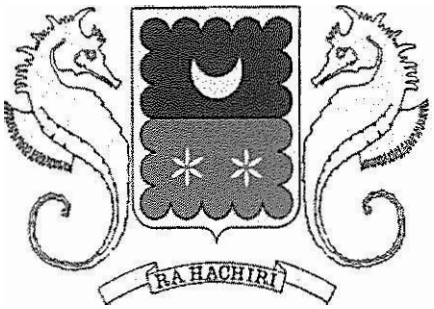
Collectivité Territoriale de Mayotte



Cartographie à 1/10 000 de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque «Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi»

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM (fiche SP 99-H-170)

M. Cruchet, en collaboration avec F. Rossi

février 2001
Rapport RP-50730-FR
2001 SG/MAY 01

Mots clés : Cartographie, Mouvement de terrain, Aléa, Zonage, Enjeux, Mamoudzou, Koungou, Petite Terre, Ile de Mayotte.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Cruchet M., coll. Rossi F. (2000) – Cartographie à 1/10 000 de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque «Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi», île de Mayotte – Rapport BRGM/RP-50730-FR – 2001 SG/MAY 01, 46 p., 6 figs., 2 annexes.

© BRGM, 2001

Synthèse

La cartographie de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque couvrant les communes de la partie Nord-Est de Grande Terre (Koungou, Mamoudzou) et les communes de Petite Terre (Dzaoudzi-Labattoir et Pamandzi), s'inscrit dans le cadre de la démarche de cartographie préventive des risques naturels à Mayotte. Elle bénéficie d'un cofinancement de la Collectivité Territoriale et de crédits de Service Public du BRGM.

Les communes de Mamoudzou et Koungou, d'une superficie totale de 70 km^2 environ, s'étendent sur les flancs du massif du Mtsapéré qui culmine à 572 m. En 1997, les deux communes comptaient 43 000 habitants, soit le tiers de la population mahoraise.
Mamoudzou, capitale administrative et économique de l'île, est en prise à un fort développement. Le port de Longoni, par où transitent toutes les marchandises importées à Mayotte par voie maritime, constitue également un facteur de développement essentiel pour cette micro-région.
Petite Terre qui comprend les communes de Dzaoudzi et Pamandzi-Labattoir, est séparée de Grande Terre par un bras de mer de 2,5 km de largeur. En 1997, elle comptait 18 000 habitants sur un territoire de 11 km^2 seulement. Ces communes doivent leur développement à la présence de centres administratifs (préfecture, douanes, armée,...) qui sont installés sur le « Rocher de Dzaoudzi » (ancienne résidence royale de l'archipel des Comores), et de l'aéroport, passage obligé pour les personnes quittant ou arrivant à Mayotte.

Sur le plan géologique, le bassin de risque étudié est caractérisé par des formations volcaniques récentes. Les dernières éruptions, explosives, ont eu lieu sur les communes concernées et principalement sur Petite Terre et à la périphérie de Mamoudzou.
Les derniers produits émis (pyroclastites), vraisemblablement âgés de quelques dizaines de milliers d'années, recouvrent un substratum volcanique ancien constitué de coulées de lave basaltique et de dômes-coulées, de nature phonolitique. Le substratum ancien a été soumis à une altération météorique poussée sous climat hydrolysant et à une altération météorique d'origine hydrothermale. L'épaisseur des altérites peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

Les mouvements de terrain récents, recensés ou observés, sur le territoire étudié, sont peu nombreux. Les pentes des reliefs sont relativement stables et en équilibre gravitaire. Toutefois, cet équilibre reste précaire et des mouvements de terrain peuvent se déclencher dans des conditions particulières (pluie, défrichement, terrassements, ...). Les instabilités se situent principalement au niveau des talus routiers, des zones urbanisées et aménagées, des padzas (parcelles défrichées il y a plusieurs décennies et en prise à l'érosion).

Les mouvements de terrain potentiels sont :
- des glissements à partir d'horizons superficiels (sols ferralitiques) ;
- des glissements plus profonds à partir des altérites argileuses ;
- des éboulements à partir des versants abrupts armés par des coulées de lave ;
- la propagation de blocs rocheux sur les pentes (blocs résiduels emballés dans les altérites, coulées de lave de fonds de vallée en inversion de relief, ...) ;
- des coulées de boue... ;
- des phénomènes de ravinement à partir des padzas, pyroclastites meubles, argiles d'altération, ..

La cartographie de l'aléa mouvement de terrain a été restituée à l'échelle 1/10 000. Trois cartes ont été dressées : carte de Koungou, carte de Mamoudzou, carte de Petite Terre

Quatre niveaux d'aléa ont été défini :

- niveau nul : absence de mouvements de terrain connus ;
- niveau faible : mouvements de terrain superficiels, maîtrisables à l'échelle de la parcelle ;
- niveau moyen : la possibilité de déclenchement de mouvements de terrain, en nombre et de moyenne ampleur, concerne le versant et nécessite des interventions collectives ;
- niveau élevé : les mouvements de terrain potentiels sont de forte intensité et peuvent être très dangereux.

Pour chaque niveau d'aléa, des recommandations ont été proposées notamment en matière d'aménagement. Les plaines littorales étant pratiquement toutes occupées, le développement des communes considérés va obliger à conquérir des espaces plus abrupts et exposés à des mouvements de terrain, en particulier sur la commune de Mamoudzou.

Des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde devront être mises en œuvre sur l'ensemble du bassin de risque étudié. Les séismes, les cyclones, les feux de forêts sont des facteurs susceptibles d'aggraver les risques liés aux mouvements de terrain.

SOMMAIRE

1. CADRE ET OBJET DE L'ÉTUDE 7

2. DESCRIPTION DU BASSIN DE RISQUE 8

2.1 DÉCOUPAGE ADMINISTRATIF 8
2.2 MORPHOLOGIE 10
2.2.1 Le massif du Mtsapéré 10
2.2.2 Petite Terre 10
2.3 HABITAT 12
2.3.1 La population 12
2.3.2 Répartition de l'habitat 12
2.3.3 Types de construction 14
2.4 ZONES D'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE 16
2.5 VOIES DE COMMUNICATION ET RÉSEAUX 16
2.6 RESSOURCES EN EAU 17
2.7 ESPACES NATURELS ET AGRICOLES 17
2.7.1 Les forêts 17
2.7.2 Les mangroves 17
2.7.3 Les espaces agricoles 17
2.8 HYDROGRAPHIE 19
2.8.1 Communes de Mamoudzou et Koungou 19
2.8.2 Petite Terre 19
2.9 CONTEXTE GÉOLOGIQUE 21
2.9.1 Les formations volcaniques 21
2.9.2 Les formations sédimentaires 22
2.10 TYPES DE SOLS 24

3. LES PHÉNOMÈNES NATURELS 27

3.1 PHÉNOMÈNES CLIMATIQUES 27
3.1.1 La menace cyclonique 27
3.1.2 Les précipitations 27
3.1.3 Les inondations 27
3.2 SÉISMES 28
3.3 FEUX DE FORÊT 29
3.4 EROSION DES SOLS 29
3.5 MOUVEMENTS DE TERRAIN 33
3.5.1 Typologie 33
3.5.2 Chutes de pierres et de blocs, éboulements 33
3.5.3 Glissements et coulées de boue associées 34
3.5.4 Coulées de boue 34
3.5.5 Embâcles et laves torrentielles 34
3.5.6 Erosion des berges 35
3.5.7 Erosion littorale 35

4. CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA «MOUVEMENT DE TERRAIN» 37

4.1 PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHE 37
4.2 EVALUATION DU NIVEAU D'ALÉA 37
4.2.1 Définitions 37
4.2.2 Caractérisation du niveau d'aléa 37
4.2.3 Application au territoire étudié 38
4.3 CONCLUSION À L'ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES DANGEREUX 39

5. RECOMMANDATIONS POUR L'AMÉNAGEMENT 40

5.1 CONSTRUCTIBILITÉ 40
5.1.1 Préambule 40
5.1.2 Recommandations dans les zones d'aléa élevé 40
5.1.3 Recommandations dans les zones d'aléa moyen 41
5.1.4 Recommandations dans les zones d'aléa faible 41

5.1.5 Recommandations dans les zones d'aléa nul 42
5.2 RECOMMANDATIONS PARTICULIERES POUR LES ZONES DE CARRIÈRES 43
5.3 MESURES DE PRÉVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE 44
5.3.1 Dispositifs de lutte contre l'érosion 45
5.3.2 Mesures garantissant le bon écoulement des eaux 45
5.3.3 Surveillance des zones exposées 45
6. BIBLIOGRAPHIE 46

Liste des figures

Figure 1 : Lolisation du bassin de risque étudié 9
Figure 2 : Carte des pentes du bassin de risque 11
Figure 3 : Distribution des espaces naturels et agricoles 18
Figure 4 : Délimitation des bassins versants 20
Figure 5 : Carte morpho-pédologique schématique 26
Figure 6 : Localisation des zones de padzas sur les communes de Mamoudzou et de Koungou 31

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nombre d'habitants des communes du bassin de risque en 1997 et taux de variation de la population entre 1991 et 1997 12
Tableau 2 : Evaluation de la population des villes et des villages du bassin de risque entre 1991 et 1997 13
Tableau 3 : Superficie et indice d'érosion des bassins versants des communes de Mamoudzou et Koungou (d'après Raunet, 1992) 19
Tableau 4 : Recommandations générales pour la construction vis à vis de l'aléa mouvement de terrain 42

Photographies

Planche photographique 1 (photos 1 à 6) : Différents types de construction rencontrés sur le bassin de risque 15
Planche photographique 2 (photos 7 à 11) : Principales formations géologiques de la région Nord-Est de Mayotte 23
Planche photographique 3 (photos 12 à 16) : Profils d'altération des terrains volcaniques 25
Planche photographique 4 (photos 17 à 20) : Evolution des padzas 32
Planche photographique 5 (photos 21 à 25) : Exemples d'instabilités 36
Planche photographique 6 (photos 26 à 30) : Impact des carrières sur la stabilité des pentes 44

Annexes

Annexe 1 : Cartographie de l'aléa mouvement de terrain à l'échelle 1/10 000
Feuille 1 : Commune de Koungou
Feuille 2 : Commune de Mamoudzou
Feuille 3 : Petite Terre

Annexe 2 : Représentation des enjeux sur la carte des aléas à 1/10 000
Feuille 1 : Commune de Koungou
Feuille 2 : Commune de Mamoudzou
Feuille 3 : Petite Terre

1. Cadre et objet de l'étude

La cartographie de l'aléa mouvement de terrain et des enjeux sur le bassin de risque de Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Padmandzi, s'inscrit dans le cadre d'un programme de cartographie préventive des risques naturels à Mayotte, initié par le BRGM en 1995.

Ce programme bénéficie d'un partenariat entre la Collectivité Territoriale de Mayotte et le BRGM. L'étude est réalisée dans le cadre des actions de service public du BRGM (fiche SP 99 H 170), et bénéficie d'un cofinancement de la Collectivité Territoriale (Convention du 29 juillet 1999).

En 1996, trois secteurs avaient retenu l'attention dans le cadre du programme d'inventaire des phénomènes dangereux et de la cartographie d'orientation à 1/50 000, du point de vue de la prévention des risques naturels (rapport BRGM R 39078). Ces trois secteurs, jugés prioritaires, sont :

- le secteur de Sada-Chiconi, étudié en 1997 (rapport BRGM R 39991) ;
- le secteur d'Accoua-Mtzamboro, étudié en 1998 (rapport BRGM R 400466) ;
- le secteur de Mamoudzou, Koungou et Petite Terre qui fait l'objet de la présente étude.

La cartographie présentée s'appuie sur :

- une analyse des principaux événements connus (données recueillies auprès des services de la Direction de l'Equipement et des Collectivités) ;

- des observations détaillées de terrain (levés géologiques sur l'ensemble du bassin de risque) ;

- une analyse photo-interprétative (clichés IGN de 1997).

Les interprétations qui ont été faites par le croisement de ces différentes approches, complémentaires, ont abouti à la cartographie des différents types d'aléa mouvement de terrain à l'échelle 1/10 000 (report sur le fond topographique IGN de 1997).

Les principaux enjeux ont été reportés sur les cartes d'aléa pour aboutir à une cartographie informative.

2. Description du bassin de risque

Le bassin de risque étudié a été défini en fonction des forts enjeux, existants et à venir, liés au fort développement de la zone Nord-Est de Mayotte (communes de Mamoudzou, Koungou, Pamandzi-Labattoir, Dzaoudzi) (rapport BRGM R 39078). Ces communes sont soumises à une pression démographique importante et l'amélioration rapide des conditions de vie ont pour effet une urbanisation accélérée de l'espace.

La délimitation de ce bassin de risque est présentée en figure 1.

2.1 DECOUPAGE ADMINISTRATIF

- **La commune de Mamoudzou**

La commune de Mamoudzou, d'une superficie de 4 194 ha, est constituée de plusieurs villages qui se sont développés dans la zone littorale, à la périphérie de l'agglomération de Mamoudzou. Seul, le village de Vahibé est situé à l'intérieur des terres et, est relativement éloigné de la côte. Il est accessible par une route forestière qui rejoint la partie centrale de l'île (piste CCT 3 de Combani).
Son territoire s'étend sur les pentes du massif du Mtsapéré.
L'agglomération de Mamoudzou, capitale économique et administrative, exerce un attrait croissant pour la population de Mayotte. Lors du recensement de 1997, Mamoudzou comptait plus de 32 000 habitants dont 51 % avaient moins de 20 ans, soit le quart de la population mahoraise.

- **La commune de Koungou**

La commune de Koungou, d'une superficie de 2 841 ha, se compose de 6 villages répartis de part et d'autre de la route nationale 1. Ces villages sont Magicavo-Lamir, Magicavo-Koropa, Koungou, Trévani, Kangani, Koungou et Longoni.
Cette commune présente un attrait croissant sur la plan économique puisqu'elle a sur son territoire le port de Longoni et qu'elle se situe à proximité de l'agglomération de Mamoudzou.
Lors du recensement de 1997, Koungou comptait 101 60 habitants dont 59,1 % avaient moins de 20 ans.

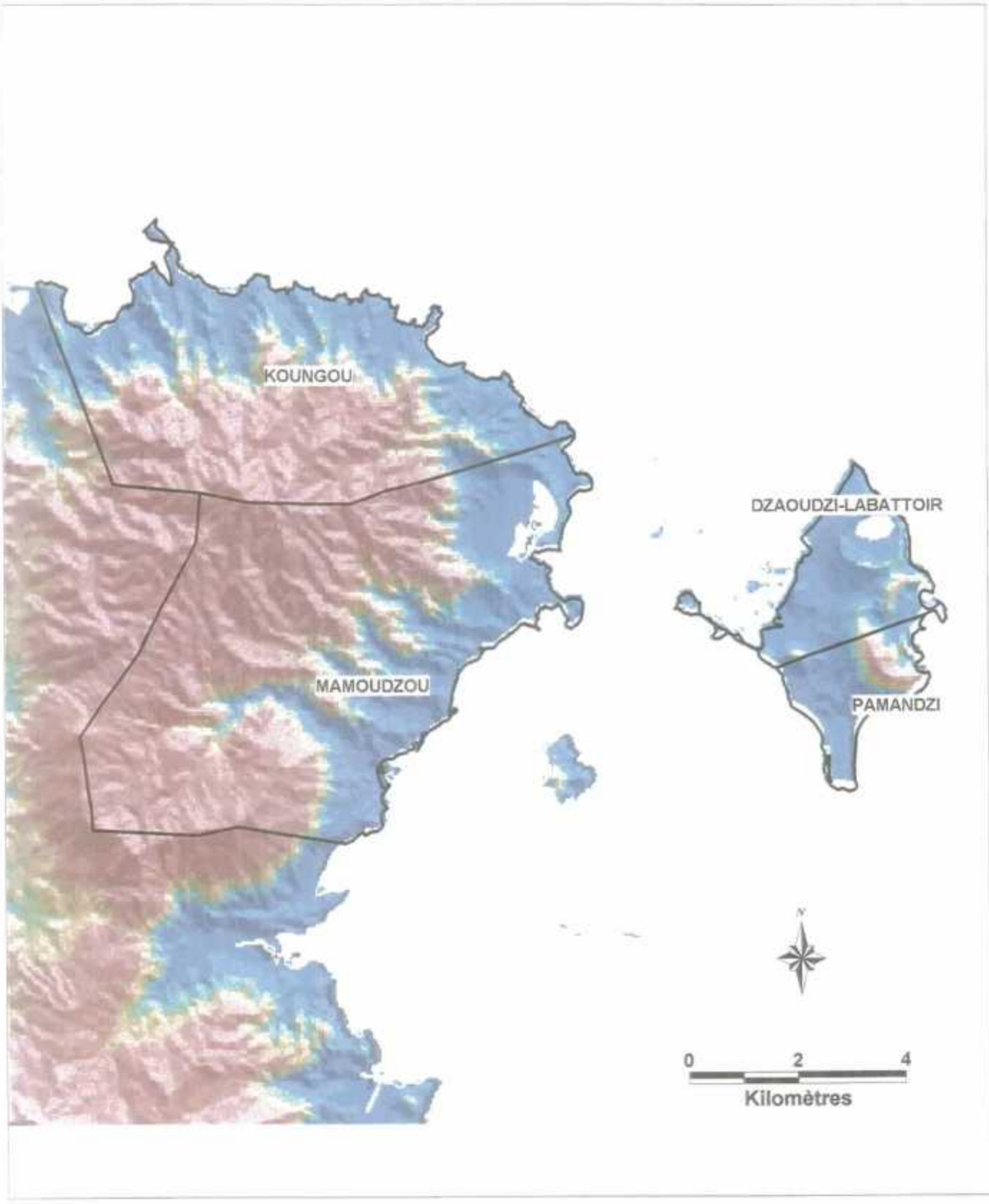
- **La commune de Dzaoudzi –Labattoir (Petite Terre)**

Son territoire correspond à la partie nord de Petite Terre. Elle est composée par les deux agglomérations de Labattoir et de Dzaoudzi, avec un territoire exigu de 666 ha. Sa population était de 10 796 habitants en 1997

- **La commune de Padmandzi**

Elle occupe la partie sud de Petite Terre. Cette commune possède le plus petit territoire de Mayotte avec 429 ha. Sa population était 7057 ha en 1997. Elle bénéficie d'une forte activité liée à la présence de l'aéroport sur son territoire et à la présence de centres administratifs et stratégiques (préfecture, douanes, armée, stockage d'hydrocabures).

Figure 1 : Localisation du bassin de risque étudié



2.2 MORPHOLOGIE

2.2.1 Le massif du Mtsapéré

Les deux communes de Mamoudzou et Koungou s'étendent sur le flanc Est du massif volcanique du Mtsapéré qui culmine à 572 m d'altitude.

Le massif du Mtsapéré présente des pentes souvent supérieures à 100 % (figure 2). Une grande partie du territoire des 2 communes est inaccessible et inhabitée. On y accède par des sentiers pédestres : sentiers de grande randonnée ou sentiers permettant l'accès aux parcelles cultivées.

Ces pentes fortes résultent d'une activité érosive intense du massif volcanique qui a toutefois gardé sa morphologie «cônique» avec un réseau hydrographique de type radial. Les vallées encaissées, remontent presque toutes sur les hauts du massif. Leur profil est de plus en plus redressé vers l'amont.
Plusieurs falaises forment des ruptures de pente à l'intérieur des terres (cascades des rivières de Majimbini, de Kaouénilajolie, falaises dominant le village de Koungou). Leur présence est imputable à l'hétérogénéité texturale et lithologique du substratum lavique (les coulées de lave puissantes résistent mieux à l'érosion). Certains escarpements pourraient également être les témoins d'une activité tectonique (failles, fractures).

La côte, très découpée, est constituée par une succession de baies occupées par la mangrove et séparées les unes des autres par des pointes rocheuses qui constituent la terminaison de reliefs allongés selon une direction WNW-SSE vers Mamoudzou, et N-S vers Koungou.
Les baies correspondent à l'exutoire de bassins versants drainés par de petits cours d'eau pérennes, entretenant une ambiance humide. A marée haute, la mer envahit les cours aval des rivières, encaissés de quelques mètres dans des sédiments limoneux et sableux.

A l'heure actuelle, la côte mahoraise est protégée naturellement des houles océaniques par la barrière récifale qui entoure l'île. Or, il existe des morphologies côtières abruptes à l'arrière des baies, que l'on pourrait qualifier de « falaises mortes ». Ceci laisse penser qu'à une période ancienne, le niveau marin était plus haut et que les reliefs actuels étaient en prise à l'érosion marine.

2.2.2 Petite Terre

Petite Terre est caractérisée par son modelé volcanique récent, parfaitement conservé. Les morphologies caractéristiques correspondent aux :

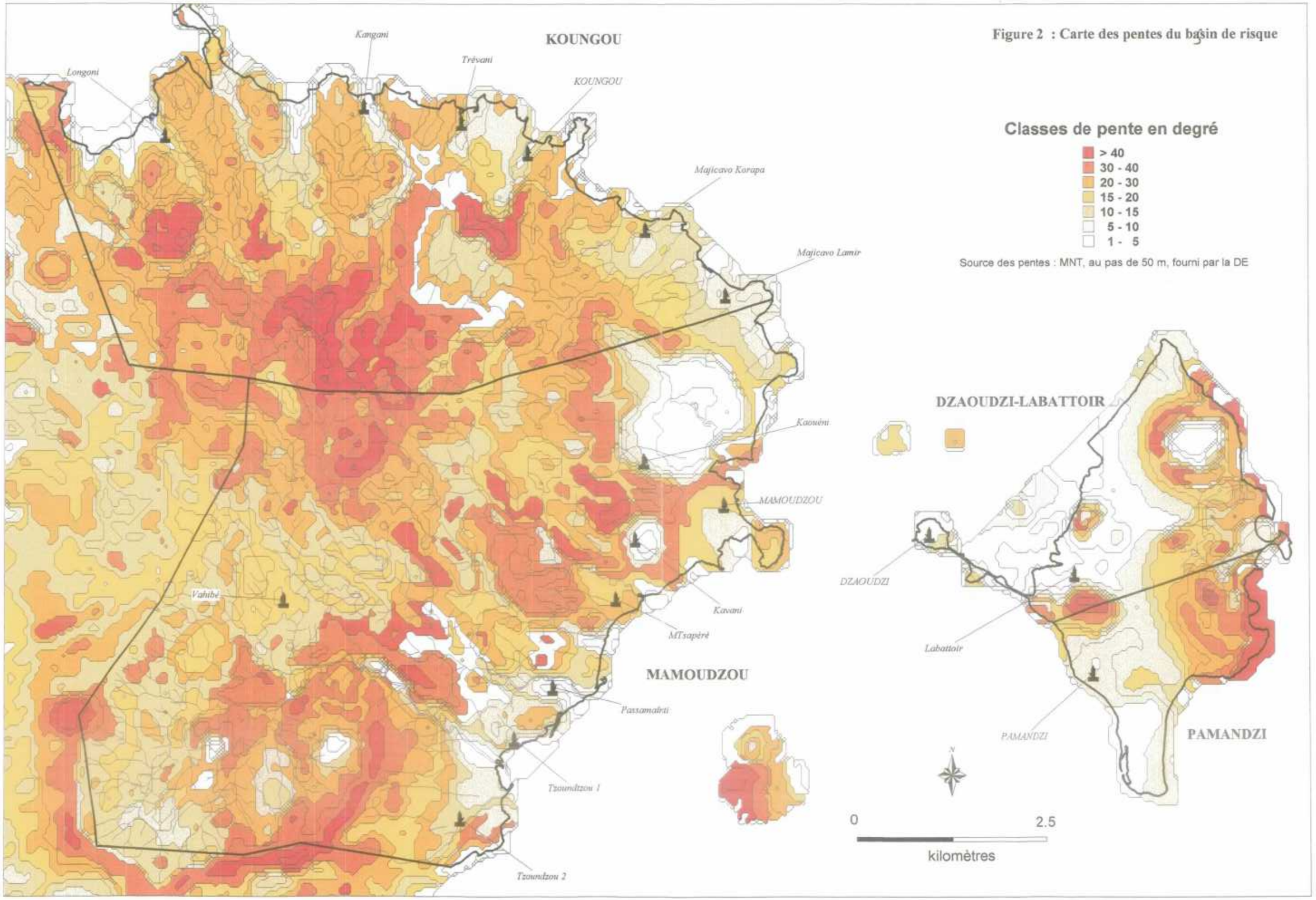
- cônes stromboliens de Totorossa et Dzaoudzi ;
- cratères d'explosion de Dziani Dzaha, de Moya et La Vigie.

D'autres cônes volcaniques, en partie émergés, sont présents dans le lagon entre Grande Terre et Petite Terre :

- Chissioua Mbouzi (superficie de 0,9 km^2 qui culmine à 153 m d'altitude) ;
- Zissioua Mtsanga ;
- Zissioua Ziné.

Ces appareils volcaniques reposent sur le substratum lavique qui affleure entre Labattoir et Pamandzi.

Figure 2 : Carte des pentes du bassin de risque



2.3 HABITAT

2.3.1 La population

En 1997, la population de Mayotte était de 130 000 habitants. Le bassin de risque qui nous intéresse en comptait plus de 60 000, soit près de la moitié de la population mahoraise (tableau 1)

Commune	Nombre d'habitants (Recensement INSEE 1977)	% de la population de moins de 20 ans en 1997	Taux annuel de variation 91-97
Koungou	10 160	59.1 %	+ 9,1 %
Mamoudzou	32 774	51 %	+ 8,3 %
Pamandzi	7 057	48.1 %	+ 4,7 %
Dzaoudzi –Labattoir	10 796	51.2 %	+ 4,5 %

Tableau 1 : Nombre d'habitants des communes du bassin de risque en 1997 et taux de variation de la population entre 1991 et 1997

La population de Petite Terre présente un taux d'accroissement plus faible que les communes de Mamoudzou et de Koungou qui sont devenues des pôles attractifs sur le plan du développement économique (tableau 2).

2.3.2 Répartition de l'habitat

Chaque commune est composée de plusieurs villages situés le plus souvent sur la côte.
Vahibé, sur le territoire de la commune de Mamoudzou, est le seul village situé à l'intérieur des terres.

Certains de ces villages possède un centre à caractère urbain ; d'autres ont un aspect de village traditionnel (photos 2 et 6). A la périphérie des villages, se mettent en place des lotissements de maisons individuelles et des zones d'habitat précaire (bidonvilles).

Sur l'ensemble du bassin de risque, on assiste à une densification de l'habitat dans les centres villes et dans les villages déjà structurés et à une extension des zones urbaines. Les populations nouvelles s'installent à la périphérie des zones construites, sur des terrains en friche.

Village	Population en 1991 (nombre d'habitants)	Population en 1997 (nombre d'habitants)
KOUNGOU	2551	4052
KANGANI	263	440
LONGONI	676	970
MAJICAVO-LAMIR	343	526
MAJICAVO-KOROPA	1658	3300
TREVANI	539	877
KAWENI	2779	6206
MAMOUDZOU	4737	5614
CAVANI	2270	3950
M'TSAPERE	4983	6984
PASSAMAINTI	3067	5179
TSOUNDZOU 1	968	2092
TSOUNDZOU 2	351	576
VAHIBE	1119	2132
DZAOUDZI	67	
LABATTOIR	7978	10792
PAMANDZI	5359	7040

Tableau 2 : Evaluation de la population des villes et des villages du bassin de risque entre 1991 et 1997

2.3.3 Types de construction

Les types de construction sont extrêmement variés, tant du point de vue de leur architecture que de leur structure et des matériaux utilisés.

- **L'habitat traditionnel**

Traditionnellement, l'habitat mahorais est de type individuel, en rez de chaussée. Une habitation traditionnelle à Mayotte, comprend une case et un enclos (ensemble NYAMBA-SHANZA). La cour est entourée d'une clôture constituée de végétaux (photo1).
Les habitations sont de petite dimension ; elles comprennent une ou deux pièces de faible superficie (5 à 10 m^2). La hauteur des constructions est réduite (3 à 4 m). Les habitations ne disposent pas de planchers (sol nu en terre).
Les cases sont disposées parallèlement aux courbes de niveau topographique ; les chemins d'accès sont dans le sens de la pente.
Chaque maison est fondée superficiellement par des piquets en bois plantés dans la terre. La construction est ainsi « liée » au terrain.

- **Les habitations des villages et du centre ville**

Ces habitations sont construites en dur, en pierre artificielle et/ou en brique de terre compressée crue ou cuite, avec des toits en tôle (photo 6).
De plus en plus, en raison du manque d'espace, des constructions à étage font leur apparition, en particulier dans les centre villes.
Des immeubles se rencontrent dans le centre ville de Mamoudzou et dans les nouvelles zones industrielles.

- **Les nouveaux lotissements**

Les nouveaux lotissements de la Société Immobilière Mahoraise (SIM) sont construits en béton et pierre artificielle. La brique en terre est toujours utilisée mais pour son aspect décoratif ou pour son confort. L'architecture est plus complexe avec plusieurs niveaux (photo 5).
Ces lotissements ont été implantés la plupart du temps sur des terrains en pente d'une part en raison de la raréfaction des terrains plats et de l'engouement des populations pour vivre sur des sites avec vue panoramique (« vue sur mer »).

- **Les bidonvilles**

Ils se sont développés à la périphérie de Mamoudzou et des villages, dans des sites souvent très difficiles d'accès.
Ils correspondent à des quartiers où les logements sont construits avec des matériaux de récupération donnant un aspect de bidonville (photos 3 et 4). La densité de population et d'habitat de ces quartiers est très grande.
Les clôtures sont faites de sacs de riz, de bâches plastiques, de tôles, ce qui renforce l'aspect bidonville.
Toutes les communes du bassin de risque ont engagé des programmes de résorption de l'habitat insalubre (RHI) en partenariat avec l'Etat.

Planche 1 Différents types de constructions rencontrés sur le bassin de risque

Photo 1: Banga traditionnel construit avec des éléments végétaux

Photo 2 : Vue générale du village de Bandrajou

Photo 3 : Zone d'habitat insalubre (Majicavo)

Photo 4 : Erosion des terres dans une zone d'habitat précair

Photo 5 : Constructions récentes à Mtsapéré

Photo 6 : Lotissement récent sur les pentes dominant le village de Majicavo Koropa.

2.4 ZONES D'ACTIVITE ECONOMIQUE

La micro-région Nord-Est est le poumon économique de Mayotte. Des zones industrielles ont été créées sur le territoire des communes de Mamoudzou et Koungou (Z.I de Kaouéni, de Majicavo, de Koungou, de Longoni,...), dans les plaines littorales, à proximité de la route nationale.

La forte activité économique est liée au développement de Mamoudzou et à la proximité du port de Longoni par lequel transite la plus grande partie des marchandises importées à Mayotte. L'autre partie est acheminée par voie aérienne et transite par Pamandzi.

2.5 VOIES DE COMMUNICATION ET RESEAUX

Le réseau routier de Mayotte comprend une route nationale littorale qui dessert toutes les communes. Cette voie de communication est le plus souvent la seule qui relie les villages entre eux, par exemple entre Kaouéni (commune de Mamoudzou) et Majicavo (commune de Koungou).

Le village de Vahibé est accessible par le CCT3 (chemin de la Collectivité Territoriale n°3).

Le réseau de routes secondaires est quasi-inexistant, et se limite aux zones urbanisées (Mamoudzou, Cavani, Mtsapéré). Le plus souvent, il s'agit d'une voie unique desservant un quartier ou une zone industrielle.

Les autres réseaux (réseau AEP, lignes électriques et téléphoniques) ont la même configuration que celle du réseau routier, à savoir un réseau principal littoral qui ceinture l'île et des ramifications vers les villages et zones aménagées.

La liaison entre Petite Terre et Grande Terre se fait uniquement par voie maritime (barge).

2.6 RESSOURCES EN EAU

La population et les activités de l'île de Mayotte s'alimentent principalement à partir d'eaux de surface (sources, prises d'eau en rivière, retenues collinaires). Depuis 1990, les besoins croissants en eau potable ont conduit à recourir aux ressources en eaux souterraines. Des premiers puits ont été mis en exploitation à Kaouéni en 1992.
En 1999-2000, lors d'un nouveau programme d'exploration conduit par le BRGM, de nouveaux forages implantés dans les fonds de plusieurs vallées (Kaouéni, Koualé), ont mis en évidence l'existence de ressources souterraines en quantité et qualité satisfaisantes. Ces ouvrages vont être mis en exploitation.

Petite Terre est alimentée par une usine de déssalement des eaux marines.

2.7 ESPACES NATURELS ET AGRICOLES

2.7.1 Les forêts

La forêt humide de Mayotte, forêt hygrophile primaire, occupe les hauts du massif du Mtsapéré, au-dessus de 300 m d'altitude (figure 3). Elle est dense et possède une faible proportion de gros arbres.
En dessous de 250 m d'altitude, la forêt a été défrichée et a laissé place à un recrus à avocat marron. Cet arbuste prolifique envahit les terrains en friche et constitue une couverture forestière secondaire, dense et impénétrable.

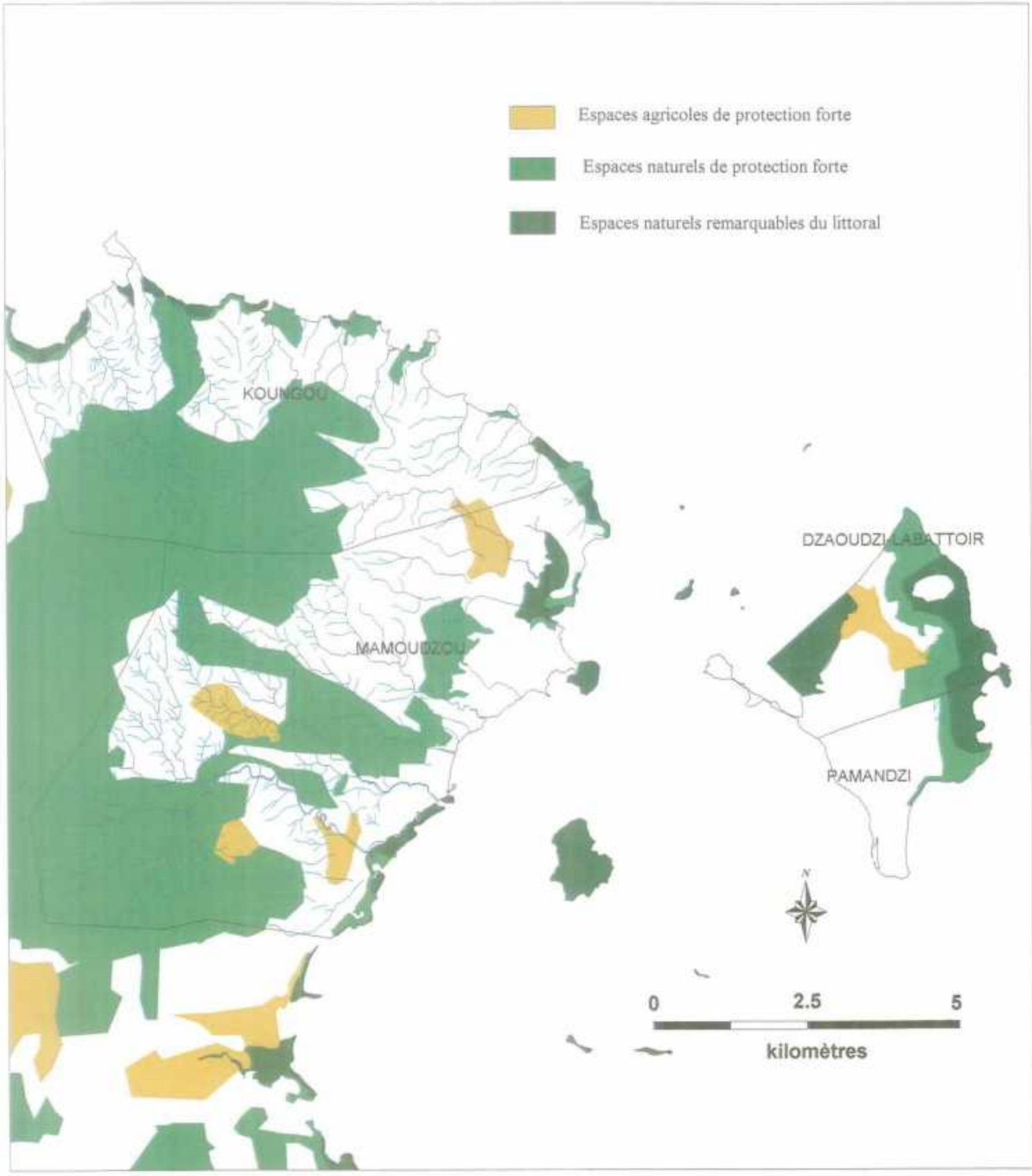
2.7.2 Les mangroves

Toutes les baies sont occupées par la mangrove.
La mangrove à palétuviers se développe dans la zone de marnage des marées. Ce filtre naturel, entre la mer et la terre, permet la fixation des apports terrigènes charriés par les rivières. Les racines des palétuviers freinent le courant, ce qui permet ainsi le dépôt des sédiments terrigènes (colloïdes, argiles, limons, sables, ..., et des déchets) .
Les mangroves ont permis par le passé de protéger le lagon des apports terrigènes. Aujourd'hui, leur rôle essentiel, ne suffit plus du fait de l'augmentation de ces apports et de l'augmentation des vitesses d'écoulement des eaux qui est due à l'imperméabilisation des bassins versants et à la création de collecteurs d'eau (fossés bétonnés).

2.7.3 Les espaces agricoles

Traditionnellement, la technique de mise en culture est la « gratte » avec défrichage, brûlis et semis au poquet. Les terres sont mises en jachère après la récolte, pendant 2 ans. Autrefois, la durée de la jachère était parfois de 10 ans.
Les parcelles de faible superficie (≤ ½ hectare) sont cultivées en famille. Les cultures vivrières de base sont le manioc, le bananier, le maïs, la patate douce, ... Elles se pratiquent sous les cocoteraies.
Des nouvelles pratiques agricoles sont apparues au cours des dernières années pour répondre au nouveau besoin des populations. Ce sont les maraîchages pratiqués dans les plaines et près des rivières, des cultures de maïs, de cannes fourragères pour le bétail.
Des espaces agricoles de protection forte sont définies dans le SRADT (figure 3 et annexe 2).

Figure 3 : Distribution des espaces naturels et agricoles (d'après SRADT 1998)



2.8 HYDROGRAPHIE

2.8.1 Communes de Mamoudzou et Koungou

La commune de Mamoudzou contient plusieurs bassins versants parallèles et orientés Nord Ouest – Sud Est (figure 4). Le plus vaste est celui de La Koualé avec 15 km^2 (soit 1/3 de la surface communale).
Les bassins versants de la commune de Koungou sont de taille réduite ; leur superficie qui n'excède pas 3,5 km^2, est croissante d'Est en Ouest.

Chaque bassin domine une baie plus ou moins large, occupée ou non par la mangrove.

Tous ces bassins versants ont une disposition radiale par rapport au massif du Mtsapéré. Ils ont une déclivité importante (tableau 3) avec des pentes supérieures à 40 °.
Leur limite coïncide plus ou moins avec les limites communales. Ainsi, le bassin versant de la rivière Kaouénilajoli est à cheval sur les communes de Koungou et de Mamoudzou.

Le découpage du territoire en une multitude de bassins versant élémentaires permet de faire une approche spécifique par bassin. Ainsi, J. RAUNET (1992) a défini des indices d'érosion [1] par bassin versant. Il ressort de cette étude que les bassins à « pression érosive forte » se situent sur la commune de Mamoudzou, entre Mtsapéré et Tsoundzou.

Commune	Cours d'eau	Superficie du bassin versant en km^2	Indice d'érosion
Koungou	Longoni	3.3	3
	Longoni (Tririni)	1.6	-
	Mgombani	2.5	2.6
	Kangani	3.5	2.3
	Trévani	1.2	3.6
	Kirissoni (Koungou)	2.3	2.7
Mamoudzou	Kaouénijoli	4.4	**9**
	Kaouéni sud	3.7	***9***
	Majimbini	4.5	**12.5**
	Doujani	2.4	**13**
	Gouloué	7.2	**13.3**
	Koualé	15.1	**9.2**

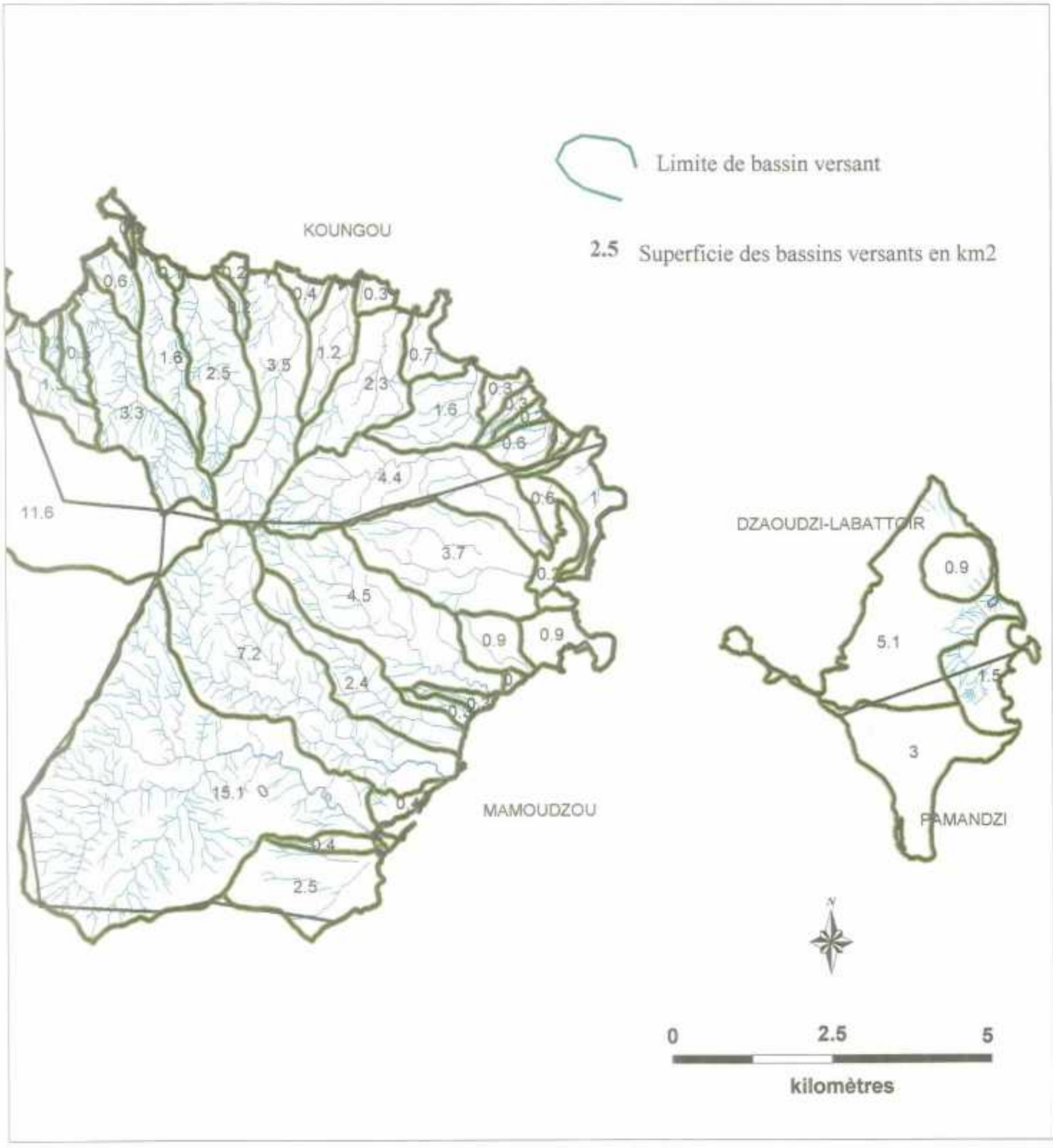
Tableau 3 : Superficie et indice d'érosion des bassins versants des communes de Mamoudzou et Koungou (d'après Raunet, 1992)

2.8.2 Petite Terre

La ligne de partage des eaux entre le Nord et le Sud, correspond approximativement à la limite communale entre Dzaoudzi et Pamandzi-Labattoir.
Il n'existe pas de rivière pérenne à Petite Terre. Les eaux peuvent s'infiltrer facilement dans les terrains constitués de matériaux volcaniques à cendres et lapilli. Toutefois, en période de fortes pluies, le ruissellement provoque un ravinement intense de ces derniers. Les flancs des cônes volcaniques sont particulièrement ravinés.
Une partie des eaux est drainée vers la côte Est et vers le lac de cratère de Dziani Dzaha.

[1] L'indice d'érosion est fonction de la surface érodée (padzas), de la pente, de la nature des terrains, de la densité de population et du climat. Plus l'indice est élevé, plus la pression érosive est forte

Figure 4 : Délimitation des bassins versants



2.9 CONTEXTE GEOLOGIQUE

2.9.1 Les formations volcaniques

L'île de Mayotte, d'origine entièrement volcanique, s'est formée il y a plus de 8 millions d'années. Elle s'est édifiée en plusieurs phases d'activité volcanique entrecoupées de périodes de calme éruptif, permettant à l'altération et à l'érosion de jouer leur rôle.
Deux interprétations principales sont avancées pour expliquer sa structuration : édification d'un volcan bouclier ou chaîne de petits volcans coalescents.
A l'échelle géologique, les dernières éruptions qui ont pu être datées, sont récentes (moins de 500 000 ans). Elles sont à l'origine des petits appareils volcaniques (cônes à activité explosive), situés dans la partie Nord-Est de l'île, dans les environs de Mamoudzou notamment.

Sur le territoire de la commune de Mamoudzou, on rencontre les ensembles lithologiques suivants :

- **empilements de coulées de lave basaltique (âges supérieurs à 3 Ma – millions d'années) :**
  Dans ces séries géologiques anciennes, des horizons de brèches et de scories d'épaisseur métrique sont intercalés dans les coulées de lave. Ces formations ont subi une altération intense et profonde, sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. L'altération a été d'origine climatique (sols ferralitiques) et hydrothermale.

- **coulées de lave basaltiques et phonolitiques du massif du Mtsapéré (âge inférieur à 3 Ma) :**
  Des épanchements de lave phonolitique visqueuse ont eu lieu au centre du massif du Mtsapéré durant cette période plus récente (photo 9). Des coulées basaltiques tardives ont emprunté des fonds de vallée (photo 7) et se présentent souvent aujourd'hui en inversion de relief. Peu altérées, elles sont exploitées en tant que matériaux de carrière (notamment les niveaux de basalte en plaquettes).

- **formations pyroclastiques récentes de nature basaltique ou trachytique (âge inférieur à 1 Ma) :**
  Des cônes de scories basaltiques sont disséminés le long de la côte, au nord de Mamoudzou, sur la barrière récifale entre Petite Terre et Grande Terre et sur le territoire de la commune de Mamoudzou (cône de la Pointe Mahabo, cône à l'ouest de Cavani). Une activité explosive tardive, de type magmatique ou hydromagmatique, a donné naissance à des cratères de type maar et à des anneaux de pyroclastites (exemple du maar de Cavani et du cratère de Dziani Dzaha, à Petite Terre).
  Ces formations pyroclastiques récentes (cendres, lapilli, blocs, plus ou moins vésiculés), encore épargnées par l'altération, présentent une relative fraîcheur (photos 8 et 10).

A Petite Terre, le mont Four à Chaux (mamelon basaltique au sud du village de Labattoir), pourrait être un dôme exogène formé de coulées de phonolite. Il a été recouvert par des pyroclastites scoriacées et cendreuses.

Le bassin de risque étudié offre une grande diversité lithologique de la nature et des types de matériaux volcaniques émis (laves/matériaux pyroclastiques), liés à leurs conditions de mise en place (effusive/explosive).

2.9.2 Les formations sédimentaires

- **Les formations de pente (colluvions à gros blocs)**

Des formations chaotiques (blocs rocheux emballés dans des matrices cendreuses, photo 11), se retrouvent sur le pourtour du massif du Mtsapéré, et plus généralement sur les flancs des reliefs abrupts ou dans les fonds de vallée. Il est vraisemblable que l'on soit en présence de coulées boueuses et de laves torrentielles anciennes.

Ces formations sont grossières ; la taille des blocs peut atteindre plusieurs m^3 dans les environs de Longoni (Vallée 3).

Leur mise en place serait liée à des conditions hydroclimatiques différentes de celles qui prévalent actuellement, à une période où l'île était en prise à une érosion forte.

- **Les alluvions**

Les plaines sédimentaires côtières actuelles correspondent au comblement récent de vallées entaillées lors des dernières périodes glaciaires de l'Holocène, périodes au cours desquelles le niveau marin était plus bas d'une centaine de mètres environ (le récif étant exondé). Depuis 15 000 ans environ, nous assistons à une remontée du niveau marin.
Le remplissage de ces plaines est constitué d'alluvions continentales : sables, limons, argiles. Les forages de la plaine de Kouéni ont traversé ces alluvions sur une dizaine de mètres, de profondeur.

A Mayotte, l'absence de niveaux marins perchés, au-dessus du niveau 0 NGM actuel, comme on peut en voir sur le pourtour d'autres îles de l'océan Indien (Réunion, Madagascar), pourrait être du au fait que l'île s'enfonce sous l'effet de la subsidence (vitesse supérieure à 1 m /10 000 ans). Cette valeur est faible, comparée aux fluctuations du niveau marin. La présence de versants abrupts en retrait par rapport au trait de côte actuel laisse penser qu'à des périodes anciennes (il y a 100 000 ans environ), l'île a été exposée à l'érosion marine.

Planche 2 :Principales formations géologiques de la région Nord-Est de Mayotte

◀ **Photo 7**: Coulées de lave récentes de fond de vallée du massif du Mtsapéré.

Photo 9 : Coulée de lave altérée du Mtsapéré. La roche, fissurée, a conservé son caractère massif.

▼ **Photo 8** : Dépôts de pyroclastites (cendres, lapilli, blocs) à Majicavo

Photo 10 : Pyroclastites litées récentes à Petite Terre

Photo 11 : Colluvions à matrice cendreuse à Koungou. Les blocs de phonolite sont kaolinisés en surface.

2.10 TYPES DE SOLS

Les formations géologiques de l'île de Mayotte ont subi une altération ferralitique intense. Les sols qui en résultent se trouvent soit en surface, et ont été souvent érodés (photo 19), soit sous des coulées de lave récentes qui les ont recouverts (photo 13). La ferrallitisation est ancienne ; elle date de plusieurs centaines de milliers d'années. Depuis 3,5 millions d'années, l'île est soumise à un climat de type tropical hydrolysant à deux saisons, après avoir connu un climat de type équatorial.

Les formations volcaniques récentes de Majicavo, de Cavani et de Petite Terre sont peu affectées par l'altération. Sur les pyroclastites de ces zones, se développe un sol brun peu épais, fragile et très souvent érodé (figure 5).

- **Les sols ferralitiques**

Les sols ferrallitiques en place constituent le terme supérieur de la séquence d'altération. Le sol est constitué d'argiles de couleur brun rouge. Son épaisseur varie entre 1 et 3 m maximum sur le bassin de risque. On retrouve ces sols rougeâtres de façon sporadique sur les croupes épargnées de l'érosion vers Mzamoudzou, Msapéré, Tsoundzou, Koungou, Longoni.

- **Les sols sur colluvions**

Il s'agit de sols détritiques de pente, riches en éléments grossiers. La matrice est argileuse.
On rencontre ces sols sur les versants à moyenne et haute altitude sur le pourtour du massif du Mtsapéré.
Ils sont sensibles à l'érosion.
Lorsqu'ils proviennent du remaniement des sols ferralitiques, ces sols colluviaux ont un caractère ferralitique marqué (matrice argileuse brun rouge). Ce type de sol, très représenté à Mayotte, se rencontre sur les flancs des crêtes résiduelles (croupes constituées d'altérites).

- **Les altérites**

Elles ont deux origines :

- une origine météorique. La frange altérée peut atteindre plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur (photo 14). Celle-ci est fonction de la nature de la roche mère. Les coulées de lave massives, compactes et saines, ont mieux résisté à l'altération contrairement aux empilements de coulées de lave et d'horizons de scories plus perméables (photos 13 et 15) ;

- une origine hydrothermale. L'altération est caractérisée par l'apparition de kaolinite. Les observations effectuées sur le terrain montre que cette altération s'est concentrée sur certains secteurs (région de Longoni et Koungou au nord ; région de Doujani, dans la partie sud du bassin de risque). L'hydrothermalisme se développe préférentiellement au sein des zones fracturées qui permettent une circulation des fluides profonds vers la surface. Les terrains encaissants des dômes-coulées sont également intensément kaolinisés (photo 16).

Planche 3 :Profils d'altération des terrains volcaniques

Photo 12 : Relief au nord du massif du Mtsapéré (altitude 415 m). L'altération affecte l'ensemble du relief. La partie sommitale est constituée de laves moins altérées.

Photo 13 : Coupe du talus de la RN1 (Kougou). Les coulées de lave récentes du Msapéré se sont épanchées sur des formations altérées.

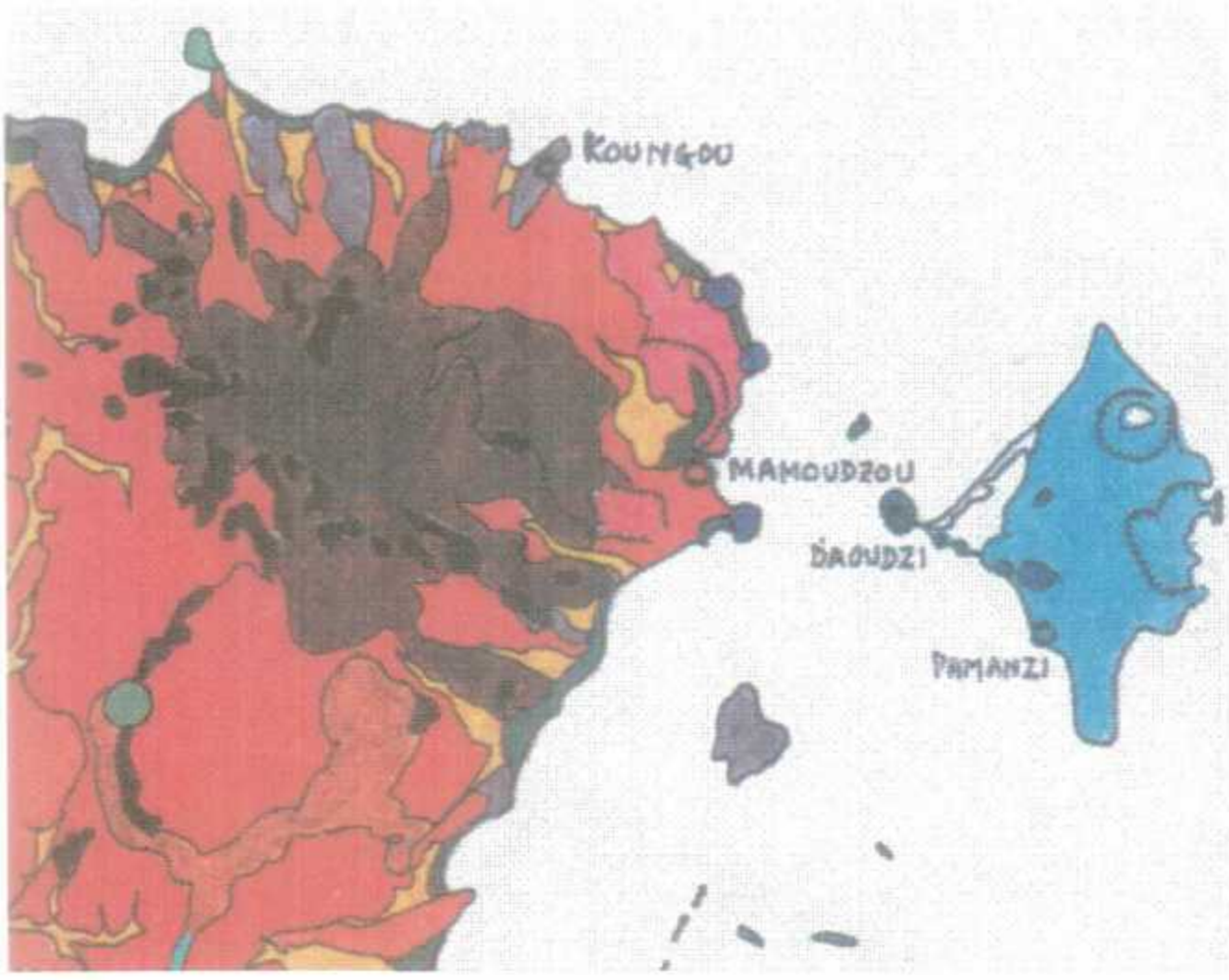
Photo 14 : Profil d'altération développé dans les laves massives.du Mtsapéré (carrière de Doujani)

Photo 15 : Altération différentielle des formations volcaniques. Certaines coulées de lave ont mieux résisté à l'altération.

Photo 16 : Argiles d'altération. La roche mère (dôme-coulée de phonolite ?) a été totalement hydrothermalisée.

Figure 5 : Carte morpho-pédologique schématique

(d'après J. RAUNET 1992)



- Sol brun peu épais sur ponces friables (Petite Terre)
- Sol brun peu épais sur pyroclastites compactes (secteur de Majicavo)
- Sols ferrallitiques
- Sols bruns sur altérites et colluvions
- Padzas
- Sols peu évolués argileux des plaines alluviales

3. Les phénomènes naturels

3.1 PHENOMENES CLIMATIQUES

3.1.1 La menace cyclonique

Les cyclones susceptibles d'affecter Mayotte proviennent soit du Canal du Mozambique, soit de l'océan Indien.
Les cyclones y sont peu fréquents (un cyclone tous les 10 à 12 ans environ selon Météo-France). Le risque cyclonique est peu élevé du fait de la position géographique de Mayotte protégée par Madagascar.

Les derniers événements cycloniques majeurs ayant intéressé l'île sont :

- le cyclone Clotilde en 1976 ;
- le cyclone Kamisy en 1984 ;
- la dépression tropicale Féliksa en 1985.

En 1951, un cyclone de forte intensité a marqué la mémoire de certains habitants.

Les intensités de pluies mesurées lors de ces événements climatiques ont atteint, voire dépassé 300 mm en 24 h. (337 mm en janvier 1964 ; 230 mm en 12 heures en février 1985).

3.1.2 Les précipitations

Les précipitations annuelles sont de 1400 mm à Mamoudzou, de 1270 mm à Pamandzi (*In* Lapègue, 1999, données Météo-France).
Elles augmentent avec l'altitude pour atteindre 1700 mm sur les hauts du massif du Mtsapéré.

Il faut noter la grande variabilité des précipitations d'une année à l'autre ; celles-ci peuvent varier du simple au double. Les pluies sont, par ailleurs, inégalement réparties au cours de l'année ; elles sont généralement abondantes de décembre à avril.

3.1.3 Les inondations

Les bassins versants y étant de petite taille et de forme allongée, les débits de crue sont limités sur les communes étudiées.
Les risques d'inondation sont liés à des crues torrentielles soudaines débouchant dans les plaines alluviales.
Ainsi, à Koungou, la rivière sort épisodiquement de son lit et inonde une partie du village. Des travaux ont été engagés pour contenir les crues éventuelles.

Compte tenu de la topographie relativement plate des plaines littorales, en amont des baies, des inondations peuvent survenir par saturation des sols (la nappe d'accompagnement de la rivière affleure).

Bien que l'évaluation de l'aléa inondation ne soit pas traité dans le cadre de cette étude, des interactions entre mouvements de terrain et inondations peuvent se produire dans les cas suivants :

- transport de matériaux, depuis les zones d'érosion active des bassins versants et des atterrissements sur les cours aval des rivières jusque dans les plaines ;
- érosion des berges des rivières ;
- des phénomènes d'embâcles/débâcles (obstruction des cours d'eau par de la terre, par des branchages, de la terre mêlée à des détritus,...)

Au cours des enquêtes de terrain, plusieurs zones exposées aux inondations ont été mises en évidence à Koungou, Kangani, Doujani, Tsoundzou.

3.2 SEISMES

Une étude de l'aléa sismique régional a été effectuée par le BRGM dans le cadre de ses actions de Service public en 2000[2]. L'île appartient, sur le plan de la sismicité, à l'unité sismo-tectonique des Comores. Celle-ci présente une sismicité diffuse avec environ un séisme de magnitude proche du degré 5 sur l'échelle de Richter tous les 5 ans. Le séisme du 1er décembre 1993 (MS = 4.9) dont la zone épicentrale, se situant au sein de cette unité, a atteint une intensité proche de VI-VII MSK à Mayotte, causant de nombreux dommages aux habitations. Il s'agit du plus fort séisme ressenti dans l'archipel des Comores depuis 50 ans. Ce séisme du 01/12/93 a été considéré comme le séisme de référence à Mayotte.

Cette étude confirme que l'île est caractérisée par une **sismicité notable et active.**

Les effets d'un séisme sont de deux types :

- les effets directs (vibrations résultant des trains d'ondes sismiques transmis par le terrain) ;

- les effets induits par le séisme (déclenchement de mouvements de terrain, apparition de phénomènes de liquéfaction, ...)

Effets directs et indirects d'un séisme peuvent induire des dégâts aux constructions dans la mesure où celles-ci ne sont pas liaisonnées et qu'il n'existe pas de contreventements systématiques.

Les constructions en dur des zones étudiées ne respectent généralement pas les règles de l'art, en matière de construction parasismique, et sont donc vulnérables vis à vis d'un séisme.

[2] Terrier M., Audru J.C., Bour M. et Dominique P (2000) - Etude de l'aléa sismique régional de l'île de Mayotte : détermination des mouvements sismiques de référence. Rapport BRGM RP-50250-FR.

3.3 FEUX DE FORET

La survenance de feux de forêt, nous a été signalé sur la commune de Koungou. En 1998, 30 ha ont brûlé à Kangani. Par le passé, les feux étaient fréquents et ont contribué à la dégradation de la couverture boisée. Ces feux de forêt, accidentels ou criminels, ont été déclenchés par :

- les agriculteurs lors des opérations de défrichage ;
- les charbonniers (fabrication de charbon de bois avec l'avocat marron) ;
- les habitants qui utilisent le feu pour éclater les blocs rocheux.

Ces feux sont d'autant plus dangereux qu'il est difficile, voire impossible d'intervenir sur les incendies en raison de l'absence de pistes et de points d'eau.

3.4 EROSION DES SOLS

Les padzas, phénomènes remarquables à Mayotte, désignent des sols dénudés, éventuellement herbacés. Ces secteurs ont un aspect de « bad-lands ». Ils sont localisés sur les crêtes et présentent de ce fait une forme allongée voire dendritique.

Leur présence n'est pas systématique sur les crêtes. Ainsi, les padzas se développent rarement sur des versants abrupts.

- **Origine des zones de padzas**

Généralement, on leur attribue une origine anthropique. A partir de 1850, et en particulier au début du 20ème siècle, les habitants se réfugiaient dans les hauts et pratiquaient l'élevage. Dans un premier temps, ils brûlaient le bois (coupe des avocats marron pour faire du charbon de bois), et dans un deuxième temps, ils mettaient en culture. Le fait que les zones à padzas soient localisées sur des terrains « relativement plats » sur les hauteurs confirment donc cette origine anthropique.
Le piétinement des animaux, le surpâturage sont également évoqués pour expliquer la destruction des sols.
A la périphérie des villages, le développement des bidonvilles contribuent à l'érosion des sols (piétinement par les habitants et passage répété des engins, surpâturage, coupe des arbres, ..)
Mais la formation des padzas est aussi le résultat de processus naturels. Par exemple, certaines crêtes abruptes résultent d'une évolution morpho-dynamique naturelle. La disparition du couvert forestier est due à des mouvements de terrain qui peuvent se déclencher après une période climatique très humide ou après des saisons sèches (rétraction des matériaux argileux).

- **Evolution des padzas**

Les padzas du bassin de risque ont été repérées sur les clichés aériens de l'IGN de 1997 et sont représentées sur la figure 6 où elles sont juxtaposées avec celles repérées par J. Raunet en 1992.
On constate une différence notable entre les deux cartographies qui traduit la difficulté de bien caractériser et circonscrire les zones de padzas. Pour notre part, nous avons retenu les secteurs en prise à une érosion intense. Les surfaces repérées par J. Raunet correspondent à des zones déboisées sur lesquelles le sol, au sens pédologique du terme, est menacé.

Sur le plan géologique et de la prise en compte de l'aléa mouvement de terrain, nous considérons que les padzas sont des zones d'érosion active. Nous avons distingué plusieurs stades d'évolution des padzas :

- stade peu évolué : zones dénudées à couverture herbacée (photo 17) ;

- stade évolué : le sol ayant disparu, les horizons semi-profonds affleurent (photo 20). Les couches pédologiques constituées d'argiles rougeâtres sont érodées ; les altérites sous-jacentes sont alors mises à nu. Ce phénomène apparaît clairement sur certains secteurs où subsistent des lambeaux de sol ferralitique fin et meuble ;

- stade très évolué (photo 18) : des glissements de terrain impliquant le substratum, c'est à dire les altérites en place, se produisent. Ces glissements de terrain surviennent lorsque les altérites sont très argileuses. Lorsque la roche mère a conservé son caractère rocheux, l'évolution des padzas est ralentie. Parfois, la végétation reprend naturellement.

On constate que la dégradation des terrains s'amplifie dans le temps. Des volumes de terre de plus en plus importants vont contaminer les zones aval (pied de versant, ravine, baie, lagon).

- **Le contrôle lithologique**

La diversité des padzas ne s'explique pas uniquement par leur stade d'évolution. Si l'on observe leur distribution spatiale (figure 6), on constate que les padzas sont prédominantes dans les secteurs intensément altérés (zones kaolinisées, en particulier). La roche mère transformée en argile est extrêmement sensibles aux glissements de terrain. Une auréole de padzas apparaît sur le pourtour du massif du Mtsapéré. Les crêtes du bassin versant de la rivière Koualé sont également affectées par l'érosion.

En revanche, les zones de padzas développées sur des roches moins altérées (coulées de lave massives, pyroclastites récentes, colluvions à blocs) sont caractérisées par une végétation arbustive. La roche mère est moins sensible au glissement et au ravinement.

Il apparaît donc essentiel, pour mieux comprendre l'évolution des padzas et leur traitement éventuel, de connaître la nature géologique du secteur concerné, et plus particulièrement, son profil d'altération.

Figure 6 : Localisation des zones de padzas sur les communes de Mamoudzou et Koungou

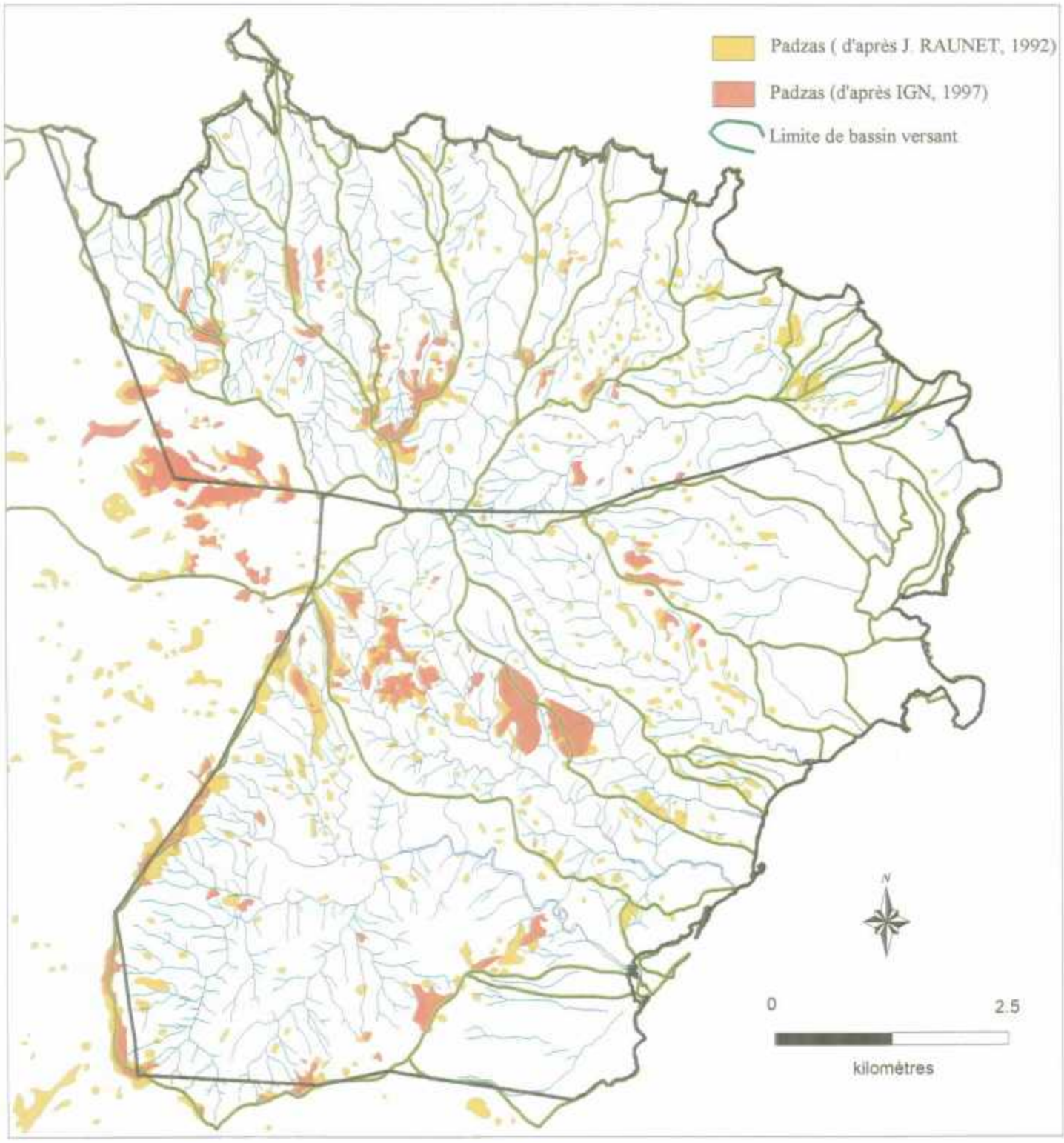


Planche 4 : Evolution des padzas

Photo 17 : Versant déboisé. Zone de padzas peu évoluée

Photo 18 : Zone de padzas très évoluée. La roche mère est affectée par l'érosion

Photo 19 : Lambeau de sol ferralitique épargné par l'érosion

Photo 20 : Exemple de croupe déboisée en prise à l'érosion (reptation et glissement de terrain)

3.5 MOUVEMENTS DE TERRAIN

3.5.1 Typologie

Les différents types de mouvements de terrain sont étroitement liés aux conditions inhérentes du milieu. D'une manière générale, un mouvement de terrain est une manifestation du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles (pluviométrie anormalement forte, ...) ou anthropiques (terrassement, déboisement, exploitation de matériaux, ...).

On distingue classiquement les types de phénomènes naturels suivants :

- les chutes de blocs et de pierres et les éboulements ;
- les glissements de terrain et coulées de boue associées ;
- les laves torrentielles ;
- l'érosion des sols (évoquée précédemment) ;
- l'érosion des berges ;
- l'érosion littorale.

3.5.2 Chutes de pierres et de blocs, éboulements

Il s'agit de phénomènes mobilisant des masses rocheuses plus ou moins homogènes situées au sommet d'une paroi verticale ou sur une forte pente. La présence de discontinuités structurales (fissuration) ou en voie de démantèlement (altération en boules des coulées de lave) au sein de ces formations rocheuses favorise la libération gravitaire des blocs. L'ampleur du phénomène est liée, d'une part, à la quantité et au volume des blocs mobilisables, d'autre part, à la surface et à la topographie de l'aire de réception des blocs éboulés.

Selon les volumes en jeu, on distingue :

- les chutes de pierres ou de blocs (volume maximal de quelques m^3) ;
- les éboulements en masse (volume total de 100 à 10 000 m^3) ;
- les éboulements en grande masse (volume total supérieur à 10 000 m^3, pouvant atteindre plusieurs dizaines de millions de m^3).

La présence d'un relief escarpé est la condition du déclenchement de ces phénomènes. Par exemple, des chutes de blocs se produisent au pied des falaises constituées de blocs de lave scoriacée (Dzaoudzi, photo 25), des falaises rocheuses (escarpements rocheux du massif du Mtsapéré), dans les talus de décaissements de la RN1, et au niveau des falaises littorales.

La propagation de blocs sur les pentes concernent la plupart des reliefs du bassin de risque. Ces blocs proviennent des coulées de basalte qui arment les crêtes ou d'éléments rocheux résiduels, préservés de l'altération. Les exemples sont nombreux :

- pentes au-dessus de Kaouéni (photo 22), de Cavani, du bassin de la rivière Koualé, de Koungou, de Labattoir à Petite Terre.

La mise en mouvement des blocs survient à la suite de fortes pluies (ravinement), lorsque le terrain est défriché ou lors d'incendies de forêt.

3.5.3 Glissements et coulées de boue associées

Un ***glissement*** est un phénomène affectant des formations géologiques meubles et/ou instables, qui provoque le déplacement d'une masse de terrain sur une surface de rupture. La vitesse d'un glissement de terrain est généralement lente.
L'apparition d'un glissement de terrain est le résultat de la conjonction de plusieurs facteurs peu variables dans le temps (nature du matériau, présence de plans de rupture préférentiels), tandis que d'autres (naturels ou anthropiques) peuvent être fortement évolutifs, telles la teneur en eau, la morphologie (érosion de berge, la création d'un talus routier).
Les profondeurs des surfaces de glissement sont très variables : de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres, voire une centaine de mètres pour certains glissements de versant. Des indices caractéristiques peuvent être observés dans les glissements de terrain actifs : niche d'arrachement, fissures, bourrelets, arbres basculés, zone de rétention d'eau, etc.
Comme pour les chutes de masses rocheuses, les déclencheurs naturels sont prépondérants dans ce type d'instabilité. L'eau, associée à un épisode pluvieux important est le principal facteur aggravant, en raison des pressions interstitielles qu'elle développe dans le sol et le sous-sol. Toutefois, les actions anthropiques sont également à l'origine des glissements ; il s'agit des travaux de terrassement tels que surcharge en tête d'un talus ou d'un versant ou décharge en pied supprimant une butée stabilisatrice (photo 23), des rejets d'eau non maîtrisés, de mauvaise pratique culturale, déboisement, etc.

Sur le bassin de risque, les mouvements de terrain observés sont de faible ampleur et concernent les horizons de terrain superficiels. Les plus beaux exemples de morphologies glissés s'observent dans les zones de padzas évoluées (photo 24).

3.5.4 Coulées de boue

Une ***coulée de boue*** correspond à un mouvement rapide d'une masse de matériaux remaniés, à forte teneur en eau et de consistance plus ou moins visqueuse. Elle est la conséquence et le prolongement de certains glissements, dans des conditions de large remaniement et de forte saturation en eau.

Ces types de phénomènes connus sous le nom de ***glissements - coulées*** se déclenchent souvent sur des terrains altérés, à forte pente, dans des zones d'émergence de sources, saturées en eau. Les terrains gorgés d'eau glissent puis se liquéfient et donnent naissance à des coulées de boue, les blocs rocheux restant sur place ou s'accumulant en pied de versant.

3.5.5 Embâcles et laves torrentielles

Le phénomène d'***embâcle*** correspond à l'obstruction d'un cours d'eau par accumulation de matériaux divers (glissements de terrain au niveau des berges). Une retenue d'eau se forme à l'amont du barrage naturel qui peut rompre sous l'effet des pressions hydrauliques. Selon le profil du cours d'eau, une rupture brutale peut donner naissance à une onde de crue, avec ou sans transport solide ou à une lave torrentielle dévastatrice : on parle alors de ***débâcle***.

Les ***laves torrentielles*** ont un comportement intermédiaire entre celui des glissements de terrain et des crues. La terminologie est à l'image des phénomènes, variée et complexe. Sur le territoire des communes étudiées, les conditions pour que de tels phénomènes surviennent (précipitations abondantes, pentes

généralement fortes, terrains meubles, éboulis stockés sur les pentes) peuvent être réunies, même si la probabilité en est faible.
Etant donné le caractère soudain et énergétique du phénomène, les effets des laves torrentielles sont potentiellement très destructeurs et meurtriers.

3.5.6 Erosion des berges

Les phénomènes d'érosion des berges sont présents dans la majorité des ravines. Ils sont plus importants dans les ravines fortement encaissées.
Ils se manifestent de deux manières :

- la force érosive de l'écoulement des eaux sape le pied des rives et conduit au glissement ou à l'éboulement de la berge par suppression de la butée qui assurait l'équilibre ;
- l'enfoncement des cours d'eau au fil du temps conduit également à l'éboulement de la berge.

Les berges constituées d'alluvions peu consolidées peuvent être facilement déstabilisées par l'écoulement des eaux en période de fort débit. Les talus de berges limoneuses sont le plus souvent en état d'équilibre limite : rivière de Kaouénilajoli, rivière de Majimbini,...

En revanche, l'érosion est contenue dans les formations basaltiques saines. En effet, les cours amont des rivières sont encaissés dans le substratum volcanique sain (cours amont de la Koualé, par exemple).

3.5.7 Erosion littorale

Elle se manifeste principalement sur Petite Terre et à partir des cônes volcaniques au voisinage de Mamoudzou.

L'érosion du pied des reliefs constitués de matériaux scoriacés et/ou cendreux (Petite Terre) génère des surplombs à partir desquels se déclenchent des éboulements

On retiendra que cette érosion est peu active sur les communes de Mamoudzou et de Koungou ; la barrière récifale protège la côte des houles océaniques.

Planche 5 : Exemples d'instabilités

Photo 21 : Glissement de terrain dans le talus de la RN1 (vers Longoni)

Photo 22 : Démantèlement d'une coulée de lave brèchifiée armant le sommet d'un relief à Majicavo

Photo 23 : Glissement de terrain dans le talus d'un chemin de terre à Cavani.

Photo 24 : Ravinement et glissement de terrain dans une zone de padza (Longoni)

Photo 25 : Chutes de pierres et éboulements à partir d'un talus de scories - Dzaoudzi.

4. Cartographie de l'aléa «mouvement de terrain»

4.1 PRESENTATION DE LA DEMARCHE

La démarche utilisée pour évaluer l'aléa mouvement de terrain a consisté en une approche naturaliste du type expertise excluant le recours à des études complémentaires. Les phénomènes ont été localisés / délimités et leur niveau d'aléa a été évalué à partir de différents facteurs résultant de l'interprétation des observations de terrain. Pour étayer cette évaluation, il a été nécessaire de se référer aux phénomènes qui ont été recensés.

Précisons également que notre étude s'est limitée aux phénomènes de fréquence centennale ou moins, c'est-à-dire aux phénomènes pouvant potentiellement survenir durant le siècle à venir. Cette échelle séculaire correspondant à peu près à l'espérance de vie des constructions humaines.

4.2 EVALUATION DU NIVEAU D'ALEA

4.2.1 Définitions

Le niveau d'aléa d'une zone donnée traduit la susceptibilité de cette d'une zone à être affectée par des phénomènes de type « mouvements de terrain ». Il dépend des intensités des phénomènes qui peuvent s'y produire. Le niveau d'aléa retenu s'exprime selon la gradation suivante : nul, faible, moyen, élevé.

Un phénomène correspond à un événement potentiel de type « mouvements de terrain », caractérisé par sa nature (typologie, cf. § 3-5) et son intensité.

L'intensité d'un phénomène caractérise les paramètres physiques et temporels du phénomène concerné. L'intensité d'un phénomène dépend de deux paramètres :

1) la **gravité** du phénomène potentiel, c'est à dire sa capacité à provoquer des dommages (aux biens) et des victimes ;
2) la **fréquence** du phénomène, c'est à dire le nombre de fois où il a lieu par unité de temps.

4.2.2 Caractérisation du niveau d'aléa

Nous avons considéré que :

- **l'aléa est de niveau nul** ou considéré comme négligeable (niveau "O") en l'absence de phénomènes naturels prévisibles, connus ou constatés ;

- **l'aléa est de niveau faible** lorsqu'existent des caractéristiques géomécaniques plutôt favorables à la stabilité des terrains et que les désordres recensés sont peu nombreux et d'ampleur réduite. La présomption d'apparition de mouvements de terrain est faible ;

- **l'aléa est considéré comme étant de niveau moyen,** lorsque peuvent survenir des mouvements d'ampleur limitée, maîtrisables à l'échelle du versant. Dans certains cas, des incertitudes demeurent par rapport à l'extension, l'ampleur et la fréquence des phénomènes potentiels.
  Un diagnostic détaillé pourra ultérieurement être conduit sur ces zones afin de reclasser éventuellement le site. Sur la base de nouvelles informations (levés géologiques détaillés, reconnaissances géotechniques), on évaluera la possibilité de maîtrise ou non des phénomènes dangereux.

- **l'aléa est de niveau élevé** lorsque de nombreux mouvements de terrain ont déjà été recensés, et que les paramètres géomécaniques sont défavorables et indiquent une stabilité précaire des terrains. Les mouvements potentiels correspondent à des phénomènes naturels dangereux d'ampleur conséquente, tels qu'éboulements, déboulés ou glissements de moyenne ampleur, coulées de boue.

La classification proposée prend en compte :

- le niveau d'aléa au sens strict (fréquence et ampleur des phénomènes) ;
- la faisabilité et l'ordre de grandeur du coût des mesures de maîtrise de l'aléa dans le cadre de travaux d'aménagement / protection ;
- la qualité de l'information disponible (phénomène identifié ou situation d'incertitude).

4.2.3 Application au territoire étudié

(cf. cartes 1,2 et 3 hors texte en annexe 1)

a) **Les zones d'aléa nul** correspondent à des zones planes présentant une extension suffisamment grande pour être représentative. Dans ces zones, il n'a été relevé aucun indice d'instabilité naturelle.
Ont été classées en zones d'aléa nul les plaines alluviales, et les pentes douces développées sur des pyroclastites peu altérées (région de Majicavo, Petite Terre).

b) **Les zones d'aléa faible** correspondent à des versants développés sur des reliefs peu prononcés présentant une pente générale modérée (pente inférieure à 10°). Il s'agit des reliefs émoussés littoraux où affleurent des altérites compactes en place. D'autres secteurs où les indices d'instabilité sont rares et/ou de faible ampleur, ont également été classés en aléa faible. Il s'agit des plateaux (région de Vahibé, par exemple).
Par ailleurs, le risque de propagation de blocs sur la pente, est faible.

c) **Les zones d'aléa moyen** correspondent à des secteurs exposés à la propagation de blocs ou de coulées de boue, et à des glissements de terrain. Ce sont les pentes périphériques du massif du Mtsapéré, les versants abrupts littoraux probablement façonnés par l'érosion marine, les flancs des cônes de scories (Petite Terre).

d) Les reliefs fortement disséqués, les versants escarpés (pente de plus de 20 °), les falaises littorales abruptes ont été classés **en zone d'aléa élevé.**

Les cours des rivières qui peuvent constituer un chenal d'écoulement pour des laves torrentielles ou des coulées boueuses doivent également être considérés comme des zones d'aléa élevé.

4.3 CONCLUSION A L'ETUDE DES PHENOMENES DANGEREUX

Globalement, l'aléa mouvement de terrain croît vers l'intérieur des terres, c'est à dire vers les sommets du massif du Mtsapéré où les pentes sont plus fortes.

Dans les hauts, les facteurs défavorables sont la jeunesse du relief, la présence de produits de remaniement, la présence de blocs qui peuvent se mettre en mouvement sur les pentes.

Ces fortes pentes, armées par des coulées de lave en cours de démantèlement, se rencontrent également à la périphérie de Mamoudzou : versants abrupts surplombant la baie de Kaouéni et la dépression de Cavani.

En l'état actuel, nous pouvons considérer que les phénomènes dangereux de type mouvements de terrain sont peu nombreux sur l'ensemble du bassin de risque. Ceci s'explique par :

- la relative stabilité des reliefs ;
- la protection naturelle de la côte par le lagon et sa barrière récifale ;
- des conditions météorologiques favorables : les précipitations sont suffisantes pour maintenir une couverture boisée sur le territoire, excepté sur Petite Terre moins arrosée et plus exposée au vent et à l'ensoleillement ;
- les cyclones accompagnés par de très fortes pluies qui sont peu fréquents ;
- des séismes également peu fréquents.

Toutefois, il faut bien garder en mémoire que les informations que nous avons pu recueillir sur la survenance de mouvements de terrain récents intéressent principalement la bande côtière. Les événements qui se sont se produits à l'intérieur des terres, dans des zones inhabitées et peu fréquentées, n'ont pas forcément été observés ou portés à connaissance.

Les équilibres naturels sont souvent aux limites. Une modification extérieure de moyenne importance peut être suffisante pour déclencher des glissements de terrains ou des départs de blocs. Ces facteurs déclenchants sont : le défrichage, les feux de forêt, des changements hydroclimatiques.

L'exiguïté du territoire étudié va conduire les aménageurs à conquérir des espaces nouveaux plus pentus et donc plus exposés aux phénomènes dangereux. Ces aménagements nouveaux peuvent être à l'origine autant de facteurs déclenchants. Rappelons que les mouvements de terrain observés l'ont été dans des talus (RN1, pistes, décaissements réalisés dans le cadre de lotissements, carrières,...) ou dans des zones défrichées (padzas, bidonvilles, ...).

5. Recommandations pour l'aménagement

5.1 CONSTRUCTIBILITE

5.1.1 Préambule

Il est considéré, indépendamment de ces recommandations que les règles de l'art de la construction doivent être connues et appliquées.
Par ailleurs, on rappelle qu'il existe des normes paracycloniques qui doivent être également respectées.
Selon l'intensité des phénomènes (niveaux d'aléa élevé, élevé et moyen), certaines occupations et utilisations du sol pourront, par dérogation générale à la règle commune, être autorisées. Le tableau 4 synthétise les recommandations que nous proposons dans le cas du bassin de risque.

5.1.2 Recommandations dans les zones d'aléa élevé

Les zones d'aléa élevé sont, en principe, inconstructibles.

Dans ces zones sujettes à des phénomènes de forte intensité ou d'extension débordant largement le cadre de la parcelle, les protections sont difficiles techniquement ou très coûteuses.
Ponctuellement, l'étendue des interdictions et des prescriptions pourra être examinée avec les acteurs locaux, par exemple :

- dans les zones à forts enjeux où le risque peut être maîtrisé de manière satisfaisante ;
- lorsqu'une activité agricole ou touristique, par exemple, contribuant à l'activité économique du territoire, reste acceptable vis à vis du risque, sous réserve que la sécurité des personnes soit garantie.

Les travaux suivants pourront être autorisés, sous réserve des précautions indiquées ci-dessus :

- travaux d'entretien et de gestion courants des constructions et des installations existantes, sous réserve qu'elles ne relèvent pas de la réglementation des permis de construire et à condition de ne pas aggraver le niveau d'aléa ;
- utilisations agricoles et paysagistes traditionnelles : parcs, cultures, gestion forestière, ... ;
- constructions et installations nécessaires au maintien de la gestion du territoire (directement liées à l'exploitation agricole, forestière ou piscicole), sous réserve qu'elles ne soient pas destinées à l'occupation humaine ;
- travaux d'infrastructure nécessaires au fonctionnement des services publics ;
- tous travaux et aménagements de nature à réduire les risques :

    - aménagement des cours d'eau franchissant des voies de communication ; ceux-ci devront permettre l'évacuation des débits liquide et solide (branchages et débris végétaux, notamment) correspondant à la crue centennale ;
    - ouverture de carrières et extractions de matériaux, sous réserve qu'une étude d'impact préalable intègre la prise en compte et la gestion des risques naturels ;

La faisabilité de tels aménagements devra être subordonnée à la réalisation d'une étude de risques intégrant la stabilité des versants, l'identification des phénomènes dangereux et d'études géotechniques sur l'emprise et aux alentours immédiats du projet. L'étude sera conduite par une personne compétente

qui vérifiera l'absence de risque localisé, s'assurera que **le projet n'aggrave pas le niveau de risque et/ou ne crée pas de nouveaux désordres.** Il définira le mode de fondation des constructions.

5.1.3 Recommandations dans les zones d'aléa moyen

Les zones d'aléa moyen, où les parades dépassent le cadre de la parcelle et relèvent généralement d'un maître d'ouvrage collectif, peuvent être constructibles sous réserve de pouvoir identifier ce maître d'ouvrage ou sous réserve que ces zones soient déjà protégées.

Pour en préciser les conditions de constructibilité, il convient de prendre en compte d'autres critères que l'aléa tels que les enjeux locaux tels que des projets envisagés par la Collectivité.

La construction dans ces zones ne pourra être envisagée qu'après vérification de l'absence de risque localisé. Les constructions nouvelles pourront être **autorisées, à condition qu'elles n'aggravent pas le niveau de risque et/ou ne créent pas de nouveaux désordres.**

Des études géotechniques pourront être prescrites pour déterminer les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation de nouveaux projets d'aménagement autorisés. Dans de tels cas, l'autorité compétente rappellera au maître d'ouvrage, par note distincte, les dispositions qu'il lui appartiendra de respecter.

Les préconisations suivantes s'appliqueront :

- tous les travaux de terrassement (remblais, déblais) devront faire l'objet d'une étude de stabilité préalable, spécifiant les techniques de stabilisation du terrassement et de son environnement à mettre en œuvre. Les terrains devront également être bien drainés ;
- les éléments dangereux sur l'emprise du projet tels que les blocs rocheux susceptibles de se mettre en mouvement lors de l'aménagement, seront éliminés ;
- les dispositifs de protection existants devront être entretenus ou de nouvelles protections devront être mises en place (murs de soutènement, piège à blocs, écrans, rideau d'arbres, ...) ;
- en dehors de l'emprise des constructions, les défrichements ou les déboisements seront interdits ;
- il faudra s'assurer que les conditions d'accès (voies de communication) sur ces zones soient sécurisées (protections adaptées aux conditions physiques du site).

5.1.4 Recommandations dans les zones d'aléa faible

Les zones d'aléa faible, où les parades à maîtrise d'ouvrage individuelle sont possibles à condition de ne pas aggraver les risques sur le secteur du projet, sont considérés comme constructibles. Les parades à maîtrise d'ouvrage individuelle sont possibles en raison de coûts économiquement raisonnables.

Des aménagements ou constructions pourront y être autorisés sous réserve de prendre les mesures adaptées aux risques.
Ces mesures relèvent des règles générales de construction mentionnées ci-dessous, du code de la construction et de l'habitation :

• les terrassements futurs seront réalisés avec des soutènements suffisamment dimensionnés et adaptés au contexte géotechnique. Ils seront drainés ;
• les eaux pluviales et les eaux superficielles venant de l'amont, seront collectées et évacuées. Les parcelles déjà construites ou concernées par un projet de construction seront drainées. Les eaux

récupérées seront évacuées par canalisation étanche vers un émissaire naturel capable de les recevoir. On veillera à l'entretien et à la surveillance régulière des ouvrages. Ce drainage ne devra pas induire de nouvelles contraintes (augmentation de l'érosion dans les exutoires naturels, saturation du réseau, inondation) ;

- l'assainissement des eaux usées domestiques ne devra pas conduire à l'infiltration d'eau dans les sols, au préjudice des directives sanitaires en vigueur. De même, on surveillera régulièrement l'absence de fuites dans les réseaux d'eaux existants ;
- l'étanchéité des réseaux existants et les modalités de rejet dans les exutoires de surface seront contrôlées. En cas de contrôle défectueux, les installations seront remises en état.

5.1.5 Recommandations dans les zones d'aléa nul

La pente y est faible et ne nécessite pas, *a priori,* de décaissements et de soutènements importants dans le cadre de projets de construction, susceptibles de générer des mouvements de terrain .

Toutefois, des précautions devront être prises dans les cas suivants :

- zones inondables où peuvent avoir lieu des ravinements en cas de débordement d'un cours d'eau ;
- glissements pouvant se produire aux abords des berges des cours d'eau et des bordures de fossés ;
- les terrains des plaines sont souvent compressibles. Des tassements peuvent survenir dans le cas d'une surcharge importante induite par la construction de bâtiments et/ou par des remblais.

Niveau d'aléa	Mesures de prévention	Constructibilité
Elevé	Difficiles techniquement ou très coûteuses, dépassant largement le cadre de la parcelle	**Inconstructible**
Moyen	Dépassant le cadre de la parcelle cadastrale (maîtrise d'ouvrage collective)	**Constructible sous conditions** de prise en compte des mesures de prévention
Faible	Ne dépassant pas le cadre de la parcelle cadastrale (généralement maîtrise d'ouvrage individuelle)	**Constructible sous conditions** de prise en compte des mesures de prévention
Absence d'aléa connu ou constaté		**Constructible**

Tableau 4 : Recommandations générales pour la construction vis à vis de l'aléa mouvement de terrain

5.2 RECOMMANDATIONS PARTICULIERES POUR LES ZONES DE CARRIERES

Sur le territoire étudié, les activités extractives ont provoqué des dégâts importants sur l'environnement et en matière de risques naturels, et ce quelque soit la taille de l'extraction. L'ampleur des nuisances et leur rôle dans le déclenchement de nouvelles instabilités de terrain dépend de la sensibilité du site où elles sont implantées (site escarpé ou non), de la nature des matériaux extraits et plus particulièrement du volume de terrains stériles non exploités et entreposés à proximité de la zone d'extraction, des modes d'écoulement des eaux sur les sites et leurs environs.

Les risques induits par les carrières sont de plusieurs ordres. Ils concernent :

- le site de la carrière (glissements des terrains de couverture constitués d'argiles, éboulements et chutes de pierres au niveau des fronts de taille, glissements des talus, affaissements et glissements des remblais, ravinement des plates-formes, ...) ;
- l'aval des sites d'extraction (glissements des stériles déversés dans la pente en contrebas des aires d'extraction, remise en mouvements des blocs déposés sur la pente, coulées de boues, ...) (photo 28) ;
- les pistes d'accès (ravinement, glissements des talus et des remblais (photos 27 et 30) ;
- les cours d'eau aval (atterrissement dans les talwegs et les rivières, ...).

Les zones de carrières ont été classées en zone d'aléa élevé dans la cartographie de l'aléa « mouvement de terrain ». Des recommandations vis à vis des risques naturels devront être affichées et détaillées dans le Schéma des Carrières de Mayotte en cours de préparation. **Les carrières ne devront être autorisées qu'à la condition qu'elles n'aggravent pas les risques naturels ou n'en provoquent pas de nouveaux dans les zones environnantes.**

Pour les carrières abandonnées ou en activité, les zones affectées par l'activité devront être délimitées avec précision, y compris les accès. La réhabilitation de ces sites abandonnés tiendra compte des potentialités d'occurrence des phénomènes énumérés ci-dessus (exemple de la carrière de Koungou, photo 28). Les terrains stériles en remblais devront être stabilisés.

Planche 6 : Impacts des carrières sur la stabilité des pentes

Photo 26 : Carrière de scories de Totorossa à Petite Terre.

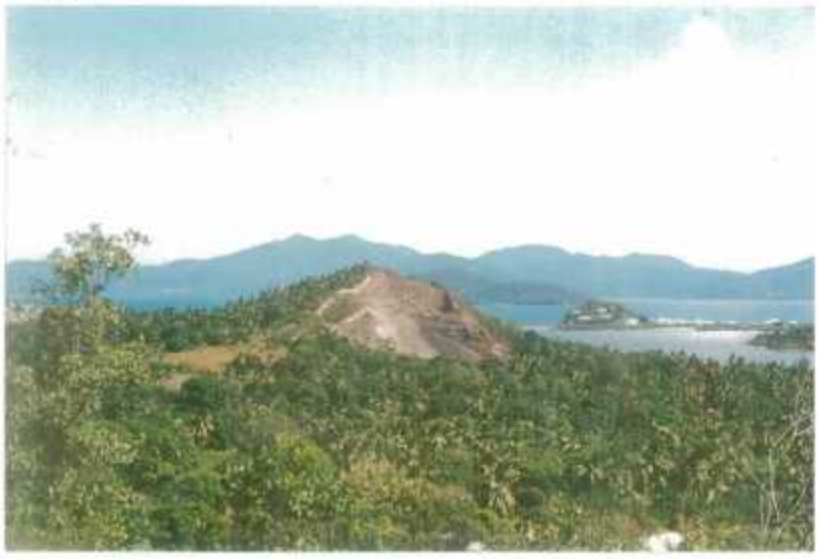


Photo 27 : Extraction artisanale d'une barre rocheuse à Koungou

Photo 28 : Carrière abandonnée à Koungou

Photo 29 : Carrière récente de Koungou

Photo 30 : Affaissement sur une piste d'accès à une carrière à Koungou.

5.3 MESURES DE PREVENTION, DE PROTECTION ET DE SAUVEGARDE

Les mesures à caractère général, recommandées ci-après, ne sont pas directement liées à un projet spécifique ou à une zone d'exposition particulière. Elles relèvent de la responsabilité des collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences. Elles devront être mises en œuvre, en cas de besoin, dans les zones déjà urbanisées ou occupées ainsi que dans les zones des hauts dont l'occupation est inévitable à terme. Ces mesures devront être intégrées à l'échelle du versant ou du bassin versant.

5.3.1 Dispositifs de lutte contre l'érosion

Ils doivent être conduits par bassin versant. Ils concerneront en priorité les zones à padzas, les pentes situées à la périphérie et en amont des zones habitées. Parmi ces dispositifs, on peut citer :

- le maintien et la préservation de la couverture végétale ;
- la mise en place d'ouvrages de types fascines, afin de stopper les phénomènes d'érosion et de glissement sur les versants et les talus abrupts ;
- le reboisement des padzas ;
- la création de dispositifs de lutte contre les incendies (création de retenues colinaires, création de piste pour accéder aux secteurs sensibles, création de barrières pare-feux,..) ;
- l'adaptation des modes de culture aux conditions morpho-pédologiques.

5.3.2 Mesures garantissant le bon écoulement des eaux

Ces nécessaires opérations sont :
- l'entretien des cours d'eau et des fossés, des passages busés,... ;
- la surveillance et l'entretien des divers ouvrages de protection des berges (épis, enrochements, gabions...), aussi souvent que nécessaire ;
- l'entretien et la stabilisation des berges des rivières ;
- le contrôle des atterrissements dans les lits de ravines et à leur embouchure.

5.3.3 Surveillance des zones exposées

Certaines zones habitées sont exposées à des phénomènes dangereux. Il s'agit, en particulier, d'habitations implantées sur des pentes fortes, dans des talwegs, sur les berges des rivières, sur le sommet de talus. A partir de la cartographie des aléas présentée dans ce rapport, une identification des situations de danger pourra être conduite. Au cas par cas, selon la vulnérabilité des habitations et de l'existence ou non de parades, il pourra être envisagé une évacuation définitive ou provisoire (après la mise en application de mesures de prévention) des habitants.

Sur les secteurs exposés, on procédera à :
- un suivi régulier des zones de stabilité douteuse ou à une mise sous surveillance de sites ou d'ouvrages particuliers ;
- l'élaboration de plans de secours :

  - plans d'évacuation / intervention en période d'alerte cyclonique ;
  - aménagement d'itinéraires d'accès ou d'évacuation.

6. Bibliographie

1. **Chassagneux D. (1998)** - Cartographie de l'aléa mouvement de terrain sur la commune de Sada. Collectivité Territoriale de Mayotte. Rapport BRGM R 39991.

2. **Lapègue J . (1999)** - Aspects quantitatifs et qualitatifs de la pluviométrie dans deux enjeux majeurs de la problématique de l'eau de Mayotte : la ressource hydrique, l'assainissement pluvial et l'érosion. Thèse Université de La Réunion.

3. **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement (1997)** – Plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPR). Guide général. *Ed. La documentation française*, 76 p.

4. **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement (1999)** – Plans de prévention des risques naturels (PPR). Risques de mouvements de terrain. Guide méthodologique. *Ed. La documentation française*, 71 p.

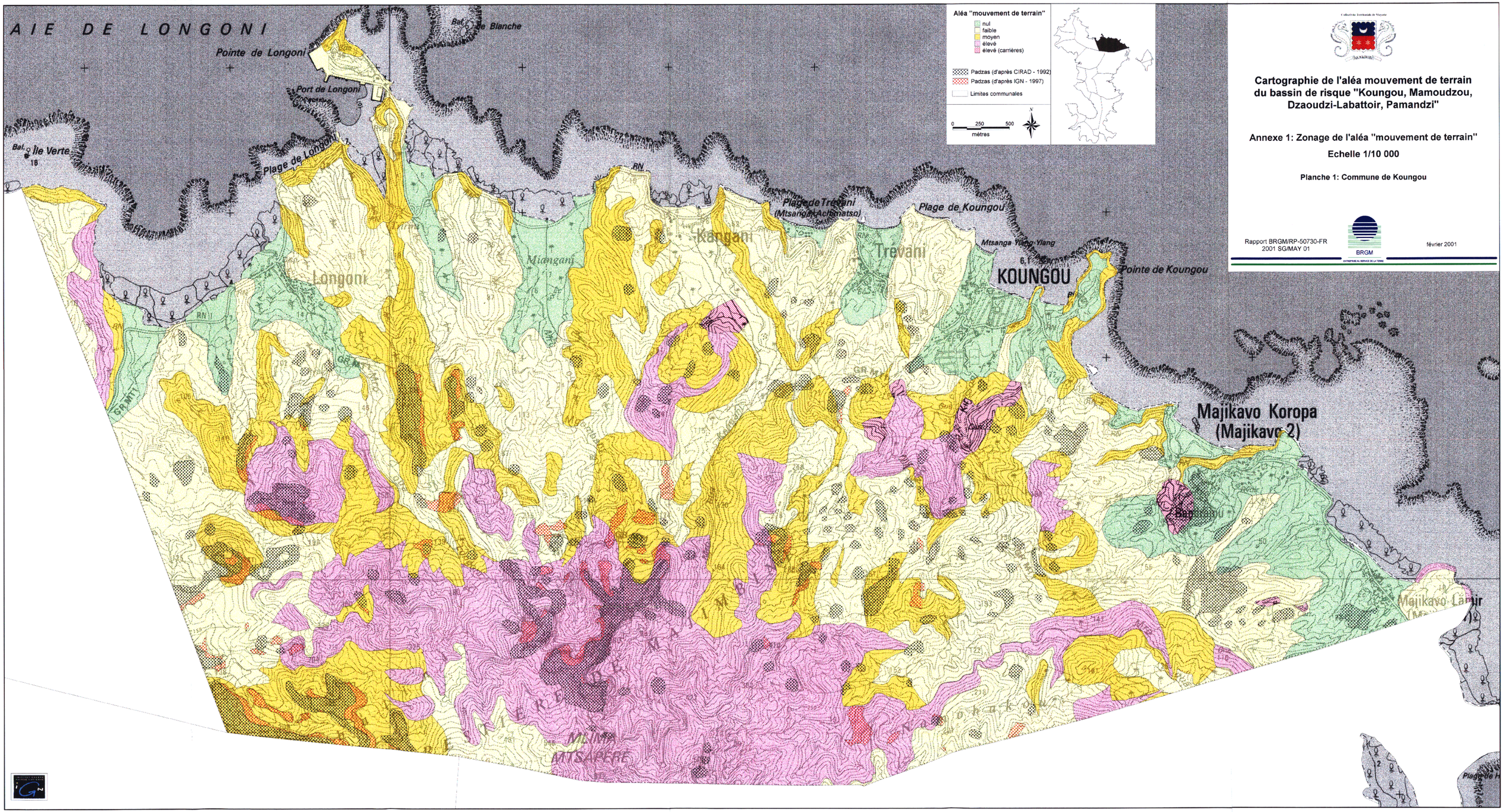
5. **Monge O. (1998)** – Cartographie des risques naturels à Mayotte : aléa mouvements de terrain et principaux enjeux du bassin de risque de Mtzamboro, Accoua et Mtsangamouji. Rapport BRGM R 40046.

6. **Raunet M. (1992)** – Les facteurs de l'érosion des terres et de l'envasement du lagon – Ile de Mayotte – Rapport du CIRARD.

7. **SRADT (1998)** - Schéma Régional d'Aménagement et de Développement du Territoire de Mayotte.

8. **Stieltjes L. (1988)** – Carte géologique à 1/50 000 de Mayotte et notice explicative – Edition BRGM.

9. **Thierry P. (1996)** – Programme d'inventaire des phénomènes naturels dangereux dans l'île de Mayotte ; cartographie d'orientation à l'échelle 1/50 000. Rapport BRGM R 39078.



Collectivité Territoriale de Mayotte

Cartographie de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque "Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi"

Annexe 1: Zonage de l'aléa "mouvement de terrain"

Echelle 1/10 000

Planche 1: Commune de Koungou

Rapport BRGM/RP-50730-FR
2001 SG/MAY 01

BRGM

février 2001

Collectivité Territoriale de Mayotte

Cartographie de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque "Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi"

Annexe 1: Zonage de l'aléa "mouvement de terrain"

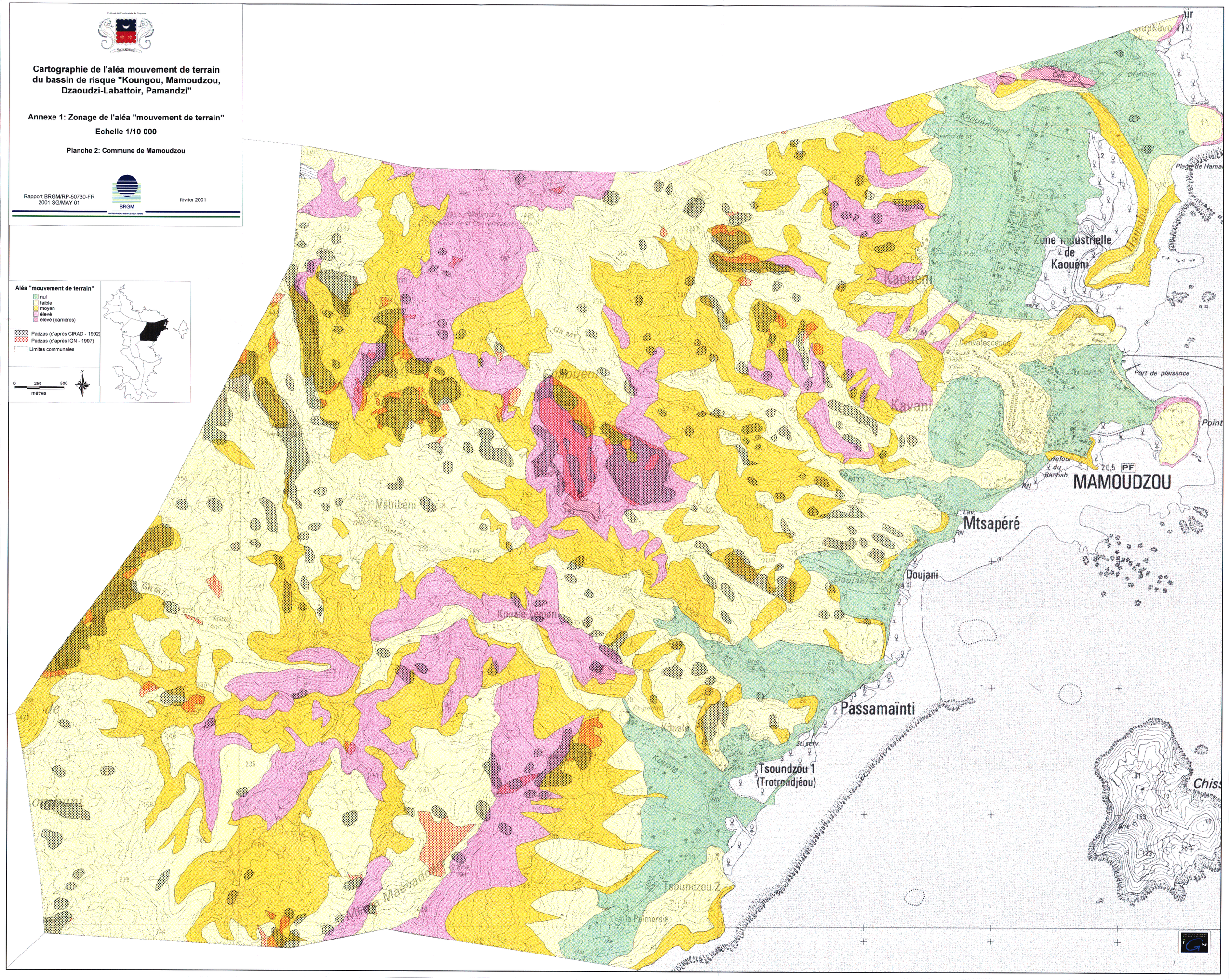
Echelle 1/10 000

Planche 2: Commune de Mamoudzou

Rapport BRGM/RP-50730-FR
2001 SG/MAY 01

BRGM

février 2001



Collectivité Territoriale de Mayotte

Cartographie de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque "Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi"

Annexe 1: Zonage de l'aléa "mouvement de terrain"

Echelle 1/10 000

Planche 3: Communes de Dzaoudzi-Labattoir et Pamandzi

Rapport BRGM/RP-50730-FR
2001 SG/MAY 01

BRGM
ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

février 2001

DZAOUDZI
LABATTOIR
PAMANDZI
Dépôt d'hydrocarbures des Badamiers
Décharge
Centrale thermique des Badamiers
Dziani Dzaha
Plage de Papani
Plages
Moya
Foungoujou
Mronyombéni
Port de plaisance
Rond-Point du Four à Chaux
Sandravouangué
Bandrabassi
Aéroport de Dzaoudzi-Pamandzi
la Ferme
la Plage
Vitalimengou
Bandalaan
Babani
Bal.
RN 1
RN

Aléa "mouvement de terrain"

- nul
- faible
- moyen
- élevé
- élevé (carrières)

Limites communales

Cours d'eau

Phénomènes recensés

- Chute de blocs-Eboulement
- Erosion marine
- Erosion-ravinement
- Glissement
- Glissement - Propagation de blocs

0 250 500
mètres

N

CCT
Sentier
Route Nationale
Piste
Voirie rurale
Voirie interne
Réseau électrique 63 KV
Cours d'eau
Espaces agricoles de protection forte
Zones naturelles à protéger
Mangrove
Plages
Récifs coralliens
Limites communales
Pluviomètres
Point d'eau
Réservoirs
Réservoir (Futur emplacement)

0 250 500
mètres

N

Aléa "mouvement de terrain"

Nul
Faible
Moyen
Elevé
Elevé (carrières)

NB: L'étude de l'aléa "mouvement de terrain" a été réalisée à l'échelle du 1/10000, les corrélations avec le fond cadastrals à l'échelle du 1/5000 ne sont données qu'à titre indicatif

ENJEUX

Collège
Ecole
LEP
Lycée
Dispensaire
Prison
Plateau polyvalent
Terrain de tennis
Maison des Jeunes
Terrain de football
Aéroport
Centrale thermique
Décharge
Dépôt de munitions
Dépôt d'hydrocarbures
Port
Station service
Cimetière
Lotissement
RHI
Champs d'épandage

LONGONI
KANGANI
TREVANI
KOUNGOU
MAJICAVO-KOROPA
MAJICAVO-LAMIR

Collectivité Territoriale de Mayotte

Cartographie de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque "Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi"

Annexe 2: Superposition des principaux enjeux sur la carte de l'aléa "mouvement de terrain"

Echelle 1/10 000

Planche 1: Commune de Koungou

Rapport BRGM/RP-50730-FR
2001 SG/MAY 01

BRGM

février 2001

Collectivité Territoriale de Mayotte

Cartographie de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque "Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi"

Annexe 2: Superposition des principaux enjeux sur la carte de l'aléa "mouvement de terrain"

Echelle 1/10 000

Planche 2: Commune de Mamoudzou

Rapport BRGM/RP-50730-FR
2001 SG/MAY 01

BRGM

février 2001

CCT
Sentier
Route Nationale
Piste
Voirie rurale
Voirie interne
Réseau électrique 63 KV
Cours d'eau

Espaces agricoles de protection forte
Zones naturelles à protéger
Mangrove
Plages
Récifs coralliens
Limites communales

Prise AEP
Pluviomètres
Point d'eau
Réservoirs

0 250 500
mètres

N

Aléa "mouvement de terrain"

Nul
Faible
Moyen
Elevé
Elevé (carrières)

ENJEUX

Maison des Jeunes
Terrain de tennis
Terrain de football
RHI
Lotissement
Champs d'épandage

Aéroport
Centrale thermique
Décharge
Dépôt de munitions
Dépôt d'hydrocarbures
Port
Station service

C Collège
E Ecole
L Lycée

NB: L'étude de l'aléa "mouvement de terrain" a été réalisée à l'échelle du 1/10000, les corrélations avec le fond cadastrale à l'échelle du 1/5000 ne sont données qu'à titre indicatif.

MAMOUDZOU
KAWENI
CAVANI
M'TSAPERE
PASSAMAINTI
TSOUNDZOU 1
TSOUNDZOU 2
VAHIBE

Collectivité Territoriale de Mayotte

Cartographie de l'aléa mouvement de terrain du bassin de risque "Koungou, Mamoudzou, Dzaoudzi-Labattoir, Pamandzi"

Annexe 2: Superposition des principaux enjeux sur la carte de l'aléa "mouvement de terrain"

Echelle 1/10 000

Planche 3: Communes de Dzaoudzi-Labattoir et Pamandzi

Rapport BRGM/RP-50730-FR
2001 SG/MAY 01

BRGM

février 2001

DZAOUDZI

PAMANDZI

Route Nationale
CCT
Voirie rurale
Réseau électrique 63 KV
Cours d'eau

Espaces agricoles de protection forte
Zones naturelles à protéger
Mangrove
Plages
Récifs coralliens
Limites communales
Prises AEP
Réservoirs
Points d'eau

Aléa "mouvement de terrain"

Nul
Faible
Moyen
Elevé
Elevé (carrières)

ENJEUX

Terrain de football
Terrain de tennis
Port de plaisance
Plateau polyvalent
Maison des jeunes
Lycée
Hopital
Ecole
Dispensaire
Collège
Cimetière
Aéroport
Centrale thermique
Décharges
Dépot de munition
Dépot hydrocarbure
Port de plaisance
Stations services
RHI
Lotissement
Champs d'épandage

0 250 500
métres

N

NB: L'étude de l'aléa "mouvement de terrain" a été réalisée à l'échelle du 1/10000, les corrélations avec le fond cadastrale à l'échelle du 1/5000 ne sont données qu'à titre indicatif.