria	Zanzibar City
Monnaie locale	KMF (Franc comorien)	MGA (Ariary malgache)	MUR (Roupie mauricienne)	SCR (Roupie seychelloise)	TZS (Shilling tanzanien)
Taux de change avec le USD*	442	3 030	33,7	12,6	1 970
PIB (2013, milliards de \$)	0,62	10,61	11,94	1,45	1,16
PIB par habitant (\$)	846	463	9 593	15 565	848
PIB (PPA, milliards de I\$)	1,1	32,41	22,3	2,3	117,66
Population totale	738 712	23 037 566	1 276 873	94 787	1 230 378
Population urbaine	58 %	22 %	70 %	40 %	70 %
Champ d'application de la base de données d'exposition	Couv. A - Structure	Couv. A - Structure	Couv. A - Structure	Couv. A - Structure	Couv. A - Structure
Année d'exposition	2015	2015	2015	2015	2015
Résolution native d'exposition	0,0083333°	0,008333°	0,008333°	0,008333°	0,008333°
Valeur de remplacement (2015, millions de \$)					
Résidentiel	1 710,8	19 575,7	13 573,6	3 368,0	3 169,6
Commercial	138,3	3 865,5	6 649,2	2 112,0	484,6
Industriel	22,2	2 491,2	3 208,0	270,0	54,7
Public	271,0	3 564,7	1 441,7	298,0	88,6
Infrastructure	437,7	5 298,5	8 587,4	877,3	500,2
Total	2 580,0	34 795,7	33 460,0	6 925,3	4 297,8

* Moyenne pour l'année 2015

Tableau 10 : Répartition de la valeur d'exposition par type d'occupation. Les barres bleues correspondent au pourcentage indiqué pour chaque type d'occupation et servent à illustrer la répartition pour chaque État insulaire⁴.

ID	Type d'occupation	Comores	Madagascar	Maurice	Seychelles	Zanzibar	Sud-ouest de l'Océan Indien
300	Inconnu	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
302	Résidentiel - Unifamilial	58.7%	45.7%	27.3%	38.1%	66.1%	39.0%
303	Résidentiel - Multifamilial	7.6 %	10.6 %	13.2 %	10.5 %	7.7 %	11.4 %
304	Commercial - Hébergement	0.2 %	0.6 %	2.8 %	21.9 %	1.4 %	3.3 %
311	Commercial - Commercial général	5.2 %	10.5 %	17.1 %	8.5 %	9.9 %	12.8 %
316	Public - Services de soins de santé	0.1 %	0.9 %	0.6 %	0.3 %	0.1 %	0.6 %
321	Industriel - Industriel général	0.9 %	7.2 %	9.6 %	3.9 %	1.3 %	7.4 %
341	Public - Religion	0.7 %	0.0 %	0.0 %	1.1 %	0.4 %	0.2 %
343	Public - Établissement public général	6.3 %	3.8 %	0.4 %	1.4 %	0.4 %	2.1 %
344	Public - Services d'urgence	1.2 %	0.4 %	0.6 %	0.1 %	0.3 %	0.5 %
345	Public - Éducation, université	0.4 %	0.3 %	0.3 %	0.3 %	0.5 %	0.3 %
346	Public - Éducation, primaire	1.8 %	4.9 %	2.4 %	1.2 %	0.4 %	3.2 %
351	Infrastructure - Routes/Autoroute	12.9 %	11.9 %	18.0 %	5.6 %	8.6 %	13.7 %
352	Infrastructure - Bus/Rail	0.5 %	0.7 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.3 %
353	Infrastructure - Aéroport	1.0 %	0.5 %	1.0 %	0.4 %	2.5 %	0.8 %
354	Infrastructure - Port maritime	2.0 %	1.1 %	0.4 %	0.2 %	0.6 %	0.7 %
361	Infrastructure - Distribution d'électricité	0.5 %	1.1 %	4.4 %	2.4 %	0.0 %	2.5 %
362	Infrastructure - Distribution d'eau	0.0 %	0.0 %	1.9 %	3.8 %	0.0 %	1.1 %

Tableau 11 : Répartition de la valeur d'exposition par type de construction. Les barres bleues correspondent au pourcentage indiqué pour chaque type de construction et servent à illustrer la répartition pour chaque État insulaire³.

ID	Type de construction	Comores	Madagascar	Maurice	Seychelles	Zanzibar	Sud-ouest de l'Océan Indien
100	Inconnu	3.2 %	2.6 %	0.8 %	2.6 %	0.0 %	1.7 %
101	Structure en bois	0.0 %	4.3 %	0.1 %	8.6 %	0.0 %	2.6 %
102	Traditionnel en bois	0.8 %	6.9 %	0.4 %	0.0 %	13.9 %	3.9 %
111	Maçonnerie/Mur en béton	82.6 %	61.8 %	77.7 %	79.0 %	74.3 %	71.0 %
112	Traditionnel en terre	0.0 %	11.5 %	0.0 %	0.0 %	0.9 %	4.9 %
151	Structure en acier	0.0 %	0.1 %	1.1 %	0.5 %	1.2 %	0.6 %
201	Ponts à plusieurs travées	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.1 %
202	Ponts continus	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %
203	Autres ponts	0.0 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
204	Voies ferrées	0.0 %	0.7 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %	0.3 %
205	Routes/Autoroutes	12.9 %	11.6 %	18.0 %	5.6 %	8.6 %	13.6 %
206	Pistes	0.5 %	0.1 %	0.0 %	0.1 %	1.1 %	0.2 %
211	Barrages	0.0 %	0.0 %	1.8 %	3.3 %	0.0 %	1.0 %

⁴ Les totaux peuvent ne pas atteindre 100 % en raison de l'arrondissement

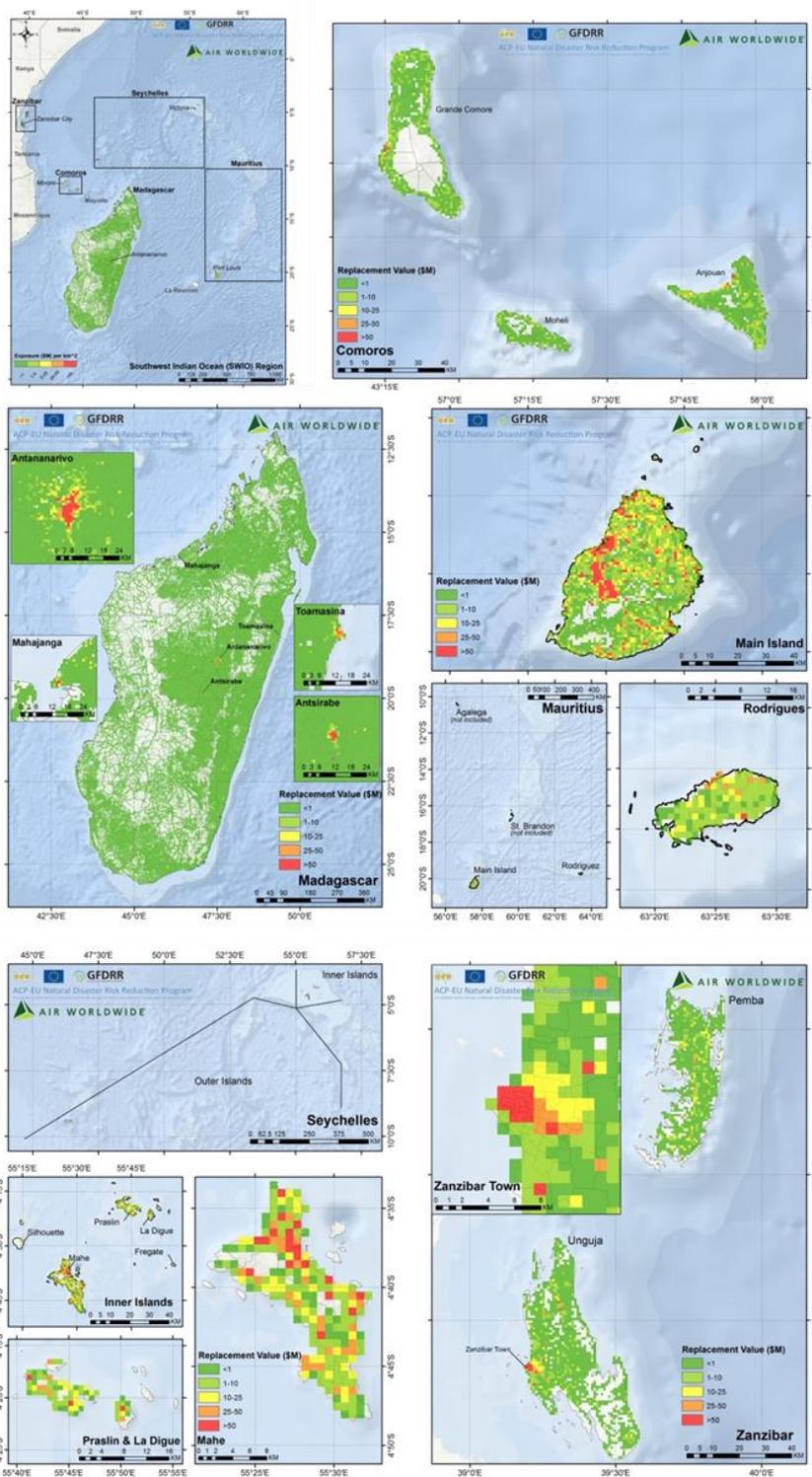


Figure 5 : Répartition spatiale de la valeur totale d'exposition de la région du SOOI

4 Références

- African Development Bank (2014). "Study on Road Infrastructure Costs: Analysis of Unit Costs and Cost Overruns of Road Infrastructure Projects in Africa," Statistics Department (ESTA), 40 pp.
- African Development Bank (2015). "Republic of Seychelles: Mahe Sustainable Water Augmentation Project," Appraisal Report, Water and Sanitation Department (OWAS), 28 pp.
- Africon for the World Bank (2008). "Unit Costs of Infrastructure Projects in Sub-Saharan Africa," Part of the Africa Infrastructure Country Diagnostic (AICD) Project, 10 pp.
- Bullock, R. (2009). "Off Track: Sub-Saharan African Railways," Africa Infrastructure Country Diagnostic (AICD) Project, Background Paper 17, 106 pp.
- Carbon Monitoring for Action (CARMA) (www.carma.org). Accessed November 2015.
- Central Electric Board (2012). "Building up Our Generation Capacity," Annual Report 2012, Corporate Office, Mauritius, 106 pp.
- Centre for Affordable Housing Finance in Africa (CAHF) (www.housingfinanceafrica.org). Accessed December 2015 and January 2016.
- Florida Department of Transportation (2011). "Transportation Costs Report: Airport Costs"
- International Monetary Fund (2010). "Union of the Comoros: Poverty Reduction and Growth Strategy Paper," IMF Country Report No. 10/190, 193 pp.
- Jaiswal, K.S. and Wald, D.J., (2011), "Rapid estimation of the economic consequences of global earthquakes," U.S. Geological Survey Open-File Report 2011-1116, 47 p.
- KPMG Africa Limited (2015). "Construction & Infrastructure," A member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative (KPMG International), 24 pp.
- KPMG Africa Limited (2014). "Construction in Africa," A member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative (KPMG International), 20 pp.
- INSTAT Madagascar (2006). "Rapport de L'Enquête sur les Entreprises à Madagascar," Ministère de l'Économie des Finances et du Budget, Secrétariat Général, 165 pp.
- INSTAT Madagascar (2010). "Enquête Périodique auprès des Ménages 2010, Rapport Principal" Ministère D'État Chargé de l'Économie et de l'Industrie, Secrétariat Général, 378 pp.
- INSTAT Madagascar (2013). "Enquête Nationale Sur l'emploi et le Secteur Informel – ENEMPSI 2012," Vice-Primature Chargé de l'Économie et de l'Industrie, Secrétariat Général, 94 pp.

LandScan (2015)TM High Resolution global Population Data Set copyrighted by UT-Battelle, LLC, operator of Oak Ridge National Laboratory under Contract No. DE-AC05-00OR22725 with the United States Department of Energy (web.ornl.gov/sci/landscan). Accessed 2015.

Mauritius Ports Authority (2013). "Harnessing the Wealth of the Ocean," Annual Report, 118 pp.

Morin, J. and F. Lavigne (2009). "Institutional and Social Responses to Hazards Related to Karthala Volcano, Comoros," *Shima: The International Journal of Research into Island Cultures*, Vol. 3, No. 1, pp. 54-71.

Mwase, N. (1987). "Railway Pricing in Developing Countries: A Comparative Analysis of Tariffs and Unit Costs of the TAZARA and of Competing Routes in Southern Africa," *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 21, No. 2, pp. 189-217.

Nippon Koei Co. Ltd. (2008). "The Study on the Urgent Necessity of the Expansion Project for Ivato International Airport in the Republic of Madagascar," *Study on Economic Partnership Projects in Developing Countries in FY2007*, 10 pp.

Proag, V. (2006). "Water Resources Management in Mauritius," *European Water*, Vol. 15/16, pp. 45-57.

Republic of Mauritius (2011). "2011 Housing and Population Census, Volume I: Housing and Living Conditions," Ministry of Finance and Economic Development, Statistics Mauritius, 392 pp.

Republic of Mauritius (2012). "2011 Housing and Population Census, Volume V: Economic Characteristics," Ministry of Finance and Economic Development, Statistics Mauritius, 400 pp.

Republic of Mauritius (2012). "2011 Housing and Population Census: Volume VII: Household Characteristics," Ministry of Finance and Economic Development, Statistics Mauritius, 117 pp.

Republic of Seychelles (2012). "Population and Housing Census 2010 Report," National Bureau of Statistics, 227 pp.

Revolutionary Government of Zanzibar (2009). "Zanzibar Human Development Report 2009: Towards Pro Poor Growth," MKUZA Secretariat, Zanzibar Institute of Financial Administration (ZIFA), and Office of the Chief Government Statistician, 150 pp.

Revolutionary Government of Zanzibar (2010). "Zanzibar Strategy for Growth and Reduction of Poverty (ZSGRP II) 2010-2015: MKUZA II," A successor to the Zanzibar Strategy for Growth and Reduction of Poverty 2007-2010, 197 pp.

Seng, D.C. and R. Guillande (2008). "Disaster Risk Profile of the Republic of Seychelles," United Nations Development Programme, 131 pp.

SGI Studio Galli Ingegneria S.p.A. (2012) "DRR Strategic Framework and Action Plan", Republic of Mauritius Ministry of Environment and Sustainable Development, 313 pp.

Tanzania National Bureau of Statistics, (www.nbs.go.tz). Accessed December 2015 and January 2016.

Union of the Comoros (2013). "Expression of Interest for Climate Investment Funds: Scaling up Renewable Energy Program (SREP) in Low Income Countries, Comoros," 11 pp.

U.S. Department of Energy (2013) "Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants," U.S. Energy Information Administration, Independent Statistics and Analysis, 201 pp.

Visible Earth, part of the EOS Project Science Office located at NASA Goddard Space Flight Center. (visibleearth.nasa.gov). Accessed 2015.

World Bank (1973). "Madagascar - Évaluation D'un Projet Ferroviaire." Rapport No. 232a-MAG, 106 pp.

World Bank (2003). "Project Appraisal Document on a Proposed Credit in the Amount of SDR 104.4 Million (US\$150 Million Equivalent) to the Republic of Madagascar for the Transport Infrastructure Investment Project in Support of the Third Phase of the Transport Sector Reform and Rehabilitation Program," Report No. 27140-MG, 74 pp.

5 Annexe A : Méthodologie de d'évaluation des expositions des pays

La méthodologie générale présentée en Figure A.1 est appliquée lors du développement de la base de données d'exposition pour chaque État insulaire dans la région du SOOI. Toutefois, en raison de la disparité des données disponibles selon les États insulaires, la méthodologie a été adaptée pour être spécifique à chaque pays. Les détails de la méthodologie appliquée pour chaque pays sont décrits ci-après. Additionnellement, une note qualitative sur la qualité des données (*Excellente, Bonne, Satisfaisante, Mauvaise*) est également attribuée à chaque pays en fonction de l'accessibilité et de l'utilité des informations d'exposition disponibles. Ces scores sont attribués selon l'interprétation et les expertises des analystes d'AIR.

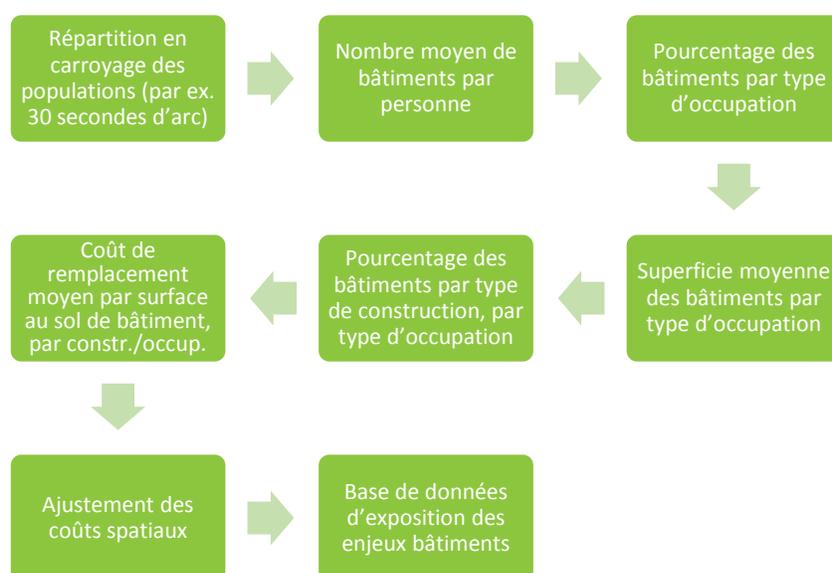


Figure A.1: Approche générale pour le développement de la base de données d'exposition des bâtiments

Les Comores

Note sur la qualité des données : *Mauvaise*

Les bases de données géospatiales développées dans le cadre de l'évaluation des risques conduite conjointement par le PNUD et la Banque Mondiale en 2014 ont servi de sources principales pour les données d'exposition. Ces données ont fourni des informations sur les bâtis dans la capitale de l'île du Grand Comore Moroni. Elles ont aussi permis d'obtenir des attributs sur les constructions tels que la taille, la valeur et les types de constructions du le parc immobilier. La base de données a également fourni des détails spécifiques sur les routes, les aéroports et les ports. La base de données d'exposition carroyée pour les Comores comprend les biens résidentiels, commerciaux, industriels généraux et publics. Le développement de l'exposition pour les

Comores diffère de la méthodologie standard en raison de la limite sur la disponibilité des données de bâtis et les attributs d'exposition.

Les données disponibles sur les bâtis ne fournissaient qu'une représentation partielle de la ville de Moroni, et de nombreuses couches manquaient d'attributs. Environ 1 770 des 10 118 bâtiments collectés géospaialement contenaient des attributs de construction tels que les matériaux des toits, la valeur estimée, le nombre d'étages et l'occupation (par ex. résidentiel, commercial, hôtel). Les informations fournies par les attributs de ces 1 770 bâtiments ont été utilisé comme référence pour dériver les pourcentages d'occupation et de construction de la base de donnée d'exposition carroyée pour les Comores. Quand les informations sur les types de construction des murs n'étaient pas disponibles, elles ont été considérées comme étant en maçonnerie, s'alignant sur les résultats des recherches sur les types de toits et sur les pratiques de construction typiques des Comores. Les autres types de bâtiments qui étaient considérés être en bois léger (par ex. poteaux et bois locaux) ou en paille ont été catalogués comme étant des structures résidentielles traditionnelles.

La désignation des zones métropolitaines, urbaines, périurbaines et rurales a permis de confirmer que les données disponibles sur les bâtis étaient essentiellement représentatives des zones urbaines des Comores. Pour tenir compte du faible nombre de bâtiments à usage non résidentiels (par ex. hôtels, bâtiments commerciaux et hôpitaux) dans les zones rurales, la proportion des bâtiments non résidentiels des régions rurales a été réduite par un facteur de 3 à 6, selon l'occupation. Peu d'informations étant disponibles sur les bâtiments publics des Comores, une estimation de 10 fonctionnaires par bâtiment a été choisie suite à un rapport publié par la Banque Mondiale (« 2015, Recrutement dans la fonction publique des Comores ») et a été utilisée conjointement avec les données statistiques sur l'emploi pour estimer le nombre général de bâtiments publics. Pour chaque point de la grille de la base de donnée carroyée, tout nombre calculé de bâtiments inférieur à 1 (c.-à-d. les résidus) a été regroupé et rajouté aux logements individuels qui est le type de construction le plus rencontré dans la région (généralement de faible hauteur, en maçonnerie/béton) et comme indiqué par le recensement.

La localisation des infrastructures, les types de constructions, les coûts des aéroports, des centrales électriques et des ports ont été obtenus à partir d'informations disponibles publiquement et sur internet. Aucune donnée sur les coûts des infrastructures n'était fournie. Les détails sur les quelques biens d'infrastructure sont fournis comme suit :

- Les données routières ont été obtenues à partir de la base de données géospaiales du PNUD. Les routes ont été segmentées en tronçons de 2 kilomètres (ou moins) et ont été attribuées une valeur basée sur les données ramenées au PIB par habitant des Seychelles et de l'île Maurice et de la littérature disponible.
- Les données sur la localisation des centrales électriques et leurs capacités provenaient de CARMA et de l'imagerie par satellite. Les valeurs unitaires ont ensuite été estimées à partir des capacités de chaque centrale fournies par une étude de cas sur les générateurs au diesel menée par EPRI (« *Coûts des générateurs fournis par les services publics, 1 à 10 MW* »).
- Les zones de déchargement portuaire ont été calculées à l'aide de l'imagerie par satellite. La valeur de remplacement par unité de surface a été calculée à partir des données de coûts du port de l'île Maurice ramenées au PIB par habitant.
- La localisation et la superficie des aéroports ont été estimés à l'aide de l'imagerie par satellite. Les longueurs et les largeurs des pistes ont été obtenues à partir d'images satellite et de données publiquement disponibles.

Madagascar

Note sur la qualité des données : *Mauvaise*



L'Institut National de la Statistique de Madagascar (INSTAT) et la récente étude de la SIPC ont servi de sources principales pour la base de données d'exposition de Madagascar. Les informations sur le recensement étaient généralement disponibles au niveau du district et les données de la SIPC étaient disponibles au niveau national ou communal. Les données de recensement ont fourni la taille moyenne des ménages pour chaque district et ont été utilisées pour estimer le nombre de logements à partir de la base de données carroyée des populations. L'INSTAT a également fourni le nombre d'écoles, d'hôpitaux et de cliniques au niveau communal. L'étude de la SIPC et les données de recensement des entreprises à Madagascar ont fourni des statistiques sur le nombre d'employés pour différents types d'occupation. La base de données d'exposition carroyée pour Madagascar comprend les biens résidentiels, commerciaux, industriels généraux et publics. Les biens d'infrastructure spécifiques à Madagascar comprennent les routes, les ponts, les aéroports, les ports, les centrales électriques, les voies ferrées, les gares ferroviaires et les universités. La méthodologie utilisée pour le développement de la base de données d'exposition pour Madagascar a suivi de près l'approche standard.

Les données sur le recensement contenaient des informations régionales sur les pourcentages de population employée dans différents types d'occupations, et ont été associées aux types d'occupation standard développés par AIR. Les informations sur les constructions (par ex. les matériaux de construction des murs) ont également été associées aux types de construction standard développés par AIR. Ces statistiques sur les occupations par personne et la répartition des constructions ont été utilisées pour développer la base de données carroyée des populations, et en dériver le nombre de bâtiments pour chaque ensemble construction-occupation. Pour chaque point de la grille, tout nombre calculé de bâtiments inférieur à 1 (c.-à-d. les résidus) a été regroupé et ajouté aux logements individuels à faible hauteur en maçonnerie/béton.

Les données sur le coût unitaire pour chaque type d'occupation à Madagascar ont été estimées à partir des données de coûts pour les Seychelles et les Comores et des rapports de KPMG Africa Limited (KPMG, 2014 ; KPMG, 2015). Les facteurs d'échelle ont été calculés en fonction des ratios de PIB par habitant corrigé (en termes de parité de pouvoir d'achat, PPA), puis calibrés pour chaque type d'occupation en utilisant le PIB par habitant et par facteurs de coûts des pays disposant de données sur les coûts. Par exemple, si le ratio de PIB-PPA par habitant entre Madagascar et les Seychelles est de 0,06 et que l'exposition étudiée a un ajustement du coût d'occupation de 2 (dérivé en comparant le PIB par habitant et les valeurs de coût unitaire connu aux Seychelles et aux Comores), alors la valeur de remplacement de l'unité à Madagascar est le produit de la valeur de l'unité d'occupation commerciale aux Seychelles, de l'indice de PIB par habitant (0,06) et de l'ajustement du coût d'occupation (2).

La localisation des routes et des voies ferrées a été extraite des données d'OpenStreetMap (OSM) qui couvrent la plupart des régions de Madagascar. Les données OSM ont été utilisées uniquement pour les routes et les voies ferrées à Madagascar en raison d'un biais géographique des données dans d'autres catégories, telles que les empreintes des bâtiments commerciaux, résidentiels et publics. L'emplacement et le coût des aéroports, des ports, des services de distribution d'électricité et des universités ont été tirés de sources accessibles au public telles que les rapports publiés par les agences, les données collectées par les ONGs et les articles de presse. Aucune donnée n'a été fournie sur les coûts des infrastructures. Les détails sur quelques biens d'infrastructure sont fournis comme suit :

- Les routes et les ponts ont été segmentés en tronçons de 2 kilomètres (ou moins) et ont été attribués une valeur basée sur les données ramenées au PIB par habitant des Seychelles et de l'île Maurice, ainsi que de la littérature disponible.
- La localisation et l'empreinte des aéroports et des pistes ont été estimés à partir des bases de données accessibles au public et de l'imagerie par satellite.

- La localisation des ports a été tiré de l'Index Mondial des Ports (WPI). La valeur de remplacement a été établie pour chaque port individuellement à partir de sources disponibles publiquement. Une valeur minimale de 500 000 dollars USD a été prise en compte.
- Les universités et leur nombre d'étudiants ont été calculés à l'aide d'informations disponibles publiquement. Leur superficie a été estimée en fonction du nombre d'étudiants, et sur la base d'informations fournies dans les données de la SIPC.
- Les données sur les biens de distribution d'énergie ont été obtenus de la JIRAMA, la compagnie d'électricité locale et de CARMA. Les valeur économiques des centrales électriques a été établie en prix par MW sur la base de documents publics.

L'île Maurice

Note sur la qualité des données : *Satisfaisante*

Les bases de données géospatiales pour l'île Maurice ont été fournies par différents organismes locaux dont le Ministère des Terres et du Logement (MHL), le Ministère des Infrastructures publiques, du Transport terrestre et Maritime, l'Agence de Développement des Routes (RDA), le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et le Centre Officiel des Statistiques de l'île Maurice (Statistics Mauritius). En plus des statistiques spatiales de construction et d'occupation, les données comprenaient des données sur l'empreinte des bâtiments pour l'île principale. La limite des données collectées étaient l'absence d'attributs de construction (par ex. construction, occupation et hauteur) pour chaque bâtiment. Les informations sur la répartition en termes d'occupation, de construction et de hauteur ont été tirées des données de recensement qui comprenaient des informations disponibles au niveau administratif 3. Les informations sur la localisation des biens d'infrastructure étaient également fournies par la base de données géospatiales. Les attributs structurels étaient cependant absents de ces données. Des informations limitées sur l'estimation des coûts de reconstruction étaient disponibles dans le récent profil national de risque fournit par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. Des données additionnelles sur les coûts unitaires pour l'île Maurice ont été extraites de la récente étude de la SIPC, des Seychelles, ainsi que des sources accessibles au public. La base de données d'exposition carroyée pour l'île Maurice comprend les biens résidentiels, commerciaux, industriels généraux et certains biens publics. Le développement de l'évaluation des expositions pour l'île Maurice diffère de la méthodologie standard en raison de la disponibilité limitée des données sur l'empreinte des bâtiments, des biens publics et des infrastructures.

Les superficies totales des bâtis pour l'île *Maurice* ont été extraites directement des ensembles de données sur l'empreinte des bâtiments, tandis que la distribution en termes d'occupation, de construction et de hauteur, a été calculée à partir du recensement des logements. Bien que les informations sur la construction par occupation n'étaient pas disponibles dans le recensement, un examen des informations disponibles publiquement a permis d'établir la répartition des types de construction pour les biens commerciaux et industriels qui diffèrent légèrement des informations fournies par le recensement des logements (c.-à-d. maçonnerie, béton et acier versus maçonnerie, bois et traditionnel). Le recensement fournissait toutefois la répartition détaillée des hauteurs de bâtiments pour le niveau administratif 3, qui a été utilisée pour ajuster les estimations de superficie. Pour chaque point de la grille, tout nombre calculé de bâtiments inférieur à 1 (c.-à-d. les résidus) a été regroupé et ajouté aux logements individuels en maçonnerie/béton à faible.

Certains biens publics (écoles et hôpitaux) et biens d'infrastructures (par ex. aéroports, routes, ponts, barrages et centrales électriques) étaient inclus dans les bases de données géospatiales existantes. Les données sur les coûts des infrastructures étaient fournies uniquement pour les routes. Les détails sur les biens d'infrastructures étudiés sont fournis comme suit :

- Les routes ont été segmentées en tronçons de 2 kilomètres (ou moins). La localisation des ponts ainsi que leur type et leur longueur ont été extraits de la base de données géospatiale. La valeur des routes et des ponts a été dérivée des données sur les coûts par mètre fournies par la RDA.
- La localisation des aéroports et des pistes était fournie. Leurs superficies et longueurs ont été dérivées de la base de données géospatiale ou estimées à partir des imageries par satellite. L'évaluation économique des aéroports a été établie à partir de rapports accessibles au public.
- La localisation et la superficie des ports étaient fournis. L'estimation des valeurs économiques des ports des îles Maurice et Rodrigues a été établie à partir du rapport annuel le plus récent des autorités portuaires mauriciennes.
- La localisation des écoles, des universités, des cliniques et des hôpitaux étaient fournie. Les estimations de superficie ont été obtenues en faisant une jointure spatiale de ces localisations avec la couche d'empreinte des bâtiments.
- Les biens de distribution d'eau ont été extraits de la base de données géospatiales. Leur estimation économique a été établie à partir de leur superficie au sol (par ex. installations de traitement de l'eau), de documents gouvernementaux accessibles au public et d'articles de presse (par ex. pour les barrages).
- Les biens de distribution d'énergie ont été tirés de la base de données géospatiales et complétés par des informations disponibles auprès de CARMA et de CEB (Central Electricity Board). L'estimation économique des centrales a été établie à partir du rapport annuel le plus récent de CEB.

Seychelles

Note sur la qualité des données : *Satisfaisante*

Les bases de données géospatiales pour les Seychelles ont été fournies par différents organismes locaux, y compris le Ministère de l'Aménagement du territoire et du Logement (MLUH), l'Agence de Transport Terrestre (SLTA) et le Bureau National des Statistiques (NBS). Ces ensembles de données comprenaient des données sur l'empreinte des bâtis pour les îles intérieures et des données détaillées sur l'occupation du sol pour les îles Mahé, Praslin et La Digue. La principale limite de ces données était l'absence d'attributs de construction (par ex. construction, occupation et hauteur) pour chaque bâtis. Tandis que le taux d'occupation des bâtiments de l'île Mahé a pu être déduit des cartes d'occupation du sol, les statistiques générales sur l'occupation ont dû être établies à partir des données de recensement pour les autres îles. Additionnellement, les détails sur les constructions n'étaient pas inclus dans les données et n'étaient disponibles que dans les données de recensement, par zone de dénombrement sous une catégorie générale sur les constructions. Les statistiques sur la répartition des hauteurs de bâtiments n'étaient pas disponibles. Les informations sur la localisation des biens d'infrastructure étaient également fournies par la base de données géospatiale, cependant les attributs structurels étaient absents de ces données. Le MLUH a fourni des estimations sur les coûts de reconstruction pour différents types d'occupation et de construction. La base de données d'exposition carroyées pour les Seychelles comprend les biens résidentiels, commerciaux et industriels généraux, et certains biens publics. Le développement de la base de données d'exposition pour les Seychelles diffère de la méthodologie standard en raison de la disponibilité limitée des données sur l'empreinte des bâtis, des biens publics et des infrastructures, et des données sur les coûts de reconstruction.

Les données sur la répartition des occupations et les superficies totales pour les Seychelles ont été extraites directement des ensembles de données géospatiales, tandis que les données sur les répartitions de type de construction et de hauteur ont été calculées à partir du recensement des logements. Les informations sur les constructions par type d'occupation n'étaient pas disponibles. Par conséquent, les données de répartitions des types de constructions par zone de dénombrement des données de recensement ont été appliquées de manière uniforme pour tous les types d'occupations (à l'exception des structures traditionnelles qui n'ont été affectées qu'aux logements à usage résidentiel). Pour chaque point de la grille, tout nombre calculé de bâtiments inférieur à 1 (c.-à-d. les résidus) a été regroupé et ajouté aux logements individuels à usage résidentiels et à faible hauteur en maçonnerie/béton.

Certains biens publics (écoles et hôpitaux) et biens d'infrastructures principale (par ex. aéroports, routes, ponts, barrages et centrales électriques) étaient représentés dans les bases de données géospatiales. Les données sur les coûts d'infrastructures étaient uniquement fournies pour les routes. Les détails sur les biens d'infrastructures étudiés sont fournis comme suit :

- Les routes ont été segmentées en tronçons de 2 kilomètres (ou moins). La localisation des ponts, leur type et leur longueur, a été extraite de la base de données géospatiale. La valeur économique des routes et des ponts a été établie à l'aide des données sur les coûts par mètre fournies par la STLA.
- La localisation des aéroports et des pistes était fournie. Leurs superficies et longueurs ont été dérivées de la base de données géospatiale ou à partir d'imagerie par satellite. L'estimation des valeurs économiques des aéroports a été établie sur la base de la superficie et du coût par mètre carré fournis pour les biens industriels.
- La localisation et l'empreinte des ports étaient fournis. L'estimation des valeurs économiques des ports a été établie sur la base de la superficie et du coût par mètre carré fournis pour les biens industriels.
- La localisation et les coûts de reconstruction des écoles, des universités, des cliniques et des hôpitaux étaient fournis. Les estimations de superficie ont été obtenues en faisant une jointure spatiale de ces localisations géographiques avec la couche d'empreinte des bâtiments.
- Les biens de distribution d'eau et d'énergie ont été tirés de la base de données géospatiales. Leur estimation économique a été établie sur la base de la superficie et du coût par mètre carré fournis pour les biens industriels.

Zanzibar

Note sur la qualité des données : Mauvaise

Le recensement de 2012 développé par le Bureau National de la Statistique de la Tanzanie a servi de source principale pour la base de données d'exposition de Zanzibar. Les informations de recensement étaient disponibles au niveau administratif région pour Zanzibar (Kaskazini-Unguja, Zanzibar Sud et Central, Zanzibar Ouest, Kaskazini-Pemba et Kusini-Pemba). Le recensement a fourni les informations sur la taille moyenne des ménages pour chaque région. Ensuite, ces informations ont été utilisées pour estimer le nombre de logements en fonction de la base de données carroyée des populations. La base de données d'exposition carroyée pour Zanzibar comprend les biens résidentiels, commerciaux, industriels généraux et les biens publics. Les données de localisation spécifique des infrastructures pour Zanzibar comprend les routes, les aéroports, les ports et les universités. Le développement de la base de données d'exposition pour Zanzibar suit de près la méthodologie standard.

Les données de recensement contenaient des informations sur les pourcentages de population active selon différentes occupations au niveau des régions. Ces informations ont été associées aux types d'occupation standards développés par AIR. Les informations sur les constructions (par ex. les matériaux des murs) ont également été associées aux types de construction standard développés par AIR. Lorsque des informations supplémentaires sur l'occupation ou les constructions étaient disponibles, les statistiques sur la répartition ont été modifiées pour tenir compte de ces informations additionnelles. Par exemple, les rapports sur la « *Stratégie de Zanzibar pour la croissance et la réduction de la pauvreté* » et le « *Rapport 2009 sur le développement humain à Zanzibar : croissance en faveur des pauvres* » ont fourni des estimations du nombre total d'hôtels et d'entreprises à l'échelle du pays. Ces nombres ont été ajustés pour l'année en cours afin d'estimer les proportions de ces types d'établissements dans la base de données. En utilisant ces statistiques, les données d'occupation par personne et la distribution des constructions ont été rapportées à la base de données carroyée des populations pour calculer le nombre de bâtiments pour chaque ensemble construction-occupation. Pour chaque point de la grille, tout nombre calculé d'immeubles inférieur à 1 (c.-à-d. les résidus) a été regroupé et ajouté aux logements individuels ayant le type de construction le plus rencontré au niveau administratif région selon les données de recensement (généralement de faible hauteur, en maçonnerie/béton pour l'île d'Unguja, et de faible hauteur en bois traditionnel pour l'île de Pemba).

Les données sur le coût unitaire pour chaque type d'occupation à Zanzibar ont été estimées par mise à l'échelle des données fournies par KPMG Africa Limited (KPMG, 2014 ; KPMG, 2015) pour Dar Es Salaam en Tanzanie. Les coûts de reconstruction ont principalement été dérivés en comparant les prix de vente et de location publiquement disponibles pour Zanzibar à ceux fournis par KPMG pour Dar Es Salaam. La moyenne du rapport entre les deux a ensuite été utilisée pour harmoniser le reste des données de KPMG. Pour les types d'occupation qui ne sont pas inclus dans les données de KPMG, la méthodologie de mise à l'échelle en utilisant le PIB par habitant décrite dans la section Madagascar ci-dessus a été utilisée.

Les données de localisation des infrastructures, les types de construction et les coûts des routes, des aéroports, des ports et des grandes universités, ont été fournies par l'Université d'État de Zanzibar et OpenStreetMap. Les données provenant de l'Université d'État de Zanzibar (en collaboration avec STATOIL) couvraient le centre-ville de Zanzibar, et les données d'OpenStreetMap couvraient l'ensemble du territoire du Zanzibar. Les données sur les coûts de l'infrastructure n'ont pas été fournies. Les détails sur les données de biens d'infrastructure étudiés sont fournis comme suit :

- Les routes ont été segmentées en tronçons de 2 kilomètres (ou moins) et ont été attribuées une valeur basée sur les données ajustées de PIB des Seychelles et de l'île Maurice, ainsi qu'à partir des informations provenant de la littérature disponible.
- La localisation et la superficie des aéroports ont été extraits à l'aide de l'imagerie par satellite. Les longueurs et les largeurs des pistes ont été obtenues à partir d'images satellite et de données publiquement disponibles.
- Les données sur les surfaces de chargement des ports ont été extraites à partir de l'imagerie par satellite. La valeur de remplacement par unité de surface a été calculée en ajustant les données de coûts pour les ports de l'île Maurice ramenés au PIB.
- Les universités majeures ont été localisées individuellement à partir d'informations publiquement disponibles.
- Aucune centrale électrique n'existe à Zanzibar. L'île est reliée à la Tanzanie par des câbles sous-marins qui importent de l'électricité à des sous-stations. Bien que des articles disponibles publiquement confirment ce fait, aucune information spécifique sur l'emplacement ou la valeur de ces sous-stations n'a été trouvée.

6 Annexe B : Reconstruction de la matrice des coûts

Les valeurs de remplacement de l'ensemble construction-occupation pris en compte pour le développement de la base de données d'exposition sont fournis dans le Tableau B.1 ci-dessous. Pour chaque pays, les entrées vides dans le Tableau B.1 signifient que l'ensemble construction-occupation correspondant n'était pas présent dans la base de données d'exposition de ce pays, ou que les données disponibles ne permettaient pas de calculer un coût de reconstruction. Les valeurs de remplacement nominales sont extraites de données fournies par des organismes locaux, mises à l'échelle en utilisant les ratios de PIB par habitant pour des régions similaires, ou estimées à partir de données publiquement disponibles. Aucune garantie, explicite ou implicite, n'est fournie en ce qui concerne l'exactitude des coûts de remplacement énumérés ici.

Tableau B.1 : Valeurs des coûts de remplacement unitaires nominales pour la base de données d'exposition de la région du SOOI

Indice	Code constr.	Code occup.	Code constr. Type	Code occup. Type	Coût unitaire	Comores	Madagascar	Maurice	Seychelles	Zanzibar
1	101	302	Structure en bois	Résidentiel - Unifamilial	m ²	-	76	384	507	-
2	111	302	Maçonnerie/ Mur en béton	Résidentiel - Unifamilial	m ²	120	102	288	675	149
3	151	302	Structure en acier	Résidentiel - Unifamilial	m ²	-	109	720	722	-
4	102	302	Traditionnel en bois	Résidentiel - Unifamilial	m ²	94	38	96	254	74
5	112	302	Traditionnel en terre	Résidentiel - Unifamilial	m ²	-	38	96	-	74
6	100	302	Inconnu	Résidentiel - Unifamilial	m ²	94	89	336	591	-
7	101	303	Structure en bois	Résidentiel - Multifamilial	m ²	-	76	432	628	-
8	111	303	Maçonnerie/ Mur en béton	Résidentiel - Multifamilial	m ²	204	102	576	836	251
9	151	303	Structure en acier	Résidentiel - Multifamilial	m ²	-	88	720	722	-
10	102	303	Traditionnel en bois	Résidentiel - Multifamilial	m ²	94	38	144	-	125
11	112	303	Traditionnel en terre	Résidentiel - Multifamilial	m ²	-	38	144	-	125
12	100	303	Inconnu	Résidentiel - Multifamilial	m ²	94	89	576	732	-
13	101	304	Structure en bois	Commercial - Hébergement	m ²	-	99	1 250	1 318	-
14	111	304	Maçonnerie/ Mur en béton	Commercial - Hébergement	m ²	145	132	1 667	1 754	373
15	151	304	Structure en acier	Commercial - Hébergement	m ²	-	132	1 667	1 754	-

Indice	Code constr.	Code occup.	Code constr. Type	Code occup. Type	Coût unitaire	Comores	Madagascar	Maurice	Seychelles	Zanzibar
16	102	304	Traditionnel en bois	Commercial - Hébergement	m ²	-	-	-	-	186
17	112	304	Traditionnel en terre	Commercial - Hébergement	m ²	-	-	-	-	186
18	100	304	Inconnu	Commercial - Hébergement	m ²	-	116	1 528	1 536	-
19	101	311	Structure en bois	Commercial - Commercial général	m ²	-	64	360	612	-
20	111	311	Maçonnerie/ Mur en béton	Commercial - Commercial général	m ²	92	85	480	815	234
21	151	311	Structure en acier	Commercial - Commercial général	m ²	-	75	720	722	-
22	102	311	Traditionnel en bois	Commercial - Commercial général	m ²	-	-	-	-	117
23	112	311	Traditionnel en terre	Commercial - Commercial général	m ²	-	-	-	-	117
24	100	311	Inconnu	Commercial - Commercial général	m ²	-	75	520	714	-
25	101	316	Structure en bois	Public - Services de soins de santé	m ²	-	229	540	506	-
26	111	316	Maçonnerie/ Mur en béton	Public - Services de soins de santé	m ²	324	305	720	674	234
27	151	316	Structure en acier	Public - Services de soins de santé	m ²	-	305	720	-	-
28	102	316	Traditionnel en bois	Public - Services de soins de santé	m ²	-	-	-	-	117
29	112	316	Traditionnel en terre	Public - Services de soins de santé	m ²	-	-	-	-	117
30	100	316	Inconnu	Public - Services de soins de santé	m ²	-	-	660	-	-
31	101	321	Structure en bois	Industriel - Industriel général	m ²	-	94	540	543	-
32	111	321	Maçonnerie/ Mur en béton	Industriel - Industriel général	m ²	132	126	720	722	230
33	151	321	Structure en acier	Industriel - Industriel général	m ²	-	126	720	722	-
34	102	321	Traditionnel en bois	Industriel - Industriel général	m ²	-	-	-	-	115
35	112	321	Traditionnel en terre	Industriel - Industriel général	m ²	-	-	-	-	115
36	100	321	Inconnu	Industriel - Industriel général	m ²	-	110	660	632	-
37	101	341	Structure en bois	Public - Religion	m ²	-	82	336	612	-
38	111	341	Maçonnerie/Mur en béton	Public - Religion	m ²	114	109	384	815	251
39	151	341	Structure en acier	Public - Religion	m ²	-	-	-	-	-
40	102	341	Traditionnel en bois	Public - Religion	m ²	-	-	144	-	125
41	112	341	Traditionnel en terre	Public - Religion	m ²	-	-	144	-	125
42	100	341	Inconnu	Public - Religion	m ²	-	95	252	714	-
43	101	343	Structure en bois	Public - Établissement public général	m ²	-	197	288	491	-

Indice	Code constr.	Code occup.	Code constr. Type	Code occup. Type	Coût unitaire	Comores	Madagascar	Maurice	Seychelles	Zanzibar
44	111	343	Maçonnerie/ Mur en béton	Public - Établissement public général	m ²	279	262	384	654	320
45	151	343	Structure en acier	Public - Établissement public général	m ²	-	289	720	722	-
46	102	343	Traditionnel en bois	Public - Établissement public général	m ²	-	-	-	-	160
47	112	343	Traditionnel en terre	Public - Établissement public général	m ²	-	-	-	-	160
48	100	343	Inconnu	Public - Établissement public général	m ²	-	229	464	573	-
49	101	344	Structure en bois	Public - Services d'urgence	m ²	-	197	288	491	-
50	111	344	Maçonnerie/ Mur en béton	Public - Services d'urgence	m ²	324	262	384	654	320
51	151	344	Structure en acier	Public - Services d'urgence	m ²	-	289	720	722	-
52	102	344	Traditionnel en bois	Public - Services d'urgence	m ²	-	-	-	-	160
53	112	344	Traditionnel en terre	Public - Services d'urgence	m ²	-	-	-	-	160
54	100	344	Inconnu	Public - Services d'urgence	m ²	-	229	464	573	-
55	101	345	Structure en bois	Public - Éducation, université	m ²	-	-	216	497	-
56	111	345	Maçonnerie/ Mur en béton	Public - Éducation, université	m ²	279	115	288	662	480
57	151	345	Structure en acier	Public - Éducation, université	m ²	-	-	-	-	-
58	102	345	Traditionnel en bois	Public - Éducation, université	m ²	-	-	-	-	-
59	112	345	Traditionnel en terre	Public - Éducation, université	m ²	-	-	-	-	-
60	100	345	Inconnu	Public - Éducation, université	m ²	-	-	-	580	-
61	101	346	Structure en bois	Public - Éducation, primaire	m ²	-	87	216	497	-
62	111	346	Maçonnerie/ Mur en béton	Public - Éducation, primaire	m ²	122	115	288	662	202
63	151	346	Structure en acier	Public - Éducation, primaire	m ²	-	-	-	-	-
64	102	346	Traditionnel en bois	Public - Éducation, primaire	m ²	-	-	-	-	101
65	112	346	Traditionnel en terre	Public - Éducation, primaire	m ²	-	-	-	-	101
66	100	346	Inconnu	Public - Éducation, primaire	m ²	-	-	-	-	-

Indice	Code constr.	Code occup.	Code constr. Type	Code occup. Type	Coût unitaire	Comores	Madagascar	Maurice	Seychelles	Zanzibar
67	100	361	Inconnu - Centrale électrique	Infrastructure - Distribution d'électricité	MW ou m ²	0,47 M	1,0 M	1,81 M	45,9 K ¹	-
68	100	361	Inconnu - Sous-station	Infrastructure - Distribution d'électricité	m ²	-	-	360	722	-
69	205	351	Routes/Autoroutes - Autoroute	Infrastructure - Routes/Autoroute	m	775	202	4 750	1 163	775
70	205	351	Routes/Autoroutes - Principale	Infrastructure - Routes/Autoroute	m	775	202	1 667	1 163	775
71	205	351	Routes/Autoroutes - Secondaire	Infrastructure - Routes/Autoroute	m	472	133	1 433	763	472
72	205	351	Routes/Autoroutes - Tertiaire	Infrastructure - Routes/Autoroute	m	17	54	200	757	17
73	205	351	Routes/Autoroutes - Bretelle d'accès	Infrastructure - Routes/Autoroute	m	-	-	200	460	-
74	201	300	Classique - Ponts à plusieurs travées	Inconnu	m	-	1 551	5 333	11 632	-
75	202	300	Classique - Ponts continus	Inconnu	m	-	1 009	4 167	7 567	-
76	203	300	Autres ponts	Inconnu	m	-	614	2 667	4 603	-
77	100	353	Inconnu	Infrastructure - Aéroport	m ²	722	370 à 740	5 368	722	722
78	206	353	Pistes - Pavées	Infrastructure - Aéroport	m	6 056	1 400	1 667	1 163	6 056
79	206	353	Pistes - Non pavées	Infrastructure - Aéroport	m	3 634	700	5 368	763	3 634
80	206	353	Pistes - Hélicopt	Infrastructure - Aéroport	m ²	-	-	-	166	-
81	100	354	Inconnu	Infrastructure - Port maritime	m ² ou unité	-	0,5 à 200 M	4 à 121 M	722 ¹	6,5 à 20 M
82	100	352	Inconnu - Stations	Infrastructure - Bus/Rail	m ² ou unité	-	262 ¹	-	722 ¹	-
83	204	352	Voies ferrées	Infrastructure - Bus/Rail	m	-	250	-	-	-
84	100	362	Inconnu - Station de pompage eaux non traitées	Infrastructure - Distribution d'eau	m ² ou unité	-	-	321 ¹	722 ¹	-
85	100	362	Inconnu - Station de pompage eaux traitées	Infrastructure - Distribution d'eau	m ² ou unité	-	-	362 ¹	722 ¹	-
86	100	362	Inconnu - Dessalement	Infrastructure - Distribution d'eau	m ² ou unité	-	-	-	722 ¹	-
87	211	362	Barrages	Infrastructure - Distribution d'eau	unité	-	-	55,5 M	77,0 M	-

¹ par m²

À propos d’AIR Worldwide Corporation

AIR Worldwide Corporation (AIR) est le leader scientifique et le fournisseur le plus respecté de logiciels de modélisation des risques et de services de conseil. AIR est à l’origine du secteur de la modélisation des catastrophes en 1987 et modélise depuis les risques de catastrophes naturelles et de terrorisme dans plus de 50 pays. Plus de 400 clients dans le secteur des assurances, de la réassurance, des finances, ainsi que des entreprises et des services publics comptent sur les logiciels et les services proposés par AIR pour la gestion des risques liés aux catastrophes, les titres assurantiels, les analyses parasismiques et les analyses des effets du vent, la gestion des risques agricoles, et l’évaluation des coûts de remplacement des biens. AIR est un membre du groupe ISO dont le siège est à Boston, avec des bureaux supplémentaires en Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Pour obtenir plus d’informations, veuillez vous rendre sur www.air-worldwide.com.

