UNION DES COMORES

Unité- Solidarité- Développement

CENTRE DES OPERATIONS DE SECOURS ET DE LA PROTECTION CIVILE

Projet COSEP/ PNUD N° 00069668

« Développement des Capacités de Gestion des Risques de Catastrophes naturelles et Climatiques, en Union des Comores

ETUDE DE VULNERABILITE AUX ALEAS CLIMATIQUES ET GEOLOGIQUE EN UNION DES COMORES

Janvier 2011

Ahmed ABDOULKARIM

Hamidi SOULE

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit du PNUD, plus particulièrement au Représentant Résident, pour son engagement dans la gestion des risques de catastrophe, et pour avoir bien voulu nous confier cette étude et l'avoir financé dans le cadre du projet « Renforcement des capacités de gestion des risques liés aux catastrophes naturelles ».

Nous remercions également toute l'équipe du Projet « Développement des capacités de gestion des risques des catastrophes naturelles et Climatiques en Union des Comores », pour leur disponibilité, leur collaboration et soutien à la réalisation de cette étude.

Nous remercions également les facilitateurs à Mohéli et Anjouan, qui nous ont accompagné et aidé pendant tout notre travail de terrain.

Nos remerciements s'adressent enfin à tout ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail que ce soit en nous fournissant des données ou en nous accordant leur temps pour des entretiens afin de nous fournir les informations nécessaires. Il s'agit de :

- Les représentants des CROSEP Anjouan, Mohéli et Grande comore
- Les agents du service météorologie
- L'équipe du projet DCGRNC et son conseiller Damien Riquet
- Monsieur Ibrahim Kassim pour la réalisation des cartes
- Les associations de Itsamia, Ouallah, Miringoni, Hoani, Chindini, le chef du village de
- Koni djo djo, le préfet de Moya,
- Les habitants des villages visités
- Le Parc Marin de Nioumachoua

Table des matières

I. INTRODUCTION ET GENERALITES ---------- 1
1. Introduction ---------- 1
2. Contexte et objectifs de l'étude ---------- 2
3. Définitions et terminologie ---------- 3
4. Approche méthodologique ---------- 6
II. CONTEXTE NATIONAL ---------- 8
1. Contexte géologique ---------- 8
2. Contexte climatique ---------- 8
3. Contexte environnemental ---------- 9
4. Situation économique ---------- 12
5. Les infrastructures ---------- 13
6. Situation sociale ---------- 14
III. ANLYSE ET DESCRIPTION DES ALEAS ET CARTOGRAPHIE ---------- 18
A. Les aléas hydrométéorologiques ---------- 18
1. Cyclones et perturbations tropicale ---------- 19
1.1. Description ---------- 19
1.2. Cartographie ---------- 19
1.3. Impacts ---------- 21
2. Pluies diluviennes et inondation ---------- 23
2.1. Description ---------- 23
2.2. Cartographie ---------- 25
2.3. Impacts ---------- 27
3. Remontées des eaux océaniques ---------- 29
3.1. Description de l'aléa ---------- 29
3.2. Cartographie des remontées d'eau océaniques aux Comores ---------- 30
3.3. Impacts des remontées des eaux océaniques ---------- 33
B. Aléas géologiques ---------- 33
1. Aléas volcaniques ---------- 33
1.1. Description et cartographie ---------- 33
1.2. Les impacts liés aux aléas volcaniques ---------- 37
2. Séismes ---------- 39
2.1. Description et cartographie ---------- 39
2.2. Impacts liés aux séismes ---------- 42
3. Tsunamis ---------- 43
3.1. Description et cartographie ---------- 43
3.2. Impacts des tsunamis ---------- 45

4. Erosion et glissement de terrain ----------45
4.1. Description de l'aléa----------45
4.2. Impacts de l'aléa glissement et éboulement ----------49
C. Interaction entre les différents aléas ----------49
IV EVALUATION DE LA VULNERABILITE DES POPULATIONS ----------51
A. Les facteurs de vulnérabilité ----------51
1. La vulnérabilité physique ----------52
2. La vulnérabilité humaine----------52
3. La vulnérabilité économique----------54
4. Vulnérabilité environnementale ----------57
5. Résumé des facteurs de vulnérabilité ----------58
B. Evaluation de la vulnérabilité----------60
1. Grande Comore ----------60
a. Vulnérabilité aux cyclones----------60
b. Vulnérabilité aux inondations ----------61
c. Vulnérabilité aux montées des eaux ----------63
d. Volcan ----------66
e. Séismes----------68
f. Tsunamis ----------69
g. Erosion et glissement de terrain ----------70
h. Résumé des vulnérabilités----------71
2. Anjouan ----------72
a. Vulnérabilité aux cyclones ----------72
b. Vulnérabilité aux inondations----------72
c. Vulnérabilité aux montées des eaux ----------74
d. Vulnérabilité aux tsunamis ----------77
e. Vulnérabilité aux séismes----------80
f. Vulnérabilité aux glissements de terrain ----------81
g. Résumé des vulnérabilités----------82
3. Mohéli ----------83
a. Vulnérabilité aux cyclones ----------83
b. Vulnérabilité aux inondations ----------84
c. Vulnérabilité aux montées des eaux----------85
d. Vulnérabilité aux tsunamis ----------87
e. Vulnérabilité aux séismes----------89
f. Vulnérabilité aux glissements de terrain ----------89

g. Résumé des vulnérabilités----------91
V. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS----------96
BIBLIOGRAPHIE----------100

I. INTRODUCTION ET GENERALITES

1. Introduction

L'Union des Comores a connu au cours de ces dernières années une forte recrudescence des évènements naturels ayant entrainés des conséquences socio-économiques et des dégâts notables. A titre indicatif, quatre éruptions volcaniques ont été enregistrées entre 2005 et 2007, suivi de nombreux évènements hydrométéorologiques tels que des inondations (2006 et 2007), des perturbations tropicales (2005, 2006 et 2008) et des phénomènes inédits de remontées des eaux océaniques sur l'ensemble de l'archipel (avril et septembre2007).

Face à cette situation nouvelle, une prise de conscience au niveau de la population et des autorités a émergé, et s'est manifestée par la mise en place d'une structure, et de politiques de prévention et de gestion des risques liées aux catastrophes naturelles, avec l'appui de différents partenaires. C'est dans ce contexte qu'a été élaboré le premier Plan National de Préparation et de Réponse aux Urgences en 2003, qui constitue un outil de gestion des risques de catastrophe qui affectent le pays. Depuis son élaboration, ce plan a fait l'objet de plusieurs affinements et a servi de base au développement d'un pan de contingence dont la dernière revue a eut lieu en avril 2010.

On peut noter par ailleurs la rédaction en 2002, d'un Rapport sur les Risques Naturels et la Protection Civile, avec l'appui du PNUD, en vue de mieux cerner et comprendre les différents types d'aléas, susceptibles d'affecter le pays.

Une autre étude, effectuée en 2007, dans le cadre du projet d'appui à l'Observatoire du Karthala pour la réduction des risques volcaniques, a permis d'établir une cartographie du risque volcanique, suites aux dernières éruptions du Karthala.

La présente étude a elle comme objectif d'évaluer la vulnérabilité de la population des Comores face aux différents aléas hydrométéorologiques et géologiques, tenant compte des caractéristiques et des spécificités de chacune des îles de l'Union des Comores.

Elle vise trois objectifs distincts :

(i) l'analyse des aléas hydrométéorologiques et géologiques à travers l'historique des évènements vécus, leur probabilité et degré d'occurrence et leur cartographie.

(ii) l'analyse de la vulnérabilité des populations à ces aléas dans différentes régions, tenant compte des enjeux et du degré d'affectation des communautés en fonction de leurs spécificités; cette analyse devra aboutir à l'élaboration d'une cartographie, pour mieux appréhender le degré d'exposition des populations et des communautés.

(iii) l'identification d'activités prioritaires (plan d'action) pour répondre aux besoins résultant des effets néfastes des aléas climatiques et géologiques.

2. Contexte et objectifs de l'étude

L'intérêt exprimé par le Gouvernement de l'Union des Comores au sujet des risques de catastrophe est tout à fait récent. Ce n'est qu'avec l'inscription du problème de risque, comme programme prioritaire du DSCRP (août 2005) et la création du COSEP (Centre des Operations de Secours et de la Protection Civile) en 2007, que la gestion de risque commença à capter l'attention des partenaires et de la partie gouvernementale.

Cette dernière est définie comme, l'organe exécutif de la Direction Centrale des Opérations de Secours, devant réunir tous les experts et décideurs du plan de préparation et de réponse à l'urgence.

Le COSEP est rattaché au Ministère chargé de l'intérieur et de la défense. Il assure les missions suivantes :

- l'élaboration et la mise à jour du plan de préparation et de réponse aux urgences ainsi que son activation
- la mise en place des capacités humaines, matérielles et financières de réponse a l'urgence
- la mise en place des cellules, le commandement et la coordination des moyens, la centralisation et le traitement du renseignement
- la communication et l'information vis-à-vis de la population et les relations avec l'extérieur.

Dans l'optique de préserver et d'enraciner cette nouvelle structure, encore fragile, et dans le souci de pérenniser ses activités, un programme d'appui a été élaboré par le Système des Nations Unies aux Comores, au titre de l'année 2009-2011, pour le « Développement des Capacités pour le Gestion des Risques de Catastrophe Hydrométéorologiques et Géologiques en Union des Comores ».

L'étude des vulnérabilités du pays s'avère donc nécessaire et devrait permettre de mieux cerner et mieux comprendre les mécanismes qui régissent ces différents aléas, et plus particulièrement de favoriser des activités de réduction du risque adaptées, des outils de sensibilisation spécifiques, des plans de contingences ajustés aux contextes locaux.

Par ailleurs, il est important de signaler que les recherches dans le domaine des risques naturels sont encore inexistantes, bien qu'elles soient incontournables pour le renforcement des capacités, de collecte de données, de modélisation et d'analyse intersectorielle pour la prévention et les réponses. Seules quelques recherches sont menées dans le domaine de la volcanologie, en collaboration avec l'Université de La Réunion. De ce fait, très peu de connaissance existe à ce jour pour les aléas que nous nous proposons d'étudier.

3. Définitions et terminologie

Afin de clarifier les études réalisées et mieux comprendre les notions essentielles autour des risques de catastrophes, nous présentons ici une liste des définitions clés.

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 perturbations socio-économiques, ou des dommages à l'environnement. Il est d'usage courant de classer les différents aléas en 4 grandes familles : les aléas géologiques, les aléas hydrométéorologiques, les aléas biologiques (ou sanitaires), et les aléas technologiques (parfois appelés anthropiques).

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.

Les aléas géologiques comprennent (i) les processus internes, ou d'origine tectonique, de la terre, comme les tremblements de terre, l'activité des failles géologiques, les tsunamis, et l'activité volcanique, et (ii) les processus externes comme les mouvements de masse(glissements de terrain, éboulements, chutes de pierres ou avalanches, effondrements de surface, sols gonflants, lahars et coulées de boue). Les facteurs hydrométéorologiques sont d'importants contributeurs à certains de ces processus. Les tsunamis sont difficiles à classer, même si ils sont déclenchés par des tremblements de terre et d'autres sous-événements géologiques, ils constituent essentiellement un processus océanique qui pourrait tout aussi bien être classé comme un aléa hydrologique. Dans l'étude, nous considérerons les tsunamis comme étant un aléa géologique.

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 environnementale. Les aléas hydrométéorologiques incluent les cyclones tropicaux (également connu sous le nom de typhons et ouragans), les orages, les tempêtes de grêle, les tornades, les blizzards, les fortes chutes de neige, les avalanches, les ondes de tempêtes côtières, les inondations (y compris les inondations soudaines), la sécheresse, les vagues de chaleur et de froid. Les conditions hydrométéorologiques peuvent aussi être un facteur à prendre en compte dans d'autres risques tels que les glissements de terrain, les incendies, les invasions de criquets pèlerins, les épidémies, dans le transport et la dispersion de substances toxiques ou issues d'une éruption volcanique.

Vulnérabilité : Ce sont les caractéristiques et l'environnement d'une communauté ou d'un système qui le rendent susceptible de subir les effets d'un danger. Il existe de nombreux aspects de la vulnérabilité, découlant de divers facteurs physiques, sociaux, économiques et environnementaux. Par exemple, il peut s'agir de la mauvaise conception et construction de bâtiments, de l'insuffisance de la protection de l'actif, du manque d'information du public et de sa sensibilisation, de la reconnaissance officielle de limiter les risques et des mesures de Préparation, ou du mépris d'une sage gestion de l'environnement. La vulnérabilité varie sensiblement au sein d'une communauté et dans le temps. Cette définition identifie la vulnérabilité comme une caractéristique de l'enjeu (de la communauté ou du système) qui est indépendante de son exposition. Toutefois, dans l'usage commun, le mot est souvent utilisé plus largement pour inclure l'élément de l'exposition.

Risque : La combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences négatives. Commentaire: Cette définition suit de près la définition de la norme ISO / IEC Guide 73. Le mot «risque» a deux connotations distinctes: dans l'usage courant, l'accent est généralement mis sur la notion de chance ou la possibilité, comme dans "le risque d'un accident", alors que dans son usage technique, l'accent est généralement mis sur les conséquences, en termes de "Pertes potentielles" pour certains des motifs, le lieu et la période. Il est à noter que les gens ne partagent pas nécessairement la même perception de l'importance et les causes sous-jacentes des différents risques.

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. Les catastrophes sont souvent décrites comme le résultat d'une combinaison entre l'exposition à un danger, les conditions de vulnérabilité existantes, et l'insuffisance des capacités ou des mesures visant à réduire ou à faire face aux éventuelles conséquences négatives. Les catastrophes peuvent inclure mort, blessures, maladies et autres effets négatifs sur le physique, le mental et le bien-être social, ainsi que des dommages à la propriété, la destruction de biens, la perte de services, des bouleversements sociaux et économiques, ainsi que la dégradation de l'environnement.

Une catastrophe peut être définie par la relation suivante :

$$C = \frac{A \times V}{Mc}$$

A = Aléa

V = Vulnérabilité

Mc = Capacité

Une catastrophe est donc fonction de l'aléa (sa fréquence, son intensité) et de la vulnérabilité de l'enjeu. L'impact d'un aléa est donc proportionnel à la probabilité d'occurrence de l'aléa et son intensité ainsi qu'à la vulnérabilité de l'enjeu. Il est par contre inversement proportionnel à la capacité des populations à réduire ces risques. Autrement dit, plus la capacité de la population à faire face aux risques de catastrophe par la préparation est importante, et plus l'effet d'une catastrophe est faible.

4. Approche méthodologique

La méthodologie appliquée dans cette étude est articulée selon les axes suivants :

(i) Une collecte d'informations bibliographiques ; cette collecte a permis de mieux documenter les différents évènements pour une meilleure compréhension scientifique des mécanismes qui les régissent. Les informations recueillies sont exploitées pour l'identification de la vulnérabilité et des impacts dus aux aléas à travers des données offertes par l'histoire géologique, sur la sensibilité des milieux naturels et des biens, les situations actuelles du climat.

(ii) des visites de terrain. Ces sorties ont pour objectifs :

- D'identifier les différents types d'aléas climatiques et géologiques qui affectent les différentes régions : observation et prises de vues des zones à risque (cours d'eau, reliefs situés près des habitations et des infrastructures, le bâti, l'érosion côtière, la ligne de cote, état des ouvrages de protection de cote…),

- De collecter des données relatives aux facteurs de vulnérabilité (physique, matériel, socioéconomiques, environnementales) par rapport aux aléas et l'historique de ces aléas.

- De prendre les coordonnées géo référencés des zones affectées, des différentes zones à risque, en vue de l'élaboration d'une cartographie.

- De s'entretenir avec les différents acteurs et les communautés villageoises sur des évènements vécus, sur leur degré d'occurrence et l'historique des aléas. Il s'agit d'une approche participative associant les parties prenantes, en particulier les communautés locales. Celles-ci sont en mesure de fournir de l'information sur l'historique des aléas et les dégâts causés. Ensuite, étant les plus touchées par les catastrophes naturelles, elles seront les principaux bénéficiaires des mesures prioritaires à prévoir.

(iii) L'élaboration de la cartographie à proprement parler, sur la base des observations de terrain et des informations recueillies auprès des communautés, concernant l'historique des aléas et leur

degré d'occurrence, ainsi qu'auprès des services et organismes d'étude en charge de suivi de ces phénomènes, au niveau local ou national. Cette cartographie concerne d'une part les aléas par leur étendue géographique et leur fréquence d'occurrence, et d'autre part, la vulnérabilité sur la base des données définies comme étant des facteurs de vulnérabilité sur le terrain

II. CONTEXTE NATIONAL

1. Contexte géologique

L'archipel des Comores est constitué par un ensemble d'îles volcaniques, résultant de l'activité d'un point chaud, qui a émergé à la suite de la formation du fossé d'effondrement (rift) qui a séparé Madagascar de l'Afrique. Ces îles présentent une morphologie et une dynamique variable, correspondant à des stades d'évolution différents : Mayotte est la plus ancienne, en état de subsidence, et la Grande Comore la plus récente, avec un volcanisme actif. Les quatre îles de l'archipel sont alignées suivant un axe orienté Sud-Est/Nord-Ouest.

Les caractères pétrologiques et pédologiques sont variables d'une île à une autre, conséquences de leur formation géologique différente, différée au cours des temps géologiques. Anjouan et Mohéli sont marquées par un relief accidenté, disséqué par l'érosion. A la Grande Comore, le relief est monotone, dominée par le volcan Karthala culminant à 2361 m ; le volcanisme est toujours actif avec une fréquence de 11 ans en moyenne ; la dernière éruption date de janvier 2007.

Le problème de l'eau ne se pose pas avec la même acuité dans l'ensemble des îles. Le réseau hydrographique permanent en Grande Comore est faible du fait de perméabilité importante des sols volcaniques, liée à une fissuration importante de la roche. Il était à l'origine dense à Anjouan et à Mohéli; toutefois le débit de nombreuses rivières ou de ruisseaux a fortement diminué au cours de ces deux dernières décennies.

2. Contexte climatique

Le climat est de type tropical maritime caractérisé par deux grandes saisons : une saison chaude et humide (été austral) et une saison sèche et fraîche (hiver austral). De Novembre à Mars-Avril, la saison est chaude et humide avec une pluviométrie importante maximale de Décembre à Mars et des Températures moyennes variant entre 24 et 27,8°C. Des vents de mousson de secteur Nord à Nord-Ouest nommés « ***kashkazi*** » soufflent de façon variable et faible mais plus fort en Janvier et Février (mois les plus chauds).

Pendant l'hiver austral, d'Avril-Mai à Octobre, la saison est sèche et plus fraîche avec des températures variant entre 23,2°C et 27°C, minimale entre 14 et 15° C sur les hauteurs. Des vents (alizés), nommés « ***kusi*** », soufflent du Sud-Est vers Nord-Ouest et sont renforcés de Mai à Août (mois les plus frais) par des courants locaux qui viennent du Canal de Mozambique.

3. Contexte environnemental

Aux Comores, l'environnement est considéré comme un domaine crucial et très sensible. Pour cela des actions de protection, de conservation et de gestion du patrimoine naturelle sont menées depuis 1993, date à laquelle le premier document de diagnostic environnemental a été élaboré. L'environnement est le pivot des principaux secteurs d'activités économiques de production de biens et services marchands. Des études récentes ont aussi établi que la relance de la croissance aux Comores est fortement tributaire du développement du tourisme, alors que le potentiel touristique du pays est basé sur la qualité du cadre de vie et de l'environnement naturel.

Les milieux naturels et les habitats, constitués par des écosystèmes tropicaux variés jouent un rôle protecteur vis-à-vis de certains aléas naturels. A titre d'exemple, les récifs coralliens et les mangroves sont des systèmes de défense qui diminuent l'effet de la vague, et du risque d'érosion associé, et diminue considérablement l'impact des remontées d'eaux océaniques.

La prise en compte des aspects environnementaux dans la gestion des catastrophes naturelles est une nécessité si on veut réduire les coûts engendrés par la réparation des dégâts occasionnés par l'occurrence des aléas.

L'intégration des aspects environnementaux dans les campagnes de sensibilisation pour la prévention des catastrophes naturelles permettra d'atténuer les effets de ces catastrophes sur la vie, l'économie et la santé des populations. L'environnement de l'archipel est caractérisé par :

- ***Une diversité biologique riche et sensible***

Les milieux naturels terrestres, marins et côtier de l'archipel abritent des écosystèmes à valeur scientifique et esthétique remarquables comme la forêt et ses espèces endémiques associés, les récifs coralliens, les mangroves, les plages de sable blancs, des espèces endémiques et rare (le Cœlacanthe, les tortues marines, les cétacés, le dugong et tant d'autres).

Les récifs coralliens, véritables indicateurs de l'état de santé de l'écosystème marin jouent un rôle écologique, économique et social. Barrière naturelle contre l'effet de la houle, il protège nos côtes contre la montée des eaux et l'érosion et sert de lieu de reproduction pour des milliers d'espèces faunistiques marines. Le récif occupe environ 60% du littoral de Grande comore, 80% du littoral d'Anjouan et 100% du littoral de Mohéli.

La mangrove présente un intérêt socioéconomique et écologique. Elle protège la côte contre la montée des eaux et joue un rôle tampon entre les milieux aquatiques et marins. C'est également un abri et un lieu de reproduction pour des larves dont les adultes vivent dans les océans.

- ***Des outils de conservation de la biodiversité***

Pour préserver cette richesse une série de mesures et d'actions sont mises en œuvre notamment la création d'aire protégée marine visant à préserver cet environnement exceptionnel que la nature nous a légué. La conservation et l'utilisation durable des espèces et variétés cultivées aux Comores présentent ainsi des bénéfices importants à l'échelle régionale et mondiale, en assurant la pérennité d'un matériel génotypique unique au pays ou à la sous-région et la préservation d'un potentiel adaptatif de ces cultures de rente à l'échelle régionale. La création du Parc national de Mohéli témoigne de cette volonté de conserver la biodiversité marine par l'approche participative où les communautés locales jouent sont acteurs dans la gestion des ressources marines et côtières.

- ***Une gestion durable de l'environnement***

Tout ce capital naturel offre des vastes opportunités de diversification des sources de richesse nationale et des alternatives crédibles de revenus, au bénéfice d'une frange importante de la population, dont la survie dépend de l'exploitation des ressources naturelles. Ainsi, la gestion durable des ressources de l'environnement reste un levier essentiel pour une croissance durable et pour la réduction de la pauvreté, compte tenu du potentiel de développement qu'il recèle en lien avec les ressources naturelles, la qualité de l'atmosphère et la riche biodiversité.

- ***Des écosystèmes et des espèces menacés.***

Au cours des dernières années, on assiste malheureusement à une intensification de la dégradation globale de l'environnement qui touche toutes les ressources naturelles et fragilise la base de la production. Ceci se retrouve à travers :

- la dégradation des terres (57 % des terres agricoles)

- la déforestation (500 ha/an),
- la surexploitation des ressources halieutiques (pratique de la pêche destructrice, utilisation de filet non réglementé, utilisation de poisons…)
- le prélèvement de matériaux coralliens pour la construction (prélèvement de sable, de coraux et grès pour la construction) et exploitation des mangroves
- des espèces rares et endémiques en danger (braconnage de tortues marines, pêche accidentelle de Cœlacanthe…)
- l'érosion côtière
- des phénomènes de blanchissement de corail suite aux dérèglements climatiques
- la pollution (les déchets ménagers, le déversement d'hydrocarbures.)
- l'absence de politiques intégrées prenant en compte la dimension transversale de la problématique environnementale. les pertes accélérées des bandes de terres côtières

  - ***Des changements climatiques***

Les Comores présentent des caractéristiques écologiques très vulnérables aux changements climatiques. Son statut insulaire, la densité de sa population côtière, l'urbanisation qui ne respecte pas les pas géométriques, l'exploitation des ressources côtières, l'érosion côtière font de cet archipel un élément sensible aux changements climatiques.

Les effets prévisibles aux Comores dus aux changements climatiques sont, entre autre: l'érosion, la montée des eaux, les changements des cycles environnementaux, la salinisation des nappes d'eau potable.

La communication nationale initiale sur les changements climatiques laisse apparaître qu'à l'instar des PEID, les Comores sont très vulnérables aux dérèglements climatiques. Ce rapport prévoit que les changements climatiques pourraient avoir des impacts sur la santé, la sécurité alimentaire, l'activité économique, les ressources en eau et l'infrastructure physique. Ces impacts sont de nature à provoquer des bouleversements dans l'archipel dont l'économie et la vie sont largement tributaires de l'agriculture, du tourisme, de la pêche et dont les populations vivent majoritairement sur le littoral. La dérive climatique risque d'anéantir, en particulier, les efforts de développement engagés et les stratégies spécifiques pour la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté.

Face à ces menaces, l'état a initié des actions visant à réduire cette vulnérabilité et à proposer des actions d'atténuation des effets des changements climatiques à travers le Plan d'Action Nationale d'Adaptation aux changements climatiques(PANA) et les communications nationales sur les changements climatiques. Les actions développées dans ce domaine sont résumées dans ce tableau :

Activités	Année
Signature de la convention cadre des nations Unies sur les changements climatiques	1992
Ratification de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques	en octobre 1994
Etudes de vulnérabilités aux changements climatiques réalisées	2001
Elaboration de la communication nationale initiale	en mars 2003
Document sur le transfert de Technologie,	Janvier 2006
Programme d'Action National d'Adaptation (PANA)	novembre 2006
Ratification du protocole de Kyoto	Juin 2008
Seconde Communication Nationale en cours	En cours

Tableau 1 : récapitulatif sur les initiatives nationales sur les changements climatiques

4. Situation économique

L'économie comorienne est dominée par l'agriculture. Elle est très peu diversifiée et tire ses principales ressources de l'exportation de trois produits de rente agricoles suivants: Vanille, Ylang Ylang et Girofle.

A eux seuls, ils représentent 90% des exportations totales. L'économie comorienne n'a pas subi de transformations dans le sens de la modernisation durant ces dernières décennies. Le secteur primaire demeure dominant depuis plusieurs décennies. A partir des années 80, avec le développement du commerce des produits importés, le tertiaire dépasse parfois le secteur primaire. Ainsi en 1999, le tertiaire arrive en tête avec 48% contre 41% pour le primaire (DSCRP, 2009).

Il apparaît donc que l'économie comorienne est très sensible aux impacts des aléas naturels.

5. Les infrastructures

L'économie du pays dépend largement de ses infrastructures économiques : les routes, les réseaux (électricité, télécommunications, eau), les ports et aéroports. La défaillance des infrastructures économiques est un des facteurs de vulnérabilité aux aléas naturels et figure parmi les principaux obstacles à la relance du secteur privé et à la réduction de la pauvreté.

- **L'énergie**

La principale source d'énergie aux Comores est le bois (78 % des besoins énergétiques) suivie des hydrocarbures (20 %). Les autres sources d'énergie (électricité, gaz butane, etc.) représentent environ 2 % de la consommation des ménages comoriens.

Le secteur de l'énergie se caractérise par :

Une production électrique essentiellement à base thermique diesel avec une centrale principale de production dans chaque île.

L'énergie joue un rôle particulièrement important dans le développement socioéconomique. Elle est déterminante dans le fonctionnement des entreprises et permet l'amélioration des conditions de vie des ménages.

- **Le réseau routier**

Les infrastructures routières contribuent à la croissance économique en favorisant la création de nouvelles activités économiques et à la réponse aux urgences en cas d'évacuation de la population lors d'une catastrophe naturelles.

Le réseau routier national et régional aux Comores totalise 849 km, dont 665 km de routes bitumées et 184 km de routes et pistes en terre. Il est reparti comme suit : 58,3 % à Ngazidja (495 km), 33,2 % à Ndzouani (256 km) et 11,5 % à Moili (98 km). Ce réseau routier est caractérisé par des dégradations, un entretien non régulier, une largeur trop réduite, de routes en terres non praticables pendant de longues périodes de l'année.

- **Les aéroports**

Les infrastructures dans le domaine se composent de l'aéroport international de Moroni « Prince Said Ibrahim » (AIMPSI) sis à Hahaya en Grande comore et des aéroports secondaires d'Ouani à Anjouan et de

Bandar-Salama à Mohéli. Ces aéroports desservent les liaisons aériennes tant internationales qu'interîles. Le trafic est cependant assez limité.

- **Les ports**

Le pays est actuellement sous-équipé en matière d'infrastructures portuaires. La situation se caractérise comme suit :

- **Grande Comore** concentre 80 % des activités commerciales du pays, mais ne dispose pas d'un port en eau profonde
- **À Anjouan**, le port en eau profonde de Mutsamudu construit en 1982 sert de port de transbordement.
- **A Mohéli**, un accès maritime a été réalisé en 1999-2001 à Bwangoma, dans le cadre des 6e, 7e et 8e FED.

Le transport inter île et régional est assuré par des boutres, vedettes et des petits navires. Il est assuré par le secteur privé. A noter que le transport maritime est le moyen de transport le plus utilisé pour les échanges inter îles.

- **Le réseau de télécommunications**

La Société nationale des postes et télécommunications (SNPT) a mis en place un réseau de téléphones mobiles depuis 2004 en complément du réseau de téléphonie fixe déjà saturé depuis longtemps. En 2005 d'autres services (réseaux) ont été créés, à savoir les réseaux CDMA, ADSL et l'extension du réseau GSM.

Cette infrastructure est essentielle pour alerter la population en cas d'activité volcanique, de survenue de tsunami ou de cyclones…

6. Situation sociale

- Démographie

Les résultats provisoires du recensement général de la population de 2003 (tableau ci-dessous) donnent une indication sur la taille de la population de l'Union des Comores et sa répartition par île et à Moroni la capitale.

Iles	Hommes	Femmes	Total	%
Mohéli	18307	17080	35387	**6.0**
Anjouan	127506	131593	259099	**43.9**
Grande Comore	147528	148137	295665	**50.1**
Ensemble	293341	296810	590151	**100**
Moroni	**20736**	**20821**	**41557**	**7.0**

Tableau 2. Démographie (Source RGPH 2003)

Le taux de croissance démographique est passé de 2.6% entre 1980 et 1991, à 2.3% au cours de la période 1991-2003.

La densité moyenne de la population est de 264 hab/km², inégalement répartie entre les îles d'Anjouan (604 hab/km²), de la Grande Comore (257 hab/km²) et de Mohéli (122 hab/km²), L'espérance de vie est passée de 55 ans en 1991 à 63 ans en 2002. La population rurale représente 71,2%.

Une autre caractéristique majeure de la population comorienne est son extrême jeunesse (57% de la population est âgée de moins de 20 ans).

- **Santé**

Le système de santé se structure suivant un mode pyramidal à trois niveaux de compétence hiérarchisés (central, intermédiaire et périphérique). Par ailleurs, ces trois niveaux sont complétés par un réseau de dispensaires (Armée, Secteur privé, des postes de santé périphériques et diverses structures de santé communautaire). Le tableau ci-dessous résume la répartition des services de santé dans les trois iles.

	Grande Comore	***Anjouan***	***Mohéli***
Hôpital national	*1(Moroni)*	*0*	*0*
Centre hospitalier de référence(CHR)	*1(Mitsamiouli)*	*1(Hombo)*	*1(Fomboni)*
Centres médicaux chirurgicaux(CMC)	*1(Moroni)*	*1(Domoni)*	*0*
Centres médicaux urbains	*1(Moroni)*	*1(Mutsamudu)*	*1(Fomboni)*
Centre de santé(CS)	*5*	*5*	*2*
Postes de santé(PS)	*24*	*17*	*6*

Tableau 3. Infrastructures de santé

On peut noter à partir de ces données une insuffisance et un sous équipement des structures de santé dans les îles pour faire face à d'éventuels catastrophes naturelles.

- **Education**

Le secteur de l'éducation comorienne comprend un système d'éducation formel et un système informel. Le système d'éducation formel se compose des niveaux suivants: l'éducation préscolaire, l'éducation élémentaire, l'enseignement secondaire, l'enseignement technique et la formation professionnelle, l'enseignement supérieur et la recherche. Le système d'éducation non formel comprend **:** L'éducation des jeunes et des adultes et l'apprentissage des métiers et l'alphabétisation.

Ce secteur est caractérisé par un faible taux de scolarisation surtout dans les régions reculées où la vulnérabilité aux aléas est la plus importante.

Au titre de l'année scolaire et universitaire 2006/2007, la population scolarisée dans l'ensemble des établissements publics et privés, du préscolaire au niveau supérieur est estimée à 151 335 élèves, soit une augmentation de 0.9 % par rapport 2003. Le tableau suivant donne la répartition de l'effectif scolaire par niveau.

	2003		*2007*		*Accroisse-ment*
Niveau d'enseignement	*Effectif*	*%*	*Effectif*	*%*	
Education préélémentaire, communautaire et privée	*1 618*	*1,1*	*2,720*	*1.8*	*13.9*
Education élémentaire, publique et privée	*104 274*	*71,4*	*104,418*	*69.0*	*0.0*
Enseignement secondaire 1er cycle, public et privé	*25 689*	*17,6*	*27,256*	*18.0*	*1.5*
Enseignement secondaire 2nd cycle, public et privé	*11 962*	*8,2*	*13,862*	*9.2*	*3.8*
Enseignement supérieur et technique, public	*2 426*	*1,7*	*3 079*	*2.0*	*6.1*
Total	*145 969*	*100*	*151,335*	*100.0*	*0.9*

Tableau 4 : Répartition de l'effectif scolaire par niveau (Source : MEN, Tableaux de bord 2002/2003, 2004 et 2006/2007)

De 2003 à 2007 les effectifs des élèves du primaire (publics et privés) sont restés stables à environ 104 000 élèves. L'effectif des filles a légèrement augmenté de 46 225 à 48 582, soit une augmentation de 1,3 % au niveau national.

Le taux brut de scolarisation a enregistré une baisse de l'ordre de 6.7 points entre 2003 et 2007 (94.8 % en 2007 contre 101,5 en 2003) au niveau national. Toutefois, la scolarisation des filles a été plus rapide que celle des garçons, avec une croissance moyenne respective de 1,3 % par an, ce qui a fait augmenter le taux net de scolarisation, passant de 66.4 en 2003 à 70.9 % en 2007. On assiste ces derniers temps, plus particulièrement à Anjouan, à une tendance à l'égalité entre les filles et les garçons au niveau du taux brut d'admission à l'école.

L'écart entre le taux de scolarisation des garçons et celui des filles s'est sensiblement réduit au niveau national, passant de 13.24 à 4.07 points au cours de la même période au niveau de l'enseignement primaire. C'est en Grande Comore et à Mohéli que les écarts sont importants alors qu'à Anjouan, les disparités entre filles et garçons se réduisent. Elles sont plus fortes en milieu rural et chez les familles pauvres.

Les établissements qui fonctionnent encore se heurtent à de multiples problèmes dont la capacité d'accueil très limitée, un environnement scolaire peu approprié, la vétusté des infrastructures et des équipements, le manque de personnel enseignant qualifié et l'inadéquation de la formation-emploi. Ceci les contraint à refuser l'inscription à certains enfants pourtant en âge de scolarisation. Cette situation se traduit par un nombre grandissant d'enfants, surtout des familles pauvres et des milieux défavorisés, qui sont dépourvus d'éducation et grossissent la catégorie des enfants non-scolarisés et déscolarisés.

A noter qu'en matière d'éducation à la gestion des risques de catastrophes, un manuel destiné aux enseignants du primaire a été distribué en 2008, remis à jour en 2010 et distribué dans de nouveaux établissements en 2011.

III. ANLYSE ET DESCRIPTION DES ALEAS ET CARTOGRAPHIE

L'aléa se définit comme étant un événement pouvant provoquer des dommages importants sur la population, les biens et les activités, au point de dépasser les capacités de cette communauté à répondre à cet évènement – l'évènement extrême est alors appelé une catastrophe.

Les Comores sont particulièrement touchées par les aléas d'origines hydrométéorologique tels que les cyclones, les inondations ainsi que des aléas d'origine géologiques lié particulièrement au volcanisme actif sur l'île de la Grande comore, mais également les éboulements ou glissement de terrain, les séismes et dans une moindre mesure le tsunami.

L'analyse des aléas via une description scientifique des différents phénomènes associés nous permet de mieux les appréhender et de prévoir leur occurrence ainsi que leur distribution dans l'espace, au niveau du territoire national.

Dans notre étude, nous retiendrons :

- Les aléas hydrométéorologiques
    - Cyclones et perturbations tropicales
    - Pluies diluviennes et inondations
    - Remontées des eaux océaniques
- Les aléas géologiques
    - Volcan
    - Séisme
    - Tsunamis
    - Erosion et glissements de terrain

A. Les aléas hydrométéorologiques

Sont classées dans cette catégorie d'aléas : les cyclones ou perturbations tropicales, les inondations terrestres, les remontées d'eaux océaniques occasionnées par les houles de tempête, les marées d'équinoxe ou l'élévation du niveau de la mer.

1. Cyclones et perturbations tropicale

1.1. Description

L'archipel des Comores est peu touché par les cyclones en raison de sa position géographique, protégé à l'est par Madagascar et à l'ouest par le continent Africain. Il arrive néanmoins que la trajectoire de certains cyclones touche les Iles Comores en contournant Madagascar par le Nord ou en le traversant, provoquant alors des dégâts d'autant plus graves que la population n'est pas préparée à faire face aux catastrophes naturelles.

Les cyclones ont lieu en saison chaude. Lors d'un cyclone, les vents peuvent atteindre 85 nœuds (155 km / h), comme ce fut le cas en 1983 (cf. tableau chapitre 1.3). Dans tous les cas la puissance de l'impact d'un cyclone décroît dans l'archipel d'Est en Ouest donc d'Anjouan vers la Grande comore. Des houles de 20 m peuvent y être associées.

L'île a connu plusieurs perturbations de types cycloniques dont le plus important, celui de décembre 1950 a laissé de nombreuses traces sur l'île et dans les mémoires. Les cyclones les plus dévastateurs et les plus récents sont ELITA et GAFILO en Février 2004 qui ont dévasté habitations, plantations, routes et divers écosystèmes. Le secteur agricole a été sérieusement touché.

1.2. Cartographie

L'océan Indien est une zone de cyclogenèse très active mais la probabilité d'avoir à subir un cyclone dans l'archipel des Comores est moindre grâce à la protection par l'île de Madagascar et que cela demanderait une trajectoire cyclonique bien particulière. Le canal du Mozambique est synonyme de fin de course pour un cyclone qui se trouvera obligatoirement confronté à Madagascar et consécutivement perdra de l'énergie en filant vers l'ouest. Si on se réfère aux cyclones tropicaux qui sont passés à moins de 300 km des Comores, on constate que les parcours combinent une direction zonale à laquelle fait suite une orientation plus méridienne (figure 1).

Figure 1. trajectoire des cyclones tropicaux de 1976 à 2010

Cependant, comparée à une saison cyclonique complète comme celle de 2003-2004, la probabilité d'aboutir au passage d'un cyclone sur les Comores paraît fortement réduite tant Madagascar représente une barrière efficace (Figure2.)

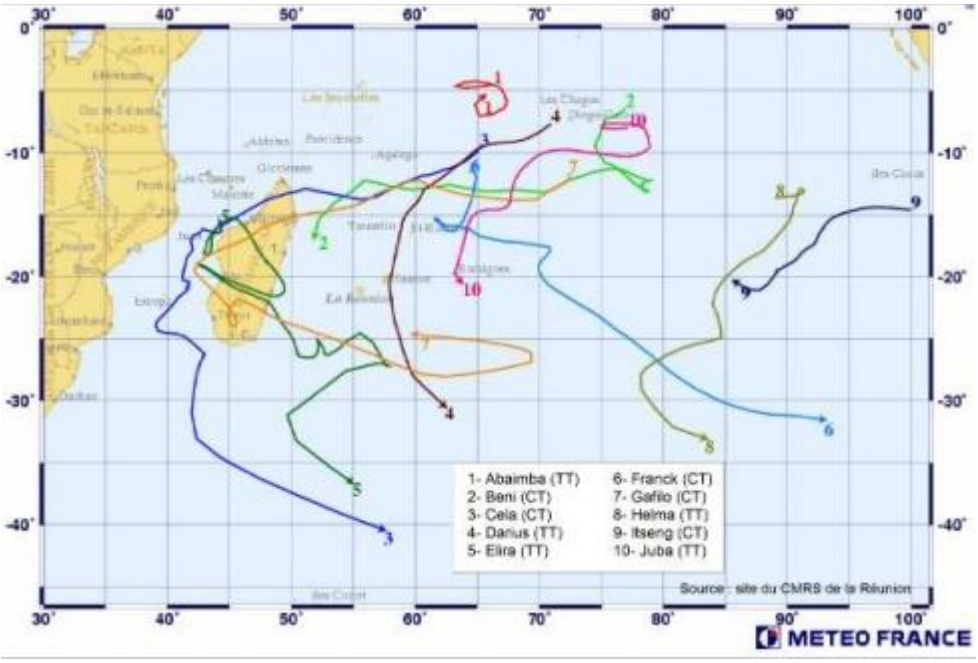


Figure 2. Trajectoires cycloniques saison 2003-2004

1.3. Impacts

A cause des vents violents qui les accompagnent, les cyclones provoquent des dégâts irréparables, détruisent les infrastructures économiques, les habitations précaires, hachent la végétation. La forte houle générée par ces vents provoque la destruction des récifs coralliens et des mangroves. Mais il n'y a pas que les vents qui sont destructeurs. Les pluies aussi et surtout puisque ce sont elles qui, par leur action, tuent le plus, d'autant qu'elles peuvent accompagner des cyclones de moindre intensité. Ces dernières années, les dégâts les plus nombreux, les destructions les plus importantes et les victimes répertoriées sur l'archipel des Comores sont essentiellement dus à l'action de l'eau, et des pluies torrentielles qui se transforment en coulée de boue (lahars) en Grande comore.

Le tableau ci-dessous synthétise les événements cycloniques et leurs impacts.

Année	***Evènements cycloniques***
1950	*Les trois îles sont touchées* *524 morts et 75 000 cocotiers déracinés en grande comore* *Destruction de villages entiers*
1959	*Cyclone tropical en Grande comore(connu sous le nom de cyclone yahe ndjema), ayant particulièrement affecté le nord* *Naufrage du bateau NDJEMA au port de Moroni et mort du commandant*
1983	*Cyclone ELINA :* *Anjouan : 3morts et 30 disparus, 52 blessés, 5000 personnes affectées, 805 maisons et bâtiments affectés.* *Dans les villages de MOYA, KONI, DJIMLIME, et POMONI : 60% des habitations ont été détruites.* *Route SIMA-POMONI : complètement endommagée* *Mohéli : 80% des cases et 90% des terres agricoles endommagées, environ 20 000 personnes touchées* *Total : 33 morts, 30052 personnes affectées*
1984	*Cyclone KAMISKY : 35 000 personnes affectées dans les 3 îles ?*
1986	*Tempête FELISKA*
1987	*Violents coups de vent suivis de pluies abondantes causant des dégâts : 24 morts et plus de 50 000 personnes affectées*
1990	*Tempête HANTA*
1994	*Cyclone NADIA : naufrage du boutre ZAZAKELI 2*
1996	*Tempête DOLORESSE : 67 morts à Mohéli et naufrage du boutre NYATISOIFA*
2002	*Fortes orages : 2 morts et 15 blessés*
2004	*Cyclone GAFILO : naufrage du ferry Sam Son* *Destruction de plusieurs ponts dans les 3 iles*
2007	*Souffle du cyclone GAMEDE : coulées d'eaux boueuses(Lahars)*

Tableau 5 : Derniers évènement cyclonique ayant affecté les Comores et leurs impacts
(Source : Plan National de Préparation et de réponse aux urgences)

2. Pluies diluviennes et inondation

2.1. Description

Une inondation est un débordement d'un cours d'eau, le plus souvent en crue ou un débordement d'ouvrages artificiels tels que retenues ou réseaux d'assainissement qui submerge des terres suite à la génération de quantités importantes de ruissellement. Ces inondations sont dues à des précipitations anormalement intenses. Ses effets sont accentués par la déforestation du bassin versant et la présence de sédiments dans les berges.

Elle est aussi définie comme étant la submersion temporaire par l'eau de terres qui ne sont pas submergées en temps normal. Cette notion recouvre les inondations dues aux crues des rivières, des torrents de montagne et des cours d'eau intermittents.

La pluviométrie, un des principaux facteurs qui provoquent les inondations par suite de débordements, est plus importante à Mohéli et Anjouan qu'à Ngazidja comme le montrent les figures suivantes ci-dessous.

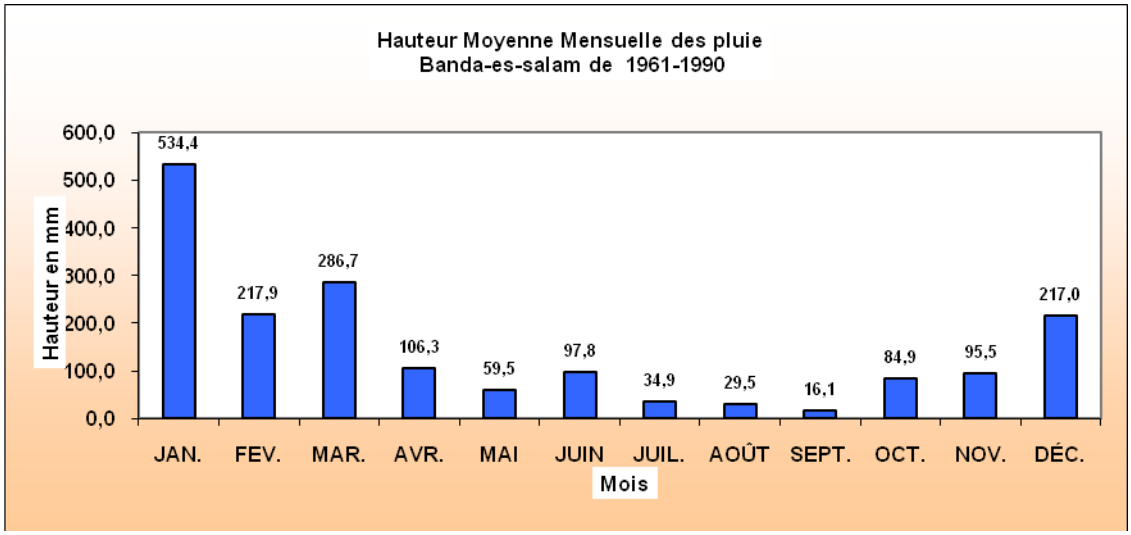


Fig. 3 : Précipitations mesurées à l'aéroport de Bandar Es Salam (Mohéli)

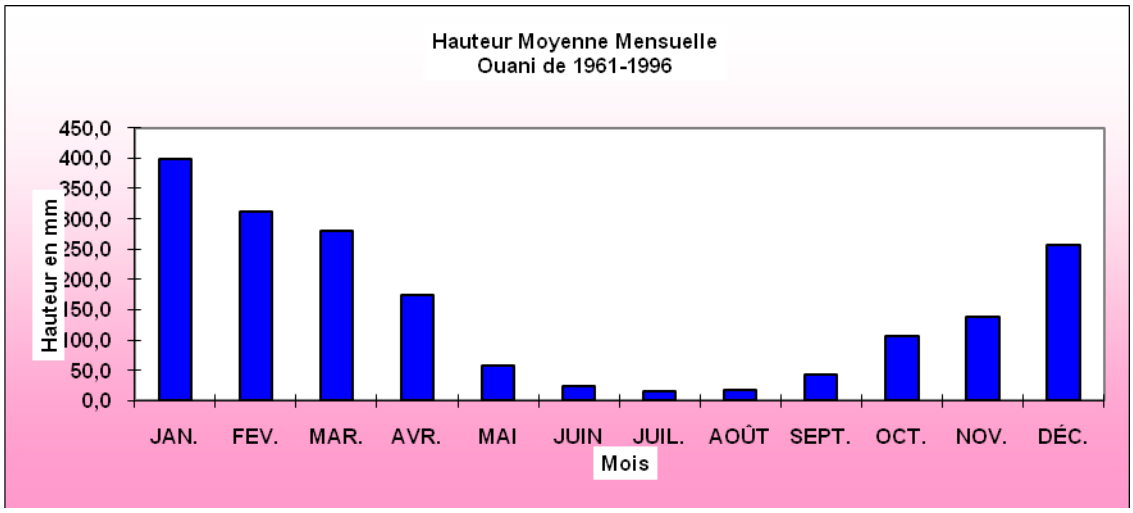


Fig 4 : Précipitations mesurées à l'aéroport de Ouani (Anjouan)

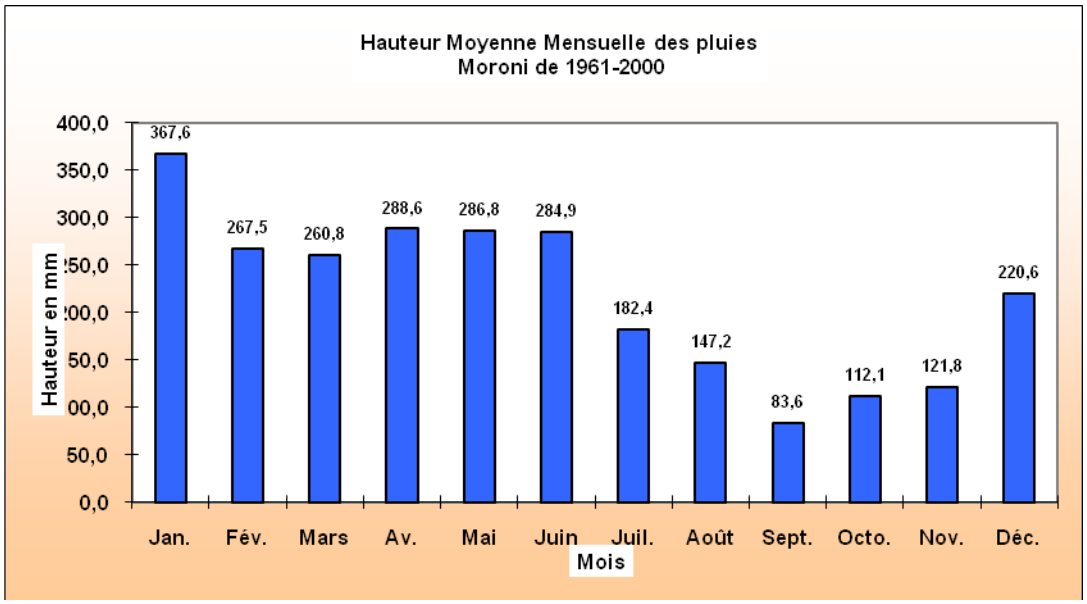


Fig.5 : Précipitations mesurées à l'aéroport de Moroni (Grande comore)

Ces données sur les précipitations sont à prendre comme indicatif car elles ne proviennent que d'une seule station par île. Il aurait fallu avoir des données couvrant l'ensemble des régions des trois îles pour pouvoir évaluer par la suite le degré de sensibilité des régions vis-à-vis des inondations avec plus de précision. Cependant on peut toujours noter que les inondations qui ont fait le plus de dégâts se sont produites pendant la période de janvier avril où les précipitations sont les plus élevées dans les trois îles.

Les inondations peuvent avoir de nombreuses causes cumulables :

- causes naturelles, liée aux aléas climatiques (cyclones) ou à un événement naturel (glissement de terrain) qui empêche l'écoulement habituel de l'eau;
- causes anthropiques directes ; les systèmes de drainage inadaptés, l'irrigation qui peut augmenter l'étendue d'une inondation, l'imperméabilisation et la dégradation des sols, certaines pratiques agricoles intensives peuvent accélérer le ruissellement de l'eau et en limiter l'infiltration.
- causes anthropiques indirectes liée aux modifications climatiques globales (émissions de gaz à effet de serre qui entraine la fonte des glaciers et qui provoque une montée du niveau des océans, des cours d'eau).

Aux Comores on connait deux grands types d'inondations terrestres:

- les inondations lentes (inondation étendue) faisant suite à une longue période pluvieuse.
- Les inondations brutales après un orage violent de un ou deux jours de fortes pluies sur sol sec.

Depuis les éruptions du Karthala en 2005, sur l'île de Ngazidja, qui n'est pas disposé à cet aléa à cause de la porosité importante des sols volcaniques et où cet aléa n'est pas très observé, on assiste régulièrement à des inondations lié aux phénomènes de lahars dans certaines localités comme le Bambao, le Hambou et le Dimani.

Ces d'inondations sont essentiellement provoquées par l'imperméabilisation des sols suite aux dépôts de cendre consécutifs aux éruptions explosives du Karthala, provoquant une augmentation du ruissellement et une recrudescence de certain cours d'eau. Elles peuvent être torrentielles (comme en 2004 et 2007) et elles s'accompagnent alors souvent de coulée de boue ou glissement de terrain (GAFILO).

2.2. Cartographie

Les cartes des inondations ou des zones inondables sont établies à partir des données de la pluviométrie, de la morphologie du terrain, de la position de la zone par rapport au réseau hydrographique, plus particulièrement dans les proximités des cours d'eau les plus actifs, et de l'historique de l'aléa dans la zone.

Cependant, compte tenu du faite que les données pluviométriques ne proviennent que de quelques pluviomètres, il est difficile d'avoir des précisions sur des zones particulières.

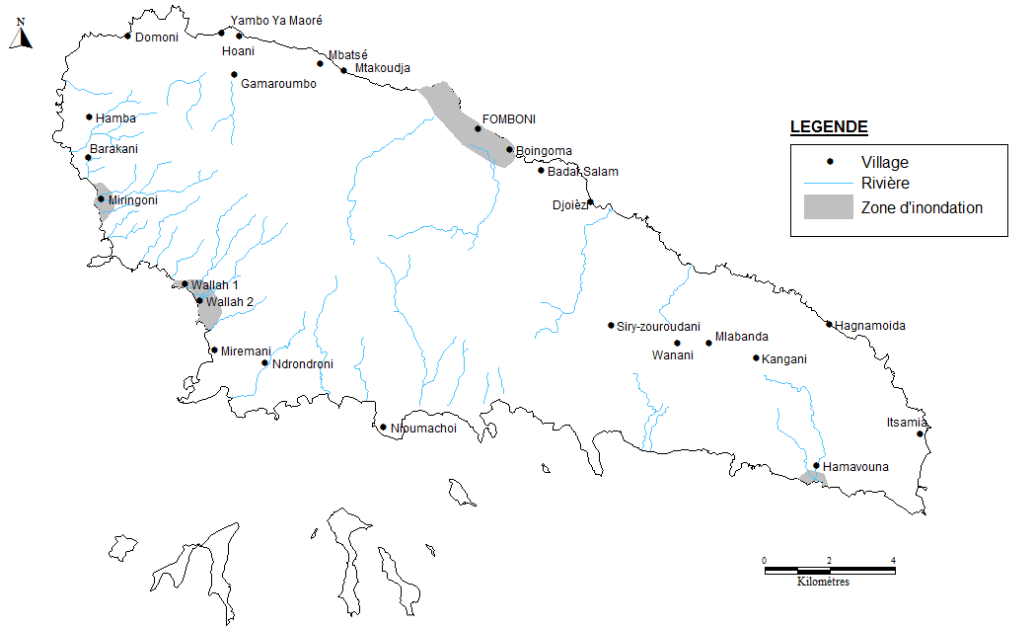


Fig.6 -Carte de zones inondables à Mohéli

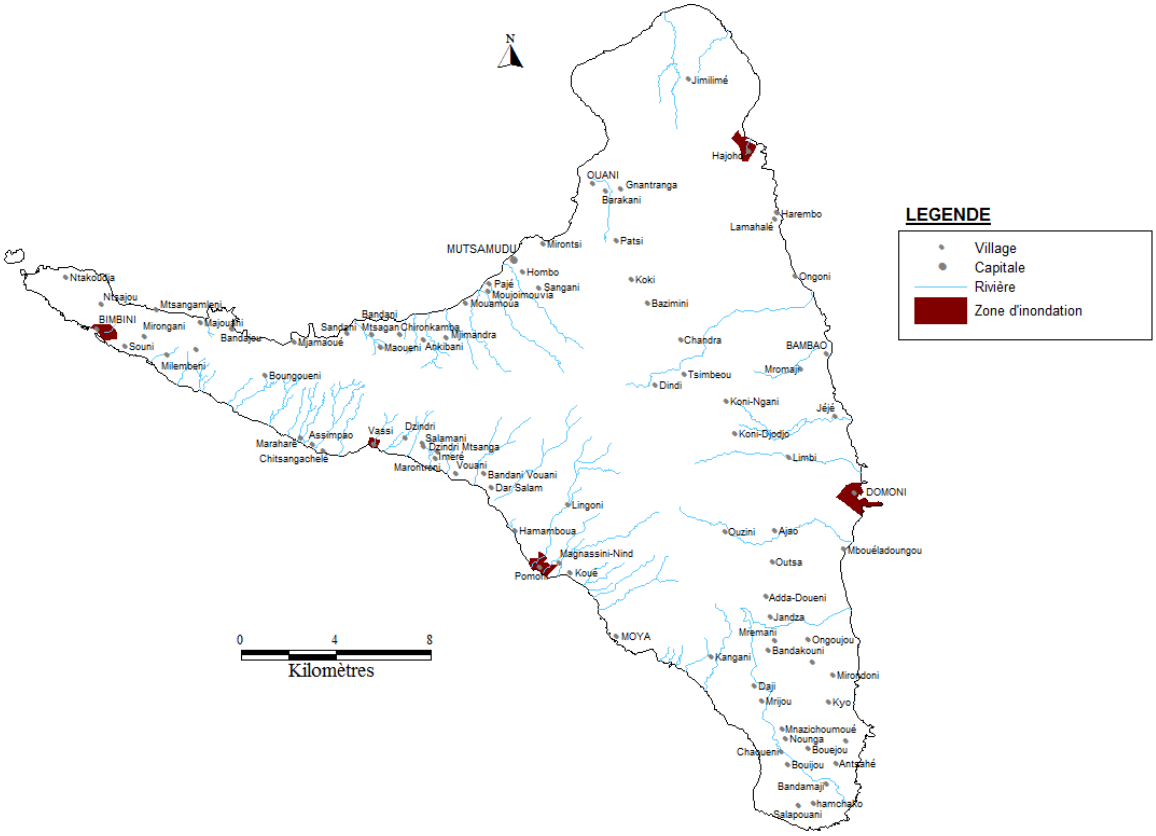


Fig.7- Carte des zones inondables à Anjouan

Mohéli et Anjouan sont les plus concernés par cet aléa, compte tenu de l'état d'érosion avancée des terres, plus imperméable. Ils présentent de ce fait, un ruissellement plus important qu'en Grande Comore, où les terrains constitués par des basaltes, sont plus fissurés, et donc plus favorable aux infiltrations.

A Mohéli, les zones les plus touchées par les inondations sont les régions de Fomboni, Miringoni, Ouallah et Hamvouna. Ces régions sont drainées par des cours d'eau très actifs, et se situent au niveau de leurs exutoires.

A Anjouan ce sont les zones de Bimbini, Vassi, Pomoni, Hajoho, Moya et Domoni qui sont les plus affectées. Les trois premières sont drainées par des cours d'eau actifs, principalement responsables de ces inondations. Pour Domoni et Moya, c'est surtout un problème d'évacuation des eaux pluviales, par l'absence de canalisation, qui est à l'origine des inondations.

En Grande comore, ces sont les régions de Dimani, Hambou, Bambao, qui sont les plus touchées. Il s'agit là d'un phénomène récent, dû essentiellement aux lahars, liés aux éruptions explosives du Karthala.

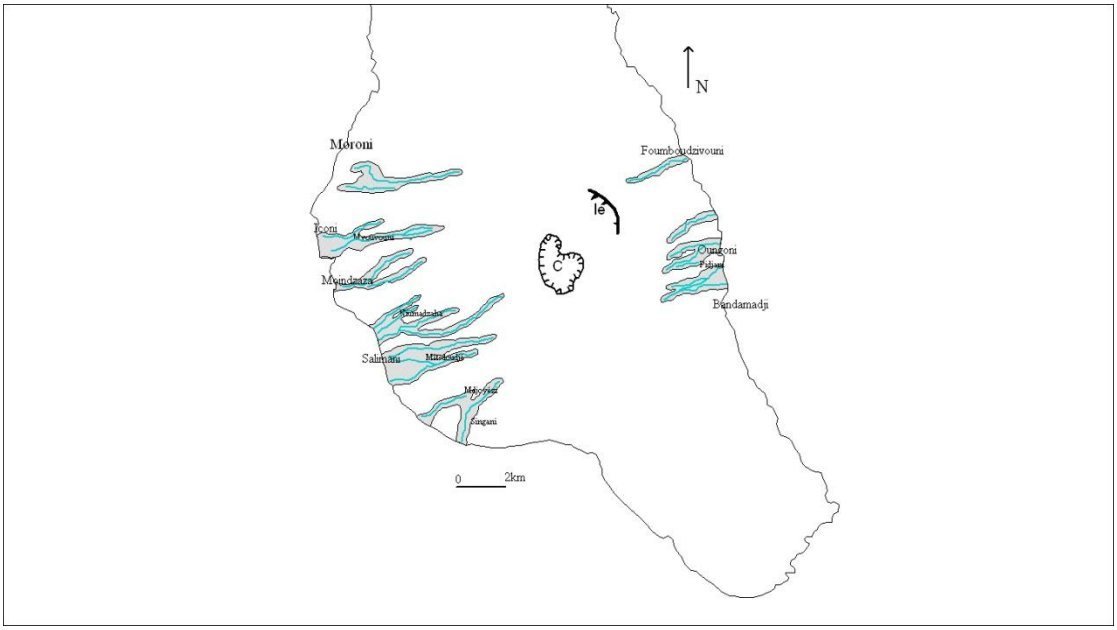


Fig.8 : Cartographie des lahars ou « coulée de boue ». *Les traits bleus représentent les ravines.* ***C*** *: zone de la caldéra.* ***le*** *: lieu d'effondrement.* ***Moroni*** *: Ville.*

2.3. Impacts

Ces inondations provoquent des dégâts importants sur la population, les habitations, les cultures, les infrastructures économiques et sociales. Certaines inondations peuvent violemment endommager les

champs, détruisant ainsi les récoltes ; Certains habitats en zones inondables peuvent être affectés, provoquant des dégâts importants au niveau des biens. L'absence de canalisation et de système d'assainissement dans les agglomérations accroit l'impact de ces inondations. Les infrastructures économiques, notamment les routes peuvent également être endommagées par imbibition, à cause de l'absence de système de canalisation et d'évacuation des eaux.

Ces effets peuvent ainsi entrainer des impacts au niveau socio-économiques.

Le tableau ci-dessous résume l'historique des inondations et leurs impacts dans les régions touchées.

Grande Comore			
Année	**Région**	**Impacts**	
2006	Sud-est	5morts et 2 blessés, 10 maisons et un pont détruit	
Avril 2009	Bambao , Dimani Domba(Pidjjani)	59 familles affectées, 2 blessures graves, Pollution des citernes et latrines bouchées 50 habitations en tole détruites ou touchées, Routes détruites Inondation des terres agricoles	
Anjouan			
Avril 2009	Sud ouest et Nord	43 familles affectées, 1 mort,1 village totalement évacué(Moudji Mvia ?) 77 habitations affectées, 3 ponts détruits, routes coupées	
Mohéli			
2002		Hoani-Wallah-Mbatse	
2009		L'île entière	125 familles affectées, 1 bléssé grave 27 habitations détruites

Tableau 6 : Historique des dernières inondations aux Comores et leurs impacts respectifs

Les inondations peuvent avoir des effets positifs sur les terrains agricoles par une augmentation de la disponibilité de l'eau, mais ces effets peuvent s'avérer néfastes sur les cultures lorsque l'inondation par les eaux persiste dans le temps.

Les pluies diluviennes, responsables des inondations terrestres provoquent des dégâts considérables sur les populations. Des vies humaines perdues, des biens privés, des infrastructures économiques détruits, des écosystèmes et une biodiversité dégradés.

3. Remontées des eaux océaniques

3.1. Description de l'aléa

C'est une intrusion périodique des eaux océaniques sur la terre ferme, entrainant parfois des inondations susceptibles d'affecter plusieurs villages sur le littoral. Ce phénomène peut être lié à plusieurs causes possibles dont :

- Les marées d'équinoxe

Les équinoxes correspondent à des périodes de la révolution de la terre autour du soleil où on obtient un alignement terre, soleil, lune. Dans ces positions, l'attraction lunaire sur la terre est à son niveau maximal, telle que l'on obtient des marées exceptionnelles. L'amplitude des marées est beaucoup plus élevée que d'habitude. Ces hautes marées peuvent être à l'origine des remontées d'eau océaniques au niveau de certains villages côtiers, notamment sans ouvrages de protection, entrainant des inondations importantes. Ces phénomènes sont amplifiés ces derniers temps par les phénomènes de réchauffement planétaires dont l'un des effets observés est l'élévation du niveau de la mer.

- La houle des tempêtes

La houle de tempête provoque un afflux d'eau marine, une surélévation du niveau de la mer qui inonde tout sur son passage, détruit tout sur le littoral. Elle provient des vents violents qui soufflent sur la surface de la mer autour du cœur cyclonique, et qui ont tendance à créer un courant très fort par frottement, normalement compensé en profondeur, au-delà de 50 à 60 m de fond, par un contre-courant de sens opposé. Lorsque le cyclone arrive au niveau du plateau continental ou tout près des terres, ce contre-courant n'existe plus, seul le courant de surface reste fortement établi.

Quant aux vagues générées, elles peuvent être monstrueuses, dépassant parfois 15 à 20 mètres autour des ouragans intenses. Et cette houle générée par les cyclones est généralement très énergétique et provoque des rouleaux immenses sur les rivages exposés, et ce jusqu'à une distance importante hors du système.

- L'élévation du niveau de la mer

L'élévation du niveau de la mer peut être causée par des facteurs multiples et complexes qui résultent conjointement des effets des apports en eau (des glaciers et calottes polaires), de l'expansion thermique de l'eau sous l'effet de sa température, et de la répartition des masses d'eau sous l'effet des grands courants et des vents et de la configuration des fonds et des côtes. L'élévation n'est en effet pas uniforme ; elle varie selon les régions de l'océan (selon la hauteur de la masse d'eau sous-jacente, la proximité par rapport à l'équateur, l'action des vents et grands tourbillons).

L'élévation du niveau de la mer peut être une conséquence du réchauffement climatique à travers deux processus principaux : d'une part, les changements de volume des océans dû à la dilatation thermique de l'eau (une eau chaude est plus volumineuse qu'une eau froide) et d'autre part, les variations de la masse d'eau contenue dans l'océan dû à la fonte des glaciers ou des calottes polaires.

- Glissement de flanc sur les fonds océaniques

Des phénomènes de glissement, provoquant parfois une sismicité ressentie, sont susceptibles de provoquer des soulèvements de masse d'eau, à l'origine d'une élévation sensible de l'eau de mer. Cette élévation se manifeste au niveau des côtes par une intrusion de l'eau sur les terres émergées entrainant des inondations.

3.2. Cartographie des remontées d'eau océaniques aux Comores

La cartographie sera établie à partir de la position de la zone par rapport à la mer, de sa morphologie et aux évènements historiques dans cette zone. Une cartographie sous-marine à haute résolution donnerait des informations supplémentaires sur la morphologie sous marine, facteur déterminant de la sensibilité d'une zone par rapport aux remontées des eaux océaniques, étant donné que la hauteur de la vague est inversement proportionnelle à la profondeur de la couche d'eau. Ces données, combinées aux données topographiques permettraient d'établir des cartes d'inondation, et voire de proposer des modélisations sur les inondations.

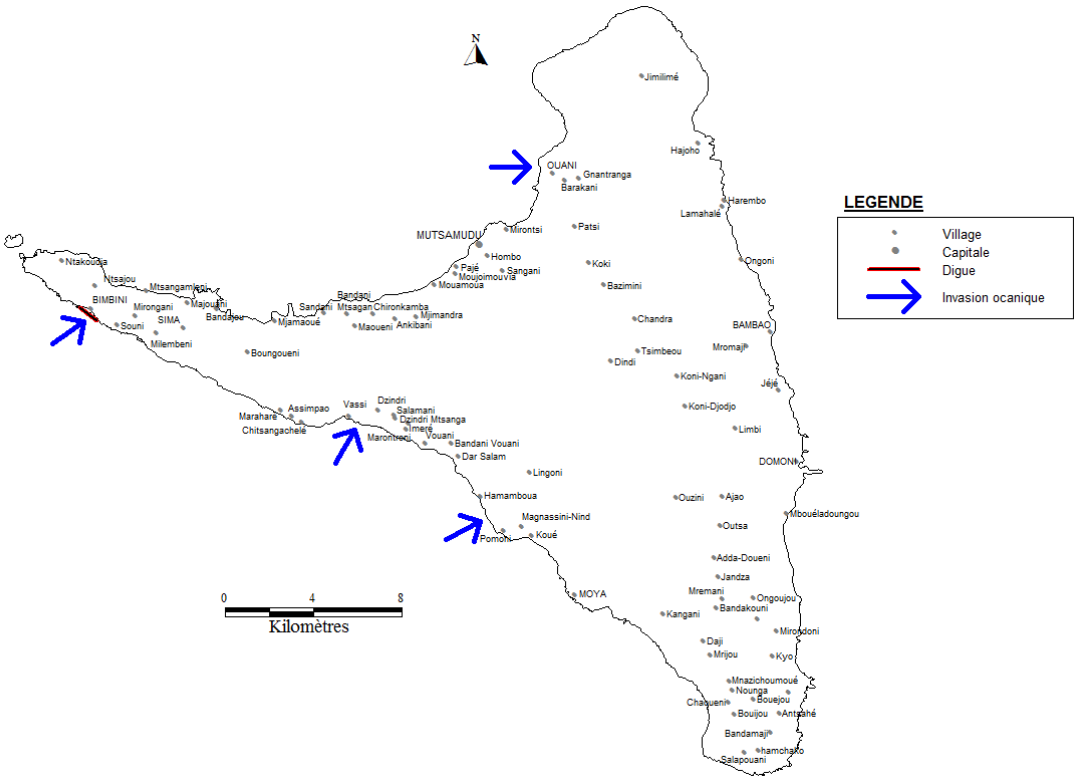


Fig. 9-Carte de l'aléa Invasion océaniques à Anjouan

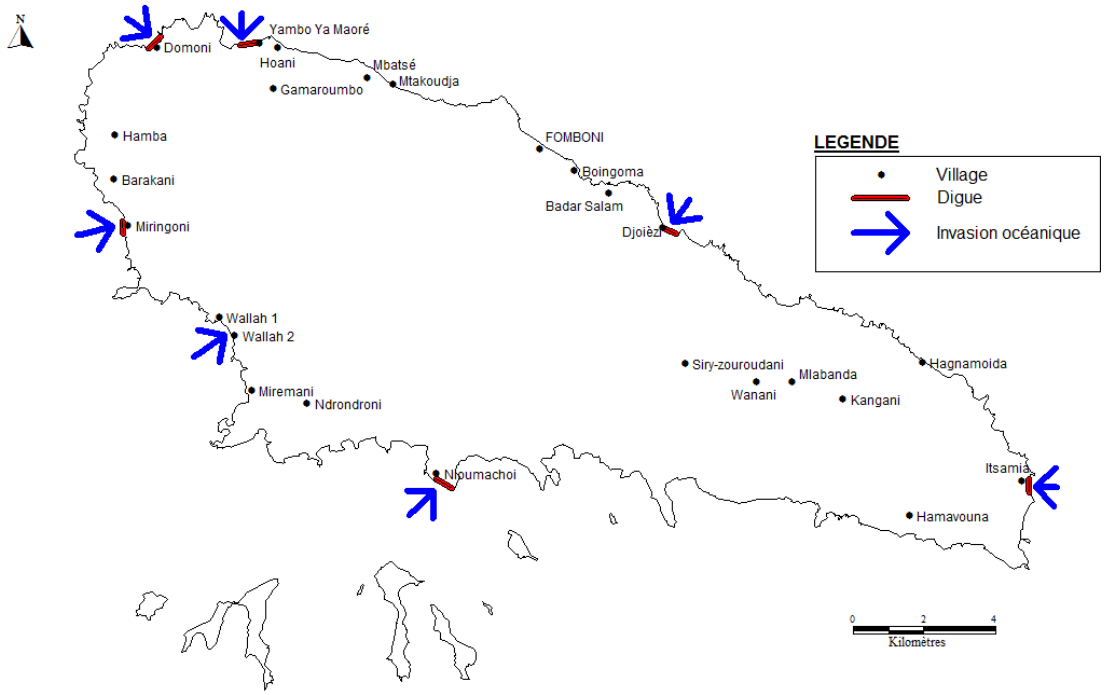


Fig. 10- Carte des invasions océaniques à Mohéli

Les régions les plus touchées par les remontées d'eaux à Anjouan sont Bimbini, Vassi, Pomoni et Ouani. A Mohéli c'est pratiquement tous les villages côtiers et à Ngazidja c'est surtout le nord de l'île de Bangoi Kouni à Mboikou, le sud est, Iconi-Mbachilé et le Nord Ouest dans la zone de l'aéroport. En Grande comore, c'est surtout du Nord ouest au Nord est et dans le sud.

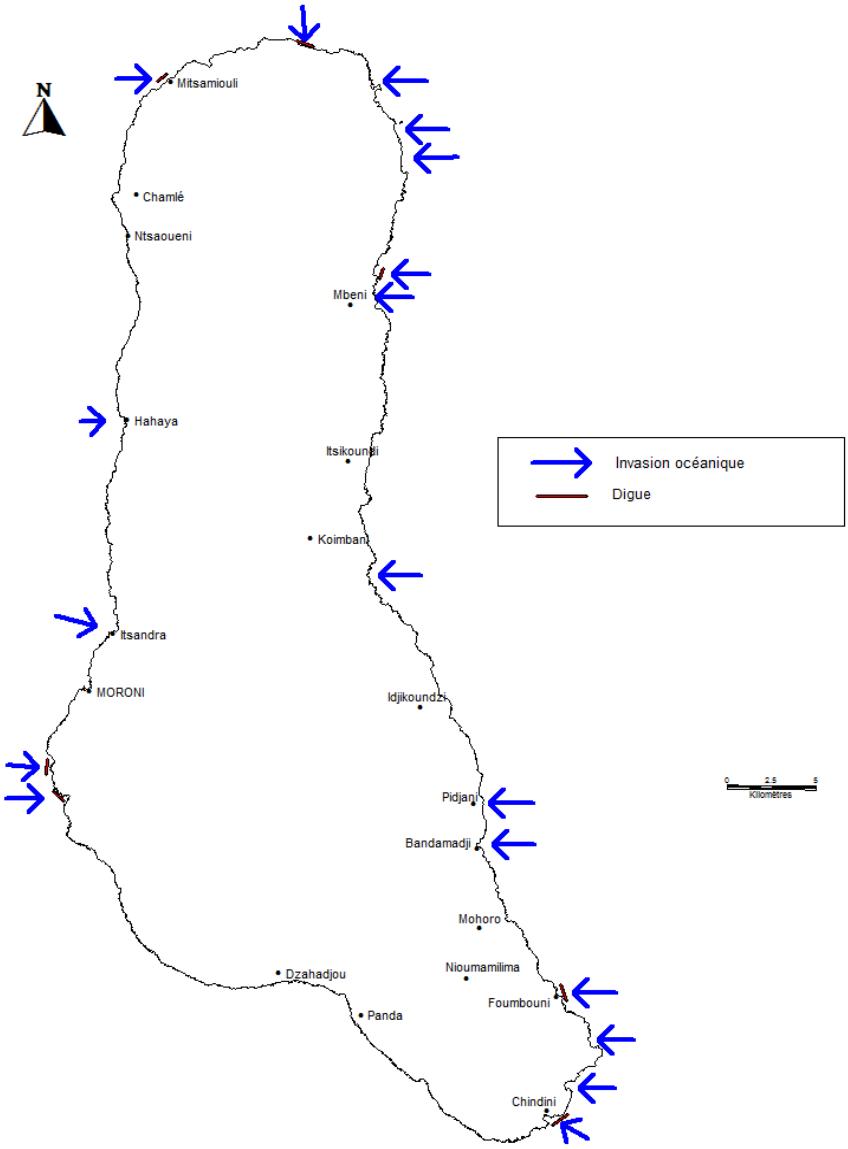


Fig.11- Invasions océanique en Grande comore

3.3. Impacts des remontées des eaux océaniques

L'impact des remontées d'eau océanique est néfaste pour les sols puisqu'il s'agit d'une intrusion d'eau salée pendant les marées de vives eaux, les marées d'équinoxes ou un tsunami. La salinisation des sols entraine une perte de leurs propriétés physiques pouvant entrainer une perte de la fertilité.

Ces montées des eaux touchent surtout le nord de la Grande Comore, plus particulièrement Bangoi kouni ; elles provoquent des inondations des habitations situées à quelques mètres du front de mer, envahissent les aires de jeu, les stades, les terres agricoles, les écoles, les places publiques. Bouni dans le Hamahamet est souvent victime des montées des eaux océaniques malgré la construction du mur de soutènement pour protéger les habitations.

L'historique de ces événements est résumé dans le tableau ci dessous :

Grande Comore		
Année	**région**	**Impacts**
2004	Nord de l'île	Inondation des habitations côtières
2007	Sud-Est	Digues et bâtiments détruits
Anjouan		
2007	Sud et Nord	Maisons et arbres emportées, terres agricoles détruites
Mohéli		
1996	Hoani Wallah	1 habitation détruite
1998	???	1 enfant tué

Tableau 7- Historique de la montée des eaux océaniques

B. Aléas géologiques

1. Aléas volcaniques

1.1. Description et cartographie

Les aléas volcaniques concernent surtout l'île de la Grande Comore, où le volcan Karthala est encore actif. Au cours du dernier siècle, le Karthala a connu en moyenne une éruption tous les onze ans, comme l'illustre le tableau en annexe 1. Ces éruptions se caractérisent par un dynamisme variable, selon qu'il y a

intervention de l'eau ou pas au cours de l'ascension magmatique. Les plus importantes sont les éruptions magmatiques, qui peuvent se produire sur les flancs, préférentiellement le long des rifts zones, à basse et haute altitude, ou sur la zone sommitale du volcan. La dernière éruption de ce type remonte à 1977, sur le flanc ouest du volcan. Avant et pendant l'éruption, une sismicité associée à des odeurs de gaz soufrés sont également ressenties. A la fin, l'on constate des dégâts et de rares pertes de vies humaines.

Le Karthala connaît également des événements à caractères explosifs de type phréatique. Ceux-ci résultent de l'interaction eau/magma. Ils mettent en place des produits à dominante cendreuse. Le plus souvent, ils sont accompagnés de dégagements de gaz toxiques, de projection de blocs de plusieurs tonnes et d'une forte sismicité.

L'occurrence de l'aléa volcanique dépend donc du type de l'éruption, explosive ou magmatique, et leur ampleur dépend de l'intensité et de l'éruption. Ils peuvent potentiellement affecter des zones habitées. Les principaux aléas volcaniques, les plus fréquents sur la Grande Comore sont les suivants :

- <u>Coulée de lave</u>

En Grande Comore, les coulées de lave constituent l'aléa volcanique le plus direct (fig. XX) et le plus fréquent. Avec une vitesse moyenne de 3 Km/h, les coulées de laves mettent rarement en danger la vie des personnes, mais n'épargnent pas leurs biens, moyens d'existence et propriétés. Lors d'une éruption magmatique, des écoulements souterrains de lave (tunnels de lave) peuvent également être mise en place : la lave peut parcourir plusieurs kilomètres en profondeur. Plusieurs grottes, identifiées un peu partout sur le Karthala, sont le témoignage de ces tunnels de laves

Photo 1- Tunnel de lave de >2km de long, 4 m de large et 2m de haut.
Volcan Karthala. (Photo de Louise).

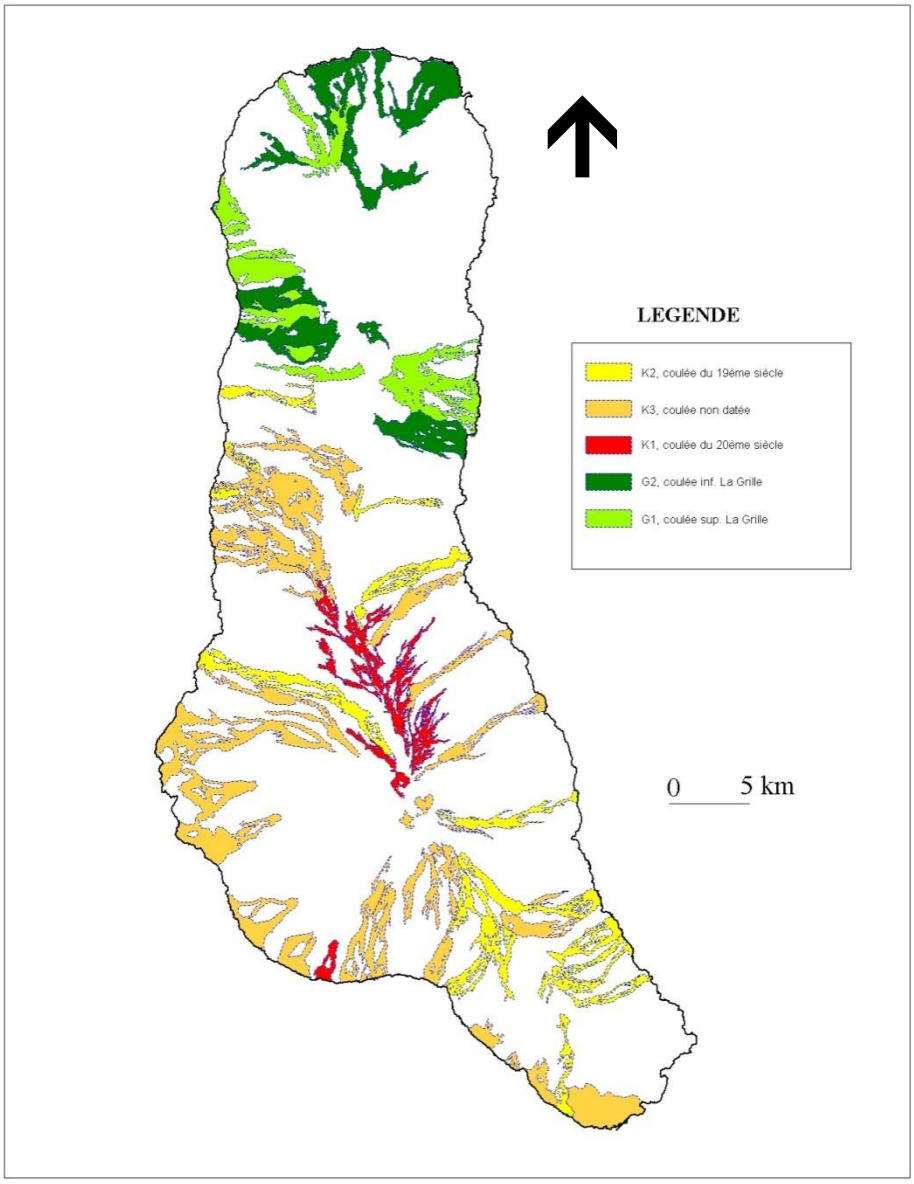


Fig.12- Carte des coulées récentes de la Grande Comore

Les coulées sont émises préférentiellement à partir des zones de failles ou rift-zones. Sur l'île de la Grande Comore, on observe un rift zone nord, orienté nord-nord/ouest, et un rift-zone sur, orienté sud-sud/ouest, et deux failles secondaires sur les flancs ouest du Karthala.

Les coulées peuvent également s'établir à partir de la zone sommitale du volcan, en se déversant vers la mer, suivant les lignes de plus grande pente, ou sur les flancs, à basse altitude, donc à proximité de village (cas de singani, en 1977). Quelque soit leur lieu d'émission, la plupart des coulées parviennent au niveau de la mer. Exemple de la coulée de 1859 qui est descendue jusqu'à l'actuel aéroport de Hahaya. La coulée de 1858 issue du sommet du Karthala parcourt 12 km pour descendre vers le nord de la capitale Moroni, avant de finir en mer.

- Cendres volcaniques

Lors des éruptions explosives résultant de la vaporisation de l'eau, des panaches pouvant atteindre plusieurs kilomètres de haut, sont générés. Ceux-ci sont chargés en cendres, gaz,… qui commencent à retomber dès que la vitesse d'ascension s'annule. Ils sont transportés suivant la direction dominante des vents.

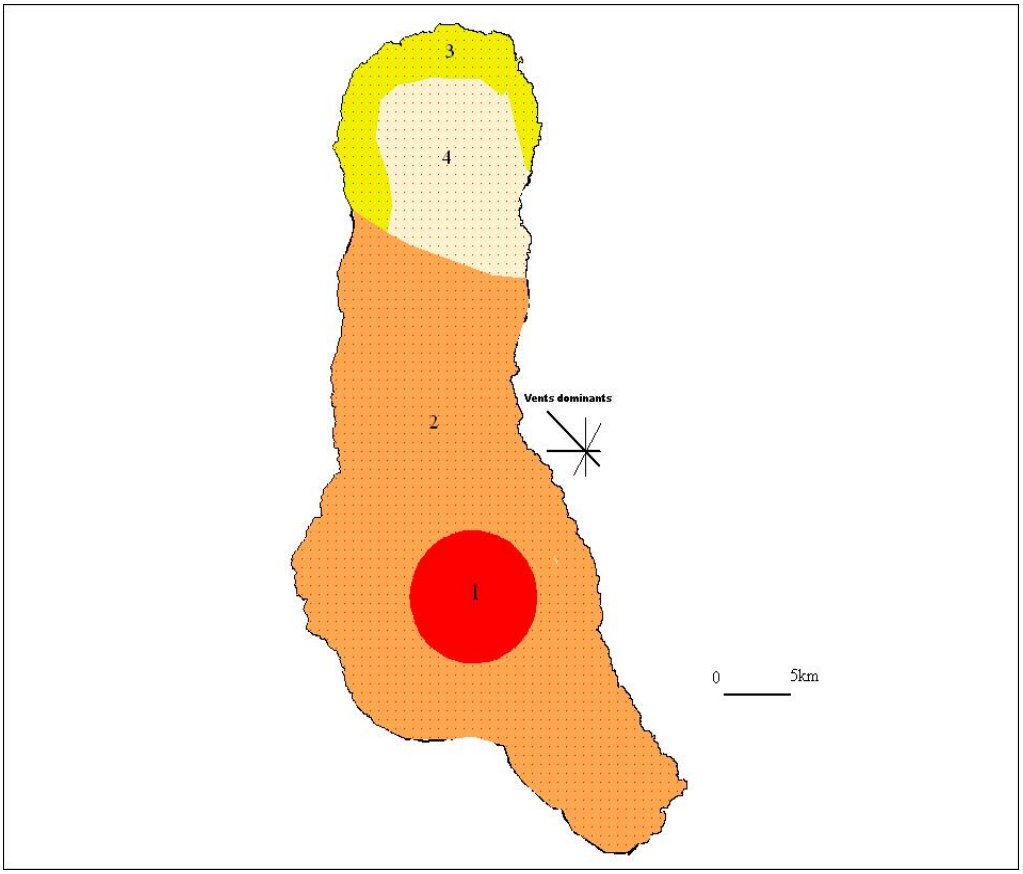


Fig. 13- ***Cartographie aléa « cendre Volcanique ».*** *1 : aléa très élevé. 2 : aléa élevé. 3 : aléa moyen. 4 : aléa faible*

La cartographie de l'aléa « cendre volcanique » a pris en compte les paramètres direction des vents, les zones arrosées par la cendre lors des éruptions, le positionnement des appareils susceptibles de produire des éruptions à caractères explosifs et la fréquence de ce type d'éruptions.

- Les gaz

Les gaz font partie intégrante du magma. Ils peuvent être dégagés en quantité importante en période d'activité, au cours des éruptions ; mais sont également émis en dehors des éruptions, au niveau des fumerolles. Au Karthala, deux bouches principales émettent en permanence des fumerolles : le cratère « Chagnouméni » et « la Soufrière ».

Plusieurs études ont montré que les gaz émis sont principalement de la vapeur d'eau, le CO_2, le SO_2, H_2S et l'Hydrogène (à environ 80%) ; d'autres types de gaz tels que le CO, HS, HF, HCl et He sont présents en quantité faible (moins de 1%).

Les problèmes posés par les gaz sont d'autant plus importants que l'on se trouve à proximité de la zone d'émission ; mais leur concentration va en diminuant rapidement lorsqu'on s'en éloigne par l'effet de dilution par la circulation des vents.

Ces gaz peuvent être ressentis par la population autour du massif du Karthala, même au niveau du littoral, mais sont rarement toxiques à cause de cet effet de dilution

1.2. Les impacts liés aux aléas volcaniques

Les aléas volcaniques génèrent à degré divers, des impacts tant sur le milieu physique, en entrainant des changements au niveau de la faune, de la flore, de leur habitats et du paysages, qu'au niveau de l'activité socio-économiques, par les destructions qu'ils peuvent entrainer.

- Impacts socio-économiques : En détruisant tous sur son passage, les coulées de lave entrainent des dégâts importants au niveau de l'habitat, des biens des populations et des équipements collectifs et des infrastructures majeures tels que les routes. La coulée de 1977 a non seulement brûlé plusieurs maisons (280) et couvert plusieurs mètres (566 m) de routes, mais forcé les habitants de Hetsa et Singani à fuir leurs villages. Les retombées pyroclastiques sont susceptible de mettre le feu sur les habitations avoisinantes, à plusieurs dizaines voir centaines de mètres.

De plus, elles perturbent considérablement le fonctionnement socio-économique d'une région, voire à l'échelle du pays. Elles peuvent conduire à un déplacement d'une population maîtrisée (évacuation) ou non maîtrisée (faisant suite à des comportements de panique).

Une grande partie des terrains agricoles situés sur les flancs du Karthala, sont susceptibles d'être affectés par les coulées de lave à venir. Le sol occupé par la coulée est une terre perdue pour des longues années, avant la genèse d'un sol cultivable dans les zones affectées. En effet, les coulées de lave provoquent une calcination totale de la fraction organique du sol. Cette destruction du sol conduira à une perte considérable pour les potentialités agricoles de l'île.

- Impacts sur les ressources en eau :

Dans les îles volcaniques telle que la Grande Comore, les ressources en eau utilisées proviennent de deux types d'aquifère : les nappes de base et les nappes d'altitude ou perchées. Les modifications thermiques, gravimétriques ou encore géométriques accompagnant une éruption du Karthala, peuvent conduire à une modification de la géométrie de la nappe.

Au cours d'une éruption explosives, les retombées de cendres entrainent la pollution des eaux dans les citernes non couvertes en les rendant impropres à la consommation.

- Impacts sur le milieu physique

Effet de serre : Les gaz émis au cours des éruptions volcaniques sont pour la plupart des gaz à effet de serre, le plus important étant le gaz carbonique (CO_2) et le dioxyde de soufre (SO_2). Ils contribuent de manière importante aux phénomènes de réchauffement planétaire et des modifications climatiques.

Les pluies acides : Le SO_2 émit réagit avec les vapeurs d'eau pour former l'acide sulfurique, pouvant donner naissance à des pluies acides. L'acide chlorhydrique (HCl), très soluble dans les gouttelettes d'eau de condensation, peut aussi contribuer à ces phénomènes.

Les nuages cendreux formés lors des éruptions explosives peuvent entrainer une réduction de la visibilité, et provoquer une perturbation de la circulation aérienne lorsqu'ils sont très denses. L'importance du nuage réduit la lumière solaire, entraînant ainsi une réduction de l'activité photosynthétique des végétaux.

- Impacts sur le milieu biologique

Les éruptions du Karthala peuvent entrainer des impacts au niveau de la flore endémique du Karthala : en effet, compte tenu de la disposition de cette forêt tout autour du massif du volcan, ces espèces sont directement menacées par les différentes manifestations volcaniques telles que les émanations de gaz, les nuages cendreux, les épanchements de lave…

Outre l'effet direct des aléas volcaniques, ces espèces sont également menacées de disparaître à la suite de la destruction de leur biotope par les coulées de lave de grands débits, susceptibles d'être émises par des évents à moyenne et haute altitudes sur les flancs du Karthala. Tous ces phénomènes entraîneront une réduction de la biodiversité, encore riche au niveau de cette forêt.

Outre le milieu marin en général, plusieurs zones sensibles sont susceptibles d'être touchées : la plus importante est la côte sud-ouest de l'île de Grande Comore, qui constitue le seul biotope du Cœlacanthe, espèce rare et d'intérêt scientifique mondial. Cette zone où est projetée la création d'un parc marin pour cette espèce « fossile-vivant », se trouve donc sous la menace des écoulements de lave. Bien que localisé à des profondeurs importantes, le biotope du cœlacanthe soit susceptible d'être modifié ou perturbé par une éruption dont l'évent serait situé en mer, entraînant ainsi la perte de cette espèce.

- Impacts sur la santé

Les phénomènes volcaniques s'accompagnent d'un dégagement de gaz toxiques qui ont des effets néfastes sur la santé de l'Homme. En Grande Comore, les atteintes à la santé humaine seront perceptibles, surtout lorsque les gaz dégagés au cours des éruptions sont transportés par les vents vers les zones habitées (forte odeur).

Les plus dangereux sont le dioxyde de soufre (SO_2) et le dioxyde de carbone (CO_2) ; on peut néanmoins souligner les émissions en quantité variable de sulfure d'hydrogène (H_2S), d'hydrogène (H_2), de monoxyde de carbone (CO), d'acide chlorhydrique (HCl), de fluorure d'hydrogène (HF) et d'hélium (He).

L'effet sur la santé humaine de ces gaz dépend de leur concentration, de la proximité par rapport à la source et de la durée d'exposition. Les vents jouent un rôle essentiel car, ils constituent le facteur de propagation, mais aussi de dilution des concentrations.

Les retombées de cendre lors des éruptions explosives sont susceptibles d'entrainer des problèmes respiratoires par inhalation ou de suffocation au niveau des personnes sensibles. Un enfant a été tué par suffocation lors de la dernière éruption explosive de novembre 2005.

2. Séismes

2.1. Description et cartographie

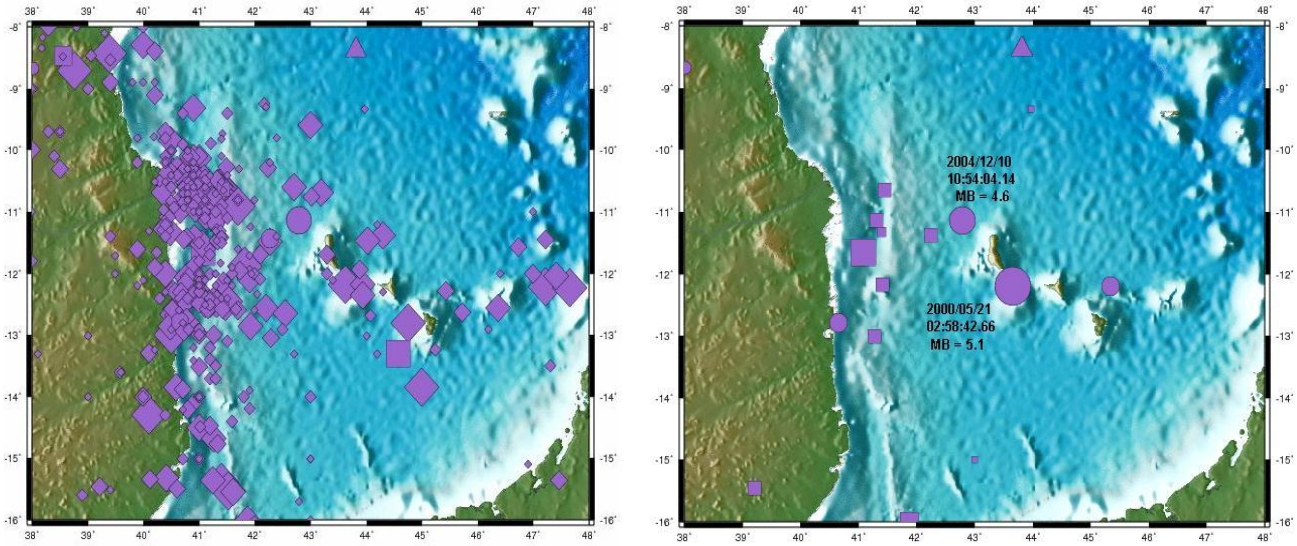
Un tremblement de terre peut être généré par la fracturation du sol suite à un événement tectonique (déplacement de plaques, glissement de flancs, effondrement d'unité structurale…) pouvant être destructeur. La sismicité induite qui se traduit par une propagation d'ondes est généralement ressentie par la population.

La taille d'un tremblement est exprimée par sa magnitude qui est une mesure de la taille relative de l'onde enregistrée sur le sismographe. Un séisme de magnitude M~3 est généralement ressenti par les gens

proches de la source, ceux dont M>5 sont potentiellement préjudiciables, les tremblements de M≈7 qui se produisent dans les zones habitées, créent des dégâts énormes.

L'archipel des Comores n'est pas situé sur une zone sismique très active, à proximité des grandes failles tectoniques. Cependant, il peut être affecté par l'activité du réseau de faille lié au rift valley, en Afrique de l'est. En effet, les Comores se situent sur le prolongement de l'axe du rift valley ; des études récentes ont mis en évidence l'existence d'un réseau de failles sur le fond océanique, précurseur d'une sismicité active sur la partie ouest du canal de Mozambique. Cette sismicité est susceptible d'affecter les Comores.

Par ailleurs, des glissements de flanc au niveau du relief des fonds océaniques peuvent également être à l'origine de phénomène sismique, susceptible d'affecter l'archipel.



a) b)

Fig. 14 : Sismicité régionale sur le canal de Mozambique a) de 1964 à 2004 et b) de 200 à 2004

Peu de tremblements d'origine tectonique sont enregistrés actuellement au niveau des Comores. Ils sont qualifiés de « séismes régionaux ». Leur origine et leur localisation exactes sont inconnues, à partir du réseau de l'observatoire du Karthala. Seuls les réseaux mondiaux d'observation des séismes permettent de les localiser.

Certains de ces séismes peuvent présenter des magnitudes élevées. Des tremblements de terre de magnitude M>4 ont été enregistrés en Grande Comore depuis 1950. On note à plusieurs reprises, la fracturation des murs de citernes d'eau (faites à base de ciment et sable corallien), d'effondrement de toit d'ancienne maison.

Un exemple récent, dans la nuit du 20 au 21 mai 2000, un fort séisme de M=5 a été ressenti au sud de l'île Grande Comore (on en ignore les dégâts) mais sur l'île de Mohéli, une femme est décédée de crise cardiaque suite à la fracturation des murs de sa maison.

Outre cette sismicité d'origine tectonique, un autre type de sismicité est directement lié à l'activité du volcan Karthala ; en effet, la plupart des séismes en Grande Comore sont liés au mouvement du magma et au fonctionnement du système hydrothermal du Karthala. Ces séismes précèdent et accompagnent une éruption. Ils sont nombreux (plusieurs centaines/éruption) et produisent des ondes qui provoquent assez rarement de dégâts. Pour de nombreuses éruptions, de tels séismes sont perceptibles par la population. Les éruptions magmatiques de 1972, 1977 et 2007 et les éruptions explosives de type phréatique de 1991 ou phréatomagmatique de 2005, ont été précédées de tremblements de terre provoquant l'exode des gens habitant près de la source vers Moroni ou fuyant cette ville.

Date	**Heure locale**	**Magnitude**	**Origine**	**Zones concernées**
13 au 19/01/2007		Entre 3 et 4	Sismicité induite par injection magmatique en surface (post-éruption)	2/3 sud de l'île autour du volcan
01/06/2007	15h42mn	3	volcanique	Sud-ouest de l'île
01/06/2007	21h 43mn	2.7	volcanique	Sud-ouest de l'île
27/07/2007	09h 29mn	2.9	volcanique	Sud-ouest de l'île
16/09/2007	06h 25mn	4.4	Tectonique (effondrement océanique)	Sud de l'île
03/10/2007	07h 22mn	2.7	volcanique	Sud de Moroni
17/10/2007	06 h08mn	2.7	volcanique	Sud de Moroni
21/01/08	18h 30mn	4,6	volcanique	Bambao-Hambou
21/01/08	05h 49mn	4,7	volcanique	Bambao-Hambou
16/03/08	22h 03mn	3	volcanique	Hambou

Tableau 8- Séismes liés au volcan ressentis par la population depuis les événements de 2005.

Lors de l'éruption du Karthala en 2007, l'injection magmatique dans les niveaux superficiels, a généré des séismes ressentis par la population. Tous ces séismes sont localisés à l'aplomb du volcan soit entre – 3 et + 1km sous le volcan. Ces séismes liés directement au déplacement de fluides ou de magmas en fracturant le sol, engendrent des tremblements de terre ressentis par la population de la région Bambao-Hambou.

2.2. Impacts liés aux séismes

Peu d'impacts liés aux séismes sont enregistré au niveau des Comores, compte tenu du faite qu'il y a peu de séisme de forte magnitude enregistré dans le pays. Lorsqu'ils surviennent, les séismes peuvent entrainer des effondrements de maison, notamment les plus anciennes, au niveau des médinas. Il n'existe pas de norme parasismique en vigueur au niveau national.

Les séismes entrainent généralement des mouvements de paniques pouvant entrainer des déplacements de populations, qui a tendance à fuir les zones affectées. C'est la cas dans le village de Singani lors de la sismicité qui avait précédé quelques jours avant, l'éruption du 5 avril 1977.

Photo 2-Effondrement d'une maison dans la ville de Moroni, suite à un tremblement de terre généré par un séisme volcano-tectonique, en janvier 2007 (photo Nassor H.)

3. Tsunamis

3.1. Description et cartographie

Un tsunami ou raz-de-marée est une vague géante provoquée par un mouvement rapide d'un grand volume d'eau océanique. Ce mouvement est en général dû à un séisme, une éruption volcanique sous-marine de type explosif ou bien un glissement de terrain sous-marin ou aérien de grande ampleur. Un impact météoritique peut aussi en être la cause, de même qu'une explosion atomique sous-marine.

Bien que les tsunamis puissent atteindre une vitesse de 800 km/h quand le fond de l'océan est profond, ils sont imperceptibles au large, car leur amplitude y dépasse rarement le mètre pour une période (temps entre deux vagues successives) de plusieurs minutes à plusieurs heures. Ils peuvent toutefois provoquer d'énormes dégâts sur les côtes où ils se manifestent par :

- une baisse du niveau de l'eau et un recul de la mer dans les quelques minutes qui les précèdent;
- et/ou une élévation rapide du niveau des eaux pouvant atteindre 60 mètres provoquant un courant puissant capable de pénétrer profondément à l'intérieur des terres lorsque le relief est adéquat (plat).

En fonction de l'intensité de l'action mécanique qui les génère et de la géométrie de l'océan, ils peuvent se propager sur des milliers de kilomètres et peuvent toucher plusieurs continents, dans des zones où le séisme ou l'éruption volcanique n'ont pas été ressentis; on parlera alors de télé-tsunami ou tsunami transocéanique.

L'énergie de la vague d'un tsunami peut avoir des conséquences dramatiques sur l'ensemble des îles avec une forte intensité dans les villages côtiers. En effet l'urbanisation anarchique des agglomérations, la forte densité et la proximité des infrastructures par rapport au front de mer laissent envisager le pire en cas de tsunami. Dans les grandes agglomérations et les capitales, les réserves d'hydrocarbures, les écoles, les centrales électriques, les bâtiments administratifs sont tous situés à une distance inférieure au pas géométrique. Un raz de marée entrainerait une perte de vies humaines et de tous ces biens et plongeraient le pays dans une crise économique, sociale et environnementale sans précédent.

Il existe deux zones tsunamigènes dans l'océan indien, susceptibles d'affecter les Comores :

- l'Asie du sud-est à l'est de l'océan indien, au large de l'Indonésie : les tsunamis générés dans cette zone mettent plusieurs heures avant d'atteindre les côtes malgaches et comoriennes. Ces tsunamis

n'affectent que faiblement les Comores car, compte tenu de la distance, les vagues sont atténuées lorsqu'elles parviennent au niveau de l'archipel. Madagascar constitue par ailleurs un bouclier qui contribue à l'atténuation des effets de ces vagues. L'exemple le plus récent est le tsunami du 24 décembre 2004, provoqué par un séisme survenu au large de Sumatra ; ce tsunami n'a été que faiblement ressenti sur les côtes des îles de l'archipel des Comores (hauteur des vagues de 3m en moyenne)

- La zone de Makran, au niveau du golfe d'Arabie : cette zone est située directement au nord, à l'appoint du canal de Mozambique. N'étant pas très éloignée géographiquement, les tsunamis générés dans cette zone peuvent sérieusement affecter les Comores ; les vagues peuvent en effet subir une intensification à leur entrée du cana de Mozambique.

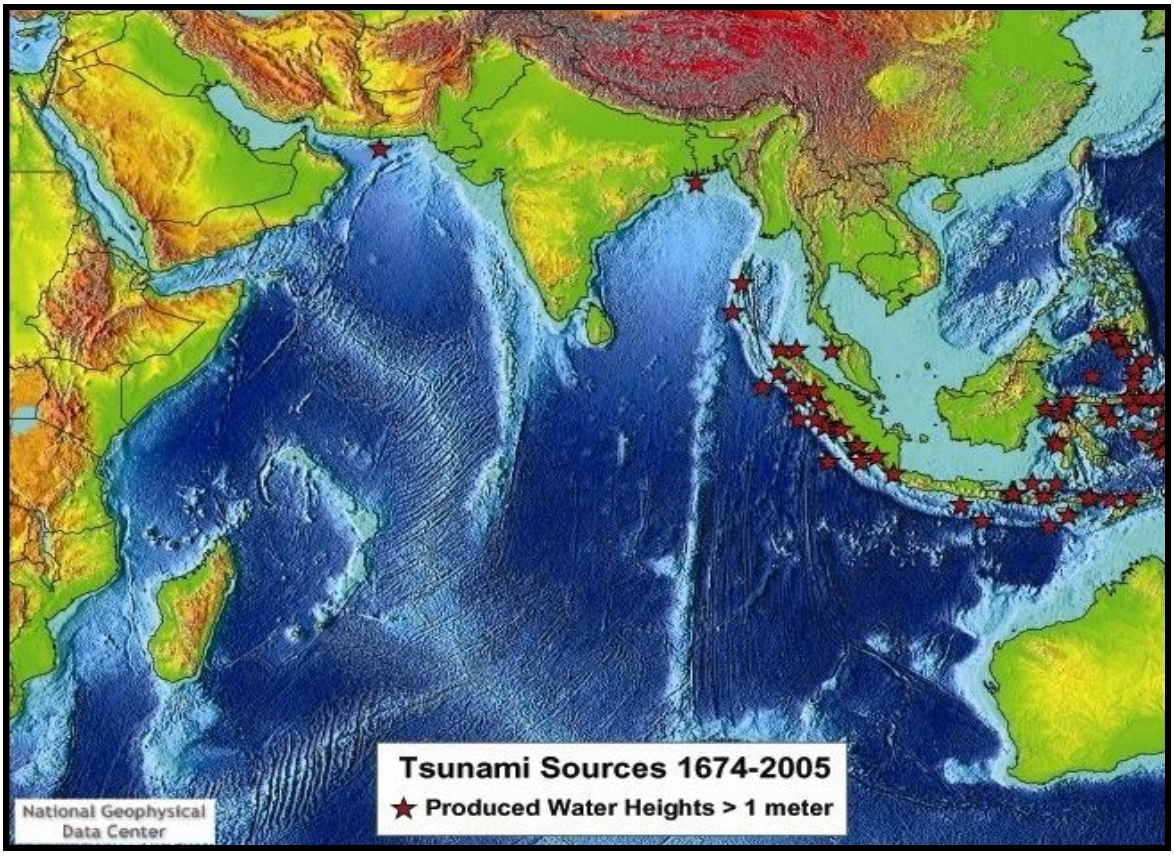


Fig. 15- Cartographie des zones tsunamigènes dans l'océan indien

Outres ces deux zones tsunamigènes, il est possible qu'un tsunami soit généré au niveau régional, sur le canal de Mozambique, consécutivement à l'activité du réseau des failles tectoniques sur le fond océaniques, lié à l'activité du rift valley.

Enfin, l'éventualité d'un tsunami d'origine volcanique, qui serait provoqué par une éruption explosive sous marine ou par un glissement de flanc du Karthala en mer doit être prise en compte.

3.2. Impacts des tsunamis

L'arrivée des vagues générées par un tsunami entraine des effets néfastes au niveau des villes et villages côtiers. Outre les inondations qu'entraine l'intrusion des eaux océaniques, la violence des vagues induite par leurs vitesses élevées (environ 300 Km/h), est à l'origine des nombreux dégâts mais également de nombreuses victimes. Selon la hauteur des vagues, et leur vitesse, leur déferlement peut pénétrer jusqu'à des dizaines de mètres sur la terre ferme, entrainant des inondations et des destructions importantes.

Les études récentes, sur l'impact du tsunami du 24 décembre 2004 dans le sud ouest de l'océan indien a montré que les vagues avaient atteint une hauteur allant jusqu'à 6m (run-up) dans certains villages côtiers du Nord-Est de Grande Comores (cf tableau en annexe 2).

4. Erosion et glissement de terrain

4.1. Description de l'aléa

Erosion et glissement de terrain se manifestent par un déplacement de matériaux géologiques de taille diverses, d'un point à un autre. Ce déplacement est le résultat d'une déstabilisation d'un massif ou d'un terrain géologique par une activité volcanique, un séisme, ou par l'action de l'eau.

Les glissements de terrain sont généralement liés à une activité volcanique interne responsable de cette déstabilisation ; éboulements et érosion par contre sont fréquemment liés à l'action de l'eau, associé à des pentes sur des terrains peu cohérents. L'érosion pet se manifester également au niveau côtes, par l'action continue de la houle et des vagues sur les zones côtières.

L'érosion côtière est le départ de la couverture végétale du littoral sous l'action des vagues. Aux Comores, elle prend des proportions très inquiétantes à cause des effets conjugués d'une morpho-dynamique naturelle et des actions anthropiques.

Les traces de ce fléau s'observent sur de nombreux sites:

- En Grande Comore, elle est surtout marquée sur le littoral allant d'Iconi, Mbachilé et Moindzaza Mboini dans la partie centre de l'île, vers Domoni (exploitation du sable), sous les falaises de Djomani à Ndzaouzé, à Ndroudé, Dimani dans le nord et dans le sud à Malé, Ourovéni, Foumboni et à Chindini.

- A Anjouan, l'érosion côtière est provoquée principalement par le prélèvement des matériaux le long de l'itinéraire routier de Pagé à Pomoni et aux environs de Domoni, qui provoque une fragilisation du littoral et une modification de sa zone tampon, laissant ainsi la place au grignotage de la plate-forme routière ou à sa destruction lorsqu'elle longe la cote. Il faut noter aussi une érosion massive à Ouani qui menace actuellement l'aéroport et a fait disparaître une bonne partie du linéaire côtier.

- A Mohéli, le phénomène est plus important à Fomboni, Djoiézi, Miringoni. L'érosion côtière est ponctuelle sur des petites parcelles de côtes pouvant être attribuée à l'avancée de la mer causée par le changement climatique.

En plus de la dynamique naturelle de sédimentation et d'érosion modelant les côtes, celles des Comores sont fragilisées par la double agression de prélèvement de sable des plages et de dépôts terrigènes provoquant la mort des écosystèmes côtiers (coraux, mangroves, herbiers...) qui servent de zone tampon indispensable à l'interface terre/mer. Ces dépôts terrigènes proviennent des zones de déforestation dont la terre est emportée par les eaux de ruissellement le long de fortes pentes.

Des études géologiques sur la Grande Comore (Bachelery et al, 1996), ont mis en évidence des zones de glissements de terrain, qui seraient provoqués par la géodynamique du volcan Karthala. Des traces de ces glissements sont identifiées dans la région de Mbadjini, des glissements de terrain s'observent entre Foumbouni, Malé et Dimani (versant Est de Karthala) à cause de fortes pentes. Sur la zone sud de Miréréni (côte Est) les plages ont disparu en raison d'un transport de matière terrigène en relation avec l'érosion de la zone adjacente de Dimani.

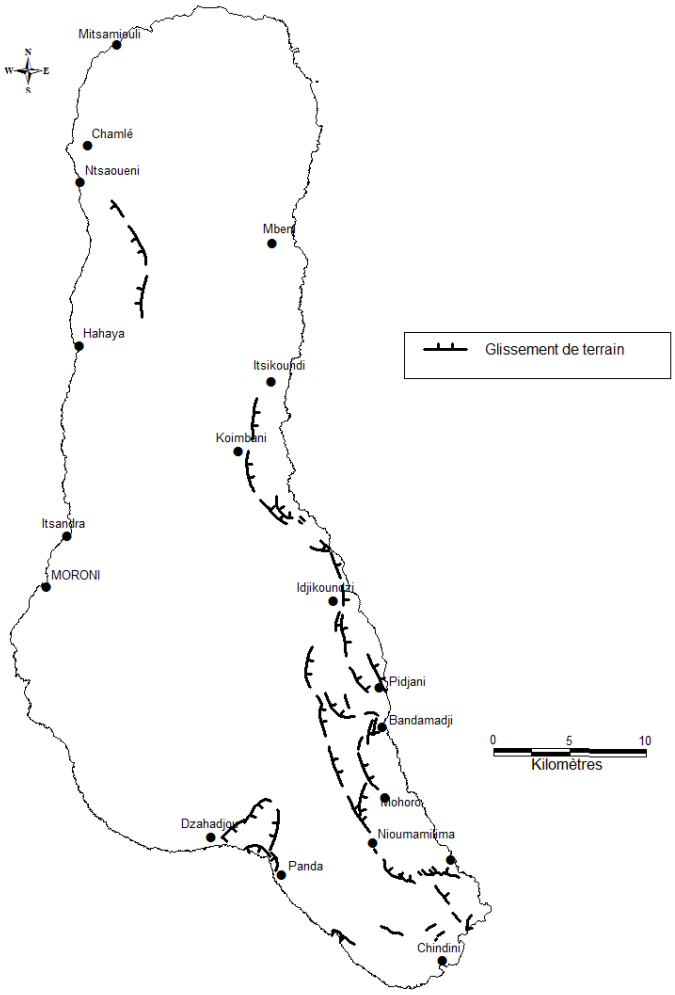


Fig.16- Cartographie des zones de glissement de terrain à Ngazidja

A Anjouan et Mohéli ces sont les phénomènes d'éboulement qui affectent notamment certains axes routiers. Ils s'observent principalement à Anjouan sur les régions de Koni Djojo, Hadjoho Bazimini et Moya, où le relief est très accidenté avec des pentes très abruptes. A Mohéli, c'est surtout dans la région entre Miringoni et Domoni et sur la route de Nioumachoi, au niveau du village de Ndrérémani que ce phénomène est observé.

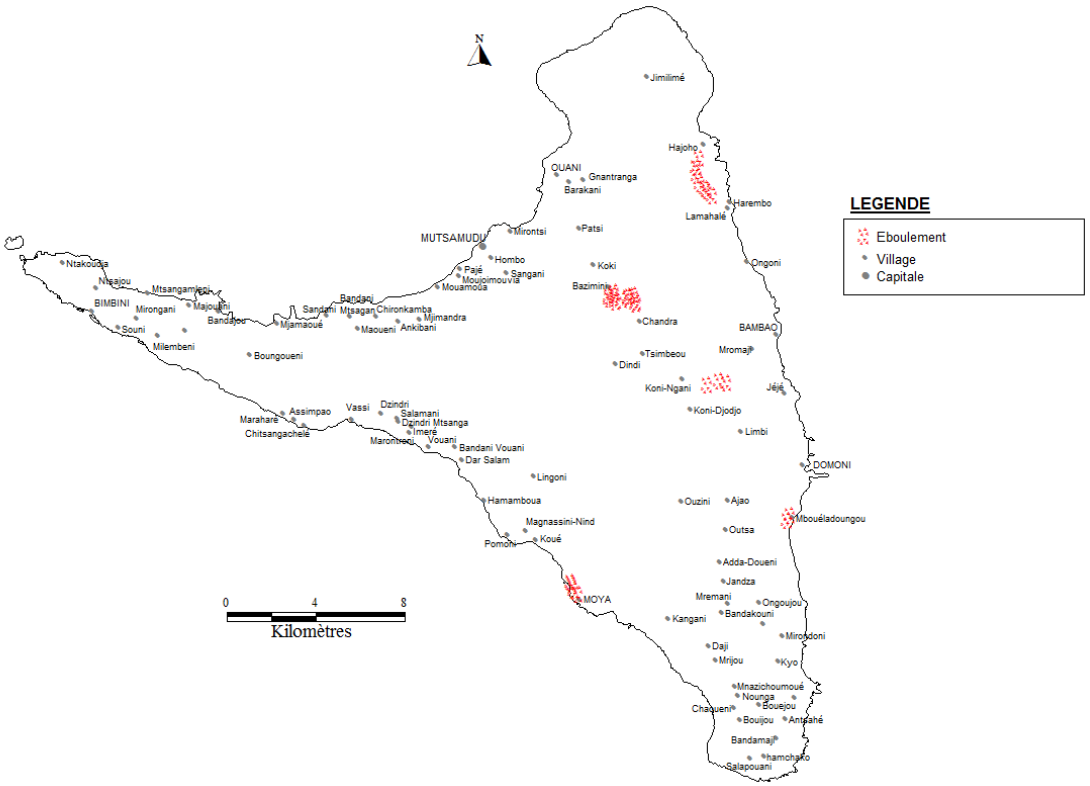


Fig.17- Carte des zones d'éboulement sur l'île d'Anjouan

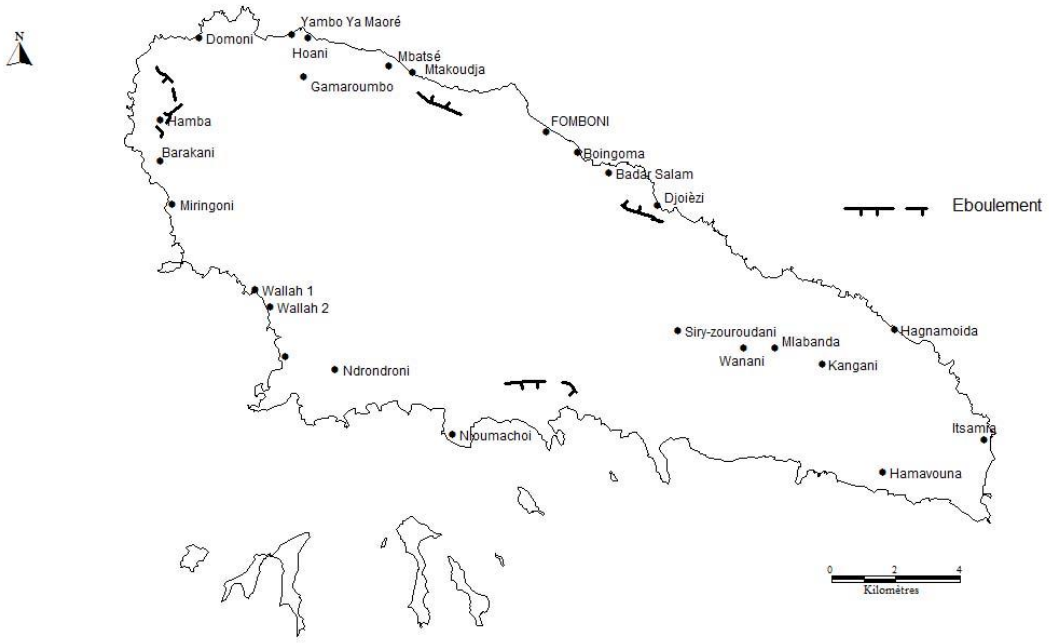


Fig. 18-Carte éboulement à Mohéli

4.2. Impacts de l'aléa glissement et éboulement

Les glissements de terrain ou les éboulements peuvent avoir des effets sur les terrains agricoles. Ces terrains peuvent être ensevelis ou entièrement recouverts par les gravats ou les produits issus de ces glissements.

Les éboulements sont fréquents sur le réseau routier, à Anjouan et Mohéli : ils provoquent soit un barrage des routes ou une destruction. Des barrages qui ont des conséquences considérables car ils peuvent bloquer l'accès à plusieurs localités et paralysent l'activité économique de toute une région. A Mohéli où il n'ya qu'une seule route qui relie les différentes localités, le blocage de la route qui va de Fomboni à Mbatsé, une zone à forte vulnérabilité aux glissements de terrain, entrainerait l'enclavement de tous les villages de cette région jusqu'à Miringoni car l'autre voie pour accéder à Miringoni à partir de Nioumachoua n'est pas praticable.

C. Interaction entre les différents aléas

Il est important de signaler qu'un aléa agit rarement seul, lorsqu'il survient. Il peut souvent induire un ou plusieurs aléas, qui agissent en concert. Il existe en effet une interaction très complexe entre les différents aléas qui contribue à accroitre l'effet dévastateur de différentes catastrophes. Ces interactions peuvent se résumer dans le tableau ci-dessous (Tableau 9)

		Aléas géologiques						Aléas hydrométéorologique				
		séisme	cendres	Lahars	Coulée de lave	érosion	éboulement	Vent violent	Forte pluie	tsunami	inondation	Remontée océaniques
Aléas géologiques	Séisme											
	cendres											
	Lahars											
	Coulée de lave											
	érosion											
	éboulement											
Aléas hydrométéorologiques	Vents violents											
	Fortes pluies											
	Tsunami											
	Inondation											
	Remontées océaniques											

Tableau 9. Interaction entre les différents aléas

IV EVALUATION DE LA VULNERABILITE DES POPULATIONS

A. Les facteurs de vulnérabilité

On peut classer les facteurs de vulnérabilité en quatre catégories : physique ou structurelle, sociale, économique et environnementale, résumé par le tableau ci-dessous :

Types de vulnérabilité	**Paramètres/ facteurs de vulnérabilité**	**Source**
Physique/ Structurelle	Site construit, habitat, altitude, substrat géologique, taux de ruissellement, normes de construction, type de construction	Cartographie divers, autorités locales, enquêtes de terrain
Social/Humain/Genre	Démographie, genre, accès aux informations sur les aléas, sensibilisation, niveau d'éducation, densité	Cartographie disponible pour les aléas, service de santé et de démographie, Services de tourisme,
Economique	Agriculture, Infrastructure, équipement collectif, tissus industriel, Energie	Autorités locales et nationales, compagnies de transport, compagnies d'assurance, organisations commerciales et industrielles,
Environnementale	Conservation des ressources, extraction de sable marin, déforestation, distribution de l'habitat	Carte d'inondation, organisation agricole et de pêche, autorité en charge de l'environnement et de la santé,

Tableau 10 : les facteurs de vulnérabilité

1. La vulnérabilité physique

Elle est liée à différents paramètres tels que :

- Le relief montagneux : relief très accidenté sur les îles d'Anjouan et de Mohéli, marqué par une forte érosion des sols.
- Le réseau hydrographique très dense notamment sur les îles d'Anjouan et Mohéli
- Le caractère volcanique de l'archipel, avec la présence d'un volcan actif sur l'île de la Grande Comore.
- Les normes de construction: Beaucoup d'habitations sont construites en matériaux non conformes aux normes d'aléas climatiques et surtout géologiques. Ces matériaux varient selon les iles : en Grande Comore on construit en bois et tôle, à Anjouan en paille et bois et à Mohéli en argile, bois et paille.

Types d'habitations	Grande comore	Anjouan	Mohéli	Moyenne
en dur	N/C	34,8	22	27
en tôle	N/C	23,5		
en paille	N/C	34,5	3	47,4

Tableau 11 : Pourcentages des types d'habitations (%)

2. La vulnérabilité humaine

La vulnérabilité humaine est liée à différents paramètres tels que :

- La densité

En Grande Comores, la densité est très variable (forte dans l'agglomération de Moroni, moins importante à Foumbouni (sud) mais assez élevée au nord à Mitsamiouli. En dehors des zones urbaines, la population se regroupe en petits villages de moins de 2000 habitants.

A Anjouan, elle est très élevée, particulièrement dans le Nyoumakéle où elle peut atteindre 800 hab/km². La population est répartie sur l'ensemble du territoire, même dans les zones montagneuses difficilement accessibles.

A Mohéli, la population se concentre sur les villages côtiers. Une seule agglomération : Fomboni, la capitale. La population est majoritairement rurale.

Indicateurs		Grande Comore	Anjouan	Mohéli
Concentration de la population	Densité(hab/km²)	360	575	123
	Nombre de villes de + de 5000 hab	4	16	1
	Nombre de villages entre 2000 et 5000 hab	37	20	4
	Nombre de villages de moins de 2000 hab	160	55	18
Indice de Pauvreté Humaine (IPH-1)		49,1%	56%	45,6%

Tableau 12 : indicateurs de vulnérabilité humaine

La densité a une forte incidence sur la vulnérabilité : la vulnérabilité est d'autant plus forte pour une population lorsque sa densité est plus forte. En effet, une forte densité implique une concentration importante de la population, donc des risques élevés de dégâts, de pertes de biens et des vies humaines lorsqu'une catastrophe survient.

- L'éducation : Facteurs de vulnérabilité **:**

  - Une faible prise en compte des catastrophes naturelles dans les programmes scolaires, entrainant une faible connaissance des aléas
  - Taux faible de scolarisation dans les régions les plus vulnérables
  - Des disparités de scolarisation, encore persistantes, entre filles et garçons, entre urbain et rural, entre familles aisées et familles pauvres ;

- L'Indice de Pauvreté Humaine : L'IPH (crée par le PNUD) est un indice permettant d'évaluer le niveau de pauvreté d'un pays, lequel a une incidence directe sur sa capacité à faire face aux aléas : en effet, cela implique un manque de moyen d'alerte, des difficultés pour aménager des ouvrages de protection… . Plus l'IPH est élevé, et plus le pays ou la région concernée est pauvre, donc plus vulnérable aux aléas.
  Les Comores possèdent un IPH-1 de 49,1%(en 2000). En 2000 les Comores étaient classées 49ème au rang mondial des pays en développement. Anjouan est l'île de l'union qui possède l'IDH le plus élevé avec 56%.
- Le niveau de connaissance : c'est un indicateur important, car plus le niveau de connaissance d'une communauté est important, plus il présente des capacités important à comprendre les phénomènes

régissant les aléas et développer ainsi des moyens de protection ou adopter des conduites de manière à réduire le risque.

- L'aspect genre…

3. La vulnérabilité économique

Les infrastructures de télécommunication : La communication est un facteur important dans la mise en application des plans d'évacuation lors des opérations de sauvetage en cas de catastrophes. Sa disponibilité et son opérationnalité dans les régions peuvent être considérées comme étant des facteurs réduisant la vulnérabilité des populations. Le réseau de télécommunication connait des difficultés majeures qui risquent de compromettre les interventions.

- Les infrastructures énergétiques : Le bilan énergétique des Comores fait ressortir le bois comme principale source d'énergie (78 % des besoins énergétiques) suivie des hydrocarbures (20 %). Les autres sources d'énergie (électricité, gaz butane, etc.) représentent une quantité négligeable (environ 2 %) de la consommation des ménages comoriens. Ce qui constitue une menace pour la forêt et pour l'environnement de façon générale.

  Le secteur de l'énergie électrique est caractérisé par la vétusté des équipements, une insuffisance de la couverture, des délestages et des coupures intempestives. Ceci peut accroitre la vulnérabilité de la population aux différents aléas
- Les infrastructures routières

Ile	Superficie(km²)	Routes goudronnées (km)	Routes en terre(km)
Grande comore	1024	289	131,5
Anjouan	424	180,7	131,5
Mohéli	211	84,8	14,9

Tableau 13 : Distribution du réseau routier en Union des Comores

Les faiblesses du réseau routier sont :

- Une dégradation liée au manque d'entretien ;

- Une augmentation du trafic de poids lourds incontrôlée, surtout à Ngazidja ;
- Un sous dimensionnement de la structure par rapport aux sollicitations ;
- Un besoin de désenclavement dans les régions de production agricole et de pêche ;
- Des routes en terre impraticables pendant une longue période de l'année ;
- L'absence de signalisation.

Le réseau routier est très dégradé, ce qui le rend très vulnérable aux aléas hydrométéorologiques et ne permettraient pas une évacuation très rapide des populations en cas de catastrophes naturelles.
En dehors de la capitale Moroni, toutes les routes sont dans un mauvais état. Les routes périphériques sont souvent détériorées par les fortes pluies ou les lahars ; quand aux routes secondaires elles sont en général en piteux état.

- Les réseaux hydriques et accès à l'eau : L'accès à l'eau est essentiel pour le bon fonctionnement des secteurs sociaux, de l'activité économique et le bien-être des individus. Aux Comores, il existe essentiellement trois sources d'approvisionnement : 1) les eaux de surface, 2) les eaux souterraines et 3) la collecte des eaux pluviales.

	Moyenne nationale	***Grande comore***	***Anjouan***	***Mohéli***
% de ménages ayant accès à l'eau	*N/C*	*N/C*	*41 ,8*	*78,4*
% d'habitations ayant accès à l'électricité	*28,9*	*N/C*	*22*	*21,6*

Tableau 14 : Accès à l'eau en Union des Comores

La source d'approvisionnement varie suivant l'île et la localité où l'on se trouve. D'une manière générale, Anjouan et Mohéli dépendent des écoulements superficiels à partir des sources ou des rivières alors que la population de Ngazidja s'approvisionne surtout à partir de la collecte des eaux pluviales et des eaux souterraines.

Selon l'enquête intégrale sur les conditions de vie des ménages aux Comores de 2004, les sources d'approvisionnement en eau de boisson les plus utilisées par les ménages sont : les bornes fontaines publiques (30,6 %) et la récupération des eaux de pluies dans les citernes (24,2 %). Les raccordements à domicile ne concernent que (15 %) des ménages.

L'utilisation des eaux des pluies collectées dans des citernes concerne plus de la moitié des ménages à Ngazidja. Cette option est très vulnérable par rapport aux normes de qualité et de quantité. Le pays ne dispose pas d'une politique nationale sur la qualité de l'eau. Les sources d'eau sont souvent insalubres et constituent un facteur de risque potentiel pour la santé des consommateurs. Cette situation s'observe notamment à travers la prévalence des maladies d'origines hydriques telles que les maladies diarrhéiques et la typhoïde.

- L'assainissement : Avec la croissance démographique accélérée et l'urbanisation, on note une augmentation significative de la production de déchets ménagers (estimée à environ 1m^3/habitant en moyenne), un accroissement des déchets hospitaliers non traités et une hausse des rejets liés aux activités de transport (huiles de vidange, carcasses de voiture, etc.). Actuellement, la production de déchets n'est prise en charge par aucune structure appropriée de ramassage et de traitement. D'une manière générale, l'absence de système de gestion des déchets et d'assainissement constitue un problème majeur de santé publique, accentuant ainsi la vulnérabilité des populations.
- De même, l'absence d'un système d'assainissement efficace pour le drainage et l'évacuation des eaux pluviale constitue une cause majeure, sinon un facteur aggravant des inondations : c'est le cas de certaines agglomérations à Anjouan (cas de Domoni et de Mutsamudu). Peut être noter aussi le facteur aggravant de l'aléa inondation à Anjouan...

- Les infrastructures portuaires : Les principaux facteurs qui rendent les ports vulnérables aux aléas climatiques et géologiques sont :
  - Le dépôt des sédiments et l'ensablement du port de Mutsamudu par le drainage des rivières se déversant dans le bassin ;
  - Absence de dragage régulier
  - Le manque de protection des quais à l'accès maritime, plus particulièrement à Mohéli ;
  - L'engorgement des quais et terre-pleins ;

- Les infrastructures aéroportuaires : Les infrastructures aéroportuaires secondaires se caractérisent par une dégradation des pistes, l'absence d'équipement de sécurité – incendie et de sauvetage, l'absence de balisage des pistes, et le manque de clôture sur les trois aéroports. Ces défaillances compromettent la

sécurité du transport aérien inter-îles et par conséquence augmentent la vulnérabilité de nos aéroports aux aléas.

- Les moyens de transports : Peu de ménages utilisent les transports individuels car ils sont peu nombreux à posséder un moyen de déplacement individuel. Le transport en commun est le plus utilisé soit sous forme de taxi ville pour les déplacements à l'intérieur de la capitale ou les taxis brousses pour les déplacements lointains de village à village. Les transports inter iles se font par voie maritime et aérienne.

- La santé : Le secteur est caractérisé par :

  - Absence du centre médical de soins d'urgence dans les régions les plus vulnérables
  - L'insuffisance de personnel qualifié et des capacités d'accueil des centres médicaux
  - La faiblesse du partenariat entre les ONG et les services de santé

  Ces insuffisances notoires, conjuguées à la dégradation des conditions d'hygiène et d'assainissement et au faible accès des populations à l'eau potable et à un environnement sain, expliquent en bonne partie l'apparition d'épidémies au cours de ces dernières années, ainsi que la persistance de certaines maladies telles que le paludisme, les maladies diarrhéiques…

4. Vulnérabilité environnementale

La dégradation des milieux naturels par l'action humaine a un effet considérable sur l'augmentation de la vulnérabilité des populations vis-à-vis des aléas hydrométéorologiques et géologiques. Les facteurs de vulnérabilité pouvant être prise en compte sont :

- Intensification des impacts liés aux changements climatiques
- L'exploitation irrationnelle des ressources naturelles
- La dégradation des milieux et des habitats
- La surexploitation des ressources côtière (pêches destructives, exploitation des mangroves, extraction de matériaux coralliens…).

5. Résumé des facteurs de vulnérabilité

On peut résumer les quatre types de facteurs de par aléas définis, regroupés dans le tableau ci-dessous:

Aléas	**Facteurs physiques**	**Facteurs sociaux**	**Facteurs économiques**	**Facteurs environnementaux**
Inondations	Localisation en zone inondable (topologie de la zone, éléments de construction pouvant obstruer un cours d'eau, proximité d'une rivière ou cours d'eau etc.) Etat des ponts Absence de systèmes d'évacuation des eaux de ruissellement (ex. caniveaux)	Forte densité Faible niveau de sensibilisation Faible accès aux informations sur les aléas. Type de construction (en particulier des fondations) Les sites archéologiques, les lieux de cultes	Etat des infrastructures routières Les terres agricoles Les zones d'élevage	Présence d'une biodiversité flore ou faune sensible(coraux, mangroves..)
Montée des eaux	Etat des ouvrages de protection de côte(digue, enrochement, gabion...) Topographie du littoral (altitude) Érosion,	Forte densité côtière Accès aux informations sur les aléas Sites archéologiques Lieux de culte (mosquée, cimetières) des écoles, centres de santé, marchés publics situés sur le littoral.	Infrastructures touristiques (hôtels, plages de sable) Routes, aéroport, ports	Présence d'Ecosystème sensibles : coraux, mangroves. activité d'extraction de matériaux coralliens sites de pontes de tortues marines
Cyclones	Localisation sur trajectoire des vents forts Localisation sur la côte (effets des fortes houles consécutives des cyclones)	Type de construction (légère, type bidonville) Densité de l'habitat (*renforce la vulnérabilité du fait des éléments de maisons qui s'envolent et peuvent affecter d'autres maisons*) Accès à l'alerte	Etat des réseaux électriques, de télécommunication, les aéroports, les ports Les hôtels	Ecosystème et biodiversité sensibles(coraux, mangroves)

		précoce		
Eboulements	Etat des collines (degré de déforestation) Localisation des infrastructures ou habitations sur des fortes pentes et des sols tendres (ou au sommet des falaises) Falaises rocheuses ou argileuse à proximité de la route ou zone habité	Habitations fragiles à proximité de falaises dénudées. Proximité des habitations	Proximité des infrastructures routières	Biodiversité sensible Sol fragiles
Volcan	Localisation proche du volcan ou dans le parcours probable de la lave	Type de construction (facilement combustible, ou pouvant s'écrouler sous le poids des cendres) Réservoirs en eau non protégés Accès à l'alerte précoce	Terrains agricoles sur le flanc du volcan Infrastructures sur le bassin versant du mont karthala	Zone forestière Terres agricoles Site Cœlacanthe sur la trajectoire de la lave Ecosystèmes fragiles (coraux, mangroves
séismes	Localisation dans une zone à forte sismicité	Type de construction (en particulier pour les Etablissements publics, bâtiments hauts et serrés) Forte densité de population	Infrastructures Réseaux électriques, télécommunication	Ecosystèmes et biodiversité
tsunamis	Localisation dans une zone à sismicité marine (tsunamigène) Niveau altimétrique Localisation sur la côte Zone de recul Ouvrage de protection de côte (digue, mur de soutènement…)	Forte densité de population côtière Accès à l'alerte précoce Type de construction (matériaux fragiles, fondations basses) des écoles, centres de santé, marchés publics situés sur le littoral	Terres agricoles près des cotes Infrastructures portuaires, aéroportuaires. Zone de pêche artisanale Dépôts d'hydrocarbures	Ecosystèmes marins et côtiers Biodiversité marine Aires protées marines Sites de pontes de tortues marines

Tableau 15 : Facteurs de vulnérabilité par aléa

B. Evaluation de la vulnérabilité

La vulnérabilité est la sensibilité des populations et des biens, face à un phénomène ; c'est la capacité d'une communauté à résister à un désastre et à se remettre des conséquences de ce désastre.

La vulnérabilité aux aléas géologiques et climatologiques est liée à la combinaison de plusieurs facteurs, géomorphologiques (physique), sociaux, -économique et écologiques (environnementaux). Cela veut dire que nous tiendrons compte du relief, de la topographie, du réseau hydrographique ou l'influence des cours d'eau, de l'état de la couverture végétale du sol, de la densité des populations sensibles, des infrastructures économiques, des écosystèmes fragiles et des biens publics et privés. Nous identifierons tous les facteurs où les caractéristiques intrinsèques de l'environnement sont susceptibles de favoriser l'aléa. La carte présentera trois zones dont la vulnérabilité varie du faible au très fort.

1. Grande Comore

a. Vulnérabilité aux cyclones

Les cyclones et les perturbations tropicales se forment dans la zone Est du bassin de l'océan indien, et se déplacent vers l'Ouest. Certaines trajectoires cycloniques contournent l'archipel en passant par le nord de Madagascar ; c'est pour cette raison que la région Nord et Est de l'île (région de Bangoi Nkouni, Hamahamet et Dimani) est le plus souvent affectée par cet aléa, si l'on se réfère à l'historique (chap III.A.1).

Tenant compte de sa position géographique par rapport à l'aléa et de l'historique des évènements, cette région de l'île est d'autant plus vulnérable que le type d'habitation (voir Photo ci-dessous) résiste peu aux vents violents, et ne respecte pas les normes anticycloniques. Il faut noter également une très faible sensibilisation de la population, et un faible niveau de préparation face à cet aléa.

Photo 3. Quelques habitations dans le village de Ndroudé

b. Vulnérabilité aux inondations

Avec son volcanisme récent, l'île de la Grande Comore, la plus jeune de l'archipel, est caractérisée par des terrains géologiques essentiellement basaltiques. Son réseau hydrographique est peu dense, constitué par des cours d'eau saisonniers, en raison du degré de perméabilité important, favorisé par les fissurations des roches basaltiques

Les inondations sont donc relativement rares sur l'île, malgré une pluviométrie très abondante. En période pluvieuse les eaux ruissellent vers la mer, en empruntant par endroit des ravines, formant des cours d'eau saisonniers ; la plus grande partie de ces eaux s'infiltre à travers les fissures basaltiques des édifices volcaniques.

Cependant, suite aux éruptions explosives du Karthala qui ont formé des dépôts de cendre important sur le massif du Karthala, l'infiltration des eaux pluviales a été nettement réduite sur certaines régions, conduisant à une imperméabilisation du sol. On a donc assisté, depuis les éruptions explosives de 2005, à une reprise ou renforcement sur certains cours d'eau, longtemps inexistants. Certains de ces cours d'eau avaient subies des aménagements au niveau des lits, comme c'est le cas dans le village de Vouvouni ou de Salimani. Ces eaux de ruissellements en drainant les dépôts de cendre forment des eaux boueuses ou (lahars), qui sont à l'origine des inondations dans certaines régions de l'île.

Ces inondations liées aux lahars s'observent régulièrement dans la région de Bambao, notamment au sud de Moroni et dans le village de Vouvouni, où quelques habitations affectées régulièrement par ce phénomène ont été abandonnées; elles sont particulièrement intenses dans la région de Hambou, dans le

village de Salimani et de Dzahadjou. En 2008, l'axe routier reliant la capitale au sud de l'île a été coupé par ce cours d'eau, entrainant l'interruption de la circulation routière vers la région de Badjini, pendant quelques jours.

Photo 4. Inondation par les lahars- Salimani, Hambou 2007

Photo 5. Lahars dans une ravine à Vouvouni

Dans la région de Dimani, sur le flanc Est du volcan, le cours d'eau « Habongo », renforcé par ces phénomène est à l'origine de nombreux dégâts, notamment la destruction totale d'un pont et de la chaussée sur des tronçons de plusieurs centaines de mètre.

Les villages affectés par ces inondations se situent donc sur la zone côtière, exutoire final des bretelles de cours d'eau qui se rejoignent en s'intensifiant de l'amont vers l'aval.

L'axe routier longeant le littoral, les habitations des villages côtiers ainsi que les terrains agricoles situés en amont des villages sont particulièrement vulnérables par rapport à cet aléa. Cette vulnérabilité est d'autant plus importante que ces villages sont également confrontés à d'autres aléas venant du milieu océanique, notamment les houles de tempête ou la les remontées d'eau océanique.

Cependant, quelques villages en altitude, situés sur la trajectoire de ces eaux sont parfois affectés par ces inondations parfois de manière sévère ; c'est le cas des villages de Mkazi et M'vouni, ainsi que Nioumadzaha, lors des évènements de fortes pluies de 2009.

c. Vulnérabilité aux montées des eaux

La vulnérabilité aux montées des eaux est liée à trois principaux facteurs : la topographie de la zone, la distance entre les habitations et le rivage, les ouvrages de protection des côtes et le bâti.

En Grande Comore, la montée des eaux entraine des pertes considérables car les habitations sont régulièrement touchées par les fortes houles de Kussi ou par les marées d'équinoxe. Seules quelques agglomérations ou villages sur les côtes disposent d'ouvrage de protection par rapport à cet aléa (Bangoi et Chindini).

Ce phénomène est particulièrement marqué dans la région du nord et nord-est, plus précisément dans le M'Boi Nkou et le Hamahamet (village de Bangoi Kouni et Bouni), dans la région de Bambao ya Mboini (village de Mbachilé Moindzaza et Iconi) au centre et enfin dans le Mbadjnini Ya Mboini, au sud de l'île (village de Chindini, Uropveni, Fombouni et Bandamadji).

Des remontées d'eau spectaculaire avaient été enregistrées dans le village de Bangoi N'kouni, au nord de l'île, provoquées par les marées d'équinoxe en 2007, au mois d'avril et septembre (Photo 6). Malgré une digue de plus de 3m de haut sur une longueur de 250m, la mer parvient à le contourner et à le dépasser pour inonder les maisons se trouvant jusqu'à plus de 20 m du rivage.

Un peu plus au nord est dans le Mboikou les terres agricoles sont souvent détruites et les habitations font l'objet d'inondation fréquente. L'ampleur de ce phénomène est plus grande encore dans le village de Bouni, où, malgré un mur de soutènement construit le long du rivage, des incursions d'eau de mer sont régulièrement observée lors de marées hautes de nouvelle lune et de pleine lune. Une mosquée à quelques mètres du rivage, affectée par ce phénomène a été abandonnée.

Photo 6.Digue à Bangoi Nkouni

Photo 7.Digue à Chindini (sud de la grande Comore)

Dans la région de Bambao, l'urbanisation anarchique le long des littoraux, les modes de construction souvent en tôle et en paille font que la zone couvrant le linéaire côtier d'Iconi à Moindzaza Mboini est très menacée par les montées des eaux. La situation de Mbachilé et Moindzaza semble plus préoccupante à cause de l'absence d'ouvrage de protection des habitations. Plus de 90% des maisons sont situées à moins de 60m de la mer. Il arrive très souvent que la vague pénètre dans les foyers situés à quelques mètres des plages. Une nouvelle mosquée est en construction sur la plage à quelques pas de l'endroit où la digue sera construite. La construction d'une digue de protection est en projet dans le village, avec un financement du Progeco (Union Européenne).

Le mur de soutènement à Iconi cède régulièrement à la force de la houle et la route est souvent détruite par les vagues. Il faut souligner que la route est à la frontière entre terre et mer, les maisons, les mosquées, les places publiques sont à moins de 10m de la mer. La montée des eaux est très fréquente pendant les marées d'équinoxe. Elles n'ont jamais provoqué des pertes de vies humaines, mais au niveau des biens, les populations accusent des pertes considérables car ce sont la plupart du temps des familles à revenus modestes qui sont très touchées.

Photo 8.Mur de soutènement détruit à Iconi (septembre 2010)

Photo 9. Emplacement de la digue projetée dans le village de Mbachilé (août 2010)

Dans le sud, le village de Chindini est également affecté par l'avancée de l'eau de mer sur le rivage. La digue existante s'est avéré insuffisante pour empêcher les incursions de l'eau de mer, et a été partiellement détruite par les vagues. Des travaux de renforcement et d'extension de cette digue ont été nécessaires pour la protection du village, réduisant ainsi la vulnérabilité à cet aléa.

Photo 10. Vue du village de Foumbouni, face à la mer, août 2010

Le village de Fombouni, troisième agglomération de l'île présente une vulnérabilité forte par rapport aux remontées des eaux océaniques : plusieurs habitations sont concentrées sur le littoral à quelques mètres du rivage, derrière une digue ; cette dernière, un peu plus ancienne est partiellement détruite à certains endroits.

Cette vulnérabilité est encore plus forte au niveau du village de Bandamadji la Domba, où aucun ouvrage de protection n'a été construit. A part la menace des remontées des eaux océaniques, ce village est marqué par un espace réduit au niveau terrestre par la proximité du relief, sur le flanc sud du Karthala.

d. Volcan

La vulnérabilité aux aléas volcaniques concerne directement l'île de la Grande Gomore, sur laquelle le volcan est encore actif ; ce dernier s'est manifesté sur le dernier siècle avec une fréquence éruptive de 11 ans en moyenne.

La situation des villages par rapport au massif du Karthala, leur altitude et leur proximité par rapport à des appareils volcaniques (cônes de scories), des évents éruptifs ou des anciennes coulées sont des facteurs à prendre en compte sur l'évaluation de la vulnérabilité aux aléas volcaniques. En considérant les différents aléas volcaniques séparément, on peut arriver à une vulnérabilité variable d'une région à une autre.

- Pour les coulées de lave, les régions situées à l'aval des rifts zones (zones de faille), sont considérées comme étant plus vulnérables, compte tenu du fait que ces zones constituent les zones préférentielles des émissions magmatiques, et la mise en place de coulées de lave. La disposition de certains villages sur les flancs du massif du Karthala augmente le degré d'exposition de ces villages, en tenant compte de la pente, qui constitue un facteur augmentant la vitesse de la coulée. La vulnérabilité à cet aléa est plus importante sur la partie nord-ouest, sud-est et sud-ouest du massif du Karthala. Elle concerne les régions de Oichili (Koimbani à Chomoni), de Dimani(Tsangadjou, Pidjani…), de Mbadjini(Mohoro à Niouma Dzaha), le Ngongwé (Dembeni, Panda) et le Hambou. Certaines coulées, mises en place à partir de ces rift-zones sont susceptible de dériver latéralement pour arriver au nouveau de la mer : le cas le plus illustre est celui de la coulée ayant affecté la partie sud de l'aéroport International Price Said Ibrahim à l'ouest, ou celle qui a affecté la zone Koimbani.

D'un point de vue socio-économique, la disposition du réseau routier qui, dans la plupart des régions longe le littoral, augmente cette vulnérabilité. En effet, la plupart des coulées émises en altitude parvenant au niveau de la , augmente la probabilité de destruction de la route, et de la coupure des voies de communication avec certains villages. Lors de l'éruption de Singani en 1977, la coulée de lave avait détruit la route nationale, isolant ainsi les villages de M'badjini du nord de l'île. La voie maritime a été le seul moyen d'accès utilisé durant plusieurs jours.

Par ailleurs, dans plusieurs villages de l'île autour du massif du Karthala, les terrains agricoles se situent en altitude, parfois jusqu'à 1000m. Les manifestations du volcan, notamment les coulées de lave ou les retombées de cendres présente une probabilité d'occurrence très forte sur ces zones ; elles sont donc susceptibles d'affecter directement ce secteur, augmentant ainsi la vulnérabilité socio-économique de la population.

Photo11. Vue aérienne du village de Pidjani et de Maouéni (plus haut), au sud est de l'île de la grande Comore

- Les retombées de cendres lors des éruptions explosives ont des effets aussi bien sur les terrains agricoles que sur les ressources en eau. En effet, dans plusieurs villages, notamment à l'est de l'île, réputé plus sec, l'approvisionnement en eau se fait essentiellement par la collecte des eaux pluviales, dans des citernes, parfois non couvertes. Lors des éruptions explosives de 2005, l'eau des citernes a été polluée par les cendres, les rendant impropre à la consommation. La vulnérabilité de cet aléa s'avère plus importante dans cette région de l'île, compte tenu de ses impacts possibles sur les ressources en eau et sur les terres agricoles.
- Les éruptions du Karthala s'accompagnent généralement d'émission gazeuse plus ou moins importante. Ces gaz sont pour la plupart toxiques et susceptibles de tuer des populations. Les teneurs sont d'autant plus importantes lorsque l'on est proche de la source d'émission. Or les enquêtes effectuées auprès de plusieurs villages de l'île ont révélé l'inexistence d'équipement adapté, notamment des masques à gaz, nécessaires pour la protection de la population contre ces émanations. L'absence de tel équipement augmente considérablement la vulnérabilité de la population à l'aléa gaz sur le Karthala.

e. Séismes

La vulnérabilité aux séismes tient d'une part à la proximité géographique de l'archipel par rapport au rift valley, où l'on note la présence d'un réseau de failles actives, mais d'autre part à l'activité du volcan sur l'île, qui est susceptible d'induire une sismicité importante au cours de ses périodes d'activité.

Dans le premier cas, l'île de la Grande Comore étant géographiquement la plus au nord et à l'ouest de l'archipel, peut être considérée comme étant la plus exposée à cette sismicité. Certains séismes d'une magnitude entre 3 et 4 sur l'échelle de Richter peuvent être ressentis.

S'agissant de la sismicité liée au volcan Karthala, elle affecte directement les régions situées sur le massif du Karthala. Cette sismicité est relativement faible par rapport à la précédente d'un point de vue intensité.

Par ailleurs, si l'on considère les enregistrements des données sismologiques de l'Observatoire Volcanologique du Karthala, c'est surtout les régions de Bambao et Hambou et le Ngongwé qui seraient les plus affectés par ce type de sismicité. Les deux premières régions sont d'autant plus vulnérables du fait de la concentration de l'essentiel des infrastructures du pays (Port, Hydrocarbure, Central électrique, Puits d'eau…), et de l'activité économique de l'île sur cette zone.

Cependant, tenant compte de la disposition géographique par rapport au réseau de faille tectonique de la vallée du rift, en Afrique de l'est, on peut considérer que l'archipel des Comores peut être affecté par certains séismes à l'échelle régionale.

De façon similaire, des effondrements ou des glissements de flancs sur les fonds océaniques peuvent être à l'origine de séisme qui affecte également les Comores.

La vulnérabilité aux séismes est liée au type de bâti. Généralement les bâtiments public ou privé ne tiennent compte d'aucune norme de sismicité bien définie. Ceci est d'autant plus grave que les vieux bâtiments, construit selon des anciens techniques (la chaux…) présentent une certaine fragilité aux séismes. Ce qui rend le pays tout entier plus vulnérable aux tremblements de terre de forte magnitude.

A cela s'ajoute l'absence de recherches sur la sismicité régionale pour mieux comprendre les mécanismes de formation des séismes à partir des failles tectoniques sur les fonds des océans. Ce sont les grandes agglomérations comme les capitales où les maisons et bâtiments sont très collées les unes avec les autres, que les risques sont les plus élevés.

f. Tsunamis

La vulnérabilité face aux tsunamis dépend de facteurs à la fois naturels et anthropiques. La forte densité des populations ainsi que les aménagements sur le milieu littoral, la morphologie du fond marin et la topographie du littoral sont des facteurs aggravant la vulnérabilité aux tsunamis en Gande Comore.

En Grande Comore, la pression démographique sur le milieu littoral est forte ; les principales villes de l'île sont sur le littoral, avec notamment les infrastructures majeures telles que les centrales électriques, les

bâtiments administratives, les dépôts des hydrocarbures, l'aéroport… Ce qui augmente considérablement la vulnérabilité au tsunami.

Cependant, contrairement aux autres îles de l'archipel, où l'espace terrestre entre le relief et le rivage est réduit, à Ngazidja les espaces terrestres sont plus vastes et offrent des possibilités d'évacuation dans des zones plus sécurisantes. Le relief présente des pentes douces et progressives.

Les études récentes, de l'impact du tsunami du 26 décembre 2004 au large de l'île de Sumatra (E. Okal, 2006), montrent que l'impact de ce tsunami a été plus important sur l'île de la Grande Comore, où les hauteurs de vague les plus importante (3 à 6m) (Voir en annexe, impacts du tsunami du 26 décembre 2004), ont été enregistrées au niveau de l'archipel des Comores. C'est surtout la partie nord à nord est de l'île, la plus au nord de tout l'archipel, qui a été la plus affectée, plus particulièrement le village de Bouni où la hauteur de la vague avait atteint un niveau de 6.7m. La vulnérabilité de cette région est d'autant plus grande dans la mesure où les villages sont à une faible altitude, plus proches du rivage, et en même temps exposé aux remontée d'eau océaniques.

g. Erosion et glissement de terrain

Le phénomène de glissement de terrain en Grande Comore est directement lié à la déstabilisation du relief par la dynamique interne du volcan. Selon son ampleur, il peut prendre des formes diverses, des éboulements ou chute de bloc, ou un glissement de flanc, dans les cas les plus extrêmes.

La vulnérabilité à cet aléa est déterminée par la proximité des chutes ou glissement des habitations en aval, aux pentes et à la forme du relief (présence de falaise).

Les études géologiques sur l'île de la Grande Comore (Bachelery et Coudray, 1996), ont mis en évidence des zones de glissement de terrain liées à l'activité du volcan : il s'agit des flancs sud ouest et sud est du massif du Karthala.

La vulnérabilité à cet aléa est plus élevée dans la région de Dimani et le Domba, où les pentes sont plus abruptes ; elle est plus manifeste dans le village de Bandamadji, Mohoro et Nioumadzaha où des chutes de blocs sont souvent observées, affectant parfois des habitations ainsi que le réseau routier. Elle est également manifeste, mais faible sur les flancs sud ouest où ces chutes sont éloignées par rapport aux habitations (village de Panda et Itsoudzou).

h. Résumé des vulnérabilités

	Villages	Degré de vulnérabilité						
		Aléas hydrométéorologiques			Aléas géologiques			
		Cyclonique	Inondation	Montée des eaux	Tsunamis	Séisme	volcan	Glissements de terrain
MITSAMIOULI	Mitsamiouli							
MBOI NKOU	Bangoi							
HAMAHAMET	Bouni							
OICHILI	Chomoni							
	Koimbani							
DIMANI	Pidjani							
	Idjikoundzi							
DOMBA	Badamadji							
	Mohoro							
NGONGWE	Nkourani							
	Ouzioini							
MBADJINI	Foumbouni							
	Chindini							
HAMBOU	Salimani							
BAMBAO	Mbachilé							
	Moroni							

Tableau 16 : Récapitulatif de la vulnérabilité de l'île de la Grande Comore aux aléas géologiques et hydrométéorologiques.

Le tableau ci-dessus résume le niveau de vulnérabilité de certains villages indicateurs de l'île de la Grande Comore. Les codes de couleurs représentent le niveau de vulnérabilité pour chaque aléa considéré (en colonne) au niveau du village concerné (ligne)

	Vulnérabilité faible
	Vulnérabilité moyen
	Vulnérabilité fort

2. Anjouan

a. Vulnérabilité aux cyclones

Etant situé plus à l'Est, Anjouan est l'île la plus exposée aux vents violents des perturbations tropicales venant du bassin Est de l'Océan indien. L'île est donc plus vulnérable aux cyclones que ses iles sœurs.

Les villages à très forte vulnérabilité sont situés à l'Est de l'île en face de Mayotte. Il s'agit de Sadapoini, Mramani, Domoni jusqu'à Hajoho. Ils sont d'autant plus vulnérables qu'ils sont situés sur la zone côtière avec des constructions non conformes aux normes cycloniques. Beaucoup de maisons dans ces villages ont des toitures en tôle ou en paille, ce qui risque de donner plus d'impacts aux vents et représente un danger pour les habitants.

A Mutsamudu, première agglomération de l'île est située sur la côte nord, les pluies torrentielles et les grosses vagues qui accompagnent les cyclones génèrent parfois des inondations dans les quartiers, les infrastructures routières et les bâtiments administratifs. L'artère principale qui mène vers le centre ville est située à moins d'un mètre de la mer et les vagues dépassent la digue pour inonder la voie, ce qui altère souvent la chaussée et crée des nids de poules qui rendent la route impraticable et ralentissent énormément la circulation.

La vulnérabilité de l'île aux cyclones est amplifiée par le manque de préparation de la population et par sa forte densité. L'absence de mesures de prévention et d'évacuation de la population, voire la capacité que présente la population concernée à surmonter le cyclone rend l'île d'Anjouan plus vulnérable que les autres.

Moya, souvent victime par le passé de vents violents, présente des facteurs de vulnérabilité divers. Le village est perché sur une colline et les maisons sont très collées les une avec les autres. La rivière Kundre, endommagée par Gafilo en 2004 et non réhabilitée pourrait en cas de nouvelles pluies entrainer d'autres dégâts et isoler le village.

b. Vulnérabilité aux inondations

Les caractéristiques géomorphologiques (relief accidenté, réseau de drainage), géologiques (nature des sols) et l'état du bassin versant (déforestation) sont les différents facteurs pris en compte dans l'évaluation de la vulnérabilité à l'inondation.

L'Ile d'Anjouan, avec son volcanisme ancien, est constituée de sols d'origine basaltique, argilo limoneux. Elle présente un modelé disséqué et un relief très accidenté à crêtes aiguës et flancs abrupts entaillés par des grands

cirques et des cratères. Le littoral présente des secteurs de côte élevés avec de grandes falaises, en particulier à l'extrémité des trois péninsules.

Les villes étant en grande majorité côtière, les inondations peuvent être provoquées par des pluies diluviennes ou par la remontée des eaux océaniques lors des périodes de vives eaux.

En raison du relief très accidenté de l'île, le caractère naturellement fragile et sensible des sols à l'érosion est amplifié par une déforestation incontrôlée. L'érosion et la déforestation sont les principales causes du décapage massif de nombreux versants. Ceci a pour conséquence la formation de milieux instables constitués dans de nombreux endroits par une dominance de sols jeunes et peu évolués. Lorsqu'ils sont évolués, ces sols montrent une grande sensibilité au décapage.

Il existe une grande diversité dans la pluviométrie à l'intérieur de l'île. En outre, les capacités d'infiltration et de rétention des eaux diffèrent en fonction de la nature des sols. On sait en effet que les différents sols d'Anjouan sont caractérisés par des sols meubles peu perméables, et parfois imperméables. Les différences avec les autres îles rendent nécessaire leur analyse spécifique afin de mieux cerner les problèmes.

Le réseau hydrographique permanent y est dense, ce qui accélère l'érosion superficielle et place certains villages parmi les plus vulnérables aux inondations. Bien que le débit de nombreuses rivières, ruisseaux ou sources ait fortement diminué au cours des trois dernières décennies, le passage de ces cours d'eau à proximité des infrastructures routières, les établissements sociaux et les habitations constituent un facteur de vulnérabilité important car lors des fortes pluies, ces rivières se remplissent, débordent et provoquent des inondations qui emportent au passage, des matériaux lourds et de la boue provoquant dégâts matériaux et humains considérables dans les villages affectés.

Les zones de vulnérabilité forte sont celles ayant un réseau hydrographiques dense, dont les berges des cours d'eau ne sont pas renforcés par une digue, avec un bassin versant très décapé et dont les habitations se trouvent très près des rivières.

La région de la cuvette, les villages de Konidjodjo, Sembehou et Chandra, drainés par plusieurs cours d'eau, une pression démographique grandissante et une forte concentration de maisons en matériaux locaux non loin des rivières est une zone à forte vulnérabilité.

Dans les grandes agglomérations comme Mutsamudu, Domoni, Ouani, Moya et Bimbini, l'urbanisation croissante, l'occupation illégale et non rationnelle du sol résultant de l'absence d'un plan d'aménagement du territoire et surtout d'un schéma directeur d'aménagement urbain , la vétusté des systèmes de canalisation des eaux de ruissellement, la dégradation de l'environnement font que ces villes sont très sensibles aux débordements

éventuels des rivières en cas de fortes pluies. Bien que la population soit plus sensibilisée aux dangers liés aux inondations par rapport à d'autres villages plus démunis, ces villes demeurent toujours des zones à risque car les habitudes au niveau des modes de constructions ne changent pas et la dégradation de l'environnement a atteint des niveaux alarmants surtout au niveau de la zone côtière et de l'exploitation de la forêt.

Photo 12. Moyen d'adaptation des villageois, face aux crues des cours d'eau traversant le village de Koni Djojo

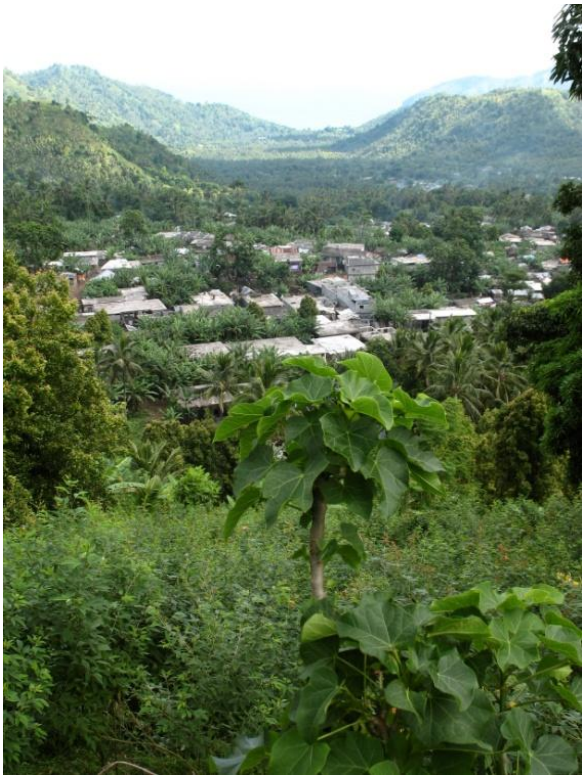


Photo 13. Vue du village de Koni Djodjo, dans la région des cuvettes

Domoni, Moya et Bimbini présentent une vulnérabilité plus faible vis à vis des inondations par rapport à d'autres villages plus exposés, plus reculés et plus démunis comme la région des cuvettes ou le Nioumakele. Ces villages connaissent des inondations de type ruissellement pluvial. Les eaux pluviales se concentrent et s'engouffrent dans les places publiques. Les égouts bouchés par la boue ne pouvant plus évacuer les eaux vers la mer reversent la boue dans les rues. Ce phénomène est lié à l'urbanisation anarchique de la ville, à l'imperméabilisation du sol par les bâtiments, bitumes, les voieries et à l'utilisation des sols sur les pentes des bassins versants.

c. Vulnérabilité aux montées des eaux

Les zones à forte vulnérabilité sont celles situées le plus près de la mer sans aucune barrière de protection naturelle (présence de récifs coralliens ou forêt de mangrove) ou artificielle (ouvrage de protection de cote), avec des habitations en matériaux fragiles (paille, terre cuite…) et située en zone plate et à faible

altitude. Cette vulnérabilité est amplifiée par des activités humaines, destructrices de l'environnement comme le prélèvement de matériaux coralliens ou la destruction de la barrière de corail à l'aide de dynamites, technique de pêche très fréquente aux Comores. Les villages concernés sont situés sur le linéaire côtier allant de Mutsamudu jusqu'à Pomoni. Marqués par une forte érosion côtière, ces villages sont également situés à moins de 6m du niveau de la mer. En plus dans certains d'entre eux les maisons pour la plupart construites en matériaux léger se trouvent non loin de la mer à moins de 20 m. Cette zone a la plus forte vulnérabilité aux montées des eaux de l'île.

Le cas de Vassi est particulièrement préoccupant. Ce petit village côtier miné par l'érosion côtière, situé en dessous du niveau marin est piégé entre un relief géologiquement instable et un front de mer plat sans barrière récifale ni ouvrage de protection contre la marée. L'extraction de sable y est très intense avec une population démunie de toute infrastructure, inconsciente des dangers qu'ils encourent en restant installée dans cette zone.

Photo 14.Vue du village de Vassi, Anjouan

Photo 15. Extraction de matériaux coralliens à Pagé, Anjouan

L'érosion côtière est une conséquence de l'extraction intensive de matériaux coralliens. Des villageois prélèvent sans impunité le sable marin et l'utilisent comme principal matériau de construction. C'est une activité qui prend des proportions inquiétante dans cette île où la pression démographique sur la côte ne fait qu'accroitre et risque de compromettre tout espoir de régénération des plages. Le long du littoral on peut voir les dunes de sables accumulés au bord de la route pour être transporté et vendu pour la construction. Cette activité contribue à baisser le niveau du rivage et un retrait du trait de côte. Ce qui expose les foyers souvent installés au bord des plages, à d'énormes risques d'envahissement des eaux marines.

Les autres régions vulnérables aux montées des eaux sont les zones allant de Ouani à Mutsamudu où on trouve des infrastructures stratégiques comme l'aéroport. On trouve à Patsy, à côté de l'école nationale de pêche, les réserves d'hydrocarbures installés à moins de 6m de la mer sans aucune barrière de protection.

Dans la ville de Ouani toute la zone côtière est urbanisée de façon anarchique, avec des villas d'une grande valeur construit à même la plage. C'est une zone ouverte à l'océan sans aucun ouvrage de protection vis-à-vis de la houle.

Les zones les moins vulnérables sont celles protégées par des digues, où l'activité d'extraction de sable est rare et situées en hauteur ou en retrait par rapport à la mer. Il s'agit de Domoni, Moya et Bimbini.

Photo 16. Digue de Bimbini

Photo 17. Forêt de Mangrove, en face du rivage de Bimbini

Moya est à l'abri des eaux car les habitations se trouvent sur la colline. Quand à Domoni, le mur de protection sur le front de mer protège les habitants même si une partie des habitations n'est pas couverte par la digue.

Bimbini bénéficie d'une double protection : une digue qui s'étend le long de la plage et la petite forêt de mangrove à quelques mètres du rivage en face du village. Toutefois cette forêt de mangrove reste menacée par les déchets ménagers transportés par la rivière pendant les périodes de forte pluie.

d. Vulnérabilité aux tsunamis

Aujourd'hui, la population anjouanaise est particulièrement vulnérable en raison de la forte pression démographique sur la zone côtière, l'état de l'érosion côtière, le comportement irresponsable des villageois. Le manque de préparation à ce type de catastrophe, la faiblesse des préparations aux urgences, l'absence d'un plan d'alerte précoce et d'évacuation national permettant d'alerter la population quelques heures avant la survenue d'un tsunami et de l'évacuer en cas de nécessité, le manque de campagne de sensibilisation des populations côtières aux risques et aux gestes de survie, et les insuffisances sur la sécurisation de l'habitat sont des éléments qui amplifient cette vulnérabilité. Le relief accidenté de l'île conduit à une concentration de la population sur la zone côtière. Les villages côtiers installent systématiquement leurs habitations à côté de la mer, pour surveiller et entretenir leurs engins de pêche.

Le relief du littoral anjouanais offre très peu de possibilité de sauvetage des populations car les zones en hauteur sont difficilement accessibles, à cause du relief très accidenté. La plupart des villages n'ont pas de zone de recul où les populations pourraient s'échapper en cas de vague géante.

Les villes portuaires comme Mutsamudu seront plus vulnérable que les autres. Les tsunamis sont dangereux parce qu'ils sont assimilés à des vagues de plusieurs mètres de hauteur s'abattant sur le littoral en détruisant tout sur leur passage. En réalité, la force destructrice d'un tsunami est moins directement corrélée à la hauteur de la vague (ou des vagues) qu'à la vitesse (30 à 40 km/h) et la quantité d'eau qu'il transporte et qui lui permet de déferler jusqu'à plusieurs centaines de mètres à l'intérieur des terres si le relief est plat. Les zones côtières ayant un littoral très plat sont plus vulnérables.

Les zones les plus vulnérables sont les régions côtières plates à falaises abruptes, à faible altitude et dont l'activité d'extraction de sable ou de dynamitage de coraux persistent. Il s'agit des villages allant de Pomoni, Maraharé jusqu'à Pagé, situés à moins de 6m d'altitude, sans aucune barrière de protection. Leur sensibilité est aggravée par des maisons en paille qui se trouvent au bord de la plage. Cette zone a un espace terrestre entre les falaises et la mer très réduite, ce qui laisse très peu de marge de retrait des populations en cas de fuite vers des zones en hauteurs plus sure. Il suffirait d'une petite vague de quelques mètres pour rayer de la carte des villages comme Vassi, Maraharé, Hassimpao.

Entre Mutsamudu et Ouani, les infrastructures économiques et sociales (port, aéroport centrale électrique, dépôts d'hydrocarbure) sont situées à côté de la mer et dans des zones à faible altitude. Cette zone est également vulnérable aux tsunamis.

Photo 18. Vue de la ville de Mutsamudu, avec son port

L'extraction de matériaux coralliens sur le linéaire côtier Pagé-Pomoni contribue à faire baisser le niveau marin et à faire reculer le trait de cote, mettant en danger les terres agricoles et les infrastructures routières. Les villages où l'érosion côtière est très marquée, où l'exploitation du sable de mer persiste sont très vulnérables aux tsunamis.

Bimbini et Domoni sont également vulnérables à cause de leur emplacement et la proximité de ses habitations fragiles par rapport à la mer même si la présence de la barrière de corail et la mangrove réduit considérablement cette vulnérabilité face aux assauts de la vague.

Photo 19. Maison dans l'eau, sur le littoral de Pagé

e. Vulnérabilité aux séismes

Contrairement à la Grande Comore où la sismicité est directement liée au volcanisme, la sismicité à Anjouan est liée à l'activité régionale du réseau des failles ou aux effondrements sur les fonds océaniques.

La vulnérabilité matérielle est essentiellement liée au bâti. En effet Tous les bâtiments administratifs et privés ne sont pas construits suivant des normes sismiques. A cause du relief, plusieurs espaces de l'île ne sont pas accessibles et les habitations se concentrent dans les zones plates, ce qui augmente la vulnérabilité des grandes villes aux tremblements de terre. L'absence de plan de sismicité pour répondre aux urgences est un facteur aggravant de cette vulnérabilité.

La vulnérabilité est très forte dans les villes à forte agglomération comme Mutsamudu, Domoni, Ouani et Moya. Ces villes chefs-lieux sont bâties avec des modes de construction qui sont loin d'être conformes aux normes sismiques. Les maisons en dur sont très serrées les une avec les autres, des ruelles très étroites qui rendraient très difficile toute évacuation des populations en cas de mouvements de terrain.

Moya est un village construit sur une colline face à la mer. La moindre déstabilisation par un séisme causerait des dégâts considérables car le sol argileux est fragilisé par le manque d'arbre autour des habitations.

f. Vulnérabilité aux glissements de terrain

La vulnérabilité des populations par rapport aux habitations et aux équipements communautaires est très fort dans certaines régions, les évènements de glissement de terrains sont plus fréquentent en bordure des routes. Ils sont provoqués par les cyclones et les pluies diluviennes qui les accompagnent. Ce sont surtout les routes qui sont endommagées lors de la chute de blocs de pierres ou des parois de falaises. C'est les cas de l'axe de Vassi et de Konidjodjo où des éboulements de blocs de pierre bloquent souvent les routes.

Ce sont donc les zones à bassin versant instables, dénudé et gorgé d'eau qui sont plus vulnérables aux éboulements. Les versants les plus menacés se trouvent le long du linéaire côtier de Pagé à Maraharé et à l'entrée et sortie du tunnel de Moya. Ces falaises côtières sont instables car fragilisés par l'érosion et la déforestation de la forêt en amont.

A Anjouan, Les versants les plus menacés se trouvent le long du linéaire côtier de Pagé à Maraharé et à l'entrée et sortie du tunnel de Moya.

Photo 20. Falaise instable sur la

Photo 21. Eboulement de bolc sur la route de

route de Pagé *Koni Djo Djo*

g. Résumé des vulnérabilités

Villages	Degré de vulnérabilité						
	Aléas hydrométéorologiques			Aléas géologiques			
	Cycloniqu e	Inondation s	Montée des eaux	Tsunamis	Séisme	volcan	Glissements de terrain
Mutsamudu							
Ouani							
Pagé-Mdjamawe							
Vassi							
Pomoni							
Bimbini							
Moya							
Mramani							
Domoni							
Hajoho							

Tableau 17. Récapitulatif de la vulnérabilité aux aléas géologiques et hydrométéorologiques à Anjouan

Le tableau ci-dessus résume le niveau de vulnérabilité de certains villages indicateurs de l'île d'Anjouan Le tableau ci-dessus résume le niveau de vulnérabilité de certains villages indicateurs de l'île d'Anjouan. Les codes de couleurs représentent le niveau de vulnérabilité pour chaque aléa considéré (en colonne) au niveau du village concerné (ligne)

	Vulnérabilité faible
	Vulnérabilité moyen
	Vulnérabilité fort

3. Mohéli

a. Vulnérabilité aux cyclones

Les évènements cycloniques ont un impact important sur l'île. En dehors de la vulnérabilité des populations par rapport aux habitations et aux équipements communautaires, les évènements cycloniques provoquent indirectement d'importants phénomène d'érosion et de glissement de terrains endommageant ainsi sérieusement les infrastructures routières. C'est les cas de la route vers Miringoni et de la route vers Nioumachoua, où des travaux de réhabilitation des routes endommagées par le cyclone Gafilo en 2004 ont été réalisés par l'Union Européenne.

A l'instar des autres îles, la vulnérabilité de Mohéli aux cyclones est liée au manque de préparation de la population face à cet aléa. Bien que les cyclones touchent rarement l'île, les événements passés ont eu des impacts très négatifs sur les habitations et la population. L'absence de mesures de prévention et d'évacuation de la population, voire la capacité que présente la population concernée à surmonter le cyclone. En effet il n'existe aucun plan d'alerte précoce aux cyclones, ni de plan d'évacuation préparé et efficace.

Photo 22. Aménagements des routes endommagées par Gafilo et Elite à Ndrérémani

Le cyclone Gafilo a fait des dégâts énormes particulièrement sur les reliefs côtiers de faible altitude. La vétusté des installations humaines a engendré des bilans très lourds dans les villages de Hoani, Fomboni, Miringoni. Le phénomène a également causé des dommages environnementaux, la pollution de la mer par le dépôt de la vase a sérieusement endommagée les coraux et les mangroves.

b. Vulnérabilité aux inondations

L'île de Mohéli est constituée par un relief accidenté, disséqué par l'érosion. Les terrains géologiques sont argileux, et par voie de conséquences forme une composante de ruissellement très importante. La pluviométrie est très élevée à l'instar des autres îles de l'archipel des Comores. L'île de Mohéli est donc plus vulnérable aux aléas géologiques et climatiques.
Les caractéristiques géomorphologiques (relief accidenté, réseau de drainage), géologiques (nature des sols), l'état du bassin versant (déforestation), l'étendue du réseau hydrographique sont les différents facteurs pris en compte dans l'évaluation de la vulnérabilité à l'inondation.

Mohéli a un relief semblable à celui d'Anjouan, mais le sol étant argileux, une inondation aurait des effets graves sur les terres agricoles situées non loin du littoral et entrainerait une forte pollution de la mer par les dépôts terrigènes. Lors du retour des vagues, des quantités de matière organiques et d'argile transportées par les eaux auraient des conséquences désastreuses sur le récif et la mangrove.

La vulnérabilité est très forte dans les villages de Hoani, Miringoni et Ouallah. Encerclés par des cours d'eau permanents, avec des habitats construits souvent dans des creux et en matériaux locaux, ils sont très menacés par des débordements des affluents. Ces villages sont classés comme très vulnérables aux inondations.

Hoani a été sévèrement touché par le cyclone Gafilo. Des ponts rompus, des routes coupées, des infrastructures inondées, le village était le plus sinistré par ces événements de 2004. C'est le débordement de la rivière qui a été à l'origine des dégâts. Cette rivière est toujours en cours de réhabilitation.

Photo 23. Aménagement des berges du cours d'eau à Hoani par des Gabions

Le village de Miringoni est entouré par deux rivières Mromhou et Mpangadjou, qui provoquent souvent des débordements lors des pluies torrentielles. Le village est posé sur une petite pente, ce qui accélère le ruissellement et amplifie les dégâts au niveau des habitations et des terres agricoles situées en bordure des cours d'eau. On y trouve beaucoup d'habitation en tôle ou en paille en bordure des cours d'eau et une route vétuste. Ce qui rend ce village très vulnérable aux inondations.

La situation d'Ouallah est préoccupante. Ce village est menacé par l'action combinée des marées et celles des affluents de trois cours d'eau qui drainent une partie du village.

Quand à Fomboni, capitale de l'île qui concentre toutes les infrastructures économiques et une forte agglomération, sa vulnérabilité est accentuée par un réseau hydrique composé de deux grandes rivières situées aux deux extrémités de la ville, une absence de canalisation des eaux de ruissellement dans les quartiers résidentiels. Le débordement de la rivière DEWA provoque souvent des inondations qui rendent impraticables les infrastructures sociales et gène l'accès à l'école primaire annexe située dans cette zone. Cette rivière a été réhabilitée par des fonds de l'union européenne, qui a aménagé des gabions pour renforcer les berges et a renforcé les ponts pour faire face à d'éventuels débordements futurs. Cependant la population de la capitale est mieux sensibilisée vis-à-vis des inondations et a des capacités de réponse plus importante que les autres villages. Fomboni est donc une zone vulnérable aux inondations.

c. Vulnérabilité aux montées des eaux

La plupart des villages sur l'île étant situés directement sur la zone côtière, les remontées d'eau océaniques constituent une menace importante. Plusieurs évènements de remontées des eaux océaniques, à l'occasion des marées des équinoxes, ont été vécus et décrit par la communauté au cours des entretiens.

A Mohéli où plus de 80% des villages sont côtiers, avec un bâti fait essentiellement en matériaux locaux très léger, tout le linéaire côtier est à faible altitude et est sous la menace d'éventuelles montées des eaux océaniques.

A Ouallah, Itsamia et Djoiézi, Plusieurs évènements de remontées des eaux océaniques, à l'occasion des marées des équinoxes, ont été vécus et décrit par la communauté au cours des entretiens. Les évènements enregistrés en 2007, simultanément en Grande Comore et Anjouan (décrit plus haut) l'ont été également dans ces villages.

Les habitations de ces villages se situent en dessous de 10 m de la zone d'abattement des marées dans des zones plates et dépourvue de barrière de protection contre la vague.

Seul le village de Domoni dispose d'une digue digne de ce nom, protégeant le village contre les remontées des eaux océaniques. Dans d'autres villages tels que Miringoni, Hoani, Nioumachouoi, les digues existants ont été complètement ou partiellement détruites. D'autres, encore plus menacés, tels que Wallah ou Djoiézi, ou Foumboni, ne disposent pas du tout d'ouvrage de protection.

Photo 24. Digue de protection, village de Domoni

Photo 25. Digue partiellement détruite, village de Hoani

d. Vulnérabilité aux tsunamis

A l'instar des autres aléas, la vulnérabilité face aux tsunamis dépend de plusieurs facteurs, à la fois naturels et anthropiques. La géomorphologie du fond marin, le relief du littoral, la topographie terrestre, l'urbanisation, l'aménagement du littoral et la densité de la population sont autant d'éléments qui amplifient les effets dévastateurs d'une vague de tsunami.

La population mohélienne est particulièrement vulnérable en raison de la forte pression démographique observée sur la zone côtière, le manque de préparation aux catastrophes naturelles, l'absence d'un plan d'alerte précoce et d'évacuation national permettant d'alerter la population quelques heures avant la survenue d'un tsunami et de l'évacuer en cas de nécessité, le manque de campagne de sensibilisation des populations côtières aux risques et aux gestes de survie, et les insuffisances sur la sécurisation de l'habitat .

Le relief accidenté de l'île conduit à une concentration de la population sur la zone côtière. Les familles de pêcheurs ont pris les habitudes de construire à côté des plages pour mieux surveiller et entretenir leurs engins de pêche.

Fomboni présente une vulnérabilité socioéconomique très forte car les infrastructures économiques stratégiques de l'île, les dépôts d'hydrocarbures, la centrale électrique, la centrale de télécommunication, les hôtels sont situés sur la zone côtière dans une zone à basse altitude.

Nioumachoua où l'on trouve le seul parc marin national est écologiquement vulnérable. Le degré de conservation des écosystèmes (coraux et mangrove), la qualité de ses plages et la richesse de sa biodiversité classe ce village parmi les zones les plus riches du pays en matière de biodiversité marine. C'est le cas également d'Itsamia, un des sanctuaires des tortues marines où l'on trouve les plus grandes plages de ponte de l'île.

Djoiézi, village côtier de faible altitude, assez peuplé et dont les habitations sont situées sur une zone plate est déjà très menacée par les remontées d'eau océanique et présente une forte vulnérabilité matérielle vis-à-vis des tsunamis. A l'instar des autres villes, les maisons sont de type villa de faible hauteur et des montagnes qui encerclent la ville. Ceci peu de marge de recul en cas d'évacuation des populations lors d'un raz de marée

Fomboni est particulièrement menacée par la montée des eaux au niveau des zones littorales d'où on trouve le marché, l'hôpital et l'école primaire. Ces établissements se situent dans le pas géométrique sans

ouvrage de protection. Lors des marées de vives eaux ces zones sont souvent envahies par les eaux océaniques.

Photo 26. Vue générale du littoral à Fomboni, avec l'école primaire sur le fond

Les seuls villages côtiers protégées par des digues sont Domoni, Hoani et Miringoni mais les habitations sont tellement proche de la digue que souvent la mer déborde et envahie les habitations. Malgré la présence de ces digues, les eaux parviennent à le contourner ou à le franchir pour atteindre les habitations. Parfois ces digues cèdent par la force de la vague. C'est le cas des digues de Nioumachoua et Itsamia qui sont complètement détruit par la force des vagues.

L'extraction de matériaux coralliens et la destruction de la barrière de corail sont des activités en voie de disparition dans l'île. Ces activités destructrices de l'environnement accélèrent l'érosion côtière.

Grace aux campagnes de sensibilisation menées par les associations villageoises, l'extraction de matériaux coralliens pour la construction semble diminuer par rapport aux années passées. Les organisations internationales et les institutions publiques appuient des programmes visant à interdire le prélèvement de sable et tente d'inciter les populations à utiliser des matériaux locaux pour la construction. Grace à ce travail de sensibilisation, l'état de santé des coraux s'est beaucoup amélioré dans les villages où ces actions sont menées avec beaucoup de rigueur. A Nioumachoua et Itsamia, ces actions sont très efficaces car les

écosystèmes marins et la biodiversité sont bien conservés et il est rare de voir des villageois se livrer à des activités portant préjudice à l'équilibre naturel des milieux naturels.

L'érosion côtière est plus importante sur les côtes de Fomboni et Djoiézi. Elle a comme impact le recul du trait de côte, et un rapprochement de la marée des infrastructures routières et des habitations. Ces villes ont également des associations de protection de l'environnement mais l'exploitation irrationnelle des ressources marines dans le passé a entrainé des dégâts irréversibles au niveau du milieu marin. Il faut noter que la croissance des coraux est très lente et que même si les activités destructrices ont cessé mais son impact sur l'érosion continuera à se faire sentir.

e. Vulnérabilité aux séismes

La vulnérabilité est surtout matérielle, liée au type de bâti. Tous les bâtiments administratifs ne sont pas construits suivant des normes de sismicité mais ce sont de petits bâtiments à deux étages au maximum et feraient moins de dégâts en cas de tremblement de terre. Les habitations étant aussi fait de petits villas séparées ou en matériaux légers, l'ensemble de l'île présente une faible vulnérabilité humaine. La vulnérabilité la plus forte est celle des réseaux. Les réseaux électriques, routiers étant déjà très pauvres et vétustes, les séismes risquent d'entrainer des éboulements des falaises argileuses sur la chaussée qui rendraient impraticable les routes. Ce sont donc les régions menacées par les glissements de terrain qui sont les plus vulnérables aux séismes.

f. Vulnérabilité aux glissements de terrain

Les évènements sismiques ont un impact important sur l'île : en dehors de la vulnérabilité des populations par rapport aux habitations et aux équipements communautaires, les évènements sismiques provoquent indirectement d'importants phénomène de glissement de terrains endommageant ainsi sérieusement les infrastructures routiers. C'est les cas de la route vers Miringoni et de la route vers Nioumachoua où des travaux de réhabilitations ont été financés par l'Union Européenne.

Photo 27(a) et 27(b). Erosion et éboulements sur la route de Miringoni

Photo 27(b)

Les séismes peuvent provoquer des glissements de terrain et des chutes de blocs par modification des conditions de l'équilibre géotechnique. Ainsi un bassin versant stable en situation statique peut se trouver en déséquilibre suite à un séisme. Un bassin versant dénudé et gorgé d'eau sera un facteur de vulnérabilité clé pour un glissement de terrain. Ces falaises côtières sont fragilisées par l'érosion et la déforestation amont.

Des risques d'éboulements sont également observés dans la région du plateau de Djandro, surtout à Wanani, Siri Ziroudani et Mlabanda. Certaines maisons sont construites sur le pied des montagnes argileuses, très près de la route et sont fabriquées en terre.

g. Résumé des vulnérabilités

Villages	Degré de vulnérabilité						
	Aléas hydrométéorologiques			Aléas géologiques			
	Cyclonique	**Inondations**	**Montée des eaux**	**Tsunamis**	**Séisme**	**volcan**	**Glissements de terrain**
Fomboni							
Djoiézi							
Itsamia							
Nioumachoua							
Ouallah II							
Miringoni							
Domoni							
Hoani							
wanani							
Siri Ziroudani							

Tableau 18 : Récapitulatif de la vulnérabilité aux aléas hydrométéorologiques et Géologiques à Mohéli

Le tableau ci-dessus résume le niveau de vulnérabilité de certains villages indicateurs de l'île de Mohéli. Les codes de couleurs représentent le niveau de vulnérabilité pour chaque aléa considéré (en colonne) au niveau du village concerné (ligne)

	Vulnérabilité faible
	Vulnérabilité moyen
	Vulnérabilité fort

- **Synthèse et Cartographie de la vulnérabilité**

Nous présentons dans cette partie, des cartes synthétiques de la vulnérabilité de chaque île, vis-à-vis des différents aléas. Cette cartographie découle de l'analyse de la vulnérabilité sur la partie précédente, résumé par les tableaux respectifs.

Dans ces graphiques, les aléas sont représentés par des symboles (cf légende) et le degré de vulnérabilité en trois niveaux : faible, moyen et forte, schématisés respectivement par des codes de couleurs, jaune, orange et rouge.

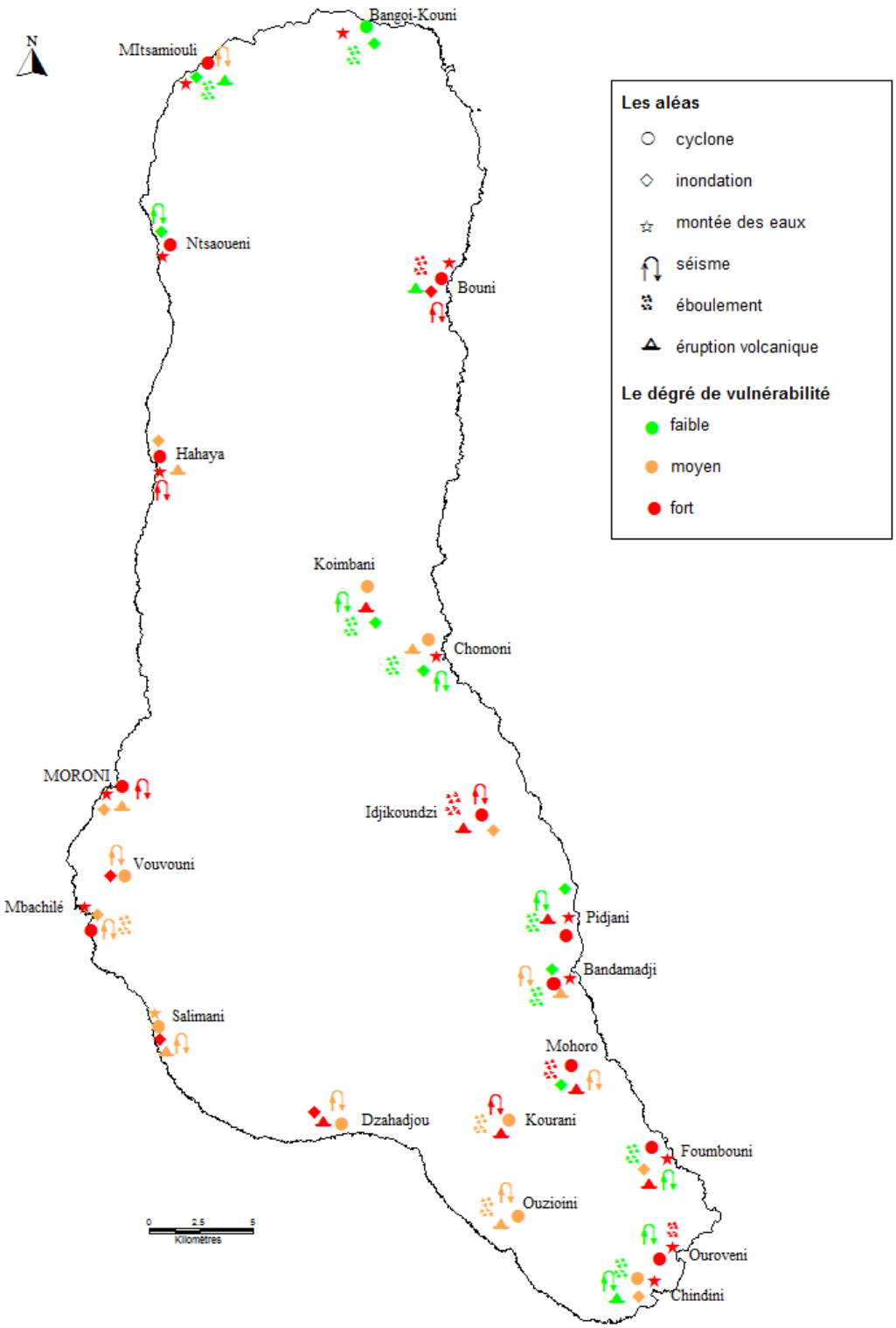


Fig. 19-Carte de vulnérabilité de l'île de la Grande Comore

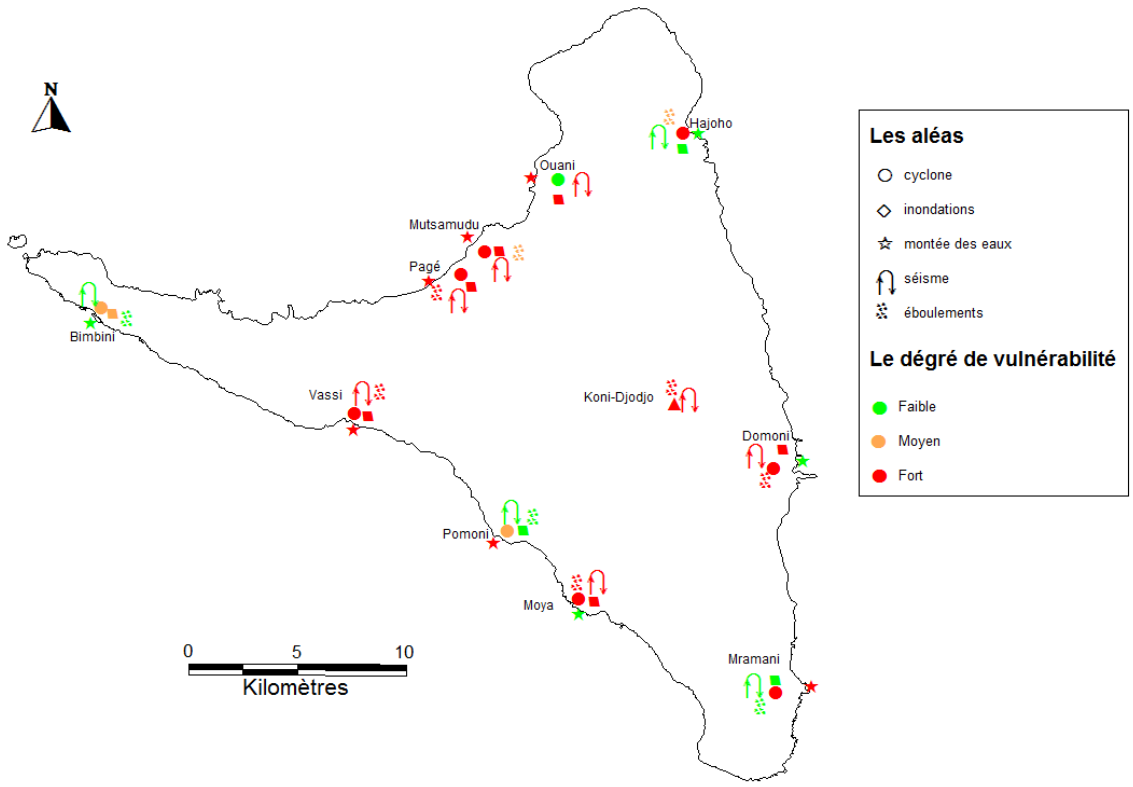


Fig. 20- Carte de vulnérabilité de l'île d'Anjouan

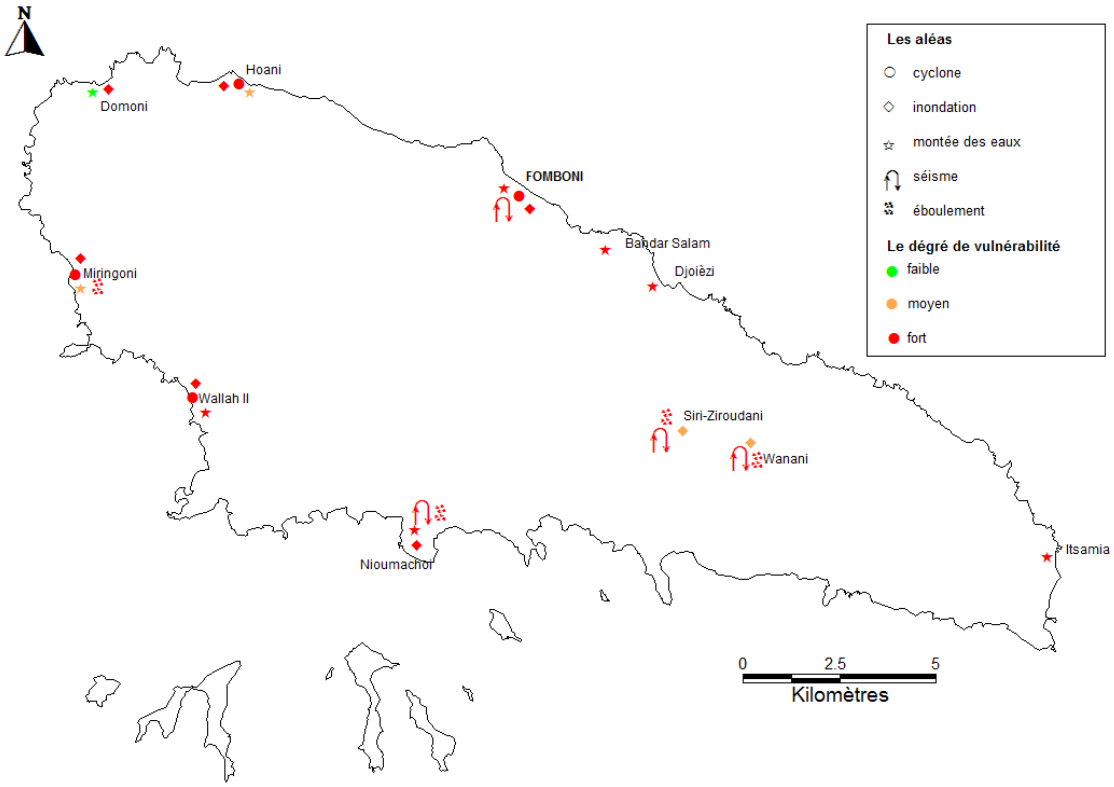


Fig. 21- Carte de vulnérabilité de l'île de Mohéli

V. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'ensemble des îles de l'archipel des Comores sont menacées par différents aléas ; certains ont une étendue nationale, alors que d'autres sont spécifiques pour chacune d'entre elle. De même, certains de ces aléas peuvent survenir brutalement et ponctuellement, alors que d'autres lentement mais de manière continue ; mais malgré cette lenteur, finissent par produire des effets notable sur le milieu et sur l'activité humaine. On pourrait les qualifier de catastrophes lentes, qu'on a le plus souvent tendance à oublier ou dont les effets sont négligés. Des évènements récents viennent témoigner de la réalité de ces aléas et de la vulnérabilité de la population.

Cette étude sur la vulnérabilité aux aléas naturels a permis d'identifier des domaines d'actions prioritaires et qui permettront de renforcer l'adaptation des populations et leur préparation aux désastres naturels en formalisant des recommandations sur a) la nécessité d'intégrer la gestion des risques naturels dans les politiques de développement, b) l'urgence de renforcer les capacités institutionnelles et techniques en matière de gestion des catastrophes naturelles, c) la nécessité de renforcer l'éducation et la prise de conscience des communautés face aux risques liés aux désastres naturels, y compris les campagnes d'information publique et d'éducation à lancer au niveau local, d) la nécessité de soutenir la stratégie globale de lutte contre la pauvreté et e) la nécessite de développer des partenariats au niveau national, régional et international, à travers la création de réseaux d'échanges de données et d'informations relatives aux aléas naturels.

Tous les scientifiques sont unanimes sur le fait que le comportement de l'homme vis-à-vis de son environnement amplifie les effets dévastateurs des aléas naturels. La déforestation, l'urbanisation anarchique, le non respect des normes de construction anti aléa, le prélèvement abusif de matériaux coralliens, la pollution, sont autant d'activité qui fragilisent les milieux naturels et amplifient les effets néfastes des aléas sur les populations et leurs biens. A cela s'ajoutent le manque de connaissance sur les aléas et l'inconscience de beaucoup de villageois sur les risques liés aux aléas naturels.

Face à ce constat, il convient de mettre l'accent sur les points identifiés comme prioritaires pour formuler des recommandations. Les institutions en charge de la protection civile devront s'engager à prendre en

compte ces recommandations dans la mise en œuvre des stratégies nationales en matière de gestion des catastrophes naturelles.

- **Intégration de la GRC dans les politiques sectorielles**

- Créer une structure en charge de la gestion du littoral devant superviser les travaux d'aménagement du littoral
- Promouvoir des méthodes de restauration naturelles des plages et des bassins versants (restauration des plages,
- Identifier les secteurs prioritaires aux Comores pour intégrer des mesures de réduction des risques de catastrophes (exemple: agriculture, éducation, santé, tourisme, etc.) et prévoir des activités dans les secteurs clés
- Finaliser le plan national de contingence et le rendre opérationnel.
- Elaborer une cartographie des risques qui doit être mise à jour régulièrement chaque fois que les niveaux du risque seront modifiés (par les changements climatiques par exemple).
- Promouvoir la protection des zones vulnérables aux remontées des marées par la construction d'ouvrages de protection des côtes (digues, enrochement, gabions) adaptés au milieu. Un préliminaire serait de constituer une cellule de coordination pour le suivi et le développement de ces ouvrages de protection !!! Voire à réfléchir à la meilleure stratégie pour l'avenir (prenant en compte les effets potentiels du réchauffement climatique)…
- Promouvoir le reboisement des bassins versant et des littoraux.
- Encourager l'utilisation des matériaux concassés pour les constructions des habitats ou ouvrages en dur pour remplacer l'habitat traditionnel fait en paille ou en torchis;
- Relancer la politique de l'habitat social.

- **Amélioration de la connaissance des aléas et la surveillance**

- Priorité à la recherche sur les risques "inondation" et "glissements de terrain" avec analyse des données pluviométriques et modélisation
- Promouvoir le développement de la recherche dans le domaine d'étude des aléas au niveau national par le renforcement et le développement de partenariat entre les structures existantes et la création d'un Centre National de recherche en Géoscience et Environnement

- Renforcer les structures de suivi des aléas: OVK (volcan, séisme, glissement de terrain), CNDRS-CNDO (remontées des eaux), et envisager le développement des capacités de recherche au niveau insulaire
- Faire réaliser régulièrement des études de vulnérabilités dans les 3 îles des Comores, par le personnel des CROSEPs par exemple, et transmettre les informations aux organismes de surveillance et d'étude des aléas
- Mettre en place une base de donnés et un système Information (SIG) pour la gestion des risques de catastrophes.
- Harmoniser et améliorer la collecte d'informations sur les risques catastrophiques : Les pouvoirs publics devraient encourager la collecte et la mise à disposition par les organismes météorologiques, océanographiques, sismologiques et hydrologiques nationaux de données paramétriques plus détaillées, plus pertinentes et plus fiables sur les catastrophes.

- **Education et sensibilisation**

- Sensibiliser les pouvoirs décentralisés, les associations communautaires, la société civile, ONGs sur les aléas pour qu'ils réalisent des actions de prévention et de préparation aux urgences
- Développer la prise de conscience du risque et améliorer la qualité des efforts d'éducation à la réduction des risques catastrophiques : Les comportements humains ont un impact substantiel sur les coûts directs et indirects des catastrophes. Il faudrait promouvoir les modifications des schémas de comportement, de la perception et de la prise de décision à tous les niveaux de l'administration et de la société qui permettent de réduire substantiellement les risques catastrophiques.

- **Mitigation**

- Faire l'inventaire des textes juridiques afin d'identifier les lacunes et les obstacles de leur application
- Promouvoir une réglementation stricte sur les activités destructrices de l'environnement (extraction de matériaux coralliens, déforestation, pêche à la dynamite…)
- Elaborer un projet de loi relatif à la gestion du risque
- Améliorer la qualité des efforts d'éducation à la réduction des risques catastrophiques

- Soutenir des activités économiques : La pauvreté est la conséquence de plusieurs facteurs qui contribuent à l'occupation anarchique des milieux sensibles (forêt et zone côtière) et à la recrudescence des conflits sociaux. Pour minimiser les effets liés aux aléas naturels, il faut privilégier la création d'activités économiques durables, génératrices d'emplois et de revenus. L'accès au crédit, la formation professionnelle et le développement des activités génératrices de revenu constituent les trois facteurs principaux pour mieux lutter contre la pauvreté.
- Promouvoir des projets pilotes d'adaptation aux catastrophes naturelles **:** actions de lutte contre l'érosion, de reboisement et de stabilisation des sols

- **Prévention et préparation aux urgences**

- Renforcer les capacités des pouvoirs décentralisés, des associations communautaires, des ONGs, de la société civile, pour la prévention et la préparation aux urgences
- Renforcer les coopérations régionales pour une meilleure préparation aux urgences
- S'appuyer sur les vulnérabilités identifiées dans ce rapport pour ajuster les plans de contingence nationaux aux réalités du terrain.

BIBLIOGRAPHIE

Abdou AMDJADE (2004) - Rapport d'évaluation sur les aspects économiques adaptes aux changements climatiques

ABDOU RABI Fouad*, MOHAMED* Bourhane *(*2001) - Changement climatique. Evaluation de la vulnérabilité et adaptation zones côtières des Comores

AFRETANE YSSOUFA(2004) - Evaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation au changement Climatique des zones côtières de MWALI

ASNAOUI MOHADJI(2004). Etude de l'évaluation participative de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements climatiques du secteur agricole à Mwali.

Bachèlery, P. et Coudray, J., 1993. Notice explicative de la Carte volcano-tectonique de la Grande Comore (Ngazidja) au 1/50.000^{e}. Ministère Française de la Coopération.

Banque Mondiale(2010) - Etude régionale sur la vulnérabilité des villes côtières d'Afrique du nord au changement climatique et aux désastres naturel

Commissariat Général au Plan(2009) - Document Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté(DSCRP)

Demange, D., 2000. Etablissement de la carte de risqué lié aux coulees de lave du Karthala sur l'île de la Grande Comore. Rapport de stage de fin d'études. IUT de Saint-Etienne – labo. Sci. Terre de l'université de la Réunion. 42p.

Hamidi. SOULE et Hamidou Nassor, (2008)- Cartographie du risque volcanique en Grande Comore

Krafft, M.,1983. Guide de volcans de la Grande Comore (Comores) : centre de Volcanologie Vulcain, Cernay (France). Private printing, 103 pp.

MAHAMAN Bachir Saley (2005) - Cartographie des zones à risque d'inondation dans la région semi-montagneuse à l'ouest de la côte d'ivoire : apports des MNA et de l'imagerie satellitaire.

Ministère de la Production et de l'Environnement (2007) - Communication Nationale initiale sur les changements climatiques

PNUD/COSEP (2004) - Plan national de Préparation et de réponse à l'urgence

ANNEXES

Annexe 1

Chronologie des éruptions du Karthala

Année	Dates	Localisation	Type d'éruption	Surface couverte (10^6 m^2)	Volume de magma estimé (10^6 m^3)	Sismicité ressentie	Dégâts
2007	13 janvier	Cratère secondaire	Magmatique sommitale			oui	
2006	28 mai	Cratère principal	Magmatique sommitale			-	
2005	25 novembre	Cratère principal	Phréato-magmatique			-	
2005	16 avril	Cratère principal	Phréato-magmatique			-	
1991	11 juillet	Cratère principal	Phréatique	-	Pas de magma	oui	Oui
1977	5 au 10 avril	Flanc sud-ouest	Magmatique excentrique	1.8	10.8	Oui	Oui
1972	8 sept au 5 oct.	Caldeira	Magmatique sommitale	2.5	12	-	-
1965	12 juillet	Caldeira et cratère secondaire	Magmatique sommitale	0.05	0.15	-	-
1952	10 au 14 février	Cratère principal	Magmatique sommitale	-	-	-	-
1948	22 avril au 4 mai	Cratère secondaire	Magmatique sommitale				
1948	13 au 16 juin	Cratère principal	Magmatique sommitale et phréatomagmatique	16	6	oui	oui
1918	11 au 13 août	Rift zone nord	Magmatique latérale	2.7	10	oui	-
1918	25 et 26 août	Cratère principal	Phréatique	25	Pas de magma	oui	oui
1904	25 fév. à avril	Rift zone nord	Magmatique latérale	11	44	oui	Oui **1 pers. tuée**
1903	-	Rift zone sud-est	Emissions gazeuses	-	-	-	Oui **17 prs. tuées**
1880	-	Rift zone sud-	Magmatique latérale	2.4	10	oui	Oui

		est					
1876	-	Rift zone sud-est	Magmatique latérale	4	17	-	-
1872	-	Rift zone nord	Magmatique latérale	1.6	7.2	-	-
1860	décembre	Rift zone sud-est	Magmatique latérale	5.5	30	-	-
1859	-	Rift zone	Magmatique latérale	3.9	20	-	-
1858	-	Caldeira et rift zone	Magmatique latérale	12.5	63	-	-
1857	-	Rift zone sud-est et caldeira	Magmatique latérale	10	56	-	Oui
1848	-	Flanc sud-ouest	Magmatique excentrique	3	16	-	-
1830	-	-	Magmatique	-	-	-	-
1828	-	-	Magmatique	-	-	-	-
1821	-	-	Magmatique	-	-	-	-
1814	-	-	Magmatique	-	-	-	-
1808	-	-	Magmatique	-	-	-	-