



PRÉPARATION À LA GESTION DES

Périls Naturels

ET DES RISQUES LIÉS AUX

Changements Climatiques

À DAKAR, SÉNÉGAL



LA BANQUE MONDIALE



Institut Africain de Gestion Urbaine

Une Approche Spatiale et Institutionnelle

Rapport de l'Etude Pilote

Hyoung Gun Wang, Marisela Montoliu-Munoz,
the Geoville Group and Ndèye Fatou D. Gueye

Préparation à la Gestion des Périls Naturels et des Risques liés aux Changement Climatique à Dakar, Sénégal

Une Approche Spatiale et Institutionnelle

Rapport de l'Etude Pilote

Juin 2009

Hyoung Gun Wang

Economist, Spatial équipe FEU, SDN, La Banque Mondiale

Marisela Montoliu-Munoz

Chef, Spatial équipe FEU, SDN, La Banque Mondiale

The Geoville Group

Ndèye Fatou D. Gueye

Institut Africain de Gestion Urbaine



**The International Bank for Reconstruction
and Development/THE WORLD BANK**

1818 H Street, N.W.

Washington, D.C. 20433 U.S.A

June 2009

This study has been prepared by the World Bank. The judgements expressed here do not necessarily reflect the views of the Board of Executive Directors or of the governments they represent.

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| REMERCIEMENTS | I |
| LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS | II |
| RÉSUMÉ | 1 |
| 1. Introduction..... | 9 |
| 2. Les catastrophes naturelles à Dakar (Sénégal) | 13 |
| 3. Cadre conceptuel du péril, du risque et de la vulnérabilité | 22 |
| 3.1 Définitions..... | 22 |
| 3.2 Les Facteurs de Risques et les Sources d'Information Connexes..... | 25 |
| 3.3 Types de périls | 27 |
| 3.4 Périls et Changements climatiques | 29 |
| 4. Analyse spatiale..... | 31 |
| 4.1 Aperçu et Définition des Zones Périurbaines | 31 |
| 4.2 La production de cartes..... | 35 |
| 4.2.1 Cartographie de l'utilisation du sol..... | 38 |
| 4.2.2 Cartes des périls potentiels..... | 44 |
| 4.3 Analyse Spatiale..... | 52 |
| 4.3.1 Méthodologie | 52 |
| 4.3.1.1 Aperçu | 52 |
| 4.3.1.2 Production des données enregistrées..... | 55 |
| 4.3.1.3 Cartographie et analyse statistique..... | 59 |
| 4.3.2 Résultats de l'Analyse Spatiale..... | 61 |
| 4.3.2.1 Changements dans l'occupation des sols..... | 61 |
| 4.3.2.2 Exposition Sociale et Vulnérabilité..... | 63 |
| 4.3.2.3 Exposition Economique et Vulnérabilité..... | 64 |
| 4.3.2.4 Zones construites exposées aux périls..... | 66 |
| 4.3.2.5 Zones non construites exposées aux périls..... | 69 |
| 5. Caractérisation des Points chauds et Evaluation des capacités institutionnelles. | 71 |
| 5.1 Aperçu..... | 71 |
| 5.2 L'enquête de Préparation « Primer » (Typologie de la ville et Matrice de caractérisation des risques) | 71 |
| 5.3 Résultats de l'Etude | 73 |
| 5.3.1 Données générales sur les Départements..... | 73 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.3.2 | Structure de gouvernance liée à la Gestion des risques de catastrophes | 74 |
| 5.3.3 | Réglementations de l'Aménagement Urbain et l'Occupation des sols | 79 |
| 5.3.4 | Exposition Politique et Economique aux Catastrophes | 81 |
| 5.3.5 | Préparation au changement climatique | 82 |
| 5.3.6 | Système de Réponse aux catastrophes | 83 |
| 5.3.7 | Les Zones périurbaines | 84 |
| 5.4 | Insuffisances en termes de connaissances et de capacités de gestion des catastrophes et des impacts du changement climatique | 84 |
| 6. | Perspectives : leçons apprises et plans d'action pour rehausser les pratiques de gestion des catastrophes à Dakar..... | 87 |
| 6.1 | Principes directeurs : le Cadre d'action de Hyogo..... | 87 |
| 6.2 | Une approche plus proactive pour informer, motiver et impliquer les populations dans tous les aspects de la réduction des risques de catastrophes au sein de leurs communautés locales mêmes | 89 |
| 6.2.1 | Informer, motiver et impliquer les populations dans leurs communautés | 89 |
| 6.2.2 | Renforcer les capacités et la coordination institutionnelles locales..... | 90 |
| 6.2.3 | Réformes politiques et investissements pour l'amélioration de la résilience et de la préparation à l'échelle locale | 90 |
| 6.3 | Réplication de l'étude pilote | 91 |
| | BIBLIOGRAPHIE..... | 93 |

TABLEAU

| | |
|--|----|
| Tableau 1: Composantes et Facteurs de RISQUE et Sources d'Information Connexes et Résultats de l'Evaluation | 25 |
| Tableau 2: Types de Périls Naturels, Causes Anthropogéniques possibles et Liens avec les autres Périls | 28 |
| Tableau 3 : Aperçu des cartes produites | 35 |
| Tableau 4: Images Satellite Multi-temporelles disponibles..... | 39 |
| Tableau 5: Liste des classes thématiques pour la cartographie des changements dans l'utilisation du sol..... | 42 |
| Tableau 6: Clé de classification et de diffusion des périls naturels potentiels relatifs à une résolution agrégée (250 mètres)..... | 44 |
| Tableau 7: Classes contenues sur la Carte des périls multiples | 49 |
| Tableau 8: Liste des cartes produites pour l'Analyse Spatiale | 53 |
| Tableau 9: Données d'origine, Méthodes de préparation et Données obtenues pour l'Analyse Spatiale..... | 55 |
| Tableau 10: Occupation des sols en 1988 et 2008 et Changements dans l'Occupation des sols | 61 |
| Tableau 11: Valeurs foncières exposées à des risques potentiels élevés (\$US) | 65 |
| Tableau 12: Typologie de la ville et Matrice de Caractérisation des Risques | 72 |
| Tableau 13: La Population des Etablissements Humains autorisés et des Etablissements Humains non-autorisés dans la Région de Dakar | 74 |

FIGURE

| | |
|--|----|
| Figure 1: Classification des zones Urbaines, Périurbaines et Rurales dans l'aire métropolitaine de Dakar..... | 2 |
| Figure 2: Cartographie des Périls de l'aire métropolitaine de Dakar..... | 3 |
| Figure 3: Points chauds de l'Exposition Sociale avec une forte croissance démographique et un Potentiel de Périls élevé par rapport à la croissance de la population (1988 – 2008) dans les zones à Potentiel de Périls..... | 4 |
| Figure 4: Les inondations et l'érosion côtière menacent la vie et les ressources de Dakar | 14 |
| Figure 5: Triangle de Risque, Crichton 1999..... | 23 |
| Figure 6: Le Risque comme une Fonction du Péril, de la Vulnérabilité, de l'Exposition et de la Résilience | 24 |
| Figure 7: La zone de la Métropole Dakaroise couvrant les Départements de Dakar, Guédiawaye, Pikine et Rufisque | 32 |
| Figure 8: Classification des zones urbaines, périurbaines et rurales dans la région métropolitaine de Dakar | 34 |

| | |
|--|----|
| Figure 9: Carte détaillée de l'utilisation du sol à Dakar, 2008 | 40 |
| Figure 10: Comparaison de la carte détaillée et de la carte agrégée de l'utilisation du sol en 2008..... | 40 |
| Figure 11: Changements dans l'utilisation du sol, 1988, 1999 et 2008..... | 43 |
| Figure 12: Potentiel relatif d'inondation de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m. | 45 |
| Figure 13: Potentiel relatif d'érosion côtière de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m..... | 46 |
| Figure 14: Potentiel d'inondation côtière (de 1 m de hauteur) de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m..... | 47 |
| Figure 15: Potentiel d'inondation côtière (de 5 m de hauteur) de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m..... | 47 |
| Figure 16: Le Potentiel de risques multiples de Dakar, y compris les potentiels relatifs d'inondation, l'Erosion côtière et les Scenarii de Potentiel d'Inondation Côtière.. | 50 |
| Figure 17: Potentiel de risques multiples sur des cartes séparées..... | 51 |
| Figure 18: Synchronisation des données sur l'occupation / l'utilisation des sols avec les données issues des recensements | 58 |
| Figure 19: Comparaison de la répartition de la population basée sur les recensements (Département) et la répartition de la population désagrégée dans l'espace | 59 |
| Figure 20: Zonage des potentiels de périls appliqué aux Cartes d'Analyse Statistique | 60 |
| Figure 21: Détails de la carte | 60 |
| Figure 22: Développement des zones bâties en 1988, 1999 et 2008 | 62 |
| Figure 23: Part totale des zones bâties dans les communes urbaines, périurbaines et rurales en 2008..... | 62 |
| Figure 24: Croissance de la Population dans la période 1988 - 2008 dans les zones présentant différents risques potentiels..... | 63 |
| Figure 25: Points chauds de l'Exposition sociale en fonction de la Croissance élevée de la Population entre 1999 et 2008 et des risques potentiels élevés | 64 |
| Figure 26: Exposition économique aux périls en fonction de la valeur foncière (\$ US par km ²) | 65 |
| Figure 27: Zones bâties exposées aux périls avec les détails mis en exergue sur la partie supérieure (2008) | 67 |
| Figure 28: Proportion des zones industrielles, commerciales et de circulation et Exposition aux périls en 2008 | 68 |
| Figure 29: Zones non bâties en 2008 exposées à des risques potentiels très élevés..... | 69 |
| Figure 30: Potentiels de risques dans les zones non bâties..... | 70 |

ENCADRÉ

| | |
|---|----|
| Encadré 1 : Aperçu des risques naturels et des risques de catastrophes à Dakar..... | 14 |
| Encadré 2 : Risques naturels dans la région métropolitaine de Dakar..... | 17 |
| Encadré 3 : Justification du choix de certains périls naturels spécifiques | 32 |

REMERCIEMENTS

Nous remercions plusieurs personnes pour leur contribution appréciable à cette étude. Avant tout, nous remercions Madhu Raghunath qui a jeté les bases de ce projet lorsqu'elle travaillait encore à l'Equipe de Développement Spatial et Local, Christian Diou et Sylvie Debomy (AFTU2), qui ont donné des conseils et un appui utiles pour la Région Afrique. Mr Diou, de par sa position au Bureau de la Banque Mondiale du Sénégal, a aussi donné des avis et fourni une facilitation appréciable des ateliers de validation et de dissémination de Dakar. Nous sommes aussi reconnaissants pour le feedback franc et utile des correcteurs, Franck Bousquet (AFTU2), Uwe Deichmann (DECRG), Daniel Hoornweg (FEU) et Madhu Raghunath (depuis son nouveau poste au MNSSD), dont les commentaires nous ont aidé à renforcer cette étude pilote et à considérer des voies pour améliorer des répliques futures de ce travail.

Nous voudrions exprimer notre sincère appréciation pour l'appui et les commentaires basés sur la réalité du terrain reçus des participants à l'atelier de Dakar, Sénégal, le 5 mars 2009, en l'occurrence Alioune Badara Diouck, Mamadou Dieng, Abdou Birahim Diop, Mme Madeleine Diouf Sarr, Mme Badiane Reine Marie Coly, Demba Ba, Adama Guèye, Aboubacry Sadikh Niang, Dr Oumar Cissé, Mme Ndèye Fatou Diop Guèye et Denis Jean-Jacques Jordy. Une note particulière de remerciement à Gracia Sorensen (FEU) et Astou Diaw Ba (AFCE1) qui ont fourni une inlassable et soutenue assistance logistique.

Enfin, nous sommes reconnaissants à la Facilité Globale de Réponse et de Réaction aux Catastrophes (GFDRR) d'avoir consenti des fonds généreux pour ce projet. Saroj Kumar Jha et C.Y. Ollero ont offert des ressources et des encouragements, et Andrea Zanon et Segio Dell'Anna ont joué un rôle important de facilitation dans la mise en œuvre de cette étude.

Toutefois, les constats, interprétations et conclusions contenus dans ce rapport ne peuvent être attribués qu'aux auteurs et ne constituent pas nécessairement les points de vue de la Banque Mondiale, de ses Directeurs Exécutifs ou des pays qu'ils représentent.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

| | |
|----------|--|
| ADM | Agence de Développement Municipal |
| AOF | Afrique Occidentale Française |
| CAPC | Commission Auxiliaire de Protection Civile |
| CEP | Potentiel d'Erosion Côtière |
| CIP | Potentiel d'Inondation Côtière |
| CRED | Centre de Recherche sur l'Epidémiologie des Catastrophes |
| CRPC | Commission Régionale de Protection Civile |
| CSE | Centre de Suivi Ecologique |
| CSPC | Commission Supérieure de Protection Civile |
| DASSE | Direction des Affaires Sociales, Sanitaires et Educatives |
| DEM | Modèle d'Elévation Digitale |
| DLR | Centre Aérospatiale Allemand |
| DPC | Direction de la Protection Civile |
| DRM | Gestion des Risques de Catastrophes |
| DRR | Réduction des Risques de Catastrophes |
| DST | Direction des Services Techniques |
| FEU, SDN | Département de Développement des Financière, Economique et Urbain, Réseau de Développement Durable |
| GFDRR | la Facilité Globale pour la Réduction des Catastrophes et le Relèvement |
| GIS | Système d'Information Géographique |
| GNSP | Groupement National des Sapeurs Pompiers |
| IAGU | Institut Africain de Gestion Urbaine |
| IPCC | Panel Intergouvernemental sur le Changement Climatique |
| MSL | Elévation Moyenne du Niveau de la Mer |
| NGO | Organisation Non Gouvernementale |
| ORSEC | Organisation des Secours |
| PDAS | Plan Directeur d'Aménagement et de Sauvegarde des Niayes et Zones Vertes du Sénégal |
| PDU | Plan Directeur d'Urbanisme |
| PDUD | Plan de Déplacement Urbain pour l'Agglomération de Dakar |
| PRDI | Plan Régional de Développement Intégré |
| PRSP | Programme de Réduction Stratégique de la Pauvreté |
| RFP | Inondation Potentielle Relative |
| SAR | Société Africaine de Raffinage |

| | |
|---------|--|
| SPOT | Satellite Pour l'Observation de la Terre |
| SRAT | Schéma Régional d'Aménagement du Territoire |
| SRTM | Mission Topographique de la Navette Radar |
| UN/ISDR | Stratégie Internationale de Réduction des Catastrophes des Nations Unies |
| UNDP | Programme des Nations Unies pour le Développement |

RÉSUMÉ

Introduction

1. Ce rapport décrit une étude pilote sur les risques de périls naturels dans les zones d'expansion périurbaines de l'aire métropolitaine de Dakar au Sénégal¹. La zone faisant l'objet de l'étude s'étend sur près de 550 km² représentant moins de 1% du territoire national, mais englobant près de 50% de la population urbaine sénégalaise. La croissance rapide de la population de la métropole de Dakar s'opère surtout au-delà des frontières du Département de Dakar, dans des zones périurbaines faisant face à une vulnérabilité accrue à certains périls naturels qui ne sont, malheureusement pas pris en compte de façon systématique par les structures administratives et de gouvernance. Des situations pareilles ne sont pas une exception dans les pays en développement, et appellent à une attention plus systématique à la gestion des risques de périls dans les zones périurbaines, et aussi, non seulement une meilleure compréhension et une prise de conscience de la nature des périls auxquels présents, mais également des capacités et mesures institutionnelles nécessaires pour mieux les gérer.

2. L'objectif de cette étude pilote est, en conséquence de deux ordres. D'abord l'étude compte proposer une nouvelle méthodologie d'évaluation rapide des risques de périls naturels à l'échelle métropolitaine ou régionale, en utilisant de nouveaux outils d'analyse spatiale basée sur les données du système d'information géographique (SIG). Deuxièmement, l'étude ambitionne d'appliquer les principes et le questionnaire pour le diagnostic de la Ville Préparée au Changement Climatique, développé par la Région Asie de l'Est de la Banque Mondiale afin d'avoir une vue exhaustive du cadre institutionnel, existant actuellement dans la ville, pour la gestion des risques de périls liés au changement climatique. En combinant ses analyses spatiales et institutionnelles, l'étude propose et commence à développer un certain nombre d'outils de dissémination et d'éveil des consciences qui peuvent aider à informer différents acteurs sur les paramètres généraux des risques de périls naturels auxquels fait face la région métropolitaine de Dakar. L'étude pilote propose un vaste plan d'actions pour Dakar, en vue de relever les pratiques de gestion des catastrophes et de susciter un débat des acteurs pour déterminer un ensemble d'actions spécifiques et viables.

. Les périls naturels dans la métropole de Dakar

3. L'étude pilote met un accent particulier sur trois types de catastrophes découlant de périls naturels affectant la métropole de Dakar et ses environs : inondations, érosion côtière et augmentation du niveau de la mer. Les inondations constituent l'un des périls les plus sérieux qui menacent le Sénégal ; durant cette dernière décennie, le phénomène est devenu une réalité plus fréquente et plus durable. Le Sénégal est également un des pays africains qui souffrent le plus de l'érosion côtière. En plus, ce phénomène d'augmentation du niveau de la mer – bien que moins imminent et visible aujourd'hui- attire une attention croissante à travers les discussions en cours sur les impacts du changement climatique dans les zones côtières. Ces trois types de risques de périls naturels cohabitent dans la métropole dakaroise qui est située sur un territoire bas de type péninsulaire avec une longue ligne de côte. La zone, tant sur le plan social, économique que politique présente des vulnérabilités à ces périls. Ces trois types de périls ont été choisis dans le cadre de cette étude pilote pour leur pertinence et spécialement dans le cas des inondations et de l'érosion côtière, leur prévalence et leurs

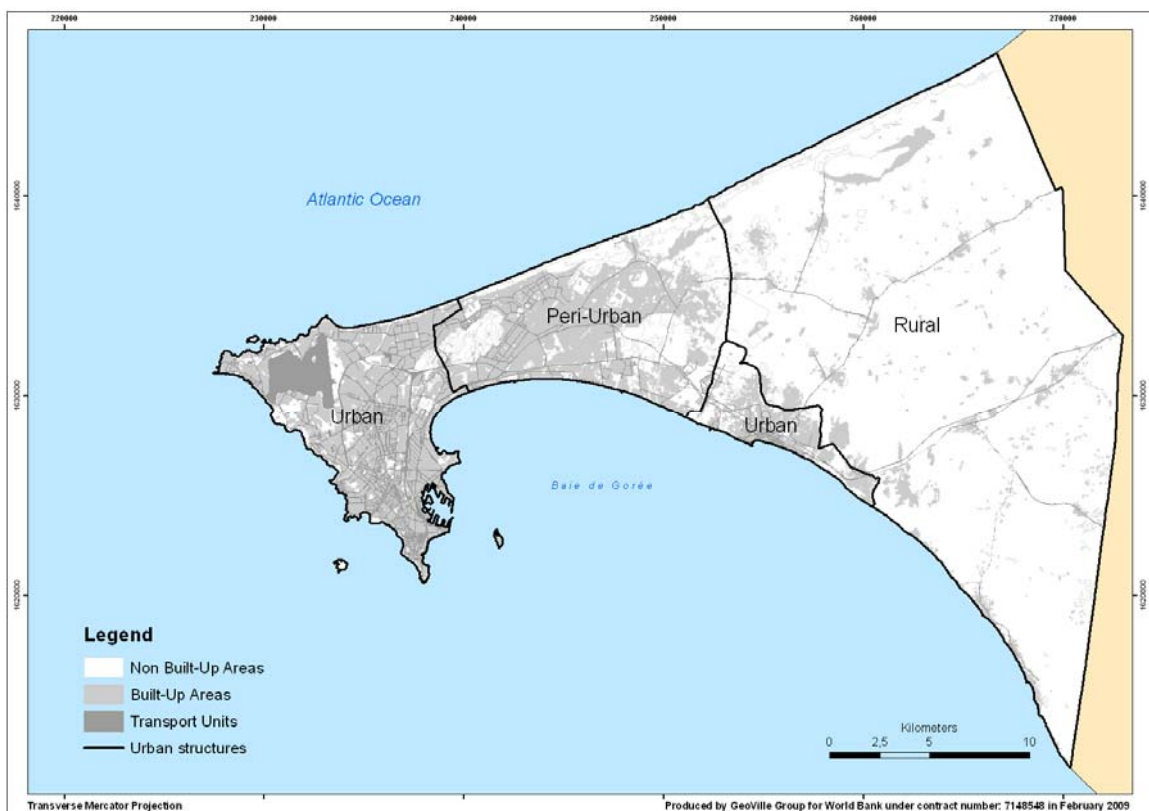
¹ L'aire métropolitaine de Dakar est aussi appelée région de Dakar.

impacts actuels sur la zone de l'étude. L'étendue de l'étude à d'autres types de périls naturels-par exemple l'affaissement de terrain, aussi présent dans cette zone- était limitée par le temps et les ressources disponibles pour cette étude pilote.

Zones d'expansion périurbaine

4. La définition des zones périurbaines varie selon les pays et peut parfois être source de confusion. Cette étude a commencé par la détermination du champ géographique de l'analyse, qui couvre une superficie de 550 km² comprenant le centre de la ville de Dakar et sa périphérie, et s'étendant sur les Départements de Dakar, Guédiawaye, Pikine et Rufisque (voir carte ci-dessous). En combinant des mesures quantitatives (distance au centre ville, densité de la population) et des observations qualitatives et le savoir-faire des experts locaux, l'étude a classifié les communes dans la vaste aire de Dakar en trois subdivisions : Zone Urbaine (le centre de Dakar, et les communes à forte densité d'activités économiques et industrielles urbaines), Zone Rurale (communes conventionnellement classées comme "rurales" selon le système administratif sénégalais), et Zone Périurbaine (communes situées entre ces autres types, avec une utilisation mixte des terres et des densités relativement plus faibles).

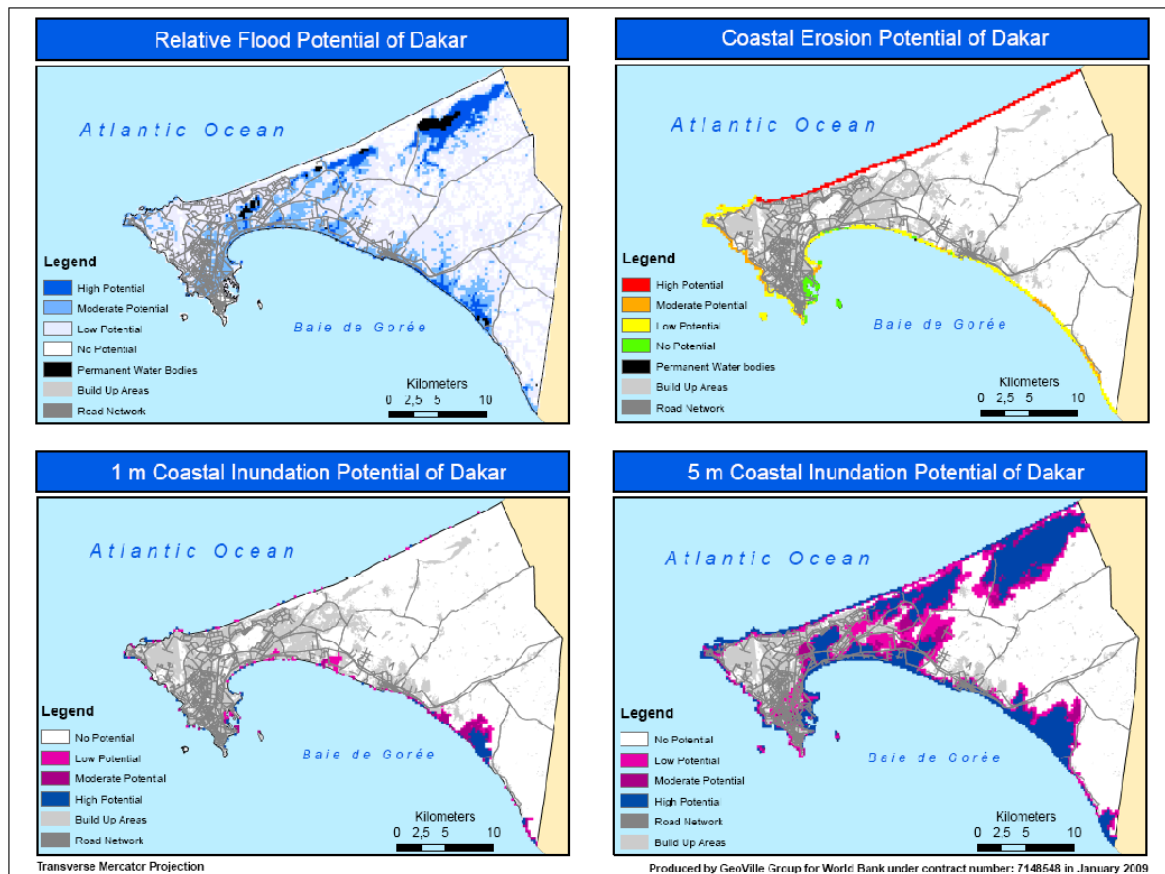
Figure 1: Classification des zones Urbaines, Périurbaines et Rurales dans l'aire métropolitaine de Dakar



Analyse spatiale

5. L'analyse spatiale combine les résultats de la cartographie des risques (voir la carte ci-dessous) avec les cartes des populations, les données relatives au coût du foncier et les informations sur l'occupation des sols afin d'en dériver l'exposition de différentes variables, à divers endroits, aux trois périls naturels sélectionnés. L'analyse spatiale est faite à une échelle régionale/métropolitaine et nous cherchons ici un niveau de détail qui soit pertinent pour les besoins de la sensibilisation et de l'engagement institutionnel. Parmi les prolongements possibles de cette analyse, qui ne sont pas pris en compte dans la phase pilote actuelle, on peut trouver (a) l'étude d'autres périls naturels ; (b) une évaluation plus profonde des impacts économiques potentiels des périls naturels, en prenant en compte les dégâts directs et indirects et (c) une analyse supplémentaire de données provenant de systèmes d'information géographique (SIG) plus détaillés, du cadastre ou d'une vérification directe sur le terrain pour confirmer les risques encourus par les populations et zones urbanisées spécifiques dans les zones élargies qui sont désignées ici comme étant à risque.

Figure 2: Cartographie des Périls de l'aire métropolitaine de Dakar



6. L'analyse spatiale aide à distinguer la relation spatiale entre les périls naturels potentiels et les variables exposées, à savoir les populations, les unités d'utilisation de la terre et les biens économiques. Elle génère plus particulièrement des résultats statistiques et des cartes comprenant les informations suivantes :

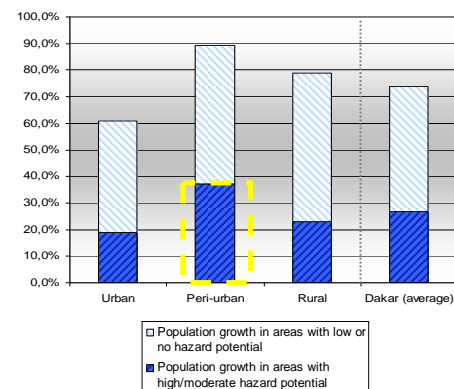
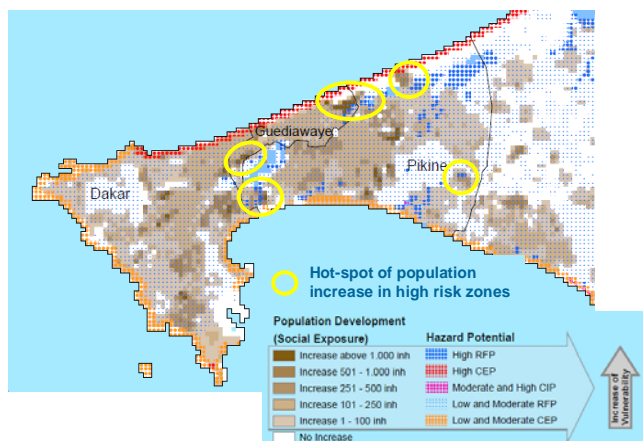
- *Zones à risques et points chauds potentiels* : en illustrant le type et le degré de vulnérabilité pour les différentes catégories et échelles de risques concernant les risques préalablement définis.
- *Zones urbanisées exposées aux risques* : caractérisation générale de l'utilisation des terres urbaines (c'est à dire résidentielles, industrielles/commerciales, etc.) et du type de vulnérabilité.
- *Zones non urbanisées exposées aux risques* : caractérisation générale de l'utilisation des terres, topographie et sol, y compris type de vulnérabilité.

7. L'analyse spatiale montre que la couverture du sol dans la zone de l'étude a beaucoup changé durant les vingt dernières années – la surface des zones urbanisées a augmenté de plus de 25% durant cette période, environ 1% par an. La croissance de la population entre 1988 et 2008 s'est effectuée, pour une large part, dans des zones exposées à un niveau de risque potentiel modéré à élevé. Les zones périurbaines en particulier ont le pourcentage de croissance de la population le plus élevé parmi les zones exposées aux risques. Dans des communes qui sont définies comme périurbaines, près de 40% de la nouvelle population s'est installée dans des zones exposées à un risque important d'inondation, d'érosion côtière ou d'élévation du niveau de la mer. Ce taux est deux fois plus important que celui des communes urbaines (19%) et rurales (23%) de la zone de l'étude.

Figure 3: Points chauds de l'Exposition Sociale avec une forte croissance démographique et un Potentiel de Périls élevé par rapport à la croissance de la population (1988 – 2008) dans les zones à Potentiel de Périls

Points chauds de l'exposition sociale avec une croissance démographique et un Potentiel de risques élevés

Croissance de la Population (1988 – 2008) dans les zones à potentiel de périls



8. Un calcul approximatif de l'exposition et de la vulnérabilité économique dans l'aire d'étude a été déduit de l'analyse spatiale des coûts du foncier. En utilisant cette méthode, l'étude a estimé que la métropole dakaroise représente une valeur totale foncière de 44 milliards \$ US. En dehors de cette valeur, plus de 2 milliards \$ US ou 5% sont exposés à un potentiel élevé de périls naturels. Ceci est seulement une grossière approximation de l'exposition de l'économie aux périls naturels, étant donné le fonctionnement imparfait

des marchés fonciers à Dakar. Un prolongement futur de ce travail pourrait affiner la méthodologie pour le calcul des risques économiques attribuables aux périls naturels. Néanmoins, ces estimations sommaires indiquent l'importance d'une planification appropriée pour mitiger la vulnérabilité économique de la ville à ces risques.

Caractérisation des points chauds et évaluation de la capacité institutionnelle

9. On a modifié une enquête élaborée par la Région Asie de l'Est de la Banque Mondiale (Typologie de la ville et Matrice de caractérisation des risques ou simplement Questionnaire « Préparatoire ») pour l'ajuster aux besoins de la présente étude, puis elle a été mise en œuvre pour collecter les informations sur les caractéristiques humaines et urbaines de la région métropolitaine de Dakar, les impacts potentiels des périls naturels et des changements climatiques et la capacité institutionnelle locale en matière de gestion des catastrophes. L'étude a passé en revue (i) les informations générales sur quatre subdivisions administratives de la région métropolitaine de Dakar (départements de Dakar, Guédiawaye, Pikine et Rufisque), (ii) la structure administrative liée à la gestion des risques, (iii) les réglementations foncières et (iv) d'autres facteurs tels que les impacts politiques et économiques des catastrophes, la vigilance par rapport au changement climatique, le système de réactions aux catastrophes et les zones périurbaines.

10. L'étude a montré que le cadre de mise en œuvre de la Gestion des Risques et Catastrophes (GRC) était ambigu et complexe au niveau local, même si le Sénégal a activement suivi les stratégies de Réduction des Risques de Catastrophes (RRC) au niveau national et régional. Par exemple, dans le cas des risques d'inondations, les maires sont souvent responsables de la réponse aux catastrophes, mais ils ont très peu d'influence sur la réduction des risques car ces politiques sont souvent définies au niveau national. Les collectivités locales manquent de financements adéquats pour investir dans les infrastructures et services et faire face au défi lié au manque de compétences et de capacités techniques en vue de prendre en charge les questions complexes telles que les risques de variabilité climatique. De plus, les instruments de planification, tels que la planification foncière qui peut influencer le caractère urbain-rural, restent sous le contrôle du Gouvernement central.

Utiliser les Leçons Apprise pour Assister la Prise de Conscience

11. **Principes directeurs : Cadre de Hyogo pour l'action. On a adopté le Cadre de Hyogo pour l'Action** comme principe directeur pour élaborer les recommandations issues de cette présente étude. Le Cadre de Hyogo est un plan pour la mise en œuvre de la gestion des risques de catastrophes pour la décennie 2005-2015, adopté par les Etats Membres des Nations Unies. Il met en exergue (i) le besoin d'une approche plus proactive pour informer, motiver et impliquer les populations dans tous les aspects de la réduction des risques de catastrophes au sein de leurs communautés locales mêmes et (ii) la rareté des ressources budgétaires allouées aux objectifs de réduction des risques comparée au potentiel significatif pour mieux exploiter les ressources existantes et les pratiques établies pour une réduction plus efficace des risques de catastrophes. Suivis par ces principes, les recommandations issues de cette étude comprennent aussi bien des mesures qui améliorent la prise de conscience des risques de catastrophe qu'une franche évaluation des ressources et des capacités institutionnelles pour la gestion et la prévention des catastrophes dans la région métropolitaine de Dakar (voir le tableau ci-dessous).

12. Informer, motiver et impliquer les populations au sein de leurs communautés. La première recommandation de cette étude pilote est de développer une campagne générale

de sensibilisation et de prise de conscience – ce qui a déjà commencé avec le processus de validation et de dissémination des résultats de l'étude. Les agences et communautés locales devraient jouer un rôle clé dans les pratiques de gestion des catastrophes et développer la demande pour un aménagement des terres et une réponse aux catastrophes améliorés. A leur tour, les agences et communautés locales renforcées peuvent jouer un rôle clé dans l'identification des zones et structures menacées par les risques, suivre et évaluer la mise en œuvre des mesures proposées.

13. **Renforcer les capacités et la coordination institutionnelles locales.** L'étude révèle aussi des faiblesses en termes de capacités, responsabilités et coordination entre les différentes agences elles-mêmes et entre elles et les autres niveaux d'administration. Ce sont là des questions qui méritent un examen futur et des discussions entre les acteurs pertinents. Cette étude se limite à mettre en lumière quelques unes des capacités institutionnelles et questions de coordination identifiées. Elle suggère quelques unes qui devraient faire l'objet d'une attention particulière, comme l'identification et l'habilitation d'une institution championne dans la gestion des risques de catastrophe et de la prévention à l'échelle métropolitaine, le développement d'une base de données sur les périls et la formation des cadres des agences locales pour l'utiliser efficacement.
14. **Réformes Politiques et investissements pour une résilience et une préparation améliorées à l'échelle locale.** Au-delà des principaux résultats et recommandations de cette étude, les acteurs de Dakar ont besoin de penser aux politiques substantielles et aux mesures d'investissements qui devraient être considérées en permanence. Enfin, on aura besoin de réformes politiques qui influencent le comportement promouvant une meilleure gestion du risque et d'investissements qui renforcent la résilience à l'échelle locale, pour améliorer la situation de Dakar et de ses zones d'expansions périurbaines. Les conclusions de cette étude suggèrent l'importance de se concentrer sur un meilleur aménagement urbain et une gestion urbaine plus efficiente et sur les infrastructures et la dernière partie du tableau ci-dessous résume les mesures qu'il est possible de considérer. Toutefois, cette étude ne fait pas de recommandations spécifiques dans ces zones, parce ce que cela nécessiterait une analyse plus détaillée. La sélection des choix viables devrait aussi essentiellement dépendre de la consultation des acteurs.

| <i>Piste d'engagement</i> | <i>Plan d'action</i> |
|---|---|
| <i>Campagne globale de sensibilisation (déjà initié dans le contexte de cette étude)</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Organiser des activités de dissémination des connaissances et de l'information à l'échelle locale, en ciblant les agences publiques et les communautés locales, sur la gravité des périls naturels et des impacts du changement climatique sur leurs propres vies, avec un accent particulier sur les comportements que les populations peuvent contrôler et améliorer. • Organiser une collaboration et des activités conjointes avec diverses agences locales, des institutions universitaires et de recherche et des organisations à but non lucratif (ONG) pour poursuivre ces campagnes de sensibilisation. |

| | |
|---|--|
| <p><i>Renforcement des capacités institutionnelles locales et de la coordination entre les agences</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Identifier un champion institutionnel viable et reconnu à l'échelle métropolitaine. • Initier des discussions au plus haut niveau politique pour une coordination et un renforcement institutionnels et en ce qui concerne les réformes : • Focus initial: (a) développement d'un système d'avertissement et de réponse rapide, en accordant une attention particulière aux zones périurbaines faiblement pourvues en services de base et (b) amélioration de l'organisation et des capacités locales pour renforcer le zonage et les réglementations urbains afin de réduire la vulnérabilité aux périls naturels, avec une attention particulière aux zones périurbaines à croissance rapide et peu pourvus en services de base. • Focus à moyen terme: (a) dotations adéquates des agences clés en ressources; (b) réformes politiques et (c) réallocation des dépenses et investissements publics à la prévention et mitigation des risques de catastrophes. (Voir ci-après) • Développer une base de données spatiales pour la gestion locale des catastrophes dans la région métropolitaine de Dakar, et assurer un large accès et une formation du personnel des agences locales • Promouvoir un engagement et une participation des communautés locales aux mesures de prévention des catastrophes. |
| <p><i>Réformes politiques et investissement</i></p> | <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer l'aménagement et la gestion urbaine locale: (a) amélioration du droit de propriété foncière et renforcement, avec une attention particulière aux zones périurbaines; et (b) développement consultatif du plan de développement de la métropole, y compris l'identification des points chauds de catastrophes et couloirs d'expansion, et les plans d'acquisition des terres potentielles pour appuyer les couloirs de croissance urbaine. • Renforcer les ressources de base pour les autorités locales, y compris à travers la proposition de meilleures taxes qui tirent avantage des plans d'aménagement et développement de couloirs. • Investir dans les infrastructures résistantes au climat |

| | |
|--|---|
| | <p>et aux catastrophes et dans la rente de maisons : réajustement des infrastructures et maisons existantes dans les zones exposées ; amélioration de l'aménagement des infrastructures et suivi de la qualité des investissements.</p> |
|--|---|

La réplication de l'étude pilote

15. Cette étude était destinée à être une étude pilote pour tester de nouvelles méthodologies et voir comment l'approche pourrait être rehaussée en cas de réplication. L'intérêt de la réplication de l'approche existe aussi bien pour d'autres villes africaines que pour des villes asiatiques. L'étude pilote peut aussi être la base pour le développement d'un index de vulnérabilité de la ville qui peut être appliqué à un grand nombre de villes. En cas de réplication de cette étude, il est proposé que les améliorations suivantes soient prises en compte:

- La considération d'une série plus étendue de périls naturels, au-delà des trois qui sont considérés dans cette étude.
- Procéder à une définition plus consistante des zones périurbaines.
- Une analyse meilleure et plus détaillée des impacts économiques des périls.
- Une discussion plus détaillée de la méthodologie pour l'attribution des densités de population, considérant si possible différentes relations entre la densité des constructions et la densité de la population, selon que la zone soit formelle ou informelle.
- Des informations additionnelles (par couches) sur les infrastructures importantes (routes, électricité, assainissement).
- Utilisation de sources de données SIG plus détaillées, comme celles prises par les cadastres, pour alimenter de manière plus détaillée, l'analyse économique et démographique sus suggérée.

16. Les prolongements de la présente étude pilote peuvent conduire à un léger accroissement du coût de réalisation de l'étude, au moins lors des premières réplifications.

1. Introduction

17. La métropole (ou région) de Dakar représente moins de 1% du territoire national, mais elle abrite 25% de la population totale du pays et 50% de sa population urbaine. Dakar a été un carrefour puisqu'elle a été la capitale de l'Afrique Occidentale Française (AOF) ; sa position stratégique a été déterminante dans son leadership culturel et politique. De plus, ce leadership économique, culturel et politique a été associé à des atouts militaires et touristiques du fait d'un contexte géographique favorable.
18. La région métropolitaine de Dakar est devenue une métropole tentaculaire, une conurbation qui s'est développée très rapidement et de façon anarchique. Cette évolution s'effectue sous l'effet combiné du dynamisme de la croissance naturelle de sa population, de son rôle de principal carrefour économique et de zone d'accueil de migrants. Avec cette concentration excessive de la population dans un espace réduit, l'agglomération dakaroise est une véritable "fourmilière humaine". L'urbanisation effrénée de la région demeure incontrôlée, ce qui cause d'énormes problèmes en termes de satisfaction des besoins essentiels en logement, en foncier (disponibilité des terres), de mobilité, de cadre de vie et de pauvreté urbaine.
19. La structure urbaine est marquée par un déséquilibre spatial et une incohérence du tissu urbain du fait du mauvais découpage spatial et de l'absence d'une réelle planification stratégique à l'échelle régionale. Les investissements urbains consentis par l'Etat en faveur de la région se sont le plus souvent limités (et continuent de se limiter) à la seule ville de Dakar, qui concentre l'essentiel des activités, au détriment de la banlieue, bassin d'emplois et ville dortoir, qui regroupe plus de la moitié de la population métropolitaine. Cette disparité sociale et infrastructurelle renforce le flux migratoire entre Dakar, sa banlieue et son proche hinterland, ce qui contribue la dégradation de l'environnement et du cadre de vie.
20. L'habitat et le foncier restent un problème préoccupant de gouvernance au plan de l'accès et de la disponibilité. Il est devenu de plus en plus difficile de répondre à la demande en constante augmentation pour ce type de biens dans le périmètre urbain dans un contexte d'inflation et de spéculation foncière. Par conséquent, l'extension de la région vers la banlieue s'est accélérée créant de nouveaux problèmes, notamment ceux liés aux droits et à la gestion de la propriété : la propriété est souvent floue ou non-certifiée dans les zones périurbaines. Comme le souligne le *Rapport 2009 sur le Développement Mondial : Restructuration de la Géographie Economique* (World Bank, 2008a), il faut des marchés fonciers opérationnels pour faciliter les mouvements de populations vers les opportunités économiques ainsi que l'évolution des modes d'utilisation de la terre des faibles valeurs aux valeurs élevées ou, plus important encore, l'allocation des terres à des usages plus efficaces.
21. L'organisation administrative et territoriale actuelle de la métropole dakaroise est complexe avec l'imbrication de plusieurs formes de gouvernance (Région, Départements, Arrondissements, Communes, Communautés rurales). Au niveau supérieur, on trouve la Région qui est dirigée par un Gouverneur (nommé), ensuite le « Département » dirigé par un Préfet (nommé). Au niveau local, il y a trois types d'unités administratives et territoriales distinctes : « l'Arrondissement » sous l'autorité du Sous-préfet (nommé), les « Communes » dirigées par les Maires (élus) et les « Communautés rurales » dirigées par les Présidents de Communautés rurales (élus).

22. Cette ambiguïté et cette complexité institutionnelle génèrent une fragmentation des politiques locales et des conflits de pouvoirs entre différents échelons (administratif et institutionnel). De plus, le poids des administrations nationales et régionales peut souvent saper l'action des autorités locales et des services publics décentralisés. Avec les réformes sur la décentralisation, les autorités administratives et les services publics déconcentrés sont en réelle perte de vitesse. Les rapports entre les collectivités locales de Dakar et l'administration se heurtent à des interprétations tendancieuses entre l'Autonomie, l'Assistance et la Tutelle. L'*agencisation* à outrance pour conduire les grands travaux de l'Etat ou les projets d'envergure, contribue à complexifier la structure de l'Etat, tant elles accaparent des pans entiers de missions traditionnellement dévolues aux départements ministériels et à leur administration.
23. La région métropolitaine de Dakar est caractérisée par un manque de concertation entre les services de l'administration, entre l'administration et les collectivités locales, entre les collectivités elles-mêmes. Les populations, la société civile et le secteur privé participent peu à la gestion urbaine.
24. Depuis les années 60, Dakar a été un carrefour culturel et politique et a accueilli beaucoup de migrants issus de l'exode rural. Des images satellite récentes montrent l'expansion contiguë de zones urbanisées au cours des décennies avec une large proportion de la croissance urbaine qui se produit dans les zones périurbaines (banlieues). Au fur et à mesure que la métropole dakaroise fait face à une croissance rapide, elle est confrontée à une vulnérabilité accrue aux risques naturels et aux risques liés aux changements climatiques.
25. A cette conjonction de facteurs politiques et démographiques, s'ajoutent les risques naturels auxquels est confrontée la métropole dakaroise et qui compliquent réellement la situation en termes de garantie de moyens d'existence sûrs et de promotion d'une économie productive. Pour relever ces défis et gérer une urbanisation rapide dans des zones exposées à des risques naturels ou susceptibles de subir les impacts des changements climatiques, il faut améliorer de façon significative les connaissances et la capacité de réponse des autorités locales.
26. L'Equipe de Développement Spatial et Local de la Banque Mondiale (FEU, SDN) et la Facilité Mondiale pour la Prévention des Risques et le Relèvement (GFDRR), en collaboration avec des collègues du Bureau de la Banque Mondiale au Sénégal et l'Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU) ont initié une étude pilote novatrice. Les principaux objectifs de cette étude sont de deux ordres :
27. Premièrement elle développe une nouvelle méthodologie générique combinant les analyses spatiale et institutionnelle à des coûts raisonnables, qui pourrait servir de canevas standard pour l'évaluation, prêt à être répliqué à d'autres villes et pays. Ceci bénéficiera aux praticiens de la gestion globale des catastrophes et aux communautés.
28. Deuxièmement, cela fournit des plans d'actions pour Dakar, Sénégal, en vue de relever les pratiques de gestion des catastrophes. Nous visons à mettre à disposition un cadre stratégique dans une perspective bottom-up et de sensibilisation, plutôt qu'une liste d'orientations top-down et de recommandations de gestion à l'échelle micro. Nous croyons que ce dernier est contreproductif, non durable, et incompatible avec nos principes directeurs qui sont : informer, motiver et impliquer les gens dans tous les aspects de la réduction des risques de catastrophes au sein de leurs propres communautés. Cet élément bénéficiera directement non seulement aux communautés

locales de la région métropolitaine de Dakar, mais au gouvernement sénégalais en général.

29. A cet effet, l'étude (i) élabore des outils d'analyse de pointe pour évaluer de façon spatiale les périls naturels et les risques liés aux changements climatiques et (ii) aborde les lacunes essentielles des collectivités locales en termes de connaissances et de capacités dans la gestion de l'expansion périurbaine rapide dans des zones susceptibles d'être confrontées à une vulnérabilité aux périls naturels, sans oublier les risques liés à la variabilité climatique. Trois séries d'activités sont mises en œuvre successivement.

Activité 1 : Analyse Spatiale des Risques Naturels et des risques liés aux Changements Climatiques et Caractérisation des Points Chauds dans les Expansions Périurbaines de Dakar (Sénégal)

30. L'Activité 1 élabore une méthodologie pour la production de cartes des périls et points de vulnérabilité de la région métropolitaine de Dakar. Trois types de périls ont été sélectionnés pour procéder à une analyse spatiale détaillée : Inondations (inondation des dépressions à l'intérieur des terres), Erosion côtière et Montée du niveau de la mer. La survenue d'inondations dans la région métropolitaine de Dakar a connu une hausse ces dernières années pour des raisons climatiques et anthropogéniques et constitue une menace importante, notamment pour les nouveaux quartiers installés sur des terrains inadaptés situés en contrebas. L'érosion côtière a été prise en compte dans l'analyse détaillée, en tant que processus plus graduel, mais très dangereux, avec des scénarios de montée des eaux marines.
31. Des images satellites prises à différentes périodes (1988, 1999 et 2008) et des informations sur les risques provenant de diverses sources ont été collectées, avant de les traiter par un SIG et de les intégrer pour la production de la carte thématique. Ces cartes comprennent les modes d'utilisation des sols, la géologie, l'hydrologie et la cartographie des risques naturels simples ou multiples (inondations, érosion côtière et scénarios de montée du niveau de la mer). L'analyse spatiale combine toutes ces informations et donne les profils de risques naturels de la région de Dakar. Les concepts et méthodes suivent les approches scientifiques et méthodes les plus connues.

Activité 2 : Caractérisation des Points Chauds et Evaluation des Capacités Institutionnelles au niveau local

32. L'Activité 2 consiste à la réalisation d'une enquête de terrain pour la caractérisation des points chauds dans quatre départements de la région métropolitaine de Dakar : Dakar, Pikine, Guédiawaye et Rufisque ; elle identifie les corrélations entre la structure de gouvernance, les caractéristiques urbain/rural, les risques climatiques et la préparation aux changements climatiques. L'étude s'intéresse également à la capacité institutionnelle au niveau local. L'activité combine les résultats d'enquête et évalue les lacunes en termes de capacité de prévention et de mitigation des collectivités locales par rapport aux risques particuliers auxquels ils sont confrontés au fur et à mesure que leur territoire s'étend au-delà de leurs juridictions actuelles.

Activité 3: Plans d'action pour relever les pratiques de gestion des risques naturels et des risques liés aux changements climatiques à Dakar (Sénégal)

33. L'Activité 3 propose les Plans d'action de Dakar pour relever les pratiques de gestion des risques naturels et des risques liés aux changements climatiques. Les consignes et plans d'action sont basés sur les résultats des Activités 1 et 2 et sur les consensus internationaux sur les exercices de meilleures pratiques.
34. Le principe directeur est « *une approche plus proactive pour informer, motiver et impliquer les populations au sein de leurs communautés mêmes* » comme le stipule le Cadre d'Action 2005-2015 de Hyogo. Les agences et communautés locales devraient jouer un rôle clé dans les pratiques de gestion des catastrophes et être renforcées proportionnellement pour relever les pratiques de gestion des catastrophes. Ce renforcement des capacités doit s'effectuer de quatre manières.
- D'abord, les agences et communautés locales devraient être mieux informées. Il est fortement recommandé d'élaborer une base de données spatiales pour la gestion des catastrophes et la sensibilisation au niveau local.
 - Ensuite, il faudrait allouer plus de ressources et d'appui administratif aux agences et communautés locales (de la part des autorités régionales et nationales) pour mettre en œuvre et appliquer efficacement les réglementations de l'utilisation des terres visant la réduction des catastrophes.
 - Troisièmement, la gestion des catastrophes dans les zones d'expansion périurbaines qui sont souvent négligées sur les plans politique et économique, doit être prise en charge dans une perspective durable de développement local.
 - Quatrièmement, les activités de sensibilisation de l'opinion publique sur les risques naturels et les risques liés aux changements climatiques sont le déclencheur clé d'une gestion plus durable et plus inclusive des catastrophes.

2. Les catastrophes naturelles à Dakar (Sénégal)

35. Les inondations constituent une des menaces les plus sérieuses pour Dakar et elles sont devenues une réalité fréquente et durable ces dernières années. Les causes sous-jacentes sont complexes et comprennent non seulement l'augmentation récente de la pluviométrie mais aussi particulièrement tout le processus socioéconomique d'une explosion urbaine incontrôlée. Les conséquences sont désastreuses « trois mois après que 183 000 personnes ont été victimes d'inondations sévères résultant des pluies torrentielles, de nombreuses habitations et écoles sont encore dans les eaux ».²
36. De plus, le Sénégal est l'un des pays qui souffrent le plus de l'érosion côtière. « Les courants balayent le sable de la côte de Rufisque et le déposent plus au sud. La plage est en train de se creuser doucement et la côte recule. Abdoulaye Ndiaye, un vieux pêcheur qui offre ses services en tant que guide, insiste sur le fait que plus de cent mètres séparaient la mer d'une maison dont les ruines sont actuellement en train d'être avalées par les vagues. »³
37. Le domaine privé maritime est assailli dans de petites poches à travers la ville de Dakar : construction d'hôtels, d'immeubles sur la corniche qui frôlent presque le rebord du front de côte restant à la merci d'éventuels éboulements et de possibles raz de marée. Les causes de l'érosion côtière sont très variables et peuvent être naturelles ou d'origine anthropique. Mais le réchauffement de l'atmosphère engendré par les gaz à effet de serre augmenterait les taux d'élévation du niveau marin. L'érosion côtière peut donc être qualifiée comme un phénomène qui va s'aggraver les années à venir. Des études réalisées sur les impacts des changements climatiques sur les zones côtières sénégalaises (Dennis et al. 1995 ; Niang-Diop et al. in press) ont montré que ces taux d'élévation du niveau marin pourraient conduire à des inondations des zones côtières basses et une salinisation accrue des sols et des eaux de surface et souterraines.
38. Au niveau de la Presqu'île du Cap Vert, l'érosion côtière se manifeste aussi bien sur les plages sableuses que sur les côtes rocheuses à falaises. Les principales zones d'érosion identifiées sont les secteurs de Cambérène – Yoff, les corniches ouest et est de Dakar et la Baie de Hann. Il faut cependant signaler le cas de la carrière de Mbeubeuss qui présente des signes inquiétants d'érosion. L'érosion côtière est particulièrement sensible dans la zone de Rufisque – Bargny. Elle se manifeste par le rétrécissement de la plage de Rufisque, en particulier le long du centre ville et se traduit dans les secteurs de Mérina et Thiawlène, par des bâtiments en surplomb et une rue largement décapée.⁴
39. Le secteur rocheux de la tête de la presqu'île du Cap-Vert est une zone instable. Sur la base de l'observation du versant des Madeleines, Fall et al (1996) ont proposé des taux variant entre 0,8 et 1,4 m par an pour les falaises constituées de limons de l'Hôpital mais allant jusqu'à 4 m par an au niveau des tufs volcaniques de la plage Pasteur. Pour l'ensemble des corniches est et ouest, Diop, (2000) indique de 1980 à 1997 des taux de recul du littoral, compris entre 0,45 et 2,7 m par an, le secteur le plus affecté étant celui de la Pointe des Madeleines, au niveau de la plage de Rebeuss.
40. Ainsi, les images ci-dessous ne sont que de petits aperçus de l'ampleur des risques qui menacent et affectent la région métropolitaine de Dakar. La carte des inondations (Figure

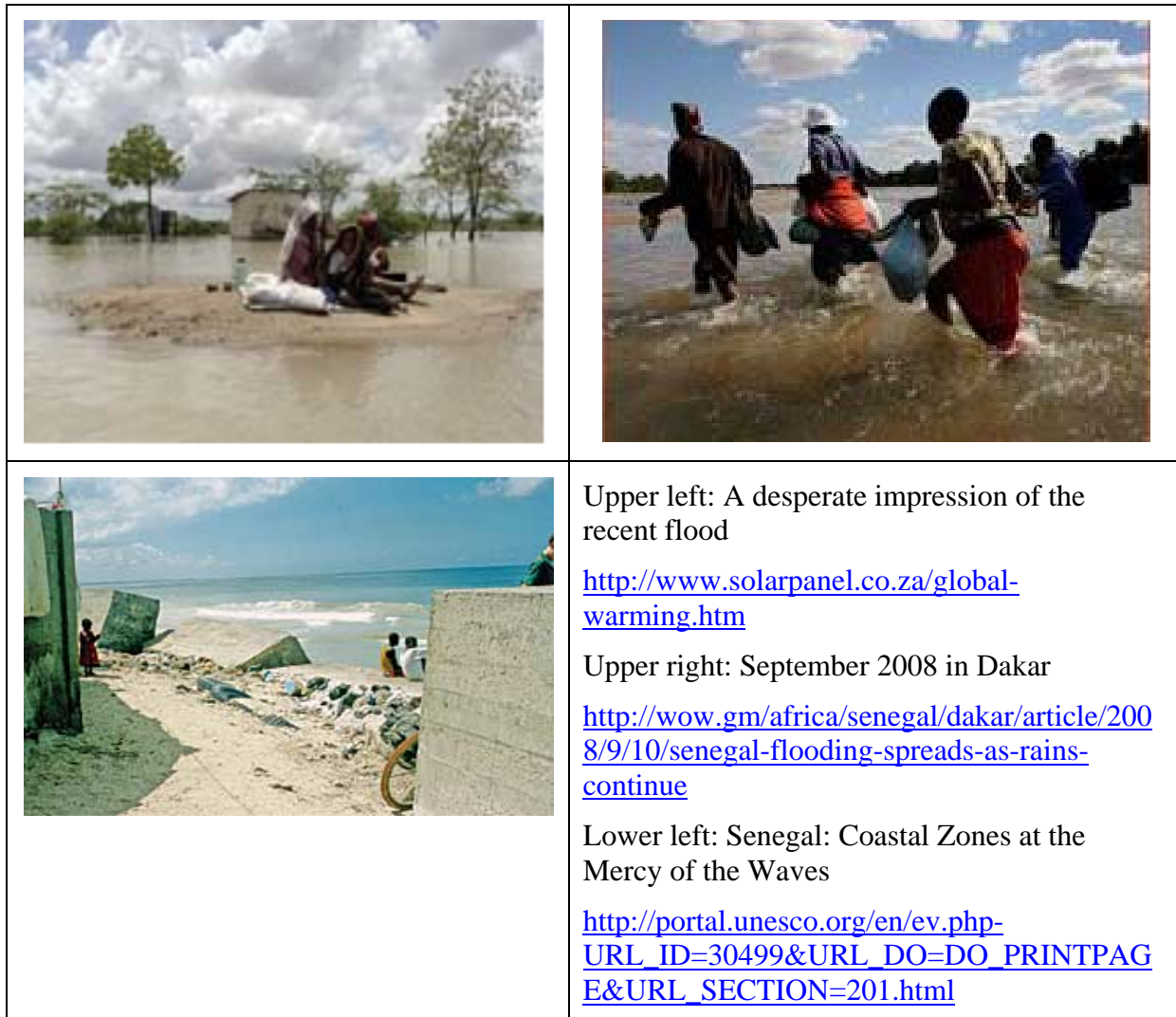
² <http://www.planuk.org/wherewework/westafrica/senegal/floodsindakar/>.

³ http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=30499&URL_DO=DO_PRINTPAGE&URL_SECTION=201.html

⁴ Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Edition 2005. Centre de Suivi Ecologique.

1) donne une idée de l'ampleur des inondations. Les inondations et l'érosion côtière sont toutes dues en grande partie au comportement humain et sont aggravées par les changements climatiques.

Figure 4: Les inondations et l'érosion côtière menacent la vie et les ressources de Dakar



Encadré 1 : Aperçu des risques naturels et des risques de catastrophes à Dakar

Aperçu

(Source: <http://ww2.unhabitat.org/programmes/uef/cities/summary/dakar.htm>⁵)

Dakar, la capitale politique et économique du Sénégal, a une population de plus de 1,8 million d'habitants; ainsi, elle concentre 22% de la population nationale sur 0.1% de sa superficie. La région métropolitaine jouit d'un climat côtier modéré. Elle est localisée dans une péninsule qui peut être divisée en trois zones : a) une partie est formées de coulées volcaniques, de sable et d'un large plateau; b) une région centrale formées de dunes et de dépressions; et c) une partie ouest de collines et plateaux ondulés.

⁵ ONU-Habitat (pas de date): Identification des thématiques géographique et environnementales à travers la Consultation. <http://ww2.unhabitat.org/programmes/uef/cities/summary/dakar.htm>

Economie

(Source: <http://ww2.unhabitat.org/programmes/uef/cities/summary/dakar.htm>)

Sur le plan économique, Dakar génère 68% du PIB du Sénégal et sa main d'œuvre compte pour 66% de la masse salariale nationale. 80% des industries du pays sont localisées dans la région métropolitaine. En termes d'utilisation des ressources, Dakar consomme $\frac{3}{4}$ des conduites d'eau et 40% du charbon de bois du Sénégal. Le taux de chômage est de 30% et 40% de la population active est employée dans le secteur informel. On estime qu'environ 13% de la population vit en-dessous du seuil de pauvreté national.

Les Etablissements

(Source: <http://ww2.unhabitat.org/programmes/uef/cities/summary/dakar.htm>)

Sur le plan spatial, le développement urbain est caractérisé par une prépondérance des établissements informels avec un accès limité et un transport défectueux, des infrastructures et services inadéquats. Deux ménages nouvellement installés dans la région métropolitaine sur trois sont en-dessous de la norme. Les établissements non planifiés ont rendu difficile l'accès et la proximité et ont mis une pression additionnelle sur le réseau de transport existant. Les quartiers aux faibles revenus ont tendance à être les plus desservies, par exemple, au centre-ville, 61% des ménages ont des conduites d'eau, mais ce nombre baisse à 16% dans la zone pauvre de Rufisque.

Les Périls

(Source: <http://ww2.unhabitat.org/programmes/uef/cities/summary/dakar.htm>)

Les problèmes de santé environnementale - paludisme, maladies gastro-intestinales et infections des voies respiratoires supérieures sont prévalents dans les zones pauvres de Dakar et sont liés à un mauvais système d'assainissement et de gestion des déchets.

La pollution de l'eau – la nappe aquifère la plus importante de Dakar est proche de la surface, ce qui la rend vulnérable aux systèmes d'assainissement au fonctionnement défectueux et aux autres eaux usées domestiques. Le risque de contamination bactériologique est plus élevé pour ceux qui puisent les eaux aquifères des puits non réglementaires.

Risques Naturels – la ville est exposée à des risques naturels rares et constants. Les inondations, pourtant peu fréquentes, peuvent être dévastatrices. La dernière inondation importante a affecté 10 000 familles ; on estime que la prochaine inondation majeure va causer près de 9 millions \$ de dégâts. Les dégâts issus de l'érosion côtière constituent un risque plus constant.

Les risques Industriels – les citoyens de Dakar ont connu une série d'accidents industriels fatals. Ceux-ci sont liés au manque de sécurité dans les lieux de travail, à la proximité entre les activités industrielles et les zones de résidence, au faible niveau d'information publique et à la non application des mesures de sécurité et autres règles.

Développement climatiques récents et application pour Dakar

(Source: http://findarticles.com/p/articles/mi_go2454/is_/ai_n29342505)

Le Sénégal bénéficie d'un climat soudano-guinéen et donc de conditions écologiques plus favorables dans la partie sud de son territoire. En outre, le climat tempéré du littoral Atlantique a joué un rôle important dans l'établissement de ses principales villes.

Les déséquilibres qui en ont résulté, entre le nord et le sud, l'est et l'ouest, à la fois sur le plan éco-géographique et en rapport avec le potentiel économique, influencent de manière significative la **mobilité interne de la population**. Reflétant ces facteurs, la population actuelle du Sénégal qui fait presque 11 millions d'habitants est très inégalement répartie sur la superficie totale du pays qui est de 196 722 km².

Les conditions climatiques changeantes ont stimulé cette mobilité et contribué à renforcer le rôle de l'urbanisation. Certes, comme beaucoup de nations ouest africaines, particulièrement celles de la région sahélienne, le Sénégal a expérimenté un **bouleversement total de ses normes climatiques depuis le milieu des années 1960**, quand une longue période (1950-67) de surplus de pluies a causé la croissance rapide de la population totale et une augmentation de la densité de la population rurale.

Jean Leborgne montre les trois périodes distinctes de déficit de pluies (1970-3, 1976-7, 1983-4) en ponctuant la longue période de sécheresse dans la région sahélienne entre 1970 et 1990. Le climat du Sénégal est régulé par une saison pluvieuse de 3-4 mois et une saison sèche de 8-9 mois, et le monde naturel a révélé une vulnérabilité extrême aux variations climatiques (Michel 1990). Du fait que l'économie sénégalaise est basée principalement sur l'agriculture (arachides, mil, sorgho, riz, coton, manioc, canne à sucre et niébé), **la sécheresse chronique des années 1970 a eu un effet traumatisant**.

La crise du moteur de l'économie qu'est l'agriculture a inspiré **une migration massive vers les villes** et de plus en plus vers les pays étrangers.

La capitale **Dakar a été la principale destination de l'exode rural** et le site principal d'observation des plus sérieux problèmes causés par ces migrations et l'urbanisation accélérée. Le développement de Dakar s'est lui-même manifesté par une expansion spatiale rapide, résultant d'un dynamisme démographique intrinsèque (croissance naturelle) et des flux migratoires des régions de l'intérieur (immigration nette). L'agglomération de Dakar, avec une population actuellement estimée à quelques 4 millions, ainsi constitue le plus important endroit de socialisation et d'invention de la société sénégalaise.

Comme résultat de migrations internes persistantes, la population du Sénégal était déjà à plus de 48% urbaine en 2001, l'un des niveaux d'urbanisation les plus élevés d'Afrique Subsaharienne. **Plus de 76% population urbaine vivait dans des zones classées comme bidonvilles**, laquelle croissait de plus de 4% par an (ONU-HABITAT 2006, 188).

La **dégradation des conditions de l'écosystème marin** à travers le changement climatique et d'autres facteurs a laissé les pêcheurs sénégalais, particulièrement les plus jeunes, sans ressources et les a ainsi conduits vers un mouvement d'émigration massive vers l'Espagne, au moyen de pirogues traditionnelles, comme le relatent régulièrement les bulletins d'informations internationaux. A travers ce phénomène dramatique, on voit des milliers d'immigrants à la recherche d'une vie meilleure, entreprendre à partir des côtes sénégalaises, des voyages suicidaires.

(Texte ajouté par l'auteur de cette étude)

Encadré 2 : Risques naturels dans la région métropolitaine de Dakar

| Type et Caractéristiques des Périls | Information, cartes et données fournies par diverses sources | Références |
|---|--|--|
| <p>Inondations</p> <ul style="list-style-type: none"> - Occurrence locale dans les dépressions - Les facteurs humains sont des facteurs d'inondation très importants - Augmentation récente due à l'augmentation des précipitations - Inondation étroitement liée au cadre géologique de la zone | <p>Article scientifique sur les relations entre l'étendue urbaine et l'inondation dans la banlieue de Yeumbeul. Analyse profonde des causes naturelles, humaines et externes des inondations.</p> <p>“le facteur le plus important est le facteur humain avec la mauvais aménagement des terres et l'occupation des dépressions”.</p> | <p>Mbow, C., Diop, A., Diaw, A.T., Niang, (2008)⁶</p> |
| | <p>Article scientifique sur les problèmes associés aux inondations à Dakar, dans la partie ouest du Sénégal: influence du cadre géologique sur la gestion de la ville</p> <p>“L'augmentation des inondations dans certains quartiers et la dégradation environnementale qui s'opère d'année en année, sont étroitement liées au cadre géologique de la zone, notamment les processus topographique et géomorphologique. Ces facteurs sont tellement importants que les décideurs doivent entièrement en tenir compte dans tout nouveau projet de développement”.</p> | <p>Lo P.G., Diop, M.B.⁷</p> |
| | <p>“La dernière inondation la plus grave a affecté 10000 familles; on estime que la prochaine inondation la plus grave occasionnera près de 9 millions \$ de dégâts”</p> | <p>ONU-Habitat⁸</p> |
| | <p>Carte des inondations de l'Afrique de l'Ouest du 30 Septembre 2008</p> | <p>ReliefWeb⁹</p> |

⁶ Mbow, C., Diop, A., Diaw, A.T., Niang (2008): Urban sprawl development and flooding at Yeumbeul suburb (Dakar-Senegal). African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 2 (4), pp. 075-088
<http://www.academicjournals.org/AJEST/PDF/pdf%202008/April/Mbow%20et%20al.pdf>

⁷ Lo P.G., Diop, M.B. (2000): Problems associated with flooding in Dakar, western Senegal: influence of geological setting and town management. Bull. Eng. Geol. Env. 58, p 145-149.

⁸ UN-Habitat (no date given): Identifying Geographic and Thematic Environmental Issues through Consultation.
<http://ww2.unhabitat.org/programmes/uef/cities/summary/dakar.htm>

⁹ ReliefWeb: Floods in Western Africa (as of 30 Sep 2008).
<http://www.reliefweb.int/rw/rwb.nsf/db900SID/LPAA-7JZBJQ?OpenDocument&rc=1&cc=sen>

| Type et Caractéristiques des Périls | Information, cartes et données fournies par diverses sources | Références |
|--|--|---|
| | <p>Août-Septembre 2005</p> <p>Les pluies les plus fortes à Dakar en deux décennies. Les plus affectées étaient les villes de Pikine et Guédiawaye, hors de Dakar. Les pires inondations en 20 ans dans les banlieues sénégalaises. "Les reconstructions nécessaires après les inondations coûteront quelques 45 milliards francs CFA"</p> | <p>Observatoire des Inondations de Dartmouth¹⁰</p> |
| | <p>Inondations annoncées pour Dakar: 2008, 2007 (2003, 2002, 2000)</p> | <p>Base de données de GLIDE sur les Catastrophes¹¹</p> |
| | <p>“Des milliers de personnes ont été affectées par les inondations dans plus de 40 localités à travers le Sénégal, incluant 21 situées dans la banlieue de Dakar, d’après le service national des sapeurs pompiers. AFP a annoncé au moins une noyade”.</p> <p>“Les localités près de Dakar touchées comprennent Pikine, Guédiawaye, Thiaroye et Diamaguène, selon Mayé Konate, porte parole de l’Association Nationale des Sapeurs Pompiers ”.</p> <p>Mais Youcef Ait Chellouche, Coordonnateur de la gestion des catastrophes à IFRC, avertit en disant que les problèmes ne font que commencer. “Nous devons nous tenir prêts pour des épidémies potentielles – comme le choléra – se déclareront quand l’eau commencera à se retirer. Nous suivons étroitement la situation.”</p> <p>“Les inondations ont déjà aggravé une épidémie de choléra à Dakar en 2005, qui a finalement infecté plus de 23 000 personnes”.</p> | <p>SENEGAL: Flooding spreads as rains continue¹²</p> |

¹⁰ Dartmouth Flood Observatory, Global Active Archive of Large Flood Events.

<http://www.dartmouth.edu/%7Efloods/Archives/2008.xml>

¹¹ GLIDE Disaster Data Base, <http://www.glidenumber.net/glide/public/search/search.jsp>

¹² SENEGAL: Flooding spreads as rains continue.

<http://wow.gm/africa/senegal/dakar/article/2008/9/10/senegal-flooding-spreads-as-rains-continue>

| Type et Caractéristiques des Périls | Information, cartes et données fournies par diverses sources | Références |
|---|---|--|
| | <p>“Les deux villes de Guédiawaye et Pikine sont toutes les deux situées dans des zones humides côtières. La localité de Wakhinane Nimzatt (qui signifie « creuse et bois » en wolof) est la plus touchée.</p> <p>“Les constructions sur les zones humides exacerbent la situation des inondation ”, a dit Sysall. “Ces terres humides sont non aedificandi.”</p> <p>L’exode rural vers Dakar a grandement contribué au problème des inondations, puisque les nouveaux arrivants construisent leurs maisons illégalement, mais le gouvernement planifie de prendre des mesures plus fermes.</p> | <p>SENEGAL: Des milliers de personnes déplacées de leurs maisons de Dakar¹³</p> |
| <p>Erosion Côtière</p> <ul style="list-style-type: none"> - Processus permanent - Taux de recul de la falaise jusqu’à 2m par an - Les facteurs Humains contribuent, par exemple, via l’extraction de sables | <p>“L’analyse des résultats montre que les glissements de terrain sont influencés par les propriétés géotechniques du sol, le climat, la situation hydrogéologique et l’érosion par les vagues”.</p> <p>“Il a été démontré que les falaises de tufs ont reculé de 10 à 60 m entre 1953 et 1981. Ce qui concorde avec les piètres propriétés géotechniques des tus volcaniques. Le recul des falaises de glaise durant cette période est de 10 à 20 m. Les falaises de basalte montrent le plus faible recul à cause de leur dureté ”.</p> | <p>Fall, M., Azzam, R., Noubactep, C.¹⁴</p> |
| | <p>“Le village est confronté à un sérieux problème d’érosion côtière; le mur extérieur des maisons des pêcheurs a déjà été détruit par la mer et les maisons ont ainsi été abandonnées par leurs habitants. L’aide de spécialistes en dynamiques/processus côtiers est un besoin urgent ”.</p> | <p>UNESCO-Bureau de Dakar¹⁵</p> |

¹³ SENEGAL: Thousands displaced from their Dakar homes.

<http://wow.gm/africa/senegal/dakar/article/2008/10/7/senegal-thousands-displaced-from-their-dakar-homes>

¹⁴ Fall, M., Azzam, R., Noubactep, C. (2006): A multi-method approach to study the stability of natural slopes and landslide susceptibility mapping. Engineering Geology 82 241– 263.

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=17446593>

¹⁵ UNESCO-Dakar Office: Socio-cultural survey of the Yoff coastal community, Senegal: conserving biological and cultural diversity. <http://www.unesco.org/csi/act/dakar/projec4e.htm>

| Type et Caractéristiques des Périls | Information, cartes et données fournies par diverses sources | Références |
|---|---|---|
| | <p>“Comme beaucoup d’autres villes côtières d’Afrique Occidentale, Dakar est confrontée à des périls côtiers sérieux. Le plus grave parmi ces périls est l’érosion côtière”.</p> <p>“L’effet de la nature se fait ressentir suivant deux modes : lorsque les houles sont puissantes et constants et l’action des raz de marée durant les saisons où la mer est agitée. La contribution des êtres humains se fait au travers d’un effet cumulatif de la mauvaise planification urbaine et du phénomène de surpopulation.</p> <p>“Cette concentration de population a conduit à un boom de la construction, et donc, à l’extraction exagérée de sables de plage et des dunes ”.</p> | Sane, M., Yamagishi, H. ¹⁶ |
| <p>Sécheresse</p> <ul style="list-style-type: none"> - Périls majeur de la zone, à l’échelle continentale. - La sécheresse est un conducteur indirect pour les autres périls sévères (par exemple les inondations) dans la région métropolitaine de Dakar. | <p>Les sécheresses sont un phénomène météorologique commun dans la zone sahélienne et sont causées par les changements récurrents et importants de la circulation globale générale. Elles peuvent être aggravées par le changement climatique, ou la variabilité climatique peut plus tard augmenter avec le changement climatique.</p> <p>Les sécheresses font diminuer les productions agricoles et ont conduit ces dernières décennies aux formidables migrations de populations vers Dakar et d’autres zones urbaines. Ainsi, les sécheresses mènent indirectement aux problèmes et périls que connaît la région métropolitaine de Dakar.</p> | Mbow, C., Diop, A., Diaw, A.T., Niang, (2008) ¹⁷ |
| <p>Tremblements de terre</p> | <p>Le potentiel de tremblement de terre est faible à Dakar, selon la base de données Nathan de Munich Re, cependant il n’est pas totalement absent.</p> | Munich Re, Nathan ¹⁸ |

¹⁶ Sane, M., Yamagishi, H. (2004): Coastal Erosion in Dakar, Western Senegal, Journal of the Japan Society of Engineering Geology, Vol. 44; No. 6; p. 360-366. <http://scielinks.jp/j-east/article/200407/000020040704A0134339.php> (abstract)

¹⁷ Mbow, C., Diop, A., Diaw, A.T., Niang (2008): Urban sprawl development and flooding at Yeumbeul suburb (Dakar-Senegal). African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 2 (4), pp. 075-088 <http://www.academicjournals.org/AJEST/PDF/pdf%202008/April/Mbow%20et%20al.pdf>

¹⁸ NATHAN Data Base by Munich Re, <http://mrnathan.munichre.com/>

| Type et Caractéristiques des Périls | Information, cartes et données fournies par diverses sources | Références |
|--|---|-------------------|
| Tornade | Il y a une probabilité moyenne de tornades selon Munich Re, sur une échelle de 4 points de faible à moyen, à élevé et très élevé. | Munich Re, Nathan |
| Tempêtes de grêle | La probabilité de tempêtes de grêle est faible (de faible-moyen-élevé) selon Munich Re. | Munich Re, Nathan |

41. Sur le plan environnemental, malgré les efforts fournis, on assiste à une pollution plus importante des baies, notamment à Hann. L'autre préoccupation environnementale majeure reste la pollution de l'air due au transport public avec la vétusté du parc et aux rejets de certaines usines comme les cimenteries. La colonisation progressive et la dégradation des Niayes et d'autres zones écologiques sensibles risquent d'être l'une des pires catastrophes écologiques¹⁹. Enfin, l'on ne peut parler des problèmes environnementaux à Dakar sans pour autant évoquer la problématique de la décharge de Mbeubeuss, véritable bombe à retardement ceinturée par des établissements et des exploitations agricoles.

¹⁹ Les « Niayes » sont des dépressions situées entre les dunes de sables parallèles. La “Grande Niaye” est localisée entre Dakar et Pikine. La nappe phréatique est affleurante (localisée sous la couche superficielle de sable).

3. Cadre conceptuel du péril, du risque et de la vulnérabilité

3.1 Définitions

42. Il y a un grand nombre de définition du péril, du risque et de la vulnérabilité et des termes connexes, comme listés par Thywissen (2006). Les définitions et compréhensions de ces termes reflètent l'attitude vis à vis des causes sous-jacentes et des facteurs de risque et, en même temps influencent les concepts et stratégies de gestion des catastrophes. Comme l'indique Thywissen, il y a eu un glissement de la conception des catastrophes comme des événements extrêmes causés par des forces naturelles à une conception qui voit en eux les manifestations de problèmes de développement (humain) non résolus.

Les périls

43. Parmi les définitions de « *périls* », on retrouve souvent celle de la Stratégie Internationale de Réduction des Catastrophes des Nations Unies (UN/ISDR) dans la littérature et c'est celle que nous prenons comme définition standard :

« Un événement physique, une activité humaine ou un phénomène potentiellement destructeur et qui pourrait causer des pertes de vies ou des blessures, des dégâts sur les biens, des troubles économiques et sociaux ou une dégradation de l'environnement. Le péril peut comprendre des conditions latentes susceptibles de représenter des menaces futures et qui peuvent avoir diverses origines : naturelles (géologiques, hydrométéorologiques et biologiques) ou qui sont suscitées par des processus humains (dégradation de l'environnement et risques technologiques). Les périls peuvent être simples, séquentiels ou combinés dans leurs origines et dans leurs effets. Chaque péril est caractérisé par son emplacement, son intensité, sa fréquence et sa probabilité. » (UN/ISDR, 2004).

44. Cette étude est limitée aux *Périls Naturels*. Néanmoins, leur évaluation inclut l'étude des facteurs anthropogéniques car ils peuvent aggraver les facteurs naturels et, dans certains cas même, transformer les situations à risque en catastrophes réelles. Ceci s'applique par exemple aux inondations de Dakar. Dans d'autres cas, les facteurs anthropogéniques causent des événements naturels extrêmes qui autrement ne se seraient pas manifestés et seraient restés des événements potentiellement dangereux.

Péril en opposition à Evènement, Catastrophe et Risque

45. Si les *Périls* ont été, et peuvent être, définis différemment dans des contextes différents, il faudrait souligner que le terme *Péril* doit être différencié d'*Evènement*, de *Catastrophe* et de *Risque*. En résumé, on peut dire que les *Périls* ne sont pas des événements, mais uniquement des événements potentiellement dévastateurs alors que la *Catastrophe* est l'impact d'un péril qui s'est matérialisé en événement sur une communauté, les biens appartenant aux humains et/ou des ressources naturelles.

46. Selon une définition du PNUD, le *Risque* est « la probabilité de conséquences néfastes ou des prévisions de pertes en vies humaines, de dommages corporels, de troubles à la propriété, aux moyens d'existence et à l'activité économique (ou de dégâts sur l'environnement) résultant d'interactions entre des périls naturels ou causés par les humains et des conditions vulnérables. Le risque est défini de façon conventionnelle par l'équation (PNUD, 2004):

$$\text{Risque} = \text{Péril} \times \text{Vulnérabilité.}$$

47. L'autre concept qui est largement appliqué dans la recherche sur les catastrophes est la conception du risque comme ayant trois composantes : le *Péril*, l'*Exposition* et la *Vulnérabilité* (Schneiderbauer & Ehrlich in Birkmann 2006) qui est illustré par le *Triangle de Risque* de Crichton (1999).

Figure 5: Triangle de Risque, Crichton 1999



48. Le concept de risque présenté à la Figure 5 est basé sur la séparation de l'impact des événements à risque, en exposition et vulnérabilité.

49. L'*Exposition* fait référence à la quantité d'éléments exposés : « les éléments à risque, un inventaire des personnes ou artefacts exposés à un risque ». (PNUD, 2004). On peut ajouter les biens naturels/environnementaux à la liste des éléments potentiellement exposés, même si ceux-ci sont plus difficiles, voire souvent impossibles, à quantifier.

50. La *Vulnérabilité* renvoie « aux conditions déterminées par les facteurs ou processus physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui augmentent la sensibilité d'une communauté aux impacts des périls » (UN/ISDR, 2004).

51. Si nombre de définitions de la vulnérabilité intègrent ou comparent l'exposition et la vulnérabilité (cf. Thywissen 2006), les auteurs de la présente étude croient que la séparation des deux définitions est absolument justifiée. Dans la définition susmentionnée, l'exposition peut être mesurée ou estimée par des études comme celle-ci ou par des approches similaires. D'autre part, la Vulnérabilité est une propriété complexe et souvent intangible sous plusieurs angles, qui ne peut être mesurée directement et qui peut à peine être quantifiée en termes absolus. Cependant, le recul de la vulnérabilité (et l'augmentation des capacités de résilience et d'endurance) s'est déplacé dans le champ des stratégies de gestion des catastrophes et pris le dessus sur la prévention ou la réduction des catastrophes qui est essentiellement technique. Dans ce contexte, l'élaboration d'Indicateurs de Vulnérabilité a toute son importance.

52. La Figure 3 montre une troisième conception du risque. Ici, on prend explicitement une perspective à plus long terme en ajoutant la résilience d'un système aux facteurs qui déterminent la taille du risque.

Figure 6: Le Risque comme une Fonction du Péril, de la Vulnérabilité, de l'Exposition et de la Résilience²⁰



53. Pour comprendre la logique qui sous-tend ce concept, faisons une courte digression sur des termes comme *Capacité à faire face* et *Résilience* à la suite de Thywissen (2006) qui aligne tous ces termes ayant trait aux catastrophes, dans leurs multiples définitions, en une synthèse logique et cohérente. Selon Thywissen :

- *La Capacité à faire face* englobe les stratégies et mesures qui agissent directement sur les dégâts au cours de l'évènement en réduisant ou en contenant l'impact ou en apportant un soulagement efficace, ainsi que les stratégies d'adaptation qui modifient les comportements ou activités afin de circonscire ou d'éviter des effets dévastateurs.
- *La Résilience*, c'est tout cela, plus la capacité à rester fonctionnel durant un évènement et à s'en remettre complètement. La résilience inclut donc la capacité à faire face, mais en même temps, elle va au-delà.

54. Thywissen (2006, p.38) indique que « si l'ampleur des dégâts ou du dommage est également définie par la durée des effets indésirables et par leurs répercussions sur la pauvreté des populations, l'économie ou le niveau de conscience, la vulnérabilité doit donc inclure la capacité à faire face et la résilience ».

Analogie pour illustrer le concept de risque

55. Prenons l'analogie suivante pour mieux comprendre : Cent personnes sont exposées à la même bactérie (*Péril*) pendant la même période – disons dans le compartiment d'un train. L'*exposition* de ces cent personnes est ainsi identique. Et pourtant, ces personnes peuvent ne pas avoir le même niveau d'infection par cette bactérie ; certaines personnes restent en bonne santé alors que d'autres peuvent avoir des infections selon leur degré de *sensibilité* individuelle (ou de *Vulnérabilité*). De plus, certaines des personnes infectées peuvent rester malades pendant deux semaines, d'autres pendant seulement trois jours selon leur *Résilience*.

56. Cependant, la *Vulnérabilité* peut dans certains cas dépendre du degré d'*exposition*. (Cela peut être le cas dans l'analogie ci-dessus si les personnes qui sont dans le compartiment sont exposées à la bactérie pendant une durée extrêmement longue, de telle sorte que presque personne ne puisse résister). De surcroît, la *Vulnérabilité* et la *Résilience* sont

²⁰ Thywissen (2006)

liées et dépendent en partie des mêmes facteurs, mais au total elles comprennent aussi beaucoup de facteurs différents.

3.2 Les Facteurs de Risques et les Sources d'Information Connexes

57. Selon la définition ci-dessus, un profil exhaustif du risque pour une région spécifique et sur une période donnée inclurait les éléments listés au Tableau 1. Dans le cas présent, ce ne sont pas tous les éléments qui sont requis et seule une partie de ces informations peut être obtenue dans le cadre de cette étude. Les éléments respectifs sont surlignés en jaune. Le Tableau 1 illustre ainsi la relation entre une évaluation plus exhaustive du Risque et les éléments fournis dans cette étude.

Tableau 1: Composantes et Facteurs de RISQUE et Sources d'Information Connexes et Résultats de l'Evaluation

| Composantes du Risque et Définitions utilisées dans cette étude | Facteurs des Composantes du Risque | Sources d'Information (exemples à titre indicatif) | Information Résultante (type générique, exemples) |
|---|---|---|--|
| Péril <i>Un évènement physique, une activité humaine ou un phénomène potentiellement dévastateur et qui peut causer des pertes de vie ou des dommages corporels, des dommages aux biens, des troubles sociaux et économiques ou une dégradation de l'environnement</i> (UN/ISDR, 2004) | Lieu | Carte des facteurs de périls simples (ex. DEM, géologie, imperméabilisation du sol) | Différenciation spatiale des facteurs de périls simples et multiples |
| | Intensité | Superposition de facteurs de périls simples et multiples | Répartition spatiale de l'intensité relative des périls |
| | Fréquence | Ex. Données climatiques, bases de données sur les catastrophes. | Statistiques, Evaluations |
| | Probabilité | Séries de données à long-terme, Evaluations scientifiques, Suivi des tendances actuelles | Relation dommages-fréquence, Période de retour |
| Vulnérabilité <i>Les conditions déterminées par des processus ou facteurs physiques, sociaux, environnementaux et qui augmentent la</i> | Facteurs et processus physiques | Ex. données climatiques pour montrer les conditions climatiques défavorables récurrentes ou les conditions climatiques en détérioration et leurs conséquences | Statistiques, Cartes, Evaluations |

| Composantes du Risque et Définitions utilisées dans cette étude | Facteurs des Composantes du Risque | Sources d'Information (exemples à titre indicatif) | Information Résultante (type générique, exemples) |
|--|---|--|--|
| <i>sensibilité d'une communauté aux impacts des périls</i> (UN/ISDR, 2004) | Facteurs et processus sociaux | Données sociales ; par ex. Education. Evolution démographique | Cartes statistiques, Evaluations. Ex. Carte des expansions urbaines récentes |
| | Facteurs et processus économiques | Ex. données sur les revenus individuels, situation financière du secteur privé, tendances économiques défavorables | Statistiques, Cartes, Evaluations |
| | Facteurs et processus environnementaux | Ex. cartes d'éléments très sensibles, habitats etc. Suivi de la dégradation de l'habitat | Ex. Cartes des récifs de corail, statistiques sur les ressources sensibles au climat |
| Exposition <i>Eléments à risque ; un inventaire des personnes, artefacts et ressources environnementales qui sont exposés aux périls.</i> (UNDP, 2004) « ressources environnementales » ajout de l'auteur | Personnes exposées | Cartes de l'utilisation des terres, données de recensement | Répartition des zones résidentielles et de la population |
| | Biens exposés | Cartes de l'utilisation des terres | Répartition des zones résidentielles et des autres zones urbanisées |
| | Moyens d'existence exposés | Cartes de l'utilisation des terres | Répartition des activités agricoles, industrielles, commerciales, etc. |
| | Environnement exposé | Cartes de la couverture des terres | Types de couverture des terres |
| Résilience <i>Inclut la capacité à faire face et la capacité à rester fonctionnel au cours d'un évènement et à récupérer totalement</i> | Aide directe | Information sur l'assistance externe et l'aide requise et fournie par le biais des organisations humanitaires au cours des évènements ou après | Evaluations, statistiques |

| Composantes du Risque et Définitions utilisées dans cette étude | Facteurs des Composantes du Risque | Sources d'Information (exemples à titre indicatif) | Information Résultante (type générique, exemples) |
|--|--|---|--|
| <i>après celui-ci</i> Selon Thywissen (2006) | Stratégies d'adaptation qui modifient le comportement | Revue de l'évolution politique, des mesures éducatives, des informations sur les conditions techniques, sociales et économiques et leur évolution, etc. | Ex. Cartes des zones dangereuses pour l'aménagement des terres et qui doivent être évitées |
| | Mesures de Prévention | Information sur les mesures prévues et concrètes en voie de mise en œuvre | Ex. Cartes qui montrent les barrages, des égouts, des ouvrages de protections contre l'érosion, bâtiments à l'épreuve des périls, etc. |
| | Capacité à rester fonctionnel lors d'un évènement et à récupérer intégralement ensuite | Suivi et documentation de la reconstruction, des mesures de protection, de prévention et d'alerte précoce et des facteurs socioéconomiques | Descriptions, évaluations, cartes de ces mesures, séries temporelles des données socioéconomiques couvrant la période avant et après l'évènement |

Note : Les parties surlignées en jaune sont prises en compte dans la présente étude.

3.3 Types de périls

58. Les périls sont souvent regroupés en trois principales catégories selon leurs causes (Schneiderbauer & Ehrlich in Birkmann (ed.) 2006):

- naturelles,
- technologiques, et
- anthropogéniques ou sociales.

59. Il peut être difficile d'attribuer une cause à un péril, car les périls peuvent avoir des causes intimement liées et un péril est souvent induit par un autre.

60. Le Tableau 2 donne un aperçu des périls naturels et des types de périls naturels ou anthropogéniques. 94 % des décès liés aux catastrophes naturelles dans le monde entre 1980 et 2000 ont été causés par quatre types d'évènements dangereux (cyclone

tropicaux, tremblements de terre, inondations et sécheresses (PNUD, 2004). Nombre de ces prétendus périls naturels ont également des causes anthropogéniques ou ont pu être causées par des facteurs humains. Seuls quelques périls sont purement naturels.

Tableau 2: Types de Périls Naturels, Causes Anthropogéniques possibles et Liens avec les autres Périls

| Périls naturels ou combinant causes naturelles et anthropogéniques | Types de Périls | Facteurs ou déclencheurs anthropogéniques possibles | Principaux liens avec d'autres périls |
|---|--|---|--|
| Périls géologiques | Tremblements de terre | | Tsunamis, incendies |
| | Eruptions volcaniques | | Glissements de terrains |
| | Glissements de terrains et coulées de boue | Déstabilisation du sol résultant de la déforestation, de techniques agricoles ou d'activités de loisir | |
| | Affaissements | Extraction excessive d'eau ou d'autres substances | Inondations |
| | Erosion côtière | Extraction de sable ou d'autres matières | Inondations |
| Périls Hydrologiques | Inondations | Imperméabilisation du sol, notamment par une urbanisation rapide, Contamination de canaux, Régulation des cours d'eau | Epidémies, famine |
| | Avalanches de neige et de glace | Activités techniques ou récréatives Déforestation | |
| | Tsunami | | Peut être dû à un tremblement de terre |
| | Ondes de tempêtes | Augmentation possible avec les changements climatiques | Inondations, érosion côtière |

| Périls naturels ou combinant causes naturelles et anthropogéniques | Types de Périls | Facteurs ou déclencheurs anthropogéniques possibles | Principaux liens avec d'autres périls |
|---|---------------------------|--|--|
| Périls Atmosphériques | Sécheresse météorologique | La dégradation du sol associée à des conditions météorologiques sèches peut causer des sécheresses édaphiques | Famine Erosion consécutive sévère des sols |
| | Cyclone tropical | Augmentation possible avec les changements climatiques | Inondations |
| | Ouragans | Augmentation possible avec les changements climatiques | |
| | Tempêtes de grêle | Augmentation possible avec les changements climatiques | |
| | Vague de chaleurs | Augmentation possible avec les changements climatiques | |
| Périls liés aux feux de brousse | | Négligence, incendies volontaires devenant incontrôlables, actes criminels | |
| Périls liés à la biosphère | Epidémies | Manque d'éducation Mauvaise gestion de l'assainissement et des déchets | |
| | Famine | Causes socio-économiques et naturelles complexes et principalement liées à la pauvreté en plus des conditions naturelles et des conflits armés | Peut causer ou susciter des actions humaines qui, à leur tour, augmentent la probabilité de périls supplémentaires |

3.4 Périls et Changements climatiques

61. « Les industries, sociétés et territoires les plus vulnérables sont généralement ceux qui sont situés sur les plaines côtières ou proches des cours d'eau, dont les économies sont très liées à des ressources qui dépendent des aléas climatiques et ceux qui se trouvent

dans des zones susceptibles de faire face à des événements climatiques extrêmes, notamment dans des zones où se produit une urbanisation rapide. » (IPCC, 2007). Cette déclaration contenue dans le 4^{ème} Rapport d'Evaluation de l'IPCC s'applique parfaitement à la région métropolitaine de Dakar. Les périls naturels ne peuvent être étudiés séparément du changement climatique et de sa variabilité. Il est de notoriété publique que le nombre et l'ampleur des catastrophes naturelles a augmenté au cours des dernières décennies.

62. Le changement climatique est lié aux périls naturels de plusieurs façons. Dans ce contexte, il est important de considérer cette zone dans une perspective spatiale plus vaste. Si la montée du niveau de la mer est la menace liée au changement climatique la plus directe et la plus importante pour les villes côtières situées en contrebas, les conditions climatiques en détérioration autour de ces villes vont augmenter les migrations vers les villes et accélérer ainsi une urbanisation déjà rapide. La croissance urbaine mal gérée aggrave ou même provoque des événements liés aux périls naturels, aussi l'expansion urbaine a tendance à survenir dans des zones périurbaines sujettes aux périls qui attirent les populations pauvres à cause des coûts abordables des terres. En même temps le changement climatique et sa variabilité affaiblissent les capacités de résilience de ces villes.

4. Analyse spatiale

4.1 Aperçu et Définition des Zones Périurbaines

63. Cette section vise à donner une base conceptuelle et méthodologique pour la production de cartes des périls et points de vulnérabilité de Dakar (Sénégal). Si tous les types de périls naturels qui concernent la zone ont été pris en compte, nous avons choisi les périls suivants pour procéder à une analyse spatiale détaillée : Inondations (inondation de dépressions), Erosion côtière et Montée du niveau de la mer. Nous n'avons pas pris en compte les subsidences locales sur la durée. La survenue d'inondations dans la région métropolitaine de Dakar a connu une hausse ces dernières années pour des raisons climatiques et anthropogéniques et constitue une menace importante, notamment pour les nouveaux quartiers installés sur des terrains inadaptés situés en contrebas. L'érosion côtière a été prise en compte dans l'analyse détaillée, en tant que processus plus graduel, mais très dangereux, avec des scénarios de montée des eaux marines.
64. Nous décrivons en détails comment ont été générées toutes les données requises pour les cartes. Celles-ci comprennent l'utilisation des sols à trois périodes différentes (1988, 1999 et 2008), des couches de données basées sur des Modèles Numériques d'Élévation (MNE), l'hydrologie, la géologie, les cartes des périls simples (inondations, érosion côtière et scénarii de montée du niveau de la mer) et cartes des périls multiples comprenant les trois périls étudiés.
65. L'Analyse Spatiale combine les résultats de la cartographie des périls avec les cartes des populations, les données sur le prix des terres et les informations sur la couverture des terres pour en tirer l'exposition de ces éléments aux périls. Il y a une phase intermédiaire importante qui consiste à éclater les données provenant des recensements ; on affine les données en les répartissant sur des cases de 250 mètres sur la base des densités d'habitations obtenues à partir des données fournies par les satellites.
66. L'envergure de l'analyse spatiale est régionale, un niveau de détails qui est pertinent pour la prise de conscience et l'engagement institutionnel proposé ici. Les prolongements de cette analyse pilote peuvent inclure (a) l'examen d'autres périls naturels; (b) une évaluation plus approfondie des impacts économiques des périls, prenant en compte les dégâts directs et indirects et (c) une analyse additionnelle plus détaillée des données fournies par les systèmes d'information géographiques (SIG), cadastre et la réalité du terrain, pour vérifier de manière détaillée les risques auxquels font face les populations et les zones construites dans les vastes espaces considérés ici comme à risques.

Encadré 3 : Justification du choix de certains périls naturels spécifiques

Selon les données historiques disponibles pour la Région métropolitaine de Dakar et ses environs (cf. chapitre précédent), les inondations, l'érosion côtière et la sécheresse ont été identifiés comme les périls naturels les plus fréquents, les plus répandus et les plus significatifs. Si les inondations et l'érosion côtière constituent des risques directs pour le développement urbain de Dakar, le risque naturel de sécheresse doit être pris en compte dans une perspective géographique plus large. Au Sénégal, la sécheresse est, selon la littérature, un moteur des migrations vers Dakar, mais ne peut être considéré comme un risque direct pour l'urbanisation au sein de la région métropolitaine de Dakar. La montée du niveau de la mer a été choisie car c'est le risque lié aux changements climatiques le plus pertinent pour la ville côtière qu'est Dakar.

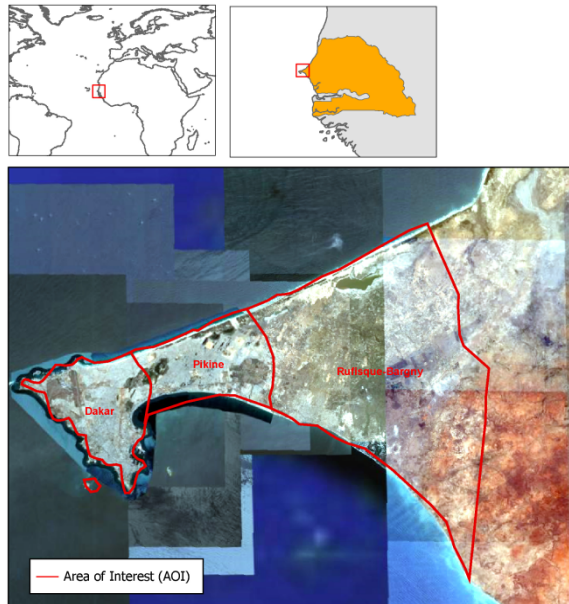
Zone d'étude

67. La zone qui nous intéresse s'étend sur une superficie d'environ 582 km². Elle est matérialisée sur la carte et l'image satellite qui suivent :

Figure 7: La zone de la Métropole Dakaroise couvrant les Départements de Dakar, Guédiawaye, Pikine et Rufisque²¹



²¹ Sources: (2008) Africa's Urbanization for Development: Understanding Africa's Urban Challenges and Opportunities Built-up area in 2008 (white line), as observed from aerial photography—Authors' manual analysis. Administrative area (blue line)—maplibrary.com. ground imagery—GoogleEarth & embedded sources.



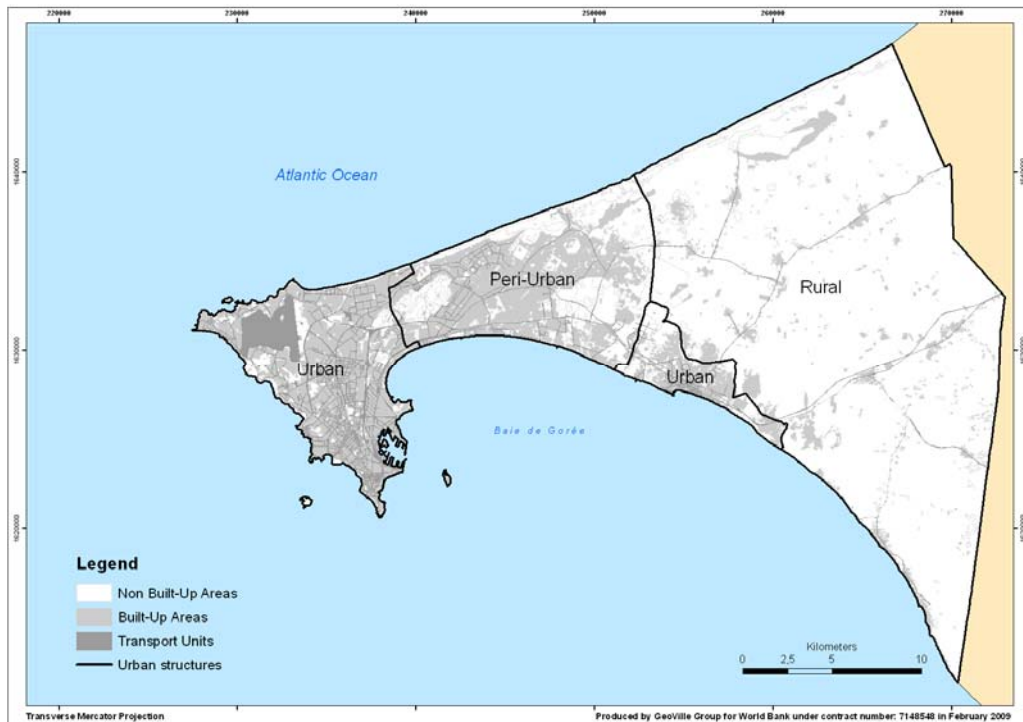
Zones périurbaines

68. Il n'y a pas de consensus sur une définition des zones périurbaines (à la périphérie urbaine). Les zones périurbaines ont été définies de façon qualitative, par exemple comme une zone de transition dans le mode d'occupation des sols, se trouvant entre une zone urbaine totalement construite et les banlieues d'une ville centrale (Pryor, 1968). On peut également parler d'une zone de transition entre des terres totalement urbanisées dans une ville et des zones à usage essentiellement agricole (Rakodi, 1998) ou une zone soumise à l'expansion urbaine à la périphérie des villes et une zone urbaine fragile sur le plan environnemental, qui est instable et impropre pour l'occupation (Banque Mondiale, 2007). Buxton et al. (2006) ont pris en compte la proximité avec les zones métropolitaines principales et leurs structures et formes physiques, notamment les types d'utilisation du sol.
69. En outre, il y a eu des tentatives de définir les zones périurbaines de façon quantitative; par exemple en termes de territoire contigu à un lieu central et ayant une densité d'au moins 1 000 personnes au km² (Bureau de Recensement des Etats-Unis)²². Cependant, il y a un consensus sur le fait que les zones périurbaines ne peuvent être définies de façon uniforme par une mesure uniquement. Comme le note Webster (2002), les zones (périurbaines) urbanisées s'étendent parfois jusqu'à 150 km de la ville centrale, voire, dans le cas des villes chinoises, jusqu'à 300 km.
70. Cette étude adopte une définition éclectique qui combine des informations locales qualitatives et quantitatives et qui prend en considération le savoir-faire des experts locaux. Les communes de la région de Dakar sont subdivisées en trois catégories : (i) les zones urbaines, comprenant le Département de Dakar et quatre communes urbaines (Rufisque, Bargny, Sébikotane et Diamniadio) et trois communes d'arrondissement

²² Bureau de Recensement des Etats Unis 1995 à: <http://www.census.gov/population/censusdata/urdef.txt>.

(Rufisque Ouest, Rufisque Nord et Rufisque Est) dans le Département de Rufisque, qui sont en général des zones avec de fortes activités industrielles et économiques ; (ii) les zones rurales avec deux communes rurales du Département de Rufisque, à savoir Sangalkam et Yène et (iii) les zones périurbaines qui se trouvent entre ces autres types de zones et qui comprennent une utilisation mixte des terres et des densités relativement plus faibles (Figure 5).²³

Figure 8: Classification des zones urbaines, périurbaines et rurales dans la région métropolitaine de Dakar



Quelques remarques sur les limites de l'étude

71. On peut voir que cette étude procède à une compilation et à une analyse spatiale de nombreuses composantes des risques de périls (ou de catastrophes), notamment concernant la répartition spatiale et l'interaction des principaux facteurs de risques. D'autre part, l'étude est limitée sur les aspects suivants : compte tenu des données disponibles, on ne peut estimer que la répartition spatiale des périls potentiels relatifs. La relation absolue dommages-fréquence et les probabilités ainsi que leurs différenciations

²³ De manière spécifique, les zones urbaines comprennent les Communes d'Arrondissement de Biscuiterie, Cambéréne, Dieuppeul-Derklé, Fann-Point E-Amitié, Gorée, Grand Yoff, Grand-Dakar, Gueule Tapée-Fass-Colobane, Hann-Bel Air, HLM, Médina, Mermoz-Sacré Cœur, Ngor, Ouakam, Parcelles Assainies, Patte d'Oie, Plateau, Sicap Liberté et Yoff (le Département de Dakar); les communes de Rufisque, Bargny, Sébikotane et Diamniadio, les communes d'arrondissement de Rufisque Est, Rufisque Nord et Rufisque Ouest (le Département de Rufisque). Les zones Rurales sont composées par les Communautés Rurales de Sangalkam et Yène (le Département de Rufisque). Enfin, les zones Périurbaines couvrent les Communes d'Arrondissement de Golf Sud, Ndiarème Limoulaye, Sam Notaire et Wakhinane Nimzatt (le Département de Guédiawaye); ceux de Dalifort, Diamaguène Sicap Mbao, Djidah-Thiaroye Kaw, Guinaw Rail Nord, Guinaw Rail Sud, Keur Massar, Malika, Mbao, Pikine Est, Pikine Nord, Pikine Ouest, Thiaroye Gare, Thiaroye Sur Mer, Tivaouane Diaksao, Yeumbeul Nord, et Yeumbeul Sud (le Département de Pikine).

spatiales ne peuvent être déduites. Ainsi, on ne peut pas par exemple déterminer les niveaux absolus d'inondation et leurs probabilités et il n'est pas possible dans le cadre d'une étude à *distance* de déduire des chiffres réels sur l'érosion côtière. De même, les zones d'inondation prévues, en relation avec le niveau supposé de montée de la mer selon les scénarii, ne sont que le résultat de suppositions simplificatrices (les seules possibles dans le cadre d'une telle étude) et cela ne signifie aucunement que la zone inondée sera de cette superficie.

72. Pour ce qui est de la vulnérabilité et de l'exposition, c'est surtout les informations liées aux expositions que l'on peut déduire. Comme nous l'argumentons ci dessous, la vulnérabilité ne peut pas être mesurée directement ; on ne peut que la déduire à l'aide d'indicateurs. Dans le cadre de cette étude, nous tirons les indicateurs spatiaux de la vulnérabilité des points chauds d'exposition en partant de l'hypothèse que les concentrations extrêmes d'exposition vont conduire localement à une vulnérabilité accrue.
73. Enfin, dans le cadre de cette étude, aucune information sur les mesures de protection et de prévention pouvant être prises ou prévues par les autorités locales n'est connue et prise en compte.

4.2 La production de cartes

74. La description de la production de cartes abordée dans ce chapitre comprend les cartes suivantes :

- Utilisation des sols et changement dans l'utilisation des sols sur deux périodes (1988-1999 et 1999-2008)
- Cartes des facteurs de risques simples
- Cartes des potentiels de risques simples
- Cartes des potentiels de risques multiples.

75. Le Tableau 3 donne un aperçu de ces cartes et des données utilisées, les méthodes, le contenu et les références pour la production.

Tableau 3 : Aperçu des cartes produites

| Type de carte | Données incluses | Approche | Contenu | Références |
|---|--|---|--|--|
| Cartes des Modes d'Utilisation du sol et des Changements dans les Modes d'Utilisation du sol | | | | |
| Utilisation du sol et Changements dans le mode d'utilisation du sol | Données fournies par satellite optique | Co-enregistrement des images Interprétation Visuelle Analyse des Changements Vérifications et Validation de la Topologie | Utilisation actuelle du sol (détaillée) (2008) et Changements dans les modes d'utilisation du sol 1999 – 2008 & 1988 – 1999 Légendes : 13 et 7 classes, | Légende CORINE modifiée (utilisation des sols) |

| Type de carte | Données incluses | Approche | Contenu | Références |
|--|--|--|---|---|
| | | | respectivement | |
| Cartes des Périls Simples | | | | |
| Modèle Numérique d'Élévation (MNE) corrigé et adapté | Hybride (basé sur des bandes X et C) Mission SRTM (<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>) | Correction du MNE basée sur les conditions de drainage imposées; Adaptation du niveau de la plage à l'imagerie satellitaire de haute résolution | Correct sur le plan hydrologique, MNE sans dépression | Programme ANUDEM par Michael Hutchinson ²⁴ |
| Dérivé du MNE : Pente | MNE corrigé | Technique maximale moyenne | Pentes en degrés | Burrough & McDonell ²⁵ |
| Dérivé du MNE : Aspect | MNE corrigé | Logiciel SIG de pointe | Aspect en degrés: 0° = N, 180° = S | Logiciel ArcGIS |
| Dérivé du MNE : Direction des flux | MNE corrigé | Dérivation de la pente la plus raide (ou chute) parmi huit directions | Modèle de flux sur 8 directions ; Direction des flux en degrés | Jensen & Domingue ²⁶ |
| Dérivé du MNE : Accumulation des flux | MNE corrigé | Flux dérivé sous forme de poids cumulé de toutes les cellules qui passent par chaque cellule de la pente descendante dans le raster de résultats | Accumulation des flux exprimée sous forme de nombre de cellules contribuant à la quantité d'eau accumulée sur un lieu donné | Jensen & Domingue |
| Dérivé du MNE : Cours d'eau | MNE corrigé | | Zones de Captage | Logiciel ARC GIS |

²⁴ Hutchinson, M. F. (1993): Development of a continent-wide DEM with applications to terrain and climate analysis. In *Environmental Modeling with GIS*, ed. M. F. Goodchild et al., 392–399. New York: Oxford University Press.

²⁵ Burrough, P. A., McDonell, R.A. (1998): *Principles of Geographical Information Systems* (Oxford University Press, New York), p. 190.

²⁶ Jensen S. K., Domingue, J.O. (1988): Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 54 (11): 1593-1600.

| Type de carte | Données incluses | Approche | Contenu | Références |
|---|--|---|---|--|
| Géologie | Carte détaillée par Lo & Diop (1:25.000), Carte Géologique 1:200.000 | Numérisation et fusion des deux cartes de résultats | Carte géologique avec 11 unités géologiques | Lo & Diop ²⁷ ; Centre de Suivi Ecologique (CSE, http://www.cse.sn/) |
| Falaises rocheuses | Carte topographique 1 :50.000 (1983) | Interprétation visuelle de cartes et définition des profils respectifs | Cartes contenant les zones côtières avec des falaises rocheuses | Institut Géographique National France (IGN, http://www.ign.fr/) |
| Imperméabilisation du sol | Carte de l'utilisation des terres en 2008 dérivée dans cette étude | Re-codage des cartes | Carte binaire comprenant des surfaces imperméabilisées et des surfaces qui ne le sont pas | |
| Profils Hydrologiques (sans cours d'eau permanents) | Carte Topographique 1 :50.000 (1983) | Interprétation visuelle de cartes et définition des profils respectifs | Cartes contenant les Terres humides / Etangs; Temporairement inondé; Canaux d'eau temporaires | Institut Géographique National France (IGN, http://www.ign.fr/) |
| Etendues d'eau permanentes | Carte topographique 1 :50.000 (1983) Données de satellite à haute résolution, 2008 | Interprétation visuelle de cartes et définition des profils respectifs, fusion des profils des deux sources | Carte comprenant : Etendues d'eau permanentes ; Canaux d'eau permanents | Institut Géographique National France (IGN, http://www.ign.fr/) |
| Cartes des Périls Simples possibles | | | | |
| Carte des inondations potentielles | Dérivés du MNE ; Carte géologique ; Carte de | Re-classification de toutes les couches de données de la | Carte des possibilités relatives d'inondation : Cinq niveaux, | Lo & Diop; Mbow et al. ²⁸ |

²⁷ Lo P.G., Diop, M.B. (2000): Problems associated with flooding in Dakar, western Senegal: influence of geological setting and town management. Bull. Eng. Geol. Env. 58, p 145-149.

²⁸ Mbow, C., Diop, A., Diaw, A.T., Niang, .. (2008): Urban sprawl development and flooding at Yeumbeul suburb (Dakar-Senegal). African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 2 (4), pp. 075-088 <http://www.academicjournals.org/AJEST/PDF/pdf%202008/April/Mbow%20et%20al.pdf>.

| Type de carte | Données incluses | Approche | Contenu | Références |
|---------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|
| | l'imperméabilisation des sols Profils Hydrologiques | carte en utilisant des échelles de 5 points et des fusions additionnelles | du risque zéro au niveau de risque le plus élevé + les étendues d'eau permanentes | |
| Possibilités d'érosion côtière | Carte géologique ; Aspect de la côte qui fait face à l'impact prédominant du courant ; Pente de la côte | Re-classification de toutes les couches de données de la carte en utilisant des échelles de 5 points et des fusions additionnelles | Carte de l'érosion côtière relative : Cinq niveaux, du risque zéro au niveau de risque le plus élevé | Fall et al. ²⁹ |
| Possibilités d'inondation côtière | MNE | Analyse de connectivité pour deux scénarii de montée du niveau de la mer | Carte des zones inondées selon différents scénarii de montée du niveau de la mer | Poulter & Halpin ³⁰ |
| Cartes des Périls Multiples possibles | | | | |
| Possibilités de périls multiples | Potentiel relatif d'inondations Potentiel relatif d'érosion côtière Potentiel relatif d'inondation côtière | Re-classification de toutes les couches de données de la carte et fusion | Carte montrant le potentiel de périls naturels à Dakar | Khatsu & v.Westen ³¹ |

4.2.1 Cartographie de l'utilisation du sol

76. Ces cartes de base devraient comprendre les zones urbaines et les communes rurales, montrer les zones urbanisées et les zones non urbanisées et mettre en exergue les zones et directions d'expansion urbaine rapide observées selon la comparaison des données sur les séries temporelles.

²⁹ M.Fall, R.azzam,C.Noubactep. 2006. A multi-method approach to study the stability of natural slopes and landslide susceptibility mapping. Engineering Geology 82: 241-263.

³⁰ Poulter, B., Halpin, P.N. (2007): Raster Modelling of Coastal Flooding from Sea-Level Rise. Int. Journal of Geographical Information Science, Vol. 22, No.2, p. 167-182.

³¹ Khatsu, P., v.Westen, C.J, (2005): Urban multi-hazard risk analysis using GIS and Remote Sensing: A case study from Kohima Town, Nagaland, India, ACRS Proceedings, p9.

. <http://www.aars-crs.org/acrs/proceeding/ACRS2005/Papers/URM1-2.pdf>

77. L'objectif de la « production des cartes » est de générer des cartes multi-temporelles de la région métropolitaine de Dakar basées sur un SIG à partir d'images satellites montrant les zones urbanisées, la nature des principales infrastructures et les zones d'urbanisation rapide ainsi que les zones non urbanisées telles que les zones agricoles et les forêts. Le projet devrait produire des informations comparables pour contribuer au diagnostic concernant les extensions urbaines et l'expansion périurbaine de la région métropolitaine de Dakar. Les cartes SIG devraient montrer le statut et le développement de l'utilisation du sol à trois moments, à savoir 1988, 1999 et 2008. Nous avons pris en compte les dates d'acquisition au cours des trois dernières décennies pour créer des cartes SIG multi-temporelles.

Tableau 4: Images Satellite Multi-temporelles disponibles

| Date d'Acquisition | Capteur | Résolution |
|---------------------------|----------------|-----------------------------|
| 2008-09-08 / 2007-09-26 | SPOT 5 | 2.5m |
| 1999-11-04 / 1999-11-11 | Landsat ETM | 15 m (résolution fusionnée) |
| 1988-03-10 | Landsat TM | 30m |

Cartes de base 2008

78. La cartographie a débuté avec les données satellitaires les plus récentes et présentant la résolution spatiale la plus élevée (image 2008 du satellite SPOT avec une résolution de 2,5 m). Les procédures techniques sont basées sur une classification automatisée basée sur les objets afin de détecter des éléments spécifiques de couverture du sol, complétée par un post-traitement sur un SIG et une interprétation et une vérification visuelle des images pour ajouter les classes d'utilisation du sol qui nécessitent des vérifications et des recherches plus poussées sur l'écran. Les autres sources d'identification sont les cartes topographiques scannées et les informations provenant de sources en ligne (cartes sur Internet).

79. La nomenclature actuelle de 13 classes thématiques représente le maximum d'informations que l'on puisse, de façon réaliste, tirer des images du satellite SPOT. Pour la cartographie des changements dans l'utilisation du sol, nous avons utilisé une nomenclature agrégée de l'utilisation du sol pour permettre une détection fiable et l'identification des changements à l'aide des images de Landsat.

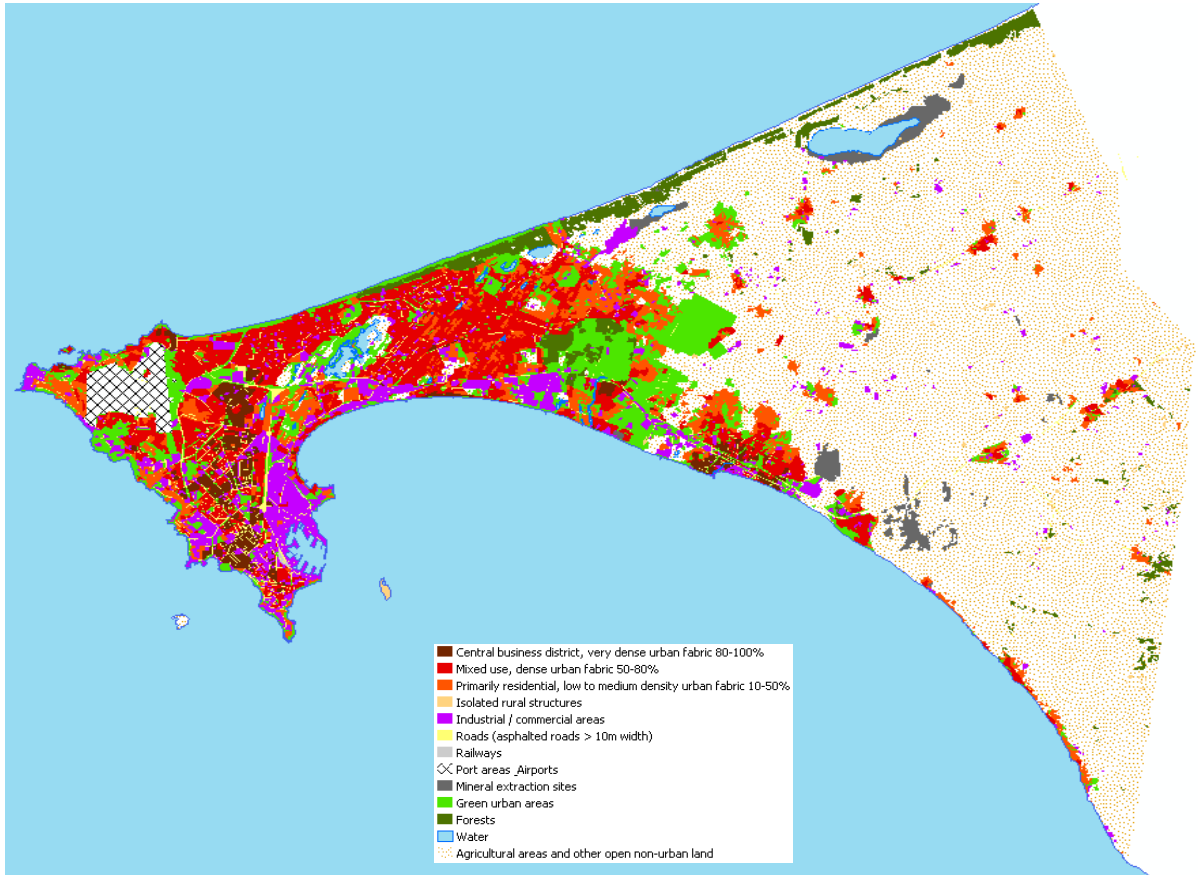




Figure 9: Carte détaillée de l'utilisation du sol à Dakar, 2008

Figure 10: Comparaison de la carte détaillée et de la carte agrégée de l'utilisation du sol en 2008

| Classification détaillée de l'utilisation des sols 2008 (13 classes) | Classification agrégée de l'utilisation des sols 2008 (7 classes) |
|---|---|
|  <ul style="list-style-type: none"> Quartier central des affaires, usines très denses 80-100% Utilisation mixte, usines denses 50-80% Quartiers résidentiels, densité des usines faible à moyenne 10-50% Structures rurales isolées Zones industrielle / commercial e Routes (routes goudronnées > 10m largeur) Rais Zones Portuaire et Aéroportuaire Sites d'extraction minière Zones vertes urbaines Forêts |  <ul style="list-style-type: none"> Zones Résidentielles Zones urbaines non résidentielles Unités de Transport Zones vertes urbaines Forêts Eaux Zones Agricoles et autres espaces ouverts non urbains |

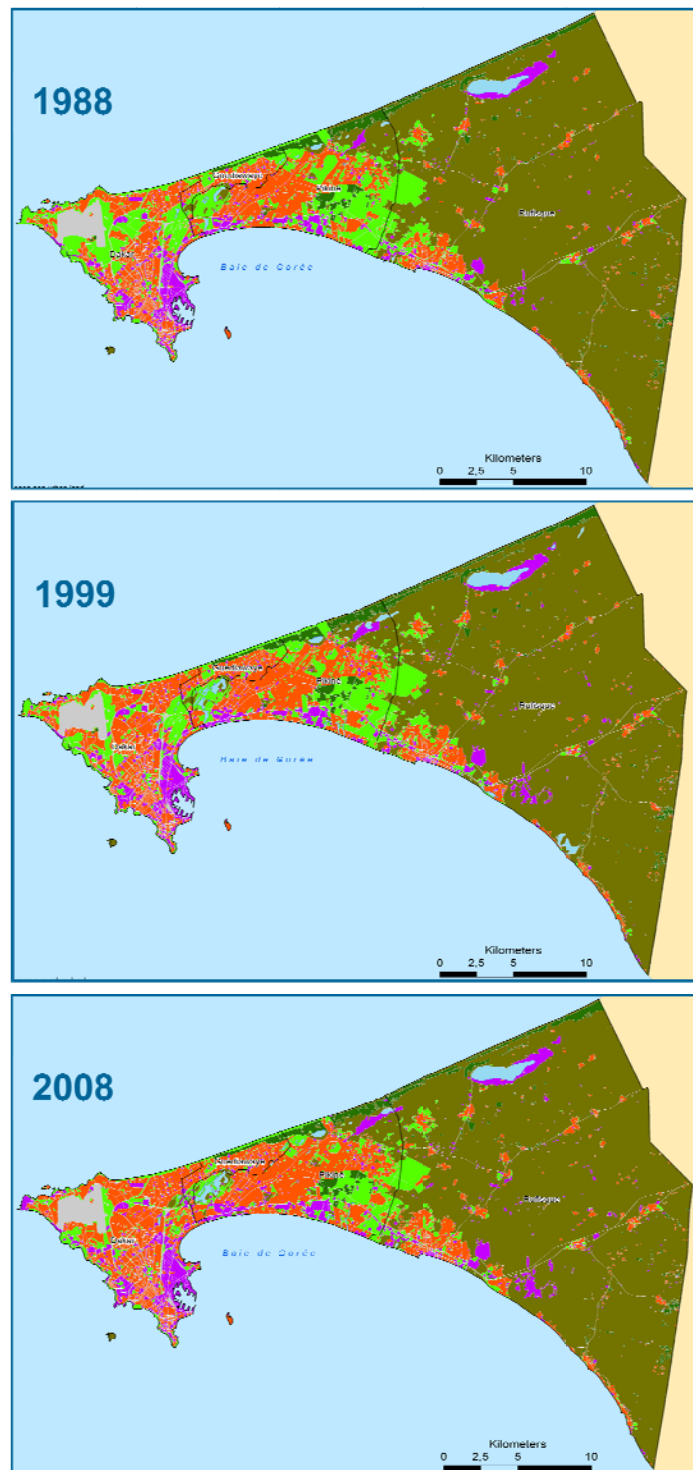
Cartes de base de 1988 et 1999 et changements

80. La cartographie de l'historique d'utilisation du sol aux dates référence de 1988 et 1999 a été faite en utilisant les images Landsat de résolution inférieure (image fusionnée de 15m pour 1999, image de 30m pour 1988). Parmi les méthodes utilisées, on compte la dérivation automatisée de l'occupation du sol et l'interprétation visuelle.

Tableau 5: Liste des classes thématiques pour la cartographie des changements dans l'utilisation du sol

| Cartes communes classées d'utilisation du sol 1988, 1999 & 2008 | | Classes additionnelles concernant uniquement la carte d'utilisation du sol de 2008 |
|--|---|--|
| Zones urbaines | Zones résidentielles | Quartier central des affaires, structures urbaines très denses 80-100% |
| | | Utilisation mixte, structure urbaine dense 50-80% |
| | | Essentiellement résidentielle, structure urbaine à densité faible à moyenne 10-50% |
| | | Structures rurales isolées |
| | Zones urbaines non résidentielles | Zones industrielles / commerciales (y compris infrastructures d'approvisionnement en eau, barrières maritimes et protections contre les inondations) |
| | | Sites d'extraction minière |
| | Unités de transport | Routes (largeur > 10m) |
| | | Voies ferrées |
| | | Zones portuaires & Aéroports |
| | Zones vertes urbaines | |
| Zones non urbaines | Forêts | |
| | Eau | |
| | Zones agricoles et autres terres non urbaines | |

Figure 11: Changements dans l'utilisation du sol, 1988, 1999 et 2008



- Zones Résidentielles
- Zones urbaines non résidentielles
- Unités de Transport
- Zones vertes urbaines
- Forêts
- Eaux
- Zones Agricoles et autres espaces ouverts non urbains
- ouverts non urbains

4.2.2 Cartes des périls potentiels

Cartes des périls simples potentiels

81. Les cartes des périls simples potentiels visent à fournir les données nécessaires pour une représentation spatiale des périls naturels à Dakar. Puisque les facteurs contribuent également à ces périls, ils sont pris en compte dans cette gamme de cartes (par exemple imperméabilisation des sols). Pour chaque type de péril, nous avons classé les paramètres de risques potentiels selon la littérature scientifique passée en revue en utilisant les connaissances basées sur les meilleures pratiques et les techniques de SIG. Les paramètres d'entrées de données, l'analyse spatiale et les résultats sont décrits ci-dessous pour chaque péril naturel. Les cartes des données incorporées figurent également en annexe.
82. Pour faciliter l'analyse en ce qui concerne la région de Dakar et prendre en compte les différents niveaux de résolution et de précision dans la carte finale, nous avons agrégé les grilles de risques sur des cellules de 250 x 250 mètres grâce à une méthode basée sur le voisinage le plus immédiat. La comparabilité de toutes les cartes de périls potentiels est assurée par un système de classification homogène de chaque carte comme le montre le tableau suivant:

Tableau 6: Clé de classification et de diffusion des périls naturels potentiels relatifs à une résolution agrégée (250 mètres)

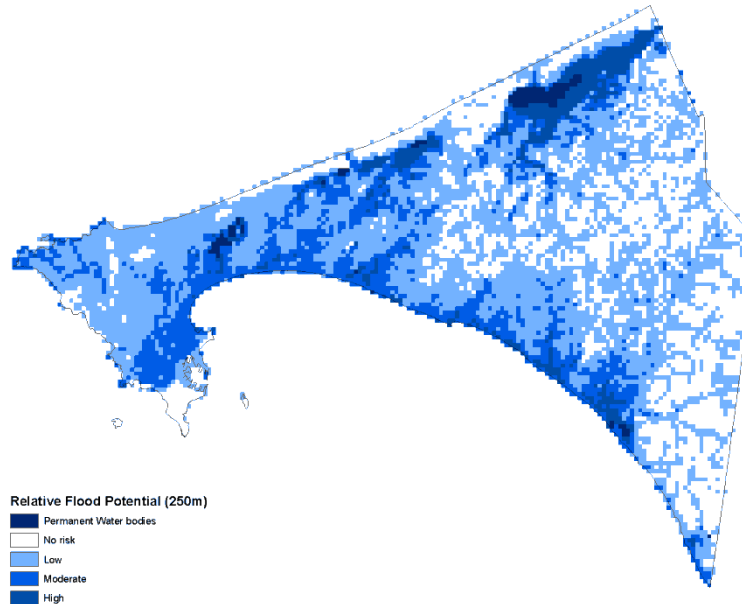
| | |
|--|-------------------|
| | Elevé |
| | Modéré |
| | Faible |
| | Absence de risque |

Potentiel Relatif d'Inondations (PRI)

83. Pour dériver une carte du potentiel relatif d'inondation de Dakar, nous avons étudié tous les facteurs qui ont été identifiés dans des études antérieures comme étant des paramètres significatifs et/ou pertinents qui contribuent à l'inondation par les eaux de pluie et pour lesquelles nous disposons d'une couche de données :
- Elévation (à partir de MNE absolu, sans dépression)
 - La Géologie comme indicateur de la perméabilité du sol
 - Degré d'imperméabilisation du sol
 - Pentés de la topographie
 - Degré d'accumulation potentielle des flux
 - Profils hydrologiques
 - Etendues d'eau permanentes

84. Chaque paramètre a été reclassé en ce qui concerne le potentiel relatif d'inondation selon les études de Lo et Diop (2000) et Mbow et al. (2008) et des connaissances en meilleures pratiques de nos experts scientifiques.

Figure 12: Potentiel relatif d'inondation de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m.



Potentiel d'Erosion Côtière (PEC)

85. Pour dériver une carte du potentiel relatif d'érosion côtière de Dakar, nous avons incorporé tous les facteurs qui ont été identifiés dans des études antérieures comme étant des paramètres significatifs et/ou pertinents qui contribuent à l'érosion côtière et pour lesquelles les données étaient facilement disponibles et à des résolutions adéquates. Il s'agit de :

- La Géologie comme indicateur de la stabilité de la Côte
- L'aspect de la côte qui fait face à l'impact de la vague prédominante
- La pente de la côte
- Les informations sur la direction de l'impact de la vague prédominante basées sur les données du Radar Satellite qui ont été obtenues par le biais de la base de données de <http://www.surflines.com>.

86. Chaque paramètre a été reclassé en ce qui concerne le potentiel d'érosion côtière en se basant sur les études de Fall et al. (2006) et selon les connaissances en meilleures pratiques de nos experts scientifiques.

Figure 13: Potentiel relatif d'érosion côtière de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m.



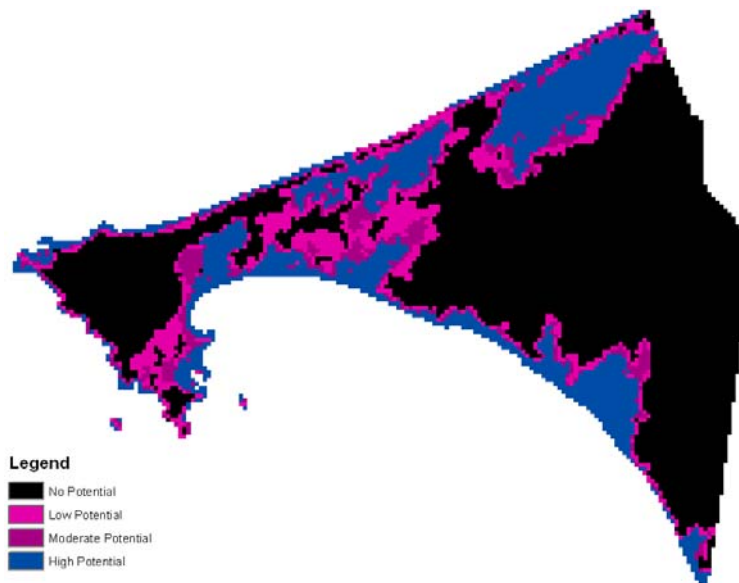
Montée du niveau de la mer

87. Il y avait deux hypothèses pour les scénarii : Un niveau moyen de montée de la mer d'un mètre et un niveau moyen de montée de la mer de 5 m. Ces deux scénarii ne sont pas considérés comme probables dans le court terme, mais le fait de les représenter sur la carte de la ville peut donner une idée aux acteurs et aux décideurs sur l'ampleur des impacts des changements climatiques extrêmes. La projection de montée du niveau de la mer est basée sur la MNE.
88. On peut s'attendre à ce que la montée du niveau de la mer cause une érosion côtière et des inondations. Dans cette période, une séquence imprévisible d'érosion côtière, de mesures de protection et d'inondations va se produire et elle va varier en fonction de diverses conditions, notamment la topographie, la géologie et les facteurs humains. On ne peut également pas prévoir les facteurs météorologiques tels que la fréquence des orages au cours de cette période de montée du niveau de la mer.
89. En ce qui concerne l'approche technique, nous avons consulté une étude détaillée de Poulter & Halpin (2007) qui montre la forte variabilité de l'ampleur des inondations qui en résultent lorsque l'on utilise des résolutions horizontales de MNE qui varient ; on a émis différentes hypothèses à propos de la connectivité hydrologique.

Figure 14: Potentiel d'inondation côtière (de 1 m de hauteur) de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m



Figure 15: Potentiel d'inondation côtière (de 5 m de hauteur) de Dakar, agrégé sur des cellules de 250m



Carte des potentiels de périls multiples

90. Nous avons fusionné les cartes des périls simples agrégées sur des grilles de 250m dans le but d'obtenir une carte qui reflète à la fois le type et le potentiel pour les trois types de périls étudiés pour un lieu donné (cellule de 250x250m). Pour y parvenir, nous avons combiné les périls simples et leur potentiel en un nouvel ensemble de périls potentiels incluant les combinaisons possibles de périls multiples, de périls simples (là où un seul type de péril est présent) et les zones sans aucun potentiel de péril.

91. Ceci est une approche standard pour les cartes des périls multiples (cf. par exemple, Khatsu & v.Westen) même si l'on peut appliquer différentes variantes de cette approche. Les trois périls simples

- Potentiel Relatif d'Inondations (PRI)
- Potentiel d'Erosion Côtière (PEC)
- Potentiel d'Inondation Côtière (PIC).

92. Ont été combinés à une carte de périls multiples comprenant à la fois les types de périls et leur potentiel. Cependant, compte tenu de la complexité de la carte, nous n'avons pas pu conserver tous les degrés originels de potentiels. Par conséquent, nous avons appliqué une agrégation des potentiels de périls aux deux niveaux suivants:

1) Potentiel faible et modéré des périls respectifs (en agréant le potentiel faible et le potentiel modéré)

2) Le potentiel élevé des périls respectifs (qui restait le même que sur les cartes des périls simples).

93. Nous avons fait une exception à ce schéma en ce qui concerne le potentiel relatif d'inondation en tant que risque simple car l'agrégation des potentiels relatifs d'inondation faibles et modérés aurait donné une classe agrégée très grande et non différenciée. Pour cette raison, le potentiel modéré et le potentiel faible sont décrits comme des classes individuelles.

94. Il en résulte que les classes de périls listées au Tableau 7 ont été dérivées de la carte des risques multiples. La Figure 13 montre la carte des périls multiples qui en a résulté avec les classes listées au Tableau 7. La Figure 14 montre une autre représentation du potentiel de risques multiples où les périls simples sont juxtaposés plutôt que superposés.

Tableau 7: Classes contenues sur la Carte des périls multiples

| Classes de périls dérivées pour la carte des périls multiples | Potentiel de péril originel sur la carte des périls simples (alternatives possibles) |
|--|---|
| Pas de potentiel | Aucun potentiel de péril simple |
| PIC/PEC Faibles et Modérés | PIC Faible ou Modéré, PEC Faible ou Modéré |
| PIC/PRI Faibles et Modérés | PIC Faible ou Modéré, PRI Faible ou Modéré |
| PRI Faible | PIC faible, pas de potentiel pour les autres |
| PRI Modéré | PRI modéré, pas de potentiel pour les autres |
| PEC Faible et Modéré | PEC Faible ou Modéré, pas de potentiel pour les autres |
| PIC Faible et Modéré | PIC Faible ou Modéré, par de potentiel pour les autres |
| PIC/PEC Elevés | PIC Elevé, PEC Elevé |
| | PIC Elevé, PEC modéré ou faible |
| | PIC modéré ou faible, PEC Elevé |
| Elevé PIC/PRI | PIC Elevé, PRI Elevé |
| | CIP Elevé, RFP modéré ou faible |
| | CIP modéré ou faible, RFP Elevé |
| PRI Elevé | PRI Elevé, pas de potentiel pour les autres |
| PEC Elevé | PEC Elevé, pas de potentiel pour les autres |
| PIC Elevé | PIC Elevé, pas de potentiel pour les autres |

Figure 16: Le Potentiel de risques multiples de Dakar, y compris les potentiels relatifs d'inondation, l'Erosion côtière et les Scenarii de Potentiel d'Inondation Côtière

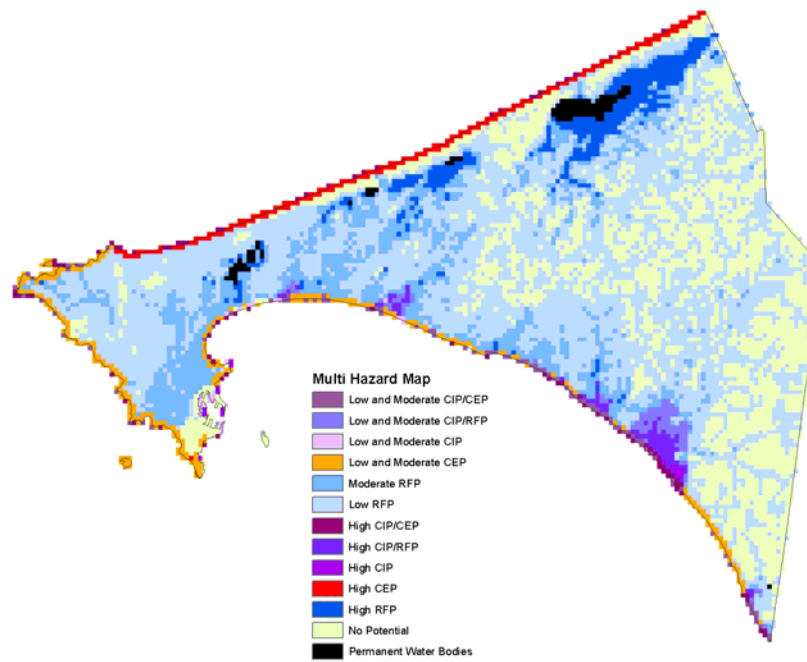
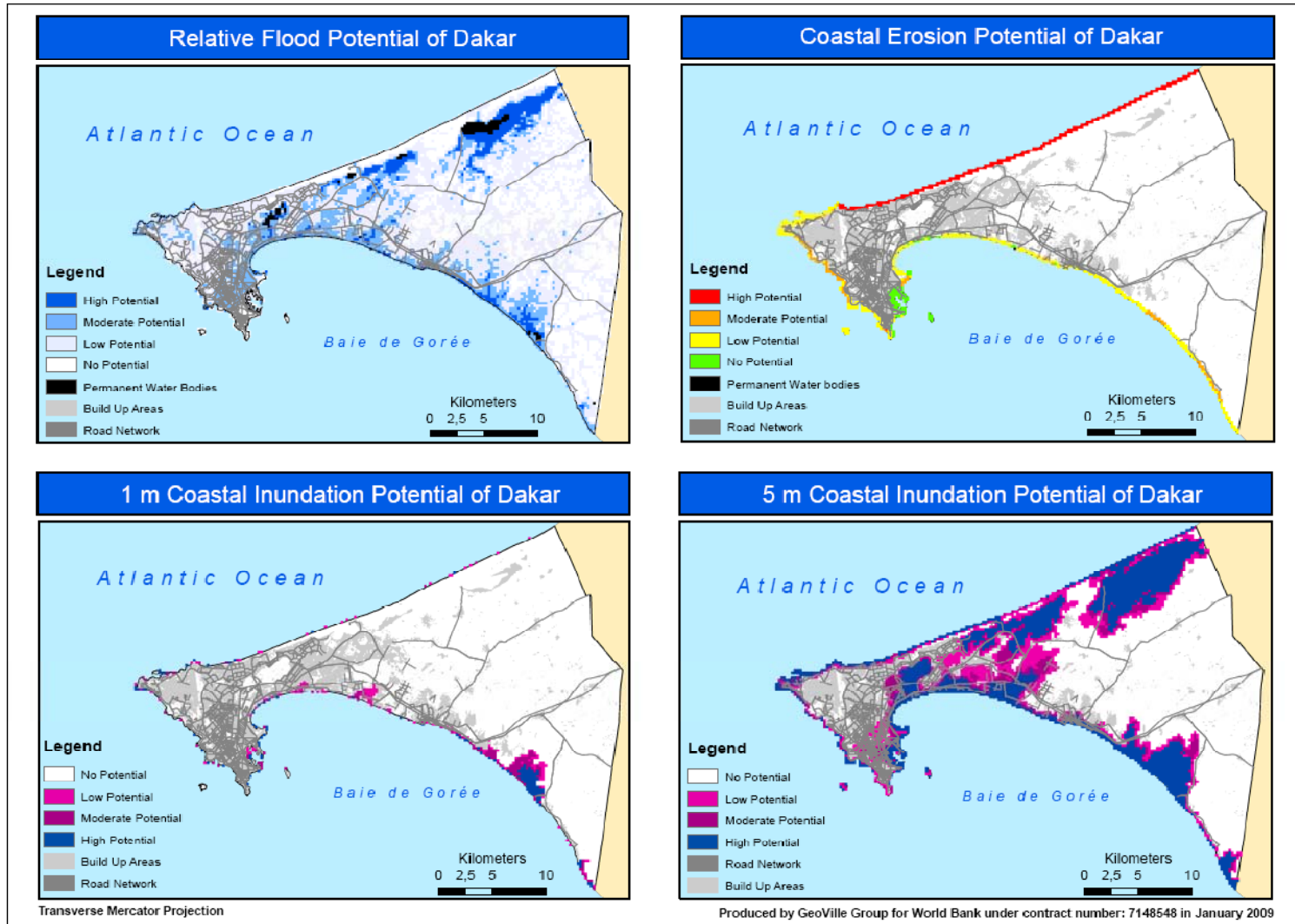


Figure 17: Potentiel de risques multiples sur des cartes séparées



4.3 Analyse Spatiale

4.3.1 Méthodologie

4.3.1.1 Aperçu

95. L'objectif de « l'Analyse spatiale » est d'obtenir des informations sur la relation spatiale entre les potentiels de périls naturels et les « éléments » exposés, à savoir les populations, l'utilisation du sol et les biens économiques. Pour ce faire, il fallait procéder à différentes analyses spatiales pour produire des résultats statistiques et des cartes contenant les informations suivantes :
- *Points chauds et zones de risques potentiels* illustrant le type et le degré de vulnérabilité concernant les différentes catégories de risques et les échelles de risques définies plus tôt (Tâche 1).
 - *Zones urbanisées exposées au risque* : caractérisation générale de l'utilisation du sol urbain (c'est à dire utilisation résidentielle, industrielle, commerciale), y compris le type de vulnérabilité (Tâche 2).
 - *Zones non urbanisées exposées au risque* : caractérisation générale de l'utilisation des terres urbaines, de la topographie, des sols, y compris le type de vulnérabilité (Tâche 3).
96. Comme résultat de la partie théorique de ce projet et de la clarification commune, le terme « exposition » sera utilisé dans ce contexte à la place de « vulnérabilité » et ce pour les raisons suivantes : ce que nous mesurons avec la télédétection et les informations auxiliaires dans le cadre d'un tel projet, c'est le type et la quantité d'éléments qui sont exposés aux événements dangereux potentiels. Nous ne pouvons tirer des conclusions sur leur vulnérabilité sans information complémentaire. De telles informations incluraient par exemple les capacités institutionnelles à différents niveaux administratifs, l'état des infrastructures, les revenus et dépenses publiques, les niveaux éducatifs, etc. Ce type "d'analyse de la vulnérabilité" n'est cependant pas couvert dans cette étude.
97. Au lieu de cela, nous faisons le lien entre la répartition spatiale des potentiels de périls et différents types et quantités d'éléments exposés, à savoir les personnes, les prix de la terre et l'utilisation du sol. La vulnérabilité n'est ainsi pas dérivée directement ; mais une augmentation relative dans l'espace de la vulnérabilité est indiquée dans les légendes des cartes comme résultat d'une concentration d'éléments exposés et de potentiels de périls (cf. Figure 17). Ceci suit la logique selon laquelle on peut s'attendre à une vulnérabilité accrue des éléments exposés sur les lieux (points chauds) où se produit la concentration du potentiel de péril et du degré d'exposition.
98. Les objectifs mentionnés parmi les trois éléments listés ci-dessous ont d'abord été traduits en une liste de produits de la carte pouvant être tirés sur la base des données disponibles et des résultats produits jusqu'à présent (Tableau 8). La relation de ces produits de la carte aux tâches originelles listées ci-dessus est indiquée sur le tableau. (Tâche No., Colonne 1).
99. En plus des cartes, nous avons procédé à des analyses statistiques à l'aide de MS Excel. Nous présentons dans les sections suivantes, la méthodologie et les résultats des statistiques produites et les cartes structurées selon les trois tâches listées ci-dessus.

Tableau 8: Liste des cartes produites pour l'Analyse Spatiale

| âche No. | Nom de la carte | Contenu de la carte | Approche |
|---|--|---|---|
| Exposition sociale et vulnérabilité | | | |
| | Exposition sociale & Vulnérabilité 2008 | Nombre de résidents à l'hectare en 2008 au sein des zones potentiellement exposées à des risques (multiples) sur une échelle continue. | Désagrégation des données sur la population résidentielle sur des grilles de 250m sur la base des données sur l'occupation des sols et superposition avec les zones à périls multiples. Les données sur la population sont des statistiques à l'hectare |
| | Exposition sociale & Vulnérabilité 1999 | Nombre de résidents à l'hectare en 1999 au sein des zones potentiellement exposées à des risques (multiples) sur une échelle continue. | |
| | Exposition sociale & Vulnérabilité 1988 | Nombre de résidents à l'hectare en 1988 au sein des zones potentiellement exposées à des risques (multiples) sur une échelle continue. | |
| | Développement de la Population & Vulnérabilité 1999 à 2008 | Développement de la Population 1999 - 2008 en chiffres absolus sur la base d'une grille de 250 m au sein des zones exposées à des périls (multiples) sur une échelle multiple | Dérivation du développement de la population sur une base matricielle de 250m et superposition avec les zones à périls multiples |
| | Développement de la Population & Vulnérabilité 1988 à 1999 | Développement de la Population 1988 - 1999 en chiffres absolus sur une base de grille de 250 m au sein des zones exposées à des périls (multiples) sur une échelle multiple | Dérivation du développement de la population sur une base matricielle de 250m et superposition avec les zones à périls multiples |
| Exposition économique et vulnérabilité | | | |

| âche No. | Nom de la carte | Contenu de la carte | Approche |
|--|--|---|---|
| | Exposition économique & Vulnérabilité 2008 | Prix de la terre en \$ / km ² et zones exposées à des potentiels de périls (multiples) | Les prix des terres sont basés sur le km ² puis convertis du F CFA au \$ US |
| Vulnérabilité sociale et économique globale | | | |
| | Vulnérabilité sociale et économique globale 2008 | Prix de la terre et densité de la population superposés avec les zones exposées à des potentiels de périls (multiples) | Selon une classification du prix des terres et la densité de population, nous avons élaboré 6 classes combinées pour ces propriétés avant de les superposer avec les zones à périls multiples |
| Zones urbanisées exposées aux périls | | | |
| | Zones urbanisées avec un potentiel de périls (multiples) 2008 | Classes d'utilisation des sols bâtis en 2008 et zones ayant un potentiel de périls (multiples) | Superposition de classes d'utilisation des sols bâtis et des zones à périls multiples; les zones à périls multiples ne sont décrites que dans les zones urbanisées |
| | Zones urbanisées avec un potentiel de périls (multiples) 1999 | Classes d'utilisation des sols bâtis en 1999 et zones ayant un potentiel de périls (multiples) | |
| | Zones urbanisées avec un potentiel de périls (multiples) 1988 | Classes d'utilisation des sols bâtis en 1988 et zones ayant un potentiel de périls (multiples) | |
| | Zones industrielles/ commerciales/de circulation et vulnérabilité 2008 | Pourcentage des zones industrielles / commerciales / de circulation sur des grilles de 250 m superposées avec des zones de périls multiples | Dérivation du pourcentage des ces zones utilisées sur le plan économique sur les grilles de 250 m, montrée à côté des zones à périls multiples Description des zones à périls multiples pour toute la zone |
| Zones non-urbanisées exposées aux périls | | | |

| âche No. | Nom de la carte | Contenu de la carte | Approche |
|----------|---|---|--|
| | Zones non-urbanisées avec un potentiel de périls (multiples) 2008 | Classes d'utilisation des sols non-bâtis en 2008 et zones ayant un potentiel de périls (multiples), types de sols | Superposition de classes d'utilisation des sols non-bâtis et des zones à périls multiples ainsi que le type de sol; les zones à périls multiples ne sont décrites que dans les zones non-urbanisées |
| | Zones non-urbanisées avec un potentiel de périls (multiples) 1999 | Classes d'utilisation des sols non-bâtis en 1999 et zones ayant un potentiel de périls (multiples), types de sols | |
| | Zones non-urbanisées avec un potentiel de périls (multiples) 1988 | Classes d'utilisation des sols non-bâtis en 1988 et zones ayant un potentiel de périls (multiples), types de sols | |

4.3.1.2 Production des données enregistrées

100. Pour produire les données de l'analyse spatiale, nous avons utilisé plusieurs sources de données dont une partie a été produite dans le cadre de ce projet et la partie restante dérivée d'autres sources. On retrouve une liste des sources de données et des données dérivées pour l'analyse spatiale au Tableau 9 qui comprend une brève description de la préparation et des méthodes de production des données. Il a été rajouté une description plus détaillée de la désagrégation de la population à la suite du Tableau 9.

Tableau 9: Données d'origine, Méthodes de préparation et Données obtenues pour l'Analyse Spatiale

| Données d'origine | Source de données | Méthode de préparation/génération des données | Données obtenues pour l'Analyse Spatiale |
|--|-------------------------|--|--|
| Données Satellitaires fournies par les satellites SPOT & LANDSAT | Générées dans ce projet | Classification automatique des images et correction et affinage visuelle Détection visuelle des changements | Données sur l'occupation des sols avec une taille de raster de 10m classe 13 (détaillé) et 7 (général) Part des zones industrielles / commerciales / pour la circulation |

| Données d'origine | Source de données | Méthode de préparation/génération des données | Données obtenues pour l'Analyse Spatiale |
|--|--|---|---|
| Potentiels de périls | Générées dans ce projet | Diverses approches d'entrecroisement et de modélisation de SIG Transformation en ensembles de raster de données de 250m | Potentiel de périls avec une taille de raster 250m |
| Données démographiques provenant de différents niveaux ; Données sur l'occupation des sols (générées dans ce projet) | Données sur l'occupation des sols (1988, 1999, 2008) générées dans ce projet Données démographiques (1988, 1998, 2005) source : Ministère de l'Economie & des Finances du Sénégal Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie – Dakar | Modélisation de la désagrégation de la Population à l'aide de modèles conçus en interne Les chiffres de 1999 et 2008 ont été extrapolés sur la base des taux moyens de croissance de la population | Données désagrégées sur la population : Nombre de personnes par hectare sous forme de raster avec une résolution matricielle de 250 m. Développement de la Population entre 1988 & 1999 et 1999 & 2008 |
| Données de MNE Hybride, bandes X & C SRTM, 30m (90m pour les espaces) | 2000 DLR | Interpolation bilinéaire pour lissage et ré-échantillonnage ; Remplissage des espaces vides SRTM 90m | Données d'élévation avec un raster d'une taille de 10m |
| Cartes topographiques de Dakar, Bargny & Kayar 1:50.000 | 1983 Institut National Géographique de France | Extraction des étendues d'eau permanentes en combinaison avec les cartes d'occupation des sols | Etendues d'eau permanentes comme décrites sur les cartes de l'Analyse Spatiale |
| Carte des sols du Sénégal 1:1.000.000 | 1965 Centre O.R.S.T.O.M) | Translation scannée et vectorisée des types de sols, co-enregistrement géographique, attribution des couleurs | Carte numérique du sol, utilisée pour la superposition des cartes |

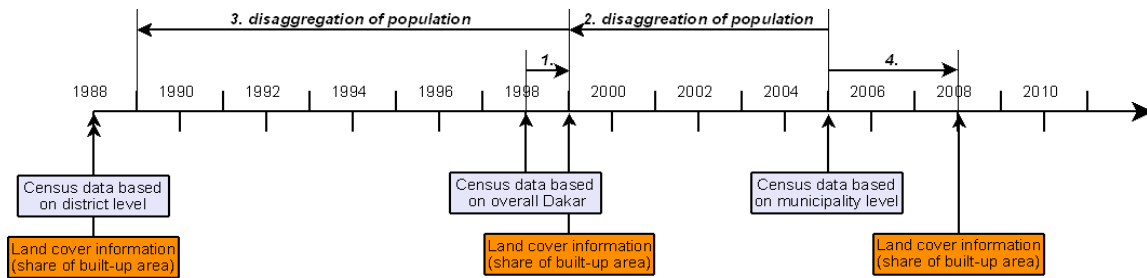
| Données d'origine | Source de données | Méthode de préparation/génération des données | Données obtenues pour l'Analyse Spatiale |
|---|---|---|---|
| | | de cartes | |
| Frontières administratives ; différents niveaux | 2008 Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie - Dakar | Les frontières analogues des arrondissements urbains ont été vectorisées et partiellement corrigées ; Dérivation des frontières des districts | Frontières administratives numériques |
| Prix de la terre | 2008 Consultation locale | Conversion des monnaies du F CFA au \$ américain | Prix de la terre en \$ U.S. / km ² |

Dérivation des données désagrégées sur la Population pour 1988, 1999 et 2008

101. Il était essentiel d'avoir des données sur la répartition de la population de Dakar pour estimer l'exposition sociale aux périls. Mieux on pourra évaluer la répartition des populations et mieux on sera en mesure d'estimer leur exposition aux périls. Il est donc du plus grand intérêt de désagréger les chiffres de la population au niveau de la municipalité ou du district pour aller à un niveau plus détaillé; par exemple sur des grilles de 250 m.
102. Nous avons obtenu des chiffres de recensement concernant la zone étudiée pour les années 1988, 1998 et 2005. Si pour 1988, les données de recensement étaient disponibles au niveau des districts, seuls les chiffres du recensement de 1998 pour toute la région de Dakar étaient disponibles ; en ce qui concerne 2005, on disposait de chiffres de recensement à l'échelle des municipalités.³²
103. Pour utiliser des données de recensement pour la procédure de désagrégation – qui est basée sur la densité des logements (proportion de zones de résidence) dérivée de données d'observation de la terre – il a fallu les synchroniser avec les données sur l'occupation des sols. Celles-ci ont été dérivées des images satellites disponibles pour 1988, 1999 et 2008.

³² Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

Figure 18: Synchronisation des données sur l'occupation / l'utilisation des sols avec les données issues des recensements



104. Nous avons suivi les étapes suivantes pour synchroniser les données sur l'occupation des sols et celles des recensements (cf. Figure 15) :

- Extrapolation de la population totale de Dakar en 1999 en se basant sur la croissance de la population entre 1988 et 1998.
- Désagrégation de la population à l'échelle des communes en se basant sur la population de 1999 et les changements des zones urbanisées résidentielles entre 2005 et 1999.
- Désagrégation de la population à l'échelle des communes en se basant sur la population de 1988 et les changements des zones urbanisées résidentielles entre 1999 et 1988.
- Extrapolation de la population de 2008 à l'échelle des communes en se basant sur la croissance de la population entre 1999 et 2005.

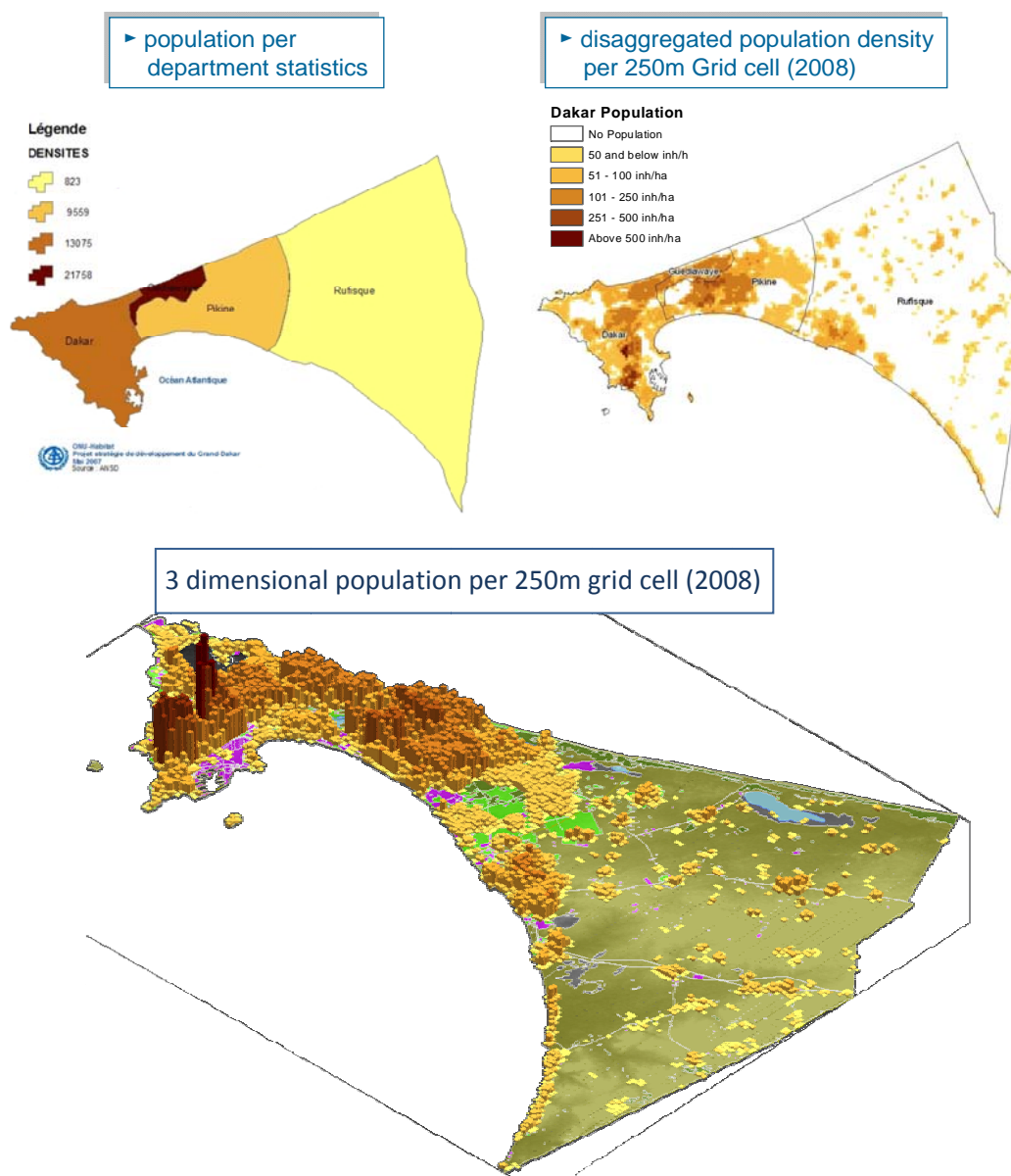
105. Les informations sur la population au niveau des municipalités servent de données d'entrée pour la désagrégation sur des cellules de 250 m. Le fait d'appliquer la densité des logements (proportion de zones résidentielles) en lieu et place de la densité de population permet d'estimer la répartition de la population locale. On peut formaliser cette approche comme suit :

$$P_{dens} = k * H_{dens} \quad (1)$$

$$POP = \sum_i (A_i * k * H_{dens_i}) \quad (2)$$

106. avec P_{dens} and H_{dens} représentant respectivement la densité de la population et la densité des habitations. POP représente la population totale de la Municipalité et A_i représente la zone ayant la densité de population i . Le facteur k , représente la relation entre la population et la densité des habitations ; on peut le dériver en résolvant l'équation (2). On calcule ensuite la densité de la population locale à partir de l'équation (1). Nous sommes partis des hypothèses suivantes en appliquant cette approche : (i) la densité de la population est proportionnelle à la densité des habitations, (ii) il n'y a pas de population hors des zones d'habitation et (iii) la dépendance entre la population et la densité des habitations est constante au sein de la région.

Figure 19: Comparaison de la répartition de la population basée sur les recensements (Département)³³ et la répartition de la population désagrégée dans l'espace



107. La Figure 16 montre l'effet de la désagrégation. Après cette opération, les zones inhabitées sont séparées de celles qui sont habitées et la densité de la population dans ces zones habitées est mise en évidence. Cela donne une image nettement plus fine de la répartition réelle de la population résidente.

4.3.1.3 Cartographie et analyse statistique

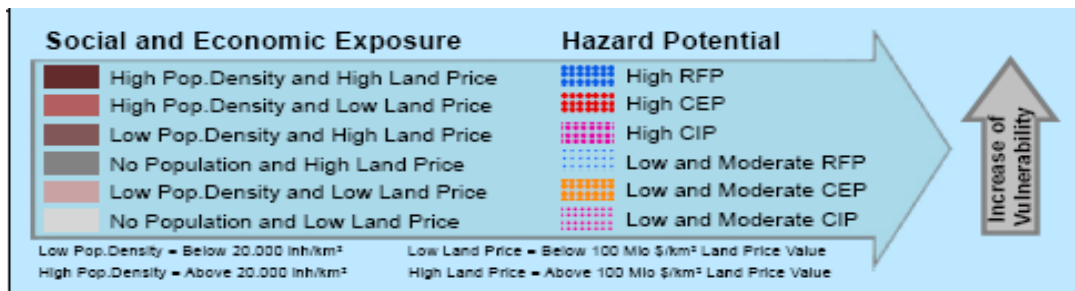
108. Les Cartes d'analyse spatiale sont des cartes basées sur des rasters avec une taille générale de raster de 250 m. C'est la grille de référence qui est utilisée pour la dérivation du potentiel de péril, la désagrégation de la population et la dérivation de la part des zones industrielles, commerciales et réservées au trafic que l'on voit en couverture des

³³ Source : ONU-Habitat (2007), Stratégie de développement urbain du Grand-Dakar. Diagnostic Territorial, Rapport Consolidé.

cartes. La représentation des classes d'occupation de la terre, les propriétés des zones non construites (types de sols, MNE), les lignes de trafic et les frontières de districts ne sont pas indiquées sur cette carte. Ces éléments sont décrits sur une résolution de 10m.

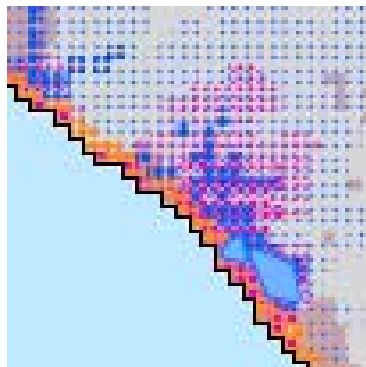
109. Les potentiels de risque ont été généralisés sur les cartes qui montrent les résultats de l'analyse spatiale pour simplifier la cartographie. Les zones à fort potentiel ont été tenues à l'écart et les zones à potentiel faible ou modéré ont été combinées, ce qui a donné un total de six zones présentant un potentiel de périls (Figure 17).³⁴

Figure 20: Zonage des potentiels de périls appliqué aux Cartes d'Analyse Statistique



110. Des techniques de superposition des cartes à l'aide de points de différentes tailles et couleurs ont été utilisées pour superposer les éléments exposés et les potentiels de périls (cf. Figure 18). Les grilles de points ont été permutées pour permettre la représentation des périls qui se produisent simultanément.

Figure 21: Détails de la carte



Note: cf. Figure 17 pour la Légende

111. L'analyse statistique a été faite à l'aide de MS Excel. Les trois niveaux de potentiels – Elevé, Modéré et Faible - ont été utilisés séparément pour l'analyse alors que pour l'analyse cartographique les potentiels élevés et modérés ont été combinés. Les statistiques ont été dérivées séparément pour les trois unités spatiales suivantes : (i)

³⁴ En ce qui concerne le potentiel d'inondation côtière dans l'analyse spatiale, seul le scénario de montée des eaux de 1m a été utilisé. Il comprend des possibilités d'inondation allant jusqu'à 3 à 4 mètres car les grandes marées et les tempêtes doivent être prises en compte. On prévoit qu'une montée de 1m va se produire dans une période allant de plus de 50 ans à plus de 300 ans (les estimations actuelles se rapprochent de l'hypothèse la plus basse).

Le scénario de montée de 5m n'a pas été pris en compte dans l'analyse spatiale. Cela irait bien au-delà de l'applicabilité des autres paramètres de la carte dans le temps. De plus, il y a une incertitude totale par rapport à la période que cela prendrait.








Zones urbaines, (ii) Zones périurbaines et (iii) Zones rurales. La classification de la subdivision est basée sur la consultation avec les Experts locaux. (Figure 5).

4.3.2 Résultats de l'Analyse Spatiale

4.3.2.1 Changements dans l'occupation des sols

112. Les changements de l'occupation des sols ne font pas partie de l'analyse spatiale, mais elles sont montrées ici pour mettre en exergue le développement urbain massif qui s'est produit au cours de la période étudiée. Le Tableau 10 donne un aperçu des principaux changements dans la couverture des terres entre 1988 et 2008. Dans la dernière colonne, les changements sont indiqués en termes de pourcentage de la couverture des sols de 1988: les zones résidentielles et les zones urbaines ont toutes augmenté de 25%, ce qui signifie qu'elles augmentent de plus de 1% par an. Elles ont augmenté au détriment des espaces verts, des autres zones non urbanisées et, dans une certaine mesure, des zones agricoles. Les zones forestières ont connu peu de changements.

Tableau 10: Occupation des sols en 1988 et 2008 et Changements dans l'Occupation des sols

| Classes thématiques | | Superficie en km ² | | Changements en km ² | Changements en % |
|---|---|-------------------------------|--------|--------------------------------|------------------|
| | | 1988 | 2008 | 1988 - 2008 | 1988 - 2008 |
|  | Zones résidentielles | 81.58 | 102.04 | + 20.46 | + 25.1 |
|  | Non residential urban areas* | 29.91 | 38.07 | + 8.16 | + 27.3 |
|  | Unités de transport | 15.17 | 15.49 | + 0.32 | + 2.2 |
|  | Zones vertes et autres zones urbaines non construites | 73.16 | 47.87 | - 25.29 | - 34.6 |
|  | Forêts | 15.98 | 15.99 | + 0.1 | + 0.1 |
|  | Eau | 4.88 | 6.37 | + 1.49 | + 30.6 |
|  | Zones agricoles et autres zones non construites | 362.22 | 356.13 | - 6.09 | - 1.7 |

* Comprend toutes les zones industrielles/commerciales ayant des infrastructures d'approvisionnement en eau, des sites de construction et d'extraction de minerais.

113. La Figure 19 montre le développement de zones construites dans des zones définies dans l'étude comme urbaines, périurbaines et rurales. La croissance relative la plus importante dans les zones urbanisées s'est produite dans la zone définie comme urbaine et la plus faible dans la zone urbaine. Cela signifie que le développement des zones

rurales construites est plus dynamique – bien que l’on parte d’une base initiale plus petite – alors qu’en termes absolus, les zones urbaines connaissent la croissance de zones construites la plus importante. La Figure 20 montre la situation actuelle : Les zones urbaines abritent 77% du sol bâti, les zones périurbaines 55% et les zones rurales 6%.

Figure 22: Développement des zones bâties en 1988, 1999 et 2008

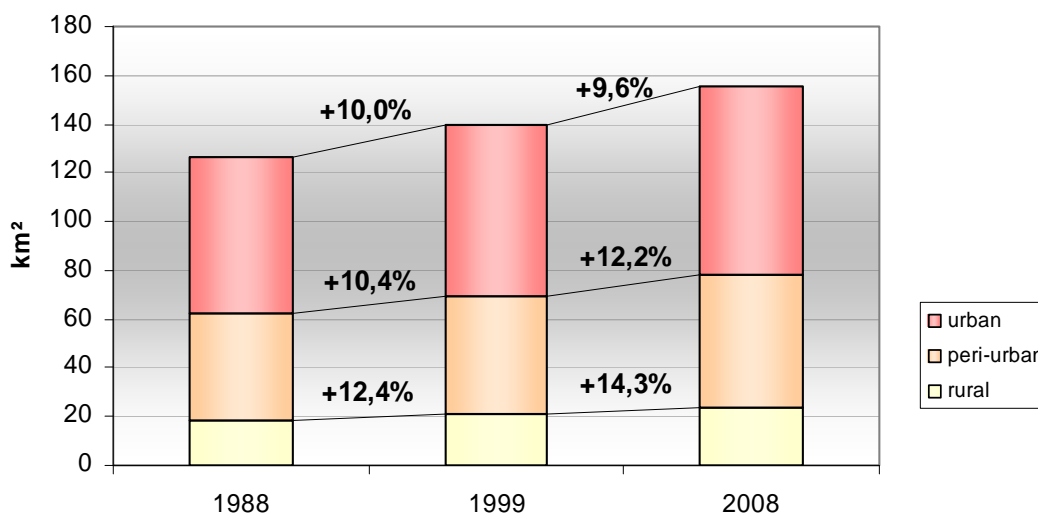
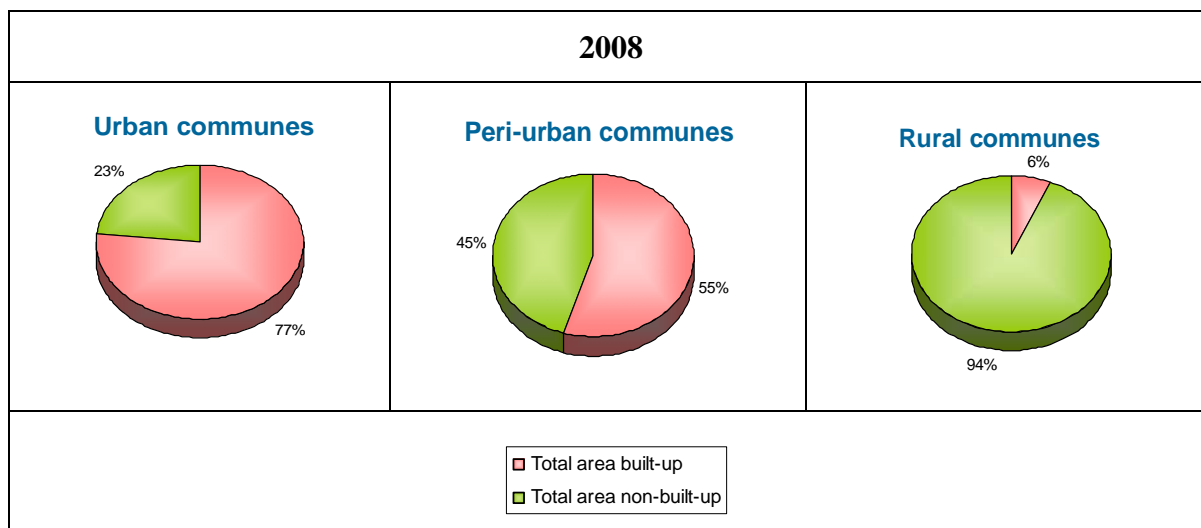


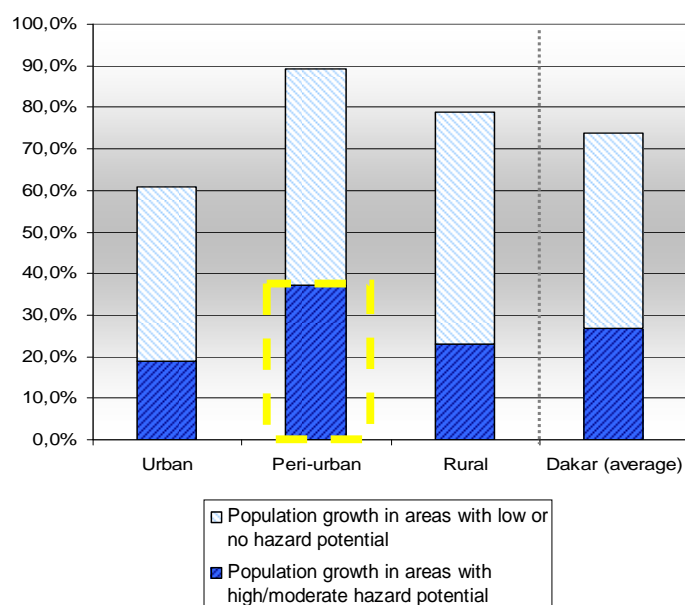
Figure 23: Part totale des zones bâties dans les communes urbaines, périurbaines et rurales en 2008



4.3.2.2 Exposition Sociale et Vulnérabilité

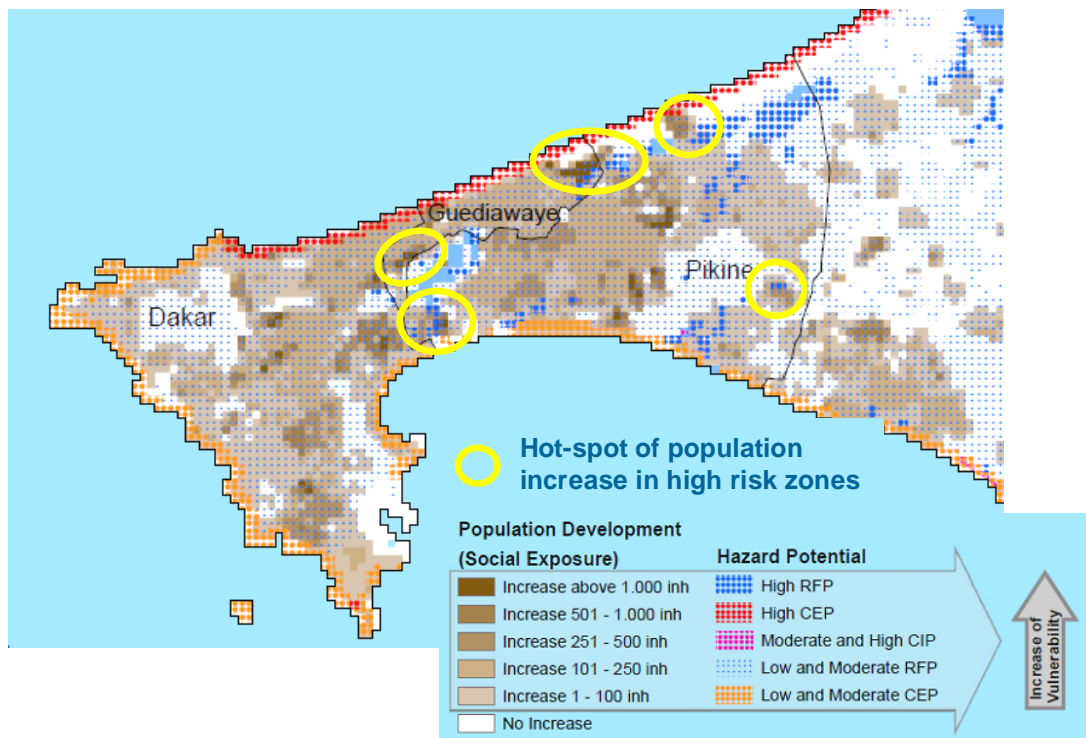
114. Cette section s'intéresse aux relations entre la croissance de la population dans la période 1988/1999/2008 et les zones confrontées au risque d'inondation (PRI=Potentiel Relatif d'Inondation), d'érosion côtière (PEC) et d'inondation côtière (PIC). Comme le montre la Figure 21, une bonne part de la croissance de la population au cours de cette période a eu pour cadre des zones exposées à un potentiel de risques modéré ou élevé ; et la zone périurbaine a le pourcentage de croissance de population le plus élevé parmi les zones exposées aux périls. Dans les communes périurbaines de Dakar, près de 40% de la nouvelle population s'est installée sur des zones présentant un risque potentiel très élevé d'inondation, d'érosion côtière ou de montée du niveau de la mer. Ce taux est deux fois plus élevé comparé aux communes urbaines (19%) et rurales (23%) de la région métropolitaine de Dakar.

Figure 24: Croissance de la Population dans la période 1988 - 2008 dans les zones présentant différents risques potentiels



115. La Figure 22 donne encore une autre représentation de l'exposition sociale et de la vulnérabilité avec les ellipses jaunes représentant les zones ayant eu une croissance de population élevée entre 1999 et 2008 et des risques potentiels très élevés.

Figure 25: Points chauds de l'Exposition sociale en fonction de la Croissance élevée de la Population entre 1999 et 2008 et des risques potentiels élevés



4.3.2.3 Exposition Economique et Vulnérabilité

116. Les liens entre exposition économique et vulnérabilité sont basés sur les prix de la terre recueillis lors d'une consultation locale. Les prix de la terre sont exprimés en \$ US au km² (Figure 23). Selon ces chiffres, la région métropolitaine de Dakar représente une valeur foncière totale de 44 milliards de \$ US et 4,9% de cette valeur, soit 2,15 milliards de dollars, sont exposés à des risques potentiels très élevés.
117. De plus, le Tableau 11 montre les valeurs foncières exposées à des risques potentiels très élevés selon que les zones soient urbaines, périurbaines ou rurales et selon le type de risques. Si pour les zones urbaines, l'exposition la plus importante concerne l'érosion côtière, dans les zones périurbaines et rurales, le risque le plus important pour la valeur des terres est celui des inondations.

Figure 26: Exposition économique aux périls en fonction de la valeur foncière (\$ US par km²)

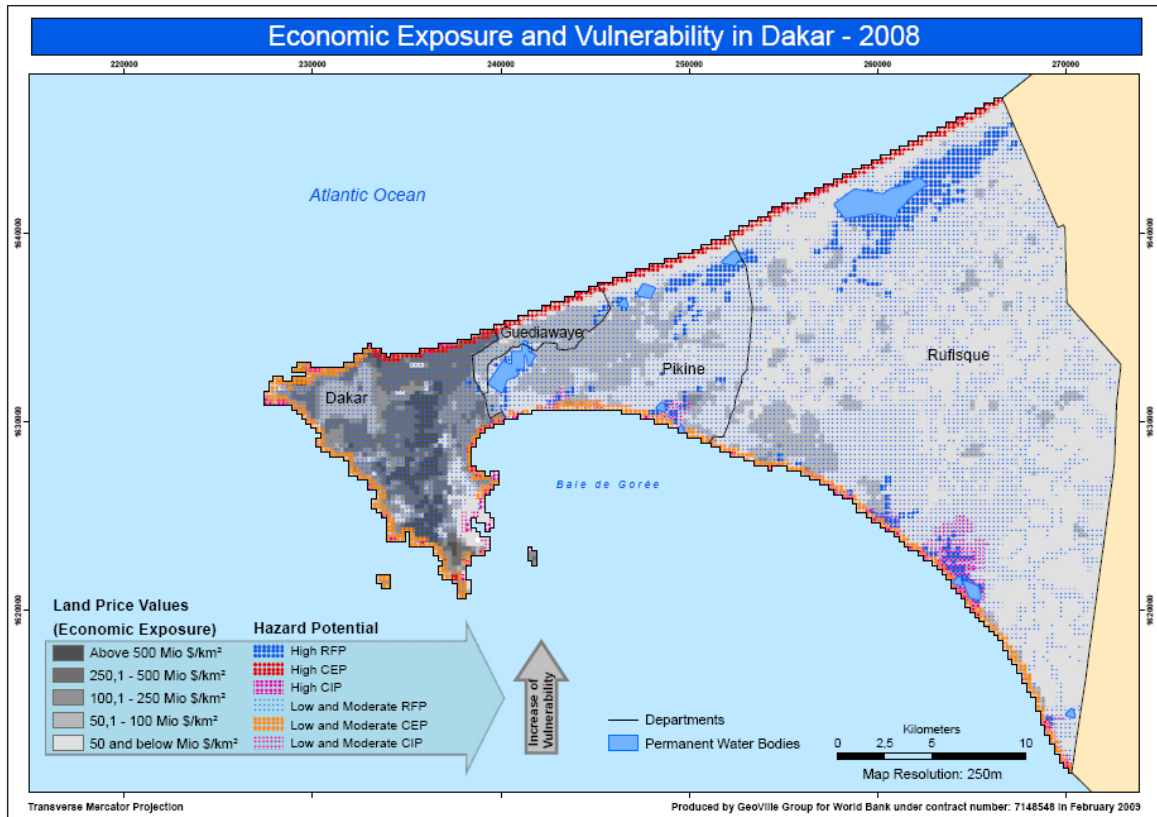


Tableau 11: Valeurs foncières exposées à des risques potentiels élevés (\$US)

| Type de Péril | Urbain | Peri-urbain | Rural | L'aire métropolitaine de Dakar (total) |
|-----------------------------|------------|-------------|--------------|--|
| Inondations des dépressions | 134 | 291 | 751 | 1,176 |
| Erosion Côtière | 501 | 115 | 97 | 257 |
| Inondation Côtière | 73 | 2 | 181 | 714 |
| TOTAL | 709 | 408 | 1,030 | 2,147 |

4.3.2.4 *Zones construites exposées aux périls*

118. On retrouve un exemple de résultat d'analyse spatiale à la Figure 24. Les périls potentiels ne sont superposés que sur les zones urbanisées et le modèle de périls potentiel présent sur les autres cartes est donc absent ici.
119. Ce genre de cartes montre le type de zones urbanisées qui est exposé aux périls ainsi que le type et le degré de périls potentiels. Sur la partie supérieure de la Figure 24 (détaillée), on peut constater que le risque potentiel d'inondation faible à modéré est très présent dans les zones respectives et que la zone ayant un risque potentiel d'inondation très élevé semble limité dans l'espace. De même, dans cette zone, le potentiel d'érosion côtière menaçant la région côtière sud est faible à modéré.
120. Ainsi ce type de carte, ou des cartes similaires, peut servir de base pour la planifier la réalisation d'infrastructures telles que les évacuations d'eaux usées ou la mise en place de mesures d'aménagement technique pour réduire localement les risques. Un autre type de carte a été élaboré puisqu'il y avait une sorte de zone bâtie ayant une certaine importance économique. Il montre le type et le degré de périls potentiels ainsi que l'étendue des zones industrielles, commerciales ou de circulation exposées à ces périls (Figure 25). Là encore, un détail est mis en exergue sur la partie supérieure de la Figure. La carte montre que les zones où les activités économiques occupent d'importantes proportions, sont exposées à un risque d'inondation ou d'érosion côtière faible à modéré.

Figure 27: Zones bâties exposées aux périls avec les détails mis en exergue sur la partie supérieure (2008)

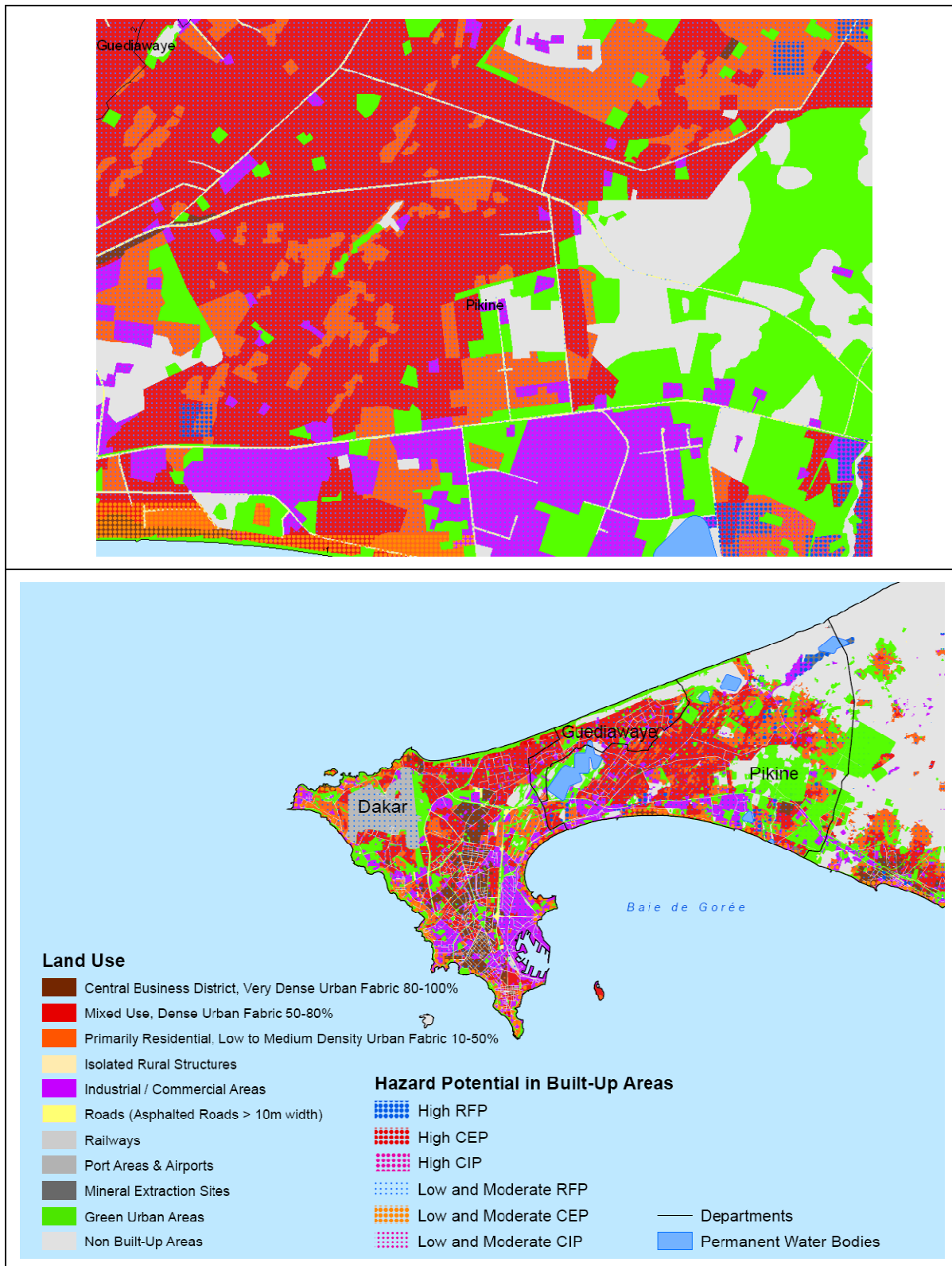
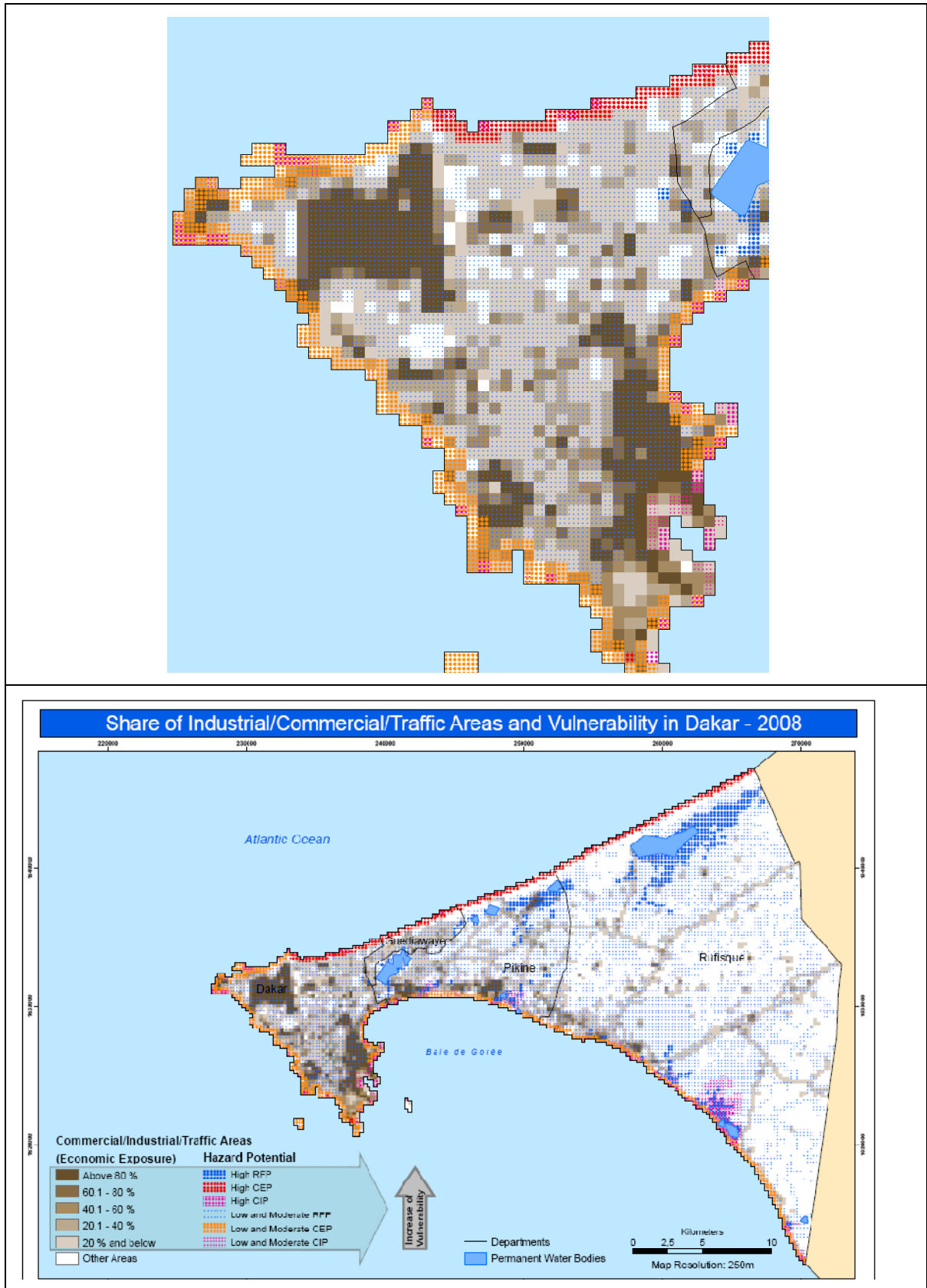


Figure 28: Proportion des zones industrielles, commerciales et de circulation et Exposition aux périls en 2008



4.3.2.5 Zones non construites exposées aux périls

121. Le dernier type d'analyse spatiale a été utilisé pour étudier les potentiels de périls dans les zones non bâties. On retrouve les résultats pour 2008 à la Figure 27. On peut reconnaître les zones de dépression, particulièrement sur la partie agrandie au dessus de la carte; celles-ci sont plus susceptibles d'être inondées que les zones environnantes ayant des pentes plus douces. Ce type de carte peut servir à conseiller les administrations municipales sur la question du zonage de l'occupation des terres. Les zones ayant un potentiel de périls très élevé ne devraient par exemple pas être affectées à la construction.

122. La portée de cette étude ne permet pas d'évaluation spatiale ou structurelle détaillée, mais elle fournit la base d'une planification de recherches plus approfondies, y compris un travail in-situ pour élaborer des cartes de zonage de l'occupation des terres. La Figure 26 montre le pourcentage des zones non bâties dans les communes urbaines, périurbaines et rurales qui sont exposées à des niveaux de risques potentiels très élevés.

Figure 29: Zones non bâties en 2008 exposées à des risques potentiels très élevés

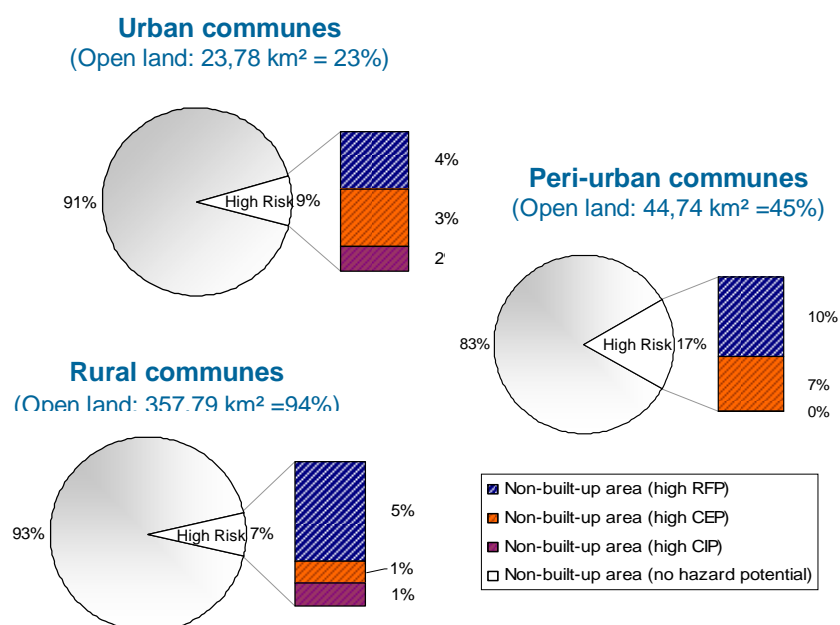
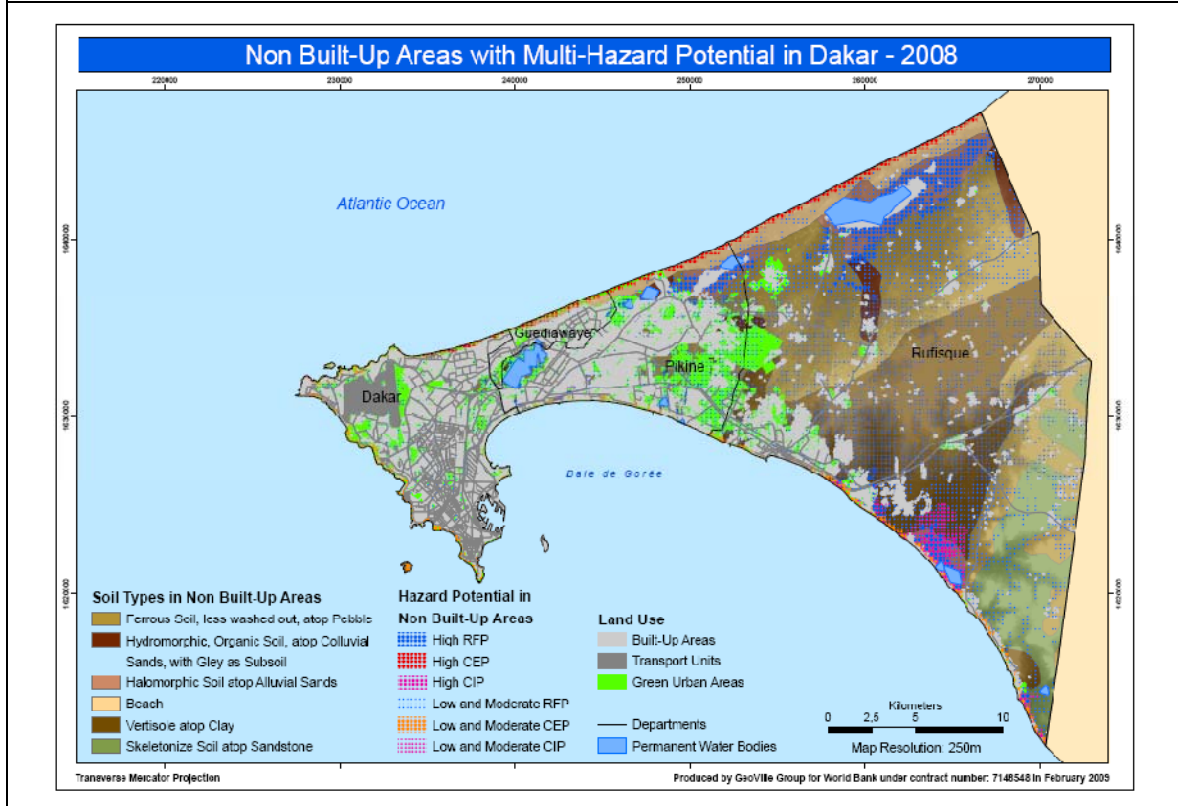
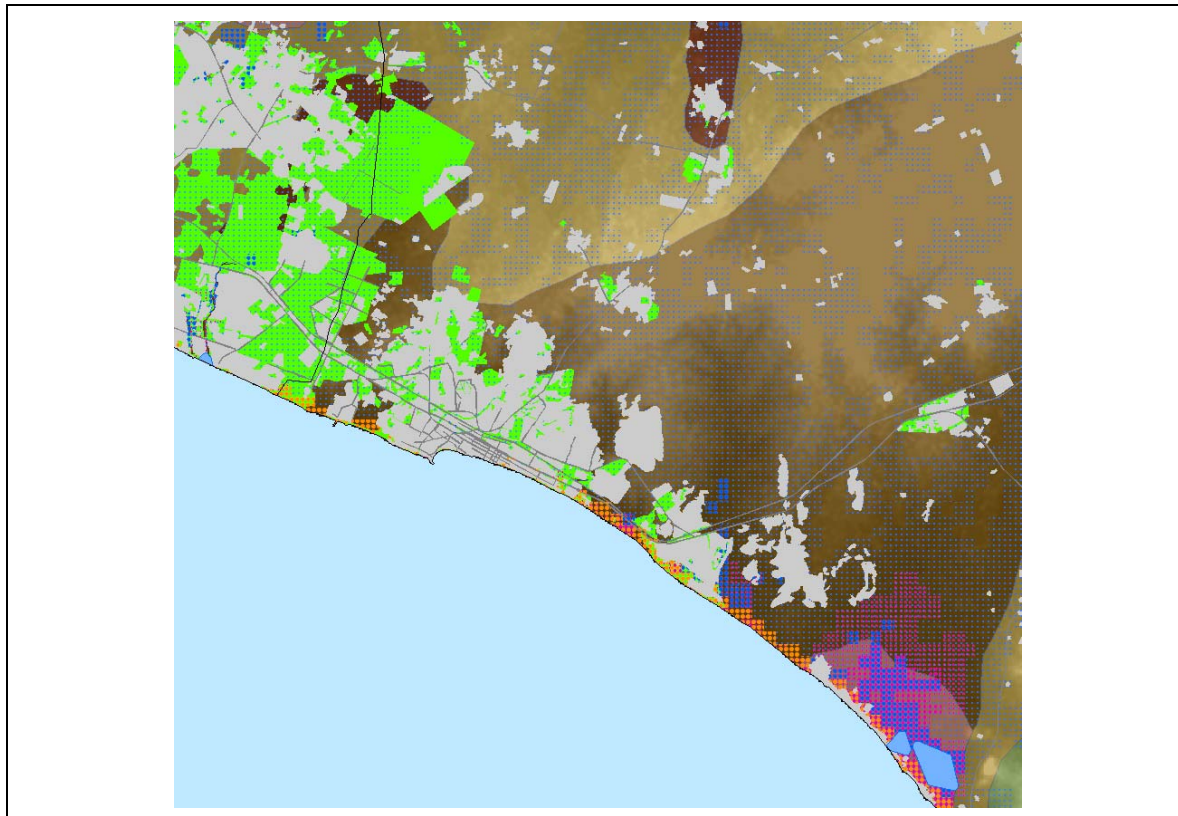


Figure 30: Potentiels de risques dans les zones non bâties



5. Caractérisation des Points chauds et Evaluation des capacités institutionnelles

5.1 Aperçu

123. Le Sénégal a mené activement une stratégie de Réduction des Risques de Catastrophes aux niveaux national et régional, dans le cadre de sa Stratégie de Réduction de la Pauvreté (SRP) (FMI, 2007). Cette stratégie, qui avait été élaborée dans le cadre de la Stratégie Régionale Africaine pour la Réduction des Risques de Catastrophes, a été à l'origine de nombreux programmes au niveau national – y compris la mise en place d'un Comité de gestion des inondations et de catastrophes sous la coordination du Ministère de l'Intérieur. Ce Ministère est également responsable de l'organisation des secours au niveau national (ORSEC). De plus, un plan spécial de gestion des inondations appelé Plan « JAXAAY » a été mis en place dans le but d'améliorer l'efficacité des services fournis dans les zones sensibles aux inondations. Cependant, le cadre de mise en œuvre de la gestion des risques au niveau local est ambigu, complexe et flou.
124. Par exemple, dans le cas des inondations, la Maire est souvent responsable de la réponse aux catastrophes, mais il a très peu d'influence sur la réduction de leurs impacts puisque les politiques sont déterminées au niveau national. Au Sénégal, six départements sont impliqués dans la gestion des inondations au niveau national : le Ministère de l'Urbanisme, le Ministère de l'Environnement, le Ministère de l'Aménagement du Territoire, le Ministère de l'Intérieur, le Ministère de l'Hydraulique et le Ministère de la Prévention (Mbow et al. 2008). Le mécanisme de coordination entre les Ministères est faible, ce qui affaiblit d'autant plus la coordination au niveau local.
125. Bien que le Sénégal ait déconcentré des pouvoirs importants aux collectivités locales dans le cadre du processus de décentralisation, celles-ci ne disposent pas des financements adéquats pour investir dans les infrastructures et la fourniture de services. Elles font également face à un manque de compétences en général. Le manque de compétence technique est encore plus poignant en ce qui concerne la prise en charge de questions complexes telles que les risques liés à la variabilité climatique. Il est essentiel de prendre des mesures de réduction des risques de catastrophes en amont telles que la planification de l'occupation des sols et de la mise en place des infrastructures pouvant réduire l'exposition aux périls naturels au niveau local dans une ville en croissance rapide comme Dakar.

5.2 L'enquête de Préparation « Primer » (Typologie de la ville et Matrice de caractérisation des risques)

126. Une étude spécialement conçue à cet effet a été mise en œuvre pour évaluer la capacité institutionnelle de Gestion des Risques de Catastrophes (GRC) au niveau local. Il s'agit de la Typologie de la ville et de la Matrice de caractérisation des risques ou plus simplement du Questionnaire de *Préparation (Primer)* (Banque Mondiale, 2008b). L'exercice d'évaluation élaboré par la Banque Mondiale identifie les caractéristiques humaines et de l'environnement bâti de la ville, ainsi que les impacts potentiels des périls naturels et des risques liés aux changements climatiques³⁵.

³⁵ L'évaluation va aussi identifier (i) les prérogatives locales du gouvernement et les autorités qui devraient leur permettre de conduire des actions pour gérer les impacts potentiels du changement climatique et des périls

127. Le Questionnaire de *Préparation* (Primer) est conçu pour donner un aperçu de toutes les questions et activités importantes qui pourraient affecter la ville ; il devrait être rempli par un certain nombre d'acteurs clés de la ville. Il est divisé en catégories d'attributs (de A à K) dans quatre domaines clés. Nous rallongeons le questionnaire avec des modules additionnels : (i) Evaluation de la vulnérabilité pour diverses conséquences du changement climatique, (ii) Préparation et réponse aux différents périls naturels dans les zones d'expansion périurbaines, (iii) Cadre institutionnel et (iv) Zones périurbaines.

Tableau 12: Typologie de la ville et Matrice de Caractérisation des Risques

| | |
|--|---|
| Description de la ville | |
| Catégorie A | localisation géographique de la ville |
| Catégorie B | La taille et les principales caractéristique de la ville et de sa population |
| Catégorie C | Structure de la gouvernance et gestion des périls |
| Catégorie D | Responsabilités en matière de gestion des risques de catastrophe et des changements climatiques |
| Catégorie E | Ressources financières |
| Catégorie F | L'environnement bâti de la ville |
| Impacts politiques et économiques | |
| Catégorie G | Impact politique d'une catastrophe affectant quelques villes |
| Catégorie H | Impact des catastrophes sur les activités économiques les plus pertinentes de la ville |
| Périls naturels | |
| Catégorie I | La menace de périls naturels |
| Catégorie J | Système de réponse aux catastrophes et existence d'un plan de réponse d'urgence de la Ville |
| Impacts des changements climatiques | |
| Catégorie K | Impact des changements climatiques |

naturels, et (ii) les principales zones vulnérables et à risques. Cette connaissance fournit des informations précieuses en vue de définir les actions prioritaires qui empêcheront la ville de devenir un « Point Chaud ».

128. L'étude a recueilli les informations sur la gestion des risques de catastrophes auprès de quatre départements administratifs de la Région métropolitaine de Dakar : Dakar, Guédiawaye, Pikine et Rufisque. Elle a été mise en œuvre en décembre 2008 à l'aide du questionnaire en annexe. Le questionnaire est divisé en 3 modules: 1) Définition des points chauds; 2) Cadre institutionnel et 3) Zones périurbaines. L'étude a été conduite par une Consultante Locale, avec l'aide de deux professionnels. Une large gamme d'autorités décentralisées avaient été interrogées, notamment les Préfets, les autorités locales (Maires, Députés-Maires), des techniciens des villes de Dakar, Guédiawaye, Pikine et Rufisque, des spécialistes de l'Aménagement urbain, des experts financiers et des Responsables d'hôtels.

5.3 Résultats de l'Etude

5.3.1 Données générales sur les Départements

129. La Métropole de Dakar (Région de Dakar) s'étend sur 550 km² soit 0,28% du territoire national, mais elle a la densité de population la plus importante avec 4 122 habitants au km². Cependant la population est inégalement répartie avec 22 108 habitants au km² dans le département de Guédiawaye et 842 habitants au km² à Rufisque.³⁶ Compte tenu de ce fait, Rufisque est le département le moins peuplé et du fait de ses caractéristiques rurales, elle dispose des réserves foncières les plus importantes, notamment dans les communautés rurales de Yène et Sangalkam.

130. La Région métropolitaine de Dakar a une population de 2 167 893 répartie comme suit : Département de Dakar: 871 038; Guédiawaye : 259 972; Pikine : 767 046 et Rufisque: 269 737 habitants.³⁷ Selon la même source, les taux de croissance annuelle de la population entre 2002 et 2006 s'élevaient respectivement à 2,96%, 2,9%, 3,9% et 3,32% pour Dakar, Guédiawaye, Pikine, et Rufisque. Le département de Guédiawaye est le plus petit (12,9 km²) et présente la densité de population la plus élevée (22 108 habitants au km²), suivie par Dakar avec une densité de 13 366 habitants au km² vivant sur 78,5 km², Pikine (9 777 habitants au km² sur 86,8 au km²) et Rufisque qui est le département le plus vaste (371,8 km²) et qui a la densité de population la plus faible (842 habitants au km²).

131. L'habitat spontané, qui se définit comme l'occupation à usage d'habitation de zones non préalablement loties suivant les règles de l'urbanisme, est une des manifestations les plus visibles de la plupart des villes des pays en développement. Les statistiques en la matière ne sont pas très fiables ; ce d'autant plus que l'on a tendance à confondre ici bidonvilles, taudis, habitat irrégulier, habitat spontané et villages traditionnels intégrés à la ville. Certains spécialistes estiment cependant que 30% de la population urbaine sénégalaise, soit environ 1 300 000 habitants vivent dans des quartiers spontanés. La plus grande concentration d'habitat spontané au Sénégal se trouve actuellement dans l'agglomération de Pikine-Guédiawaye où l'on compte près de 600 000 habitants (Diagne, 2002) qui, dans notre étude, peut être classée comme étant périurbaine.

³⁶ Source : Situation économique et sociale de la région de Dakar-année 2006, ANSD, Service Régional de la Statistique et de la Démographie de Dakar (SRSD), Octobre 2007.

³⁷ Source : Situation économique et sociale de la région de Dakar-année 2006, ANSD, Service Régional de la Statistique et de la Démographie de Dakar (SRSD), Octobre 2007.

Tableau 13: La Population des Etablissements Humains autorisés et des Etablissements Humains non-autorisés dans la Région de Dakar³⁸

| | Région | % | Dakar | % | Pikine | % | Rufisque | % |
|---------------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|----------|-------|
| Habitat (régulier, immeubles, Villas) | 4674.1 | 62.28 | 2952 | 89.05 | 1482.3 | 42.95 | 239.96 | 32.5 |
| % | 100 | | 63.15 | | 31.71 | | 5.14 | |
| Spontané | 1633.1 | 21.76 | 98.32 | 2.98 | 1464.2 | 42.42 | 70.58 | 9.57 |
| % | 100 | | 6.02 | | 89.65 | | 4.33 | |
| Type villageois | 1196.7 | 15.96 | 264.36 | 7.97 | 504.74 | 14.63 | 427.63 | 57.93 |
| % | 100 | | 22.09 | | 42.17 | | 35.74 | |
| TOTAL | 7504 | 100 | 3314.7 | 100 | 3451.1 | 100 | 738.17 | 100 |

Source : enquête ménages CAUS- PDU de Dakar 2025

132. Lorsqu'on s'intéresse toujours au pourcentage de la population flottante³⁹, le département de Dakar présente le taux le plus faible (2,98%). Les taux les plus élevés se retrouvent à Guédiawaye, Pikine et Rufisque. On note cependant une variabilité des données concernant Guédiawaye car notre propre calcul basé sur les résultats du dernier recensement effectué en 2002, donne un résultat de 37,5% alors que le Profil Environnemental de Guédiawaye (IAGU, 2005) donne 70%. En ce qui concerne Rufisque, la Maire a donné le chiffre de 22,95% et pour Pikine, le taux est de 64,2% (Audit Urbain de Dakar, 1999).

5.3.2 Structure de gouvernance liée à la Gestion des risques de catastrophes

Système actuel de gestion des risques de catastrophes

133. Traditionnellement, la gestion des périls et des catastrophes est assuré au Sénégal par deux types de mécanismes : La Commission Supérieure de Protection Civile (CSPC) qui a des subdivisions au niveau des régions et des départements et la Direction de la Protection Civile (DPC).

³⁸ Enquête ménages CAUS-PDU de Dakar 2025

³⁹ Dans la population flottante on retrouve les personnes vivant dans les zones irrégulières, les occupations spontanées (dans des zones qui n'ont pas été morcelées) et les villages traditionnels. Notre calcul (pour Guédiawaye) a été fait de la façon suivante : population des quartiers irréguliers (Medina Gounas & Wakhinane Nimzat) / Population totale du département × 100.

134. La CSPC est une structure consultative spéciale dans le domaine de la défense civile qui a été mise en place par le Gouvernement pour la prévention des risques. Elle est présidée par le Ministre de l'Intérieur et est représentée au niveau administratif par les commissions régionales et les commissions auxiliaires de protection civile. Elle comprend des représentants de la Présidence de la République, de la Primature, de l'Assemblée Nationale, des Ministères, des autorités locales, du secteur privé et des organisations de la société civile, etc. (Décret n° 99 – 158 du 22 février 1999).
135. La Direction de la Protection Civile (DPC) est chargée d'assurer, en temps de paix ou de guerre, la protection des personnes ainsi que la conservation des installations, des ressources et des biens publics et privés. Elle dirige les différents services de la protection civile à tous les échelons et peut disposer, notamment du Groupement National des Sapeurs Pompiers (GNSP). La DPC assure le secrétariat permanent de la Commission Supérieure de Protection Civile et comprend :
- Une Division des Etudes et des Opérations de défense civile ;
 - Une Division Administrative et Financière ;
 - Le Secrétariat Permanent de la Commission Supérieure de Protection Civile ;
 - Le Centre de Formation et de Perfectionnement de la Protection Civile de Dakar.

Sa mission consiste, dans le domaine de la prévention à :

- Elaborer des projets de textes sur la protection civile ;
- Organiser, avec les Commissions Régionales et Auxiliaires de Protection Civile, et avec des comités techniques interministériels, des visites de prévention dans les établissements recevant du public, les installations classées, les immeubles de grande hauteur et tout autre établissement présentant des dangers;
- Exploiter les rapports issus des visites de prévention ;
- Emettre des avis, sous forme d'étude de sécurité, sur les dossiers de projet de construction des établissements recevant du public, des installations classées et d'immeubles de grande hauteur. Ces avis sont préalables à la délivrance de l'autorisation de construire ;
- Former, informer et sensibiliser la population sur la prévention des risques.
- Dans le domaine de la gestion des catastrophes, sa mission consiste à :
- Elaborer des plans de secours, notamment le plan Orsec;
- Formuler des avis sur les Plans Particuliers d'Intervention (P.P.I.) et les Plans d'Opérations Internes (P.O.I.);
- Etablir les fichiers régionaux des moyens pouvant être mobilisés en cas de déclenchement du plan Orsec. La Direction de la Protection Civile préside le Comité national de gestion des moyens du plan Orsec;
- Assurer la tenue du fichier des réservistes de la protection civile;

- Elaborer des programmes particuliers de gestion de certains risques : réhabilitation et implantation des bouches d'incendie, installation de paratonnerres, etc.

136. La structure hiérarchique entre les institutions de protection civile est descendante: au sommet, on a la Commission Supérieure de Protection Civile (CSPC), puis la Commission Régionale de Protection Civile (CRPC) et la Commission Auxiliaire de Protection Civile (CAPC). La Division de la Protection Civile (DPC) joue un rôle d'interface entre ces trois (3) organisations et coordonne tous les moyens du plan ORSEC.

137. Les relations fonctionnelles entre ces organisations de la protection civile peuvent se résumer comme suit : en cas de catastrophe à Rufisque par exemple, le préfet, dépendamment de la gravité de la situation, initie le Plan ORSEC à l'échelle départementale via la CAPC qu'il dirige. Auparavant toutefois, un travail de localisation, d'identification et de mobilisation des moyens doit être fait par lui-même. Si la commission est dépassée ou si l'ampleur de la catastrophe se généralise aux autres Départements de la région, le Gouverneur s'en saisit suite aux instructions de la Direction de la Protection Civile. Cette dernière en fait, joue un rôle de « tampon réglementaire et administratif » entre les commissions régionale, départementale et la commission supérieure de protection civile dont elle assure le secrétariat.

138. Si la catastrophe est notée dans plusieurs régions, la DPC demande au Ministre de l'Intérieur via la CSPC de déclencher le plan ORSEC national. Toutefois, les Préfets et Gouverneurs sont souvent dépassés car le travail de recensement et de mise à jour des moyens aux échelles départementales et régionales n'est pas correctement fait.

Le cadre institutionnel comprend également :

- la Cellule Nationale de Prévention et de Lutte contre les Inondations (CNPLI) présidée par le Ministre de l'Intérieur (créé par décret n°2004-1153 du 18 août 2004 modifiant le décret n°2003-685 du 13 novembre 2003) ;
- Le Comité de pilotage des programmes de prévention des risques et de gestion des accidents en milieu professionnel, dans le cadre de la charte signée en septembre 2002 entre le Ministre de l'Intérieur et le Président du Conseil National du Patronat (CNP) qui est l'une des organisations patronales les plus représentatives au Sénégal;
- le Comité de pilotage du protocole d'accord portant sur la prévention des noyades dans les zones de baignade et de traversée par embarcation, signé en mars 2004 entre le Ministre de l'Intérieur et le Président de l'Association des Maires du Sénégal (AMS).
- La Plateforme nationale de réduction des risques et catastrophes animée par le Conseil Supérieur de Prévention, de Gestion des Risques et Catastrophes

139. Le dispositif compte aussi une Commission nationale du développement durable (CNDD), le Centre National Météorologique de Yoff, le Centre de Suivi Ecologique (CSE), le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature, des Bassins de rétention et des Lacs artificiels et tout récemment le Réseau des Parlementaires pour la Réduction des Risques de catastrophes.

140. En outre, le Gouvernement a défini, à la suite de concertations organisées avec les auteurs concernés, au sein des commissions susvisées:

- un plan d’actions national portant sur la prévention des risques en vue d’intégrer les politiques et programmes définies dans ce domaine dans la stratégie et la politique de développement durable ;
 - un programme national à court et moyen termes de prévention des inondations et de protection des localités exposées à ce risque (2004-2007). Ce programme comporte (i) la construction de digues de protection des localités exposées aux risques de crue, (ii) la construction de canaux et de stations de pompage, (iii) l’aménagement de bassins de retenue collinaires, et (iv) le transfert sur des sites à viabiliser de quartiers ou villages implantés sur des zones inondables.
141. Enfin, le Gouvernement a organisé, entre juillet et décembre 2004, une consultation au sein d’un groupe d’experts sénégalais et internationaux (avec le soutien du BIT) pour la définition d’un système de maîtrise des accidents industriels majeurs. Ce système comporte :
- la mise sur pied d’une cellule nationale pour la maîtrise des accidents industriels majeurs ;
 - le renforcement du cadre législatif et réglementaire sur les accidents industriels majeurs;
 - la création d’un Institut national d’études et de recherches sur les accidents industriels majeurs ;
 - le renforcement des capacités à la maîtrise des accidents industriels majeurs ;
 - la définition d’un plan de gestion des accidents industriels;
 - l’organisation d’une campagne de promotion du projet auprès de tous les acteurs concernés.
142. Dans les programmes multisectoriels susvisés, des mesures ont été préconisées en vue favoriser l’intégration de la prévention des risques dans les priorités définies dans les plans de développement économique et social, dans les programmes de développement durable et de lutte contre la pauvreté et dans les plans nationaux de mise en œuvre des objectifs du millénaire de l’ONU.
143. Un certain nombre d’institutions académiques et de recherche ou autres travaillent sur les catastrophes et les changements climatiques. Parmi elles, figurent :
- L’Institut des Sciences de l’environnement (ISE) de la faculté des sciences et techniques de l’Université Cheikh Anta Diop de Dakar (CAD),
 - Le Laboratoire de Physique de l’Atmosphère de la faculté des sciences et techniques de l’UCAD,
 - Le Centre de Suivi Ecologique (CSE),
 - Le Centre Régional pour l’Amélioration à l’Adaptation à la Sécheresse (CERAAS/ISRA),
 - Adaptation aux Changements Climatiques en Afrique (ACCA) du Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI),
 - L’Institut des Sciences de la Terre (IST),
 - La Direction Nationale de la Météorologie,

- L'Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU),
- ENDA
- GREEN Sénégal (Groupe de Recherche et d'Etudes Environnementales),
- La Fédération des Organisations Non Gouvernementales du Sénégal).

144. Sur le plan de l'administration territoriale, l'Etat est représenté à l'échelle départementale par le préfet qui est nommé pour une durée indéterminée, tandis que l'autorité municipale est représentée par le maire, élu pour une durée de 5 ans. De manière générale, les municipalités ne disposent pas d'un département chargé de la gestion des risques. Pour Pikine, il y a toutefois, à l'échelle communale la Direction des Affaires Sociales, Sanitaires et Educatives (DASSE) qui s'occupe d'assistance publique aux populations. Elle dispose, en outre de trois (3) ambulances médicalisées et de cinquante (50) secouristes, fruit de la coopération italienne.

145. Pour Rufisque, il y a en plus au sein de la mairie, une Commission sécurité à laquelle peut être ajoutée la direction des services techniques qui est chargée des visites de prévention et de conformité ; le secrétariat est assuré par les Sapeurs pompiers. Dans toutes les Villes, il existe au sein de l'organisation municipale un département de l'Environnement. A l'échelle régionale, il y a la Direction de l'Environnement, des Etablissements classés et le Service Régional de l'Environnement. A Guédiawaye, comme à Pikine, on a aussi au sein de la préfecture, le service chargé de la gestion de l'environnement qui est géré par le chef du service d'hygiène.

Ressources Financières des Villes de la région métropolitaine de Dakar

146. Il faut noter une importance relative du volume cumulé des recettes (47,4 milliards) comme celui des dépenses (47,3 milliards). Nonobstant cette relative importance, ce budget cumulé ne représente que moins de 2% du PIB régional. Ce tableau permet aussi de voir que le budget de la Ville de Dakar est passé de près de 2 milliards en 1985 à **10 milliards** en 1996 pour passer à 24 milliards en 2004 et 26 milliards en 2005 et plus de 28 milliards en 2006, soit plus de 50 % des budgets des collectivités locales de l'agglomération. Ceci montre un net déséquilibre financier entre les collectivités locales de la région. La composition des dépenses confirme la prédominance des dépenses de fonctionnement sur celles d'investissement, respectivement 59% contre 41% (source : CDS, IAGU, 2008).

147. Les recettes sont constituées à 94% de recettes ordinaires alors que du côté des dépenses, une part relativement importante est consacrée au fonctionnement (68%) laissant une petite marge à l'investissement. Cependant, comparé à la richesse régionale, le prélèvement des collectivités locales est très faible (2%) et reste très en deçà du prélèvement réalisé par l'Etat (13%). Mais cette situation est plus imputable à la nature des impôts prélevés par entité qu'à un manque de performance des collectivités locales. (Source : CDS, IAGU, 2008).

148. L'interprétation que nous pouvons faire des résultats de notre enquête est que le budget total des départements varie entre environ 841, 21 millions (Guédiawaye) et 36, 73 milliards (Dakar). Ceux de Rufisque et Pikine sont respectivement de 6,33 milliards et 8,85 milliards. Ces budgets sont surtout constitués des taxes et impôts locaux (à près de 90%) pour tous les départements. Les subventions en provenance du niveau central restent encore assez faibles et se situent en- deçà de 2%. Les fonds en provenance des marchés intérieur et international sont souvent non spécifiés.

Gestion des changements climatiques et des périls à l'échelle des Départements

149. Les périls liés aux aléas climatiques ou à l'action de l'homme augmentent de plus en plus. La concentration de populations dans les grandes agglomérations, leur installation dans des zones à risques et le développement des activités économiques sur certains sites rendent les populations vulnérables aux catastrophes et accidents majeurs.
150. Le Sénégal a connu plusieurs catastrophes dont l'explosion d'une citerne d'ammoniac en 1992, dans l'usine SONACOS à Dakar, les effondrements de bâtiments (bâtiments vétustes et même bâtiments en cours de construction, dans certains cas, du fait de la non observation des normes en matière de construction), les inondations dans plusieurs localités (absence de canaux, sous dimensionnement des ouvrages existants par rapport à l'évolution démographique dans les villes). Ces accidents se sont traduits par un lourd bilan en pertes de vies humaines et de matériels. La survenue de tels sinistres a montré toute l'urgence d'avoir une bonne connaissance de la nature des risques qui menacent les populations, de leur localisation et des moyens à mettre en œuvre.
151. Les autorités gouvernementales, dans le but de faire face aux catastrophes naturelles et celles dues à l'action de l'homme, ont adopté depuis 1993 un Plan ORSEC pour coordonner les opérations de secours en cas de catastrophe. Dans le cadre de la prévention des risques, le Gouvernement a mis en place en 1993, une Commission Supérieure, des Commissions Régionales et Auxiliaires de Protection Civile. En outre, des Commissions portant sur la gestion de certaines catastrophes particulières ont également été mises en place, notamment la Commission Nationale de Prévention et de Lutte contre les Inondations.
152. Les travaux menés par ces Commissions et le recensement des risques effectué en octobre 2002 par la Direction de la Protection Civile, en relation avec les Autorités administratives, ont permis de cerner les zones où des risques certains existent pour les populations, la nature de ces risques et les mesures de prévention à prendre. Il est aujourd'hui nécessaire de faire visualiser sur des cartes, l'ensemble de ces données, afin de permettre aux Autorités d'une part, d'avoir une base de données plus lisible sur les risques et les moyens existants et d'autre part, de prendre les décisions idoines de renforcement des moyens d'intervention et de gestion des catastrophes. Cette étude fournit une base de données pratique et des plans d'actions pour appuyer les initiatives.
153. Concernant la gestion des risques de catastrophes à l'échelle départementale, les responsabilités sont clairement spécifiées, conformément à la lettre de mission de la Direction de la Protection Civile, tant au niveau déconcentré que décentralisé. Toutefois pour ce qui est de la gestion des changements climatiques, compte tenu du caractère très technique, le préfet s'en réfère à la Direction régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés. Pour le cas particulier de Rufisque, le Services des eaux et forêts s'investit dans ce domaine. Les autorités qui se chargent des contrats pour les services sont le Préfet, les Maires de Villes et de Communes d'arrondissement et les Présidents de communauté rurale (cas spécifique de Rufisque)

5.3.3 Réglementations de l'Aménagement Urbain et l'Occupation des sols

154. En ce qui concerne la question de l'aménagement urbain, il existe beaucoup de documents de planification qui sont malheureusement sectaires et sous intégrés dans l'espace régional. En d'autres termes, les instruments techniques et réglementaires qui pourraient aider à la maîtrise du développement urbain doivent être appliqués.

155. Les Plans Directeurs urbains (PDU) sont jusqu'ici insuffisamment appliqués pour guider l'évolution spatiale correcte de la région. Le PDU est un document de référence qui vise à planifier et programmer le développement d'une agglomération à court et moyen termes (10 à 20 ans), en prenant en compte les objectifs globaux du développement régional. Il précise les perspectives socioéconomiques et démographiques de la région et de l'agglomération, et détermine les moyens et stratégies à mettre en œuvre pour atteindre un développement harmonieux et durable. De 1946 à 2001, il y a eu quatre Plans Directeurs Urbains (1946, 1961, 1967, et 2001) ; le dernier a été élaboré en Décembre 2006 (Dakar Horizon 2025), mais il n'a pas encore été validé, faute de décret d'application. En effet, sa validation avait été mise en sursis par les décideurs et assujettie à la réactualisation certaines données; ces données ont été mises à jour mais le décret d'application tarde à être signé.
156. Le Plan de Déplacements Urbains pour l'agglomération de Dakar (PDUD) Horizon 2025 a été conçu pour prendre en charge les graves problèmes de mobilité dans la région métropolitaine de Dakar et réorganiser le transport en développant les transports publics à Dakar. Le PDUD, qui date de septembre 2007 (et qui peut être consulté à la Direction de l'Aménagement Urbain, au Service Départemental de l'Urbanisme) n'est pas forcément pris en compte dans le cadre de la réalisation des grands travaux routiers qui sont souvent gérées par des agences spécialisées. Guédiawaye, Pikine et Rufisque s'appuient sur le PDUD ; cependant, dans le cas de Rufisque, on note l'existence d'un plan de lotissement accessible à la Direction des Services Techniques de la Ville et des Services Départementaux du cadastre et des domaines.
157. Le Plan Directeur d'Aménagement et de Sauvegarde des Niayes et Zones Vertes de Dakar (PDAS) qui a été validé depuis 2004, peine à asseoir sa véritable place dans la planification urbaine globale. Le PDAS est un plan spécifique pour les Niayes (zones de dépression) et les Zones Vertes au niveau de la région métropolitaine de Dakar.
158. Le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (SRAT) donne des orientations globales qui ne sont pas forcément prises en compte dans la réalisation des actions sur le terrain. En effet, le SRAT a été validé, mais sa mise en œuvre ne respecte pas réellement les prescriptions y incluses. Enfin, les actions prévues dans Plan Régional de Développement Intégré (PRDI) finalisé depuis 2004 ne sont pas encore mis en œuvre.
159. L'étude montre que le pourcentage de populations vivant dans des zones régulières est de 63% à Rufisque, 60% à Dakar, 35,8% à Pikine et 30% à Guédiawaye. Ces données renseignent sur le niveau d'irrégularité des départements, Guédiawaye étant avec Pikine, les départements où une grande majorité de la population locale réside dans des zones irrégulières. La densité de la population est très élevée dans les zones irrégulières du Département de Dakar (375 habitants au km² et près de 200 habitants au km² à Rufisque). A Dakar, la population des quartiers traditionnels et historiques tourne autour de 100 000 habitants, ce qui représente 11,5% de la population totale du département administratif, alors qu'à Rufisque, elle représente moins de 5% de la population totale du Département.
160. Pour ce qui est du code de la construction, le Sénégal dispose d'un Code de l'Urbanisme (Loi N° 88-05 du 20-06-1998) qui régit les normes de construction et qui est en cours de révision afin de mieux prendre en compte les risques qui peuvent survenir dans les bâtiments. Ledit Code stipule en son Chapitre 2, Article 69 que nul ne peut entreprendre sans autorisation administrative, une construction de quelque nature que ce soit, ou apporter des modifications à des constructions existantes sur le territoire des communes, ainsi que dans les agglomérations de plus de 5 000 habitants et les autres

agglomérations désignées dans le décret ou celles dont l'accroissement démographique, les extensions et les fonctions sont importantes. Cette obligation s'impose aux services publics et concessionnaires de services publics de l'Etat, des départements et communes et aux personnes privées.

161. L'autorisation de construire est délivrée soit par le Ministre de l'Urbanisme et de l'Habitat, soit par la Gouverneur de la région administrative où se fait la construction ou par le Directeur de l'Urbanisme dans les conditions fixées par la partie réglementaire du Code. Il y a également la Loi N° 78-43 du 06 juillet 1978 portant orientation de l'Architecture sénégalaise. Tous les services du Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat sont chargés de leur exécution ; mais aussi à l'échelle municipale, la Direction des Services Techniques (DST).
162. Les demandes d'autorisation de construire sont instruites par les services du Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat pour le compte les collectivités locales. La demande qui est adressée au Maire de la collectivité locale considérée, comprend un certain nombre de documents qui sont transmis ensuite au service de l'Urbanisme pour enregistrement et examen préliminaire avant son introduction dans le circuit d'approbation (Domaine, Cadastre, Protection Civile, Direction de l'Environnement, etc.). L'arrêté d'autorisation est ensuite préparé et transmis au Maire pour signature ; ensuite le dossier est transmis au Préfet pour approbation avant de retourner au Service de l'Urbanisme qui le remet au requérant. La durée de toute cette opération peut prendre trois mois. A Rufisque, la DST a élaboré un guide de construction les zones argileuses.
163. Il n'y a pas de chiffres concernant le degré de conformité des constructions à Dakar, Pikine et Rufisque car le Certificat de conformité n'est pas demandé après la fin de la construction. En ce qui concerne Guédiawaye, le taux est estimé à 10%.
164. En ce qui concerne la vulnérabilité des bâtiments aux catastrophes naturelles, il n'y a pas de données disponibles, mais nos sources ont quand même évalué cet aspect dans quatre départements : à Dakar moins de 5% des bâtiments sont très vulnérables, à Guédiawaye et Pikine, le taux dépasse 15% et il se situe entre 5% et 15% à Rufisque. Pour les bâtiments historiques, le pourcentage serait partout inférieur à 5% alors que pour les nouvelles constructions formelles le taux serait inférieur à 1% à Dakar et Rufisque et supérieur à 5% pour Guédiawaye et Pikine. Cependant, dans la mesure où ces estimations ne sont pas basées sur une analyse quantitative scientifique comme dans le cas de l'analyse spatiale de la présente étude, les chiffres ne sont là qu'à titre indicatif.

5.3.4 Exposition Politique et Economique aux Catastrophes

165. La Région métropolitaine de Dakar qui ne couvre que 2,8% du territoire national abrite 75% de l'activité économique du pays. Le Produit Intérieur Brut (PIB) de Dakar tourne autour de 2,724 milliards de Francs CFA et représente 60% de la richesse produite sur le territoire national. Sa répartition par secteur montre une prédominance des services avec 69% du PIB, loin devant les secteurs secondaire et primaire. Les revenus collectés par les autorités locales sur les richesses produites dans leur agglomération restent faibles en dépit d'une augmentation des budgets des communes et des collectivités locales majeures de la région métropolitaine de Dakar. L'Etat demeure le principal acteur de la vie économique en dépit d'une décentralisation qui s'est renforcée au plan institutionnel.

166. Nous avons brièvement discuté de la localisation des acteurs politiques et économiques et de l'étendue des valeurs économiques exposées au risque de catastrophe.⁴⁰

Exposition de la Politique aux Catastrophes

167. De par son statut de capitale nationale, régionale et départementale, siège de l'administration, Dakar abrite 80% du tissu industriel sénégalais et est un endroit où vivent la majorité des décideurs. Guédiawaye, Pikine et Rufisque sont des capitales départementales, la dernière abritant beaucoup de décideurs du fait de son passé politique et historique. Il y a une forte probabilité que les catastrophes aient une influence sur l'activité politique aussi bien dans les zones urbaines que périurbaines.

Exposition de l'Economie aux catastrophes

168. Les départements administratifs couverts par la présente étude se situent tous dans la région métropolitaine de Dakar qui abrite les principales activités économiques à l'échelle nationale. Aussi, les Départements de Dakar et Rufisque sont-ils, à des degrés divers, des centres principaux d'activités économiques, contrairement à Guédiawaye et Pikine.

169. La Région métropolitaine de Dakar concentre plus de 46% des fonctionnaires sénégalais, 97% des salariés du commerce et des transports, 96% des employés de banques, 95% des entreprises industrielles et commerciales et 87% des emplois permanents du Sénégal⁴¹. Parmi les industries établies à Dakar, on trouve des industries à haut risque telles que les dépôts d'hydrocarbure du Port, des usines telles que la SONACOS et des industries pétrochimiques.

170. Rufisque, abrite la plus grande cimenterie d'Afrique de l'Ouest (SOCOCIM Industries), des industries pharmaceutiques (VALDAFRIQUE), une huilerie (SENARH), une usine de matelas (SPI), la Centrale électrique Cap des Biches qui produit 22,2% de la production totale de la SENELEC (Société Nationale d'Electricité) avec 167 MW et une usine d'électricité à Kounoune.

171. A Pikine, le secteur industriel représente 9 111 emplois, soit 8,1 % des emplois totaux. L'activité industrielle est localisée dans la zone industrielle avec la SAR (Société Africaine de Raffinage), une usine de bois (La Rochette), RHONE POULENC et la zone franche (SAFCAC, SENECOR, VENUS, etc.)

172. Le secteur des services est surtout représenté par le commerce (avec 35 marchés dont les plus importants sont le marché aux poisons et le foirail) et le transport. Le secteur des services, très développé à Dakar est prédominant sur le secteur primaire et secondaire. Le secteur des finances est assez développé dans le Département de Dakar, mais pas dans les autres départements. C'est à Dakar que le secteur du tourisme est le plus important avec 22% de la capacité nationale et 233 643 arrivées en 2006.

5.3.5 Préparation au changement climatique

173. De manière générale, les impacts du changement climatique ne sont pas connus des personnes interrogées. En ce qui concerne les secteurs vulnérables au changement

⁴⁰ Cette section est destinée à évaluer les impacts économiques des catastrophes systématiquement en prenant en compte les dégâts directs et indirects. C'est plutôt une large description de la masse d'activités économiques exposées aux risques de catastrophes.

⁴¹ Plan de développement de la région de Dakar, conseil Régional, 2004

climatique, dans tous les départements couverts par l'étude, les secteurs suivants ont été confrontés aux effets du changement climatique :

- L'environnement construit (notamment les riverains des côtes) ;
- L'héritage culturel et religieux (à Rufisque, la Mosquée, l'Eglise et le marché central sont menacés par la mer) ;
- L'économie locale (commerce, industrie);
- La production et la distribution d'énergie électrique (Centrale électrique du Cap des Biches à Rufisque) ;
- L'accès aux soins de santé ;
- L'occupation des sols qui a entraîné à Rufisque des déplacements de populations dans de nouvelles parcelles ;
- Le transport (le système de bateaux-taxis prévu pour relier Rufisque à Dakar pourrait être une solution aux problèmes de transport) ;
- Les parcs et aires de récréation ;
- Le tourisme.

174. Pour ce qui est de Dakar, l'évaluation du changement climatique est basée sur des études antérieures. Pour Guédiawaye et Pikine, il n'y a pas encore eu d'étude spécifique sur le changement climatique. Cependant les audits organisationnels, financiers et urbains menés par l'ADM ainsi que d'autres études, abordent la question sous un angle assez général. Quant au cas de Rufisque, une étude sommaire a été réalisée avec les partenaires de la ville de Nancy en France, en plus de l'alerte sonnée par le Président de la Commission Environnement du bureau municipal depuis 2004. Mais aucune de ces villes ne dispose d'une stratégie spécifique sur le changement climatique.

5.3.6 *Système de Réponse aux catastrophes*

175. En ce qui concerne la politique nationale liée au changement climatique, le Sénégal a, depuis 1994, élaboré sa stratégie nationale sur le changement climatique qui a été complétée en 1997 par la Communication Nationale du pays qui est un rapport portant sur les politiques et idées de projets destinés à atténuer les impacts des changements climatiques sur les zones vulnérables, mais aussi à adapter l'agriculture au changement climatique. Le second document de référence est le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique qui a été élaboré de façon participative.

176. La région métropolitaine de Dakar est prédisposée aux catastrophes telles que les inondations et l'érosion côtière. Il y a un système de réponse à ces phénomènes. Il y a le Plan ORSEC pour les inondations. En ce qui concerne l'érosion côtière, il y a l'aménagement urbain de la Porte du Millénaire, de la corniche, de l'île de Gorée, mais toutes ces interventions sont faites au niveau national du fait de la position de Dakar. Dans le cas de Rufisque, il semble que le système qui comprend la Police, la Gendarmerie, l'Equipe Municipale et les Sapeurs pompiers est toujours en veille, mais fonctionne de façon très souple.

177. Au niveau départemental, il existe un système de réponse aux catastrophes sous la forme d'une commission départementale coordonnée par le Préfet et qui comprend les services techniques et les sapeurs pompiers qui assurent le Secrétariat. Il y a également le

Plan ORSEC géré par la Commission Supérieure de la Protection Civile (CSPC) qui saisit le Gouverneur qui informe le Préfet, qui son tour interpelle les sous-préfets. Les autorités décentralisées (maire de villes, maire des communes d'arrondissement), de même que les services et structures décentralisés (directions techniques, sapeurs pompiers, etc.) sont associées à la gestion des catastrophes. La Police et la Gendarmerie également sont impliquées dans le système de réponse aux catastrophes.

178. Dans les établissements classés (à risque), il y a des Plans Opérationnels Internes (POI) appuyés par le Plan ORSEC, selon l'ampleur de la catastrophe. Mais dans l'ensemble, ce mécanisme souffre d'une insuffisance de ressources et de mécanismes de prévention. Aussi faut-il souvent faire appel à l'engagement civique des populations en cas d'organisation des secours.
179. Cependant, ce mécanisme de réponse aux catastrophes n'est pas souvent testé et il y a très peu de simulations. Il y a donc lieu de parfaire le montage juridique, de procéder au recensement et à la localisation des moyens et de procéder à des exercices de simulation. Enfin ce dispositif n'est pas mis à jour régulièrement.

5.3.7 Les Zones périurbaines

180. Les institutions existantes au niveau des communes urbaines sont constituées de 19 communes d'arrondissement dans le Département de Dakar et 3 communes d'arrondissement et 3 communes dans le département de Rufisque. Il y a également 2 communautés rurales dans le Département de Rufisque. Rufisque est le seul département de la région de Dakar qui compte deux juridictions rurales, à savoir Sangalkam and Yène. Nous classons dans la catégorie périurbaine les 5 communes d'arrondissement de Guédiawaye et les 16 de Pikine.
181. Il n'y a pas de système formel et bien organisé de réponse aux catastrophes dans les communes périurbaines. Cependant, au niveau départemental, en plus des sapeurs pompiers, il y a des actions ponctuelles des communes d'arrondissement et en cas de catastrophes, il ya également la dynamique communautaire qui est un élan de solidarité de la part des associations et des personnes individuelles au niveau des quartiers. Il n'y a malheureusement pas d'interaction formelle entre les communes et les départements dans les activités de gestion des catastrophes même si les autorités communales ont souvent l'habitude de demander l'aide de certaines institutions (par exemple pour obtenir des motopompes dans les cas d'inondation).
182. Il y a un certain nombre d'agences publiques – ou parapubliques – qui sont responsables des investissements dans les infrastructures. Les institutions publiques sont essentiellement le Gouvernement et les collectivités locales. Les institutions parapubliques sont l'Agence de Développement Municipal (ADM), l'Agence d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public contre le sous-emploi (AGETIP), l'Agence Autonome des Travaux Routiers (AATR), le Programme de Construction et de Réhabilitation du Patrimoine Bâti de l'Etat (PCRPE), l'Office National de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) et le Programme National de Développement Local (PNDL).

5.4 Insuffisances en termes de connaissances et de capacités de gestion des catastrophes et des impacts du changement climatique

183. La conduite de l'enquête a permis de mettre en exergue le fait qu'en dehors des techniciens, la plupart des personnes interrogées, même si elles sont conscientes des

risques de catastrophe qui les menacent, se souviennent encore de graves accidents tels que l'explosion du réservoir d'ammoniac de l'usine de la SONACOS en 1992 qui avait fait plusieurs blessés et des dégâts matériels importants, mais ne sont pas vraiment au fait du changement climatique et de ses impacts négatifs sur leur cadre de vie. Hormis leur participation à des séminaires et autres réunions consacrées au changement climatiques et d'autres initiatives prises au sein du Conseil Municipal de Rufisque qui comprend une Commission de l'Environnement dirigée par un expert et à Pikine où une réflexion a été initiée depuis trois ans, les autorités locales ne savent pas grand-chose sur la question des impacts du changement climatique.

184. Il existe au niveau national des politiques consacrées aux périls naturels et aux risques liés aux changements climatiques. Il y a également des mécanismes de gestion des risques, par exemple dans les industries à risques. Cependant, aucun mécanisme n'est mis en place pour prendre en charge l'impact du changement climatique et les autorités locales ne sont également pas préparées à y faire face.
185. Il s'est avéré que la capacité des institutions à faire face au changement climatique avait des limites, mais plus en termes de ressources et de planification qu'en termes de prise de conscience :
- En général, les techniciens des ministères impliqués dans les questions de changement climatique et ceux d'organisations telles que l'ADM, des instituts de recherche, universités et ONG sont bien conscients de ces questions. Des actions sont entreprises dans certaines institutions, mais il reste encore beaucoup à faire.
 - La question des moyens est souvent agitée pour expliquer le fait que rien ou presque ne soit fait pour se préparer aux impacts des changements climatiques.
186. L'ADM a pris conscience de l'ampleur des catastrophes naturelles qui sont un phénomène récurrent dans le pays (inondations, érosion côtière et pollution atmosphérique résultant des conditions de mobilité). Elle a également élaboré, en partenariat avec la Direction de la Protection Civile, les Sapeurs pompiers et d'autres consultants, des modules de formation pour le renforcement des capacités des techniciens municipaux, du personnel de l'administration territoriale, des élus et d'autres décideurs politiques. L'Agence envisage d'élaborer pour les villes un cadre de partage, d'échange et de vulgarisation sur la prévention efficace des risques, en partenariat avec les associations de défense de l'environnement.
187. Lorsqu'on se réfère à la Société Africaine de Raffinage (SAR), un dispositif de prise en charge des risques est prévu et bien huilé. C'est ainsi que les risques et catastrophes sont gérés par le service contrôle et méthode sous la supervision des sections sécurité et environnement, en congruence avec les dispositions du système international d'évaluation de la sécurité. A l'interne, le Chef de quart en assure la responsabilité. En cas de problème, le plan d'opération interne (POI) est déclenché en rapport avec le Préfet, les sapeurs pompiers, la gendarmerie, les populations. Toujours à l'interne, ce dispositif fait l'objet de simulation annuellement. La SAR dispose aussi d'équipements pour faire face aux fuites en mer avec le barrage flottant qui permet d'absorber les résidus en cas de fuite. Cet équipement, unique en Afrique de l'Ouest est stocké au Port Autonome de Dakar (PAD). Il est également à signaler que la SAR participe au plan ORSEC. Toutefois, il n'y a pas de dispositif pour atténuer l'impact des changements climatiques.

188. Les spécialistes de l'aménagement et de l'occupation des sols ont confirmé au cours des entretiens que les zones à risque étaient suivies par les services techniques dans tous les départements, mais ont déploré l'absence de structures spécifiques chargées de la gestion des périls et des catastrophes pour faire face aux impacts du changement climatique. Les techniciens municipaux ont mis l'accent sur l'absence d'un service spécifique qui soit dévolu à la gestion des périls et des catastrophes au niveau des communes et d'un mécanisme de préparation pour atténuer les impacts du changement climatique.

6. Perspectives : leçons apprises et plans d'action pour rehausser les pratiques de gestion des catastrophes à Dakar

189. La présente étude pilote porte sur l'application de l'analyse spatiale et institutionnelle à l'échelle régionale/métropolitaine pour l'identification des risques de périls auxquels font face les zones d'expansion périurbaines de Dakar. En tant que pilote pour un plus large programme sur la gestion des risques de périls dans les zones d'expansion périurbaines, cette étude aide à déterminer comment les méthodologies d'analyse peuvent être améliorées et quels aspects de cette analyse œuvrent le mieux et peuvent être plus utiles à la prise de conscience et à la prise de décisions. En abordant les problèmes spécifiques de Dakar, l'utilisation la plus appropriée de ce niveau d'analyse réside dans la prise de conscience elle-même. Cette étude pilote peut être et est effectivement utilisée pour améliorer la conscience générale des gouvernements, à différentes échelles et des acteurs de la société civile sur l'ampleur et la nature de ces expositions et vulnérabilités, pour susciter une discussion, une analyse et une action futures. Les prochaines étapes sur les deux fronts – actions pour Dakar et améliorations et réplification de la méthodologie – sont discutées dans cette section finale, avec comme toile de fond, le cadre d'action de Hyogo pour la réduction des désastres.

6.1 Principes directeurs : le Cadre d'action de Hyogo

190. Le Cadre d'action de Hyogo est une initiative récente destinée à promouvoir une approche stratégique et systématique pour la réduction des vulnérabilités et des risques dans la période 2005-2015.⁴² Il a été adopté à la Conférence Mondiale sur la Réduction des Catastrophes qui s'est tenue en janvier 2005 à Kobe, Hyogo (Japon). La Conférence a mis en exergue le besoin de construire la résilience des nations et des communautés par rapport aux catastrophes et identifié les moyens d'y parvenir.

191. Le Cadre d'action de Hyogo part des conclusions de la revue de la Stratégie de Yokohama (1994)⁴³ et met en exergue (i) *une approche plus proactive pour informer, motiver et impliquer les populations dans tous les aspects de la réduction des risques de catastrophes au sein de leurs communautés locales mêmes* et (ii) *la rareté des ressources budgétaires* allouées, notamment dans les budgets de développement, à la réalisation des objectifs de réduction des risques tout en soulignant le potentiel significatif pour mieux exploiter les ressources existantes et les pratiques établies pour une réduction plus efficace des risques de catastrophes.

192. Le Cadre de Hyogo a choisi cinq actions prioritaires pour atteindre ces objectifs stratégiques. Les Etats, les organisations régionales et internationales et les autres acteurs doivent prendre en considération les activités clés sous chacune des cinq priorités et les mettre en œuvre selon leurs propres conditions et capacités.

⁴² La portée du Cadre d'Action de Hyogo englobe les catastrophes causées par les périls d'origine naturel et les périls et risques technologiques et environnementaux qui y sont liés. Par conséquent, il reflète une approche holistique et multiple de gestion des risques de catastrophes et les relations entre eux qui peut avoir un impact significatif sur les systèmes sociaux, culturels et environnementaux, ainsi que cela a été mis en exergue dans la Stratégie de Yokohama (section I, partie B, lettre I, p. 8).

⁴³ La Stratégie de Yokohama pour un Monde Sûr : Guides pour la Prévention, la Préparation et la Mitigation des Catastrophes Naturelles et son Plan d'Action ("Stratégie de Yokohama") adoptée en 1994, fournit un point de repère-guide sur la réduction des risques de catastrophe et les impacts des catastrophes.

Veiller à ce que la réduction des risques de catastrophe soit une priorité aux niveaux national et local avec une base institutionnelle solide pour sa mise en œuvre.

193. Les pays qui élaborent des cadres politiques, législatifs et institutionnels pour la réduction des risques de catastrophes et qui sont en mesure de développer et suivre les progrès à travers des indicateurs spécifiques et quantifiables ont plus de capacités pour gérer les risques et parvenir à des consensus très larges sur des mesures de réduction des risques, des engagements pour ces mesures et leur respect à travers tous les secteurs de la société. Parmi les activités clés, on compte (i) des cadres législatifs et institutionnels au niveau national, (ii) les ressources et (iii) la participation des communautés.

Identifier, évaluer et faire le suivi des risques de catastrophes et améliorer les systèmes d'alerte précoce.

194. Le point de départ de la réduction des risques de catastrophe et de la promotion d'une culture de résilience se trouve dans la connaissance des périls et des vulnérabilités physiques, sociales, économiques et environnementales aux catastrophes auxquelles sont confrontées la plupart des sociétés et des façon selon lesquelles les périls et vulnérabilités changent dans le court terme, suivi par des actions entreprises sur la base de ces connaissances. Parmi les activités clés, on retrouve (i) les évaluations des risques aux niveaux local et national, (ii) l'alerte précoce, (iii) les capacités et (iv) les risques au niveau régional et les risques émergents.

Utiliser les connaissances, l'innovation et l'éducation pour bâtir une culture de la sécurité et de la résilience à tous les niveaux

195. Les catastrophes peuvent être réduites de façon substantielle si les populations sont bien informées et motivées pour aller vers une culture de la prévention des catastrophes et de la résilience ; ce qui nécessite la collecte, la compilation et la diffusion de connaissances et informations pertinentes sur les périls, les vulnérabilités et les capacités. Parmi les activités clés on note (i) La gestion et les échanges d'informations, (ii) L'éducation et la formation, (iii) La Recherche (iv) La sensibilisation du public.

Réduire les facteurs de risque sous-jacents.

196. Les risques de catastrophes liés aux conditions sociales, économiques et environnementales changeantes et à l'occupation du sol ainsi que les impacts des périls liés aux événements géologiques, au climat, à l'eau, à la variabilité climatique et au changement climatique sont pris en charge dans les plans et programmes de développement sectoriels ainsi que dans les situations post-catastrophes. Les activités clés sont, entre autres : (i) La gestion des ressources naturelles et environnementales, (ii) Les pratiques de développement économique et social (iii) La planification de l'occupation des sols et autres mesures techniques.

Renforcer la préparation aux catastrophes pour une réaction efficace à tous les niveaux.

197. Les impacts et pertes peuvent être réduits de façon substantielle en période de catastrophe si les autorités, personnes individuelles et communautés vivant dans les zones prédisposées aux périls sont bien préparées et prêtes à agir et disposent des connaissances et capacités pour une gestion efficace des catastrophes.

6.2 Une approche plus proactive pour informer, motiver et impliquer les populations dans tous les aspects de la réduction des risques de catastrophes au sein de leurs communautés locales mêmes

198. Conformément aux directives du Cadre d'action de Hyogo, les agences et communautés locales devraient jouer un rôle clé dans les pratiques de gestion des catastrophes. Elles devraient être mieux informées et dotées de ressources plus importantes pour faire mettre en œuvre des pratiques plus efficaces de gestion des catastrophes. Les autorités locales et régionales légifèrent en matière d'occupation des sols et mobilisent les ressources physiques et administratives pour les activités de gestion des catastrophes en amont et en aval. Cependant la mise en œuvre des actions destinées à prévenir et réduire les périls naturels et les risques liés aux changements climatiques, y compris l'application et la supervision, devraient être du ressort des agences et communautés locales.

199. En concordance avec ces principes, les recommandations issues de cette étude comprennent tant des mesures d'amélioration de la prise de conscience des risques de catastrophes, qu'une évaluation franche des ressources institutionnelles et de la capacité de gestion et de prévention des catastrophes dans la région métropolitaine de Dakar. Nous identifions trois pistes d'engagement.

- D'abord, informer, motiver et impliquer les populations dans leurs propres communautés.
- Ensuite, renforcer les capacités et la coordination institutionnelles locales.
- Troisièmement, les réformes politiques et les investissements pour l'amélioration de la résilience et de la préparation aux périls à l'échelle locale

6.2.1 Informer, motiver et impliquer les populations dans leurs communautés

200. La recommandation première de cette étude pilote est de développer une campagne générale de sensibilisation – ce qui a déjà commencé avec le processus de validation et de dissémination des résultats de l'étude. Les agences et communautés locales devraient jouer un rôle central dans les pratiques de gestion des catastrophes et développer la demande pour l'amélioration de l'aménagement urbain et de la réponse aux catastrophes. A leur tour, les agences et communautés locales peuvent jouer un rôle clé dans l'identification des zones et structures à risques, et le suivi et évaluation de la mise en œuvre des mesures. L'alignement avec le cadre de Hyogo requiert un processus consultatif et participatif qui assure la durabilité et l'appropriation des mesures proposées.

Plans d'action : Campagne Globale de Sensibilisation

201. (déjà entreprise dans le contexte de cette étude pilote)

- Conduire des activités de dissémination des connaissances locales et de l'information, en ciblant les agences publiques et les communautés locales, sur la gravité des périls naturels et les impacts des changements climatiques sur leur propre vie, en mettant l'accent sur les comportements que les populations peuvent contrôler et améliorer.
- Arranger une collaboration et des activités conjointes avec les différentes agences locales, les institutions académiques et de recherche, les

Organisations Non Gouvernementales (ONG) pour poursuivre ces campagnes de sensibilisation.

6.2.2 Renforcer les capacités et la coordination institutionnelles locales

202. L'étude révèle aussi des faiblesses en termes de capacités, de responsabilité et de coordination entre les agences locales, et entre celles-ci et les agences à différents niveaux de l'administration. Ce sont là des questions qui requièrent un examen futur et une discussion entre les acteurs clés. Cette étude se limite à pointer du doigt quelques questions de capacité et de coordination institutionnelles. Elle suggère quelques unes qui pourront être importantes pour l'avancement et qui méritent une attention toute particulière, comme l'identification et l'habilitation d'un champion institutionnel pour la gestion et la prévention des risques de catastrophes à l'échelle métropolitaine, et le développement d'une base de données locales sur les périls et la formation du personnel des agences locales à son utilisation efficiente.

Plans d'Action : Renforcer les capacités locales et la coordination entre les agences

- Identifier un champion institutionnel viable et bien reconnu à l'échelle de la région métropolitaine ;
- Initier des discussions à partir du niveau politique et organisationnel le plus élevé pour une coordination et des réformes institutionnelles :
 - Focus initial : 'a) développement d'un rapide système de réponse d'avertissement, prêtant attention aux zones périurbaines sous desservies ; et (b) améliorer l'organisation locale et la capacité à faire respecter le zonage et les lois pour réduire la vulnérabilité aux périls naturels, avec une attention particulière aux zones périurbaines sous desservis et à croissance rapide.
 - Focus à moyen terme : (a) distribution des ressources adéquates aux agences locales clés ; (b) réformes politiques, et (c) réallocation des dépenses et investissement publics à la prévention et mitigation locales des risques da catastrophes. (Voir ci-dessous).
- Développer une base de données spatiales pour la gestion locale des catastrophes dans la région métropolitaine de Dakar et assurer un large accès et une formation pratique du personnel d'agences locales.
- Promouvoir un engagement et une participation des communautés locales dans les mesures de prévention de catastrophes.

6.2.3 Réformes politiques et investissements pour l'amélioration de la résilience et de la préparation à l'échelle locale

203. Au-delà des conclusions immédiates et des recommandations de l'étude, les acteurs de Dakar ont besoin de considérer à quel point une politique substantielle et des mesures d'investissements conséquents peuvent être considérées tout le temps. Enfin, les réformes politiques qui influencent des comportements qui promeuvent une meilleure gestion des risques et des investissements qui renforcent la résilience à l'échelle locale seraient nécessaires pour l'amélioration de la situation de Dakar et de ses aires d'expansion périurbaines. Les conclusions de l'étude suggèrent l'importance à mettre l'accent sur une planification, une gestion et des infrastructures urbaines meilleures, et le

dernier segment du tableau ci-après résume les mesures qu'il est possible de considérer. Cette étude ne fait pas de recommandations spécifiques dans ces zones, parce que cela requiert une analyse plus détaillée. La sélection des choix viables dépendrait aussi grandement de la consultation des acteurs.

Plans d'action : Réforme politique et investissement

- Améliorer la planification et la gestion des terres à l'échelle locale : (a) amélioration et mise en application du droit de propriété, avec une attention particulière aux zones périurbaines ; et (b) développement consultatif d'un plan de développement de la métropole, incluant l'identification des points chauds des catastrophes et couloirs d'expansion urbaine, et plans d'acquisition de terres potentielles pour appuyer les couloirs de croissance urbaine.
- Renforcer les ressources de base pour les autorités locales, y compris à travers la proposition de meilleures taxes qui tirent avantage des plans de gestion des sols et du développement de couloirs.
- Investir dans des infrastructures et des maisons résistantes aux catastrophes : réajustement des infrastructures et maisons existantes dans les zones sujettes aux risques ; amélioration de la planification des infrastructures et suivi de la qualité des investissements.

6.3 Réplication de l'étude pilote

204. Comme mentionné plus haut, cette étude était destinée à être une étude pilote pour tester de nouvelles méthodologies et voir comment l'approche pourrait être rehaussée en cas de réplication dans d'autres villes et régions des pays en développement. L'intérêt de la réplication de l'approche existe aussi bien pour d'autres villes africaines que pour des villes asiatiques. L'étude pilote peut aussi être la base pour le développement d'un index de vulnérabilité de la ville qui peut être appliqué à un grand nombre de villes. En cas de réplication de cette étude, il est proposé que les améliorations suivantes soient prises en compte:

- La prise en compte d'une plus grande série de périls naturels, au-delà des trois considérés dans cette étude.
- Procéder à une définition plus consistante des zones périurbaines.
- Une analyse meilleure et plus détaillée des impacts économiques des périls.
- Une discussion plus détaillée de la méthodologie pour l'attribution des densités de population, considérant si possible différentes relations entre la densité des constructions et la densité de la population, selon que la zone soit formelle ou informelle.
- Des informations additionnelles (par couches) sur les infrastructures importantes (routes, électricité, assainissement).
- Utilisation de sources de données SIG plus détaillées, comme celles prises par les cadastres, pour alimenter de manière plus détaillée, l'analyse économique et démographique sus suggérée.

205. Les prolongements de la présente étude pilote peuvent conduire à un léger accroissement du coût de réalisation de l'étude, au moins lors des premières réplifications.

BIBLIOGRAPHIE

- Birkmann, B. (ed., 2006), *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*, United Nations University Press.
- Buxton et al. (2006), "Change and continuity in Peri-Urban Australia," mimeo, RMIT University, Australia.
- Crichton, D. (1999), The Risk Triangle. In Ingleton, J. (ed.): *Natural Disaster Management*, London, Tudor Rose.
- Dennis, K.C., I. Niang-Diop and R.J. Nicholls (1995), "Sea-Level Rise and Senegal: Potential Impacts and Consequences," *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 14:243-261.
- Diagne, M. (2002), *Restructuration de l'habitat spontané dans les quartiers urbains pauvres : Exemple des outils institutionnels expérimentés au Sénégal. Programme d'Appui à la Décentralisation et la Gouvernance Locale en Afrique*, Dakar : Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU).
- Diop, S. (2000), Contexte géologique et risques naturels : Déterminants structuraux de l'instabilité des corniches de la partie sud de Dakar, Mém. Ing. I.S.T., Dakar, n°009/IST/2000.
- Fall, M., and R. Azzam (1998), "Application de la géologie de l'ingénieur et de SIG à l'étude de la stabilité des versants côtiers, Dakar, Senegal," *Proceedings 8th International IAEG Congress*, Vancouver, 21.-25. Sept. 1998, Rotterdam.
- Fall, M., R. Azzam, and C. Noubactep (2006), "A multi-method approach to study the stability of natural slopes and landslide susceptibility mapping," *Engineering Geology*, 82: 241-263.
- IMF (2007), "Senegal: Poverty Reduction Strategy Paper - Joint Staff Advisory Note," IMF Country Report No. 07/317.
- IPCC (2007), *IPCC Report on Coastal Systems and Low-Lying Areas*, IPCC 4th Report. <http://www.global-greenhouse-warming.com/IPCC-4th-Report.html>.
- Khatsu, P., and C. J. v. Westen (2005), "Urban multi-hazard risk analysis using GIS and Remote Sensing: A case study from Kohima Town, Nagaland, India," *ACRS Proceedings*. <http://www.aars-crs.org/acrs/proceeding/ACRS2005/Papers/URM1-2.pdf>.
- Mbow, C., A. Diop, A. T. Diaw, and C. I. Niang (2008), "Urban sprawl development and flooding at Yeumbeul suburb (Dakar-Senegal)," *African Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 2 (4), 75-88.
- Poulter, B., and Halpin, P.N. (2007), "Raster Modelling of Coastal Flooding from Sea-Level Rise," *Int. Journal of Geographical Information Science*, Vol. 22, No.2, 167-182.
- Pryor, R. J. (1968), "Defining the Rural-Urban Fringe," *Social Forces*, 47.
- Rakodi, C. (1998), "Review of the Poverty Relevance of the Peri-Urban Interface Production System Research," Report for the DFID Natural Resources Systems Research Programme.
- Thywissen, K., (2006), "Components of Risk, A Comparative Glossary," *SOURCE – Studies of the University: Research, Counsel, Education – Publication Series of UNU-EHS*, No. 2/2006. <http://www.unisdr.org/eng/library/Literature/9985.pdf>

- UNDP (United Nations Development Programme) Bureau for Crisis Prevention and Recovery (2004), *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development. A Global Report*. Pelling, M.; Maskrey, A.; Ruiz, P.; Hall, L. (Eds.). John S. Swift Co., USA.
- UN/ISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) (2004), *Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, 2004 version, United Nations, Geneva.
- Webster, D. (2002), "On the Edge: Shaping the Future of Peri-Urban East-Asia," Discussion Paper, The Urban Dynamics of East Asia Project, Stanford: Aisa/Pacific Research Center.
- World Bank (2007), "Sustainable Development in East Asia's Urban Fringe," mimeo, Washington, DC.
- World Bank (2008a), *World Development Report: Reshaping Economic Geography*, World Bank, Washington, DC.
- World Bank (2008b), *Climate Resilient Cities: A Primer on Reducing Vulnerabilities to Climate Change Impacts and Strengthening Disaster Risk Management in East Asia Cities*, World Bank, Washington, DC.

L'Equipe de Développement Spatial et Local de la Banque Mondiale (FEU, SDN) et la Facilité Mondiale pour la Prévention des Risques et le Relèvement (GFDRR), en collaboration avec des collègues du Bureau de la Banque Mondiale au Sénégal, le Groupe Geoville et l'Institut Africain de Gestion Urbaine (IAGU) ont élaboré des outils d'analyse de pointe pour l'évaluation spatiale des périls naturels et des risques liés aux changements climatiques et la prise en charge des lacunes essentielles des collectivités locales en terme de connaissances et de capacités. Le Rapport propose les plans d'action suivants pour relever les pratiques de gestion des périls naturels et des risques liés aux changements climatiques en se basant sur les résultats de l'étude et sur les consensus internationaux sur les meilleures pratiques.



The World Bank
1818 H Street, NW
Washington, DC 20433 USA
tel: (202) 473-1000
fax: (202) 477-6391
Internet: <http://web.worldbank.org>



GeoVille Information Systems GmbH
Sparkassenplatz 2/315-325 | A - 6020 Innsbruck | Austria
Phone: ++43 (0)512 56 20 21 - 0
Fax: ++43 (0)512 56 20 21 - 22
email: info@geoville.com
Internet: www.geoville.com



Institut Africain de Gestion Urbaine

Institut Africain de Gestion Urbaine
Liberté VI Extension N°5
B.P. 7263 Dakar, Sénégal
Tél : +221 338698700
Fax : +221 338272813
e-mail : iagu@orange.sn Internet : www.iagu.org