

ANTICIPATION ET GESTION DES RISQUES D'ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES EXTREMES ET DE CATASTROPHES NATURELLES AU MAROC

Rapport de synthèse

DECEMBRE 2014

Groupe de travail

Mohammed MESSOULI

**Professeur de l'enseignement supérieur, spécialiste en adaptation
au changement climatique**

Abdalah MOKSSIT, Directeur de la Météorologie Nationale

**Abdelaziz BADQIQI – Observatoire Régional de l'Environnement
et du Développement Durable - Tensift Al Haouz**

***Propriété de l'IRES, le présent rapport, de par les opinions qui y sont exprimées, engage
la responsabilité de ses auteurs et en aucun cas celle de l'IRES***

Table des matières

Résumé exécutif.....	5
Introduction	12
Contexte de l'étude	12
Les objectifs de l'étude.....	13
Le contenu du rapport.....	14
Démarche méthodologique	14
1. Evolution des risques de catastrophe au Maroc et incidences à venir.....	17
1.1. Tendances climatiques au Maroc : faits et projections	17
1.1.1. Tendances et changements des températures	17
1.1.2. Tendances et changements des précipitations.....	17
1.1.3. Changements des extrêmes climatiques affectant le Maroc.....	19
1.1.4. Changement dans la fréquence et l'intensité des tempêtes	20
1.1.5. Sécheresse.....	20
1.2. Liens entre catastrophes naturelles et changement climatique	21
1.3. Profils d'exposition de vulnérabilité et de risque au Maroc.....	22
1.3.1. Exposition.....	22
1.3.2. Vulnérabilité et Risque	23
1.4. Impacts des catastrophes liées aux événements extrêmes sur l'économie et le développement du pays	24
1.4.1. Les pertes humaines comme indicateurs de l'impact des catastrophes	27
1.4.2. Les pertes économiques comme indicateurs de l'impact des catastrophes.....	30
1.5. Profils de risques et catastrophes propres aux aléas	33
1.5.1. Risque d'inondation.....	34
1.5.2. Aléa et risque de mouvements de masse.....	37
1.5.3. Risque de feux de forêt.....	38
1.5.4. Risque de sécheresse.....	39
1.5.5. Risque de tempêtes de sable	41
1.5.6. Extrêmes de température et sécurité alimentaire et sanitaire.....	43
1.5.7. Risque acridien.....	45
1.5.8. Risques littoraux : tempêtes et surcotes.....	45
1.6. Détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique pour le littoral d'Essaouira.....	46
1.6.1. Méthodologie.....	47
1.6.2. Résultats.....	48
2. Politique nationale de gestion des risques.....	51
2.1. Initiatives au niveau national et local	51
2.2. Initiatives aux niveaux international et régional	54
2.3. Analyse des dispositifs d'alerte par type de risque.....	56

2.3.1. L'alerte de crue.....	56
2.3.2. L'alerte aux feux.....	58
2.3.3. L'alerte sécheresse.....	61
2.3.4. L'alerte acridienne.....	62
2.4. Les mesures de gestion des risques de catastrophe annoncées par le gouvernement : quel achèvement ? Quelle efficacité ?	63
2.4.1. Aperçu des efforts de réduction de risque de catastrophe dans le cadre d'action de Hyōgo	63
2.4.2. Lacunes et défis relatifs aux systèmes d'alerte précoce.....	65
2.4.3. Gestion et connaissances des risques.....	67
2.4.4. Renforcement des capacités de gestion des risques.....	68
2.4.5. Renforcement des modalités institutionnelles et législatives.....	68
2.4.6. Incorporation de la gestion des risques de catastrophe dans la planification	69
3. La gestion des risques au Maroc, quel avenir ? Etudes prospectives.....	71
3.1. Gestion des risques de sécheresse : agriculture et sécurité alimentaire.....	71
3.2. Lutte contre les inondations.....	74
3.3. Feux de forêts et écosystèmes forestiers marocains.....	77
3.4. Mouvements de masse.....	78
3.5. Submersion marine.....	79
4. Coûts-bénéfices des actions de gestion des risques des catastrophes.....	81
5. Conclusions et recommandations.....	83
Liste des figures et tableaux.....	87
Annexes.....	89
Annexe 1 : Glossaire	89
Annexe 2 : Progression de mise en œuvre du Cadre d'Action de Hyōgo (2009-2013).....	91
Bibliographie	100
Notes de références.....	106

Résumé exécutif

L'étude fait le point sur les risques climatiques extrêmes qui pèsent sur le Maroc et sur leurs impacts directs et indirects sur l'économie du pays et analyse les forces et les faiblesses du système d'alerte précoce et des capacités d'anticipation des événements extrêmes en examinant la structure du système de gestion de catastrophes liées au climat et son niveau de coordination (national, régional et local).

Après l'élaboration d'un diagnostic des risques climatiques extrêmes lors d'une première phase d'étude, la seconde phase a été consacrée à l'analyse de la structure du système de gestion des catastrophes naturelles. Cette dernière phase constitue une synthèse globale représentant la quintessence des livrables et propose des recommandations susceptibles d'être adoptées par le Maroc en matière d'anticipation et de gestion des risques d'événements extrêmes.

La première phase de cette étude a montré que le changement climatique attendu au Maroc pourrait induire des modifications des aléas climatiques aussi bien au niveau des évolutions tendanciennes que des extrêmes climatiques, notamment par :

- une température moyenne annuelle plus élevée ;
- des températures extrêmes plus fortes ;
- des vagues de chaleur (plus longues, plus fréquentes et plus étendues spatialement) ;
- des précipitations annuelles moins importantes ;
- une répartition saisonnière des précipitations modifiée ;
- des précipitations extrêmes plus élevées et plus concentrées dans le temps ;
- une modification de l'intensité et de la forme d'enneigement des zones montagneuses (sublimation élevée) ;
- des sécheresses plus nombreuses, plus répandues et plus longues ;
- des inondations fréquentes et plus dévastatrices ;
- des mouvements de masse plus nombreux ;
- des surcotes marines (submersions temporaires) et l'érosion de certaines zones côtières ;
- des feux de forêt plus fréquents.

L'exposition grandissante des enjeux économiques et la sensibilité croissante des sociétés ont contribué au cours des dernières décennies à l'augmentation des dommages, des coûts des catastrophes et des victimes. La modélisation du montant du PIB (produit intérieur brut) présent dans les zones à risque qui sont soumis à des pertes éventuelles montre que l'économie marocaine présente une exposition importante aux inondations, tempêtes et mouvements de masse, avec 0,11 billions de dollars exposés EM-DAT (2013). Selon la même source plus de 7 millions de marocains sont exposés à la sécheresse.

Les indicateurs d'exposition, dans le cas des inondations, exprimés en valeur relative pour les familles d'enjeux exposés montrent que le milieu résidentiel avec 47,2% de l'ensemble des actifs exposés est de loin le domaine le plus susceptible de subir les risques d'inondation. Les degrés d'exposition des autres actifs sont, par ordre d'importance, comme suit : commercial (15,6%), industriel et électrique (4,9%), routes (4,4 %), réseau ferroviaire (3,1%), bateaux et pêche (2,7%), ports (2,3%), santé (2%), mosquées (1,7%), éducation/écoles (1,4%), véhicules (1,3%) et aéroports (1%) (MAGG, 2012).

L'inondation est aussi le premier risque en termes de personnes tuées au niveau national mais également au niveau régional ; avec les mouvements de masse, les inondations affecteront près de 21.000 personnes par année, à l'horizon 2030 (DARA, 2012).

Les mouvements de masse répertoriés sont divers et dominés par les glissements de terrain et les éboulements et écroulements. Ils touchent particulièrement les zones rifaine et pré-rifaine ainsi que le Moyen Atlas. Une concentration des saisons pluvieuses aurait pour conséquences une accélération des mouvements de masse (éboulement et glissement de terrain) et une contribution de plus en plus importante à l'envasement des retenues de barrages en sédiments résultant de ces instabilités de terrain.

Le pays a connu des épisodes de sécheresse assez fréquents. De 1980 à 2000, deux sécheresses de 4 années et une de 3 années consécutives ont été enregistrées. Les sécheresses sont désormais plus longues, plus fréquentes et successives. Elles sont entrecoupées d'épisodes pluvieux avec des précipitations parfois abondantes à l'origine de crues violentes. Les chutes de neige deviennent rares, la sublimation a atteint plus de 40% dans le Haut-Atlas et le ruissellement surpasse l'infiltration.

Près de 7.506.710 marocains sont exposés au risque de sécheresse. L'évaluation de la sécheresse avec précision est souvent difficile. Toutefois, ce phénomène est susceptible d'entraîner dans le futur des pertes socio-économiques considérables, particulièrement dans le domaine agricole.

Au Maroc, les tempêtes de sable et de poussière sont un phénomène climatique important (Scheuvenset *al.*, 2010). Leurs effets dévastateurs sur les écosystèmes, l'économie, la visibilité et la qualité de vie des habitants sont multiples.

Les tempêtes de sable peuvent endommager les héliostats des centrales solaires thermodynamiques à concentration (CSP). Le dépoussiérage fréquent des miroirs de ces héliostats pourraient signifier une consommation d'eau additionnelle, aussi bien souterraine (cas de la CSP de Aïn Beni Mathar) que de surface (cas de la CSP de Ouarzazate, qui utilisera l'eau du barrage Mansour Eddahbi). La production d'énergie éolienne peut aussi être affectée par un dépôt de particules sur les pales des éoliennes (Beuchert, 2010).

Dans les oasis du sud du Maroc, les tempêtes de sable provoquent l'accumulation des cordons et l'ensablement du réseau routier, des systèmes d'irrigation (séguia, khattara) et des habitations. Elles sont aussi à l'origine de maladies respiratoires et oculaires.

Les vagues de froid et de chaleur ont tué une centaine de personnes et affecté 3.500 autres en 2010. Il est estimé que les impacts des extrêmes de froid et de chaleur tueraient 150 personnes et toucheraient près de 4.000 personnes par année à l'horizon 2030 (DARA, 2012).

Les feux de forêt constituent au Maroc une menace permanente à l'égard de l'écosystème forestier. Les statistiques enregistrées, au cours des 50 dernières années, montrent plusieurs fluctuations, avec une tendance globale d'augmentation du nombre de feux et des surfaces brûlées. Les causes d'incendies de forêts sont en grande majorité d'origine humaine. Les inventaires et statistiques ne citent pas de cas de feu d'origines naturelles. Bien que la foudre soit responsable de 80% des départs de feu dans le monde, 1% de cas de feux de forêt serait déclenché par la foudre au Maroc (Assali, HCEFLCD, commun. Pers., 2013).

Les houles exceptionnelles du 6 et 7 janvier 2014, occasionnées par une dépression atmosphérique au large de l'atlantique, associée à des vents violents, ont causé de fortes perturbations au niveau du trafic portuaire et la consignation de la majorité des ports situés sur la façade atlantique. Cet événement est venu nous rappeler que notre littoral n'est pas à l'abri de cet aléa.

Dans le même contexte, la simulation d'une submersion marine du littoral d'Essaouira, réalisée dans le cadre de cette étude, montre que des conditions météo-marines extrêmes (intensité et fréquence accrues des houles), conjuguées à l'élévation du niveau de la mer pourraient provoquer des inondations importantes. Les surfaces susceptibles d'être inondées dans la ville d'Essaouira couvriraient approximativement 132 ha pour le premier scénario (1 m), 180 ha pour le deuxième scénario (2 m) et 236 ha pour le troisième scénario (4 m).

Les extrêmes climatiques, sous un scénario d'inaction, seraient à l'origine de coûts annuels estimés à 1.162 MDH à l'horizon 2030 (Banque Mondiale, 2011).

Les livrables de ce rapport, discutés lors des séminaires organisés à l'IRES, ainsi que la survenue de la houle exceptionnelle de janvier 2014 ont créé une nouvelle perception de la menace des submersions marines qui devrait entraîner l'émergence de nouvelles visions en faveur de la prévention des risques.

Le changement climatique induirait, de manière générale, des événements de précipitations, d'inondations et de mouvements de masse et de feux de forêt plus prononcés. Ces événements **occasionneraient** des coûts économiques additionnels. La parité de pouvoir d'achat (PPA) au Maroc **passerait** de 5 Millions USD-PPA en 2010 à 30 Millions USD-PPA d'ici à 2030 (DARA, 2012).

La vulnérabilité du Maroc à ces extrêmes climatiques est aggravée par de multiples contraintes biophysiques (désertification, diminution des ressources hydriques, dégradation des écosystèmes), qui réduisent les moyens d'existence de la population et limitent leurs capacités d'adaptation. Les communautés rurales risquent de voir leurs moyens d'existence se dégrader sous l'impact du changement climatique et de la baisse du rendement végétal et animal qui constituent le plus souvent leurs seules sources de revenus.

Pourtant, un ensemble de politiques publiques et de lois a été mis en place à différentes échelles de territoire. Il s'agit de programmes, stratégies et plans relatifs à l'économie et au développement, à l'aménagement du territoire (Schéma National de l'Aménagement du Territoire), à la loi relative aux aires protégées, à la politique de développement rural, au programme villes sans bidonvilles, à la stratégie sur la réduction de la pauvreté, à la gestion des ressources naturelles, à la stratégie énergétique nationale, parallèlement à l'Initiative Nationale pour le Développement Humain.

La transition vers une gestion des risques de catastrophes offre une opportunité au Maroc pour l'adaptation et le renforcement de la résilience de son développement. Cette transition implique l'importance pour le pays :

- de se focaliser davantage sur l'anticipation et la réduction des risques en investissant dans des politiques économiques et de développement prenant en considération le changement climatique et les tendances des risques de catastrophe afin de garantir un équilibre entre les options visant à réduire les risques, transférer les risques et une gouvernance proactive des conséquences des catastrophes.

- d'exploiter les possibilités incitatives de financements et de planification pour appuyer la gestion des risques dans tous les secteurs de développement, notamment le fonds d'affectation spéciale multi-donateurs pour le changement climatique et le fonds spécial pour le changement climatique.

❖ **Ancrage du Maroc à la gestion des risques : quels leviers de concrétisation ?**

La création d'un cadre et des mécanismes juridiques et institutionnels pour la prévention des risques de catastrophe au Maroc, qui se substituerait aux actions cloisonnées et éparpillées, menées aujourd'hui, nécessiterait l'aménagement d'une plateforme marocaine pour gérer les risques de catastrophe. Cette plateforme, à caractère interministériel et dotée des mécanismes de fonctionnement clairs, se chargerait de l'installation d'une stratégie nationale pour lutter contre les désastres et coordonnerait sa mise en œuvre. Cette structure pourrait s'appuyer sur les piliers suivants :

❖ **Adoption d'un référentiel stratégique pour la gestion des risques**

Le Maroc gagnerait à fédérer les options de ses politiques publiques pour affronter les risques liés aux extrêmes climatiques. Leur implémentation et leur complémentarité peuvent bénéficier d'une considération plus large des enjeux du développement durable. Les actions à favoriser doivent permettre :

- de minimiser la sensibilité, baisser l'exposition humaine et les enjeux socio-économiques et alléger la vulnérabilité globale. Ces actions se feront à travers l'intégration synergique de la gestion des risques dans les stratégies nationales existantes. L'INDH, par exemple, devrait atténuer la vulnérabilité sociale à travers la réduction de la pauvreté, l'amélioration sanitaire et la diversification des moyens de subsistance. Le plan "Maroc Vert" devrait anticiper la lutte contre l'impact négatif des extrêmes climatiques, transférer le risque et protéger les agriculteurs contre les aléas générant la perte des récoltes (grêle, vagues de chaleur et de froid, sécheresse et inondations). La planification de l'aménagement du territoire et le Schéma Directeur de l'Aménagement Urbain devraient être davantage orientés pour réduire l'exposition aux aléas climatiques.
- de décentraliser et d'intégrer la réduction des risques dans le cadre de la régionalisation avancée au Maroc et de développer des mécanismes incitatifs pour encourager les implications individuelles permettant de contribuer efficacement au développement économique, social, environnemental et politique du pays.

- de créer des synergies entre l'adaptation, l'atténuation et la gestion des risques afin de concrétiser et d'améliorer le coût-bénéfice des activités. Ce défi pourrait se réaliser à travers le financement de stratégies de gestion permettant à la fois l'amélioration de la capacité d'adaptation des populations et la santé des écosystèmes. Ceci se fera, entre autres, à travers des actions permettant d'intégrer les instruments basés sur le marché (exemple le paiement pour les services environnementaux).

❖ **Etablissement d'un cadre de coordination pour le suivi et la mise en œuvre de la stratégie nationale de gestion des risques**

Le rôle de la plateforme nationale serait de garantir la coordination des activités de gestion des risques à l'échelle des ministères. Afin de matérialiser cette vision, la plateforme nationale devrait être composée d'une équipe professionnelle et bénéficier d'un appui technique pour la détermination, le suivi et la gestion des risques, immédiats et projetés et renforcer la coordination interministérielle des situations de crise et déclenchement des plans d'organisation des secours.

❖ **Mise en place des mécanismes de financement innovants pour le transfert et la réduction des risques de catastrophe**

Pour son déploiement, une politique nationale de gestion de risque nécessite des moyens financiers conséquents. Il est important de développer le leadership national et l'expertise technique de plaidoyer et de négociation pour mobiliser des moyens financiers internationaux pour compléter les programmes et projets existants dans le cadre de gestion des désastres.

Des interventions additionnelles critiques seraient indispensables pour l'accompagnement des mesures de politiques publiques destinées au développement d'une stratégie de gestion des risques de catastrophe et le renforcement de la résilience. Il s'agit, en particulier :

- **d'améliorer l'efficacité du cadre réglementaire et institutionnel** : L'élaboration d'un texte de loi régissant la gestion des désastres est indispensable pour activer la transition du Maroc vers une gestion effective des risques de catastrophe.
- **de mobiliser et de renforcer les capacités pour affronter les désastres** : La conception par le public des risques est capitale mais insuffisante pour leur gestion. Les systèmes d'alerte précoce doivent être accompagnés par des sessions de formation, ainsi que par l'éducation et la sensibilisation des communautés pour promouvoir une conduite responsable du public. Elle devrait se faire à travers une médiatisation accrue des effets des aléas extrêmes ainsi que par le développement de curriculum et de programmes d'enseignements pour informer sur les risques de catastrophes.

Il est de même nécessaire de renforcer les capacités institutionnelles sur les plans opérationnels et organisationnels en termes de coordination, de surveillance et d'alertes aux catastrophes, de développer des compétences nationale et régionale en matière d'évaluation des pertes, des dommages et des besoins post-catastrophe, de renforcer les capacités techniques et la formation spécialisée des services d'urgence, de garantir l'efficacité des systèmes d'information et de communication d'urgence ainsi que la disponibilité des instruments permettant une intervention rapide.

Il y a lieu, également, de développer la connaissance des risques, des systèmes d'information et de communication et d'assurer l'interface science-politique et de promouvoir le développement et le transfert des technologies pour la réduction des risques de catastrophes.

La promotion de la coopération régionale et internationale est de même très utile. Le Maroc devrait s'impliquer davantage dans les initiatives régionales et internationales et veiller à leurs mises en œuvre, notamment, la stratégie internationale du Cadre d'Action de Hyōgo, la stratégie arabe, la stratégie africaine et la stratégie islamique.

Introduction

La réduction des risques de catastrophes dans le contexte de changement climatique constitue une préoccupation majeure et omniprésente, qui suscite l'intérêt des pouvoirs publics, toutes nations confondues et de la communauté scientifique internationale. C'est ainsi que plusieurs pays et organisations internationales ont ratifié et adopté le Cadre d'Action de Hyōgo 2005-2015, lors de la conférence mondiale, sur la prévention des catastrophes, qui s'est tenue à Kobe, au Japon, entre le 18 et le 22 Janvier 2005. L'objectif principal du Cadre d'Action de Hyōgo est de réduire d'une manière substantielle les pertes en vies humaines et les dommages subis par les communautés et les pays en biens sociaux, économiques et environnementaux dus aux catastrophes.

Le Maroc a connu ces dernières années une série d'événements climatiques qui se sont soldés par des pertes humaines et matérielles importantes. La vulnérabilité du Maroc aux extrêmes climatiques est aggravée par de multiples contraintes biophysiques (désertification, diminution des ressources hydriques, dégradation des écosystèmes), réduisant les moyens d'existence de la population et limitant leurs capacités d'adaptation. Les communautés rurales risquent de voir leurs moyens d'existence se dégrader sous l'effet du changement climatique et de la baisse de la productivité végétale et animale qui constituent le plus souvent leurs seules sources de revenus.

Dans ce cadre, l'Institut Royal des Etudes Stratégiques a lancé cette étude traitant de la gestion des risques d'événements climatiques extrêmes et de catastrophes au Maroc. Elle a été menée en trois phases. La première a examiné les risques climatiques extrêmes qui pèsent sur le Maroc et leurs impacts directs et indirects sur l'économie du pays. La seconde phase a analysé les forces et les faiblesses du système d'alerte précoce et les capacités d'anticipation des événements extrêmes au Maroc. La présente et dernière phase **présente** une synthèse de l'ensemble des résultats y compris les recommandations issues des ateliers de restitution des résultats des deux premières phases.

Contexte de l'étude

La gestion des risques au niveau national implique souvent une large gamme d'activités entreprises par les différents départements ministériels et institutions nationales, dans plusieurs domaines, liés à la réduction des risques, à la gestion des ressources naturelles et au développement durable. Nous citons quelques exemples liés directement à la gestion des risques naturels, notamment, le projet *Morocco Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis* (MnhPRA), conduit par le Ministère des Affaires Générales et de la Gouvernance et le projet DesInventar exécuté par le Département chargé de l'Environnement.

Les efforts engagés par le Maroc sont consolidés et renforcés davantage par les agences onusiennes, y compris le PNUD, l'UNISDR, UNICEF, FAO... et par d'autres organisations internationales et ce à travers différents programmes, projets et actions.

D'autre part, l'inventaire des différentes catastrophes liées aux extrêmes climatiques qui ont touché les différents milieux et secteurs du pays montre que ces impacts constituent un handicap à la réalisation des objectifs du développement durable.

Les conséquences des catastrophes sur le développement socio-économique, enregistrés depuis le début du siècle, nécessitent des options de prévention impératives à travers la mise en place d'une stratégie nationale pour rénover la stratégie de gestion et renforcer la résilience socio-économique du pays. Une telle démarche nécessite l'implication concomitante et synergique de toutes les parties prenantes concernées et la mise en disponibilité de ressources financières adéquates.

Les objectifs de l'étude

Les objectifs de cette étude ont été établis pour permettre d'éclairer l'élaboration d'une politique publique en matière de gestion des risques climatiques extrêmes. Il s'agit :

- de faire le point sur les risques climatiques extrêmes qui pèsent sur le Maroc et sur leurs impacts directs et indirects sur l'économie marocaine en exploitant les résultats des études réalisées antérieurement.
- d'analyser les forces et les faiblesses du système d'alerte précoce et des capacités d'anticipation des événements extrêmes au Maroc.
- d'analyser le système de gestion des catastrophes naturelles, liées aux événements extrêmes et son niveau de coordination au niveau national, régional et local, en relevant ses faiblesses et en montrant à travers une optique prospective les implications économiques et sociales qui pourraient en résulter.
- de mener une étude sur la simulation des conséquences de l'occurrence d'une submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique pour le littoral d'Essaouira.
- de proposer, à la lumière des éléments prospectifs précédents et des résultats obtenus, des recommandations que le Maroc pourrait adopter en termes de politique publique à moyen et long termes en matière d'anticipation et de gestion des risques d'événements extrêmes.

Le contenu du rapport

Cette dernière phase d'étude consiste à produire une synthèse des deux phases précédentes et à élaborer des recommandations pour la gestion des risques de catastrophe aux désastres naturels liés aux extrêmes climatiques.

Le rapport se présente comme suit : Une introduction qui rappelle le contexte et les objectifs de l'étude et précise la démarche méthodologique adoptée.

Un premier chapitre traitant de l'évolution des risques de catastrophe au Maroc et des incidences à venir. Il fait ressortir les principaux aléas climatiques responsables des catastrophes, trace les profils d'exposition, de vulnérabilité et des risques au Maroc puis dresse les impacts des catastrophes liées aux événements extrêmes sur l'économie et le développement du pays en précisant les profils de risques spécifiques aux aléas (inondation, mouvements de masse, feux de forêt, sécheresse, tempêtes de sable). Enfin, il évalue les conséquences de l'occurrence d'une submersion marine, à travers une simulation, intégrant les conséquences du changement climatique pour le littoral d'Essaouira.

Un deuxième chapitre rappelle les cadres juridique et institutionnel et dénombre les initiatives nationales de gestion des risques au niveau international, national et local puis analyse les dispositifs d'alerte par type de risque et mesure la gestion des risques de catastrophes annoncées par le gouvernement à travers le cadre d'Action de Hyōgo.

Un troisième chapitre approche l'étude prospective de gestion des risques d'événements extrêmes. Un avant dernier chapitre évalue les coûts-bénéfices des actions de gestion des risques de catastrophe.

Enfin, des recommandations générales visant à renforcer la capacité des autorités locales pour la mise en œuvre des recommandations sont présentées au dernier chapitre.

Démarche méthodologique

L'étude s'est essentiellement basée sur les données déjà disponibles localement, ou dans les publications spécialisées ou auprès d'organismes internationaux. Elle repose sur l'exploitation de leurs résultats et sur l'analyse d'expert pour en déduire des conclusions qui pourraient éclairer la prise de décision et les politiques publiques. Nous soulignons, toutefois, que la détermination de la submersion marine au niveau de la ville d'Essaouira a été produite pour la première fois dans cette étude.

Le diagnostic se réfère à quelques documents structurants internationaux, nationaux, régionaux et provinciaux tels que :

- les rapports du Cadre d'Action de Hyōgo (CAH)
- la Seconde Communication Nationale
- le Plan National de Lutte contre les Inondations
- le Plan National de lutte contre les effets de la Sécheresse
- le projet de Système Maghrébin d'Alerte Sécheresse (SMAS)
- le Plan Directeur pour la lutte Contre les Incendies de Forêts (PDCI)
- Les rapports du GIEC (IPCC/SREX, 2012, IPCC/AR5, 2013 et 2014)

Le rapport se réfère, également, aux schémas d'analyse et de couverture des risques des provinces et régions et aussi aux entretiens au niveau local et central à Rabat auprès d'organismes, dispositifs et commissions tels que :

- La Direction de la Météorologie Nationale (DMN)
- Le Ministère des Affaires générales et de la Gouvernance
- Le Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement /Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques
- La Direction Générale des Collectivités Locales
- La Direction Générale de la Protection Civile
- Le Ministère de l'Habitat et de la politique de la ville
- L'Observatoire Régional de l'Environnement et du Développement Durable, Tensift Al Haouz
- Le Centre Royal de Télédétection Spatiale
- Le Haut-Commissariat au Plan
- Le Dispositif National de la Surveillance Environnementale (DNSE)
- Les Commissions provinciales et préfectorales de prévention des risques d'inondation (à travers des rapports)
- Le Centre de Veille et de Coordination relevant du Ministère de l'Intérieur.

Nous avons exploité, également, les informations provenant, entre autres, de deux bases de données internationales : la base de données appelée EM-DAT du Centre de Recherche sur l'Épidémiologie des Désastres (CRED) de l'Université Catholique de Louvain (UCL), Belgique.

A une échelle plus fine, certains résultats de la plateforme MnhPRA, « *Morocco Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis* » (MAGG, 2012) ont été consultés, selon les possibilités d'accès. Les données de la plateforme DesInventar, initiée par le Réseau d'Études sociales sur la prévention des Catastrophes en Amérique Latine (LA RED) et développée et promue par l'UNISDR et exécutée par le département de l'environnement, ont été utilisées.

L'étude a capitalisé, également, sur les résultats des autres études sur les risques climatiques réalisées au niveau national et local : oasis résilientes, étude de mise en place d'un système de suivi des risques (Département de l'Environnement), les PDAIRE (Plan Directeur d'Aménagement Intégré des Ressources en Eau) des agences de bassin (Département de l'Eau, communications nationales sur les changements climatiques (Département de l'environnement), étude de l'impact des changements climatiques sur l'agriculture au Maroc (Département de l'Agriculture), étude sur la sécheresse au Maroc (projet SMAS), le système « expert feux » mis en place dans le cadre du projet FORMA, rapport de la banque mondiale sur l'adaptation au changement climatique et aux désastres naturels des villes côtières d'Afrique du Nord, projet ANR-08RISKMAT...

Certaines informations proviennent des participations (discours et présentations) des délégations marocaines aux sessions du forum biennal de la plateforme mondiale pour la réduction des risques de catastrophe.

Ce travail a également bénéficié des conclusions et recommandations issues de discussions approfondies qui se sont déroulées, à l'IRES, lors des réunions de présentation et de restitution des résultats et à laquelle ont pris part des experts nationaux (Ministère de l'Intérieur, départements de l'environnement, de l'équipement, HCEFLCD, MAGG ...).

1. Evolution des risques de catastrophe au Maroc et incidences à venir

1.1. Tendances climatiques au Maroc : faits et projections

1.1.1. Tendances et changements des températures

La comparaison des moyennes des températures annuelles sur deux périodes de 10 ans 1971-1980 et 1998-2007 montre une hausse de ces valeurs sur la majorité des régions marocaines (Tableau 1). Cette augmentation est comprise entre 0,3°C observée à Tétouan et 2,5°C à Midelt. Ce résultat est en accord avec la tendance à la hausse au niveau de la température observée à l'échelle globale (5^{ème} rapport du GIEC (IPCC/AR5, 2013)).

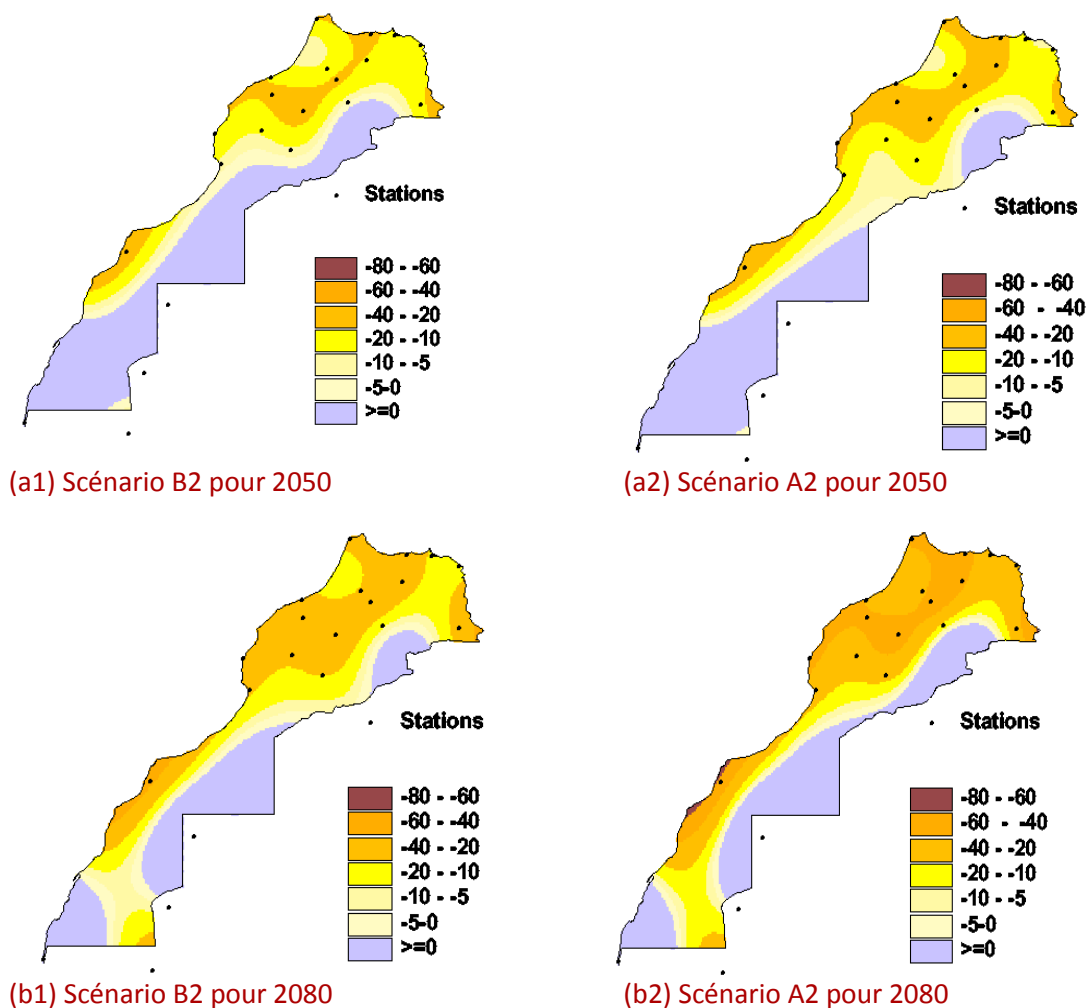
Tableau 1: Evolution des températures moyennes entre 1971-1980 et 1998-2007 dans les différentes stations météorologiques du Maroc

Stations	1971-1980	1998-2007	Différence	Stations	1971-1980	1998-2007	Différence
Agadir	18,2	19,4	1,2	Meknès	16,6	17,8	1,2
Al Hoceima	17,7	18,4	0,7	Midelt	15,4	17,9	2,5
Beni Mellal	17,6	19,3	1,7	Ouarzazate	18,5	19,8	1,3
Casablanca	16,8	18,4	1,6	Oujda	16,0	17,3	1,3
Errachidia	18,5	19,8	1,3	Rabat	16,7	18,0	1,3
Essaouira	17,0	18,0	1	Safi	17,6	18,5	0,9
Fès	16,3	17,6	1,3	Sidi Ifni	18,4	19,6	1,2
Kasba Tadla	18,1	19,3	1,2	Tanger	17,4	18,5	1,1
Larache	16,7	18,2	1,5	Taza	17,1	19,1	2
Marrakech	19,2	20,1	0,9	Tétouan	17,5	17,8	0,3

1.1.2. Tendances et changements des précipitations

Le Maroc subit des sécheresses de plus en plus récurrentes et sévères conjuguées à une demande en eau de plus en plus croissante. Durant les trois dernières décennies pour lesquelles les données sont disponibles 1976-2006, il a été observé des fluctuations aléatoires des précipitations (succession désordonnée d'années sèches et d'années humides) donnant une décroissance globale nette des quantités de pluie recueillies. Cette décroissance oscille, selon les régions, entre 3% et 30%.

Figure 1 : Spatialisation sur le royaume du changement en % des précipitations pour les deux horizons 2050 (2041-2070) et 2080 (2071-2099) par rapport à la période de référence 1961-1990



Selon Driouechet *al.*, 2009, les indices climatiques calculés sur la période 1961-2008 pour 14 stations météorologiques marocaines montrent que la durée maximale de sécheresse estivale a tendance à augmenter dans la plupart des stations. Selon la même étude, une évaluation des évolutions futures projetées par le modèle numérique spectral ARPEGE (Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle) destiné à la prévision courte et moyenne échéance a permis de noter que des changements pourraient se manifester à la fois en termes de diminution du nombre total de jours humides, d'augmentation du nombre maximal de jours consécutifs secs (et donc de la persistance temporelle de la sécheresse) et de diminution d'événements de fortes précipitations (Driouech *et al.*, 2009).

Des études similaires (Babqiqi *et al.*, 2011 ; Babqiqi et Messouli, 2013) ont porté sur le changement en pourcentage des précipitations au niveau de 21 stations, pour les deux horizons 2050 et 2080, sous les deux scénarios A2 et B2. L'étude fait ressortir un assèchement plus important au nord et à l'ouest du pays. La diminution au niveau des précipitations sur la majorité du territoire nationale peut atteindre 5% à 40% pour les années 2050 et 40 à 60% pour les années 2080 (figure 1).

1.1.3. Changements des extrêmes climatiques affectant le Maroc

Le rapport de la première phase a fourni de solides renseignements scientifiques sur ce que l'on peut prévoir des changements qui affectent les extrêmes climatiques et météorologiques dans diverses régions du Royaume. Un résumé de ces informations est repris dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Changements observés pour les extrêmes de températures et de précipitations depuis les années 1960

Le tableau 2 montre les changements observés pour les extrêmes de température et de précipitations, y compris les épisodes de sécheresse, avec la période 1961-1990 comme base de référence				
Tendances des maxima de température (journées chaudes et froides)	Tendances des minima de température (journées chaudes et froides)	Tendances des canicules/ épisodes de chaleur	Tendances des fortes précipitations (pluie, neige)	Tendances des périodes de sécheresse et de sécheresse prolongée
Augmentation des températures de la journée la plus chaude et régression de la journée la plus froide sur les régions du Maroc.	Augmentation du nombre de nuits chaudes, diminution du nombre de nuits froides sur les régions du Maroc.	Augmentation sur certaines régions du Maroc	Précipitations liées à des événements de fortes pluies en baisse, intensité des pluies en augmentation.	Augmentation de la durée des épisodes secs, variation interannuelle en hausse ces dernières années.

Source : auteurs

Tableau 3 : Changements prévus pour les extrêmes de températures et de précipitations, y compris les épisodes de sécheresse, au Maroc

Le tableau 3 montre les changements prévus pour les extrêmes de température et de précipitations, y compris les épisodes de sécheresse, pour le Maroc. Ces prévisions concernent la période 2050-2080 (comparée à la période 1961-1990) sous scénario d'émissions A2/B2.				
Tendances des maxima de température (journées chaudes et froides)	Tendances des minima de température (fréquence des nuits chaudes et froides)	Tendances des canicules/ épisodes de chaleur	Tendances des fortes précipitations (pluie, neige)	Tendances des périodes de sécheresse et de sécheresse prolongée
Augmentation probable du nombre de jours chauds (diminution du nombre de jours froids).	Augmentation probable du nombre de nuits chaudes (diminution du nombre de nuits froides).	Augmentation probable de la fréquence/durée des canicules ou épisodes de chaleur.	Léger changement ou absence de changement pour les indicateurs de fortes précipitations dans la plupart des zones. Faible cohérence des modèles pour les zones nord.	Signal hétérogène.

Source : auteurs

Depuis les années 1960 :

- le nombre moyen de journées et nuits froides a diminué.
- le nombre moyen de journées et nuits chaudes a augmenté.
- la fréquence des vagues de chaleur a augmenté.

Concernant les projections futures au Maroc, le réchauffement annuel prévu sur tout le Royaume pour trois horizons 2020, 2050 et 2080 est caractérisé par un gradient Est-Ouest avec des amplitudes plus importantes à l'Est qu'à l'Ouest. Cette remarque est valable pour les trois paramètres : température moyenne, température maximale et température minimale. En ordre de grandeur, le réchauffement au niveau de la température moyenne annuelle peut atteindre selon le scénario le plus pessimiste A2, 1 à 2°C pour l'horizon 2020, 3 à 4°C pour l'horizon 2050 et jusqu'à 5°C pour l'horizon 2080. On remarque la même structure de réchauffement au niveau de la température maximale et minimale par rapport à la température moyenne mais avec des amplitudes plus marquées et plus modérées respectivement (SCN, 2011).

1.1.4. Changement dans la fréquence et l'intensité des tempêtes

Il est généralement admis que le changement climatique devrait augmenter la fréquence et l'intensité des tempêtes, mais de nombreuses incertitudes subsistent à l'échelle régionale aux moyennes latitudes, en raison de la variabilité entre les différents modèles climatiques (Houghton *et al.*, 2001). Si une tendance au renforcement des événements extrêmes a été mise en évidence dans l'Atlantique Nord, où celle-ci est attribuée en grande partie à la variabilité interne du système, avec pour le futur la possibilité d'une plus grande variété dans leurs trajectoires et intensité (IPCC, 2013 ; Warrick, 1993 ; Costa, 1997 ; Héquette et Vasseur, 1998), l'évolution est moins nette en Méditerranée.

1.1.5. Sécheresse

Bien que la sécheresse puisse survenir sous tous les types de climat, les régions semi-arides, telles plusieurs parties du Maroc, sont des plus vulnérables car elles connaissent déjà et régulièrement un déficit hydrique dû à des précipitations variables. De tous les risques météorologiques, elle est probablement la plus lente à se développer, la plus longue et la moins prévisible.

Le nombre des années sèches, dont la pluviométrie est inférieure à 400 mm, a augmenté depuis le début des années 1980 au Maroc. La fréquence des années sèches a quintuplé, passant d'une année sèche sur 15 années normales durant les décennies 30, 40, 50, 60 et 70, à une année sèche sur 3 durant les trois dernières décennies (Jlibene, 2011).

1.2. Liens entre catastrophes naturelles et changement climatique

Le dernier rapport d'évaluation du GIEC (AR5) affirme que les experts s'attendent à ce que "le changement climatique provoque des événements météorologiques extrêmes plus intenses, tels que les sécheresses, pluies diluviennes et des ouragans plus fréquents " (Boucher *et al.*, 2013).

Les impacts du changement climatique sur les systèmes géophysiques, notamment les inondations, les sécheresses et l'élévation du niveau de la mer, constituent un sous-ensemble des impacts appelés impacts physiques (IPCC, 2014b). Les catastrophes liées aux événements extrêmes sont liées au changement climatique. Ce dernier influe sur les aléas physiques, mais aussi sur la capacité des communautés à réagir aux catastrophes. Conséquence du changement climatique, ces catastrophes ont augmenté en fréquence et en intensité, surtout dans le cas des événements climatiques extrêmes tels que la sécheresse et les inondations.

Il est très vraisemblable que la hausse du niveau moyen de la mer contribue aux tendances à l'augmentation des niveaux des submersions côtières. Sur le plan physiographique, une élévation rapide du niveau de la mer aurait principalement pour effet d'accélérer les changements littoraux qui se produisent actuellement. Les plus prévisibles sont une accélération des glissements de terrains et l'érosion des falaises (El Fellah *et al.*, 1995). Il en résulterait aussi toute une série d'impacts biophysiques et socioéconomiques le long des zones côtières qui, à terme, auraient une incidence sur différents facteurs qui aggravent la vulnérabilité à l'égard des conditions météorologiques extrêmes tels que l'érosion, les inondations, la modification du littoral et l'intrusion d'eau salée dans les nappes souterraines côtières (Niazi, 2007 ; Banque Mondiale, 2011).

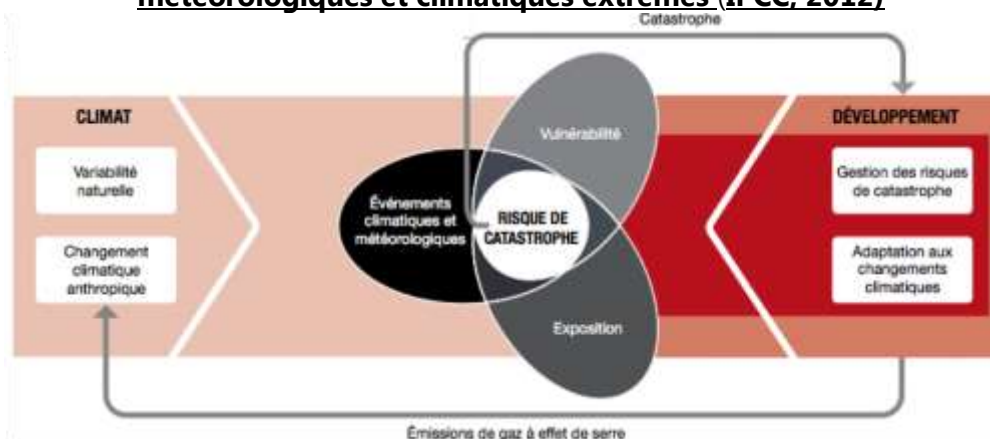
Un autre exemple est celui des mouvements de masse. La quasi-totalité des mouvements de masse enregistrés au Maroc coïncident avec les saisons pluvieuses. Une concentration des saisons pluvieuses aurait une incidence sur les éboulements glissements et affaissements de terrain et une contribution de plus en plus importante aux comblements des retenues de barrages en sédiments résultant de ses instabilités de terrain. Les mouvements de masse auront aussi un impact sur l'accélération des pertes des sols, sous les effets conjugués de l'activité pastorale et de la déforestation.

Il est donc important d'harmoniser les efforts nationaux visant à s'adapter au changement climatique afin de réduire les risques de catastrophe, surtout dans le milieu rural, où les capacités des pouvoirs publics sont particulièrement limitées.

1.3. Profils d'exposition de vulnérabilité et de risque au Maroc

L'évaluation du risque de catastrophe, dans ce travail, tient compte de trois éléments : aléas physiques (événements climatiques et météorologiques), exposition à ces aléas (actifs nationaux tels que la population, l'infrastructure et les secteurs de l'économie) et la vulnérabilité de ces actifs. L'ampleur de l'impact d'une catastrophe dépend des niveaux de résilience ou de la capacité à résister au risque. La figure 2 illustre le lien entre le risque de catastrophe, la vulnérabilité, l'exposition et l'aléa. Le glossaire de l'annexe 1 fournit les définitions de ces termes.

Figure 2 : Interconnexions entre les concepts clés essentiels de la gestion de risques de catastrophes liés aux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes (IPCC, 2012)

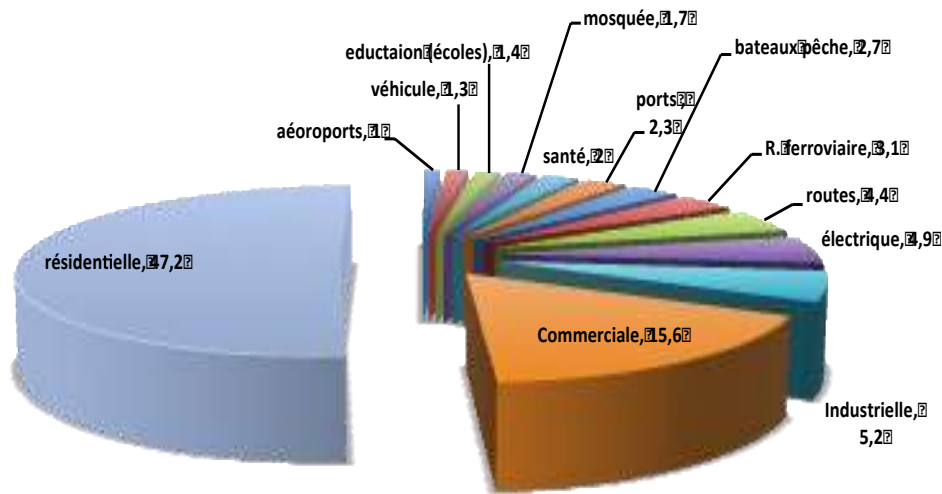


1.3.1. Exposition

Au Maroc, un habitant sur quatre est exposé au risque de sécheresse : La sécheresse est caractérisée par une large répartition géographique. C'est l'aléa qui affecte le plus de marocains, plus de 7 millions. C'est aussi l'aléa le plus coûteux pour le développement humain (EM-DAT, 2013).

Selon la base de données EM-DAT, la modélisation du montant du PIB (produit intérieur brut) présent dans les zones à risque qui sont ainsi soumis à des pertes éventuelles montre que l'économie marocaine présente une exposition importante aux inondations, tempêtes et mouvements de masse, avec 0,11 billions de dollars exposés. Les régions, densément peuplées, apparaissent comme fortement exposées. Le littoral, les berges le long des cours d'eau et les oasis abritent des populations plus au moins hautement exposées au risque d'inondation selon les milieux urbains et ruraux.

**Figure 3 : Degrés d'exposition aux inondations
par catégories d'infrastructure**



Etabli à partir des données du MAAG, RMSI, BM

La figure 3 montre que le milieu résidentiel est le plus exposé aux inondations (47,7% de l'ensemble des infrastructures exposées), suivi de la catégorie commerciale puis industrielle. Les aéroports, qui sont soumis à une réglementation internationale rigoureuse vis à vis de l'exposition aux aléas climatiques, ne représentent que 1% de l'ensemble des expositions nationales aux inondations.

1.3.2. Vulnérabilité et Risque

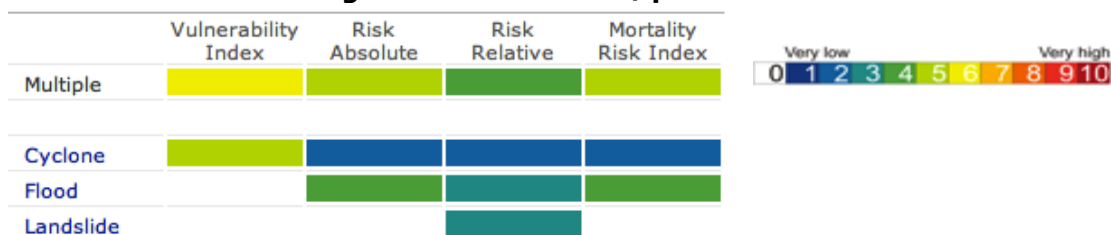
Si l'exposition est relativement simple, la vulnérabilité, en revanche, est plus complexe, parce qu'on s'intéresse à tous les aspects : environnementaux, sociaux, politiques et culturels.

La défaillance de la résilience, une forte sensibilité et l'incapacité à éviter et s'adapter aux effets adverses des extrêmes climatiques sont de sérieux agents de vulnérabilité. Des procédures de développement irresponsables sont également génératrices d'une vulnérabilité et d'une exposition imminente.

La Stratégie Internationale de la Prévention des Catastrophes (SIPC) a calculé quatre indices de vulnérabilité pour le Maroc (figure 4) :

- L'indice de vulnérabilité (*Vulnerability Index*), nombre estimé de personnes tuées par année (par million de personnes exposées) ;
- Risque Absolu (RA), (*Risk Absolute*), Moyenne des personnes tuées par année ;
- Risque Relatif (RR), (*Risk Relative*), personnes tuées par million, par année
- L'indice de Risque de Mortalité (*Mortality Risk Index*), moyenne des deux indices RA et RR $(RA+RR/2)$.

Figure 4 : Vulnérabilité et risque (cyclone, inondation et glissement de terrain) pour le Maroc



Source :EM-DAT /UNISDR <http://www.unisdr.org>

D'après la figure 4, le Maroc a un indice de vulnérabilité aux risques multiples (tous risques confondus) relativement élevé (VI = 6). Le risque absolu est nul pour les mouvements de terrains et reste très faible dans le cas des cyclones. Ce sont les inondations qui affichent la valeur la plus élevée (RA = 4) et contribuent grandement aux valeurs relativement élevées de l'indice de vulnérabilité (VI) et de l'indice du risque de mortalité (MRI) au Maroc. Il faut noter que la base EM-DAT (Emergency Events Database) ne considère que la catastrophe qui répond au moins à l'un des critères suivants : i) dix personnes ou plus tuées, ii) cent personnes ou plus affectées, iii) déclaration de l'état d'urgence, iv) appel à l'aide internationale.

Compte tenu des incertitudes concernant à la fois la modélisation de l'aléa sécheresse et l'utilisation du nombre de décès en tant qu'indicateur du risque, la modélisation des risques de sécheresse a présenté une série de difficultés supplémentaires, qui n'ont pu être résolus que partiellement (PNUD, 2004), (par ex. comparé aux autres types d'aléa, les décès ne donnent qu'une image limitée du risque manifeste de sécheresse. De plus, la sécheresse météorologique ne conduit pas nécessairement à la sécheresse agricole ou hydrologique). La sécheresse ne tue pas, du moins pas directement, au Maroc.

Le 5^{ème} Rapport d'évaluation du GIEC (AR5) témoigne que le niveau de confiance quant à l'augmentation des sécheresses lors des dernières décennies est plus faible que lors du 4^{ème} rapport, à cause de la difficulté de comparaison des différents types de sécheresse (IPCC, 2013).

1.4. Impacts des catastrophes liées aux événements extrêmes sur l'économie et le développement du pays

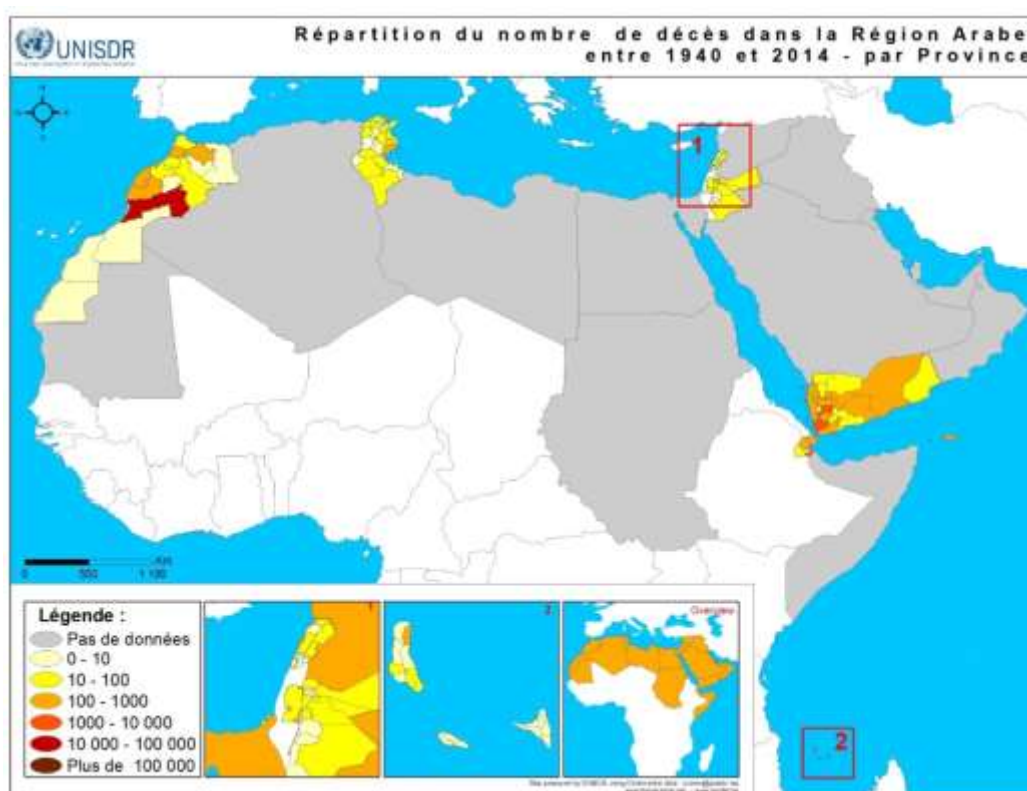
Dans le présent rapport, le terme impact est principalement utilisé pour désigner les conséquences sur les systèmes naturels et humains des événements météorologiques et climatiques extrêmes et du changement climatique. Les impacts désignent généralement les conséquences sur les vies, les moyens de subsistance, la santé, les écosystèmes, les économies, les sociétés, les cultures, les services et les infrastructures dues à l'interaction des changements climatiques ou des événements climatiques dangereux et une société vulnérable si elle est exposée.

Il est important de souligner que le Maroc est un des pays Arabe les plus touchés par les catastrophes, comme en témoignent le tableau 4 et la figure 5 extraits respectivement de la base de données EM-DAT et DesInventar (Ezzine, 2014).

Tableau 4 : Sommaire des catastrophes dans les pays Arabes (Ezzine, 2014).

Summary of disasters in the Arab countries (EMDAT)			
Arab Countries	Event	Deaths	Total damages ('000\$USD)
Algeria	128	12837	12 614 846
Bahrain	7	356	0
Djibouti	27	532	5719
Egypt	202	17477	1 381 000
Iraq	44	3040	61 300
Jordan	26	768	404 400
Kuwait	3	46	0
Lebanon	15	849	165000
Libya	21	1472	55600
Mauritania	53	582	59500
Morocco	124	16466	1 751 659
Oman	11	355	4 951 000
Qatar	3	61	0
Saudi Arabia	64	4999	1 650 220
Somalia	101	29929	100020
Sudan	196	172760	558 200
Syria	33	675	89000
Tunisia	39	1689	440 800
United Arab Emirates	11	380	7000
Yemen	8	1657	2 022 700
Comoros	38	1440	87804
Palestine	8	25	0
Total	1162	268 395	26 405 768

Figure 5 : Distribution du nombre de catastrophes dans la région Arabe (Ezzine, 2014)



La nature et le nombre de catastrophes déclarés au Maroc depuis 1900 à nos jours sont fournis par le tableau 5, extrait de la base EM-DAT (The International Disaster Database). Il illustre le nombre de personnes tuées, le nombre total des personnes affectées ainsi que les dommages socio-économiques occasionnés par ces aléas.

Tableau 5 : Résumé des catastrophes liées aux événements extrêmes au Maroc 1900-2013.

Aléas		Nombre d'événements	tués	Total Affectés	Domage (millier US\$)
sécheresse	sécheresse	5	-	412.000	900.100
température extrême	vague de froid	1	-	7.500	-
	vague de chaleur	1	-	-	809
inondation	non spécifié	13	542	409.209	35.000
	inondation éclair	7	205	112.823	29.000
	inondation générale	10	910	116.423	266.200
Infestation (insecte)	acridien	4	-	-	-
mouvement de masse	chute blocs	1	31	-	-
mouvement de masse	glissement	1	1	12.216	-
tempête	non spécifiée	1	14	-	-
	cyclone tropical	1	1	-	50

Source : EM-DAT : Créé en avril 2013.

Les profils de risque au Maroc établis à partir des bases de données EM-DAT sur les catastrophes fournissent des informations utiles sur les pertes intensives à grande échelle. Néanmoins, les résultats de ces bases présentent des limites et doivent être pris en considération avec précaution. Une forte proportion de pertes pour le logement, l'infrastructure locale et les moyens de subsistance qui sont associés aux phénomènes fréquents largement distribués, mais dont les pertes sont de faible intensité bien caractéristiques du Maroc, se trouvent dissimulées.

1.4.1. Les pertes humaines comme indicateurs de l'impact des catastrophes

Dans le cadre de l'initiative DesInventar, une base de données nationale sur les pertes engendrées par les catastrophes a été mise en place et implémentée en 2010 au niveau du département de l'environnement. Elle a été récemment actualisée et mise à jour (Ezzine, 2014).

Tableau 6 : Sommaire des pertes enregistrées par les catastrophes au Maroc entre 1960 et 2014.

Événement	Nombre d'événement	Décès	Blessé	Disparus	Maison détruites	Maison endommagée	Sinistrées	Affectés	Evacués
Feux de Forêts	629	0	121	0	4	75	0	0	0
Inondation	84	1360	1712	486	4039	9455	20340	7043	1510
Tremblement de terre	8	12641	1236	0	1079	12380	0	40250	40000

Légende : ● Très élevé ● Elevé ● Modéré à faible. (Ezzine, 2014)

Sept cent trente-deux événements ont été collectés entre 1960 et 2014 (tableau 6)¹. Ces derniers correspondent aux aléas inondations, tremblements de terre et feux de forêts. Les pertes engendrées par les catastrophes d'origine climatique, notamment par les inondations, ont provoqué 1.360 décès et 1.712 blessés et ont causé la destruction et l'endommagement de 13.494.

La répartition géographique des pertes et dommages engendrés par les catastrophes au Maroc entre 1960 et 2014 est relatée dans le tableau 7.

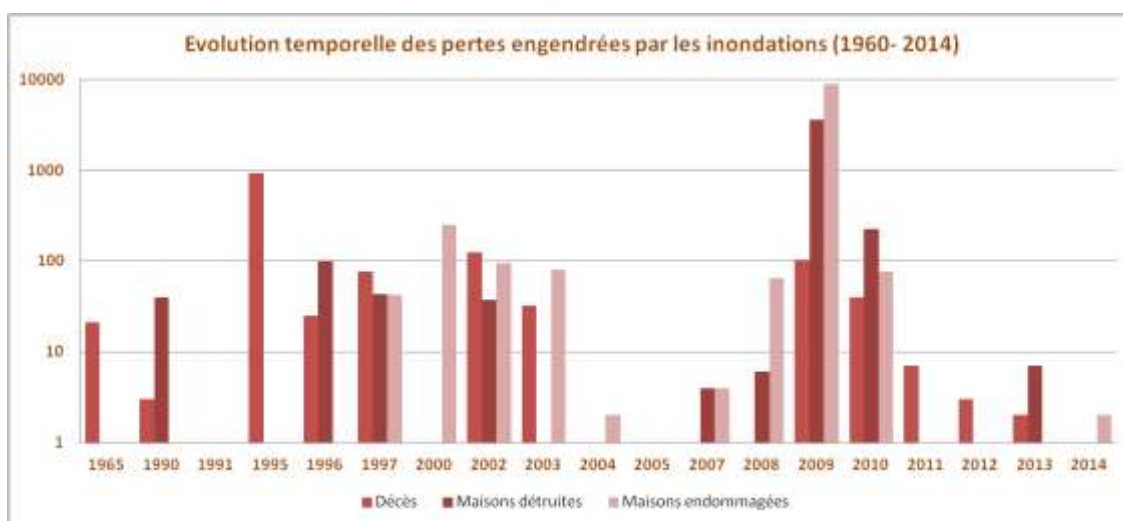
Les décès provoqués par les inondations se répartissent sur un large territoire, avec une focalisation dans la zone de Marrakech (Ourika) et celle du Gharb. Ce constat est aussi valable pour les maisons détruites et endommagées. En effet, les dégâts causés au niveau des bâtiments par les inondations s'étalent sur un très large territoire, comparés à ceux causés par les tremblements de terre qui ont un caractère local et se concentrent davantage au niveau de la zone d'Al Hoceima et Agadir.

Tableau 7 : Répartition, selon le découpage administratif régional, des pertes engendrées par les catastrophes dues aux inondations, tremblements de terre et feux de forêts (Ezzine, 2014).

Régions	Décès	Blessé	Disparus	Maison détruites	Maison endommagées	Sinistrées	Affectés	Evacués
Chaouia Ouardigha	45	8	6	17	34	0	0	0
Doukkala Abda	131	91	0	100	0	0	110	0
Fès Boulemane	0	10	0	1	7	0	0	0
Gharb Charda Beni Hssen	113	282	0	1216	1296	20000	7000	0
Grand Casablanca	196	619	15	126	89	0	3	6
I Oriental	0	8	1	4	26	0	0	0
Laayoune Boujdour Sakia El Ham	0	17	0	0	0	0	0	314
Marrakech Tensift Al-Haouz	910	438	221	8	16	0	0	0
Meknès Tafilalet	62	117	2	43	107	0	0	80
Rabat Salé Zemmour Zear	13	11	0	12	13	0	12	0
Souss Massa Draa	12006	15	0	2256	6780	0	25000	220
Tadla Azilal	7	110	0	32	100	0	0	240
Tanger Tétouan	25	404	220	338	968	340	0	0
Taza Al Hoceima Taounate	689	1382	21	969	12484	0	15278	40650
Oued Ed-dahab-Lagouira	0	0	0	0	0	0	0	0
Guelmim Es-semara	0	0	0	0	0	0	0	0

D'autre part, le dépouillement de la base de données DesInventar a fait ressortir que la catastrophe d'origine climatique la plus meurtrière, enregistrée au cours de la période étudiée, est l'inondation de l'Ourika survenue le 19 aout 1995. Cette catastrophe a coûté la vie à 730 personnes.

Figure 6 : Evolution temporelle des pertes (nombre de décès, maisons détruites et endommagées) engendrées par les inondations (1960 – 2014).



Source : Ezzine, 2014

En ce qui concerne le nombre des maisons détruites et endommagées, les inondations de la région de Taroudant (Sous-Massa-Draa) ont détruit et engendré des dommages dans approximativement 4.820 maisons.

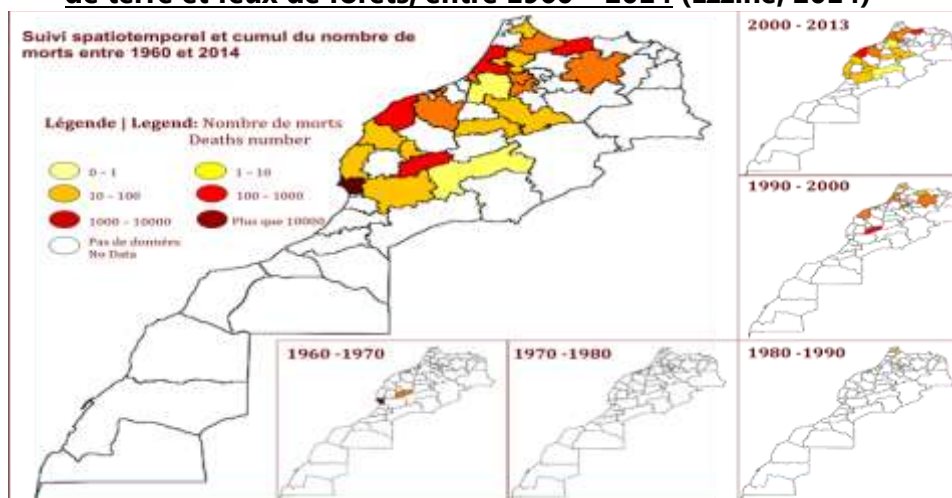
L'analyse de l'évolution temporelle des pertes engendrées par les inondations a permis de conclure que les décès et les habitations détruites et endommagées occasionnés par les inondations surviennent presque chaque année (figure 6).

Un autre point considéré dans l'étude DesInventar est l'analyse de la répartition spatiotemporelle du nombre de décès. Cette analyse confirme le caractère temporel aléatoire des événements tel qu'illustré par la figure 6 qui met en exergue l'évolution dans l'espace et dans le temps du nombre de décès.

La figure 6 montre que le paramètre étudié varie d'une décade (10 ans) à l'autre et d'une province à l'autre. Précisons ici que l'absence de décès au cours de la décade de 1970-1980 et dans une moindre mesure la décade 1980-1990 ne signifie pas nécessairement la non occurrence de catastrophes et l'absence de pertes en vies humaines pendant cette période. Cette absence est due vraisemblablement à des lacunes dans les données collectées (Ezzine, 2014).

Les principales conclusions émanant de cette base de données s'articulent autour de trois points : i) Les catastrophes hydrométéorologiques menacent un large territoire et sont très fréquentes par rapport aux aléas géophysiques qui sont plus focalisés dans l'espace et dans le temps. ii) A l'exception de quelques extrêmes historiques, les aléas ont engendré plus de pertes et de dommages au cours des dernières décades au Maroc. iii) Les bases de données liées aux pertes et dommages engendrés par les catastrophes ne sont pas exhaustives et contiennent plusieurs gaps.

Figure 7 : Suivi spatiotemporel et cumul du nombre de morts par les catastrophes dues aux inondations, tremblements de terre et feux de forêts, entre 1960 – 2014 (Ezzine, 2014)



1.4.2. Les pertes économiques comme indicateurs de l'impact des catastrophes

Le deuxième rapport de l'étude « *climate vulnerability monitor* » (DARA, 2012) évalue, à travers 34 indicateurs, les impacts économiques et humains du changement climatique sur la période s'étalant entre 2010 et 2030 dans 184 pays. Le Maroc (classé dans la catégorie des pays en voie de développement faible émetteurs) y est représenté tel que synthétisé dans le tableau 8.

Le dernier rapport du Centre Marocain de Conjoncture² (CMC, 2010) évalue à plus de 5 milliards DH les pertes que les intempéries ont causées aux différents secteurs de l'activité économique. Environ 4.900 ménages ont perdu leur logement et plus de 2.650 habitations précaires, construites pour la plupart en pisé, ont été détruites par les inondations. Selon le Centre Marocain de Conjoncture, le coût économique occasionné par les intempéries a absorbé plus de 0.7% du produit intérieur brut national. Toutefois, ce chiffre ne tient pas compte des dommages infligés aux écosystèmes et la dégradation du capital naturel et ces estimations s'avèrent difficiles à réaliser sur le plan économique.

Tableau 8 :Moyenne annuelle des coûts économiques additionnels (millions de \$US), dus aux extrêmes et changement climatique au Maroc à l'horizon 2030, selon un modèle actuel intensif en carbone, couplé avec le changement climatique (DARA, 2012).

Catastrophes naturelles	Impact	2010	2030
-- Sécheresse	Très élevé	40	300
-- Inondations et glissements de terrain	Faible	5	30
-- Tempêtes	Faible	---	---
-- Feux de forêt	Faible	---	---
Changement d'habitat	Impact	2010	2030
-- Biodiversité	Sévère	300	2000
-- Désertification	Elevé	30	200
-- Température	Faible	-200	-1000
-- Productivité	Modéré	65	450
-- Augmentation du niveau de la mer	Modéré	250	1750
-- Eau	Modéré	10	70
Impacts sur la santé (décès par année)	Impact	2010	2030
-- Infections	Modéré	150	250
-- Coups de froid et de chaleur	Elevé	100	150
-- Famine	Elevé	500	600
-- Malaria	Modéré	---	---
-- Méningite	Modéré	40	55
Secteur industriel	Impact	2010	2030
-- Agriculture	Sévère	400	3000
-- Pêche	Aigu	650	7250
-- Foresterie	Modéré	5	75
-- Energie hydraulique	Faible	-1	-5
-- Tourisme et transport	Faible	---	---

Les pertes enregistrées en milieu urbain paraissent nettement plus lourdes qu'en milieu rural, en raison de la valeur des infrastructures et des biens endommagés et non de l'effet des catastrophes sur le potentiel de développement. En d'autres termes, les faibles pertes observées dans le milieu rural sont plutôt dues au manque d'infrastructures et de biens économiques qu'à la faiblesse de l'impact des catastrophes sur le développement. Il faut dire que lorsqu'il s'agit des communautés pauvres avec un très faible produit intérieur brut (PIB) par habitant, même ces faibles pertes économiques peuvent peser lourdement sur l'économie nationale.

Evaluation probabiliste des pertes

La plateforme MnhPRA développée dans le cadre du projet d'analyse probabiliste des risques des aléas naturels au Maroc permet d'évaluer des aléas, des enjeux, des vulnérabilités et des risques qui y sont associés.

Les figures 8 et 9 illustrent un exemple de calcul des pertes potentielles par catégorie d'enjeux exposées aux inondations.

Figure 8 : Inondations, pertes potentielles par catégories d'infrastructure (ALL, Average Annual Loss)

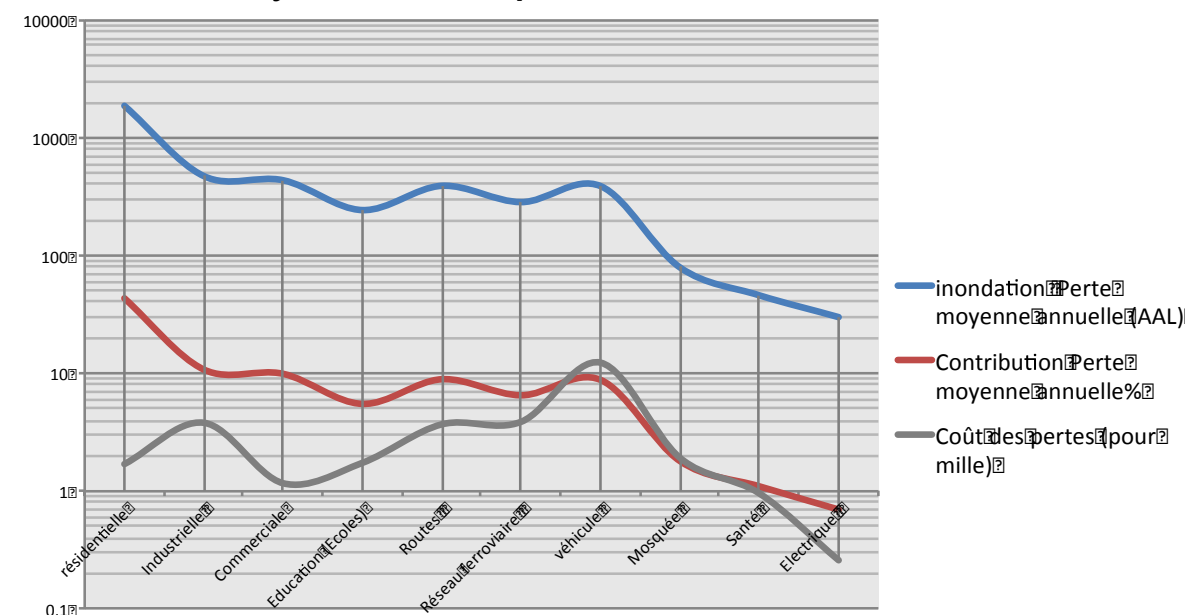
Type d'exposition	valeur estimée (en millions DH)	valeur estimée par habitant	parts exposés	inondation Perte moyenne annuelle (AAL) (Millions DH)	Contribution Perte moyenne annuelle	Coût des pertes (pour mille)
Résidentielle	1.126.875	34.148	47,2%	1.895	43,3%	1,68
Commerciale	370.877	11.239	15,6%	434	9,9%	1,17
Education (Ecoles)	139.428	4.225	5,8%	242	5,5%	1,74
Industrielle	123.804	3.752	5,2%	471	10,8%	3,81
Electrique	116.538	3.531	4,9%	30	0,7%	0,26
Routes	105.501	3.197	4,4%	389	8,9%	3,69
Voie ferrée	73.009	2.212	3,1%	283	6,5%	3,88
Bateaux de pêche	63.964	1.938	2,7%	-	0,0%	-
Ports	53.956	1.635	2,3%	-	0,0%	-
Santé	48.339	1.465	2,0%	46	1,1%	0,96
Mosquée	40.985	1.242	1,7%	79	1,8%	1,92
véhicule	31.464	953	1,3%	387	8,8%	12,30
aéroport	22.867	693	1,0%	-	0,0%	-



Source : Tabyaoui, 2012

Bien que l'exposition résidentielle contribue le plus aux pertes moyennes annuelles, les couts relatifs les plus élevés occasionnés par les inondations sont ceux de l'endommagement des véhicules, suivis des dégâts causés aux réseaux de transports ferroviaire et routier puis le milieu industriel (figure 9). Le secteur d'électricité semble le plus résilient face à l'aléa inondation.

Figure 9 : Impact différentiel des inondations exprimé en pertes moyennes annuelles potentielles (en Millions de DH).

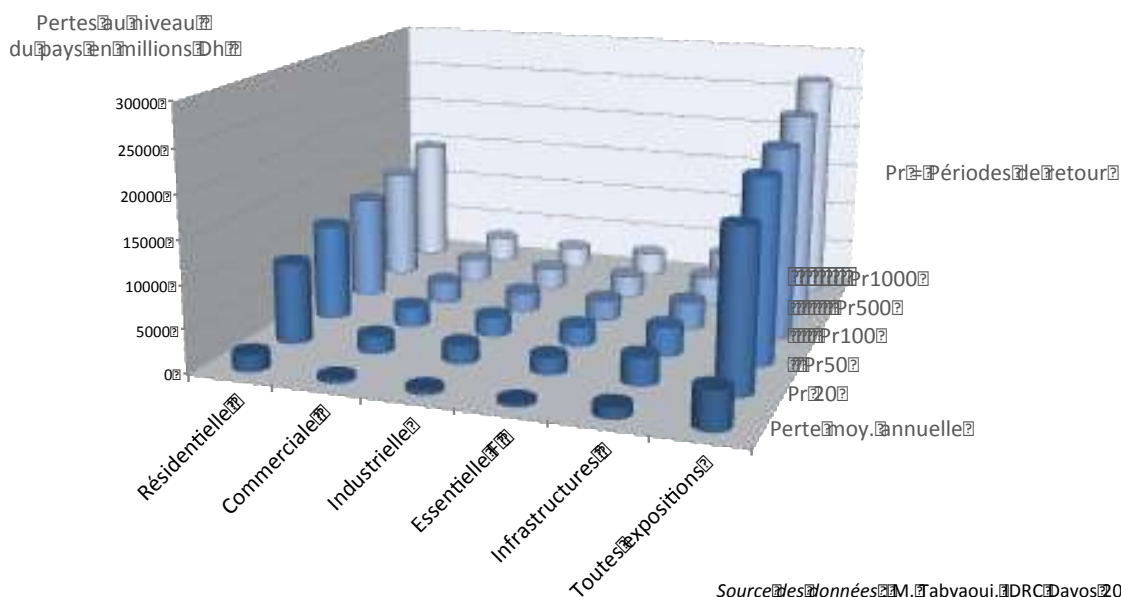


Graphique établi à partir des données du MAGG, RMSI, BM

En plus des informations liées aux enjeux et à la vulnérabilité, MnhPRA intègre aussi les données requises pour l'analyse de l'intensité des aléas susmentionnés à différentes périodes de retour (figure 10). Une fois tous les 100 ans, en moyenne, le Maroc ferait face à des dommages s'élevant à environ 60 milliards de dirhams, soit l'équivalent d'environ 7% du PIB. Ces chiffres représentent des dommages physiques et ne prennent pas en compte les impacts socio-économiques indirects, qui sont assez importants (Banque Mondiale, 2012).

Les inondations touchent tous les niveaux d'ouvrage et de constructions (figure 9), les constructions résidentielles et les infrastructures subissent des pertes moyennes annuelles les plus élevées avec 1.895 et 1.210 millions de dirhams respectivement.

Figure 10 : Calcul des pertes potentielles par catégorie d'enjeu exposée aux inondations à différentes périodes de retour



Source : Les données M. Tabyaoui, DRCDavos 2012

Pertes au niveau du pays en millions DH

Périodes de retour

construction	Perte moyenne annuelle	20	50	100	500	1.000
Résidentielle	1.895	9.399	11.232	12.092	13.065	14.718
Commerciale	434	1.965	2.342	2.530	2.708	3.006
Industrielle	471	2.072	2.242	2.231	2.477	2.569
Essentielle F	369	1.913	2.214	2.351	2.497	2.751
Infrastructures	1.210	3.152	3.323	3.218	3.427	3.648
Toutes expositions	4.380	18.501	21.354	22.423	24.174	26.692



Source : Tabyaoui M, 2012

1.5. Profils de risques et catastrophes propres aux aléas

L'implémentation des profils de risques spécifiques aux aléas est un point délicat et imparable pour la matérialisation et la mise en œuvre des Plans de Préventions des Risques (PPR). Le PPR a pour objet de rendre compte des aléas dans une région donnée, d'en inférer une démarcation des aires exposées et de favoriser les actions et planifications de développement au niveau des lieux non affectés par les risques.

1.5.1. Risque d'inondation

Au Maroc, les crues éclair sont jugées comme les plus destructrices à cause de l'accession rapide de l'écoulement d'eau ainsi que du délai court ne permettant pas de se réfugier à temps. Il en résulte que l'hydrocution et la noyade est la première cause de mort causée par les crues et inondations. Avec les mouvements de masse, les inondations affecteront près de 21.000 personnes par année à l'horizon 2030 (DARA, 2012).

La crue la plus meurtrière de l'histoire du Maroc est celle survenue en aout 1995 dans le bassin de Tensift (les vallée de l'Ourika, Nfis, Zat et Gheraya). La crue éclair a fait 732 morts et occasionnée 80 millions de dirhams de pertes matérielles.

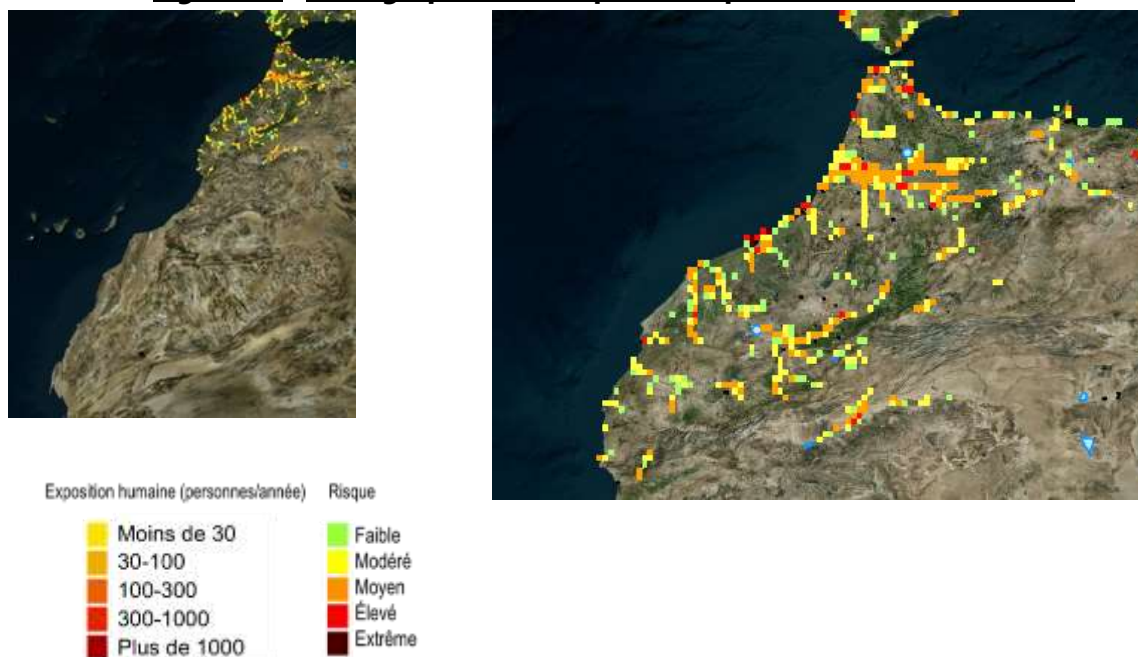
L'exposition, particulièrement les options de développement inconséquentes de l'occupation et des changements de l'affectation des sols et plus spécifiquement l'expansion urbaine, déterminent la cause la plus caractéristique des dégâts et pertes provoquées par les inondations depuis le début du siècle.

Evaluation des risques d'inondation

A l'échelle nationale

La cartographie des degrés de risques d'inondations et l'exposition humaine exprimée par le nombre de personnes exposées par année, fait ressortir une concentration de l'exposition des berges des principaux cours d'eau ainsi que des façades maritimes (figure 11).

Figure 11 : Cartographie des risques et exposition aux inondations.



2013 PNUE / UNISDR

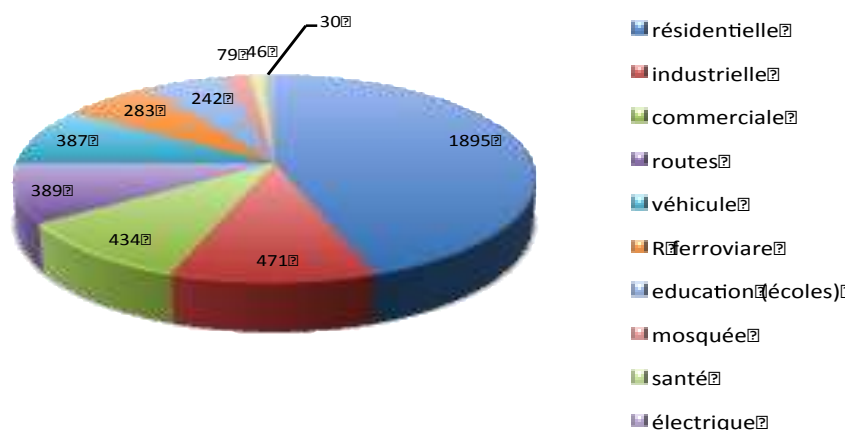
Pour les débordements de cours d'eau, la plaine du Gharb, la Moulouya, Oum Rbia, les régions du Haouz et Souss apparaissent comme fortement exposées.

L'analyse probabiliste des risques des aléas naturels au Maroc permet d'évaluer des pertes potentielles par catégorie d'enjeux exposés aux inondations, dix secteurs sont pris en considération dans ce calcul (résidentiel, industriel, commercial, réseau ferroviaire, routier, véhicules, éducation (écoles), mosquées, santé et électrique). Ces secteurs sont affectés différemment (figure 12).

Les principaux éléments qui accentuent la vulnérabilité et qui sont à l'origine des inondations tels que définies par la Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques du département de l'environnement (DSPR, 2008) sont:

- le milieu montagnard avec une morphologie des bassins versants caractérisée par des pentes fortes, une dégradation des sols et une perméabilité limitée favorisant la genèse des crues et l'amplification de leurs débits de pointe.
- le rétrécissement des sections des cours d'eau par les dépôts de charriage solide et les décharges de tous genres qui font obstacle à l'écoulement des eaux ce qui ne favorise pas l'évacuation des crues dans des conditions hydrauliques normales et naturelles.
- l'occupation du domaine public hydraulique par des constructions anarchiques et la concentration des activités économiques aux abords des lits des oueds.
- la conception inappropriée de certains ponts et ouvrages de traversée des oueds au niveau desquels les branchages apportés par les crues constituent un obstacle à l'écoulement normal des eaux.
- le dimensionnement inapproprié des ouvrages de canalisation des cours d'eau à travers les centres urbains et les agglomérations.

Figure 12: Pertes potentielles moyennes annuelles (en millions DH) par catégories exposées aux inondations



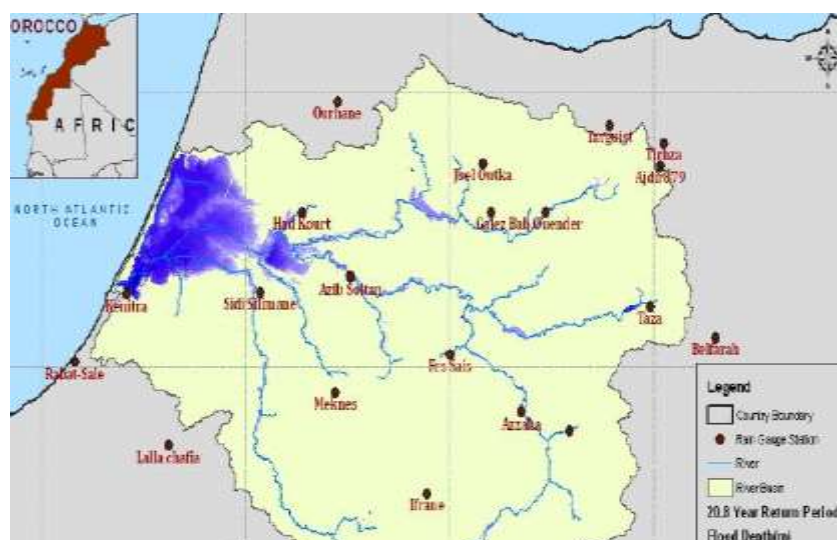
A l'échelle du bassin versant

Dans une étude récente de la Banque Mondiale (2012.b), une approche globale de modélisation a été adoptée pour l'évaluation des risques d'inondation pour les principaux bassins fluviaux du Maroc, régulièrement en situation de débordement, à savoir, Sebou, Moulouya, Bouregreg, Tensift, Souss Massa, Loukkos, Oum Er Rabia et Draa.

Le modèle obtenu a, ensuite, été utilisé pour la réalisation de la cartographie des risques d'inondation à partir de l'estimation des périodes de retour des inondations et de la simulation stochastique de ces dernières.

Les cartes des risques d'inondation (débordement des oueds) contenant les extensions et les profondeurs d'inondation ont été obtenues en effectuant le routage hydraulique unidimensionnel à travers le système de la rivière pour des événements stochastiques sélectionnés et prenant en compte les différentes périodes de retour des crues (2, 10, 25, 50 et 100 ans).

Figure 13 : Carte des risques d'inondation au niveau du bassin de Sebou pour une période de retour de 20,8 ans (Banque Mondiale, 2012.b)



Chaque année, les dégâts impactant les installations essentielles, les bâtiments gouvernementaux et les infrastructures sont estimés à 1,4 milliard de dirhams, soit 0,6% du budget annuel du gouvernement central. Des inondations de période de retour de cent ans, par exemple, pourraient infliger des dommages aux biens publics au-delà de 4,4% du budget annuel du gouvernement central.

La figure 13 représente la carte de risque d'inondation pour le bassin du fleuve Sebou, pour trois événements stochastiques relatifs à une crue moyenne, dont la période de retour est de l'ordre de vingt ans.

1.5.2. Aléa et risque de mouvements de masse

Au Maroc, les zones soumises aux mouvements de terrain sont surtout le Rif et de façon moindre le moyen Atlas, en raison de l'existence de reliefs très contrastés, de terrains géologiques friables (argiles, flyschs, marnes...) et de conditions climatiques rigoureuses. Les terrains marneux du sillon sud-rifain et du Prérif sont également très instables et sont affectés par de nombreux mouvements de masse qui provoquent des instabilités de l'infrastructure comme les glissements qui affectent la rocade externe entre la route de Sefrou et Sidi Hrazem ou bien les effondrements qui affectent une partie des marnes de l'Oujdyne dans la vallée de l'oued El Mehrez (Agence Urbaine et de Sauvegarde de Fès, 2008).

Les glissements de terrain sur le littoral méditerranéen de la montagne rifaine sont favorisés par les conditions lithologiques et tectoniques combinées à l'abrasion marine et à l'activité sismique récente. Ces phénomènes expliquent le rôle impressionnant des glissements dans l'évolution du massif des Bokoya (El Mrabet, 1991 ; Cherkaoui et Hatzfeld, 1994).

Tableau 9 : Répartition des mouvements de terrain historiques par types (Ministère de l'environnement, cité par la Banque Mondiale, 2011)

Types de mouvements de terrain	Nombre d'événements	Pourcentage d'événements
Les écoulements de débris (Debris flow)	466	25
Les écroulements et chutes de blocs (Falling block)	56	3
Les écoulements de blocs (Flow block)	205	11
Les coulées de boue (Mudflows)	491	26
Les glissements de blocs (Slip block)	61	3
Les glissements complexes (Slip complex)	94	5
La solifluction (Solifluxion)	303	16
Les talus de débris (Talus of debris)	204	11
Total	1880	100

Plus de 2.000 instabilités ont été recensées dans la partie accessible du Rif (Ezzine *et al.*, 2008 ; SEEE/DSPR, 2010). Le tableau 9 retrace la ventilation de 1.880 mouvements de terrain inventoriés par le département de l'environnement. Sa lecture permet de mettre en relief l'importance des coulées boueuses et des écoulements de débris qui constituent respectivement 26 et 25 % de l'ensemble des événements enregistrés.

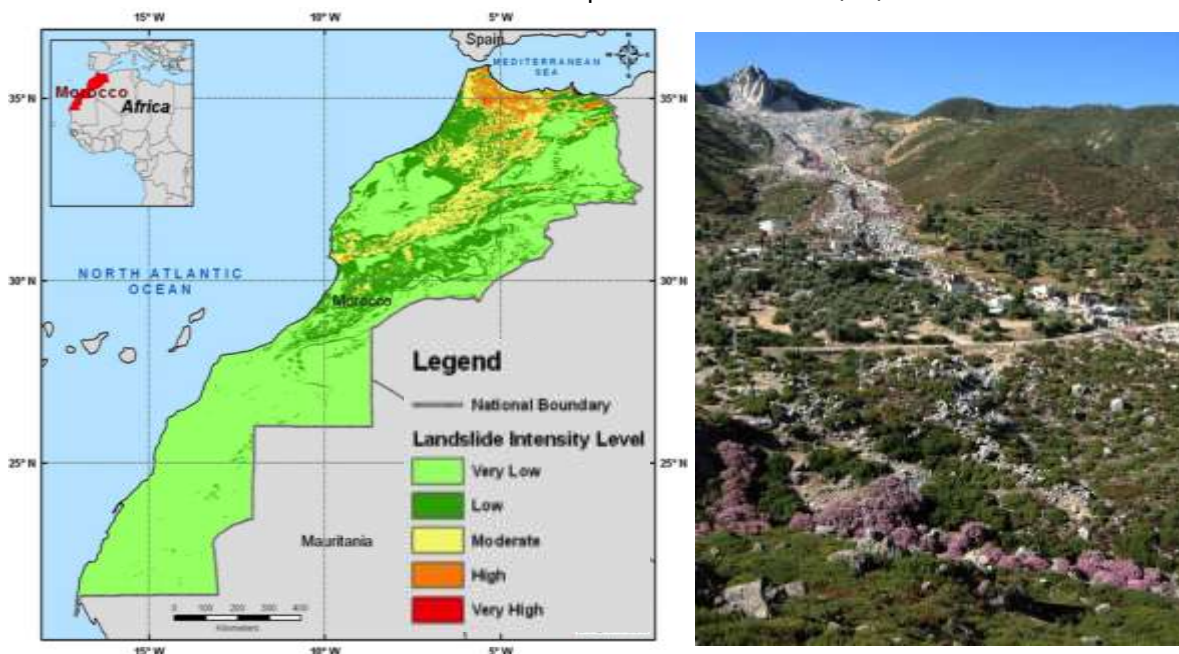
Le réseau routier est incontestablement le secteur le plus touché en termes de dégâts enregistrés et de dépenses directes. La Direction des Routes et de la Circulation Routière consacre environ 50% du budget total alloué aux Directions Provinciales des Travaux Publics pour les travaux de remise en état des routes et des infrastructures hydrauliques affectées par les glissements de terrains (Foughaliet *al.*, 2011). Le Centre de Veille et de Coordination contribue aussi au désenclavement des villages à travers des actions de déneigement (DDC, 2011).

Cartographie du risque lié aux mouvements de masse

Il existe plusieurs études sur la cartographie du risque lié aux mouvements de masse (Millies-Lacroix, 1968 ; Maurer, 1968 ; El Gharbaoui, 1981, Ezzine, 2008, World Bank, 2012). La figure 14 donne la répartition géographique de la susceptibilité aux mouvements de terrain au niveau national. On y voit que les terrains les plus vulnérables aux mouvements de masse se localisent dans les chaînes du Rif et des Atlas.

Figure 14 : Carte de susceptibilité aux mouvements de terrain (MnhPRA, 2012)

Photo de droite, Eboulement et coulée de pierres d'Amtrasse (Rif), Ph. M. Messouli 2010.



1.5.3. Risque de feux de forêt

La prévention efficace des feux de forêts repose sur une bonne connaissance des sources de déclenchements des incendies. En effet, lorsque les causes de feu sont connues, il est alors plus facile de les anticiper par la mise en œuvre d'actions concrètes et donc de limiter le nombre de feux.

Au Maroc, les incendies sont en grande majorité d'origine humaine, 37% des causes sont involontaires (carbonisation et utilisation non contrôlée des feux par la population, bergers, apiculteurs et passagers), 8% sont volontaires. Cependant, la part des feux dont l'origine reste inconnue est importante (55%). Les inventaires et statistiques ne citent pas de cas de feu attribué aux causes naturelles³. Bien que La foudre soit responsable de 80% des départs de feu dans le monde, 1% de cas de feux de forêt serait provoqué par la foudre au Maroc (Assali, HCEFLCD commun. Person., 2013).

L'analyse de l'évolution des incendies des forêts durant la dernière décennie (2004-2013) fait ressortir une grande variabilité interannuelle en termes de superficies forestières touchées par les incendies⁴. Le pic enregistré est celui de 2004, avec 7.872 ha incendiés. En 2005, près de 6.198 ha ont été embrasés par 662 incendies. L'année 2009 a connu 501 incendies qui ont brûlé 3.108 ha de forêts. Pour les trois dernières années, près de 13.000 ha ont été détruits, 5.600 ha en 2010, 6.432 ha en 2012 et 960 ha 2013.

Globalement et malgré les efforts de boisements, assurés par le Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et de la Lutte Contre la Désertification, les surfaces détruites sont plus importantes que celles compensées par les reboisements. Les contraintes liées aux extrêmes et changements climatiques rendent cette compensation plus difficile.

Les feux de forêt au Maroc sont, en grande partie, corrélés aux circonstances climatiques. A titre d'illustration, l'Arganeraie devient prédisposée à propager rapidement le feu suite à une alternance de périodes pluvieuses, permettant un développement d'une strate herbacée importante et chaudes, rendant cette strate sèche et facilement inflammable.

"Le Sirocco, un vent saharien violent, très sec et très chaud qui souffle sur le Maroc" est un déclencheur qui participe à l'extension et la propagation du feu par sa capacité à répandre les étincelles sur de grandes distances (FAO)⁵.

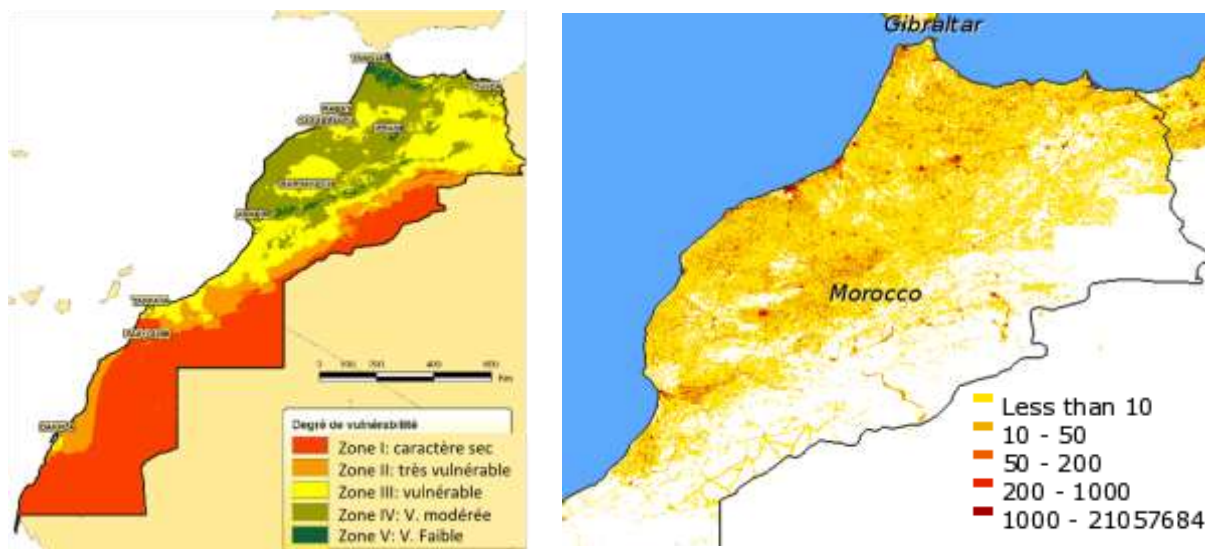
1.5.4. Risque de sécheresse

À la différence des risques associés aux cyclones tropicaux et aux inondations, ceux qui sont associés à la sécheresse restent moins bien compris (IPCC, 2012 et 2014b). Les normes mondiales pour mesurer l'aléa de sécheresse ne sont menées qu'avec beaucoup de lenteur et la collecte des données soulève maintes difficultés (SIPC, 2011). Les pertes et les impacts ne sont pas enregistrés systématiquement, par conséquent, la sécheresse est souvent un risque moins visible.

On distingue principalement quatre types de sécheresse qui peuvent se manifester séparément ou simultanément. La sécheresse météorologique est un phénomène climatique plutôt qu'un aléa proprement dit, mais on la confond souvent avec d'autres conditions climatiques auxquelles elle s'apparente, notamment l'aridité (SIPC, 2011). La sécheresse agricole ou agronomique se produit lorsque l'humidité du sol est insuffisante pour subvenir aux besoins des cultures, des pâturages et des espèces des parcours (ONU/SIPC, 2009). La sécheresse est dite de type hydrologique lorsque l'approvisionnement en eau superficielle et sub-superficielle est en dessous de la normale. La sécheresse socioéconomique correspond à un manque inhabituel d'eau qui a un effet négatif sur la société et l'économie.

Si la sécheresse météorologique est le moteur des autres sécheresses (agricole, hydrologique et socioéconomique), le caractère rural et agricole du Maroc fait que ces zones sont surtout vulnérables à la sécheresse agricole. Conscient de ce phénomène, l'Observatoire du Sahel et du Sahara (OSS) et ses partenaires ont produit en 2009 (OSS, 2009), dans le cadre du projet SMAS (Système Maghrébin d'Alerte précoce à la Sécheresse), une carte nationale de vulnérabilité à la sécheresse agricole (figure 15).

Figure 15 : Les zones de sécheresses agricoles, à gauche, carte de vulnérabilité à la sécheresse agricole (OSS, 2009) ; à droite, carte d'exposition à la sécheresse de la partie nord du Maroc (nombre de personnes exposées par année) UNISDR.



L'impact de la sécheresse sur l'agriculture marocaine

L'agriculture marocaine est particulièrement exposée à la sécheresse à cause du peu de progrès technologique réalisé, du poids de l'agriculture comme source de revenus (15 à 20% du Produit Interne Brut) et d'emplois (40% du Produit Interne Brut) et du faible usage d'instruments de gestion du risque sécheresse (FAO, 2011).

En année de sécheresse, les productions agricoles et les secteurs d'activité économique qui lui sont associés sont en général sérieusement affectés. A titre d'exemple, la sécheresse de la campagne agricole 1994-1995 a entraîné une diminution importante de la production (17,4 millions de quintaux contre 96 millions de quintaux en 1993-1994), une baisse du niveau d'emploi en milieu rural et une perte de 60% des journées de travail par rapport à une année normale (Ben Sari, 2004).

L'agriculture pluviale couvre environ 90% de la superficie agricole utile et produit essentiellement des cultures vivrières à base de céréales, de légumineuses alimentaires et des cultures fourragères.

La variabilité temporelle des précipitations est responsable des grandes fluctuations de la production céréalière à l'échelle régionale et à l'échelle nationale. Les rendements sont, en l'occurrence, très instables au Maroc.

Le déficit fourrager, quant à lui, est estimé pour l'année 1993 à 8 millions de tonnes d'orge (soit 2 milliards de dirhams). Cette situation se répercute directement sur la sécurité alimentaire et le pouvoir d'achat de la population et, donc, sur sa paupérisation.

Le rôle de l'agriculture irriguée dans la régulation de la sécheresse n'est plus à démontrer avec près de 85% des ressources en eau mobilisées, environ de 45% de la valeur ajoutée, 65% des exploitations et 250.000 emplois permanents (Balaghiet *al.*, 2012).

1.5.5. Risque de tempêtes de sable

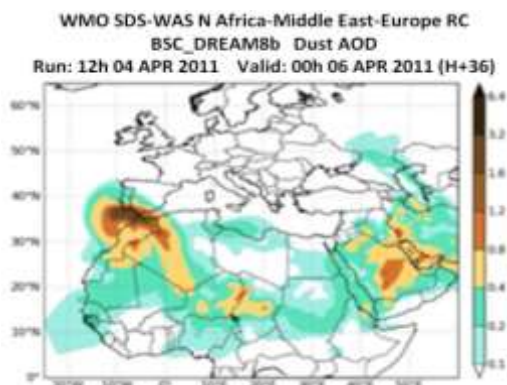
Les aérosols sont des particules solides ou liquides en suspension dans l'atmosphère. Ce sont notamment des particules emportées dans l'air par l'érosion éolienne naturelle des sols, ou les incendies naturels de forêt. Les spores et pollens ou des molécules entraînées avec l'évapotranspiration pourraient également intervenir plus localement. Les aérosols désertiques représentent environ 40% des émissions globales en aérosols troposphériques (IPCC, 2001).

Les interactions et rétroactions entre tempêtes de sable, nuages, aérosols, évolutions climatiques et météo sont complexes et mal comprises. Les aérosols peuvent réfléchir vers l'espace l'énergie (et donc la chaleur) provenant du soleil directement ou en favorisant la formation des nuages. Les nouvelles simulations climatiques (IPCC, 2013) montrent que leur effet « refroidissement » sur le climat serait moins important qu'estimé dans la littérature.

Il y a plusieurs raisons pour comprendre et étudier ces événements éoliens. Une des raisons est que les particules de poussière, qui sont dérivées de la croûte terrestre, peuvent contenir des éléments tels que le fer qui sont connus pour être les micronutriments limitant de la croissance du phytoplancton (Heimburger, 2013). Bien que l'océan atlantique n'est généralement pas considéré en tant que limité en fer, l'absorption du fer par voie de surface phytoplanctonique peut entraîner une augmentation des taux d'assimilation du dioxyde de carbone, qui à son tour peut entraîner des effets de changement climatique (Radic, 2011).

Figure 16 : Tempête de sable traversant le territoire national (AERONET, NASA).

A droite une tempête de sable entraînant une visibilité très réduite causant un accident de circulation sur la route Rissani-Merzouga (14 mai, 2013) Ph. Messouli



Au Maroc, les tempêtes de sable et de poussière sont un phénomène climatique important (Scheuvenset *al.*, 2010). Leurs effets dévastateurs sur les écosystèmes, l'économie, la visibilité et la qualité de vie des habitants sont multiples, mais malheureusement non évalués :

- Elles transportent parfois divers types de polluants et pathogènes tels que les métaux lourds et les résidus de pesticides utilisés dans la lutte anti acridienne, des bactéries et champignons.
- Dans les oasis du sud du Maroc, les tempêtes de sable inhalées, peuvent provoquer de graves affections pulmonaires. De plus, elles peuvent créer des lésions au niveau des yeux et du nez.

- Le soulèvement de poussières désertiques peut engendrer des impacts socio-économiques : accumulation des cordons et ensablement des systèmes d'irrigation (séguia, khattara), des habitations et du réseau routier, limitation de la visibilité, blocage de circulation routière et accidents (figure 16).
- Le programme solaire marocain qui vise à restructurer le parc électrique marocain à l'horizon 2020 comprend, entre autres, des centrales solaires thermodynamiques à concentration (CSP). Les CSP sont réparties sur cinq sites, Ain Beni Mathar, Ouarzazate, Sebkhate Tah, Foum El Ouad et Boujdour. Les poussières constituent un sérieux problème pour ces centrales. Le lavage de leurs héliostats⁶ est indispensable pour la concentration des rayons du soleil pour la production d'électricité, les cinq sites se trouvant dans des zones hautement exposées aux tempêtes de sable qui peuvent endommager les héliostats. De plus, le dépoussiérage fréquent des miroirs de ces héliostats pourrait signifier une consommation d'eau plus élevée que celle qui a été initialement prévue (CEA-AN, 2011).
- La production d'énergie éolienne peut aussi être affectée par un dépôt de particules sur les pales des éoliennes (Beuchert, 2010).

1.5.6. Extrêmes de température et sécurité alimentaire et sanitaire

Tous les aspects de la sécurité alimentaire sont potentiellement concernés par le changement et les extrêmes climatiques, notamment l'accès à la nourriture, la pratique et la stabilité des prix.

Les vagues de chaleur, peuvent avoir des effets néfastes sur la santé, tels que des crampes de chaleur, l'évanouissement, l'épuisement par la chaleur et des coups de chaleur. La chaleur conjuguée à la pollution atmosphérique peut aussi exacerber les problèmes respiratoires et cardiovasculaires.

Les concentrations en pollen et autres aéro-allergènes sont également plus élevées en cas de chaleur extrême. Elles peuvent alors déclencher des crises d'asthme. Le tableau 10 résume le degré d'impact des changements climatiques sur la santé et la vie humaine à l'horizon 2030, au Maroc (DARA 2012).

Parmi les effets directs des extrêmes climatiques sur la santé, citons des changements dans les taux de mortalité provoqués par le stress thermique. En hiver, neige et froid enclavent des centaines de villages et causent des pertes humaines en raison du manque d'assistance médicale et alimentaire. Par exemple, en 2009-2010, le froid a causé la mort d'une vingtaine de personnes dans les régions montagneuses de Séfrou, Taza et Guercif (Centre de Veille et de Coordination, Ministère de l'Intérieur).

Tableau 10 : Degrés d'impact des différents indicateurs liés aux extrêmes climatiques sur la santé humaine au Maroc à l'horizon 2030

	impac t	tués		affectés	
		2010	2030	2010	2030
Vagues de froids et de chaleur	élevé	100	150	3.500	4.000
Pollution de l'air	aigu	6.500	9.000	65.000	100.000
Diarrhées	élevé	150	250	850	1.500
Faim	élevé	500	600	450	500
Méningites	modéré	40	55	100	150

Source DARA, 2012

La chute physiologique (nouaison) des fruits touche naturellement environ 50% de la charge de l'arbre. Lorsque les vagues de chaleur concordent avec la nouaison, elles peuvent occasionner une augmentation de ce taux dans certaines régions agrumicoles. Le taux de chute peut varier entre 60 et 80% (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime, (MAPM)).⁷

1.5.7. Risque acridien

Si le Maroc a connu de nombreuses invasions acridiennes dévastatrices, particulièrement au début du siècle dernier, les attaques et invasions actuelles des criquets pèlerins qui affectent le Maroc sont parfaitement maîtrisées grâce aux efforts du Centre de Lutte Anti Acridienne appuyé par la contribution de la FAO.

1.5.8. Risques littoraux : tempêtes et surcotes

Le littoral marocain représente un atout économique, social et écologique majeur pour le pays. Il est le siège de plusieurs zones humides dont des sites d'intérêt biologique et écologique, qui contribuent à sa résilience vis-à-vis des facteurs de stress exercés sur le littoral. C'est aussi le lieu d'implantation de 90 % des unités industrielles. Le port de Tanger-Med vient renforcer ce maillon majeur dans la chaîne du développement du Royaume.

Cependant, le littoral marocain est également un espace extrêmement vulnérable. Plus de 10 millions d'habitants y vivent et exercent des pressions démographiques non durables. A ces facteurs humains s'ajoutent les menaces des extrêmes climatiques, y compris les impacts indirects de la montée du niveau marin, à savoir la salinisation de l'eau, la destruction des habitats et l'érosion.

L'élévation et les submersions marines engendrent une multitude de risques sur les enjeux exposés le long du littoral marocain, notamment les personnes et infrastructures. Toutes les communes installées sur les plaines alluviales côtières, qui présentent des altimétries trop basses, sont soumises à l'aléa de submersion marine. De nombreuses zones de la côte méditerranéenne expérimentent une érosion répandue, avec un taux moyen de 2 m/an environ sur 60 ans (1937-1997) (El Moutchouet *al.*, 2003).

Les données historiques des submersions marines les plus récentes montrent qu'en 1956, 1957, 1963 principalement, M'diq et Martil ont été inondés par des marées de tempêtes de Charqui. A partir de la ligne du rivage les rues et le rez-de-chaussée des maisons et des locaux de commerces ont été atteints. Les chroniques signalent également le débordement et la destruction du pont ferroviaire en construction de Fnidaq lors des intempéries de Charqui (février et mars 1917)⁸.

Au port d'Agadir, onze bateaux ont rompu leurs amarres, à cause d'une tempête, jeudi 18 février 2010 et ont dérivé vers le carré d'amarrage de la pêche artisanale, causant d'énormes dégâts : "*près de 200 barques ont été détruites et les pertes pourraient être estimées à 10 millions de DH*".

Récemment, le rapport du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, sans donner de valeur monétaire des pertes, a inventorié de nombreux dégâts matériels au niveau des ports le long de la côte atlantique suite à la houle exceptionnelle du 7 janvier 2014.

Une politique publique pour affronter l'aléa submersion marine nécessite dans un premier temps l'accélération de la promulgation de la loi sur le littoral marocain. Plusieurs autres actions pourraient s'articuler sur des axes qui chercheraient à :

- améliorer de la connaissance et implication de la recherche.
- renforcer la résilience dans les zones identifiées comme fortement vulnérables (maîtrise de l'urbanisation, intégration du risque dans les plans d'aménagement, renforcement du bâti existant...).
- renforcer la prévision, alerte et mise en sécurité.
- revoir et renforcer les systèmes de protection.

1.6. Détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique pour le littoral d'Essaouira

L'impact du changement climatique a été étudié et analysé au cours de la deuxième phase de ce travail. L'accent a été mis sur le phénomène des houles, qui est d'origine climatique et dont le risque demeure peu analysé au niveau national. Le choix de ce phénomène s'est trouvé justifié suite aux derniers événements qui ont touché le Maroc et qui ont provoqué des pertes économiques importantes dans plusieurs villes côtières (figure 17).

Figure 17 : Exemples de dégâts occasionnés par la houle du 6-7 janvier 2014.



Ampleur de la houle à la corniche de Ain Diab

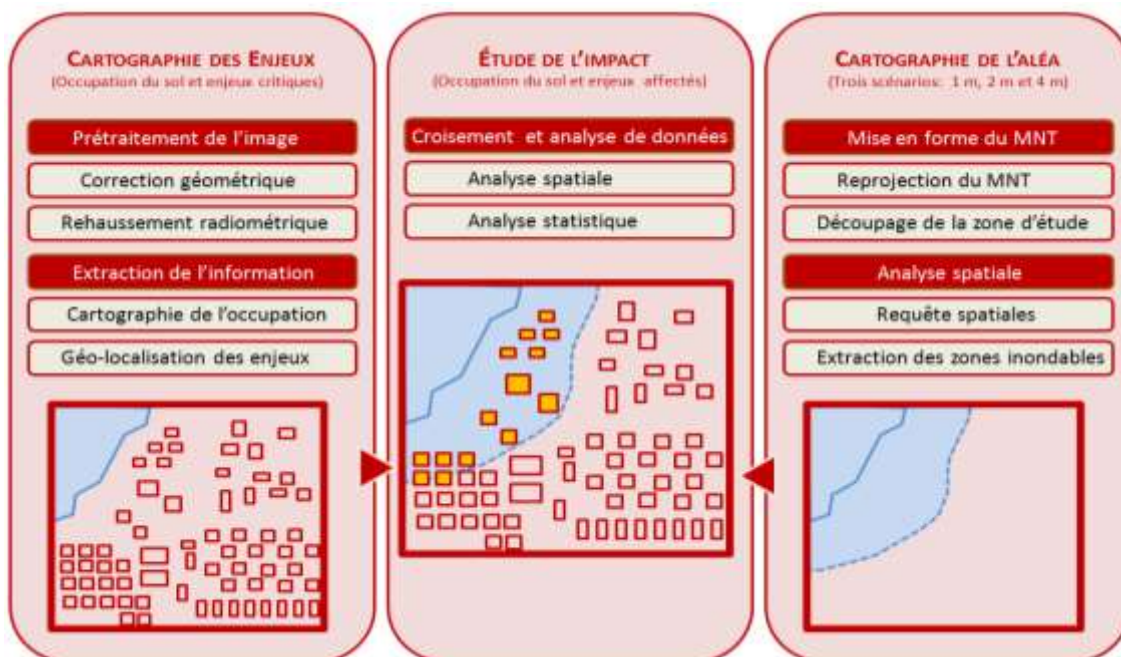
Route côtière Sidi Moussa à Salé après la houle

Source : Ministère de l'Équipement du Transport et de la Logistique

1.6.1. Méthodologie

Les simulations mises en œuvre dans cette étude ont considéré trois niveaux de houle, en l'occurrence, des houles très faibles (1 m), des houles moyennes (2 m) et des houles fortes (4 m). Ce phénomène a été examiné à travers des simulations en trois scénarios, sur la base d'une approche quantitative simple, réalisable avec le jeu de données accessibles et dans les délais prévus par l'étude (Figure 18). Il s'agit, notamment, d'une approche déterministe basée sur le croisement de l'aléa et la vulnérabilité au sein d'un système d'information géographique. Il y a lieu de préciser que faute de disponibilité des données bathymétriques précises, la méthodologie utilisée n'a pas pris en considération la propagation des houles.

Figure 18 : Schéma méthodologique global



Les simulations ont été réalisées au niveau de la ville d'Essaouira qui est reconnue par sa forte exposition aux vents. Contrairement aux autres villes côtières marocaines, les études afférentes au changement climatique dans cette zone sont quasi inexistantes.

Dans ce sens, la carte d'occupation du sol de la zone étudiée a été élaborée, à grande échelle, en s'appuyant sur les traitements des données de l'observation de la terre à très haute résolution spatiale. Ces données couplées à d'autres sources d'information exogènes ont permis également de géo-localiser les enjeux à caractère critique, notamment les écoles, les hôpitaux, les hôtels, les banques, les cafés et les restaurants, les cimetières, les complexes commerciaux, les autres établissements publics, les mosquées, les musées et les monuments, les places publiques, l'infrastructure portuaire, les terrains de sport et de loisirs, les stations-service et de transport.

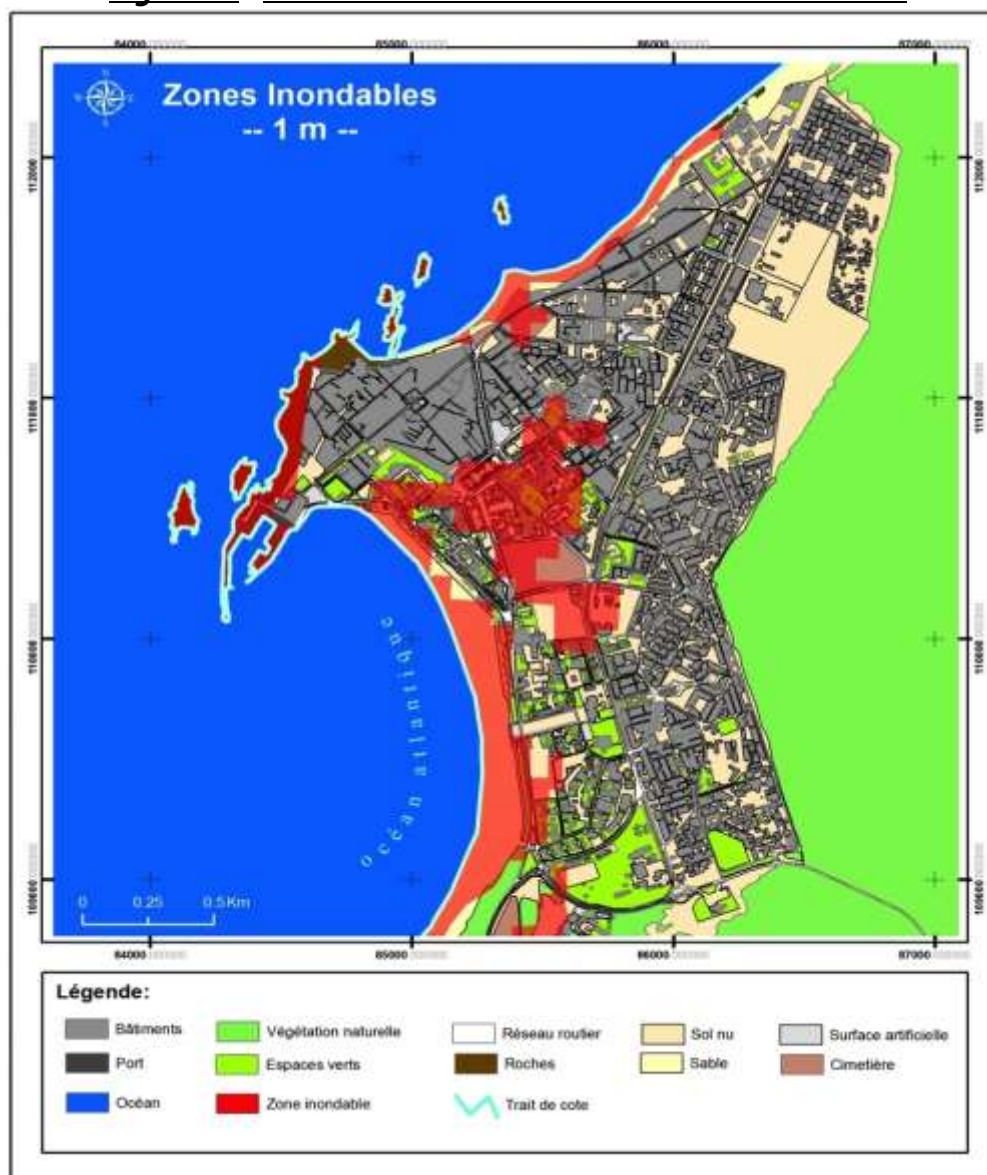
D'un autre côté, les zones inondables selon les trois scénarios étudiés (1, 2 et 4 m) ont été cartographiées à travers un modèle numérique de terrain. Ces cartes ont été respectivement superposées avec la couche d'information relative à l'occupation du sol et celle des enjeux critiques pour cartographier les zones qui sont susceptibles d'être touchées par les différentes hauteurs d'eau. Le travail a été facilité grâce aux possibilités d'analyse spatiale offertes par le système d'information géographique.

Compte-tenu de l'absence de données bathymétriques précises à l'échelle spatiale étudiée, la diffusion des houles n'a pas été considérée. Les simulations ont été réalisées en considérant la présomption de propagation uniforme de crue à l'échelle de la zone d'étude.

1.6.2. Résultats

Les résultats de la simulation ont montré que les surfaces qui sont susceptibles d'être inondées couvrent approximativement 132 ha pour le premier scénario (1 m) (figure 19), 180 ha pour le deuxième scénario (2 m) et 236 ha pour le troisième (4 m).

Figure 19 : Carte des zones inondables selon le scénario 1.



Les zones inondables correspondent à différentes classes d'occupation du sol et touchent ainsi des enjeux socio-économiques et environnementaux importants. Citons à titre d'exemple le cas des bâtiments dont les surfaces de l'ordre de 10 ha, 19 ha et 43 ha sont susceptibles d'être inondées par des hauteurs d'eau respectives de 1 m, 2 m et 4 m. Les surfaces, de 4, 9 et 14 ha, du réseau routier sont susceptibles d'être affectées respectivement par les mêmes hauteurs d'eau.

La très haute résolution spatiale de l'image satellitaire utilisée dans cette étude a permis de faire les agrandissements nécessaires pour déceler et dénombrer la flotte de pêche susceptible d'être menacée par les hauteurs d'eau. L'analyse a fait ressortir que 165 petites barques et 31 bateaux de pêche sont exposés aux hauteurs d'eau. A ce nombre, peuvent s'ajouter d'autres engins qui devraient être en déplacement au moment de la prise de l'image satellitaire.

Les résultats obtenus lors de cette réflexion peuvent être sujet à certaines erreurs inhérentes essentiellement à la nature et à la précision des données utilisées. Dans ce sens, il y a lieu de préciser que les suggestions et les recommandations citées ci-dessous devraient être examinées lors de l'interprétation des résultats obtenus par cette étude. Leur prise en considération améliorerait certainement la présente réflexion.

Le modèle numérique du terrain utilisé dans cette étude est de nature globale. Malgré les améliorations adoptées dans la version 2 (2011), des erreurs altimétriques persistent. Ces dernières peuvent atteindre jusqu'à 10 m dans certaines régions. Cette contrainte majeure se répercute sur l'estimation des zones inondables et ne peut être surmontée qu'en préconisant un modèle numérique du terrain (MNT) plus précis.

La présomption de propagation uniforme des houles a été considérée dans cette étude, compte-tenu de l'absence de données bathymétriques précises. L'intégration de ces données et l'étude du processus de la diffusion spatiotemporelle des vagues apporteront plus de précision à cette réflexion.

L'adoption d'une approche probabiliste permettrait une quantification monétaire des pertes économiques probables. Ceci serait possible en intégrant et en analysant les enregistrements historiques, liés aux houles, les données relatives à la vulnérabilité et les valeurs monétaires de remplacement des enjeux.

2. Politique nationale de gestion des risques

Le projet d'une stratégie nationale de gestion des risques de catastrophe a d'abord été esquissé par le Ministère délégué de l'Environnement. Depuis 2009, le Ministère des Affaires Générales et de la Gouvernance, avec l'appui de la Banque Mondiale, ont travaillé pour mettre au point une stratégie globale qui a traité des désastres, de la volatilité des prix et de l'agriculture. L'étude a réalisé plusieurs modèles probabilistes et a élaboré un système d'information géographique pour dresser des scénarios préventifs ainsi qu'un modèle économique pour évaluer les effets des aléas. Cette plateforme dénommée MnhPRA ne semble pas avoir été officialisée à ce jour.

Tout récemment et indépendamment de MnhPRA, le département chargé de l'environnement assure l'archivage des informations relatives aux inondations, glissements de terrain, feux de forêt, sécheresse et tremblement de terre, à travers le système (DesInventar).

Auparavant, ce département a mené plusieurs études ayant donné lieu à des rapports sur l'état des lieux relatifs aux désastres au Maroc. Ces études ont porté sur les feux de forêt, les mouvements de masse, les inondations et les tremblements de terre. Ce département a également réalisé un système d'information géographique pour tous les risques techniques et naturels.

2.1. Initiatives au niveau national et local

Plusieurs institutions et ministères du pays sont, d'une manière ou d'une autre, concernés par certains aspects de la gouvernance des effets des catastrophes. Il s'agit, entre autres, du Ministère de l'Intérieur, du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, du Ministère délégué chargé de l'Eau et de l'Environnement, du Ministère des Affaires Générales et de la Gouvernance, du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, du Ministère de la Santé...

Outre les départements ministériels, plusieurs intervenants sont impliqués dans la gestion des situations de désastres. Parmi eux, figurent le centre de veille des crises (Ministère de l'Intérieur), le Centre Royal de la Télédétection Spatiale, la Direction de la Météorologie Nationale et les institutions de recherche.

Toutefois, la coordination entre les différents départements ministériels et les institutions publiques demeure faible et peu efficace. Les intervenants focalisent tous leur action sur la gestion et l'organisation des secours plutôt que sur la prévention.

En réponse aux pertes et dégâts causés par le tremblement de terre de 2004 qui a touché principalement la région d'Al Hoceima, une commission mise en place par Sa Majesté le Roi Mohammed VI a recommandé la création :

- d'un comité national de coordination chargé de coordonner les situations d'urgence, en réunissant différents ministères et comités techniques et scientifiques.
- du Centre de Veille et de Coordination pour gérer la situation réelle d'urgence sur le terrain, en assurant l'allocation des ressources financières et matérielles ainsi que la coordination des intervenants.

L'organisation de cette politique se résume comme suit :

Structures organisationnelles

Les moyens organisationnels se répartissent en deux types de structures:

- Structures de coordination.
- Structures d'intervention.

Structures de coordination au niveau central

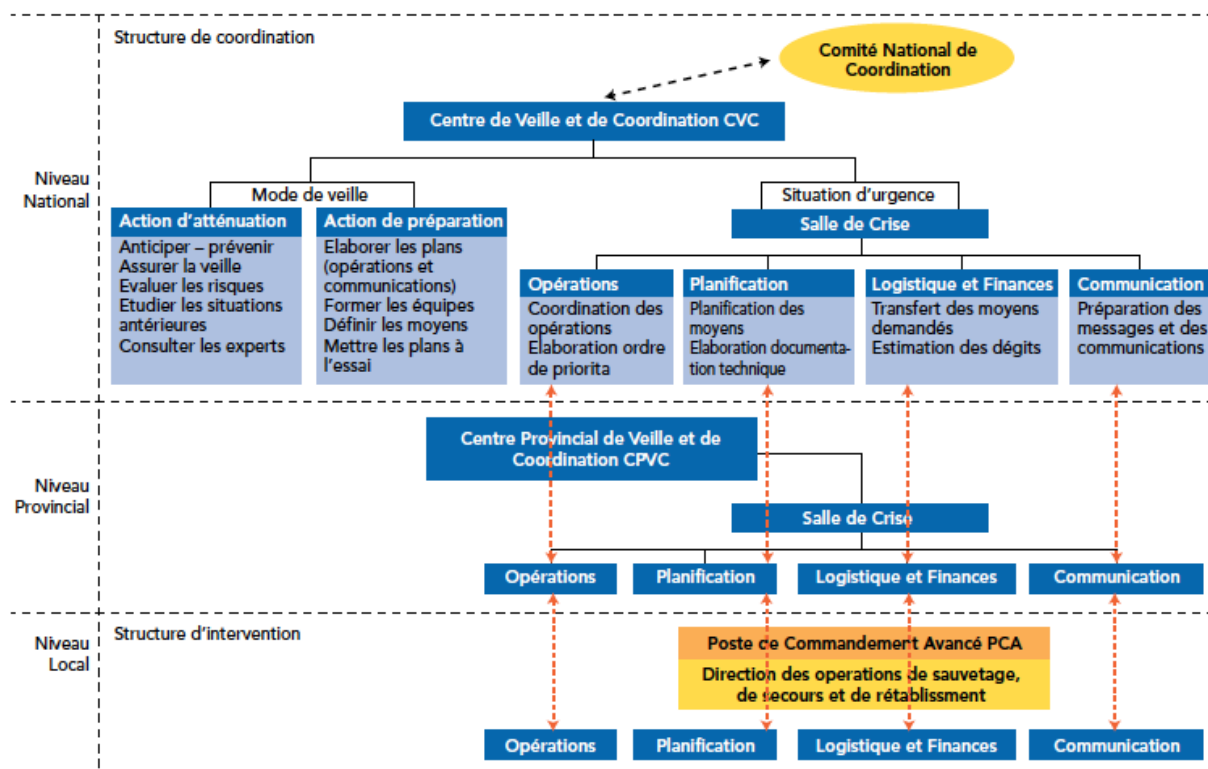
Le Centre de Veille et de Coordination (CVC) a pour mission le pilotage des processus relatifs à la gestion des situations d'urgence à savoir:

- La prévention des risques et des menaces.
- La planification des ressources.
- La coordination des intervenants.
- Le retour à la situation normale.

La Salle de Crises du Centre de Veille et de Coordination est l'entité nationale de coordination qui est activée, sur ordre du Ministre de l'Intérieur, pour appuyer l'action des autorités locales au niveau des zones concernées par l'événement.

Le Centre de Veille et de Coordination abrite également une «Cellule de crise» dédiée à la coordination, le soutien et l'aide à ceux qui sont déployés sur le terrain pendant une situation d'urgence. Le plan «ORSEC» (programme d'organisation des secours à l'échelon départemental, en cas de catastrophe), qui est déclenché au moment d'une catastrophe (Circulaires n° 25 et 172), autorise le Ministère de l'Intérieur, à travers les walis et gouverneurs aux niveaux provincial et local, de prendre en charge la phase de réponse. Le plan stipule que le gouvernement central n'intervient que lorsque le Gouverneur cherche un soutien (c'est à dire quand les ressources humaines et matérielles au niveau local sont insuffisantes pour gérer la crise).

Figure 20 : Structure organisationnelle et mécanismes préventifs de réduction des risques de catastrophe.



Source : Ministère de l'intérieur (2011)

En dehors des situations de crises, le Centre de Veille et de Coordination fonctionne en mode de veille et coordonne les actions d'atténuation et de préparation en collaboration avec les structures centrales et locales du Ministère.

Structures de coordination au niveau local ou territorial

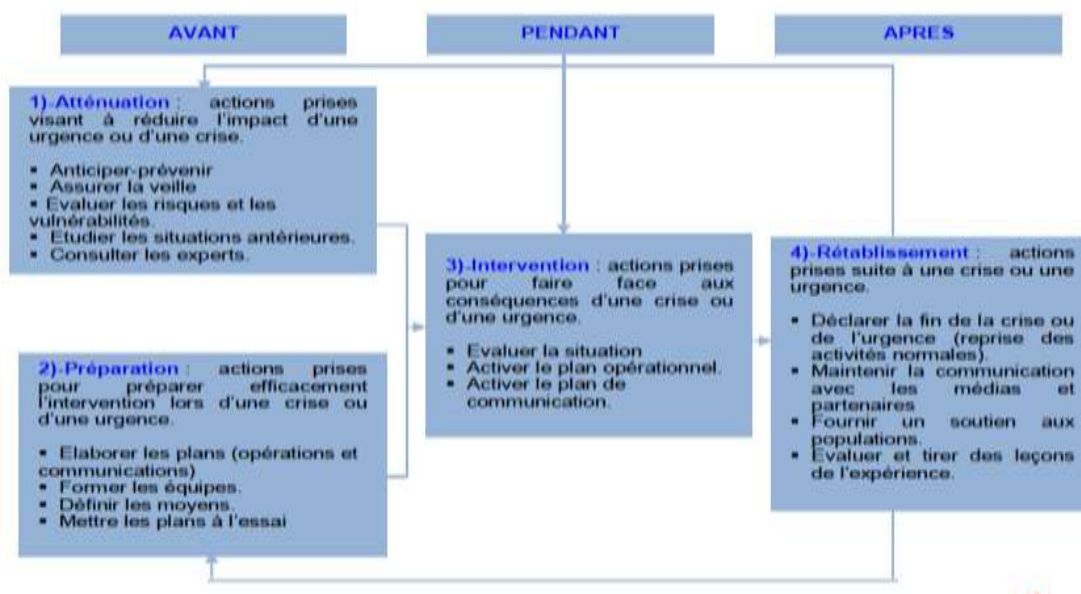
La coordination de la gestion des crises est assurée localement au niveau du Centre Provincial de Coordination. Le CPC est doté de la même organisation que la Salle de Crises du Centre de Veille et de Coordination (figure 20).

Structures d'intervention:

L'intervention est assurée par un Poste de Commandement Avancé « PCA » installé à proximité du site concerné et dont la mission est de diriger les opérations de sauvetage, de secours et de rétablissement. Des Postes de Commandement de Zone « PCZ » sont mis en place en cas de survenance plusieurs incidents sur le même lieu.

Processus opérationnels

Les quatre processus opérationnels identifiés sont synthétisés par le schéma ci-après :



Processus de support

La communication au sein de ce processus s'appuie sur quatre piliers à savoir la stratégie pour assurer le soutien au plan opérationnel ; les auditoires pour accroître la connaissance des risques de catastrophe et leur gestion ; les porte-parole désignés pour faciliter et assurer la transmission du message; les relations avec les médias. Ce processus est responsable de la sécurité, la fiabilité et la continuité des communications et des systèmes d'information, ainsi que de la sauvegarde et la protection de données.

Si la coordination et la décentralisation au sein de cette organisation sont jugées efficaces, il n'en demeure pas moins que la politique de cette composition est plutôt limitée aux actions pendant et après la catastrophe. L'absence d'une vision proactive de prévention constitue un point de faiblesse important.

2.2. Initiatives aux niveaux international et régional

En janvier 2005, à Kobe, au Japon, 168 États, dont le Maroc, ont adopté le Cadre d'Action de Hyōgo (ONU, 2005). Ce cadre représente, aujourd'hui, le principal instrument de réduction des risques de la communauté internationale (ONU, 2011). Il a pour but "*d'instaurer la résilience des nations et des collectivités face aux catastrophes par une réduction des pertes dues aux catastrophes d'ici 2015 – pertes tant en vies humaines qu'au niveau du capital social, économique et environnemental des collectivités et des pays*"(SIPC, 2009).

Tableau 11 : Résumé des priorités du Cadre d'action de Hyōgo (SIPC, 2009)

Les priorités d'action	Principes directeurs
⇒ Faire de la réduction des risques de catastrophe une priorité	<ul style="list-style-type: none"> • Veiller à ce que la réduction des risques de catastrophe soit une priorité nationale et locale ; • Veiller à ce qu'il existe un cadre institutionnel solide ; • Créer des plates-formes nationales multisectorielles efficaces ; • Intégrer la réduction des risques de catastrophe dans les stratégies de réduction de la pauvreté ; • Obtenir la participation des communautés.
⇒ Identifier les risques et passer à l'action	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en évidence, évaluer et surveiller les risques de catastrophes et renforcer les systèmes d'alerte précoce.
⇒ Instaurer une compréhension et une conscience des risques	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser les connaissances, les innovations et l'éducation pour instaurer une culture de sécurité et de résilience à tous les niveaux.
⇒ Réduire les risques	<ul style="list-style-type: none"> • Réduire les facteurs de risques suivants : <ul style="list-style-type: none"> ✓ l'installation d'établissements humains en des endroits exposés aux aléas ; ✓ la destruction des forêts et des terrains marécageux ; ✓ la construction d'infrastructures et d'habitations non résistantes aux aléas ; ✓ l'absence de mécanismes sociaux et financiers.
⇒ Se préparer et se tenir prêt à agir	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer la préparation aux catastrophes afin de pouvoir intervenir plus efficacement à tous les niveaux lorsqu'elles se produisent.

Le cadre d'action de Hyōgo met un accent particulier sur la collaboration et la coordination. Il se base sur cinq priorités, de même que sur des principes directeurs et des moyens pratiques à mettre en place (SIPC, 2009). Le tableau 11 résume ces priorités d'action.

Le Maroc est également présent au niveau régional. Il est impliqué dans des programmes d'accords régionaux et sous régionaux dans la zone méditerranéenne, la zone africaine et la zone arabe.

Dans le cadre de la ligue arabe, le Maroc abrite le bureau arabe de la protection civile et des secours qui a parmi ses attributions l'organisation de la protection des catastrophes et le développement de la coopération entre les pays arabes dans le domaine de la prévention des catastrophes. Le Maroc participe également à l'élaboration d'un projet de stratégie pour la gestion des risques de catastrophe et l'impact à l'échelle du monde islamique. Il coordonne les actions de lutte antiacridienne et l'opération Ghait (la lutte contre la sécheresse), avec les pays voisins.

2.3. Analyse des dispositifs d'alerte par type de risque

L'objectif premier d'un système d'alerte est de permettre aux individus et aux communautés de réagir à temps et de manière appropriée aux dangers afin de réduire les risques de décès, de blessures, de pertes matérielles et de dégâts.

2.3.1. L'alerte de crue

Le Plan National de Protection contre les Inondations a identifié 391 sites soumis à des risques d'inondation, dont 25% (soit 98 sites) sont soumis à des risques très forts.

Le quatrième axe de la stratégie nationale de l'eau vise à réduire la vulnérabilité aux risques liés à l'eau et l'adaptation au changement climatique. L'amélioration de la protection des biens et des personnes contre les inondations constitue une des actions principales de cet axe.

Il a pour objectifs :

- d'achever les actions retenues dans le Plan National de Protection contre les Inondations : objectif de 20 sites protégés par an.
- d'intégrer le risque d'inondations dans les plans d'aménagement du territoire, les plans d'urbanisme et le plan d'aménagement des bassins versants.
- de développer la prévision et l'alerte des crues et des plans de secours.

La prévention de ces inondations permet :

- de limiter les conséquences désastreuses qu'elles peuvent avoir.
- d'anticiper la connaissance de la genèse des crues.
- de prévenir les risques d'inondations.
- d'assurer une gestion optimale des retenues des barrages.

Le système d'annonce et d'alerte aux crues est constitué par :

- le renforcement du réseau d'observation hydro-climatique au sol et en altitude ainsi que des moyens de télédétection (radar, satellite, foudre).

- l'équipement des bassins vulnérables au risque d'inondation par des systèmes de télémessure hydrologique et d'annonce de crues (radar, satellite, foudre) adaptés (à chaque bassin).
- l'équipement des agences de bassins hydrauliques en matériel et logiciels de modélisation numériques de prévision à très courte échéance et à très haute résolution.
- l'équipement des services centraux du SEEE en matériel permettant la consolidation et la gestion intégrée des données d'annonce de crues au niveau national.

Ces technologies permettront :

- d'anticiper la connaissance de la genèse des crues.
- de prévenir des inondations et de leur importance.
- de limiter les conséquences désastreuses des inondations sur la sécurité de la population et sur ses biens.
- une gestion optimale des retenues des barrages (lâchers, vidange...).

Les principales barrières au déploiement de cette technologie sont:

- les coûts directs élevés.
- des technologies non disponibles sur le marché local.
- une coordination insuffisante entre les ministères concernés et les autres parties prenantes.
- une collaboration insuffisante entre les industries et les institutions de Recherche et développement.
- une culture de Recherche et développement limitée.

Les mesures d'incitation pour lever les barrières consisteraient à :

- inciter le secteur privé à s'investir dans la production de ces technologies.
- promouvoir la collaboration entre les industries et les institutions universitaires.
- encourager les chercheurs universitaires à développer des technologies adaptées au contexte marocain.

- encourager les Agences de Bassins Hydrauliques à homogénéiser la technologie au niveau national.

2.3.2. L'alerte aux feux

Face à ce fléau, la gestion raisonnée des incendies de forêts est devenue une préoccupation majeure et omniprésente. C'est dans ce sens que le Maroc a mis en place un plan directeur pour la prévention et la lutte contre les incendies (PDCI).

Le PDCI est un cadre stratégique ayant comme objectifs :

- la préservation du patrimoine forestier et le renforcement des infrastructures.
- le renforcement des capacités des différents intervenants.
- la sensibilisation pour la protection de l'espace naturel.
- et la mise en place d'un système de commandement intégré.

Il est conduit annuellement par le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification en étroite collaboration avec les partenaires clés en matière de lutte contre les incendies de forêts, en l'occurrence, la Protection Civile, la Gendarmerie Royale, les Forces Armées Royales, les Forces Auxiliaires, les autorités locales, le Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique et l'Office National des Aéroports. Le PDCI repose sur trois composantes, à savoir la prévention, la détection et l'alerte et la lutte.

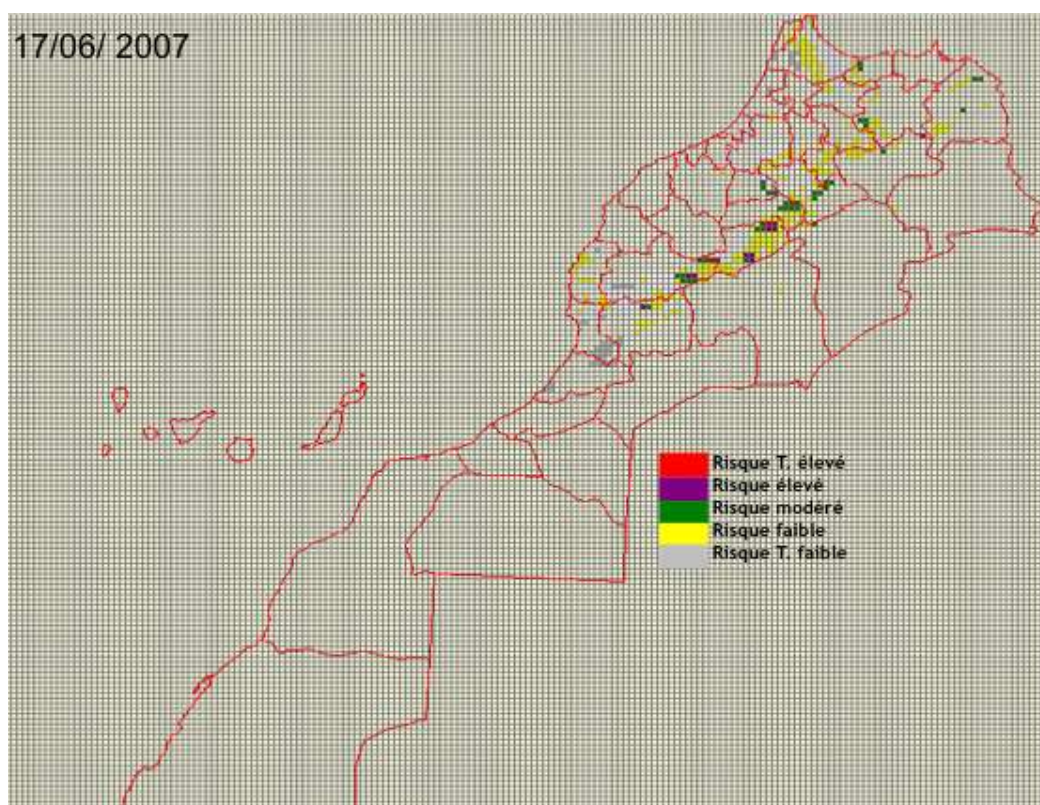
Il existe un système de "cartes dynamiques" mis en place par le Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte Contre la Désertification, sur trois régions pilotes où le risque d'incendie est élevé (région du Rif, du nord-est et la zone nord-ouest).

Ces cartes sont actualisées deux fois par jour pendant toute la période de risque (généralement entre mai et septembre) et reposent sur un contrôle de la situation en temps réel dans chaque zone à risque (température, humidité, inflammabilité de l'espèce), ce qui facilite l'anticipation de l'incendie.

Toutefois, le dispositif d'alerte aux feux dans certaines zones telles les palmeraies s'avère très sommaire et dépend essentiellement de la mobilisation des populations locales pour la détection des départs de feux et le lancement de l'alerte et de la Protection Civile assistée de la Gendarmerie et des autorités locales pour la circonscription du sinistre.

La cartographie des zones exposées au risque de feux de forêts est tout à fait nouvelle au Maroc. En effet, le Centre Royal de Télédétection Spatiale, le Haut-Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification et le *Laboratorio de Teledetección Universidad De Valladolid* (LATUV) ont élaboré une plateforme, conçue pour une échelle globale et basée sur l'usage de données satellitaires NOAA-AVHRR à haute résolution temporelle pour l'approximation du risque d'incendies de forêts à une fréquence journalière (figure 21). Ce système permet aussi la détection des surfaces en feux (Ezzineet *al.*, 2006a).

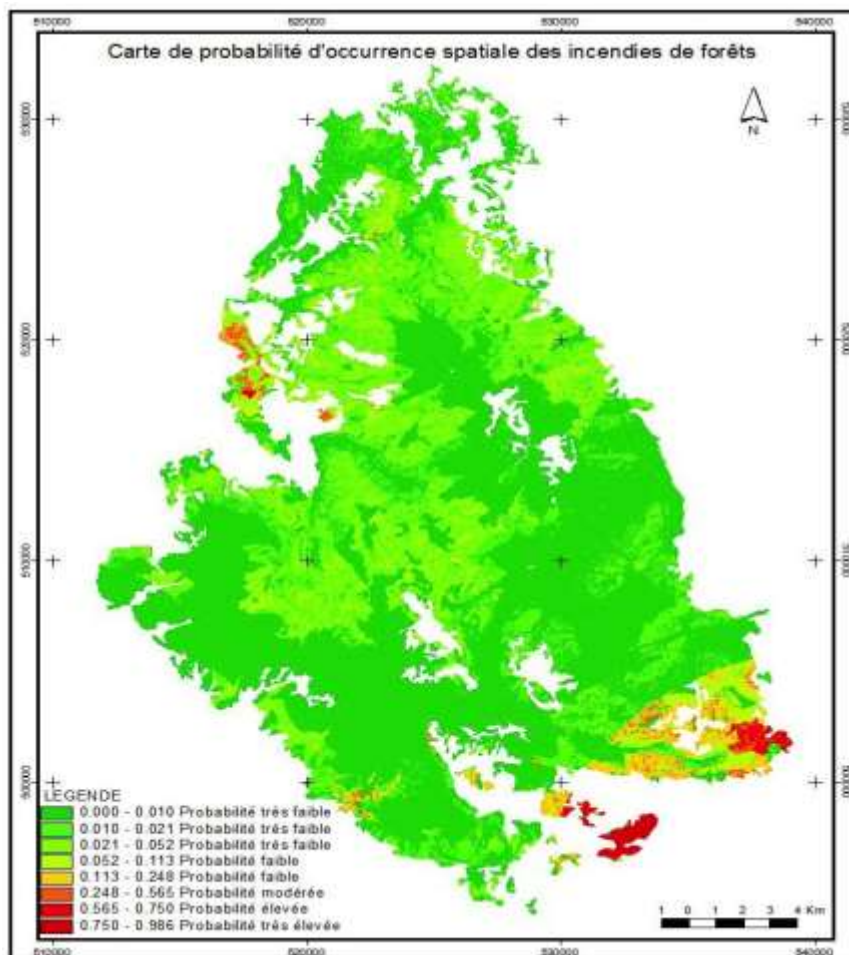
Figure 21 : Exemple de carte de risque d'incendie de forêt du 17/06/2007 (Ezzineet *al.*, 2006a).



En marge du projet FORMA, le développement d'une approche d'évaluation du risque statique ou structurel, à une échelle locale, a été aussi exploré au niveau du Rif (Ezzine *et al.*, 2006b). Cette approche repose sur la pondération et la combinaison des facteurs régissant les incendies de forêts, comme la combustibilité, l'exposition, la pente et l'indice d'action anthropique. Elle permet de hiérarchiser le paysage forestier en quatre niveaux, allant du risque très faible au risque élevé. Les résultats obtenus ont motivé les chercheurs à généraliser cette approche sur la province de Chefchaouen.

Pour palier un certain nombre de contraintes liées aux modèles qualitatifs décrits ci-dessus, une démarche probabiliste objective, axée sur la théorie de l'évidence a été mise en œuvre pour l'évaluation probabiliste des risques d'incendies de forêts. Cette dernière repose sur le croisement et l'analyse spatiale avancée, dans un SIG, des enregistrements historiques du phénomène étudié (incendies de forêts), d'une part et les facteurs qui le régissent d'autre part. Cette approche probabiliste, entreprise au niveau d'un site pilote au nord de la province de Chefchaouen, couvrant la zone de Talassemrane et la zone de Tazaoute (figure 22), a permis d'estimer et de valider la probabilité d'occurrence des incendies de forêt dans la zone étudiée (Ezzine *et al.*, 2010).

Figure 22 : Carte de probabilité d'occurrence spatiale des incendies de forêts de la zone Talassemrane et de Tazaoute (Ezzine et al. 2010)



2.3.3. L'alerte sécheresse

Il n'existe pas de SAP sécheresse au Maroc à ce jour. Toutefois, de nombreuses initiatives y ont été prises et de nombreuses institutions nationales s'intéressent à la sécheresse comme indiqué ci-dessous:

Institutions et programmes en relation avec de la sécheresse au Maroc

Institution politique	Le Conseil Interministériel Permanent pour le Développement Rural (CIPDR) Observatoire National de la Sécheresse (ONS) Dispositif National de la Surveillance Environnementale (DNSE)
Météorologie	Direction de la Météorologie Nationale (DMN)
Ressources en eau	Conseil Supérieur de l'Eau et du Climat (CSEC) & Direction Générale de l'Hydraulique (DGH)
Recherche	Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (IAV) universités
Téledétection	Centre Royal de Téledétection Spatiale (CRTS)
Régional	Système Maghrébin d'Alerte précoce à la Sécheresse (SMAS)

Il existe ainsi différents systèmes pouvant aider à l'observation et au suivi de la sécheresse, à savoir :

- la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation selon des approches de modélisation inverse utilisant les observations du spectro-radiomètre pour estimer la quantité d'eau physiologique minimale requise par la plante pour maintenir la densité de feuillage observée par le satellite.
- la cartographie des conditions et états de la végétation à travers les indices de végétation, exemple le bulletin de suivi produit par le Centre Royal de Téledétection Spatiale .
- les bulletins des prévisions météorologiques produits par la Direction de la Météorologie Nationale.

Les moyens de coordination

La décision de déclaration de sécheresse ou non relève du Conseil interministériel permanent pour le développement rural. Le conseil signale les zones sinistrées. L'exécution du plan national de lutte contre les impacts de la sécheresse est lancée une fois la sécheresse annoncée.

Les moyens d'intervention

Durant les périodes de longues sécheresses, le gouvernement engage une action nationale pour atténuer les répercussions de la sécheresse et conforter les populations dans les aires les plus touchées, notamment à travers l'amélioration des aides sociales, culturels et hygiéniques et l'apport et l'alimentation en eau potable et éventuellement par la génération d'emplois.

D'autre part, un calendrier des semences est établi pour pallier aux carences en eau. Les renseignements relatifs aux caractéristiques phénologiques ainsi que le comportement des cultures vis à vis des stress de la sécheresse sont compilés et analysés pour dresser le projet de plan d'action pour la saison qui suit.

Le programme de garantie de la production céréalière couvre en partie les dépenses des petits agriculteurs pour le transfert des risques liés à la sécheresse.

2.3.4. L'alerte acridienne

L'alerte à l'invasion du criquet pèlerin au Maroc au niveau national

L'organisation mise en place pour prévenir et lutter contre le risque acridien est différente selon la phase considérée (rémission, invasion). Les chaînes d'alerte en phase de rémission et d'invasion (phase où le pays est déclaré envahi par le criquet pèlerin) sont donc nécessaires pour comprendre la gestion de risque.

Moyens de prévision et d'observation

Chaque année, pendant la phase de rémission du criquet pèlerin, le Centre National de Lutte Antiacridienne (CNLAA) déploie à partir d'octobre-novembre 3 à 6 équipes de prospection terrestre dans les zones de reproduction habituelles de l'acridien ravageur.

Moyens de diffusion

Lors des campagnes de prospection, les informations biologiques et géologiques sont collectées et transmises à la base de données du Centre National de Lutte Antiacridienne. Ces informations recueillies par le Centre National de Lutte Antiacridienne sont transmises tous les mois par fax/email aux différents acteurs de la chaîne d'alerte au niveau national et international et aux pays voisins.

Chaîne d'alerte

Le Centre National de Lutte Antiacridienne assure la vigilance de la lutte anti-criquet pèlerin. Il s'attache à localiser les premiers regroupements de criquets pour les éliminer avant qu'ils ne se reproduisent. En période de rémission, la chaîne d'alerte s'organise donc autour du Centre National de Lutte Antiacridienne.

Phase d'invasion

Le service d'information acridienne de la FAO *Desert Locust Information Service* (DLIS) est responsable de la prévision et de l'alerte précoce sur le risque d'une activité acridienne. Il établit régulièrement un bulletin qui présente la situation générale du criquet pèlerin et prépare des prévisions à moyen et long terme.

En cas d'urgence, le bulletin est complété par des mises à jour plus fréquentes et des alertes. Ces bulletins sont envoyés aux États et services concernés par e-mail et sont également disponibles sur le site web de la FAO.

Le système d'alerte précoce bulletin du DLIS est basé sur l'analyse des informations reçues des pays, des données météorologiques surtout les pluies (METEOSAT), des images SPOT-VEGETATION (1 km de résolution) et TERRA-MODIS (250 m) et des données historiques du SIG SWARMS.

Les moyens humains à mobiliser sont au niveau des organismes suivants :

- Centre national de lutte antiacridienne
 - ✓ Poste de Coordination Central.
 - ✓ Postes de Coordination Régionaux
 - ✓ Sous-Postes de Coordination Régionaux.
 - ✓ Ministère de l'Agriculture : Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole, Directions Provinciales de l'Agriculture.
 - ✓ Direction de la Météorologie Nationale.

2.4. Les mesures de gestion des risques de catastrophe annoncées par le gouvernement : quel achèvement ? Quelle efficacité ?

2.4.1. Aperçu des efforts de réduction de risque de catastrophe dans le cadre d'action de Hyōgo

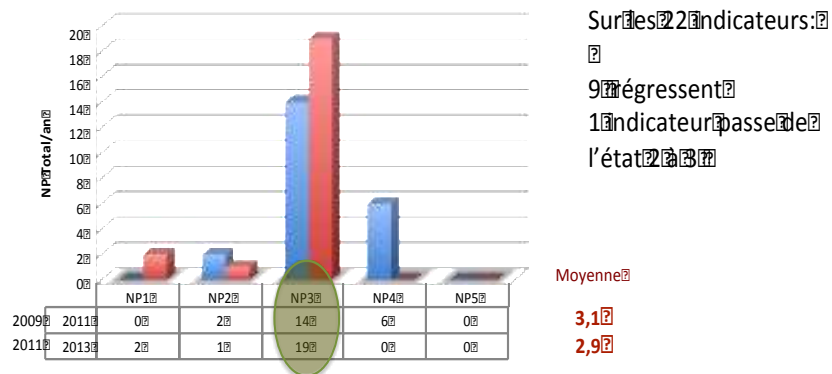
Cette section propose une brève synthèse de la progression réalisée au niveau national dans la mise en œuvre du cadre d'action de Hyōgo, d'après les rapports présentés par le Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques (DSPR) par le biais de l'outil HFA Monitor pour les cycles de *reporting* 2009-2011 et 2011-2013 (DSPR, 2008 et 2013). La section aborde également un état des lieux et les conclusions issues du processus d'examen à mi-parcours. Elle fournit une description plus approfondie des progrès au niveau national et local et souligne particulièrement les faiblesses et points forts des actions menées par le gouvernement marocain dans la gestion des risques de catastrophe.

L'analyse des rapports marocains, par le biais de l'outil HFA Monitor (Surveillance du cadre d'action de Hyōgo), correspondant aux périodes 2009-2011 et 2011-2013, montre que le Maroc éprouve des difficultés à procéder à une évaluation détaillée des risques de catastrophe et à prendre en compte les informations sur l'évaluation des risques dans les décisions liées à la planification nationale, à l'investissement et au développement. Dans le même temps, elle met en relief les réussites et les pratiques innovantes qui peuvent stimuler le changement et fournir des incitations politiques et économiques pour la gestion des risques de catastrophe (figure 23).

Figure 23 : Définitions des niveaux de progrès (NP) et évaluation des progrès annoncés par le Maroc depuis 2009 dans le cadre d'action de Hyōgo. (Données de la DSPR, 2008 et 2013)

Progrès mineurs, avec peu d'avancées en matière de plans politiques	Quelques progrès, mais sans engagement systématique au niveau politique et/ou institutionnel	Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes	réalisations importantes, mais limitations dans certains aspects fondamentaux, ex. financiers	réalisations considérables, capacités engagées, soutenus tous les niveaux
NP1	NP2	NP3	NP4	NP5

Niveau de progrès



Le Maroc a régressé dans les efforts et progrès d'atténuation des effets des extrêmes climatiques. La moyenne du Niveau de Progrès Atteint (NPA) pour les 5 domaines prioritaires est passée de 3,1 sur une échelle de cinq points, pour le rapport intermédiaire 2009-2011 à 2,9 pour le dernier rapport 2011-2013. Sur les 22 indicateurs, repris plus en détails au niveau de l'annexe 2, 12 sont restés inchangés (NPA=3). Certaines difficultés annoncées en 2011 ont également été mises en évidence en 2013. 9 indicateurs ont diminués et témoignent d'un "recul" dans le progrès et un seul indicateur affiche un léger progrès et passe de l'état 2 à 3.

Les efforts se concentrent principalement sur le renforcement des cadres politiques, législatifs et institutionnels, tout en stimulant les capacités d'évaluation des risques, d'alerte rapide et de préparation et d'intervention lors de catastrophes (domaines prioritaires 3 et 4 du cadre d'action de Hyōgo). En revanche, le Maroc a signalé des progrès limités dans l'utilisation des connaissances, de l'innovation et de l'éducation pour construire une culture de résilience, ainsi que dans la lutte contre les facteurs de risque sous-jacents (domaines prioritaires 1, 2 et 5 du cadre d'action de Hyōgo).

L'analyse des rapports mi-parcours de la DSPR du département de l'environnement explique aussi que le Maroc a établi des options, touchant à l'aménagement du territoire, aux stratégies du développement agricole et rural et celle de l'énergie nationale et du développement humain à travers l'INDH.

Certaines de ces tâches ont une ampleur par secteur évidente, d'autres, ambitionnent plutôt une tâche horizontale de développement, exhibant un apport consistant aux stratégies de lutte contre la pauvreté et de la préservation des ressources naturelles.

Néanmoins, il est important de préciser que ces améliorations ne se concrétisent pas nécessairement en une gestion de risque effective. On observe des optimisations importantes dans l'édification de hiérarchies institutionnelles et l'édification de plans, mais des achèvements défailants dans l'ajustement des options au niveau local.

2.4.2. Lacunes et défis relatifs aux systèmes d'alerte précoce

Bien que le Maroc ait signalé que les communautés reçoivent des avertissements précoces et assimilables concernant des risques menaçants, les rapports mi-parcours du cadre d'action de Hyōgo mettent aussi en relief :

- le manque de systèmes et de modalités de communication pour veiller à ce que les alertes rapides soient suivies d'actions efficaces.
- Les systèmes d'alerte ne sont pas généralisés et ne couvrent pas tous les aléas naturels. Actuellement, ce système est axé uniquement sur les risques des crues et inondations.

Dans ces rapports du cadre d'action de Hyōgo, le Maroc ne signale pas de progrès en matière d'alerte rapide pour certains aléas précis. Les résultats traduisent pour la plupart des progrès dans la notification d'alertes rapides à travers des bulletins météorologiques et des événements soudains comme certains types d'inondations.

Le Maroc a signalé le besoin de renforcer la législation, les mécanismes de coordination et les plans nationaux en vue de systèmes efficaces d'alerte rapide. Bien que les autorités soient en mesure de lancer des alertes anticipées, l'enchaînement de diffusion des alertes n'est souvent pas exigé par des politiques nationales. Le pays a également signalé des difficultés sur le plan de la coordination, notamment un manque de clarté sur les rôles et les responsabilités dans l'ensemble des institutions chargées de l'alerte rapide pour différents aléas.

Le défi clé consiste à traduire les alertes en actions locales concrètes, y compris pour les aléas pour lesquels le Maroc est doté de capacités efficaces de prévision, de détection et de suivi et des technologies appropriées pour la diffusion des alertes anticipées :

- Certains systèmes d'alerte précoce ont paradoxalement augmenté l'exposition au risque d'inondation (ex. dans la vallée de l'Ourika, le système sonore a installé une confiance aussi bien chez les locaux que chez les visiteurs, ce qui a encouragé un développement et une occupation anarchique des berges de l'oued, par des petits restaurants, exposant les biens et vies humaines aux inondations et crues soudaines. L'unique accès à la vallée ne permet guère une évacuation rapide en cas de crue éclair, en raison du nombre important de véhicules qui rend la circulation difficile même dans les conditions normales).
- Une "alerte météo spéciale a été émise par la DMN, le 4 janvier 2014, prévoyant des houles dangereuses sur le littoral atlantique marocain, nonobstant aucune circonspection ne semble avoir été avancée, il en est résulté des pertes conséquentes au niveau de plusieurs enjeux exposés". Selon le Ministère de l'Intérieur, le gouvernement a débloqué 6,5 MDH pour indemniser les pêcheurs victimes des houles.

Photo 1 : Exposition maximale par occupation abusive des rives de l'Oued Ourika, suite à l'installation du signal sonore



Les moyens nautiques d'interventions en cas de crues dont dispose la Protection Civile sont très rapidement inopérants dès lors que les vitesses des eaux sont importantes. Peu ou pas de systèmes d'alerte de crues en amont des cours d'eau.

La culture et la perception des risques et des vulnérabilités sont fondamentales, mais ne peuvent remplacer la gestion des risques ; l'éducation et la sensibilisation du public doivent en l'occurrence accompagner les systèmes d'alerte anticipée. Ceci requiert des liens et une intégration entre les systèmes d'alerte anticipée et les processus de planification d'urgence.

2.4.3. Gestion et connaissances des risques

La gestion des connaissances visant à transformer l'expérience en savoir et à partager celui-ci avec les partenaires est un facteur essentiel d'amélioration de l'efficacité en matière de gestion des risques et de développement.

L'approche participative de la recherche et de la conception et la réunion des savoirs traditionnels et des connaissances scientifiques sont des stratégies propres à renforcer les connaissances locales et à exploiter les synergies entre différents types de connaissances, afin d'aider les populations rurales pauvres à s'adapter aux effets néfastes des extrêmes climatiques.

Le rapport à mi-parcours du CAH souligne le développement de programmes au niveau des écoles, notamment l'inclusion de la réduction des risques de catastrophe au programme scolaire et en matière de production et de diffusion de documentation et d'information destinée au grand public. Le Maroc déclare aussi avoir inclus la réduction des risques de catastrophe au niveau des universités et de la formation professionnelle.

Toutefois la connaissance des risques connaît de nombreuses faiblesses :

- L'utilisation de l'éducation au Maroc (aussi bien formelle qu'informelle), ainsi que la production et la diffusion des connaissances et des innovations pour instaurer une culture de la sécurité qui demeure très faible à ce jour.
- Il n'y a pas d'efforts pour assurer l'interface sciences politiques et à rendre les aboutissements de la recherche plus perceptibles pour mettre l'information à la disposition des utilisateurs.

L'exploration et l'analyse des particularités des dangers, de telle façon à concevoir leur nature, quantifier et estimer leur probabilité d'incidence, sont élémentaires et approximatives.

L'investigation des enjeux et la cartographie des gens et infrastructures et autres biens présents dans les aires vulnérables restent peu développés.

D'autre part, ce sont souvent des gestes et des initiatives personnelles, conduits par des individus avertis et sensibilisés, qui permettent de réduire les dégâts occasionnés par les désastres. Il existe, toutefois, des cas d'opérations où la formation élargie s'est manifestée par des interventions publiques conséquentes, c'est le cas, par exemple, du projet financé par la coopération suisse "Secouristes Volontaires de Proximité (SVP)" qui s'est déroulé en quatre phases. Ce projet a permis une amélioration des capacités des autorités et de la population civile, qui ont réussi à répondre efficacement, après la formation, dans des cas de catastrophes dans les Médinas.

2.4.4. Renforcement des capacités de gestion des risques

Étant donné les difficultés à évaluer les risques et à comptabiliser les pertes, vraisemblablement à cause de la non-disponibilité des données et leur hétérogénéité, il n'est pas étonnant que le Maroc éprouve des difficultés à justifier des investissements dans la gestion des risques de catastrophe.

Les rapports à mi-parcours établis dans le cadre d'action de Hyōgo, par la Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques, ne fournissent aucune indication sur le budget attribué à la gestion des risques de catastrophe. Le Maroc n'a pas été en mesure de préciser des chiffres clairs ou des pourcentages des fonds de relèvement ou de reconstruction destinés à la réduction des risques, ce qui indique que la subvention de ressources assignées continue d'être la dérogation plutôt que la règle.

2.4.5. Renforcement des modalités institutionnelles et législatives

Le rôle central de la gouvernance locale dans la gestion des risques de catastrophe est désormais reconnu par le gouvernement marocain. Cependant, dans tous les indicateurs liés à la décentralisation, l'insuffisance au niveau du renforcement des collectivités locales et à faire progresser la participation communautaire a pour effet de creuser l'écart entre la rhétorique et la réalité.

La faiblesse de la capacité locale pour affronter les désastres est un frein à l'accomplissement d'une gestion des risques de catastrophe efficiente. Ni les moyens financiers, ni les ressources techniques ne corroborent les responsabilités récentes des collectivités locales.

Une analyse succincte des perfectionnements réalisés à l'échelle du pays inspire un grand besoin de développer l'intervention à l'échelon local, en particulier pour les priorités d'action 1 à 4 (voir annexe 2). On enregistre une marge saillante entre l'action à échelle nationale et locale. Les améliorations notées s'amincissent à mesure que les interventions se rapprochent des individus sensibles et l'amélioration générale est très réduite au niveau des communes rurales. La conception de sensibilité et de vulnérabilité dissemblables selon le genre n'est pas considérée de façon adaptée par les processus institutionnels et il y a peu de cas de références de savoirs locaux supportant la conceptualisation des politiques ajustées.

L'identification et l'élaboration de nouvelles méthodes et d'outils pour les appréciations des risques et les études sur les analyses coûts/bénéfices continuent d'être particulièrement insuffisantes et critiquables et le Maroc, paradoxalement, régresse du niveau 4 au niveau 3 entre 2009 et 2013 et a signalé des lacunes dans la mise au point de stratégies de sensibilisation de l'opinion pour les communautés vulnérables urbaines et rurales et dans la communication du risque à ces communautés.

2.4.6. Incorporation de la gestion des risques de catastrophe dans la planification

Bien que le Maroc ait témoigné de l'importance d'agréer la gestion des risques de catastrophe dans les stratégies de développement, il se montre incapable d'incorporer la gestion des hasards dans la planification des différents secteurs et domaines. Le Maroc a estimé que ses efforts dans la lutte contre les aléas et les risques liés aux extrêmes climatiques oscillent entre les niveaux 3 et 4 (figure 23). Les pertes et les dégâts économiques continuent à augmenter, dans le pays, en raison de difficultés éprouvées à s'attaquer aux risques dans les différents secteurs de développement.

Services écosystémiques et régulation des risques de catastrophe

La notion des services écosystémiques comprenant les services d'approvisionnement, de régulation et les services de soutien a été vulgarisée par le *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005). Cette notion désigne l'ensemble des biens que l'homme tire directement ou indirectement des écosystèmes.

Les services de régulation tels que la régulation du climat et de ses conséquences (évapotranspiration, stockage du CO₂ par les forêts, sécheresse, inondations, glissements de terrain) s'expriment au travers des fonctions écologiques propres aux écosystèmes considérés.

S'il n'existe que peu de travaux au Maroc sur l'évaluation des services environnementaux (Messouli, 2014 ; Croitoru, 2011 ; Messouli, 2010a et b), les études spécifiques aux relations des services écosystémiques et des catastrophes naturelles liées au climat ne sont pas encore réalisées à ce jour.

Les écosystèmes dégénérés ou mal protégés sont généralement vulnérables et peu résilients (Sukhdev, 2008 ; Tardieu *et al.*, 2012). Leur capacité à assurer leur rôle de régulation, notamment celui de réguler les extrêmes climatiques, s'en trouve profondément affectée. De tels écosystèmes, étant incapables d'absorber les effets des aléas climatiques, peuvent constituer une source dangereuse facilitant la transformation du risque en catastrophe, c'est par exemple le cas des crues éclair et les mouvements de masses.

Il est donc recommandé que le gouvernement marocain soit en mesure de tenir compte, dans la gestion des aléas climatiques, des solutions fondées sur l'approche écosystémique. Le coût bénéfice de la rentabilité des services de régulation assurés par les écosystèmes (régulation des inondations, des glissements de terrain, séquestration de carbone, atténuation des îlots de chaleur urbains, les submersions côtières...) est économiquement important, comparé aux coûts nécessaires pour absorber ces impacts par des mesures structurelles (digues, mur anti-avalanche, canaux de déviation...).

Ce défi pourra se réaliser à travers le financement de stratégies de gestion permettant à la fois l'amélioration de la capacité d'adaptation des populations et la santé des écosystèmes. Ceci se fera à travers des actions permettant d'intégrer la donne climatique et les instruments basés sur le marché (exemple le Paiement pour les Services Environnementaux) aujourd'hui incontournables dans les politiques d'environnement et de développement (Laurans *et al.*, 2011) et dans l'élaboration des stratégies de planification et d'action. La notion du paiement pour les services environnementaux a une visée plus opérationnelle et porte sur quatre types de services (carbone, biodiversité, hydrologique et récréatif) pouvant faire l'objet d'une rémunération spécifique.

Le système de paiement pour les services environnementaux favoriserait le développement des connaissances sur les ressources et l'évaluation des services environnementaux. Il pourrait, par conséquent, contribuer à l'amélioration de la gestion et du suivi de l'environnement par la mise en place d'incitations économiques positives qui permettraient la réorientation des activités anthropiques pour une durabilité à long terme des ressources naturelles. Il améliorerait et diversifierait, également, les moyens de subsistance des populations locales et permettrait d'accroître le capital humain, ce qui améliorerait la capacité adaptative des communautés locales.

3. La gestion des risques au Maroc, quel avenir ? Etudes prospectives

La prospective relative à la gestion des risques de catastrophe vise à évaluer les effets probables des risques à venir si aucune action n'est entreprise pour les anticiper.

3.1. Gestion des risques de sécheresse : agriculture et sécurité alimentaire

La production agricole est hautement tributaire des aléas climatiques. A l'horizon 2030, la sécheresse et l'aridité toucheraient spécifiquement les cultures des zones non irriguées (Gommes et al., 2009). Les rendements des cultures exprimés en Production Primaire Nette (PPN) des terres agricoles au Maroc ont été estimés à 22,2 Million de Tonnes de Carbone (MTC) pour l'année 2007 sous le scénario B2 (scénario optimiste). Cette PPN subirait, sous l'effet des perturbations des équilibres climatiques, une diminution équivalente à 0,7 MTC en 2020. A l'horizon 2025, la PPN serait de 20,2 MTC (Rochdane et al., 2014 ; Rochdane, 2013).

Par ailleurs, la seconde communication nationale précise que les rendements du blé, à l'horizon 2050, enregistreraient une tendance à la baisse : le bassin versant d'Oum Rbia subirait la plus importante réduction à -15% par rapport au rendement actuel. Les autres bassins enregistreraient une baisse voisine de -10%. Au niveau de l'irrigation, le blé nécessiterait un complément en eau au niveau des bassins d'Oum Rbia, Bouregreg, Moulouya, Draa-Ziz et Tensift.

On estime que l'exposition totale du secteur de l'agriculture à différents risques (la sécheresse, les ravageurs et les maladies et la volatilité des prix du marché) s'élèverait à 75 milliards de dirhams en 2008 et devrait atteindre 185 milliards de dirhams en 2020 (MAPM, 2010).

Cadre institutionnel et juridique dans le secteur de l'agriculture

Compte tenu de l'importance du secteur de l'agriculture pour l'économie nationale et les collectivités locales, le gouvernement marocain a mis au point un nombre d'initiatives, de programmes et de structures juridiques afin d'affronter les risques potentiels.

Le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime (MAPM, 2010) a récemment élaboré une stratégie nationale de gestion des risques agricoles, dont l'horizon s'étend jusqu'en 2020, pour passer de la gestion de crise *ex-post* à l'atténuation des risques, aux investissements *ex-ante* et à de nouveaux produits d'assurance.

Cette stratégie vise à réduire la vulnérabilité des petits agriculteurs contre les risques agricoles, promouvoir et sécuriser l'investissement agricole et apporter un appui public direct aux produits d'assurance pour une meilleure gestion des risques agricoles.

Les instruments de gestion des risques mis en place par le ministère de l'agriculture peuvent être classés en trois catégories en fonction de leur approche distincte à l'égard des risques :

- Les instruments de traitement et de soutien suite à la survenance d'un risque (Approche "*ex-post*"): ils visent à soulager les populations victimes après la survenance d'une catastrophe, en offrant une assistance technique, financière, matérielle et sanitaire.
- Les instruments de prévention et d'atténuation (Approche "*ex-ante*") : ils tentent de réduire la probabilité d'occurrence des risques et d'atténuer leur impact.
- Les instruments d'assurance-transfert (Approche "*ex-ante*"): ils couvrent les principales cultures et la production animale et s'appliquent à la fois à l'agriculture moderne et à l'agriculture solidaire.

Certains programmes spécifiques visant à atteindre cet objectif comprennent le Plan Maroc Vert, le Programme national d'économie d'eau en irrigation et le Programme d'extension de l'irrigation à l'aval des barrages.

Le Maroc dispose également d'un portefeuille de programmes d'assurance visant à protéger les agriculteurs contre un ensemble de risques. Il s'agit notamment des programmes suivants:

- Les programmes d'assurance agricole, subventionnés par l'Etat: "L'assurance multirisque récoltes" qui couvre quatre types de céréales et cinq types de légumineuses contre six risques différents. Cette assurance, lancée en 2011–12, cherche à couvrir un million d'hectares à l'horizon de 2014. Un autre programme d'assurance couvre la grêle. Un accord a été conclu entre l'Etat et la Mutuelle Agricole Marocaine d'Assurance (MAMDA) au titre des campagnes agricoles 2009–10, 2010–11 et 2011–12.
- Nouveau programme d'assurance agricole subventionné par l'Etat : Il couvrirait les cultures pérennes (oliviers et arbres fruitiers) et les légumes.
- Les produits d'assurance non subventionnés par l'Etat: Les principaux produits offerts par l'assurance privée couvrent les machines agricoles, la responsabilité de la ferme, les incendies agricoles et la mortalité du bétail.

Options pour atténuer les risques de la sécheresse sur le secteur de l'agriculture

- Mettre au point des systèmes de collecte de données pour la collecte, la gestion et le traitement des données agricoles et des informations météorologiques.
- Renforcer les capacités institutionnelles pour l'amélioration de la gestion des données sur les risques dans le secteur agricole.
- Redynamiser l'observatoire national sur la sécheresse et améliorer les systèmes d'alerte précoce pour la sécheresse.
- Investir dans des ouvrages de protection contre les inondations, responsables de la destruction des cultures, dans les zones rurales à haut risque, notamment dans les zones de montagne.
- Investir dans le matériel, y compris, par exemple, les stations météorologiques, la modélisation, les ordinateurs, les logiciels, les photos satellitaires..., nécessaires à la mise en œuvre de l'assurance paramétrique.

Par ailleurs, le projet d'intégration du changement climatique dans la mise en œuvre du projet pilier II du plan Maroc vert a proposé des exercices prospectifs pour affronter les futures sécheresses (Balaghiet *al.*, 2012). Ces exercices prospectifs favorisent :

- l'intensification des systèmes agricoles par l'accroissement des surfaces cultivées à travers des technologies d'adaptation concernant:
 - ✓ les nouvelles variétés sélectionnées et les semences certifiées.
 - ✓ la date et la dose de semis.
 - ✓ l'irrigation d'appoint.
 - ✓ la collecte des eaux pluviales au niveau de la parcelle et la gestion intégrée des cultures.
- Reconversion des céréales en olivier dans plusieurs régions du Royaume.
- Extension et valorisation de la production oléicole (Région de Gharb – Chrarda – Beni Hssen).

3.2. Lutte contre les inondations

Le changement climatique induirait, de manière générale, des événements de précipitations, d'inondations et de mouvements de masse plus prononcés. Les inondations et crues seraient responsables de nouveaux coûts économiques additionnels ; la parité de pouvoir d'achat (PPA)⁹ au Maroc passerait de 5 Millions USD-PPA enregistré en 2010 à 30 Millions USD-PPA. Ces événements affecteraient 21.000 personnes par année à l'horizon 2030 (DARA, 2012).

Tableau 12: Les pertes (en millions DH) estimées dues aux inondations au Maroc pour différentes périodes de récurrence (Banque Mondiale 2012a)

Occupation	PAM*	100	1000
Résidentielle	1,895	12,092	14,718
Commerciale	434	2,530	3,006
Industrielle	471	2,231	2,569
Bâtiments du gouvernement	369	2,351	2,751
Installations essentielles	1,005	8,328	9,762
Infrastructure	3	24	1,302
Total	4,177	27,556	34,108

*PAM = Perte Annuelle Moyenne (en millions DH) - qui est, la perte estimée par an en raison d'une inondation en moyenne sur une très longue période, tandis que «100» se réfère à une perte avec une probabilité d'occurrence annuelle de 0,01 (soit 1/100). «1000» se réfère même à une perte avec une probabilité d'occurrence annuelle de 0,001 (soit 1/1000). *Source Banque Mondiale, 2012a*

Tel que décrit dans le tableau 12, le programme MnhPRA (Banque Mondiale 2012a) a estimé que le Maroc présente un risque très important lié aux inondations. Selon les estimations de l'évaluation probabiliste des risques basées sur le même programme, au cours des 30 prochaines années, il y a une probabilité de 95% d'une inondation au Maroc entraînant des pertes s'élevant à un montant de 5 milliards de dirhams, une probabilité de 90% d'un événement entraînant des pertes de 10 milliards de dirhams et une probabilité de 65% d'un événement entraînant des pertes d'environ 25 milliards de dirhams.

En milieu rural, les petits bassins de montagne caractérisés par de fortes pentes, des terrains escarpés, ravinés, dénudés, se prêtent remarquablement au déclenchement du ruissellement dès que les intensités pluviométriques deviennent importantes. Comme les activités de l'agriculture solidaire se cantonnent le long de ces cours d'eau les dégâts occasionnés, par les crues répétées, sont importants mais restent peu ou non évalués, sauf dans des cas de catastrophes importantes liées aux aléas climatiques (ex. Ziz 1965, Ourika 1995...).

Parmi les bassins sujets à de telles crues, on peut citer : Mgoun, Tessaout, assif Melloul, Haut Draa, Ziz et les hautes vallées des oueds Fnideq, Charâa et ZegZel... Les risques encourus dans ces bassins sont d'autant plus importants qu'il s'agit de zones touristiques avec des vallées très étroites, connaissant des affluences importantes notamment en été lorsque les risques de forts orages sont très importants.

La dégradation du couvert végétal, notamment, par la déforestation et le surpâturage, l'occupation et l'affectation des terres, les sécheresses prolongées ainsi que le changement climatique attendu constituent des causes qui pourraient contribuer à l'amplification des crues torrentielles dans le futur.

En milieu urbain, les principales vulnérabilités face aux inondations et risques naturels en situations actuelles et futures se résument par les points suivants :

- La forte exposition de la population : La population des villes a quintuplé entre 1960 et 2006, passant de 3,4 millions à 17 millions. A l'échéance de 2030, une croissance soutenue pourrait se produire, amenant à un total d'environ 25 millions de citoyens (HCP, CERED, 2007).
- Les secteurs exposés aux risques d'inondation, correspondent surtout à des zones peu ou mal dotées en réseaux d'assainissement pluvial dans les villes du royaume.
- La typologie des quartiers d'habitat dense construits en matériaux de mauvaise qualité (médina, habitat précaire, bidonvilles) est considérée comme un tissu urbain vulnérable.
- Concernant les risques d'érosion et d'inondations dus aux submersions marines, les vulnérabilités urbaines concernent principalement le front de mer urbanisé bordant les plages.
- Le développement de l'urbanisation et la réalisation de grands projets tout au long du littoral crée des conflits d'usage en contradiction avec les mesures préventives et de protection liées au changement climatique, notamment en matière d'érosion et d'élévation du niveau de la mer.

Le défi et le parti d'aménagement préconisé consiste à maîtriser la croissance des grandes villes et d'organiser l'accueil de la majeure partie du développement urbain dans les pôles périphériques. Il s'agit de gérer l'espace, de nourrir, d'héberger, d'équiper, de scolariser, d'occuper, de soigner, de protéger, d'administrer... tous les habitants, en particulier les nouveaux arrivants. Le changement climatique attendu et les aléas qui en résulteraient exigent une application encore plus stricte des recommandations et préconisations du Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (SDAU). Des outils et des mesures supplémentaires à des échelles plus locales devraient faire l'objet d'un travail approfondi pour évaluer l'application et la mise en œuvre dans le nouveau contexte d'adaptabilité indispensable aux risques liés aux extrêmes climatiques.

Les inondations ont montré que nos installations rurales et urbaines n'ont pas été conçues pour résister aux effets les plus rudes des événements extrêmes. Les mesures à entreprendre dans un cadre de politique publique doivent prévoir d'adapter les "*standards de construction, d'exploitation et d'entretien des réseaux de transport*", mais aussi de mettre en place une procédure d'évaluation des zones sensibles et de la vulnérabilité des infrastructures.

Recommandations

Afin de renforcer la résilience nationale vis-à-vis des inondations, le gouvernement devrait mettre au point les outils appropriés. Une collaboration institutionnelle accrue entre les différents ministères est également nécessaire, étant donné qu'aucun d'eux n'a la pleine responsabilité de la gestion intégrale du risque. La protection contre les inondations exige un ensemble de solutions incluant :

- la révision et l'activation des options du Plan National contre les Inondations et la prise en considération de l'occupation et du changement de l'affectation du sol.
- l'exposition des enjeux humains et des infrastructures qui risquent d'être diminuée. Les permis de construire ne devraient pas être livrés pour les zones vulnérables aux inondations et aux submersions marines.
- les occupations agricoles et forestières du sol à l'amont des bassins versants peuvent être sources d'altérations de la production des services environnementaux comme elles peuvent contribuer à leur production. La gestion et l'occupation du sol influencent l'évapotranspiration réelle, l'écoulement et l'infiltration de l'eau, qui affectent à leur tour la quantité et la qualité des flux d'eau et de leurs fréquences. Du fait que les usagers de l'aval ne possèdent pas de pouvoir contraignant sur les usagers de l'amont, les paiements pour services environnementaux peuvent être un mécanisme économique qui aiderait à mieux gérer la ressource hydrique et contrôler les inondations.
- Il est aussi déterminant pour la prise de décisions concernant la gestion des risques d'avoir un accès rapide aux informations sur les conditions prévalant dans telle ou telle situation. Les villages situés aux bords des cours d'eau sont exposés aux risques d'inondation, surtout s'ils ne sont pas préalablement protégés par des digues pouvant contenir les eaux de débordement des oueds.
- L'évaluation des services environnementaux au moins pour les deux services importants identifiés, à priori, qui sont la régulation de l'érosion (amélioration de la qualité de l'eau contre la turbidité) et le service d'atténuation des risques d'inondations (contrôle des crues) sont deux aléas importants au Maroc et desquels les acteurs locaux ont souffert dans le passé et dont les intensités risqueraient de s'accroître dans le futur dans le contexte du changement climatique.

3.3. Feux de forêts et écosystèmes forestiers marocains

Au Maroc, le contexte climatique, actuel et projeté, est fortement propice aux feux de forêts. Le raccourcissement des périodes de retour des journées les plus chaudes, l'augmentation de la fréquence des vents secs et chauds (Chergui), induiraient un risque d'incendie plus élevé.

Les analyses prospectives sur les feux de forêt font défaut au Maroc. Il existe, toutefois, un certain nombre de travaux récents menés à l'échelle des forêts du bassin méditerranéen qui traduiraient la tendance probable des feux de forêt au Maroc.

Les surfaces sensibles à l'aléa "feux de forêts" représentent actuellement environ 1/3 des surfaces forestières méditerranéennes. Ces surfaces pourraient augmenter de 30% à l'échéance 2040. A l'échéance 2050, près de la moitié de la surface des forêts qui pourrait être concernée par un niveau élevé de cet aléa (Chatry, 2011).

D'autres facteurs contribuent à la vulnérabilité du milieu forestier aux extrêmes climatiques et aux déclenchements de feux :

- Des sécheresses périodiques ont accentué l'accroissement d'attaques parasitaires, notamment des défoliateurs (*Thaumetopia pityocampa* sur les pins et le cèdre, *Lymantria dispar* sur le chêne-liège et *Phoracantha* sur l'eucalyptus) et de champignons pathogènes, par exemple *Hypoxylon* sur le chêne-liège (HCEFLCD, 2011).
- Les dépérissements (ex. cèdre du Maroc) font intervenir des facteurs de prédisposition (climat, sol, potentiel génétique, sylviculture), de déclenchement (sécheresse, insectes défoliateurs, scolytes) et d'aggravation (xylophages, champignons de faiblesse, pourridiés, chancre) (FAO, 2013).

Recommandations

Tenant compte de ce qui précède, il paraît utile de formuler d'une manière non exhaustive une série de recommandations en terme de politique publique susceptibles d'aider à préparer les décisions utiles pour mieux aborder les conséquences de l'augmentation future de l'aléa "feux de forêts" :

- l'opérationnalisation de la nouvelle loi n°22-07 sur les aires protégées s'avère d'une importance capitale à travers le classement de certains milieux forestiers dans l'une des catégories prévues par ladite loi, permettant ainsi d'avoir un statut de protection renforcé.
- Sachant que 1% seulement de cas de feux de forêts sont déclenchés par la foudre¹⁰ et tout en étant conscient que l'assèchement, les vents et les vagues de chaleurs exposent les forêts aux incendies et les rendent vulnérables à propager plus rapidement les feux, il est hautement recommandé :

- ✓ d'encourager la participation des populations locales à la mise en œuvre des politiques de prévention des feux de végétation.
 - ✓ de sensibiliser, instaurer une culture du risque et encourager la participation du public.
 - ✓ de soutenir, selon les besoins, les initiatives locales visant à réduire le risque de feux de végétation.
- Intégrer le concept REDD+ (Réduction des émissions liées à la déforestation et à la dégradation des forêts) dans les projets de gestion durable des forêts. Outre sa contribution à la lutte contre le réchauffement, la REDD+ a des impacts positifs sur la diversité biologique, les conditions de vie des communautés dépendantes de la forêt et plus généralement sur l'ensemble des fonctions écologiques et socioéconomiques des systèmes forestiers ;
 - Tenir compte des migrations possibles des étages bioclimatiques (selon la DMN) dans les projets de reboisement. Les essences endémiques des forêts risquent de ne pas pouvoir s'adapter assez vite à l'assèchement des sols et au réchauffement des températures. Les politiques devraient proposer, entre-autres, de diversifier dès aujourd'hui les espèces plantées et d'accompagner les exploitants pour un meilleur ajustement dans le futur.

3.4. Mouvements de masse

Au Maroc les glissements de terrain sont principalement déclenchés par les tremblements de terre et les précipitations (De Bono, 2013). La sensibilité d'une zone au glissement de terrain dépend de différents facteurs, comme la pente du terrain, le type de sol et de la teneur en humidité. Les autres facteurs de vulnérabilité vis-à-vis des mouvements de masse sont la déforestation extrême et l'érosion des sols, la présence d'établissements humains dans des zones exposées aux glissements de terrain, la présence de routes ou de voies de communication dans des zones de montagne et la non-compréhension des risques liés aux glissements de terrain et absence de système d'alerte.

Malgré les incertitudes sur les prévisions futures de l'aléa glissement de terrain, plusieurs facteurs permettent de conclure que sa fréquence pourrait s'intensifier dans le futur. En effet, la déforestation, les fortes précipitations, les houles exceptionnelles au niveau des falaises, risquent de déclencher davantage de glissements de terrain dans le futur. Les zones vulnérables aux tremblements de terre risqueraient de développer le nombre le plus important de mouvements de masse du pays.

Afin de renforcer la politique publique et d'assurer la sécurité des personnes et des biens tout en permettant un développement durable des territoires, il est urgent de mener des enquêtes publiques et d'élaborer un Plan de Prévention des Risques Naturels de glissement de terrain pour toutes les régions vulnérables du Royaume. Ce plan devrait :

- délimiter les zones exposées aux risques.
- réglementer les constructions nouvelles et existantes, en adéquation avec les risques identifiés.
- définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde pour les zones exposées.
- préciser les mesures qui doivent être prises, relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, ouvrage, espace de culture ;
- permettre l'établissement des cartes interactives sur les mouvements de masse.

3.5. Submersion marine

Le dernier rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC, 2014b) souligne (*avec un niveau de confiance : très élevé*) que *"...en raison de l'élévation du niveau des mers projetée pendant toute la durée du XXI^{ème} siècle et au-delà, les systèmes côtiers et les zones de basse altitude connaîtront de manière de plus en plus répétée des impacts négatifs tels que des phénomènes de submersion, d'inondations côtières et d'érosion des côtes"*.

Le même rapport précise (*niveau de confiance : élevé*) que *"... l'exposition projetée des personnes et des biens aux risques côtiers ainsi que les pressions exercées par l'homme sur les écosystèmes côtiers augmenteront de manière significative au cours des décennies à venir en raison de la croissance démographique, du développement économique et de l'urbanisation"* (IPCC, 2014b).

Dans le cadre de cette étude, des simulations de submersions marines, sous différents scénarios, montrent que les eaux marines pourraient envahir des surfaces importantes sur le littoral de la ville d'Essaouira (voir chapitre 2.6).

Selon une étude de la Banque Mondiale (2011), menée sur Casablanca et la vallée du Bouregreg, la totalité des coûts annuels afférents aux désastres liés au changement climatique, est estimée à 1.162 MDH à l'horizon 2030 (scénario A1B). Cela représente 222 DH/pers/an, soit 0,26% du PIB de Casablanca et de la vallée du Bouregreg à ce même horizon (2030).

L'absence d'une véritable stratégie du littoral renforce la vulnérabilité de cet espace. La loi relative au littoral est attendue depuis longtemps. Activer sa promulgation est une priorité. En attendant plusieurs mesures d'adaptation et de résilience peuvent être avancées :

- Le Maroc a besoin de renouveler ses systèmes d'information, notamment à l'aide de méthodes plus efficaces pour alerter la population et les entreprises en cas de changement abrupt des conditions météorologiques et de plans pour protéger les biens et les personnes. Le Maroc a aussi besoin d'améliorer les systèmes de surveillance et d'alerte précoce en développant l'utilisation d'images satellitaires et par le suivi régulier du phénomène de subsidence et de l'évolution des températures et du niveau de la mer.
- Une meilleure communication entre les organismes impliqués dans la prévention et les réactions aux désastres pourraient renforcer la coordination et aboutir à des réactions plus opportunes et efficaces.
- Il conviendrait de renforcer les barrières naturelles et de veiller à la suppression contrôlée d'une partie de l'habitat illégal dans les zones côtières à risque.
- De nouvelles digues sont nécessaires pour garantir la protection à long terme des biens et des personnes contre la houle. Les défenses côtières pourraient bénéficier d'investissements pour rendre les ouvrages existants plus résistants.

D'autres recommandations ont été émises par le Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique en réponse à la houle exceptionnelle de 2014, il s'agit :

- *d'"Etablir une convention de partenariat entre la Direction des Ports et du Domaine Public Maritime (DPDPM), le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE) et la Division de la Météorologie Nationale (DMN) pour l'installation, l'exploitation des données et la maintenance des équipements de mesure de houles et ce pour une meilleure information météorologique. L'Agence Nationale des Ports (ANP) assistera les parties concernées pour les aspects techniques".*
- *d'"Organiser une journée nationale avec les organismes concernés par ce genre de risques pour évaluer la capacité de réaction et procéder à la mise en place d'une vraie stratégie d'intervention".*

4. Coûts-bénéfices des actions de gestion des risques des catastrophes

Dans le contexte de la réduction des risques, les avantages sont généralement des pertes probables évitées, qui sont calculées sur la base des techniques d'analyse des risques probabilistes.

L'analyse coût-bénéfice des décisions de prévention des risques est peu utilisée au Maroc. Il existe pourtant des cas évidents témoignant que les bénéfices des informations et des prévisions météorologiques compensent parfois plusieurs fois leur coût et peuvent produire un bénéfice considérable, surtout pour alerter les gens de dangers imminents, par exemple, dans la vallée de l'Ourika, après l'installation des systèmes sonores d'alerte de crues, il n'y a jamais eu de victimes depuis et les dégâts matériels ont baissé.

Des scénarios hypothétiques ont été élaborés, dans le cadre du projet MnhPRA (Banque Mondiale, 2012c), pour un total de 51 scénarios couvrant le renforcement des bâtiments, des systèmes d'alerte d'inondations, des mesures structurelles de lutte contre les inondations et de la cartographie d'évacuation.

Le rapport coût-bénéfice (RCB)¹¹ pour les 51 scénarios variait de 54,3 à 1,1. Le coût total des mesures d'atténuation pour les 51 scénarios de simulation était de 9,3 milliards DH. Les sept premiers scénarios en termes de RCB étaient les suivants:

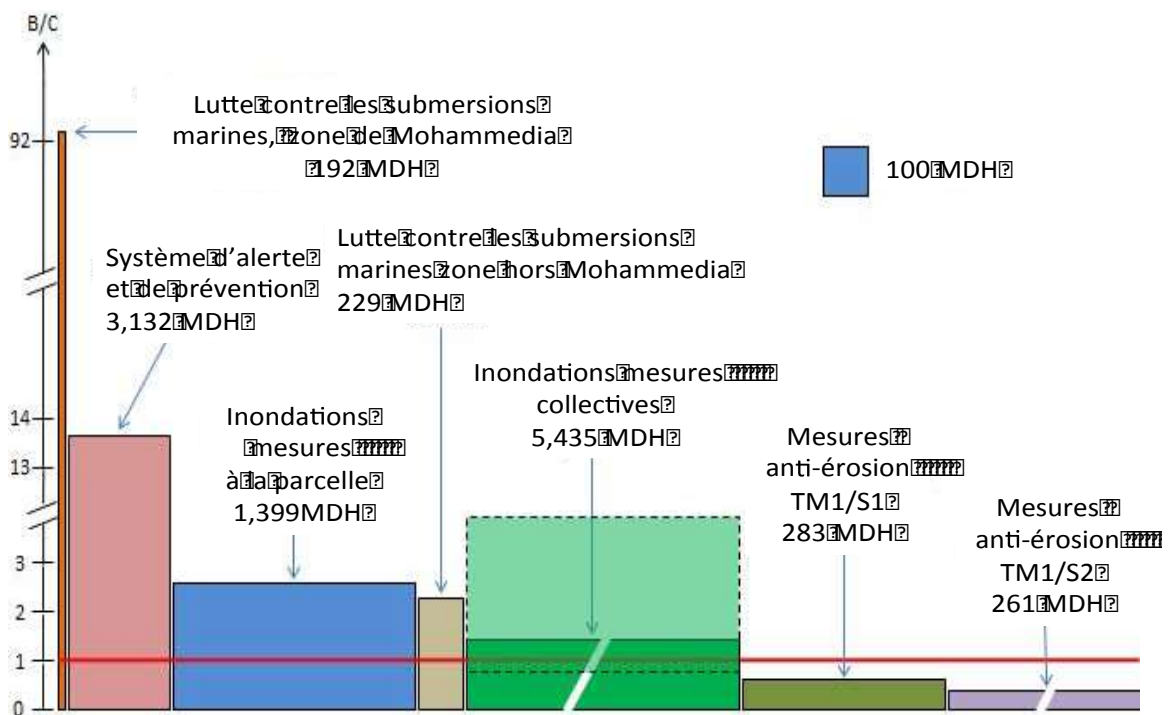
- Système d'alerte des inondations pour le sous bassin de Ouergha (RCB = 54,3).
- Les ponceaux sur les lignes de chemin de fer dans les plaines du Gharb (RCB = 34,6).
- L'atténuation des constructions d'habitation pour les inondations dans la nouvelle commune près de Kenitra (RCB = 8,2).
- L'atténuation des bâtiments du gouvernement pour les inondations dans la nouvelle commune près de Kenitra (RCB = 7,2).
- L'évaluation des risques d'inondations dans la commune de Kenitra (RCB = 5,7).
- L'évaluation des risques pour les nouveaux bâtiments scolaires proposés dans le pays (RCB = 4,4).
- L'atténuation des bâtiments scolaires pour les inondations dans la nouvelle commune près de Kenitra (RCB = 4,2).

Une étude des coûts/avantages du mécanisme de la Réduction des Emissions

par la Dégradation et la Déforestation (REDD+) pour le Maroc (Hammoudi *et al.*, 2013) a montré que, malgré les incertitudes subsistantes, la grande majorité des coûts de préparation au mécanisme peuvent être couverts par les initiatives sur la REDD+.

Une évaluation du coût des désastres naturels et du changement climatique à l'horizon 2030 a été réalisée par la Banque Mondiale pour les villes côtières de Casablanca et Mohammedia (Banque Mondiale, 2011). Une analyse coûts-bénéfices du plan d'action a été effectuée, les principaux résultats sont synthétisés dans le graphique suivant (figure 24).

Figure 24 : Evaluation du coût des désastres naturels : analyse coûts-bénéfices.



source : Banque mondiale 2011

La colonne verticale présente le ratio bénéfices-coûts pour des investissements ponctuels, mesures institutionnelles et infrastructures. La ligne rouge montre le seuil, au-dessus duquel les bénéfices dépassent les coûts (Banque Mondiale, 2011). La boîte en pointillée sur le schéma correspond à l'incertitude autour des mesures collectives de gestion d'inondations.

Cette analyse coûts-bénéfices permet aux milieux urbains d'évaluer les bénéfices des mesures proposées sur les plans d'action. Les mesures sont classées par ordre décroissant d'efficacité et les aires représentent la valeur actualisée des bénéfices de chaque mesure. La ligne rouge délimite le ratio Bénéfice/Coût unité, au-delà de laquelle les bénéfices excèdent les coûts. Elle montre que, globalement, l'ensemble des investissements proposés sont économiquement justifiés, les bénéfices attendus étant supérieurs ou égaux aux coûts estimés.

5. Conclusions et recommandations

Le rapport a pu établir un certain nombre de constats sur les risques de catastrophes liés aux événements extrêmes et au changement climatique au Maroc. Ces constats soulignent que ces catastrophes s'expliquent d'abord par des conjonctions exceptionnelles d'évènements météorologiques. Mais, ils mettent aussi en évidence une accumulation de défaillances graves dans l'anticipation de la majorité des risques auxquels les zones touchées étaient exposées.

Le territoire national est particulièrement exposé aux inondations et submersions marines, sécheresses, mouvements de masse, vagues de froid et de chaleur, feux de forêts, tempêtes de sable et invasions acridiennes. De toute évidence, ces aléas sont inégalement perçus et parmi eux, le risque de tempêtes de sables et à un degré moindre la submersion marine, sont jusqu'à présent très largement ignorés tant dans les dispositifs législatifs et réglementaires que dans les mesures mises en place au niveau local pour la protection des populations. Ce constat pose toute la question de la culture du risque qui demeure très insuffisante au Maroc.

En matière de gestion des risques naturels, la revue de la littérature montre que l'on assiste à des progrès en matière de réduction des risques de catastrophe, en particulier du point de vue institutionnel, suite à la restructuration de la Direction Générale de la Protection Civile et moyennant l'approbation de législation nationale, la mise en place de systèmes d'alerte rapide et le renforcement de la préparation et de la réactivité aux catastrophes. La nouvelle structure de protection et en particulier le fonctionnement du Comité de Veille et de Coordination, semble bien fonctionner.

Tout en constatant le caractère exceptionnel du phénomène météorologique et malgré les mobilisations massives et efficaces qui, généralement, suivent les catastrophes, on observe que ses conséquences ont été aggravées par une série de défaillances dans l'anticipation du risque, notamment :

- le manque de systèmes et de modalités de communication pour veiller à ce que les alertes rapides soient suivies d'actions efficaces.
- les systèmes d'alertes qui ne sont pas généralisés et ne couvrent pas tous les aléas naturels. Actuellement, ce système est axé uniquement sur les risques des crues et des inondations.
- l'insuffisance des moyens financiers pour mettre en place les systèmes d'alerte généralisés et le déficit en termes de disponibilité et de formation spécialisée des ressources humaines.

L'analyse présentée dans ce rapport a mis en exergue les domaines dans lesquels il est nécessaire de conduire des travaux supplémentaires pour atteindre les résultats visés de réduction considérable des pertes dues aux catastrophes, tant en vies humaines qu'au niveau du capital social, économique et environnemental des collectivités et du pays.

Recommandations

❖ Mettre en place d'un cadre et des mécanismes juridiques et institutionnels pour la réduction des risques de catastrophes au Maroc. Ceci devrait passer par :

- la mise en place d'une plateforme nationale pour la réduction des risques de catastrophes. Cette plateforme, à caractère interministériel et dotée de mécanismes de fonctionnement clairs, se chargerait de la mise en place d'une politique nationale et coordonnerait la mise en œuvre de la stratégie nationale de gestion des risques de catastrophes.
- l'élaboration d'un texte de loi régissant la gestion des risques de catastrophes dans le pays.
- la sensibilisation aux plus hauts niveaux de la sphère politique pour faire de la gestion des risques de catastrophes une priorité nationale et de l'intégrer dans le processus durable du pays.

❖ Renforcer les capacités nationales, régionales et locales en matière de réduction des risques de catastrophes :

- Accroître les capacités **institutionnelles** sur les plans opérationnels et organisationnels, en termes de coordination, de surveillance et d'alertes aux catastrophes.
- Augmenter les capacités **techniques** et la formation spécialisée des services d'urgence, garantir l'efficacité des systèmes d'information et de communication d'urgence, ainsi que la disponibilité des instruments permettant une intervention rapide.
- Renforcer les capacités des **groupes communautaires** (ONG, associations, établissements publics et privés...) en termes de réduction des catastrophes.
- Actualiser, maintenir et renforcer le **dispositif de veille** et d'alerte précoce aux aléas.

- Encourager le **transfert des connaissances** et l'usage des bonnes pratiques régionales et internationales en termes de gestion des risques de catastrophes.
- Promouvoir l'insertion de la gestion des risques de catastrophes dans **l'enseignement académique** (primaire, secondaire et universitaire).
- ❖ **Développer la connaissance des risques, des systèmes d'information et de communication :**
 - Evaluer systématiquement les aléas, les vulnérabilités et les risques à différentes échelles, nationale, régionale, provinciale et communale.
 - Evaluer les coûts humains, économiques et environnementaux de l'accroissement de la vulnérabilité des populations ainsi que le coût de mesures d'adaptation préventives et de l'amélioration de la gestion des catastrophes, afin de fonder les décisions politiques sur des données fiables et une analyse coût-bénéfice appropriée.
 - Renforcer le système national d'alerte précoce et veiller à sa performance et son efficacité.
 - Développer une plateforme nationale d'information et de partage de données pour faciliter la prise de décision au niveau de toutes les phases de gestion des risques de catastrophes.
 - Développer des compétences nationale et régionale en matière d'évaluation des pertes, des dommages et des besoins post-catastrophe.
 - Mettre en place un plan et des mécanismes de communication efficaces à tous les niveaux et l'adapter à l'audience visée.
 - Promouvoir le transfert des technologies et de la recherche scientifique et de leur mise en œuvre pour la réduction des risques de catastrophes.
- ❖ Promouvoir la **coordination intersectorielle** en vue de renforcer la résilience des communautés aux catastrophes :
 - Mettre en place un programme de **sensibilisation** de la population et d'éducation pour imprégner la gestion des risques de catastrophes dans la culture des marocains.
 - Développer des programmes de mitigation et de réduction des risques à travers des mesures structurelles et non structurelles.

- Mettre en place et implémenter des programmes de réduction de la vulnérabilité.
- Elaboration des plans et des programmes de réponse, de recouvrement et de relèvement.
- ❖ Mettre en place des mécanismes de **financement** durables et flexibles pour le transfert et la réduction des risques de catastrophes :
 - Mettre en place un fonds propre pour la gestion des catastrophes.
 - Développer un mécanisme financier pour la gestion des risques de catastrophes, des procédures de comptabilité et d'audit transparentes.
 - Intégrer dans les stratégies de gestion des risques des instruments de protection sociale, comme les prestations sociales, telles que les microcrédits, qui contribuent à atténuer les répercussions immédiates des catastrophes pour les groupes les plus vulnérables et ainsi empêcher que la scolarisation ou la vente de biens de production ne soient interrompues, ce qui aura un impact positif à moyen et long terme.
- ❖ Promouvoir la coopération régionale et internationale :
 - S'inscrire dans les initiatives régionales et internationales et veiller à leurs mises en œuvre, notamment la stratégie internationale du Cadre d'Action de Hyōgo, la stratégie arabe, la stratégie africaine et la stratégie islamique.
 - Promouvoir la participation à des réseaux de recherches régionaux et internationaux dans le domaine de gestion des risques de catastrophes.
 - Encourager les partenariats régionaux et internationaux en matière de gestion des risques de catastrophes.

Liste des figures et tableaux

Figures		
Figure 1	Spatialisation sur le Royaume du changement en % des précipitations pour les deux horizons 2050 (2041-2070) et 2080 (2071-2099) par rapport à la période de référence 1961-1990	14
Figure 2	Interconnexions entre les concepts clés essentielles de la gestion de risques de catastrophes liées aux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes (IPCC, 2012)	17
Figure 3.	Degrés d'exposition aux inondations par catégorie d'infrastructure	18
Figure 4.	Vulnérabilité et risque (cyclone, inondation et glissement de terrain) pour le Maroc	19
Figure 5	Distribution du nombre de catastrophes dans la région Arabe	21
Figure 6	Evolution temporelle des pertes (nombre de décès, maisons détruites et endommagées) engendrées par les inondations (1960 – 2014)	23
Figure 7	Suivi spatiotemporel et cumul du nombre de morts par les catastrophes entre 1960 – 2014	24
Figure 8	Inondations, pertes potentielles par catégories d'infrastructure (ALL, Average Annual Loss)	26
Figure 9	Impact différentiel des inondations exprimé en pertes moyennes annuelles potentielles (en Millions de DH)	27
Figure 10	Calcul des pertes potentielles par catégorie d'enjeux exposée aux inondations à différentes périodes de retour	27
Figure 11	Cartographie des risques et exposition aux inondations	29
Figure 12	Pertes potentielles moyennes annuelles par catégorie d'enjeux exposée aux inondations	30
Figure 13	Carte des risques d'inondation au niveau du bassin de Sebou pour une période de retour de 20.8 ans	31
Figure 14	Carte de susceptibilité aux mouvements de terrain (MnhPRA, 2012)	33
Figure 15	Les zones de sécheresses agricoles/ A gauche, Carte de vulnérabilité à la sécheresse agricole ; à droite, carte d'exposition à la sécheresse de la partie nord du Maroc (nombre de personnes exposées par année)	35
Figure 16	Tempête de sable traversant le territoire national (AERONET, NASA). A droite une tempête de sable entraînant une visibilité très réduite causant un accident de circulation sur la route Rissani-Merzouga (14 mai, 2013)	36
Figure 17	Exemples de dégâts occasionnés par la houle du 6-7 janvier 2014	42
Figure 18	Schéma méthodologique global	43
Figure 19	Carte des zones inondables selon le scénario 1	44
Figure 20	Structure organisationnelle et mécanismes préventifs de réduction des risques de catastrophe	48
Figure 21	Exemple de carte de risque d'incendie de forêt du 17/06/2007	55
Figure 22	Carte de probabilité d'occurrence spatiale des incendies de forêts (Ezzine <i>et al.</i> 2010)	56
Figure 23	Définitions des niveaux de progrès (NP) et évaluation des progrès annoncés par el Maroc depuis 2009 dans le cadre d'action de Hyōgo	61
Figure 24	Evaluation du coût des désastres naturels : analyse coûts-bénéfices	81
Tableaux		

Tableau 1	Evolution des températures moyennes entre 1971-1980 et 1998-2007 dans les différentes stations météorologiques du Maroc	13
Tableau 2	Changements observés pour les extrêmes de températures et de précipitations depuis les années 1950	15
Tableau 3	Changements prévus pour les extrêmes de températures et de précipitations, y compris les épisodes de sécheresse, au Maroc	18
Tableau 4	Sommaire des catastrophes dans les pays Arabes	20
Tableau 5	Résumé des catastrophes liées aux événements extrêmes au Maroc 1900-2013	21
Tableau 6	Sommaire des pertes enregistrées par les catastrophes au Maroc entre 1960 et 2014	22
Tableau 7	Répartition, selon le découpage administratif régional, des pertes engendrées par les catastrophes dues aux inondations, tremblements de terre et feux de forêts	23
Tableau 8	Moyenne annuelle des coûts économiques additionnels (millions de dollars US), dus aux extrêmes et changement climatique au Maroc à l'horizon 2030, selon un modèle actuel intensif en carbone, couplé avec le changement climatique. (DARA, 2012)	25
Tableau 9	Répartition des mouvements de terrain historiques par types (Ministère de l'environnement, cité par la Banque Mondiale, 2011)	32
Tableau 10	Degrés d'impact des différents indicateurs liés aux extrêmes climatiques sur la santé humaine au Maroc à l'horizon 2030	38
Tableau 11	Résumé des priorités du Cadre d'action de Hyōgo (SIPC, 2009)	51
Tableau 12	Les pertes (en millions DH) estimées dues aux inondations au Maroc pour différentes périodes de récurrence	71

Annexes

Annexe 1 : Glossaire

(Source : Stratégie Internationale de Prévention de Catastrophe)

Aléa : Un phénomène dangereux, une substance, activité humaine ou condition pouvant causer des pertes de vies humaines, des blessures ou d'autres effets sur la santé, des dommages aux biens, des pertes de moyens de subsistance et des services, des

Aléasocio-naturel : Phénomène qui résulte de l'augmentation de la fréquence de certains risques hydrométéorologiques et géophysiques, tels que les glissements de terrain, les inondations, la sécheresse, en interaction avec des phénomènes naturels tel que la dégradation des terres surexploitées et des ressources de l'environnement.

Aléas géologiques : Processus ou phénomènes naturels de la terre susceptibles de provoquer des pertes en vies humaines, des blessures ou autre impact sur la santé, des dégâts matériels, la perte des moyens de subsistance et des services, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation environnementale. de terrain, éboulements,

Aléas hydrométéorologiques: Processus ou phénomènes de nature atmosphérique, hydrologique ou océanographique susceptibles de provoquer des pertes en vies humaines, des blessures ou autre impact sur la santé, des dégâts matériels, la perte des moyens de subsistance et des services, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation. Les aléas hydro-météorologiques incluent les cyclones tropicaux, les orages, les tempêtes de grêle, les tornades, les blizzards, les fortes chutes de neige, les avalanches, les

Alerte rapide : Ensemble des capacités nécessaires pour produire et diffuser en temps opportun et utile des bulletins d'alerte permettant à des individus, des communautés et des organisations menacées par un danger, de se préparer et d'agir de façon appropriée en temps utile pour réduire le risque de dommage ou de perte.

Catastrophe : Rupture grave du fonctionnement d'une communauté ou d'une société impliquant d'importants impacts et pertes humaines, matérielles, économiques ou environnementales que la communauté ou la société affectée ne peut surmonter avec ses seules ressources.

Développement de capacités : Processus par lequel les personnes, les organisations et la société stimulent et développent leurs capacités au fil du temps, pour atteindre des objectifs économiques et sociaux, y compris par l'amélioration des connaissances, des compétences, des systèmes et des institutions.

Enjeux: Personnes, biens, systèmes, ou autres éléments présents dans les zones de risque et qui sont ainsi soumis à des pertes potentielles.

Évaluation des risques : Méthodologie pour déterminer la nature et l'étendue des risques à travers une analyse des risques potentiels et l'évaluation des conditions existantes de la vulnérabilité qui, associées, pourraient affecter les populations, les établissements, les services, la subsistance.

Gestion des risques : Approche systémique et pratique managériale pour limiter les dommages et les pertes potentiels. La gestion des risques comprend l'évaluation des risques et leur analyse, ainsi que la mise en œuvre de stratégies et d'actions spécifiques pour les contrôler, les réduire et les transférer.

Gestion des risques de catastrophe : Processus de recours systématique aux directives, compétences opérationnelles, capacités et organisation administratives

pour mettre en œuvre les politiques, stratégies et capacités de réponse appropriées en vue d'atténuer l'impact des aléas naturels et risques de catastrophes environnementales et technologiques qui leur sont liées.

Plate-forme nationale pour la réduction des risques de catastrophe : Terme générique pour les organismes nationaux de coordination et d'orientation sur la réduction des risques de catastrophe, multisectoriels et interdisciplinaire, qu'ils soient publics ou privés.

Prévention : Ensemble d'activités permettant d'éviter complètement l'impact négatif des aléas, et de minimiser les catastrophes environnementales, technologiques et biologiques qui leur sont associées.

Prévision : Déclaration ou estimation statistique définie concernant la probabilité d'un événement à venir ou de conditions spécifiques pour une zone déterminée.

Prospective pour la gestion des risques : Activités de gestion qui tendent et cherchent à limiter le développement de nouvelles catastrophes ou l'augmentation des risques. Ce concept est axé sur le traitement des risques qui peuvent se développer dans l'avenir si les politiques de réduction des risques ne sont pas mises en place, plutôt que sur les risques qui sont déjà présents et qui peuvent être gérés et réduits dès maintenant.

Réduction des risques de catastrophe : Concept et pratique de la réduction des risques de catastrophe grâce à des efforts pour analyser et gérer leurs causes, notamment par une réduction de l'exposition aux risques qui permet de réduire la vulnérabilité des personnes et

Résilience : La capacité d'un système, une communauté ou une société exposée aux risques de résister, d'absorber, d'accueillir et de corriger les effets d'un danger, en temps opportun et de manière efficace, notamment par la préservation et la restauration de ses structures

Risque : La combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences négatives.

Risque de catastrophe : Potentiel de la catastrophe, en termes de vies humaines, des états de santé, des moyens de subsistance, des biens et services, qui pourraient se produire au sein d'une communauté ou une société, dans le futur.

Transfert de risque : Processus de transfert, formel ou informel, de conséquences financières des risques particuliers d'une entité à une autre, selon laquelle un ménage, une communauté, une entreprise ou une autorité de l'État obtiendrait des ressources de l'autre partie, après la survenance d'une catastrophe, en échange de compensations sociales ou financières fournies à cette autre partie. L'assurance est une forme bien connue de transfert de risque, où la couverture d'un risque est obtenue auprès d'un assureur en échange de

Vulnérabilité : Les caractéristiques et les circonstances d'une communauté ou d'un système qui le rendent susceptible de subir les effets d'un danger.

Annexe 2 : Progression de mise en œuvre du Cadre d'Action de Hyōgo (2009-2013)

Données extraites des rapports présentés par le Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques (DSPR) par le biais de l'outil *HFA Monitor* pour les cycles de *reporting* 2009-2011 et 2011-2013.

Priorité d'Action (PA)	Indicateurs	Niveau de Progrès Atteint (NPA) et moyens de vérification	
		2009-2011	2011-2013
PA 1 Veiller à ce que la réduction des risques de catastrophe soit une priorité nationale et locale et à ce qu'il existe, pour mener à bien les activités correspondantes, un cadre institutionnel solide.	Indicateur 1 : Une politique nationale et un cadre d'action légale de réduction du risque existent avec des responsabilités décentralisées et des capacités à différents niveaux	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>	NPA = 2 <i>Quelques progrès, mais sans engagement systématique au niveau politique et/ou Institutionnel</i>
		La réduction des risques de catastrophe est-elle incluse dans les stratégies et les plans de développement? Oui	
	<ul style="list-style-type: none"> • Plan national de développement • Stratégies sectorielles • Stratégies et politiques en matière de CC • Etudes de la stratégie de réduction de la Pauvreté • CCA - Bilan Commun du Pays / UNDAF - Plan Cadre des Nations Unies pour l'Aide au Développement 		
	Indicateur 2 : Des ressources adéquates sont allouées pour instaurer des politiques et des plans de réduction du risque à tous les niveaux administratifs	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>	existe- il une allocation budgétaire spécifique pour la réduction des risques de catastrophe(RRC) dans le budget national ? Oui
<ul style="list-style-type: none"> • 0% alloué dans le budget national • 0 montant alloué à l'assistance internationale pour le développement • 0 montant alloué pour les investissements en matière de sécurité contre les menaces de catastrophes (transport, agriculture, infrastructures) • 0 montant alloué pour les investissements en matière de RRC 		<ul style="list-style-type: none"> • 0% réduction /prévention des risques • 0% interventions et opérations de reconstructions • 0% montant alloué (en dollars US) pour les investissements en matière de sécurité contre les menaces de catastrophes (transport, agriculture, infrastructures) 	

		(institutions, systèmes d'alertes précoces)	
		<ul style="list-style-type: none"> • 0 montant alloué pour la reconstruction post-catastrophes 	
<p>PA 1</p> <p>Veiller à ce que la réduction des risques de catastrophe soit une priorité nationale et locale et à ce qu'il existe, pour mener à bien les activités correspondantes, un cadre institutionnel solide.</p>	<p>Indicateur 3</p> <p>La participation des communautés et la décentralisation sont assurées à travers la délégation d'autorité et de ressources au niveau local</p>	<p>NPA = 3</p> <p><i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>	
		<p>Les autorités locales disposent-elles de responsabilités et de crédits réguliers /systématiques en matière de RRC? Non</p>	
		<p>Législation Non</p> <p>Budget alloué au gouvernement local pour la RRC Non</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Législation (Les autorités locales disposent elles d'un mandat en matière de RRC en application d'une législation spécifique?) Oui • Crédits budgétaires régulièrement alloués aux autorités locales en vue de la RRC Oui • Estimation du pourcentage des budgets locaux alloué à la RRC 0
	<p>Indicateur 4 :</p> <p>Une plateforme multi -sectorielle pour la réduction du risque fonctionne</p>	<p>NPA = 3</p> <p><i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>	
		<p>La société civile, les institutions nationales de planification et/ou les organismes du secteur de développement sont-ils représentés dans la plateforme nationale?</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> • Membres de la société civile 0 • Organismes sectoriels 0 • Institutions scientifiques et universitaires 0 • Organisations de femmes participant aux plateformes nationales 0 	
<p>PA 2</p> <p>Mettre en évidence, évaluer et surveiller les risques de catastrophe et renforcer les systèmes d'alerte précoce</p>	<p>Indicateur 1 :</p> <p>L'évaluation des risques au niveau national et local basée sur les données concernant les aléas naturels et l'information sur la vulnérabilité est disponible et inclut les facteurs</p>	<p>NPA = 3</p> <p><i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>	
		<p>Existe-t-il une plateforme multirisque d'information sur les décisions et la planification du développement? Non</p>	<p>Des données nationales d'évaluation multirisque permettent-elles d'éclairer les décisions de planification et de développement ? Non</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation multirisques : Non • 0% d'écoles et d'hôpitaux évalués • 0 écoles vulnérables 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation multirisques Oui • % d'écoles et d'hôpitaux évalués 0 • Ecoles vulnérables aux catastrophes 0

	de risque sous-jacents dans les secteurs clés.	aux catastrophes <ul style="list-style-type: none"> • Vulnérabilité désagrégée des genres et capacités d'évaluation. Non • Standards nationaux pour l'évaluation des multi risques : Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Vulnérabilité désagrégée des genres et capacités d'évaluation. Oui • Standards nationaux pour l'évaluation des multi risques Oui • Évaluation des risques conservée dans une base de données centralisée Non • Format uniformisé pour l'évaluation des risques Non • Format d'évaluation des risques personnalisé par l'utilisateur Non • Les risques futurs sont-ils évalués? Non 	
PA 2 Mettre en évidence, évaluer et surveiller les risques de catastrophe et renforcer les systèmes d'alerte précoce	Indicateur 2 : Des systèmes sont en place pour évaluer, archiver et disséminer les informations nécessaires sur les aléas et les vulnérabilités	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>		
	Les pertes et aléas dus aux catastrophes sont-ils systématiquement enregistrés et analysés? Oui			
	<ul style="list-style-type: none"> • Perte de bases de données à cause de catastrophes Oui • Rapports produits et utilisés pour la planification : Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Des bases de données des pertes dues aux catastrophes existent et sont régulièrement mises à jour. Non • Des rapports sont produits et utilisés pour la planification par les ministères des finances, de la planification et des différents secteurs Non • Les aléas font l'objet d'un suivi cohérent au travers des localités et subdivisions territoriales Non 		
	Indicateur 3 : Des systèmes d'alerte précoce (SAP) sont en place pour la plupart des aléas naturels et transmis aux communautés.	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>		
	Les pays sujets aux risques sont-ils alertés à temps des risques à venir? Oui			
	<ul style="list-style-type: none"> • Les SAP agissent efficacement Oui • Préparation au niveau local Oui • Systèmes et protocoles de communication utilisés et mis en application Oui • Implication des médias dans la dissémination des SAP Oui 			
	Indicateur 4 : L'évaluation des risques au niveau national et local prend en compte les risques	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>		
	Votre pays participe-t-il à des actions régionales ou infrarégionales de RRC ? Oui			
<ul style="list-style-type: none"> • Programmes et projets 		<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place et maintien d'un 		

	transnationaux dans le but d'établir une coopération régionale sur la réduction du risque.	<p>traitant de sujets transfrontaliers Oui</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stratégies et cadres régionaux et sous-régionaux Oui • Suivis régionaux et/ou sous-régionaux et mécanismes de renseignements Oui • Plans d'action traitant de sujets transfrontaliers Oui 	<p>suivi des aléas au niveau régional Non</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des risques au niveau régional ou infrarégional Non • Alerte rapide régionale ou infrarégionale Non • Définition et mise en œuvre de protocoles pour le partage transfrontalier • d'informations Non • Définition de stratégies et de cadres d'action régionaux et infrarégionaux et affectation de ressources à ceux-ci Non
<p>PA 3</p> <p>Des campagnes d'information au niveau national existent pour créer une culture de prévention avec une diffusion dans les communautés urbaines et rurales</p>	<p>Indicateur 1</p> <p>Des informations relatives aux aléas sont disponibles et accessibles à tous les niveaux, pour tous les acteurs (à travers des réseaux et le développement de systèmes d'échanges d'information)</p>	<p>NPA = 4</p> <p><i>réalisations importantes, mais limitations avérées dans certains aspects fondamentaux, tels que les ressources financières et/ou les capacités opérationnelles</i></p>	<p>NPA = 3</p> <p><i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>
		<p>Y a-t-il un système national d'information sur les catastrophes? Oui</p>	<p>Les campagnes d'éducation du public sur la RRC destinées aux collectivités et autorités locales exposées incluent elles les risques de catastrophe? Oui</p>
		<ul style="list-style-type: none"> • Page web du système national d'information : Non • Mécanismes établis pour accéder à l'information sur la réduction du risque de catastrophes Non 	<ul style="list-style-type: none"> • Campagnes d'éducation du public sensibilisation aux risques Non • Formation du gouvernement local Oui • Gestion des catastrophes (préparation et intervention d'urgence) Oui • Gestion préventive des risques (risques et vulnérabilités) Non • Consignes de réduction des risques Non • Accessibilité de l'information sur la RRC au niveau des communautés Non
	<p>Indicateur 2</p> <p>Les programmes scolaires, le matériel d'éducation ainsi que les formations incluent la</p>	<p>NPA = 4</p> <p><i>réalisations importantes, mais limitations avérées dans certains aspects fondamentaux, tels que les ressources financières et/ou les capacités opérationnelles</i></p>	<p>NPA = 3</p> <p><i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>
		<ul style="list-style-type: none"> • Programmes des écoles primaires : Oui 	

	réduction du risque ainsi que les concepts et pratiques de reconstruction.	<ul style="list-style-type: none"> Programmes des écoles secondaires Oui Programme universitaire Oui Enseignement professionnel Oui 	
	Indicateur 3 Des méthodes de recherche et des instruments pour évaluer les risques multiples ainsi que des analyses de coût sont en place et renforcés	NPA = 4 <i>réalisations importantes, mais limitations avérées dans certains aspects fondamentaux, tels que les ressources financières et/ou les capacités opérationnelles</i>	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>
		La réduction du risque de catastrophes est-elle incluse dans le budget national pour la recherche appliquée? Oui	
		<ul style="list-style-type: none"> Recherche sur les produits, études, etc. Non Recherche sur les programmes et les projets : Oui Etudes sur les coûts et les bénéfices de la réduction de catastrophes : Non 	<ul style="list-style-type: none"> Recherche sur les programmes et les projets Non Mise en application /utilisation de résultats de recherche, produits ou études par des institutions publiques et privées Non Etudes sur les coûts et les bénéfices de la réduction de catastrophe Non
PA 3 Des campagnes d'information au niveau national existent pour créer une culture de prévention avec une diffusion dans les communautés urbaines et rurales	Indicateur 4 Des campagnes d'information au niveau national existent pour créer une culture de prévention avec une diffusion dans les communautés urbaines et rurales	NPA= 3 Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes	
		Les campagnes publiques d'éducation sur la RRC touchent-elles les communautés à risques? Oui	Les campagnes d'éducation du public sur la RRC destinées aux collectivités et autorités locales exposées incluent-elles les risques de catastrophe? Oui
		<ul style="list-style-type: none"> Campagnes d'éducatons publiques Oui Formation du gouvernement local Oui Accessibilité de l'information sur la RRC au niveau des communautés Oui 	<ul style="list-style-type: none"> Campagnes d'éducation du public pour mieux sensibiliser aux risques Non Formation du gouvernement local Oui Gestion des catastrophes (préparation et intervention d'urgence) Oui Gestion préventive des risques (risques et vulnérabilités) Non Consignes de réduction des risques Non Accessibilité de l'information sur la RRC au niveau des communautés Non
PA 4	Indicateur 1	NPA = 4	NPA = 3

<p>Réduire les facteurs de risque sous-jacent</p> <p>PA 4 Réduire les facteurs de risque sous-jacent</p>	<p>La RRC est un objectif intégral pour les politiques et plans d'environnement incluant la planification et la gestion des ressources naturelles et l'adaptation aux CC</p>	<p><i>réalisations importantes, mais limitations avérées dans certains aspects fondamentaux, tels que les ressources financières et/ou les capacités opérationnelles</i></p>	<p><i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>	
		<p>Existe-t-il un mécanisme pour protéger et restaurer les services régulateurs pour les écosystèmes. Oui</p>		
		<ul style="list-style-type: none"> • Législation pour la protection des espaces Oui • Paiements pour les services des écosystèmes Non • Planification intégrale (par exemple la gestion des zones côtières) Non • Evaluation des impacts environnementaux Oui • Projets et Programmes sur le CC Oui 		
	<p>Indicateur 2 Des politiques et des plans sociaux de développement sont en place pour réduire la vulnérabilité des populations à risque.</p>	<p>NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>		
		<p>Existe-t-il des réseaux de protections sociales augmentant la résilience des constructions, des communautés, des quartiers? Oui</p>		
		<ul style="list-style-type: none"> • Assurances pour les cultures et les propriétés Non • Plans de garanties d'emplois Non • Transfert d'argent sous conditions Non • Politiques conjointes de RRC et programmes de bien-être sociaux Oui 	<ul style="list-style-type: none"> • Assurances pour les cultures et les propriétés Oui • Plans de garantie de l'emploi intérimaire Non • Transferts d'argent sous réserve ou non Non • Micro-financement (épargne, emprunts, etc.) Oui • Micro assurances Non 	
	<p>Indicateur 3 Des politiques et des plans sectoriels, d'économie et de production sont en place pour réduire la vulnérabilité des populations à risque</p>	<p>NPA = 4 <i>réalisations importantes, mais limitations avérées dans certains aspects fondamentaux, tels que les ressources financières et/ou les capacités opérationnelles</i></p>	<p>NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>	
		<p>Les risques et bénéfices de la réduction du risque de catastrophe sont-ils inclus dans la planification d'investissements publics? Oui</p>		
		<p>Systèmes publics nationaux et sectoriels d'investissements incluant la RRC Non</p>	<p>Systèmes publics nationaux et sectoriels d'investissements incluant la RRC Oui</p>	
		<p>Investissements dans la modification des infrastructures, incluant les écoles et les hôpitaux. Oui</p>		
<p>Indicateur 4</p>	<p>NPA = 4</p>	<p>NPA = 3</p>		

PA 4 Réduire les facteurs de risque sous-jacent	La planification et la gestion des établissements humains intègrent des éléments de réduction du risque, y compris l'intégration des normes de construction	<i>réalisations importantes, mais limitations avérées dans certains aspects fondamentaux, tels que les ressources financières et/ou les capacités opérationnelles</i>	<i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>
		Y a-t-il des investissements pour la réduction des risques pour les zones urbaines vulnérables? Oui	
		<ul style="list-style-type: none"> Investissements dans les infrastructures de drainage dans les zones inondables Non Stabilisation des pentes dans les zones sujettes aux glissements de terrains Non Formation des maçons aux technologies de construction sûres Non Fourniture de terrain sans risques pour les ménages ou les communautés à faible revenu Oui 	<ul style="list-style-type: none"> Investissements dans les infrastructures de drainage dans les zones inondables Non Stabilisation des pentes dans les zones sujettes aux glissements de terrains Oui Formation des maçons aux technologies de construction sûres Non Octroi de terres sans risque aux ménages et aux collectivités à faible revenu Non Intégration du risque dans la réglementation relative au zonage des terres et à l'aménagement immobilier privé Oui Réglementation de la délivrance des titres de propriété Oui
	Indicateur 5 la réduction des risques de catastrophe est intégrée dans les processus de reconstruction et de réhabilitation	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>	Les programmes après catastrophe intègrent-ils explicitement un budget pour la RRC et un relèvement résilient? Oui
		<ul style="list-style-type: none"> 0 % des fonds pour la reconstruction alloués à la RRC Mesures prises dans le domaine du genre humain dans la phase de rétablissement après une catastrophe Oui 	<ul style="list-style-type: none"> % des fonds pour la reconstruction alloués à la réduction du risque de catastrophe 0 Renforcement des capacités de RRC des autorités locales pour les opérations d'intervention et de relèvement Oui Évaluation des risques lors de la planification des opérations de relèvement et de reconstruction avant et après catastrophe Oui Mesures prises dans le domaine du genre humain dans la phase de rétablissement après une catastrophe Non
	Indicateur 6 :	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations</i>	

	Des procédures sont en place pour évaluer l'impact de la réduction de risque dans les principaux projets de développement notamment les infrastructures	<i>encore limitées et incomplètes</i>	
		<ul style="list-style-type: none"> Les impacts des projets les plus importants sur la RRC sont-ils évalués? Oui 	<ul style="list-style-type: none"> Les coûts/avantages de la RRC sont-ils pris en compte dans la conception et la mise en œuvre des grands projets de développement? ?
		<ul style="list-style-type: none"> Evaluation de l'impact des projets (barrages, routes, industrie minière, tourisme, etc.) ayant un lien avec la réduction du risque de catastrophe Oui Impact des risques de catastrophe prenant en compte l'environnement Oui 	<ul style="list-style-type: none"> Impact des risques de catastrophe prenant en compte l'environnement Non Par les autorités et institutions nationales et infranationales Non Par les acteurs internationaux du développement Non
PA 5 Renforcer la préparation des populations aux catastrophes afin de pouvoir intervenir plus efficacement à tous les niveaux lorsqu'elles se produisent	Indicateur 1 De solides politiques, des mécanismes et des capacités institutionnelles pour la gestion du risque ont été mis en place dans une perspective de réduction du risque.	NPA = 2 <i>Quelques progrès, mais sans engagement systématique au niveau politique et/ou institutionnel</i>	NPA = 1 <i>Progrès mineurs, avec peu de signes d'avancées en matière de plans ou politiques</i>
		Existe-t-il des programmes nationaux pour rendre les écoles et les établissements hospitaliers sûrs face aux catastrophes? Oui	Existe-t-il, à l'échelle nationale, des programmes ou politiques de préparation aux catastrophes, de planification d'urgence et d'intervention? Oui
		<ul style="list-style-type: none"> Politiques et programmes pour la sécurité des écoles et des hôpitaux Oui Exercices de simulation et formation aux urgences dans les écoles et les hôpitaux Non: 	<ul style="list-style-type: none"> La RRC est intégrée à ces programmes et politiques Non Des mécanismes mis en place pour la mobilisation rapide des ressources en cas de catastrophe et font appel à la société civile et au secteur privé pour soutenir le secteur public Non Des politiques ou programmes nationaux sont-ils en place pour rendre les écoles et les établissements de santé sûrs en cas de catastrophe? Non Politiques et programmes pour la sécurité des écoles et des hôpitaux Non Exercices de simulation et formation aux urgences dans les écoles et les hôpitaux Non
	Indicateur 2 Des plans d'urgence et de préparation aux	NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i>	NPA = 1 <i>Progrès mineurs, avec peu de signes d'avancées en matière de plans ou politiques</i>

<p>PA 5 Renforcer la préparation des populations aux catastrophes afin de pouvoir intervenir plus efficacement à tous les niveaux lorsqu'elles se produisent</p>	<p>catastrophes sont en place à tous les niveaux administratifs et des exercices de simulation ont lieu pour tester et développer les programmes de réponse aux catastrophes.</p>	<p>Les plans de contingences, les procédures et les ressources sont-elle en place pour faire face à une catastrophe? Oui</p>		
		<ul style="list-style-type: none"> Les plans d'intervention tiennent compte des spécificités des deux sexes Non Plans d'urgence/de gestion des risques pour une prestation continue de services de base Oui Centres opérationnels et de communication Oui Groupes de recherches et de secours Non Stocks de matériels de secours Oui Abris Oui Installations médicales sûres Oui 		
	<p>Indicateur 3 Des réserves financières et des plans d'urgence sont en place pour assurer une réponse effective et la reconstruction quand cela est nécessaire</p>	<p>NPA = 2 <i>Quelques progrès, mais sans engagement systématique au niveau politique et/ou institutionnel</i></p>	<p>NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>	
		<p>Existe-t-il des dispositions financières pour faire face à des catastrophes majeures? Oui</p>		
		<ul style="list-style-type: none"> Fonds nationaux de contingences Oui Assurances contre les catastrophes Oui Epargne en cas de catastrophe Non 	<ul style="list-style-type: none"> Fonds nationaux de prévoyance et pour les catastrophes Oui La réduction des risques futurs est prise en compte dans l'utilisation de fonds catastrophes Non Dispositifs d'assurance et de réassurance Non Obligations-catastrophes et autres mécanismes du marché des capitaux Non 	
	<p>Indicateur 4 Des procédures pour l'échange d'informations durant les aléas sont en place pour effectuer des analyses post-catastrophes</p>	<p>NPA = 3 <i>Engagement institutionnel acquis, mais avec des réalisations encore limitées et incomplètes</i></p>		
		<p>Existe-t-il une méthode ou des procédures pour évaluer les dommages, les pertes et les besoins en cas de catastrophe? Oui</p>	<p>Existe-t-il une méthode ou des procédures pour évaluer les dommages, les pertes et les besoins en cas de catastrophe? Non</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> Méthodologies accessibles pour l'évaluation des dégâts et des pertes Non Méthodes d'évaluation des besoins après catastrophe Non Prise en compte du genre dans les méthodes d'évaluation des besoins après catastrophe Non Ressources humaines identifiées et formées Non 		

Bibliographie

- ADAMO S., TRZASKA S., YETMAN G., DEL CORRAL J., THOMSON M., and PEREZ C. Integration of Demographic, Climate, and Epidemiological Factors in the Modeling of Meningococcal Meningitis Epidemic Occurrence in Niger. Poster presented at the 2011 Annual Meeting of the Population Association of America in Washington, D.C. Retrieved:www.ciesin.org/documents/adamomodel-meningoccal_paa_mar2011.pdf
- AGENCE URBAINE ET DE SAUVEGARDE DE FES. *Plan vert de la ville de Fès*. Rapport de diagnostic version définitive. 2008, 153p.
- AMATULLI, G., CAMIA, A. & SAN-MIGUEL-AYANZ, J. Estimating future burned area under changing climate in the EU-Mediterranean countries. *Science of the Total Environment*, 450-451, 2013, 209-222.
- BABQIQI Abdelaziz et MESSOULI Mohammed. Simulation of climate and its implication on agriculture in Morocco using Statistical Downscaling. *International Journal of Latest Research in Science and Technology* ISSN (Online):2278-5299 Volume 2, Issue 5: Page No.83-96, September-October 2013.
- BABQIQI Abdelaziz, MESSOULI Mohammed, KASMI Atika. *High resolution climate change scenarios for Morocco for the 21st century*. In "Geoinformatics for Climate Change Studies (Editors P K Joshi and T P Singh). The Energy and Resources Institute (TERI), TERI Press, New Delhi, ISBN 978-7993-409-8, 2011, 321-336pp.
- BALAGHI Riad, JLIBENE Mohamed, TYCHON Bernard et EERENS Herman. La prédiction agro météorologique des rendements céréaliers au Maroc. Division de l'Information et de la Communication INRA-Edition, 2012, 150p.
- BANQUE MONDIALE *Morocco. Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis and National Strategy Development*. Drought Hazard Report, 2012.a, 75p.
- BANQUE MONDIALE, *Morocco Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis and National Strategy Development*. Flood Hazard Report, 2012.b, 171p.
- BANQUE MONDIALE, What If Scenario Analysis Report, Morocco Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis and National Strategy. Development. The Ministry of General Affairs and Governance, 2012c préparé par RMSI Ltd.
- BANQUE MONDIALE. Morocco Natural Hazard Probabilistic Risk Assessment. Washington, DC. Février 2012
- BANQUE MONDIALE. Adaptation au changement climatique et aux désastres naturels des villes côtières d'Afrique du Nord- Phase 1 : Évaluation des risques en situation actuelle et à l'horizon 2030 pour la ville de Casablanca et la vallée du Bouregreg – Rapport commun Version finale, 2011, 211p.
- BANQUE MONDIALE. Natural Hazards, Un Natural Disasters : The Economics of Effective Prevention Washington, DC : Banque Mondiale, 2010.
- BELL Michelle, GOLDBERG L. Richard, HOGREFE Christian, KINNEY Patrick L., KNOWLTON Kim, LYNN Barry, ROSENTHAL joyce, ROSENZWEIG Cynthia, PATZ Jonathan A. *Climate change, ambient ozone, and health in 50 US cities Climatic Change*, vol. 82, no. 2007, 1p.
- BEN SARI Driss. *Prévision et prévention des catastrophes naturelles et environnementales : Le Cas du Maroc*. UNESCO 2004, 235p.
- BEUCHERT Florent. *Manuel de Météorologie tropicale – Météo France*, 2010 <http://entreprise.meteofrance.com/content/2010/8/23986-48.pdf>
- BOUCHER, O., RANDALL D., ARTAXO P, BRETHERTON C., FEINGOLD G., FORSTER P., KERMINE V.-M., KONDO Y., LIAO H., LOHMANN U., RASCH P., SATHEESH S.K., SHERWOOD S., STEVENS B., and ZHANG X.Y., 2013: Clouds and Aerosols. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. and Midgley P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- BULLETIN ACCMA (2008): enabling stakeholders in Moroccan coastal management to develop sustainable climate change adaptation policies and plans: Maroc. Bulletin ACCMA, n°1, février 2008, 20 p. In Programme d'Aménagement Côtier du Rif central (PAC-Maroc) Activité thématique GIZC Rapport final de l'action 1: „Diagnostic“. Rapport coordonné par le Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement / Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques (SEEE/DSPR) et le Centre d'Activités Régionales pour le Programme

d'Actions Prioritaires (CAR/PAP) du Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM) du PNUE.

CEA-AN, 2011 Secteur de l'énergie renouvelable en Afrique du nord Situation actuelle et perspectives. 91p,
http://www.uneca.org/sites/default/files/uploads/tunispublication_1.pdf

CHATRY Christian. Eléments de prospective pour l'élaboration d'une politique publique de prévention contre les incendies de forêts dans le cadre de l'adaptation au changement climatique. Académie d'Agriculture de France – 2011. Séance du 8 juin

CHERKAOUI T.E. et HATZFELD D. Evaluation de l'aléa sismique au Maroc. 7^{ème} Congrès International de l'AIGI, Lisbonne, Portugal, 1994,14p.

COSTA Stéphane. Dynamique littorale et risques naturels : L'impact des aménagements, des variations du niveau marin et des modifications climatiques entre la Baie de Seine et la Baie de Somme. Thèse de doctorat, Université de Paris I, 1997, 376p.

CROITORU, L. 2011. Analyse du potentiel des paiements pour les services environnementaux dans le Parc National de Tazzeka, GIZ.

CRTS. Cartographie des inondations au Maroc, 2010.

DARA and the Climate Vulnerable Forum, Climate vulnerability monitor 2nd edition. A guide to the cold calculus of a hot planet, 2012, 360p.

DDC. Direction du développement et de la coopération. Soutien du Centre de Veille et de Coordination : Désenclavement des villages ruraux, 2011, www.sdc-drr.net/system/files/.../L.%20FS%20RRD%20CVC_2011.pdf

DE BONO Andrea. The Global Exposure Database for GAR 2013- Background Paper prepared for the 2013 Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Geneva, Switzerland. 2013, www.preventionweb.net/gar

DRIOUECH Fatima, DÉQUÉ Michel, MOKSSIT Abdalah. Numerical simulation of the probability distribution function of precipitation over Morocco. Climate Dynamics. Springer-Verlag. DOI 10.1007/s00382-008-0430-6. 2009

DSPR, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques. Rapport national sur la prévention des désastres, synthèse conférence de Kobe- Hyogo, 2005, 63 p.

DSPR, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques. Etude pour la réalisation d'une cartographie et d'un système d'information géographique sur les risques majeurs au Maroc. Mission 1, identification des risques : le risque d'inondation. Version 1.0 septembre 2008, 57p.

<http://www.preventionweb.net/english/countries/africa/mar/>

DSPR. Rapport sur l'identification et la définition des risques naturels et technologiques au Maroc : le risque acridien. 2008b, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques.

DSPR, Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques. Rapport national de suivi sur la mise en œuvre du Cadre d'action de Hyogo (2011-2013) - intérim - Rapport intermédiaire.2013. 40 p.

EL FELLAH Bouchta., AZZOUC Omar et ASEBRIY Lahcen. Sikha Asfalou: exemple de glissement littoral sur la côte méditerranéenne de Bokoya entre Torés et Badés, Rif, Maroc. OROSTOM, Réseau Erosion Bull N° 16, 1995, 9p.

El GHARBAOUI Ahmed. *La terre et l'Homme dans la péninsule Tangitaine*. Travaux de l'Institut Scientifique. Faculté des Sciences Humaines, Rabat : Thèse d'Etat, 1981, 378 p.

El MOUTCHOU B., NACHITE D. & EL FADEL L. (2003): Dynamique côtière et évolution di trait de côte du littoral méditerranéen de Oued Laou (Province de Tétouan, Maroc NO). IIème J. Géosc. Env. 13-14 juin Kénitra, 331-339.

EL MRABET T., 1991; *La sismicité historique du Maroc*. Thèse de Troisième cycle, Fac. des Lettres Rabat, 34% (en arabe).

EZZINE Hicham, BELASRI Ahmed, BOUJALOUA Mohamed. Développement d'une approche méthodologique pour la cartographie et la modélisation de l'aléa feux des forêts. Cas de la province de Chechaouene. GEO OBSERVATEUR, N° 15. 2006b

EZZINE Hicham, BOUZIANE A., OUZAR D. Seasonal comparisons of meteorological and agricultural drought indices in Morocco using open short time-series data. International Journal of Applied Earth Observation and Geo

information, 2013, 10p.

EZZINE Hicham, MERROUNI Fatima Zohra et MANSOUR Majid. Modélisation probabiliste de la susceptibilité aux mouvements de terrain par la théorie de l'évidence. Application au contexte complexe du Rif marocain. *Géo Observateur*, N° 17, 2008.

EZZINE Hicham, Saidi M., Casanova J.L, Montes A., Gherib A. Conception et mise en place d'un système pour la prévention et le suivi des incendies de forêts au Maroc, à partir de données NOAA-AVHRR. *Géo Observateur*, N° 14. 2006a.

EZZINE Hicham. Rapport final de l'Élargissement de la base de données nationale sur les pertes liées aux catastrophes naturelles au Maroc (Inventaire des catastrophes) pour le Maroc. Consultation réalisée pour le compte de l'UN ISDR et le Ministère de l'Environnement. 2014

EZZINE Hicham, 2014, Development of a regional analysis of disaster risk impact in the Arab States. Ongoing consultancy for UNISDR.

EZZINE, Hicham, BAGHDAD Bouamar et ELHBOUSSI Hassan. Evaluation de l'occurrence spatiale des incendies de forêts par un modèle probabiliste, cas de la zone de Talassemtane et de Tazaoute. *Géo Observateur* n° 18, 2010.

FAO. Actes de l'atelier de lancement du «Projet pilote d'appui aux petits producteurs pour une meilleure adaptation aux changements climatiques dans la région de Tadla-Azilal» Les 13 et 14 septembre 2011 à Béni Mellal, en collaboration avec l'ADA et la DRA de Béni Mellal.

FAO. Changements climatiques et Criquet pèlerin 2009
<http://www.fao.org/ag/locusts/fr/activ/1307/climate/index.html>

FAO. Etat des forêts méditerranéennes E-ISBN 978-92-5-207538-7 (PDF) 2013. 213p

FAO. Evaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport national, Maroc. 2010.
<http://www.fao.org/docrep/013/al515E/al574E.pdf>

FOUGHALI Abdelohad, CHAKIRI Said et BEJAJI Zahra. Les glissements de terrain et les éboulements dans le Rif occidental (province de Chefchaouen, Maroc. Science Lib Editions Mersenne : Volume 3 , N ° 111108, 9 p.

GOMMES, R., EL HAIRECH, T., ROSILLON, D., BALAGHI, R., KANAMARU, H., BABQIQI, A., DRIOUECH, F., EL OUALI, A., GROGUOLO, S., JLIBENE, M., KHANOUFI, A., WILBY, R., 2009. Study on the impact of climate change on the agricultural sector, WB/Morocco/FAO Climate Change Study, 2009, 105p.

HAMMOUDI Abdelaziz, LE CROM Maden et BOUYER Olivier. Analyse coûts/bénéfices du REDD+ pour le Maroc. Présentation, III SFM, Tlemcen 17-21 mars 2013

Haut Commissariat au Plan (HCP). 2012. HCP en collaboration avec le Conseil Général du Développement Agricole. Prospective Maroc 2030. Agriculture 2030. Quels Avenirs pour le Maroc?

HCEFLCD. Actualisation et opérationnalisation du Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PANLCD) - Adaptation du Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification aux Spécificités Zonales - Premier Rapport général. 2011

HCEFLCD. Situation des incendies de forêts au Maroc. 2005

HEIMBURGER Alexie. Chimie et dépôt de l'aérosol minéral en zone océanique australe. Thèse de doctorat. Université Paris Diderot – Paris 7, 2013 , 271p

HEQUETTE A. and VASSEUR B. Storm surges and erosion coastal dunes between 1957 and 1988 near Dunkerque (France), Southwestern North sea. Conf. Coastal and Estuarine Environments, Geological Society, London, 1998.

HILL David J., ELWOOD J. Mark, ENGLISH Dallas R. Prevention of Skin Cancer. Kluwer Academic Publishers: the Netherlands, 2004

HOUGHTON, J. T., Ding, Y., GRIGGS, D.J., Noguier, M., VAN DER LINDEN, P. J.,XIAOSU, D., (2001) (eds.), Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of IPCC, Cambridge University Press, UK, pp 944.

IPCC. Climate Change 2014a: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (WGII AR5) <http://ipcc-wg2.gov/AR5>

IPCC. Climate Change 2014b: Mitigation of Climate Change Working Group III contribution to the IPCC Fifth

Assessment Report (WGIII AR5) <http://mitigation2014.org/>

IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. and Midgley P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013, 1535 pp.

IPCC. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. 2012

IPCC. Climate change: Impacts, adaptation, and vulnerability, J. J. McCarthy, et al., eds. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2001.

JLIBENE, Mohamed. Options génétiques d'adaptation du blé tendre au changement climatique : variétés à résistance multiple (sécheresse, cécidomyie, septoriose, rouilles). Editions INRA, Maroc, 2011, 51 p.

KELLY P.M. and ADGER W.N. Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and facilitating adaptation. *Climatic Change* 47 (4), 2000, 8p.

KHATTABI Abdellatif. La gestion intégrée des zones côtières dans un contexte du changement climatique - cas d'étude du littoral méditerranéen oriental du Maroc, In environnement et changement climatique au Maroc – Diagnostic et perspectives –Publié par Konrad-Adenauer-Stiftung, 2012.

LA RED / Corporación OSSO. DesInventar Disaster Inventory System, Methodological Guide Version 8.1.9, 2009, 22 p., [En ligne] URL :

<http://www.desinventar.org/en/methodology>. Consulté juin 2013.

LAURANS, Y., LEMENAGER, T. et AOUBID, S. Les paiements pour les services environnementaux : De la théorie à la mise en œuvre, quelles perspectives dans les pays en développement ? A savoir Agence n° 07, Agence Française de Développement, Paris. 215 pp. ISSN : 2105-553X. 2011.

MAGG, WB & RMSI. Morocco Natural Hazards Probabilistic Risk Analysis and National Strategy Development. Software User Manual (Draft), 2012, 74p.

MAMP, Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime. Changement climatique et agriculture: impact et implications politiques, Juin 2011.

MAPM, Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime. Etude sur la gestion des risques et la mise en place d'un système d'assurance agricole au Maroc. Identification et hiérarchisation des risques agricoles, novembre 2010.

MAPM. Changement climatique et agriculture: impact et implications politiques. Juin 2011.

MATEE, Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'Eau et de l'Environnement. Rapport National sur la prévention des désastres, 2005, 60 p.

MAURER G, - Les montagnes du Rif central. Etude géomorphologique, trav. Inst. Sci. Paris, 297 II, 1968, 4 p.

MEA. Ecosystem and wellbeing : A framework for assessment. Washington DC: Island Press Blurb. 2005.

MESSOULI Mohammed. Services écosystémiques, Biodiversité et Changement Climatiques dans les Régions Souss-Massa-Draa et Tadla. Mise en œuvre du protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et partage des avantages (APA). 2014. Adaptation au Changement Climatique, mise en œuvre du protocole de Nagoya au Maroc: GOPA-GIZ,

MESSOULI Mohammed et al., Vulnerability assessment and risk level of ecosystem services for climate change impacts and adaptation in the High-Atlas mountain of Morocco. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 12, EGU2010-292-2, 2010 EGU General Assembly 2010a.

MESSOULI Mohammed et al., Vulnerability assessment and risk level of ecosystem services for climate change impacts and adaptation in Moroccan oases. Final report, START Grants for Global Environmental Change Research in Africa with collaboration of NASA (USA), 2010b.

MHIRIT Omar. La Biodiversité nationale dans le contexte du changement climatique : réalités et perspectives à travers le cas de la biodiversité forestière. Atelier d'introduction à la révision de la stratégie et du plan d'action

nationaux en matière de biodiversité Rabat, 24 octobre 2013

MILLIES-LACROIX A. Les glissements de terrains. Présentation d'une carte prévisionnelle des mouvements de masse dans le Rif (Maroc septentrional). *Géologie et Mines*, n° 27, 1968, 10 p.

Ministère de l'Équipement du Transport et de la Logistique. Impact de la houle exceptionnelle du 6-7 janvier 2014 sur les infrastructures portuaires, 2014, 33 p.

NIAZI Saida. Evaluation des impacts des changements climatiques et de l'évaluation du niveau de la mer sur le littoral de Tétouan (Méditerranée occidentale du Maroc): vulnérabilité et adaptation. Thèse de Doctorat, Univ. Mohammed V-Agdal, Fac. Sciences. Rabat, 2007, 230 p.

ONU. Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 : Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes. 2005, In ONU. ONU, [En ligne]. <http://www.unisdr.org/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-framework-for-action-french.pdf> (Page consultée le 18 octobre 2013).

ONU/SIPC. Strengthening climate change adaptation through effective disaster risk reduction, Briefing Note 03, 2011.

OSS, Establishment of a early warning system for drought in 3 countries of the Southern Mediterranean: Algeria, Morocco and Tunisia, projet SMAS, 2009.

PAUSAS, J.G. & PAULA, S. Fuel shapes the 20-climate relationship: evidence from Mediterranean ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*. 21: 1074–1082. 2012.

PLAN BLEU. Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée. 2009. Athens, Plan Bleu.

PNUD. La réduction des risques de catastrophe, un défi pour le développement. Bureau pour la prévention des crises et du relèvement. 2004, www.undp.org/bcpr

RADIC Amandine. Les isotopes du fer dans l'eau de mer : un nouveau traceur de la biogéochimie océanique. Thèse Toulouse III, 2011, 239p.

ROCHDANE S. Vulnérabilité au changement climatique au Maroc : Sécurité alimentaire nationale et profils de vulnérabilité environnementale et hydrique du bassin versant Rheraya. Université Marrakech, thèse soutenue le 26-10-2013. 201 pages.

ROCHDANE S., Bounoua L., Zhang P., Imhoff M. L., Messouli M. and Yacoubi-Khebiza M. Combining Satellite Data and Models to Assess Vulnerability to Climate Change and its Impact on Food Security in Morocco. *Sustainability* 2014, 6(4), 1729-1746; doi: 10.3390/su6041729. <http://www.mdpi.com/2071-1050/6/4/1729>

SCHEUVENS, D., KANDLER K., KUPPER M., LIEKE K., ZORN S.R., EBERT M., SCHUTZ L. and WEINBRUCH S. Individual-particle analysis of airborne dust samples collected over Morocco in 2006 during SAMUM. *Tellus* 63B, 2011, 18 p.

SEEE/DSPR, Secrétariat d'Etat chargé de l'Eau et de l'Environnement / Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risques. Analyse de durabilité de la zone côtière du Rif central. Programme d'Actions Prioritaires (CAR/PAP) du Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM) du PNUE Rapport final, 2010, 68 p.

SHEFFIELD Justin and WOOD Eric F. Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi – model, multiscenario, IPCC AR4 simulations, *Climate Dynamics*, vol. 31, no.1, 2008, 26 p.

SIPC Réduction des risques de catastrophe : bilan mondial. Nations Unies, Genève, Suisse. Stratégie internationale des Nations Unies pour la prévention des catastrophes 2011.

SIPC. Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015 : Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes. In SIPEC. Nations unies, 2007, [En ligne]. <http://www.unisdr.org/eng/hfa/docs/HFA-brochure-French.pdf>.

SIPC. Réduction des risques de catastrophe : bilan mondial. Nations Unies, Genève, Suisse. Stratégie internationale des Nations Unies pour la prévention des catastrophes 2009.

SUKHDEV P. L'économie des écosystèmes et de la biodiversité. Rapport d'étape EEB/TEEB. Communauté européenne. European Service Network (ESN), Brussels, Belgium. 64 p. 2008 <http://www.cbd.int/iyb/doc/prints/teeb-fr.pdf>

TABYAQUI Mohamed. Risk Management of Natural Disasters in Morocco: a project of Global and Integrated

Strategy. 4th International Disaster and Risk Conference IDRC "Integrative Risk Management in a Changing World - Pathways to a Resilient Society" Davos 26-30 August 2012. <http://fr.slideshare.net/GRFDavos/risk-management-of-natural-disasters-in-morocco-a-project-of-global-and-integrated-strategy>

TARDIEU L., SALLES J.M., CHASSANY J.P., (2012). Faut-il avoir peur de l'approche économique de la biodiversité et des services rendus par les écosystèmes ?. Forêt méditerranéenne. T. XXXIII, n°2, 2012, pp. 119-128.

UNISDR. Synthesis Report Consultations on a Post-2015 Framework on Disaster Risk Reduction (HFA2). 2013, 28p.

WARRICK Richard A. Climate change and sea level change: observations, projections and implications. Cambridge Univ. Press, 1993, 424 p.

Notes de références

¹ Statistique extraite la base de données DesInventar. La base de données n'est pas exhaustive.

²

<http://www.conjoncture.ma/ArchivePublication/tabid/152/ctl/Details/mid/396/ItemID/443/Default.aspx>

³ <ftp://ftp.fao.org/DOCREP/FAO/005/Y2747f/Y2747f02.pdf>

⁴ Données fournies par la Direction Régionale des Eaux et Forêt de Marrakech, 2014

⁵ <http://www.fao.org/docrep/t9500f/t9500f02.htm>

⁶ Un héliostat est un dispositif permettant de suivre la course du Soleil, généralement pour orienter toute la journée les rayons solaires vers un point ou une petite surface fixe, à l'aide de miroirs. (wikipedia)

⁷ <http://www.agriculture.gov.ma/> (consulté août 2013)

⁸ Plan d'action pour la gestion du risque en milieu urbain du grand Tétouan

⁹ La parité de pouvoir d'achat (PPA) est une méthode utilisée en économie pour établir une comparaison entre pays du pouvoir d'achat des devises nationales, ce qu'une simple utilisation des taux de change ne permet pas de faire (Wikipédia).

¹⁰ Communication personnelle. Assali, HCEFLCD, Atelier IRES, 23 septembre 2013

¹¹ RCB permet de peser le total des coûts attendus face au total des bénéfices escomptés d'une ou de plusieurs actions (ex RCB=54 signifie que les bénéfices, pertes évitées, seraient 54 supérieurs aux coûts)