



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

Profil de risque climatique

RISQUES CLIMATIQUES DANS LES ZONES URBAINES ET EN VOIE D'URBANISATION MADAGASCAR



Mars 2018

Ce document a été produit aux fins de révision par l'USAID. Il a été préparé par Chemonics à travers le projet ATLAS. Le contenu de ce rapport ne reflète pas nécessairement les points de vue de l'USAID.

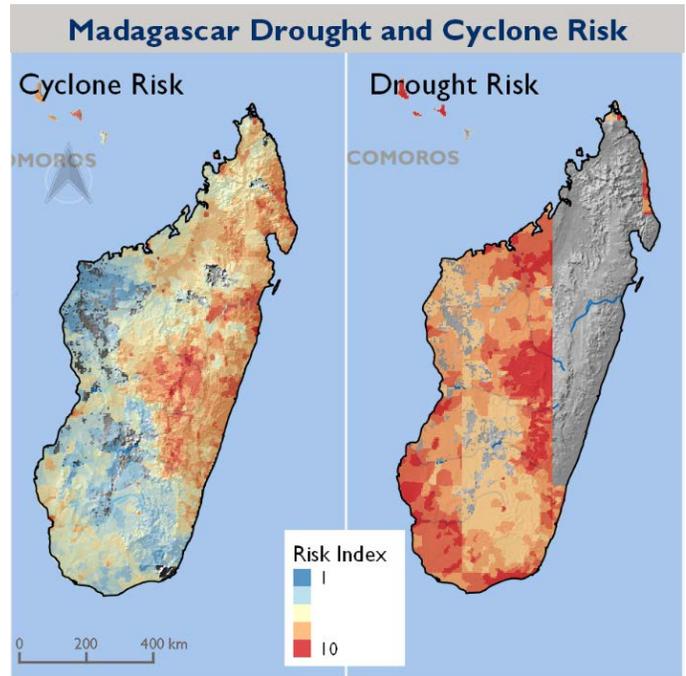
INTRODUCTION

Madagascar est classé « très vulnérable » aux tendances climatiques (20 sur 181 pays) sur la base de projections climatiques et est mal préparé pour faire face aux impacts liés au climat (ND-GAIN 2015). L'urbanisation et les tendances climatiques dans le pays augmentent le risque de santé publique réduite et d'insécurité alimentaire dans les zones urbaines et celles en voie d'urbanisation rapide. Ce document évalue les risques climatiques pour les infrastructures urbaines, les services et les populations, et les possibilités de réponses adaptatives.

APERÇU DU PAYS

Presque tout le pays est exposé aux cyclones, qui frappent en moyenne 3 à 4 fois par an. Les

cyclones et les fortes pluies entraînent des risques élevés d'inondation partout sauf dans le sud-ouest. Les régions du sud notamment souffrent toutefois de sécheresse récurrente, y compris la récente sécheresse de quatre ans, de 2013 à 2016, et six sécheresses de 1981 à 2010 (Masih et al. 2014). Les cyclones, les inondations et les sécheresses prolongées diminuent la santé humaine, causent des pertes importantes dans le secteur agricole et perturbent considérablement les activités économiques dans les zones urbaines. Le pays souffre déjà d'une grave insécurité alimentaire et environ 53% des enfants de moins de cinq ans souffrent d'un retard de croissance (UNICEF 2015).



Remarque: L'indice de risque sur une échelle de 1 à 10. 10 représente le risque maximum. Les données disponibles pour le risque de sécheresse sont limitées pour la partie orientale du pays. Source de données: CIESIN 2005, Dilley et al. 2005.

PROJECTIONS CLIMATIQUES



1,2 à 2,1°C de hausse de température d'ici 2050



Diminution probable des précipitations, allant de -8 à +1 % d'ici 2050



Intensité accrue des cyclones avec +4°C



19 à 47 cm d'augmentation du niveau de la mer d'ici 2056

IMPACTS CLIMATIQUES CLÉS DANS LES ZONES URBAINES

EAU, ASSAINISSEMENT ET HYGIÈNE

Approvisionnement d'eau contaminée
Intrusion saline
Augmentation des maladies hydriques
Pénurie d'eau

GESTION DES EAUX PLUVIALES ET USÉES

Augmentation des crues des fleuves
Élargissement des plaines d'inondations
Augmentation des inondations suite aux marées de tempêtes et à la hausse du niveau de la mer

INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT

Dommages aux routes, aéroports, ports de mer et chemins de fer
Perturbation des voyages pendant les cyclones

ÉCOLES, CENTRES DE SANTÉ ET BÂTIMENTS PUBLICS

Perte et dommages des structures
Bâtiments surchauffés; Pannes de courant
Manque d'approvisionnement en eau

GESTION DES DÉCHETS SOLIDES

Augmentation de la pollution d'air et d'eau
Augmentation des maladies transmises par des vecteurs

INFRASTRUCTURE ÉLECTRIQUE

Dommages à la production d'électricité et à l'infrastructure de distribution
Pénurie d'eau pour la production d'hydroélectricité et le refroidissement des centrales thermiques

À mesure que le climat devient plus variable et que les événements extrêmes se produisent avec une fréquence ou une durée plus grande, l'insécurité alimentaire déjà chronique va s'intensifier et affectera probablement un nombre croissant de personnes. Dans les centres urbains en expansion rapide, le risque climatique aggrave les problèmes d'approvisionnement en eau, d'assainissement et de gestion des eaux usées inadéquats. Un réseau de transport médiocre, un approvisionnement en électricité limité et un manque d'infrastructures fiables en général se combinent pour entraver davantage le développement économique et la capacité des populations et des institutions urbaines à planifier et à réagir aux facteurs de stress climatique.

RÉSUMÉ DU CLIMAT

Le climat de Madagascar est tropical avec deux saisons distinctes : (1) une saison chaude et pluvieuse (été) de novembre à avril, avec les plus fortes précipitations en décembre et janvier; et (2) une saison fraîche et sèche (hiver) de mai à octobre, avec les plus faibles précipitations en septembre et octobre (GERICS 2015). Les régions du nord et du nord-ouest sont caractérisées par un climat de mousson et de savane tropicales, la côte orientale par un climat de forêt tropicale humide et le sud-ouest par des climats chauds et désertiques de steppe et de désert. Les régions montagneuses du centre du pays ont des climats tropicaux subtropicaux humides à tempérés des hautes terres (GERICS 2015).

Les précipitations moyennes annuelles dans le pays sont de 1 500 mm mais varient de moins de 400 mm à l'extrême sud à 1 400 mm dans les hautes terres, à 3 000 mm le long de la côte est (PPCR 2017, World Bank 2011b). Les températures annuelles moyennes sont de 23 à 27 ° C le long de la côte et de 16 à 19 ° C dans les hautes terres. Il y a relativement peu de variabilité saisonnière de la température le long de la côte est et une forte variabilité saisonnière (GERICS 2015, World Bank 2011b). Les observations météorologiques montrent une variabilité croissante du climat, comme des périodes sèches plus longues, l'intensité croissante des épisodes de fortes précipitations et des températures maximales plus élevées au cours des dernières décennies (GoM 2010).

Tableau 1 : Tendances climatiques et projections

Sources : GERICS 2015, GoM 2015, World Bank 2011b, Yoshida et al. 2017, Fitchett et Grab 2015

Paramètre	Tendances observées (depuis 1960)	Changements projetés (2040 à 2069)
Température 	<ul style="list-style-type: none"> Hausse de la température de 0,27°C par décennie pendant 30 ans (1983 à 2013) 	<ul style="list-style-type: none"> Hausse de la température annuelle moyenne de 1,2 à 2,1°C d'ici 2050. Hausse de la température annuelle maximale de 1,4 à 2,3°C d'ici 2050. Augmentation de la durée de vague de chaleur de 7 à 20 jours d'ici 2050.
Précipitations 	<ul style="list-style-type: none"> Diminution des précipitations de 8 % pendant une période de 30 ans (1983 à 2013) 	<ul style="list-style-type: none"> Diminution probable des précipitations annuelles moyennes, allant de -8 à +1 % d'ici 2050 Diminution probable des précipitations pendant la saison sèche (juin à octobre), allant de -55 % à +10 %. Les modèles de précipitation pour la saison des pluies (janvier à mars) sont moins clairs, allant de -10 % à +18 %. Prolongation probable de la durée des vagues de sécheresse, allant de +0 à 5 jours d'ici 2050. Augmentation probable de l'intensité des événements de pluies abondantes, allant de 0 à 7 % d'ici 2050.
Élévation du niveau de la mer 	<ul style="list-style-type: none"> Élévation du niveau de la mer de 0,6 cm par année entre 1994 et 2008. 	<ul style="list-style-type: none"> Élévation des niveaux de la mer de 19 cm à 47 cm d'ici 2056 (près de Ambanja, scénario de hautes émissions)

Cyclones



- Aucune tendance détectée; variabilité importante au cours d'une même année

- Augmentation de l'intensité du cyclone mais stabilité ou diminution de la fréquence d'atterrissage (en raison de la réduction de la genèse et des changements dans le suivi du cyclone) lorsque la température globale augmente de 4 °C.

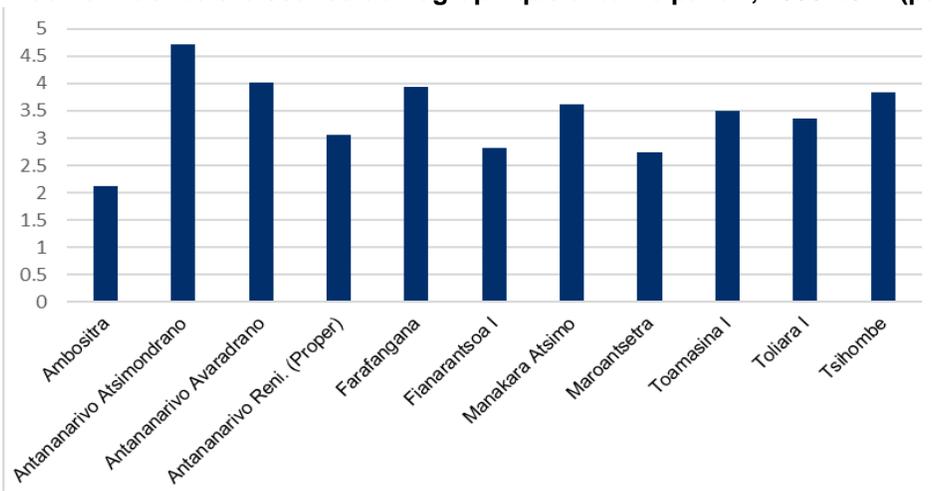
Le risque climatique dans les zones urbaines de Madagascar implique des chocs soudains tels que cyclones, inondations, sécheresses et vagues de chaleur et facteurs de stress progressifs, tels que l'augmentation moyenne des températures, les changements à long terme des tendances de précipitations et l'élévation du niveau de la mer. Le cyclone Enawo en 2017, par exemple, a touché 14 des 22 régions du pays (USAID 2017). Entre 1990 et 2015, Madagascar a enregistré 65 catastrophes majeures liées au climat, dont plus de 50 cyclones et 5 sécheresses sévères (PPCR 2017).

URBANISATION ET RISQUE CLIMATIQUE À MADAGASCAR

La confluence des tendances du climat et de l'urbanisation à Madagascar ouvre la voie à de nouveaux risques, en particulier dans les zones urbaines et celles en expansion rapide. Le développement dans les zones de basse altitude, par exemple, conduit à une plus grande exposition aux risques d'inondation croissants associés à l'intensité accrue des fortes précipitations, aux cyclones et à l'élévation du niveau de la mer. Les interventions pour le développement à Madagascar sont confrontées à une série de risques climatiques : sécheresse dans le sud-ouest, cyclones et inondations dans le centre et le nord, élévation du niveau de la mer et ondes de tempête sur les côtes et stress thermique dans les basses terres intérieures (World Bank 2016b).

Avec une croissance urbaine annuelle de 4,7%, l'évolution rapide des données démographiques et de l'aménagement du territoire pose un défi important pour la gestion du risque climatique urbain. Sur les 25 millions d'habitants du pays, 36,4% vivent dans les zones urbaines, ce nombre augmentant en raison de l'exode rural et de la croissance démographique (World Bank 2017). Alors que la migration saisonnière interne était historiquement commune à Madagascar, la migration plus permanente a augmenté ces dernières années. Chaque année 100 000 à 150 000 personnes migrent vers Antananarivo, la plupart s'installant dans des zones à haut risque d'inondation (PPCR 2017). Cette migration grève déjà l'infrastructure et les services de gestion urbaine déjà limités. À leur tour, les migrants et les résidents vulnérables ont un impact disproportionné sur les chocs et les facteurs de stress, car ils sont souvent incapables d'éviter les zones dangereuses où les infrastructures et les services sont insuffisants.

Figure 1. Taux annuel de croissance démographique urbaine par an, 1993-2014 (par district)



Source : Institut National de la Statistique Madagascar.

La migration des zones rurales vers les zones urbaines à Madagascar est motivée par des facteurs de répulsion et d'attraction. Les facteurs de répulsion poussent les gens à quitter les zones rurales et incluent les impacts climatiques (principalement la sécheresse dans le sud), la dégradation de l'environnement, les pénuries de ressources et les droits fonciers incertains réels ou perçus. Une enquête de l'IOM en 2017 a identifié une série de stratégies d'adaptation utilisées par les populations touchées par la récente sécheresse sévère dans le sud, notamment la recherche de sources alternatives de revenus, la modification de leur consommation alimentaire, la vente de biens ménagers et la migration vers les zones urbaines (IOM 2017). Les facteurs d'attraction comprennent les opportunités économiques urbaines et l'accès aux services, y compris la santé et l'éducation, qui, bien que limités, sont nettement meilleurs que dans les zones rurales.

L'urbanisation rapide étant encore un phénomène relativement nouveau, seule une petite fraction de l'espace urbain potentiel du pays a été développée. Il existe maintenant une opportunité pour que les nouveaux développements bénéficient d'une meilleure information sur les vulnérabilités climatiques pour construire des espaces urbains plus résilients. Cette opportunité repose sur des investissements proactifs dans la planification urbaine résiliente et le développement d'infrastructures, lesquels sont soutenus par l'engagement des communautés et des parties prenantes, le développement économique, la gestion des risques de catastrophe et l'équité des prestations de service.

Les municipalités manquent généralement de ressources et de capacités pour planifier et gérer la croissance urbaine, ce qui conduit à des infrastructures et services urbains inadéquats, notamment l'eau et l'assainissement. La plupart des citoyens vivent dans des quartiers informels avec des services limités (USAID 2010). Le chômage urbain et le sous-emploi exercent une pression croissante sur les ressources naturelles entourant les centres urbains, car les habitants en dépendent pour leurs activités de subsistance, y compris les coupes forestières pour la fabrication de charbon de bois. L'urbanisation rapide associée à un manque de possibilités d'emploi a conduit à des niveaux élevés de pauvreté urbaine, avec 36% de la population urbaine du pays (66% à Antananarivo) en dessous du seuil national de pauvreté (World Bank 2017). Alors que le taux de pauvreté urbaine est nettement inférieur à celui des zones rurales, les nouveaux migrants sont très vulnérables et font souvent face à des situations de logement et d'emploi instables qui peuvent durer de nombreuses années (IOM 2017).

Les pénuries de terres et la prolifération et l'expansion des établissements informels sont courants dans les zones urbaines de Madagascar (UNHabitat 2012). Les lois existent pour régir l'utilisation, la propriété et la transférabilité des terres (par exemple, Ordonnance n° 1960-146, Loi n° 2008-014 et Décret n° 1963-192), mais étant donné le manque de capacités et de ressources gouvernementales, une grande partie du marché foncier urbain opère à l'extérieur d'un cadre réglementaire (World Bank 2011a). Alors que le gouvernement central a entrepris des efforts de décentralisation pour accroître l'autorité des gouvernements locaux, une grande partie de la décentralisation n'a pas été accompagnée de budgets municipaux adéquats et de la capacité institutionnelle et technique requise (UNHabitat 2012). Les municipalités sont donc souvent incapables de suivre le rythme du paysage urbain en constante évolution, en expansion et de plus en plus peuplé. Les efforts de décentralisation ont également semé la confusion chez les propriétaires qui tentaient d'officialiser leur propriété foncière, puisque les autorités fiscales et foncières ainsi que les titres fonciers et les permis de bâtir sont répartis entre les entités gouvernementales régionales et municipales (World Bank, 2011a).

Alors que le régime foncier urbain restera probablement difficile pendant des décennies, le Ministère auprès de la Présidence en charge des Projets Présidentiels, de l'Aménagement du territoire et de l'Équipement (M2PATE) met en œuvre la réforme foncière en coopération avec la World Bank et d'autres donateurs. Alors qu'une grande partie de l'effort se fait dans les zones rurales, les résidents urbains et ruraux à faible revenu peuvent utiliser le système de l'État, Opérations domaniales concertées (Odoc), pour obtenir un titre foncier légal. En outre, la loi sur l'aménagement du territoire (2015) oblige les gouvernements locaux à identifier les terres privées, sans titre et communales et à veiller à ce qu'elles soient reflétées dans les plans locaux.

LÀ OÙ L'URBANISATION ET LES RISQUES CLIMATIQUES ENTRENT EN COLLISION: ÉTUDES DE CAS

Les grands centres urbains, tels que Antananarivo et Tuléar, ainsi que les villes en voie d'urbanisation comme Maroantsetra et Tsihombe, devront prendre en compte les impacts potentiels des risques climatiques qui pourraient être aggravés par une expansion rapide. Les figures suivantes mettent en évidence des points de vulnérabilité où les pressions urbaines et climatiques sont aggravées dans les villes de Madagascar.

Figure 2. Points de vulnérabilité à Tuléar

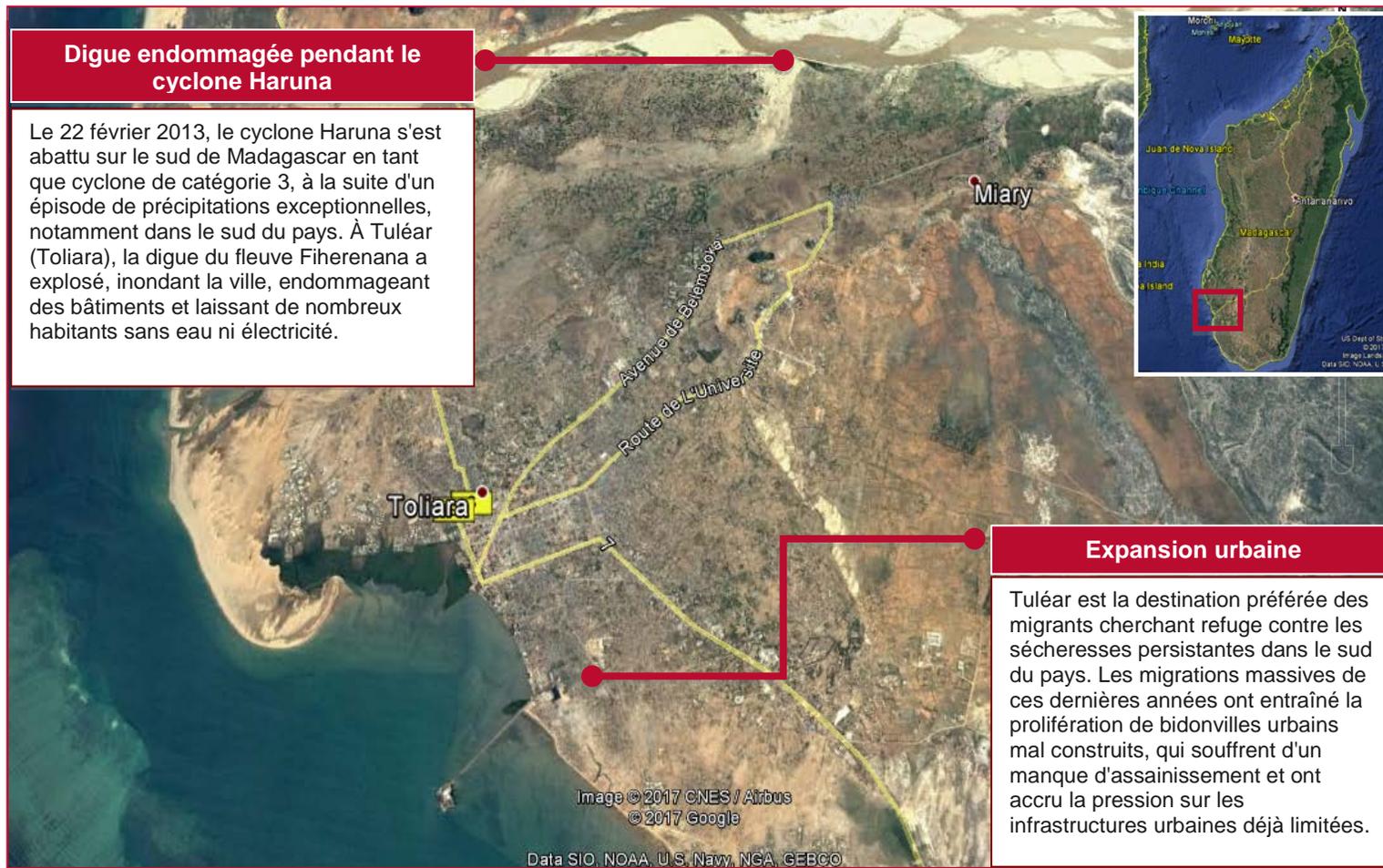
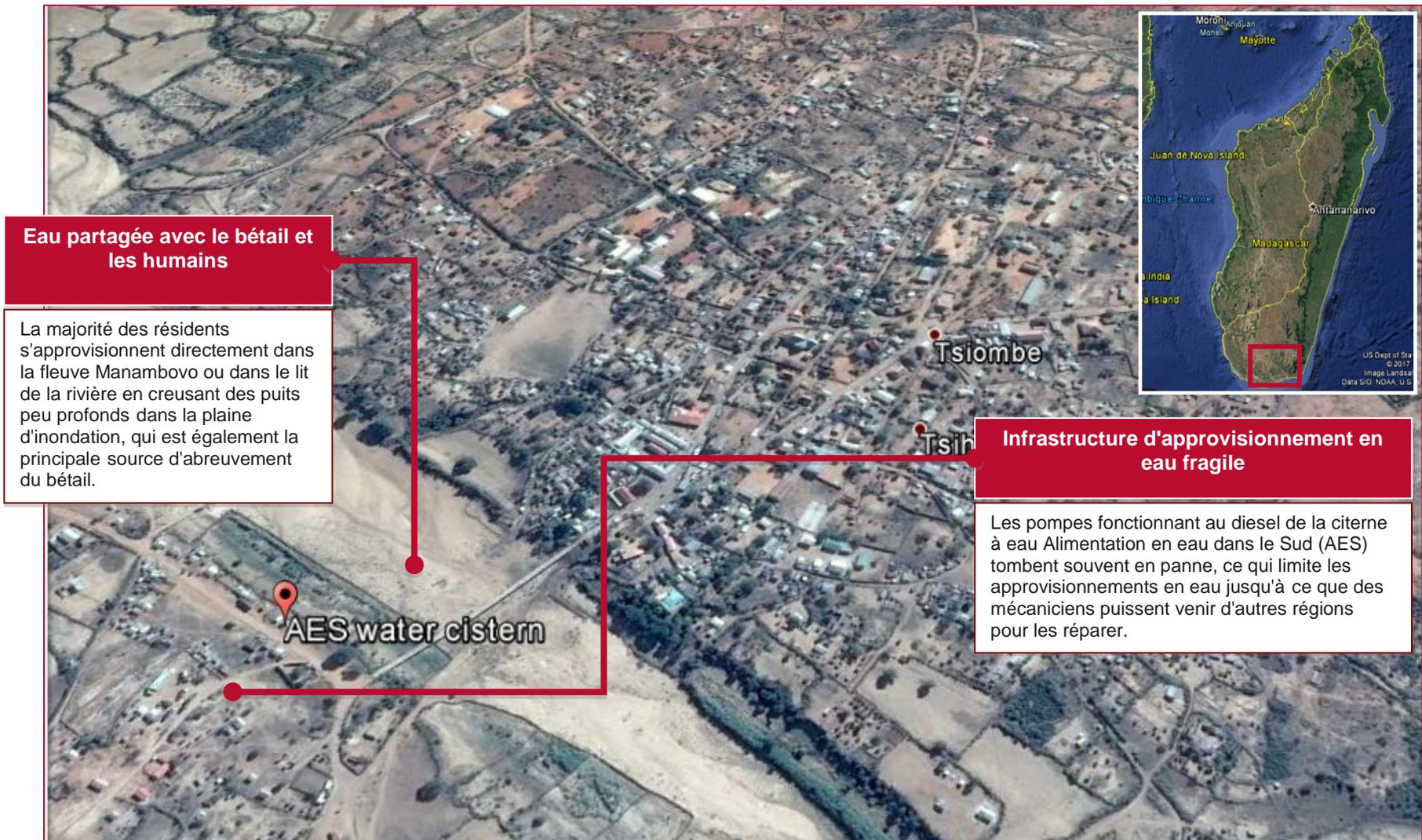


Figure 3. Points de vulnérabilité à Tsihombe



Source : Google Earth 2017.

Figure 4. Points de vulnérabilité à Maroantsetra

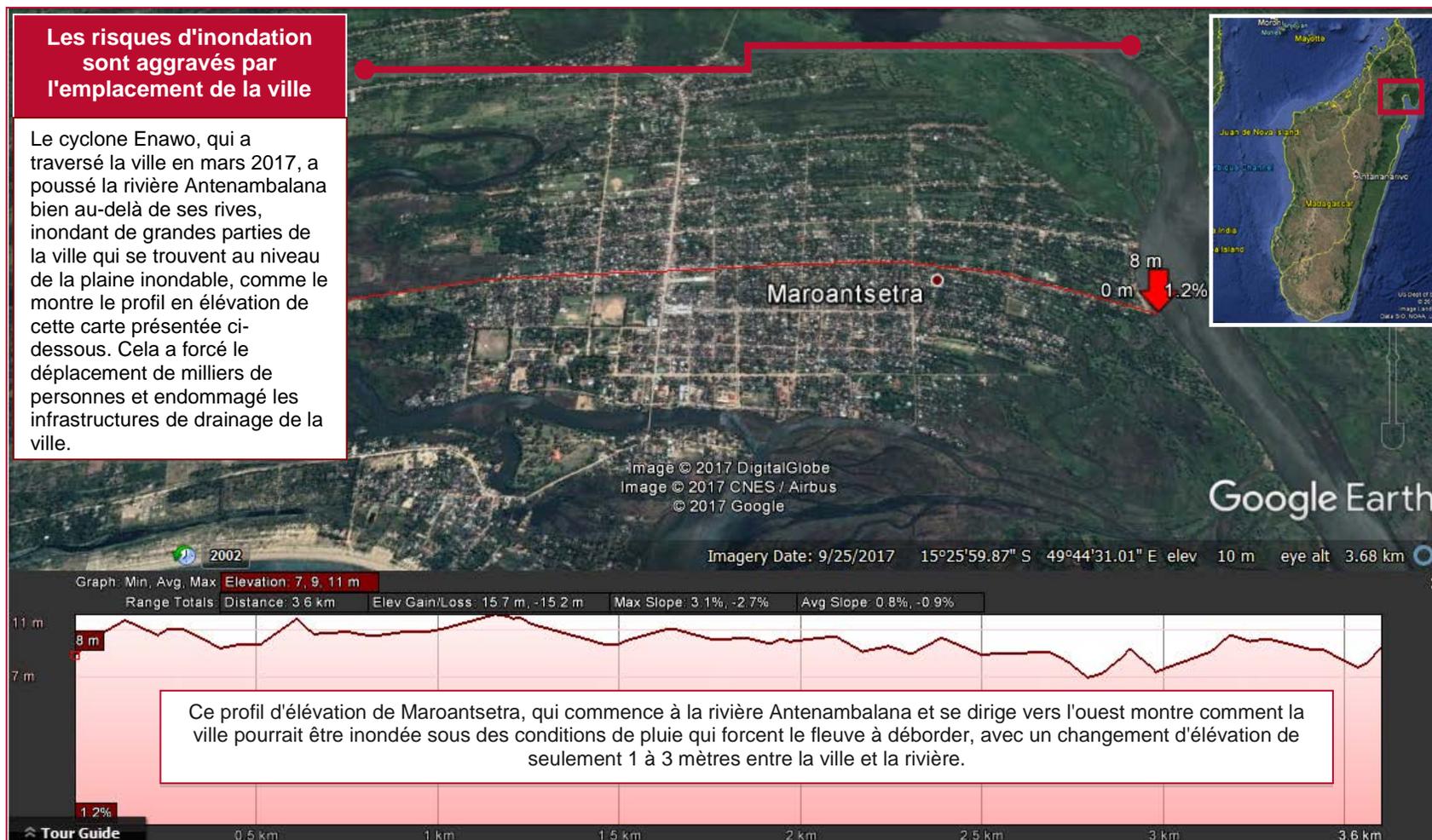


Figure 5. Points de vulnérabilité à Antananarivo



Les défis de la gestion des déchets abondent pour Antananarivo

La seule décharge de la ville, Andralanitra, est un site d'enfouissement brut sans confinement ni traitement des eaux de ruissellement. D'autres emplacements à travers la ville sont désignés sites de décharge munis de bacs de collecte de 15 m³, mais sont insuffisants pour traiter le volume de déchets produits. En conséquence, de nombreux sites de décharge sont un peu plus que des remblais de déchets sans contrôles de santé et de qualité. Andralanitra devrait atteindre sa capacité dans 10 ans, et la recherche d'un nouveau site par la ville n'a donné lieu à aucune alternative en raison des fortes densités de population et des coûts de transport.

Les risques de glissement de terrain sont exacerbés par des pluies intenses

Tandis que les résidents d'Antananarivo qui vivent près des rivières de la ville souffrent des récentes inondations, ceux des collines vivent dans la peur des glissements de terrain meurtriers, les jours de fortes pluies ayant fait des pentes et des collines dévastant les pentes de la ville.



Source : Google Earth 2017.

IMPACTS SUR LA PRESTATION DES SERVICES MUNICIPAUX, VULNERABILITÉS ET OPTIONS D'ADAPTATION

La variabilité croissante du climat et les extrêmes plus fréquents prévus pour les décennies à venir auront une incidence sur les infrastructures et les actifs publics et privés à long terme. Les centres urbains de Madagascar sont exposés aux inondations, aux tempêtes, à la sécheresse et au stress thermique qui affectent la santé et la sécurité humaines, les activités économiques et les infrastructures et services urbains. Au-delà des zones urbaines, la variabilité et les changements climatiques projetés perturberont les infrastructures de transport, les réseaux électriques, les chaînes d'approvisionnement et les services écosystémiques (conservation de l'eau et atténuation des inondations) dont dépendent les populations urbaines. Ces facteurs de stress climatiques exacerbent les faiblesses sociales, économiques et environnementales existantes et aggravent les risques pour les populations urbaines. Conformément aux tendances à travers l'Afrique, les niveaux de vulnérabilité sont très élevés parmi les populations urbaines en croissance rapide à Madagascar (Niang et al., 2014).

L'élévation du niveau de la mer, le stress thermique et la sécheresse représentent des risques considérables pour les centres urbains de Madagascar. Les cyclones, associés aux vents violents, aux ondes de tempête, aux inondations et aux glissements de terrain, se sont révélés les plus dommageables à ce jour, appelant à une gestion des risques de catastrophe sensible au climat en tant qu'élément clé des efforts d'adaptation. La modélisation des risques catastrophiques suggère que le pays subit, en moyenne, plus de 100 millions de dollars de pertes directes dues aux cyclones et aux inondations chaque année (PPCR 2017). En 2017, le cyclone Enawo a causé une perte économique estimée à 4% du PIB et endommagé ou détruit plus de 104 établissements de santé, 3 300 salles de classe et 250 systèmes d'eau et contaminé plus de 1 300 puits (World Bank 2017, UNOCHA 2017). Alors que l'intensification des cyclones continuera vraisemblablement à causer le plus de dommages dans les zones urbaines, la migration provoquée par la sécheresse peut être un facteur de stress tout aussi important. La sécheresse de 2013 à 2016 a conduit à l'insécurité alimentaire pour 1,1 million de personnes dans le sud du pays (World Bank 2017).

La capacité d'adaptation d'une ville dépend de la qualité et de la couverture de son infrastructure et de ses services, de la capacité de gestion de l'utilisation des terres et de l'intégration de l'adaptation dans tous les efforts de planification et d'investissement. Renforcer la capacité d'adaptation peut impliquer des changements incrémentaux et transformateurs (souvent post-catastrophe), créer un développement plus résilient en comblant les déficits de services de base, réduire la pauvreté, gérer les risques, aligner les politiques et les incitations sur les objectifs de résilience et travailler avec le secteur privé pour partager le fardeau financier et technique de ces efforts (Revi et al., 2014).

Tableau 2 : Aléas climatiques majeurs à Madagascar

Aléa climatique	Risque	Facteur anthropiques	Facteurs climatiques
Inondations et cyclones	Les fortes pluies et les ondes de tempête submergent les systèmes de drainage limités des villes, entraînant des inondations et des dommages aux infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> • Développement dans les zones sujettes aux inondations • Infrastructure de drainage limitée et vieillissante • Déchets qui obstruent le réseau de drainage • Augmentation du ruissellement provenant des terres défrichées pour l'expansion urbaine 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensité accrue des événements de fortes précipitations • Augmentation de l'intensité des cyclones et des ondes de tempête associées
	Les vents du cyclone endommagent les bâtiments, les lignes électriques et d'autres infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> • Interruption ou construction sur des canaux de drainage naturels 	
	Les fortes précipitations déstabilisent les pentes, entraînant des glissements de terrain qui endommagent les infrastructures et bloquent les canaux de drainage naturels et construits	<ul style="list-style-type: none"> • Manque d'infrastructures de protection contre les inondations conventionnelles et écologiques • Manque d'infrastructure résistant aux cyclones 	
Sécheresses	La pénurie d'eau affecte l'approvisionnement en eau en milieu urbain, la production d'hydroélectricité, les systèmes de refroidissement pour la production d'énergie thermique et les systèmes de gestion des déchets liés à l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité et couverture inadéquates du système d'approvisionnement en eau • Infrastructure de production d'énergie vieillissante avec couverture limitée 	<ul style="list-style-type: none"> • Probable diminution des précipitations annuelles • Prolongation de la durée des vagues de sécheresse • Diminution probable des précipitations pendant la saison sèche (de juin à octobre)
	L'eau de surface est plus facilement polluée aux bas niveaux d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de gestion intégrée des ressources en eau • Déforestation et défrichement pour l'expansion urbaine et agricole 	
	Une recharge réduite et/ou un retrait accru dans les aquifères côtiers entraîne une intrusion saline; la subsidence au-dessus des aquifères appauvris endommage l'infrastructure		
Élévation du niveau de la mer	Inondation ou dommages causés par les ondes de tempête à l'infrastructure côtière se produisent	<ul style="list-style-type: none"> • Développement dans les zones côtières à haut risque • Manque d'infrastructures résilientes à l'élévation du niveau de la mer 	<ul style="list-style-type: none"> • Élévation du niveau de la mer • Ampleur accrue des ondes de tempête
	L'érosion côtière endommage ou détruit les infrastructures	<ul style="list-style-type: none"> • Déforestation des mangroves 	
Stress thermique	Les bâtiments surchauffent et les surfaces de la route sont compromises	<ul style="list-style-type: none"> • Effet d'îlot de chaleur urbain • Manque de normes de conception résistantes à la chaleur pour les bâtiments et les routes 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des températures moyennes • Prolongation de la durée des vagues de chaleur

INFRASTRUCTURES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU, D'ASSAINISSEMENT ET D'HYGIÈNE

Le risque climatique le plus pressant pour l'infrastructure d'eau, d'assainissement et d'hygiène dans les zones urbaines de Madagascar est les dommages causés par les inondations et la contamination de l'eau associés à l'augmentation de l'intensité des cyclones et aux fortes pluies. Déjà, les cyclones et les inondations contaminent régulièrement les puits urbains et augmentent l'incidence des maladies hydriques. Dans les zones urbaines du pays, 71 % des personnes ont accès à un robinet d'eau public ou privé et seulement 40% ont accès à au moins une installation d'assainissement de base ou partagée (JMP 2017). Dans tout le pays, la défécation à l'air libre et les latrines non améliorées sont courantes et augmentent le risque de pollution de l'eau en aval lors des cyclones et des fortes pluies.

Des périodes de sécheresse plus longues, l'élévation du niveau de la mer et des températures plus élevées posent des risques supplémentaires en matière d'eau et d'assainissement. Les années de sécheresse successives dans le sud de Madagascar (2013-2016), par exemple, ont réduit l'accès à l'eau potable. Dans la ville de Tsihombe, dans le sud du pays, les rivières, les puits et les réservoirs d'eau s'assèchent pendant la sécheresse (UNOCHA 2016, UNICEF 2016), créant un défi majeur pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement. Les aquifères côtiers connaissent déjà une intrusion saline importante (BGS 2002) qui pourrait être exacerbée par l'élévation du niveau de la mer et la diminution des précipitations ou des périodes sèches plus longues, entraînant une augmentation des prélèvements et une réduction de la recharge. Les populations côtières du sud dépendent particulièrement des aquifères côtiers en raison du manque d'eau de surface. Enfin, des températures de l'eau plus élevées entraînent une augmentation de la croissance des pathogènes (bactéries et virus) qui diminue la qualité de l'eau.

La contamination de l'eau par les inondations et la pollution des ressources hydriques rares pendant la sécheresse, combinée à l'augmentation des températures, risque d'accroître la transmission de certaines des maladies les plus meurtrières et les plus répandues à Madagascar. À l'échelle nationale, la diarrhée et le paludisme sont les principales causes de mortalité chez les enfants de moins de cinq ans, ce qui représente respectivement 10% et 6% de la mortalité (Path, 2014). On estime que le manque d'eau potable et une mauvaise hygiène sont responsables de 90% des cas de diarrhée dans le pays (GoM 2016). En outre, 86% de la population est exposée à des taux élevés de paludisme (> 1 cas pour 1 000 personnes) (OMS 2015).

Pour traiter tous les risques pour la sécurité de l'eau, y compris les inondations, la pénurie d'eau et la qualité de l'eau, il faut prendre en compte tous les éléments du système d'approvisionnement en eau (bassin versant ou aquifère) jusqu'au point de livraison. La protection de l'eau à la source peut nécessiter de nouvelles approches de collaboration entre les administrations publiques urbaines et rurales et les entités non gouvernementales, les services publics et les propriétaires fonciers ruraux et les utilisateurs.

Approvisionnement en eau à Tsihombe

La pénurie d'eau, en particulier en période de sécheresse prolongée et extrême, limite la productivité agricole, menace la sécurité alimentaire et limite fortement les ressources disponibles pour soutenir les habitants de la ville. Des pratiques culturelles profondément enracinées signifient que le bétail (surtout le zébu) a la priorité sur ces ressources limitées. Moins de 1% de la population de Tsihombe a accès à des sources d'eau sûres et fiables. Au lieu de cela, la majorité des 46 000 résidents de la ville s'approvisionnent directement dans le fleuve Manambovo ou dans le lit de la rivière en creusant des puits peu profonds dans la plaine inondable. Bien qu'une série de pompes à eau fonctionnant au diesel^{*} soient disponibles pour compléter les ressources en eau de la ville, elles subissent régulièrement de dysfonctionnements, ce qui réduit la disponibilité en eau et augmente les coûts. Les coûts sont encore augmentés lorsque les pompes diesel tombent en panne et que l'eau doit être fournie par camion.

* Deux opérateurs d'eau, JIRAMA et Alimentation en Eau dans le Sud (AES), fournissent de l'eau à Tsihombe. JIRAMA exploite des robinets communaux alimentés par un sous-courant d'eau souterraine capturé dans le fleuve Manambovo, tandis que AES exploite une citerne qui dépend de l'eau acheminée par une station de pompage à Ampotaka dans la commune de Beloha).

Tableau 3 : EAU, ASSAINISSEMENT, HYGIÈNE – Risques et réponses liés aux facteurs de stress climatique

Facteurs de stress climatique	Risques climatiques	Réponses adaptatives potentielles
<p>Intensité accrue de fortes précipitations</p> <p>Intensité accrue des cyclones</p> <p>Élévation du niveau de la mer</p> <p>Prolongation de la durée ou intensité accrue des périodes de sécheresse</p> <p>Températures plus élevées</p>	<p>Inondations entraînant des sources d'eau contaminées (puits et sources de surface) et augmentation de l'incidence des maladies hydriques</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Étendre, entretenir et améliorer l'infrastructure d'approvisionnement en eau pour la résilience aux inondations (p. ex. puits étanches, eaux de surface traitées et conduites) • Améliorer les systèmes d'élimination des excréments sur place et étendre la couverture des systèmes d'égouts • Réduire le risque d'inondation grâce à des infrastructures d'atténuation des inondations conventionnelles, vertes et bleues et à des options de gestion des terres (voir le tableau 4, Systèmes d'eaux pluviales et d'eaux usées, pour plus de détails)
	<p>Pénurie d'eau due au dessèchement des sources d'eau pendant des périodes sèches plus longues ou plus sévères</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Étendre, entretenir et améliorer les infrastructures d'approvisionnement en eau pour la résilience à la sécheresse, y compris l'accès aux eaux souterraines là où une extraction durable est possible (par exemple, des puits scellés connectés aux châteaux d'eau alimentés par les aquifères) • Réduire les pertes d'eau (par exemple, les fuites, les prélèvements illégaux) à partir des infrastructures d'approvisionnement en eau de stockage et de distribution existantes • Augmenter la récolte des eaux pluviales et des inondations, la capacité de stockage, le traitement et les technologies d'utilisation pour les services publics (JIRAMA et AES), les entreprises et les installations publiques, y compris les réservoirs et les citernes de petite et grande taille • Gérer et restaurer les bassins versants en amont pour la conservation de l'eau • Établir/améliorer les processus de surveillance du système d'approvisionnement en eau comme base pour une utilisation plus efficace et équitable, y compris un accès à l'eau favorable aux pauvres • Augmenter les mesures de conservation de l'eau (par exemple, réutiliser l'eau grise au niveau de l'utilisateur, surveiller les robinets d'eau publics pour une utilisation efficace) • Établir une infrastructure de services publics pour recycler les eaux usées aux normes d'approvisionnement en eau potable
	<p>Intrusion saline dans les aquifères côtiers</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la recharge de l'aquifère grâce à des mesures de conservation des bassins versants • Établir ou renforcer la collecte, le stockage, le traitement et l'utilisation des eaux de surface, des eaux de pluie et des eaux de crue
	<p>Augmentation de la température combinée à de l'eau stagnante après l'inondation, ce qui conduit à des plages élargies de vecteurs de maladies (c'est-à-dire, moustiques)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Établir ou renforcer les systèmes de surveillance des maladies infectieuses et d'alerte précoce

SYSTÈMES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES ET DES EAUX USÉES

Des épisodes pluvieux et des cyclones de plus en plus intenses devraient exacerber les risques d'inondation dans les communautés urbaines. Dans les zones côtières, les ondes de tempête résultant de l'augmentation de l'intensité des cyclones et de l'élévation du niveau de la mer exposeront les infrastructures urbaines à un risque élevé d'inondation et d'érosion côtière. L'insuffisance de la capacité et de l'étendue des systèmes urbains de gestion et d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées entraîne déjà des inondations urbaines. Les inondations catastrophiques de 2015 dans le Grand Antananarivo, par exemple, ont touché environ 93 000 personnes et causé des pertes équivalant à 1,1% du PIB (PPCR 2017). En outre, des événements extrêmes mettent à rude épreuve les infrastructures de protection contre les inondations. En février 2013, le cyclone Haruna a provoqué la rupture d'une digue sur la rivière Fiherenana à Tuléar (construite en 2003), provoquant de graves inondations qui ont endommagé les routes, les écoles, les infrastructures agricoles, l'approvisionnement en eau et plus de 15 000 foyers (WFP 2015).

Tableau 4 : SYSTÈMES DE GESTION DES EAUX USÉES - Facteurs de stress climatique, risques et réponses

Facteurs de stress climatique	Risques climatiques	Réponses adaptatives potentielles
<p>Intensité accrue de fortes précipitations</p> <p>Intensité accrue des cyclones</p> <p>Élévation du niveau de la mer</p> <p>Températures plus élevées</p>	<p>Inondations accrues, submergeant les systèmes de drainage locaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Étendre, entretenir (nettoyer, réparer, renforcer) et améliorer l'infrastructure de drainage des eaux pluviales et des eaux usées • Employer des infrastructures vertes et bleues, y compris le maintien ou l'augmentation des espaces verts urbains et du couvert arboré et la protection, la restauration et l'amélioration des canaux de drainage naturels, des zones humides et des plaines inondables • Gérer et restaurer les bassins versants en amont pour atténuer les inondations avant qu'elles n'atteignent les zones urbaines • Établir ou moderniser les réservoirs en amont (installations d'atténuation) conçus et exploités pour le contrôle des inondations • Construire des déversoirs en amont pour détourner l'eau des rivières lors d'inondations majeures • Construire des infrastructures de protection contre les inondations telles que digues et diguettes • Exiger de nouveaux aménagements pour retenir toutes les eaux pluviales sur place • Mettre à jour la cartographie des plaines inondables avec des informations climatiques et leur utilisation dans l'aménagement du territoire • Acquérir des propriétés à risque d'inondation, faire passer la terre à des infrastructures vertes et aider les résidents affectés à se réinstaller dans la communauté
	<p>Augmentation des inondations causées par l'élévation du niveau de la mer et augmentation de l'ampleur des ondes de tempête</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre des méthodes d'ingénierie rigoureuses (digues, épis, etc.) et souples (alimentation des plages, stabilisation des dunes, restauration des mangroves) pour minimiser l'érosion côtière, les inondations et les dommages aux infrastructures • Mettre à jour la cartographie des zones inondables côtières avec des informations climatologiques et les utiliser pour guider la planification de l'utilisation des terres

Gestion des eaux pluviales et usées à Tuléar (Toliara)

Les inondations et les eaux stagnantes sont fréquentes à Tuléar et peuvent représenter un risque pour la population de la ville en offrant des conditions idéales pour la propagation des maladies hydriques. À son point culminant, la ville de Tuléar repose à seulement 8 mètres au-dessus du niveau de la mer, ce qui pose des défis particuliers à la gestion des inondations et des eaux usées. En 2004, le réseau de drainage de la ville comprenait 4 km de conduites, un collecteur d'eaux usées principal de 700 mètres et des puits de lixiviation. Ces ressources sont inondées et endommagées pendant la saison des pluies (commune urbaine de Tuléar 2004). Pour aggraver les choses, des poches denses de populations vulnérables résident dans les zones inondables de basse altitude le long de la côte - dans les quartiers Tsimenatse I, Mahavatse I et Mahavatse II en particulier - où l'accès aux services d'assainissement est limité à inexistant.

GESTION DES DÉCHETS SOLIDES

Les fortes pluies et les cyclones de plus en plus intenses, l'élévation du niveau de la mer et le réchauffement des températures compliquent la gestion des déchets solides. Les déchets solides non collectés désorganisés et dispersés par de fortes pluies et des vents violents entraînent une pollution de l'air et de l'eau et peuvent attirer des insectes porteurs de maladies et des rongeurs (Hoorweg et Bhada-Tata 2012). À leur tour, les déchets solides non collectés exacerbent les inondations en obstruant les systèmes de drainage. Les extrêmes climatiques, y compris l'élévation du niveau de la mer, menacent encore davantage les sites d'élimination des déchets solides avec des fuites et des brèches, entraînant les mêmes problèmes associés aux déchets non collectés mais à des concentrations plus élevées et la menace supplémentaire de contamination des eaux souterraines. Avec la production de déchets solides municipaux augmentant parallèlement à l'urbanisation et aux tendances climatiques, il y a un risque accru de déchets mettant en danger la santé publique par les maladies respiratoires, la diarrhée, la dengue et la peste. La peste bubonique, endémique dans le pays, est portée par les rongeurs et transmise le plus souvent à l'homme par les piqûres de puces. L'épidémie de peste de 2017 comprenait la peste bubonique et pneumonique, avec des cas signalés dans 35 districts et 10 villes, y compris les plus grandes villes du pays, Antananarivo et Toamasina (octobre 2017) (UNICEF 2017).

Actuellement, seulement 18% des déchets solides municipaux à Madagascar sont collectés, la plus grande partie étant mise en décharge (97%) (Hoorweg et Bhada-Tata 2012). D'ici 2025, on estime que les citoyens du pays produiront chacun 1,1 kg de déchets solides municipaux par jour, pour un total de 12 485 tonnes par jour, créant un besoin important de gestion des déchets solides (Hoorweg et Bhada-Tata 2012). Le cadre de résultats clés du secteur WASH du pays (2016-2019) vise à développer la gestion des déchets solides urbains pour améliorer l'assainissement et réduire l'obstruction des déchets solides par les systèmes de drainage (GoM 2016). Environ la moitié des déchets solides du pays est biologique et il existe une possibilité de développer davantage les options de compostage.

Tableau 5 : GESTION DES DÉCHETS SOLIDES – Facteurs de stress climatique, risques et réponses

Facteurs de stress climatique	Risques climatiques	Réponses adaptatives potentielles
Intensité accrue de fortes précipitations Intensité accrue des cyclones	Déchets solides non collectés dispersés par de fortes pluies et des vents violents, obstruant les canaux de drainage, polluant l'air et l'eau et attirant les insectes porteurs de maladies et les rongeurs	<ul style="list-style-type: none"> • Établir / maintenir un système de collecte des déchets solides régulier • Appliquer des restrictions sur l'immersion des déchets dans les canaux de drainage • Éliminer les déchets solides des drainages et des cours d'eau
	Les sites d'élimination des déchets solides qui fuient ou sont déstabilisés à la suite de fortes pluies, d'inondations, de	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer les pratiques d'élimination des déchets solides (p. ex., Proximité des sources d'eau, confinement stable) pour prévenir les fuites ou la propagation des déchets solides. • Développer des options de compostage pour réduire la
Élévation du niveau de la mer		

Températures plus élevées	glissements de terrain, de vents violents ou d'élévation du niveau de la mer.	pression sur les sites d'enfouissement
----------------------------------	---	--

ÉCOLES, CENTRES DE SANTÉ ET AUTRES BÂTIMENTS PUBLICS

Les bâtiments publics dans les zones urbaines de Madagascar sont menacés par les inondations, les vents violents, les glissements de terrain et l'augmentation de la température associés à la variabilité climatique projetée et au changement climatique. Pendant le cyclone Enawo, par exemple, les inondations et les glissements de terrain ont endommagé les établissements de santé et les écoles des régions nordiques du pays et ont indirectement impacté ces installations par l'approvisionnement en eau contaminée et les coupures d'électricité (BNGRC 2017). Le long de la côte, les bâtiments sont également confrontés à l'élévation du niveau de la mer, aux ondes de tempête et à l'érosion côtière. Les structures dans les villes de Morondava et Mahajanga sur la côte ouest sont particulièrement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer (GoM 2010). L'augmentation des températures, combinée à l'effet d'îlot de chaleur urbain, augmente le risque de surchauffe des bâtiments, ce qui nuit à la santé humaine et augmente les coûts de refroidissement et de réfrigération là où ces services existent.

Des bâtiments publics bien situés et résistants aux aléas minimiseront l'exposition aux risques climatiques. La législation nationale fournit de bonnes orientations pour un développement résilient; Cependant, la mise en œuvre constitue un défi pour les gouvernements urbains qui manquent souvent d'expertise technique, de main-d'œuvre et de systèmes pour faire face aux déficits d'infrastructure et à la croissance démographique rapide. À Antananarivo (environ 1,4 million de personnes), par exemple, la direction de l'urbanisme de la ville ne compte que 10 inspecteurs et 5 ingénieurs (USAID 2018).

La ville a tenté de rationaliser son système de demandes de permis de construire et d'approbations, mais elle est incapable de suivre le rythme d'une expansion rapide, en particulier dans les quartiers vulnérables et de basse altitude.

**Tableau 6 : ÉCOLES, CENTRES DE SANTÉ ET AUTRES BÂTIMENTS PUBLICS –
facteurs de stress climatique, risques et réponses**

Facteurs de stress climatique	Risques climatiques	Réponses adaptatives potentielles
<p>Intensité accrue de fortes précipitations</p> <p>Intensité accrue des cyclones</p>	<p>Pertes et dommages causés par les inondations, les glissements de terrain, les vents violents, l'élévation du niveau de la mer et l'augmentation de la hauteur des ondes de tempête.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Établir ou renforcer des systèmes d'alerte précoce multirisques aux niveaux national et infranational, y compris des plans détaillés d'intervention en cas d'alerte • Mettre en œuvre des bâtiments résistants aux inondations et aux cyclones et rénover les structures • Désigner des bâtiments résilients comme des abris communautaires dotés de caractéristiques de conception pouvant résister aux pannes d'eau et d'électricité • Protéger et entretenir la couverture forestière sur les pentes sujettes aux glissements de terrain qui menacent les bâtiments publics • Mettre en œuvre une planification de l'utilisation des terres résiliente au climat (c.-à-d., restrictions d'utilisation des terres dans les plaines inondables) • Relocaliser les infrastructures clés en cas de menace sérieuse et récurrente d'inondation, de glissement de terrain, de dégâts causés par la tempête ou d'élévation du niveau de la mer • Réduire le risque d'inondation grâce à des infrastructures d'atténuation des inondations conventionnelles, vertes et bleues et à des options de gestion des terres (voir le tableau 4, Systèmes d'eaux pluviales et d'eaux usées, pour plus de détails)
<p>Élévation du niveau de la mer</p> <p>Températures plus élevées</p>	<p>Bâtiments surchauffés</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre un refroidissement passif pour les bâtiments (c.-à-d. Ventilation, ombrage, isolation, toits réfléchissants blancs) • Maintenir ou augmenter les espaces verts urbains et la couverture des arbres pour réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain • Mettre en place des systèmes d'avertissement de chaleur
<p>Prolongation de la durée ou intensité accrue des périodes de sécheresse</p>	<p>Pénurie d'eau et/ou contamination des installations</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la collecte et le stockage de l'eau sur site grâce à la récolte des eaux pluviales et des eaux de crue, à la capacité de stockage, aux technologies de traitement et d'utilisation • Augmenter les mesures de conservation de l'eau (par exemple, réutiliser l'eau grise au niveau de l'utilisateur, surveiller les robinets d'eau publics pour une utilisation efficace) • Améliorer le système municipal d'approvisionnement en eau de la source au point de livraison, y compris la restauration et la gestion des bassins versants et l'infrastructure d'approvisionnement en eau (voir le Tableau 3 pour plus de détails)
	<p>Pannes de courant dans les installations</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Établir une capacité de production d'énergie de secours pour les bâtiments critiques (p. ex. Les hôpitaux) • Comblent les faiblesses du système de production, de transport et de distribution d'électricité en élevant, modernisant, réaménageant, et entretenant l'infrastructure compte tenu du risque climatique (voir le tableau 8, Infrastructure électrique, pour plus de détails)

INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT

Le réseau routier malgache est limité, mal entretenu et très vulnérable aux cyclones, aux inondations, à l'élévation du niveau de la mer et à l'augmentation des températures. Le réseau national est ramifié mais pas interconnecté, de sorte qu'une route infranchissable dans une zone peut couper l'accès à des régions entières du pays. Madagascar a 18 214 km de routes, dont 6 077 km sont revêtus (UNISDR 2015). Une grande partie du réseau routier est en mauvais état et susceptible aux inondations, ce qui entraîne des perturbations régulières dans la circulation des marchandises et des personnes. L'indice mondial de compétitivité classe la qualité des routes du pays à 2,2 sur une échelle de 1 à 7 (World Bank 2017). Dans les zones urbaines, les routes sont souvent vieillissantes et encombrées. Des ponceaux inadéquats et mal entretenus le long de la route nationale 5 à la périphérie de Maroantsetra, par exemple, ont causé une partie de la route à être réduite à néant à la suite du cyclone Enawo en 2017. Les routes allant des fermes au marché sont généralement non pavées et très vulnérables à la dégradation en raison de l'augmentation des inondations et érosions.

Les transports routiers, portuaires, ferroviaires et aériens sont tous menacés de perturbation lors des cyclones intenses et des fortes pluies. Les ports sont particulièrement sensibles aux cyclones, aux ondes de tempête, à l'élévation du niveau de la mer et aux perturbations de l'eau et du service électrique causées par les facteurs de stress climatiques et non climatiques. Le plus grand des deux ports Antalaha, par exemple, était inaccessible pendant une semaine après le cyclone Enawo (BNGRC 2017). Toamasina, le plus grand port du pays, est situé sur la côte Est et est crucial pour l'économie du pays. Le pays a deux systèmes ferroviaires non connectés. Le chemin de fer du nord (TCE) se compose de trois lignes et le chemin de fer du sud, Fianarantsoa-Côte Est (FCE), une seule ligne. L'ensemble du réseau est long de 875 km, entièrement en voie unique et vulnérable aux inondations, aux glissements de terrain et à l'érosion. Les pistes des aéroports du pays risquent d'être endommagées en raison de l'augmentation de la température qui peut provoquer la déformation de la chaussée et des inondations, ainsi que de la perturbation du service en raison des phénomènes météorologiques extrêmes (Baglin, 2012).

Tableau 7 : INFRASTRUCTURE DE TRANSPORT — Facteurs de stress climatique, risques et réponses		
Facteurs de stress climatique	Risques climatiques	Réponses adaptatives potentielles
Intensité accrue de fortes précipitations Intensité accrue des cyclones Élévation du niveau de la mer Températures plus élevées	Perturbation des transports routiers, portuaires, ferroviaires et aériens pendant les cyclones et les fortes précipitations	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la redondance des voies de transport critiques
	Dommages ou destruction de routes, de ponts, de ponceaux, de voies ferrées et de pistes d'aéroport en raison d'inondations de surface ou d'eau de mer, de glissements de terrain, de délavages et d'érosion côtière	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre des normes de conception de transport qui tiennent compte des risques d'inondation, de glissement de terrain et de tempête. • Améliorer le drainage des pistes, des voies ferrées et des aéroports, ainsi que la protection contre les inondations dans les zones clés à risque • Réhabiliter l'infrastructure des lignes de transport, y compris les points clés le long des routes nationales RN7, RN4, RN6, RN12 et RN25 • Réaménager ou déplacer les voies de transport en cas de menace sérieuse et récurrente d'inondation, de dommages causés par les tempêtes ou d'élévation du niveau de la mer
	Dommages causés aux ports par les ondes de tempête, l'élévation du niveau de la mer et les vents violents	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en œuvre des méthodes d'ingénierie rigoureuses (p. ex. digues, épis) et souples (p. ex. alimentation des plages, stabilisation des dunes) afin de réduire l'érosion côtière, les inondations et les dommages causés aux infrastructures par les inondations côtières • Concevoir des terminaux portuaires pour résister à

		l'élévation du niveau de la mer, en augmentant les charges de vagues et les vents violents
	Expansion thermique des surfaces pavées et intégrité de la chaussée compromise (flambement, ramollissement, orniéage, fissuration, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Établir des normes de conception du transport qui tiennent compte des risques de température

INFRASTRUCTURE ÉLECTRIQUE

Une tendance de sécheresse future probable, combinée à des précipitations plus intenses et à des cyclones plus fréquents et plus intenses, crée des risques opérationnels pour les systèmes de production et de transport et de distribution d'électricité de Madagascar. La production électrique du pays comprend 60% d'énergie hydroélectrique et 40% de production thermique (combustibles fossiles) (AFDB, 2016). La production d'hydroélectricité fait face à la pression de la pénurie d'eau en raison de périodes de sécheresse plus longues et d'une diminution probable des précipitations dans l'ensemble. La production thermique nécessite également de grands volumes d'eau pour le refroidissement et est sensible aux pénuries d'eau. La pénurie d'eau exacerbera la concurrence pour les ressources en eau entre les secteurs de l'agriculture et de l'énergie. Pendant ce temps, les fortes inondations et les glissements de terrain associés aux précipitations menacent d'endommager les barrages et les infrastructures de transport et de distribution d'électricité. Les vents cycloniques endommagent également les lignes électriques et d'autres infrastructures de réseau, provoquant des pannes d'électricité. Le cyclone Enawo, par exemple, a perturbé le service électrique dans tout le nord de Madagascar pendant des semaines, y compris dans la commune d'Antalaha, durement touchée (BNGRC 2017). Les cyclones peuvent même perturber les importations de combustibles fossiles à travers le port de Toamasina, limitant temporairement la production thermique.

Les facteurs de stress climatique liés à l'approvisionnement électrique s'ajoutent aux contraintes découlant de la hausse de la demande (augmentation de 5% par an) et des capacités limitées de transport et de distribution (USAID 2016). Dans les zones urbaines, l'accès à l'électricité n'est que de 57%, ce qui oblige de nombreux citoyens à brûler de la biomasse malsaine et inefficace (charbon et bois) comme combustible (AfDB, 2016). Des interruptions régulières du service électrique se produisent, de même que de longues périodes d'attente pour de nouvelles connexions. Le manque d'électricité a de nombreux impacts, notamment entraver les opérations des établissements de santé, créer une pollution de l'air à l'intérieur de la biomasse brûlante et encourager la déforestation. Les tendances au dessèchement et les dommages causés par les inondations et les tempêtes peuvent exacerber le manque d'électricité et avoir un impact supplémentaire sur les entreprises urbaines et les services urbains (approvisionnement et traitement de l'eau, services d'urgence, etc.) et les citoyens.

Le pays dispose d'un important potentiel d'énergie renouvelable, notamment l'hydroélectricité (7 800 MW, seulement 1,6%), l'énergie solaire (2 000 kWh / m² / an) et l'énergie éolienne (2 000 MW) (AfDB, 2016). Une nouvelle politique de l'électricité (2015) a pour objectif d'augmenter l'énergie renouvelable à 85% de la production d'électricité et de fournir l'accès à l'électricité à 70% de la population.

Tableau 8 : INFRASTRUCTURE ÉLECTRIQUE – Risques et réponses liés aux facteurs de stress climatique

Facteurs de stress climatique	Risques climatiques	Réponses adaptatives potentielles
Intensité accrue de fortes précipitations	Infrastructure de production, de transport et de distribution d'électricité endommagée par les vents violents, les inondations, l'érosion côtière et les ondes	<ul style="list-style-type: none"> Élever, réaménager ou déplacer des infrastructures clés en cas de menace grave et récurrente d'inondation, de dommages causés par les tempêtes, d'érosion côtière ou d'élévation du niveau de la mer
Intensité accrue des		<ul style="list-style-type: none"> Améliorer l'infrastructure de distribution avec des matériaux plus solides et un soutien structurel

cyclones Prolongation de la durée ou intensité accrue des périodes de sécheresse Élévation du niveau de la mer Températures plus élevées	de tempête, entraînant des pannes ou des pénuries	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer la végétation autour des systèmes de distribution • Établir une capacité de production d'énergie de secours pour les bâtiments critiques (p. ex. les hôpitaux) • Établir des micro-réseaux alimentés à l'énergie renouvelable (avec possibilité de se séparer du réseau principal pendant la perturbation) • Réduire le risque d'inondation grâce à des infrastructures d'atténuation des inondations conventionnelles, vertes et bleues et à des options de gestion des terres (voir le tableau 4, Systèmes d'eaux pluviales et d'eaux usées, pour plus de détails)
	La pénurie d'eau et les compromis entre la disponibilité de l'eau pour la production d'électricité, l'irrigation et l'utilisation domestique	<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la coordination entre les usagers de l'eau, y compris les plans de distribution d'eau en cas de pénurie • Augmenter la récolte des eaux pluviales et des inondations, la capacité de stockage, le traitement et les technologies d'utilisation pour les services publics (JIRAMA et AES), les entreprises et les installations publiques, y compris les réservoirs et les citernes de petite et grande taille • Augmenter les mesures de conservation de l'eau (par exemple, réutiliser l'eau grise au niveau de l'utilisateur, surveiller les robinets d'eau publics pour une utilisation efficace) • Améliorer le système municipal d'approvisionnement en eau de la source au point de livraison, y compris la restauration et la gestion des bassins versants et l'infrastructure d'approvisionnement en eau (voir le tableau 3, Infrastructure WASH pour plus de détails)
	Demande accrue d'électricité pour augmenter le refroidissement intérieur et la réfrigération	<ul style="list-style-type: none"> • Augmenter la production d'électricité à partir de sources renouvelables, y compris la production d'énergie éolienne et solaire à petite échelle • Identifier les options pour augmenter l'efficacité énergétique parmi les utilisateurs d'énergie • Mettre en œuvre un refroidissement passif pour les bâtiments (c.-à-d. Ventilation, ombrage, isolation, toits réfléchissants blancs) • Maintenir ou augmenter les espaces verts urbains et la couverture des arbres pour réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain

POSSIBILITÉS D'ENGAGEMENT DANS LES ZONES URBAINES

Préparer les communautés urbaines à des conditions météorologiques plus chaudes et plus extrêmes réduira les coûts associés aux dommages causés aux infrastructures par le climat, à la diminution de la santé publique et à la perte de vies humaines. Les composantes essentielles de la gestion des risques climatiques en milieu urbain comprennent une solide évaluation des risques, une planification efficace de l'utilisation des terres, une infrastructure résiliente, la qualité et la couverture des services de base, des systèmes d'alerte précoce et des interventions d'urgence. L'adaptation urbaine est un processus itératif qui nécessite l'intégration continue de l'information climatique dans les processus de politique, de planification et de budgétisation. Les initiatives d'adaptation sont plus efficaces lorsqu'elles sont fondées sur l'évaluation des risques climatiques locaux et alignées sur les efforts du gouvernement, y compris le Plan national de développement 2015 à 2019.

La gestion de l'adaptation urbaine est complexe, en particulier dans le contexte d'une croissance rapide. La clé de l'adaptation consiste à orienter les nouveaux investissements et les flux migratoires en dehors des zones à risque climatique élevé par le biais de la planification urbaine, de la gestion des risques de

catastrophe et des investissements dans les infrastructures (Revi et al., 2014). Dans les zones urbaines, les efforts d'adaptation peuvent également impliquer des choix difficiles entre des investissements d'infrastructure résilients et la délocalisation lorsque les risques sont trop importants pour être atténués (par exemple, les aménagements côtiers de faible altitude). La participation des parties prenantes, y compris les groupes communautaires et une large participation du public, axée sur l'équité et la durabilité est essentielle à une adaptation efficace.

De nombreuses actions d'adaptation, en particulier celles liées à l'approvisionnement en eau et à l'atténuation des inondations, doivent être coordonnées entre plusieurs juridictions ayant des capacités, des intérêts et des directives différents. À Tsihombe, par exemple, pour faire face aux défis chroniques de l'approvisionnement en eau dans le contexte de sécheresses de plus en plus longues et intenses, il faut regarder en amont et à travers les juridictions. Les services publics de l'eau (JIRAMA et AES), les gouvernements des communes des sources d'eau et des utilisateurs finaux (à savoir Ampotaka et Tsihombe pour la canalisation AES) et les résidents ont chacun un rôle dans la gestion de l'approvisionnement en eau. Le rôle des partenaires techniques et financiers dans les investissements d'infrastructure et de gestion doivent également être évalués. Des études géologiques sont nécessaires pour déterminer les taux d'extraction durable des eaux souterraines. Ces types d'efforts exigent que les gouvernements locaux établissent des relations et négocient des arrangements de gestion en dehors de leurs sphères traditionnelles.

Les possibilités d'engagement avec les gouvernements urbains incluent la réponse aux besoins d'informations climatiques, le renforcement de la gouvernance municipale pour la gestion des risques climatiques et la résilience et l'investissement dans les infrastructures conventionnelles et les approches basées sur la nature, telles que les espaces verts urbains. Le soutien aux gouvernements urbains peut prendre la forme de formation, d'outils d'aide à la décision adaptés à la planification et à la gestion, d'occasions d'apprentissage partagé au niveau national et international, de facilitation d'accès aux ressources et de financement, etc. Le soutien aux gouvernements urbains peut être plus efficace dans les endroits où les entités gouvernementales locales ont déjà commencé à renforcer leur capacité à travers des initiatives qui améliorent l'efficacité de leur planification et de leur gestion financière. Des occasions spécifiques sont décrites plus en détail pour chacun de ces domaines, comme suit.

BESOINS EN INFORMATIONS CLIMATIQUES

Une base de preuves est essentielle pour une adaptation urbaine efficace. Cela comprend la réalisation d'évaluations locales des risques et de la vulnérabilité et l'amélioration de l'expertise en science du climat et en adaptation urbaine qui peut éclairer les options d'adaptation. À Madagascar, cette base de données est en cours d'élaboration :

- Comités de gestion des risques de catastrophe au niveau des communes, des districts et des régions (dans certaines régions)
- Entités nationales telles que la Direction Générale de la Météorologie (DGM), le Bureau National de Coordination des Changements Climatiques (BNCCC) et le Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes (BNGRC)
- Initiatives internationales telles que le Réseau de systèmes d'alerte précoce contre la famine (FEWS NET), le Programme pilote sur la résilience climatique (PPCR), USAID-NASA SERVIR et Enhancing National Climate Services (ENACTS)

Bien que ces efforts soient importants, la plupart des gouvernements locaux ont un accès limité aux informations climatiques pertinentes et un manque d'expérience sur la manière de les utiliser dans la gestion urbaine. Les informations disponibles sont souvent difficiles à interpréter pour les gouvernements locaux et ne sont pas adaptées à une zone urbaine particulière. L'incapacité d'accéder aux informations climatiques pertinentes et de les utiliser limite la capacité des autorités locales à anticiper et à agir sur les risques climatiques émergents pour les infrastructures, les services et les populations urbains. Les informations

climatiques sont essentielles à la fois pour identifier les risques et démontrer les avantages d'investir dans l'adaptation au fil du temps.

Pour combler ces lacunes, il est recommandé de :

- **Promouvoir la production et la mise à disposition d'informations météorologiques et climatiques appropriés aux conditions locales pour les municipalités** en facilitant les discussions entre les autorités locales, la DGM et d'autres fournisseurs d'informations climatiques sur la mise au point de produits d'information compréhensibles et adaptés.
- **Faciliter l'accès aux informations climatiques** fiables pour éclairer la prise de décision. En l'absence d'informations, soutenir l'évaluation des risques et la collecte d'informations sur les risques climatiques et les changements démographiques qui influencent les niveaux et les zones de vulnérabilité. Encourager une collaboration étroite avec les présidents des *fokontany*, les groupes communautaires et les populations vulnérables afin d'identifier les risques spécifiques aux zones et les tendances démographiques.
- **Renforcer la capacité des gouvernements locaux à utiliser l'information climatique** dans la planification et la gestion urbaine (y compris la mise à jour des cartes d'occupation des sols), améliorer la prestation de services et évaluer les nouveaux investissements en mettant l'accent sur l'approche à long terme.
- **Accroître le soutien local et la demande de solutions d'adaptation en sensibilisant les résidents aux risques climatiques** et aux options d'adaptation parmi les femmes, les hommes et les groupes vulnérables.

RENFORCER LA GOUVERNANCE MUNICIPALE EN FAVEUR DE LA GESTION DES RISQUES CLIMATIQUES ET DE LA RÉSILIENCE

Les gouvernements municipaux sont responsables du développement économique, social, culturel et territoriale y compris l'élaboration du plan d'urbanisme et d'un plan d'investissement public sur trois ans. Les administrations locales ont des responsabilités supplémentaires en matière de sécurité publique, de fourniture de services (notamment en assainissement et la gestion des déchets) et d'infrastructures publiques (routes communales, écoles et centres de santé) (Loi n° 2014-020 portant sur les collectivités territoriales décentralisées). En plus du gouvernement communal, les *fokontany* servent de forum pour la participation du public à la gouvernance et peuvent encourager le respect des plans et règlements locaux.

La capacité des gouvernements locaux à remplir les rôles qui leur sont assignés varie d'une commune à l'autre, mais elle est généralement faible et constitue un obstacle majeur à l'adaptation. Les gouvernements urbains sont souvent restreints par une autorité limitée, des institutions de soutien faibles ou inexistantes et un manque de formation, d'outils et de ressources nécessaires pour gérer et planifier les espaces urbains. Les politiques d'aménagement du territoire et le zonage qui existent sont souvent dépassés et inadéquats et les outils de planification pour opérationnaliser les efforts de planification font défaut. Les gouvernements urbains sont généralement composés d'un maire élu, d'un directeur général et d'un conseil communal. Les membres du Conseil supervisent les fonctions des communes désignées telles que la perception des impôts, le service de police communale et les archives publiques. Certaines communes ont également des comités qui se concentrent sur la gestion des risques de catastrophe, l'eau et l'assainissement, la santé ou le développement. Des responsables de structures régionales ou nationales (par exemple, M2PATE, Ministère de l'Agriculture, Ministère de la Santé) sont parfois déployés dans les districts et les communes pour fournir une assistance technique.

Gestion des risques de catastrophes et l'adaptation urbaine

L'intégration de l'adaptation dans la gestion des risques de catastrophes en milieu urbain offre une occasion immédiate de faire face à l'évolution de l'exposition aux risques climatiques. La concentration croissante de la population dans les zones urbaines à haut risque, associée à la variabilité et aux extrêmes climatiques, peut créer de nouveaux aléas, de l'exposition et de la vulnérabilité. Madagascar dispose d'une communauté importante et active de gestion des risques de catastrophe (gouvernement, partenaires techniques et financiers, et ONG) qui s'intéresse de plus en plus à la réduction des risques de catastrophe et à l'adaptation au changement climatique. La Politique Nationale de Gestion des Risques et Catastrophes et la Stratégie National de Gestion des Risques et Catastrophes (modifiée en 2016) guident les efforts. Soutenir l'adaptation urbaine par la gestion des risques de catastrophe implique l'intégration d'informations climatiques pertinentes au niveau local ainsi que :

- Planification de la reprise après sinistre avant qu'une catastrophe ne se produise, y compris un plan de réaménagement post-désastre pour la résilience et l'adoption d'une ordonnance de réaménagement post-catastrophe qui encourage une résilience accrue grâce à la reprise après sinistre.
- Appuyer la préparation aux situations d'urgence en cas d'urgences météorologiques extrêmes, y compris les vagues de chaleur.
- Investir dans des systèmes d'alerte précoce multirisque et des infrastructures et stratégies de communication à l'intérieur et au-delà de la zone urbaine pour partager des informations critiques avant et pendant les situations d'urgence.

Les outils de planification urbaine, y compris les schémas globaux, le zonage, les incitations pour les promoteurs commerciaux et privés et les codes du bâtiment, sont essentiels pour renforcer la résilience urbaine. Ces outils peuvent détourner le développement des zones à risque élevé, créer des zones commerciales et résidentielles sécuritaires, orienter les réseaux de transport durable et plus encore. Les communes urbaines sont mandatées pour élaborer des plans directeurs, Plan d'urbanisme Directeur (PUDi) avec consultation publique (Code de l'Urbanisme et de l'Habitat 2015). Ces plans ont le potentiel de fournir des orientations importantes pour l'adaptation. Cependant, peu de zones urbaines les ont en place. La loi nationale guide également la planification au niveau de la zone (par exemple, les zones industrielles) à travers les Plans d'urbanisme de Détail (PUDe). Un certain nombre d'autres lois nationales sont applicables à l'adaptation, notamment le Code de l'Urbanisme et de l'Habitat qui comprend les codes du bâtiment et de l'infrastructure (2010 et 2015 révisés), ainsi que la Loi Nationale de Gestion des Risques et Catastrophes. Le manque de connaissance de ces lois et la capacité à les mettre en œuvre ont toutefois conduit à une faible conformité (IFRC 2014).

Afin de renforcer les capacités municipales pour planifier et prioriser l'adaptation :

- **Appuyer les municipalités dans l'établissement de priorités et la conception d'actions d'adaptation**, y compris les infrastructures grises (c'est-à-dire, l'infrastructure matérielle conventionnelle) et l'infrastructure verte et les options de gestion. Encourager un engagement fort de la communauté et des parties prenantes, y compris les populations vulnérables. Les solutions d'adaptation peuvent inclure la promotion de *fady* (tabous) conçus pour protéger la qualité de l'eau, conserver les espaces verts et plus encore grâce à des campagnes de communication et de changement de comportement.
- **Encourager l'intégration d'actions d'adaptation prioritaires dans les plans urbains et les processus de planification** en mettant l'accent sur les projets qui ciblent les zones les plus vulnérables et offrent de multiples avantages (par exemple, infrastructure verte qui réduit les inondations et le stress thermique).
- **Renforcer la compréhension et le respect des lois nationales** relatives à la planification urbaine, aux codes de construction de bâtiment et de l'infrastructure et à la réduction des risques de catastrophe. Inclure des informations climatiques et la prise en compte des pressions

démographiques dans les efforts pour se conformer aux lois nationales. S'attaquer au développement dans les zones sujettes aux inondations mérite une attention particulière.

Afin de renforcer les capacités municipales en gestion financière pour l'adaptation :

- **Appuyer les gouvernements locaux à élaborer des budgets pour les efforts d'adaptation prioritaires** et à préparer des projets techniquement valables pour les investisseurs.
- **Appuyer les gouvernements locaux dans l'établissement de relations avec les gouvernements régionaux et nationaux, les organisations non gouvernementales, le secteur privé et les bailleurs de fonds** qui ont des ressources pour soutenir l'adaptation urbaine.
- **Promouvoir l'accès à une gamme de mécanismes de financement et de ressources** pour l'adaptation (voir la *section suivante*).

Afin d'encourager la favorisation à l'adaptation urbaine parmi les entités gouvernementales nationales :

- **Travailler avec les entités gouvernementales nationales pour établir le leadership, la coopération et les rôles respectifs pour soutenir l'adaptation urbaine**, y compris le M2PATE, le BNGRC, la Cellule de Prévention et Gestion des Urgences (CPGU), le BNCCC et le Ministère des Travaux Publics.
- **Appuyer le personnel du M2PATE à travailler avec les gouvernements régionaux et de district sur l'aménagement du territoire** (environ 50 personnes) et le Comité national de planification et d'habitat (établi par la Code de l'Urbanisme et de l'Habitat de 2015).
- **Soutenir le BNGRC pour intégrer l'information climatique** dans ses plans spécifiques aux sinistrés (*plans particuliers*, PPI) pour les cyclones et les inondations et soutenir sa coopération avec le BNCCC.
- **Soutenir le BNCCC dans ses efforts pour mettre en place des plans d'adaptation régionaux** complets avec des outils d'information et de planification pertinents.

INVESTISSEMENTS DANS LES INFRASTRUCTURES D'ADAPTATION NATURELLES ET CONVENTIONNELLES

Les principaux investissements d'adaptation consistent à construire, entretenir et moderniser des infrastructures conventionnelles pour résister à des conditions météorologiques extrêmes et à conserver ou agrandir des zones naturelles et des infrastructures vertes et bleues pour faire face aux risques liés aux inondations et à la chaleur. Les investissements dans les infrastructures et la nature sont plus efficaces lorsqu'ils sont guidés par une planification urbaine globale, des codes et des normes de construction et d'infrastructure résilients et des pratiques de gestion durables.

Soutenir les villes dans l'identification des options pour accéder aux ressources et au financement est un élément essentiel de l'investissement dans la résilience urbaine. Les gouvernements locaux ne collectent que 30% de leurs recettes potentielles en raison d'un cadre juridique peu clair, d'une mauvaise connaissance et de l'application des réglementations fiscales et non fiscales et de la difficulté de percevoir les recettes (World Bank, 2016a). De plus, les transferts intergouvernementaux mandatés par le Trésor central sont souvent insuffisants et peu fiables. Le gouvernement central perçoit plus de 95% des recettes du pays et les petits décaissements dont disposent les municipalités sont irréguliers, ce qui représente un défi important pour les budgets locaux (World Bank 2017).

Pour promouvoir l'investissement dans l'infrastructure:

- **Réunir l'expertise et la coopération du gouvernement, des fournisseurs de services locaux, de la communauté, des ONG et des partenaires techniques et financiers pour concevoir et mettre en œuvre de solides investissements d'adaptation.** Encourager la coordination pour mettre en œuvre les projets à l'échelle appropriée et avec toutes les ressources disponibles. Assurer des options d'infrastructure vertes et bleues en plus de l'infrastructure conventionnelle. Soutenir les analyses coûts-bénéfices des interventions d'adaptations.

- **Appuyer les gouvernements locaux pour déterminer où l'adaptation s'aligne sur les activités actuellement financées** et intégrer l'adaptation pour optimiser le financement.
- **Appuyer les municipalités à s'associer avec les entités de gestion en amont** pour mettre en œuvre la conservation et la restauration des bassins versants, les mesures de protection contre les inondations et la maintenance et l'amélioration des infrastructures d'approvisionnement en eau.
- **Travailler avec les municipalités pour utiliser des codes de construction nationaux** dans les zones vulnérables aux cyclones et aux inondations. Le code de construction de bâtiment para cyclonique tient compte des tendances climatiques, y compris des vents plus forts.
- **Travailler avec les fournisseurs de services locaux pour augmenter l'infrastructure résiliente et les pratiques de gestion** pour l'eau, l'assainissement, les déchets et les services électriques (JIRAMA, AES), notamment en adaptant l'infrastructure clé pour résister aux conditions météorologiques extrêmes.
- **Appuyer les gouvernements locaux à travailler avec les leaders du fokontany et les groupes communautaires pour orienter les nouveaux résidents** vers les risques climatiques de la région et appliquer les plans locaux d'utilisation des terres.
- **Organiser des journées de service communautaire ou des programmes « argent contre travail » pour les infrastructures conventionnelles et vertes**, telles que la réhabilitation des systèmes de drainage ou la création de jardins pluviaux.
- **Appuyer les gouvernements locaux pour identifier une gamme de mécanismes financiers et de ressources** disponibles pour soutenir l'adaptation urbaine, y compris :
 - **Partenariats public-privé et investissement privé**, avec le soutien d'organisations expertes dans ces mécanismes tels que la Fondation TELMA.
 - **Mobilisation des revenus autonomes** (fiscaux et non fiscaux) et améliorer la gestion budgétaire.
 - **Subventions d'investissement à petite échelle** provenant du Fonds de développement local (FDL) administré par le gouvernement ou du Fonds d'intervention pour le développement (FID) pour des activités telles que la modernisation de l'infrastructure scolaire et sanitaire.
 - **Accords de développement** dans le cadre desquels les promoteurs assument les coûts de mise à niveau de l'infrastructure de service, compensent les impacts sur le développement en conservant ou en restaurant l'infrastructure verte et / ou en gérant les eaux pluviales sur le site.
 - **Facilitation des flux financiers intergouvernementaux** pour résoudre les problèmes entravant le transfert effectif et efficace aux collectivités locales.

Infrastructure verte et bleue

Le risque climatique est exacerbé à la fois par une infrastructure conventionnelle inadéquate et par la perte d'infrastructures écologiques (vertes) pour faciliter l'adaptation. L'agrandissement et le rééquipement des systèmes conventionnels de traitement des eaux usées sont souvent coûteux, ce qui amène de nombreuses villes à intégrer des approches d'infrastructure verte pour alléger la pression sur les systèmes de drainage existants (Buurman et Klaassen 2015). L'infrastructure verte vise à capturer l'eau de pluie là où elle tombe, à intercepter l'eau avant qu'elle ne puisse submerger les systèmes de drainage conventionnels, ou à stocker temporairement l'eau sur la terre pour réduire le débit de pointe. L'approche préserve ou restaure la fonctionnalité des espaces verts pour absorber et traiter les eaux pluviales à leur source. L'infrastructure bleue, y compris les terres humides artificielles ou les bassins de rétention, peut compléter l'infrastructure verte et grise. Les exemples d'infrastructures vertes comprennent la collecte des eaux pluviales, les jardins pluviaux (biorétention), les bassins biologiques, la canopée urbaine et la conservation des terres, en particulier pour les versants escarpés, les canaux de drainage naturels et les plaines inondables. Les infrastructures vertes et bleues peuvent également abaisser les températures et améliorer la qualité de l'air, entre autres avantages sociaux et écologiques.

RESSOURCES CLÉS

- AfDB. 2016. [Energy sector reform support programme \(PARSE\) appraisal report](#).
- Baglin, C. 2012. [Airport adaptation and resilience](#).
- British Geological Survey (BGS). 2002. [Groundwater quality: Madagascar](#).
- BNGRC. 2017. [Madagascar Cyclone Enawo Situation Report No. 2](#).
- Buurman, J. and Klaassen, E. 2015. [New approaches for urban flood protection](#).
- Commune Urbaine de Tuléar. 2004. Plan Communal de Développement de Tuléar.
- Fitchett, J. and Grab, S. 2015. [A 66-year tropical cyclone record for south-east Africa: temporal trends in a global context](#). *Int. J. Climatol.*, 34: 3604–3615.
- Germany Climate Services Center (GERICS). 2015. Climate Fact Sheet, Madagascar.
- Government of Madagascar (GoM). 2016. [Madagascar WASH sector key results framework 2016–2019](#).
- GoM. 2015. [Intended nationally determined contribution](#).
- GoM. 2010. [Second National Communication, Executive Summary](#).
- Hoorweg, D. and Bhada-Tata, P. 2012. [What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management](#). Urban Development Series, Knowledge Paper No. 15, World Bank, Washington, DC.
- International Federation of the Red Cross (IFRC). 2014. [Madagascar Country Case Study Report: How Law and Regulation Supports Disaster Risk Reduction](#).
- International Organization for Migration (IOM). 2017. [Evidencing the Impacts of the Humanitarian Crisis in Southern Madagascar on Migration, and the Multisectoral Linkages that Drought-Induced Migration has on other Sectors of Concern](#). Antananarivo.
- Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply, Sanitation and Hygiene. 2017. [Estimates on the use of water, sanitation and hygiene in Madagascar](#).
- Masih, I., Maskey, S., Mussá, F. and Trambauer, P. 2014. [A review of droughts on the African continent: a geospatial and long-term perspective](#). *Hydrol Earth Syst Sci*, 18:3649.
- ND-GAIN. 2015. [Notre Dame Global Adaptation Index, Vulnerability and Readiness, Madagascar](#).
- Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. and Urquhart, P. 2014. [Africa](#). In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part B: Regional Aspects.
- Path. 2014. [Rotavirus disease and vaccines in Madagascar](#).
- PPCR. 2017. [First Joint Programming Mission Support Madagascar towards developing its Strategic Program for Climate Resilience under the Pilot Program for Climate Resilience \(PPCR\)](#).
- Revi, A., Satterthwaite, D.E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R.B.R., Pelling, M., Roberts, D.C. and Solecki, W. 2014. [Urban areas](#). In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects.
- UNHabitat. 2012. [Madagascar: Profil Urbain National](#).
- United Nations Children’s Fund (UNICEF). 2016. [The blue gold rush](#).
- UNICEF. 2017. [Madagascar: Plague Outbreak Situation Report, 30 October 2017](#).
- UNICEF. 2015. [Madagascar Health Sector Background Paper](#).
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). 2015. [Disaster Risk Reduction Review of Madagascar](#).

- United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UNOCHA). 2017. [Madagascar: Cyclone Enawo Situation Report No. 3 \(17 March 2017\)](#).
- UNOCHA. 2016. [Madagascar Vulnerability Assessment Committee Results 2016](#).
- United States Agency for International Development (USAID). [Building Urban Resilience to Climate Change: A Review of Madagascar](#).
- USAID (USAID). 2017. [Southern Africa – disaster response fact sheet #6, fiscal year 2017](#).
- USAID. 2016. [Power Africa in Madagascar](#).
- USAID. 2010. [Property rights and resource governance, Madagascar country profile](#).
- World Bank. 2011a. [Cadre d'analyse de la gouvernance foncière à Madagascar](#).
- World Bank (GFDDR). 2011b. [Climate Risk and Adaptation Country Profile: Madagascar](#).
- World Bank. 2017. [Country Partnership Framework for the Republic of Madagascar](#).
- World Bank. 2016a. [International Development Association project appraisal document for a public sector performance project, Republic of Madagascar](#).
- World Bank (GFDDR). 2016b. [Madagascar Disaster Risk Profile](#).
- World Food Program (WFP). 2015. [Analyse de la Vulnérabilité Urbaine Madagascar](#).
- World Health Organization (WHO). 2015. [Madagascar malaria country profile](#).
- Yoshida, K., Sugi, M., Mizuta, R., Murakami, H., & Ishii, M. 2017. [Future changes in tropical cyclone activity in high-resolution large-ensemble simulations](#). *Geophysical Research Letters*, 44: 9910–9917.

Références cartes:

- Center for Hazards and Risk Research, Columbia University, Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) and The World Bank. 2005. [Global Cyclone Mortality Risks and Distribution](#).
- Center for Hazards and Risk Research, Columbia University, Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) and The World Bank. 2005. [Global Drought Mortality Risks and Distribution](#).
- Dilley, M., R.S. Chen, U. Deichmann, A.L. Lerner-Lam, M. Arnold, J. Agwe, P. Buys, O. Kjekstad, B. Lyon, and G. Yetman. 2005. *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*. Disaster Risk Management Series No. 5. Washington, D.C.: The World Bank.

Photo: Veronique Lee, ATLAS. Antananarivo, Madagascar, Juin 2017.