

R/1

Rp-50444



Mairie de Mamoudzou

***Evaluation et cartographie des risques sur des
secteurs d'habitat précaire de la périphérie de
Mamoudzou (île de Mayotte)***

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM (fiche 00-PIR-287)

M. Cruchet

**décembre 2000
Rapport RP-50444-FR
2000 SGR/MAY 34**



BRGM

L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

*Evaluation et cartographie des risques sur des secteurs d'habitat précaire
de la périphérie de Mamoudzou*

17. SEP. 2001
BIBLIOTHEQUE

Mots clés : Habitat précaire, Mamoudzou, Ile de Mayotte, Risques géologiques,
Risques sanitaires.

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

CRUCHET M., (2000) – Evaluation et cartographie des risques sur des secteurs
d'habitat précaire de la périphérie de Mamoudzou (île de Mayotte) - Rapport
BRGM/RP-50444-FR – 2000 SGR/MAY 34, 41 p., 7 figs., 1 annexe.

© BRGM, 2000

Rapport BRGM/RP-50444-FR – 2000 SGR/MAY 34

Synthèse

Depuis quelques années, des zones d'habitat précaire se sont développées en périphérie de l'agglomération de Mamoudzou et des villages proches.

Face à ce phénomène récent, la Mairie de Mamoudzou, en collaboration avec les services de la Direction de l'Équipement de Mayotte, a lancé des réflexions et des études sur des secteurs d'habitat précaire. Dans le cadre de ses actions de Service public, en 2000, l'évaluation et la cartographie des risques ont été réalisées sur 6 secteurs de la périphérie de Mamoudzou par le service géologique régional du BRGM : cinq sont situés sur le littoral (Kaouéni, Cavani, Mtsapéré, Doujani et Tsoundzou), le dernier est situé en périphérie du village de Vahibé, à l'intérieur des terres.

Cette étude a fait l'objet d'une convention entre la Mairie de Mamoudzou et le BRGM.

Les observations de terrain ont permis d'identifier plusieurs types de situations dangereuses sur chaque secteur. Les dangers sont dus à des prédispositions naturelles des sites occupés (versants abrupts, fonds de vallon, berges de rivière,...), aggravés par des actions anthropiques.

En particulier, nous avons pu constater que les risques augmentaient avec le temps d'occupation des sites.

1. Dans un premier temps (**stade initial caractérisé par la conquête de nouveaux espaces**), les sites sont peu perturbés et les constructions de type bangas sont adaptées au milieu.
2. Dans un deuxième temps (**stade de densification**), on assiste à une dégradation du secteur (terrain dénudé, ravinement des sentiers, déchaussement des constructions). Le quartier devient boueux et difficile d'accès. L'habitat est plus dense.
3. Dans un troisième temps (**stade de sédentarisation**), le site est perturbé : des décaissements importants sont réalisés dans le cadre d'extension des constructions. Le quartier est desservi en eau potable (conduite d'eau). L'aménagement du secteur est anarchique et désordonné.

Il ressort de cette étude que les populations vivant dans les quartiers insalubres étudiés, sont vulnérables vis à vis du risque cyclonique (vent, fortes pluies), du risque mouvement de terrain, du risque sismique et du risque incendie. Elles occupent des sites difficiles d'accès.

A court terme, des actions doivent être engagées, sur ces sites. Il s'agira :

- de faire évacuer les zones dangereuses (axes de ravine, plaines inondables, versants abrupts) ;
- d'interdire l'installation de populations et le défrichement sur les versants à l'amont de zones habitées ;
- de créer des accès pour pouvoir intervenir sur les sites en cas d'urgence (intervention des secours) ;
- d'interdire les décaissements sur les pentes ;
- de mettre en place des réseaux d'assainissement ou alors maîtriser le raccordement au réseau d'eau potable.

A moyen terme, l'éventuelle pérennisation de l'habitat dans ces secteurs nécessitera des travaux d'envergure et coûteux, correspondant à la viabilisation et à l'assainissement des différents quartiers (eaux pluviales et eaux usées). Ces travaux pourront être engagés dans le cadre du programme R.H.I. (résorption de l'habitat insalubre) en cours.

SOMMAIRE

1. CADRE ET OBJET DE L'ÉTUDE	6
2. L'HABITAT PRÉCAIRE À MAYOTTE	7
2.1 NOTION D'HABITAT PRÉCAIRE	7
2.2 TYPOLOGIE DES CONSTRUCTIONS.....	7
2.2.1 L'habitat de type « bangas ».....	7
2.2.2 Les bidonvilles.....	8
2.2.3 Caractéristiques des habitations des quartiers d'habitat précaire.....	8
2.3 PRINCIPALES ZONES D'HABITAT PRÉCAIRE DANS LA PÉRIPHÉRIE DE MAMOUDZOU	9
3. LA COMMUNE DE MAMOUDZOU	10
3.1 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE.....	10
3.2 MORPHOLOGIE	10
3.3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	12
3.3.1 Les formations volcaniques.....	12
3.3.2 Les formations sédimentaires.....	12
4. ÉTUDE DES RISQUES SUR LE SECTEUR DE KAOUÉNI	13
4.1 LE MILIEU PHYSIQUE	13
4.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT	13
4.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES	14
4.3.1 Les risques naturels (cf. figure 2)	14
4.3.2 Le risque incendie	14
4.3.3 Les risques sanitaires	16
5. ÉTUDE DES RISQUES SUR LE SECTEUR DE CAVANI	17
5.1 LE MILIEU PHYSIQUE	17
5.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT	17
5.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES	18
5.3.1 Les risques naturels (cf. figure 3)	18
5.3.2 Le risque incendie	18
5.3.3 Le risque sanitaire.....	18
6. ÉTUDE DES RISQUES SUR LE SECTEUR DE MTSAPÉRÉ	20
6.1 LE MILIEU PHYSIQUE.....	20
6.1.1 Le quartier Mandarisoua.....	20
6.1.2 Le quartier Bonovo.....	20
6.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT	20
6.2.1 Le quartier Mandarisoua.....	21
6.2.2 Le quartier Bonovo.....	21
6.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES	21
6.3.1 Les risques naturels (cf. figure 4)	21
6.3.2 Le risque incendie	22
6.3.3 Le risque sanitaire.....	22
7. ÉTUDE DES RISQUES SUR LE SECTEUR DE DOUJANI	24
7.1 LE MILIEU PHYSIQUE	24
7.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT	24
7.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES	25
7.3.1 Les risques naturels (cf. figure 5)	25
7.3.2 Le risque incendie	25
7.3.3 Le risque sanitaire.....	26

8. ETUDE DES RISQUES SUR LE SECTEUR DE TSOUNDZOU.....	28
8.1 LE MILIEU PHYSIQUE	28
8.1.1 La zone sud : Mangadzia.....	28
8.1.2 La zone Tsoundzou / Nord : " Kadifoutini "	28
8.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT	28
8.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES	29
8.3.1 Les risques naturels (cf. figure 6)	29
8.3.2 Le risque incendie	29
8.3.3 Le risque sanitaire.....	29
9. ETUDE DES RISQUES SUR LE SECTEUR DE VAHIBÉ.....	31
9.1 LE MILIEU PHYSIQUE.....	31
9.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT	32
9.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES.....	32
9.3.1 Les risques naturels (cf. figure 7)	32
9.3.2 Le risque incendie	33
9.3.3 Le risque sanitaire.....	33
10. SYNTHÈSE SUR LES RISQUES EN COURUS DANS LES DIFFÉRENTS SECTEURS ÉTUDIÉS.....	35
10.1 PRÉDISPOSITION NATURELLE DES SITES	35
10.2 FACTEURS ANTHROPIQUES	37
10.3 VULNÉRABILITÉ DES CONSTRUCTIONS	38
10.4 ZONES NON DIRECTEMENT EXPOSÉES.....	38
10.5 RISQUE SISMIQUE	39
11. CONCLUSIONS.....	40

Liste des figures

Figure 1 : Localisation des secteurs d'habitat précaire étudiés	11
Figure 2 : Secteur de Kaouéni : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques.....	15
Figure 3 : Secteur de Cavani : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques.....	19
Figure 4 : Secteur de Mtsapéré : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques.....	23
Figure 5 : Secteur de Doujani : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques.....	27
Figure 6 : Secteur de Tsoundzou : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques.....	30
Figure 7 : Secteur de Vahibé : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques.....	34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux phénomènes dangereux identifiés sur les secteurs étudiés.....	36
--	----

Annexe : Référentiel photographique

1. Cadre et objet de l'étude

Depuis quelques années, des zones d'habitat précaire se sont développées à Mayotte, en périphérie de l'agglomération de Mamoudzou et des villages proches.

Face à ce phénomène récent, la Mairie de Mamoudzou, en collaboration avec les services de la Direction de l'Equipeement de Mayotte, a lancé des réflexions et études sur ces zones d'habitat précaire. Dans le cadre de ses actions de Service public, en 2000, l'évaluation et la cartographie des risques sur plusieurs secteurs d'habitat précaire de la périphérie de Mamoudzou, ont été réalisées par le Service géologique régional du BRGM (fiche 00 – PIR - 287).

Cette étude a fait l'objet d'une convention de cofinancement entre la Mairie de Mamoudzou et le BRGM approuvée le 30 avril 2000, enregistrée sous le numéro de registre 03/2000.

L'étude présentée ci-après, a concerné six secteurs d'habitat précaire ; cinq sont situés sur le littoral (Kaouéni, Cavani, Mtsapéré, Doujani et Tsoundzou), le dernier est situé en périphérie du village de Vahibé, à l'intérieur des terres.

Sur chaque secteur, le BRGM a :

- procédé à une visite de terrain (analyse du contexte morpho-géologique, observations des mouvements de terrain et des modes d'écoulement des eaux...) ;
- réalisé une enquête auprès des habitants ;
- procédé à une analyse des photographies aériennes IGN les plus récentes (mission de 1997) ;
- recensé les situations dangereuses (populations exposées à des phénomènes dangereux).

Ces informations et observations ont été reportées sur plan (ayant comme fond les clichés aériens IGN de 1997) et sont commentées secteur par secteur.

Après la visite des principaux secteurs qui étaient à étudier, il est apparu nécessaire de conduire une réflexion sur la notion d'habitat précaire à Mayotte, afin de mieux comprendre les processus conduisant à l'insalubrité de ces quartiers et à la précarisation de l'habitat.

Pour chaque secteur, ont été définies les zones les plus insalubres et les plus vulnérables aux risques d'incendie.

Un référentiel photographique joint en annexe, accompagne le présent rapport.

2. L'habitat précaire à Mayotte

2.1 NOTION D'HABITAT PRECAIRE

Les critères définissant l'habitat précaire à Mayotte, tels qu'ils ont été établis par les services de la Direction de l'Équipement (rapport D.E. Mayotte – mai 1999), sont les suivants :

- logements précaires (double tôle, bâches, éléments de bidons, emballage de tôle, planches, cartons et autres matériaux de récupération, « bangas ») et en mauvais état. Ils sont majoritaires dans les quartiers concernés par cette étude ;
- présence de logements en dur. Ils sont en faible proportion dans les quartiers concernés par cette étude ;
- absence d'accès pour voiture aux maisons. L'accès est donc difficile, il y a seulement des chemins pour piétons. Quant il pleut, les habitations sont encore plus difficiles d'accès car la boue est très présente ;
- densité en logement très forte ;
- aspect de bidonville.

2.2 TYPOLOGIE DES CONSTRUCTIONS

2.2.1 L'habitat de type « banga »

Il concerne des quartiers dans lesquels les logements sont majoritairement constitués de terre et végétaux et les clôtures construites avec des feuilles de cocotiers. La densité de l'habitat de ces quartiers n'est pas très importante.

La végétation (bananiers, arbres à pain, pieds de manioc, clôture végétale) renforce l'aspect « village ». C'est, par exemple, le cas du quartier d'habitat précaire de Tsoundzou 1, à flanc de colline.

Dans son mémoire sur les bidonvilles de Mayotte, R. Marchand¹ distingue différents types de bangas :

- les bangas en terre : ce sont des cases en terre (Fro-Fro) pouvant avoir une toiture en végétaux ou en tôle. Les murs sont construits en torchis, technique connue de chaque jeune homme qui se construit un banga dès son adolescence ;
- les cases Kripi sont en « treillis » avec un bourrage en pierre ;
- les bangas en végétaux : ces cases sont construites uniquement avec des végétaux (feuilles de raphia, palme de cocotiers, bambous) ;

¹ Raphaël Marchand "Les bidonvilles de Mayotte" – Mémoire de Maîtrise – Université de Bordeaux 3 (Université Michel Montaigne) – juin 1998

- les bangas en matériaux de récupération : ce type de bangas non traditionnel, se retrouve à la périphérie des villages et des agglomérations.

2.2.2 Les bidonvilles

Ils correspondent à des quartiers où les logements sont construits avec des matériaux de récupération donnant un aspect de type bidonville. La densité de l'habitat de ces quartiers est très grande (par exemple, à Kaouéni).

Les clôtures sont faites de sacs de riz, de bâches plastiques, de tôles, ce qui renforce l'aspect bidonville.

2.2.3 Caractéristiques des habitations des quartiers d'habitat précaire

Une habitation traditionnelle à Mayotte, comprend une case et un enclos (ensemble NYAMBA-SHANZA). La cour est entourée d'une clôture constituée de végétaux.

Les habitations sont de petite dimension ; elles comprennent une ou deux pièces de faible superficie (5 à 10 m²). La hauteur des constructions est réduite (3 à 4 m).

Les habitations ne disposent pas de planchers (sol nu en terre).

Dans la cour, les végétaux sont le plus souvent absents (ils attirent les moustiques et ne permettent pas de balayer la 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 (cf. photographies 17 et 40, en annexe).

2.3 PRINCIPALES ZONES D'HABITAT PRECAIRE DANS LA PERIPHERIE DE MAMOUDZOU

A Mayotte, dans la plupart des cas, les poches d'habitat précaire se situent à la périphérie des villes et villages à flanc de collines, sur les bords de rivière, dans les plaines inondables du littoral, c'est à dire sur des terrains à fortes contraintes, délaissés par les habitants « autochtones ».

Sur la commune de Mamoudzou, les poches d'habitat précaire ont été repérées dans un premier temps par les services de la Direction de l'Equipement sur les photographies aériennes de juillet 1997, puis ont fait l'objet de visites de terrain.

A Mamoudzou, sur les 405 ha de surfaces urbanisées, 25 ha sont classés en habitat précaire, ce qui correspond à 6% de la surface urbanisée.

Les poches d'habitat précaire concernées par la présente étude se situent (figure 1) à :

1. Kaouéni ;
2. Cavani ;
3. Mtsapéré ;
4. Doujani ;
5. Tsoundzou ;
6. Vahibé.

3. La commune de Mamoudzou

3.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

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.

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).

Lors du recensement démographique de 1997, Mamoudzou comptait plus de 32 000 habitants dont 51 % avaient moins de 20 ans.

L'agglomération de Mamoudzou, capitale économique et administrative, exerce un attrait croissant pour la population de Mayotte.

Pour faire face au fort développement de la commune, de très nombreux programmes de lotissements et de RHI (Résorption de l'Habitat Insalubre) ont été engagés au cours de ces dernières années.

3.2 MORPHOLOGIE

La commune de Mamoudzou s'étend sur le flanc Est du massif du Mtsapéré qui culmine à 572 m d'altitude.

Le relief est accentué, avec des pentes souvent supérieures à 100 %. Une grande partie du territoire de la commune est inaccessible et inhabitée.

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 Est de reliefs allongés selon une direction WNW-SSE.

Les baies correspondent à l'exutoire de bassins versants drainés par de petits cours d'eau pérennes, entretenant une ambiance humide.

Entre Tsoundzou et Kaouéni, les vallées sont parallèles entre elles et aux reliefs. Les principaux cours d'eau sont encaissés de quelques mètres dans des sédiments limoneux et sableux. A marée haute, la mer envahit le cours aval des rivières.

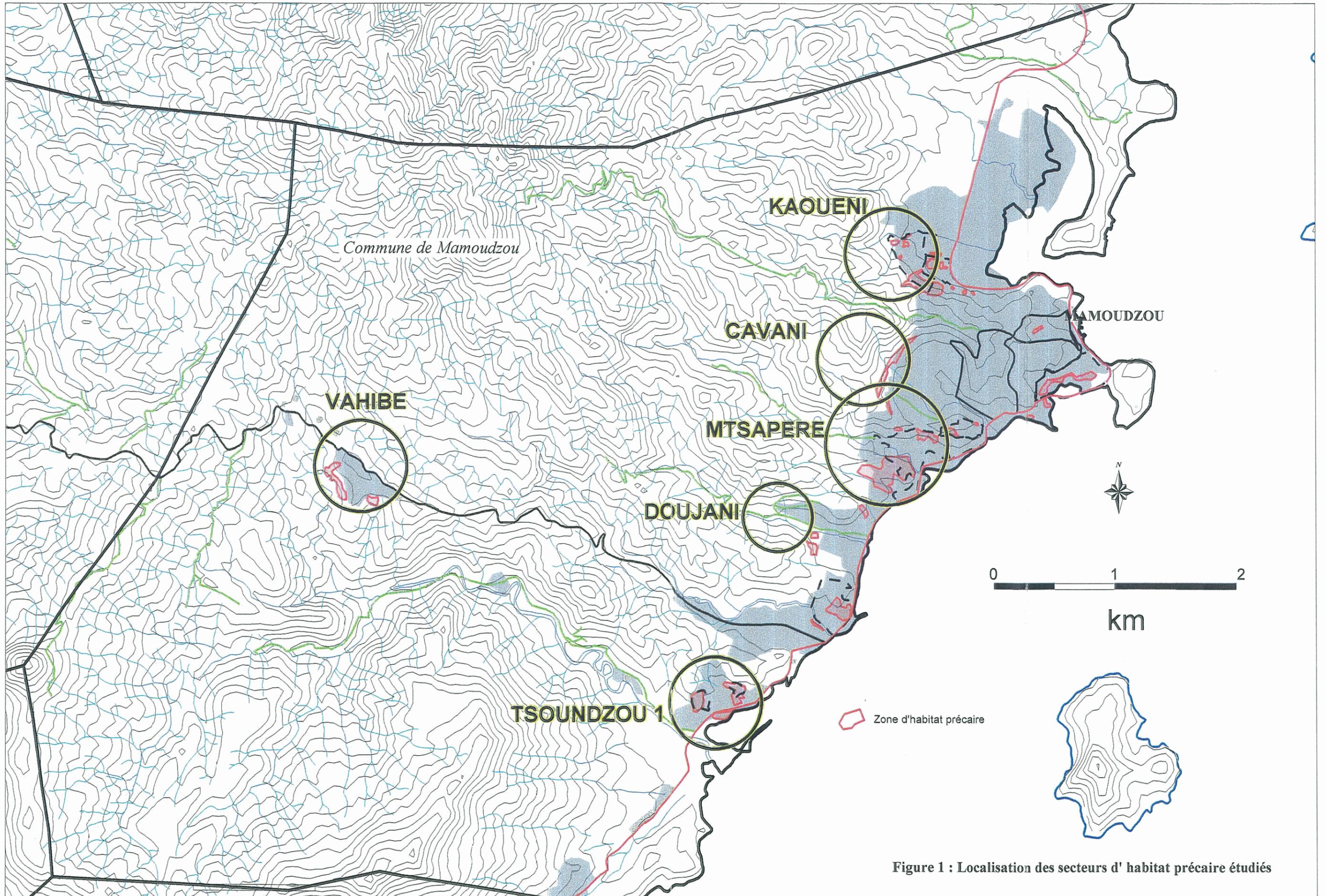


Figure 1 : Localisation des secteurs d' habitat précaire étudiés

3.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

3.3.1 Les formations volcaniques

L'île de Mayotte, d'origine volcanique, s'est formée il y a plus de 8 millions d'années. deux interprétations principales sont avancées pour expliquer sa structuration : édification d'un volcan bouclier ou chaîne de petits volcans coalescents.

Il est admis que l'île s'est édifiée en plusieurs phases d'activité volcanique. 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 appareils volcaniques (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**

Dans ces séries anciennes (âges supérieurs à 3 Ma –millions d'années-), 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. L'altération est d'origine climatique (soils ferralitiques) et hydrothermale ;

- **coulées de lave récentes du massif du Mtsapéré (âge inférieur à 3 Ma)**

Ces coulées basaltiques, tardives, ont emprunté des fonds de vallée et se présentent souvent en inversion de relief. Peu altérées, elles sont exploitées en tant que matériaux de carrière (notamment les niveaux de basalte en plaquettes) ;

- **des formations pyroclastiques récentes de nature basaltique et trachytique**

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 hydromagmatique a donné naissance à des cratères de type maar et à des anneaux de pyroclastites (exemple du maar de Cavani et du maar de Dziani Dzaha, sur Petite Terre).

Ces formations pyroclastiques récentes (cendres, lapilli, blocs, plus ou moins vésiculés), encore épargnées par l'altération, présentent une relative fraîcheur.

3.3.2 Les formations sédimentaires

Elles sont limitées au récif et aux plaines côtières.

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 (le récif étant exondé).

Le remplissage de ces plaines est constitué d'alluvions continentales : sables, limons, argiles.

4. Etude des risques sur le secteur de Kaouéni

4.1 LE MILIEU PHYSIQUE

Cette zone d'habitat précaire est située au pied du versant qui domine la plaine de Kaouéni (figure 2). Ce relief correspond à la colline de la Convalescence qui culmine à 209 m.

Sa superficie est de 3 ha environ. Elle se présente sous une forme allongée de 300 m de longueur sur 100 m de largeur. Elle est parallèle aux courbes de niveau topographique (entre 25 et 60 m d'altitude).

La pente de la zone habitée varie entre 30 % et 70 %. Elle augmente progressivement depuis le pied du versant.

Trois ravines découpent la zone en plusieurs compartiments :

- la "ravine Est" (cf. cliché 2, en annexe) : ses berges sont constituées de colluvions à blocs qui recouvrent des altérites compactes ;
- la "ravine médiane" est creusée dans des altérites tendres, recouvertes de colluvions argileuses à blocs (cf. cliché 6, en annexe) ;
- la "ravine Ouest" (cf. cliché 3, en annexe) : cette dernière est creusée dans le substratum volcanique constitué de coulées de lave, et de brèches à blocs rocheux décimétriques altérés.
Des blocs (boules de basalte) se sont accumulés dans le talweg.

On retrouve des coulées de basalte sain affleurantes dans le versant à l'amont de la zone d'habitat. Elles présentent un débit en plaquettes sub-horizontales (cf cliché 3, en annexe).

Au niveau des interfluves où se sont installées les populations, le substratum rocheux est recouvert par des colluvions argileuses à blocs (cf. cliché 4, en annexe) ou par des dépôts cendreux de couleur ocre-jaune.

4.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT

La zone d'habitat précaire concernée jouxte l'agglomération de Kaouéni, caractérisée par des constructions en dur.

La densité des habitations est localement très élevée.

On observe une précarisation progressive de l'habitat depuis le pied du versant vers l'amont. En partie basse, les habitations en dur dominant. Vers le haut du versant, la proportion de maisons en tôle (cf. cliché 1, en annexe) augmente. Les bangas traditionnels sont rares ; ils se situent dans la partie haute, à la lisière des zones boisées.

L'accès à cette zone est difficile. Les sentiers en terre, à forte déclivité, sont dans le sens de la pente. Il est difficile de se déplacer pour une personne non familière des lieux.

4.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIEES

4.3.1 Les risques naturels (cf. figure 2)

4.3.1.1 Propagation de blocs sur pentes

Le démantèlement de la coulée de lave qui arme le sommet du versant produit des blocs rocheux qui sont susceptibles de se mettre en mouvement.

Ces blocs sont, pour la plupart, dissimulés dans la végétation ou ennoyés dans des colluvions terreuses.

Compte tenu de la densité de l'habitat, les blocs mis en mouvement seront rapidement arrêtés par les habitations amont. Toutefois, si des blocs empruntaient les talwegs, ils pourraient disposer d'une énergie suffisante pour atteindre les habitations basses.

Le questionnement des habitants n'a pas permis de savoir si des blocs avaient déjà atteint les habitations.

Les risques sont localisés dans la partie haute du secteur et à l'ouest (cf. clichés 7 et 8, en annexe).

4.3.1.2 Inondations et coulées de boue dans les axes des ravines

Des habitations sont construites en bordure des ravines, voire dans les axes d'écoulement (cas du talweg ouest en particulier ; cf. cliché 3, en annexe).

Hormis le risque d'être emportées par des crues, ces constructions peuvent favoriser le risque d'embâcle/débâcle et leur présence accroît, en quelque sorte, les menaces sur les secteurs situés à l'aval.

4.3.1.3 Glissements de terrain dans les zones décaissées

Des glissements de terrain peuvent survenir à partir des berges des ravines, à la suite de ravinements par des crues ou dans les talus des décaissements réalisés pour les constructions.

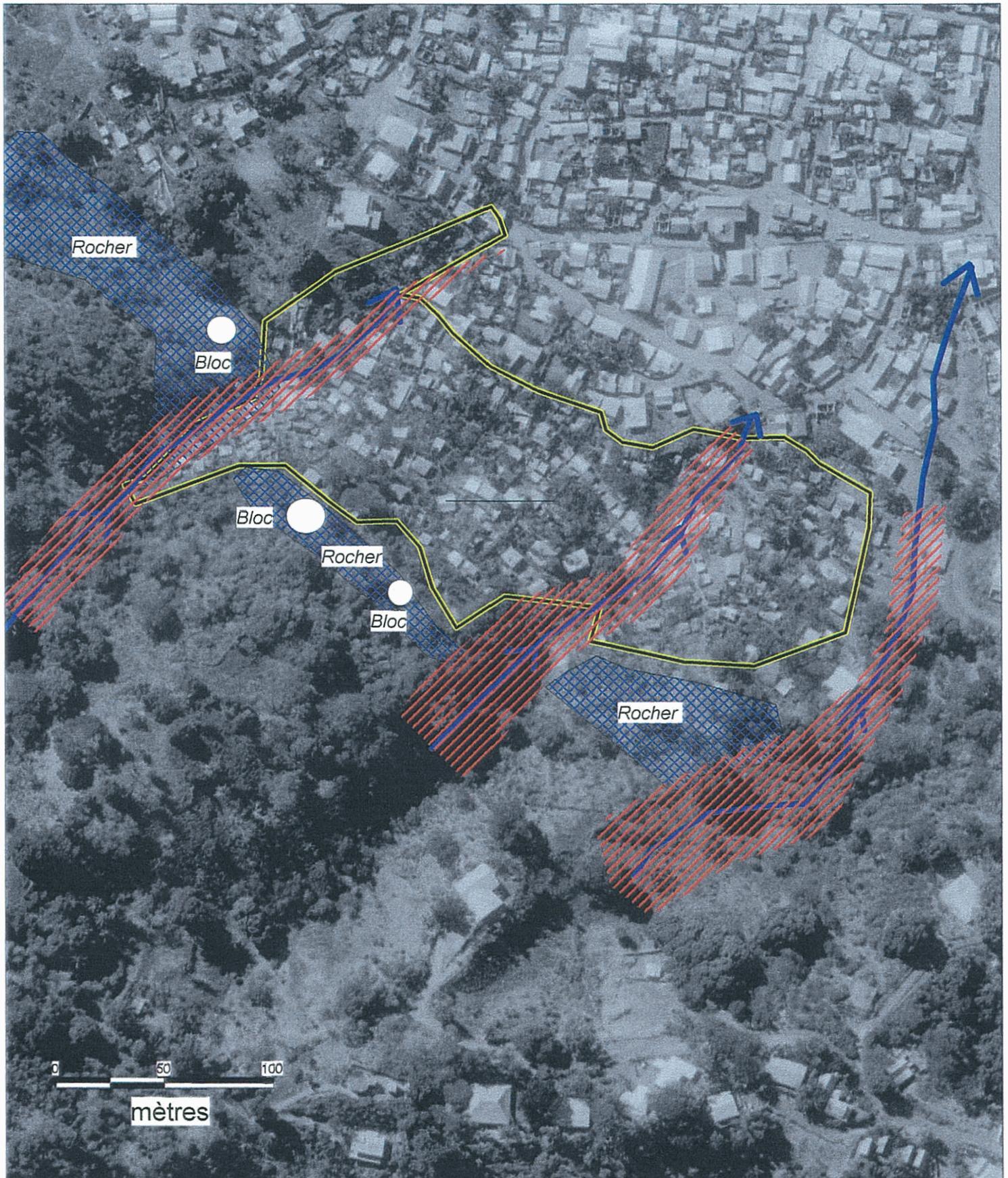
Sur ce secteur de Kaouéni, les habitants ont tendance à se sédentariser et à améliorer progressivement leurs conditions de logement. Des maisons en dur sont construites, les maisons existantes sont agrandies. Des décaissements du terrain de plusieurs mètres de profondeur sont alors effectués dans la pente. En période de fortes pluies, des glissements pourront se produire dans les talus non confortés (cf. cliché 5, en annexe).

4.3.2 Le risque incendie

Le risque d'incendie est élevé en raison :

- des difficultés d'accès (sentiers à forte déclivité). En l'état actuel, aucun véhicule ne peut intervenir sur la zone. Les allées en terre ont été établies dans le sens de la plus grande pente, et elles sont dangereuses. Par ailleurs comme évoqué plus haut, les accès sont non hiérarchisés, si bien qu'il est très difficile de se repérer ;
- des types de matériaux utilisés pour les constructions et pour les clôtures (sacs de riz, bâches plastiques).

Figure 2 : Secteur de Kaouéni : délimitation des zones exposées aux risques géologiques



➔ Talweg - Axe de ravinement principal

▨ Secteurs exposés aux aléas géologiques (aléa moyen à élevé)

⬡ Enveloppe de la zone d'habitat précaire

4.3.3 Les risques sanitaires

L'insalubrité du quartier est forte sur l'ensemble de la zone.

Des raccordements au réseau d'eau potable ont été faits par les habitants depuis le secteur situé à l'aval (conduites posées à même le sol). Ces raccordements induisent une plus forte consommation d'eau et des rejets d'eaux usées dans les talwegs (cf. clichés 3 et 4, en annexe) ou dans les talus à l'aval des habitations.

L'insalubrité du quartier est augmentée par les rejets de déchets, en particulier dans les ravines. Les détritiques se concentrent à l'aval dans les caniveaux du village de Kaouéni.

Ce site constitue un exemple probant du phénomène de "contamination" des quartiers situés en aval des zones d'habitat précaire. L'insalubrité se propage vers l'aval jusqu'à la route nationale.

5. Etude des risques sur le secteur de Cavani

5.1 LE MILIEU PHYSIQUE

La dépression de Cavani est contenue dans un maar : "cratère volcanique circulaire à parois très pentues constitués de dépôts pyroclastiques formant un anneau".

La zone d'habitat insalubre concernée est située sur le flanc interne Ouest de ce cratère. Le versant boisé et/ou cultivé, est incisé par un talweg principal et par des talwegs secondaires (figure 3). Dans la partie Nord, en rive gauche du talweg principal, la pente est élevée, de l'ordre de 100 %. Elle est comprise entre 50 et 70 % dans la partie Sud.

Des pyroclastites scoriacées (lapilli, blocs) affleurent dans la partie Sud (cf. clichés 10, 11 et 12, en annexe). Elles sont visibles dans le talus du chemin et dans les divers décaissements effectués pour la réalisation de plates-formes.

Dans la partie Nord, les terrains sont constitués par des laves basaltiques altérées recouvertes par des colluvions et des blocs. La taille des blocs de lave peut atteindre le m³. Ces blocs proviennent du démantèlement d'une coulée de basalte à olivine, qui arme la crête en rive gauche du talweg principal.

Plusieurs glissements de terrain, déplaçant de 20 à 30 m³ de matériaux, ont été observés dans le talus amont de la piste d'accès.

5.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT

On accède aux zones d'habitat précaire de Cavani par les rues du village ou par une piste nouvellement créée à mi-pente qui a été réalisée pour la pose d'une conduite d'eau pour l'AEP. Cette piste relie les nouveaux logements SIM au sud, au réservoir d'eau au nord.

L'habitat est parsemé en zones nord et médiane (cf. cliché 9, en annexe). Quelques cases ont été construites directement sur la pente. Les habitations sont en tôle et plus rarement en végétaux (cf. clichés 10 et 11, en annexe).

En revanche, l'habitat se densifie vers le sud. L'occupation est en train de se faire, depuis le bas, mais aussi depuis la piste amont (accès depuis la cité sud). Une piste terrassée dans des sols cendreaux rougeâtres relie la piste amont à l'agglomération de Cavani.

On constate que les nouveaux arrivants cherchent à se dissimuler dans la végétation ou dans les fonds de vallon (cf. clichés 13 et 14, en annexe).

Une particularité du site est liée à la présence d'une source (source de Massimoni) qui permet à la population de s'alimenter en « eau potable ». Elle constitue un attrait supplémentaire pour les nouveaux arrivants, en plus de l'accessibilité à la zone qui a été favorisée par la création d'une piste et la proximité de la ville.

5.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIEES

5.3.1 Les risques naturels (cf. figure 3)

5.3.1.1 Propagation de blocs sur pente

Ce risque concerne les habitations situées dans la partie Nord du secteur. Aucun événement correspondant au déplacement de blocs sur la pente ne nous a été relaté au cours des visites de terrain (zone par ailleurs encore peu habitée). Mais le défrichement du versant, facilité par la création de la piste, va favoriser le départ de blocs sur la pente. Le risque est faible en l'état actuel mais va augmenter avec l'état de dégradation du versant.

5.3.1.2 Mouvements de terrain

Des décaissements importants ont été réalisés dans les terrains friables constitués de matériaux terro-cendreuseux. En période de très fortes pluies, des ravinements vont survenir à partir des talus et des plates-formes (cf. cliché 12, en annexe). Le risque concerne principalement la poche d'habitat sud, en bordure du chemin.

La piste qui dessert cette poche et qui rejoint le village de Cavani est totalement ravinée (cf. cliché 10, en annexe).

5.3.1.3 Inondations

Plusieurs habitations sont implantées dans les axes des talwegs (cf. clichés 13 et 14, en annexe). Il s'agit de personnes en situation de clandestinité qui cherchent à se dissimuler. Elles sont exposées aux crues et aux coulées boueuses qui pourraient se déclencher dans le versant.

5.3.2 Le risque incendie

Les habitations sont, pour l'instant, suffisamment éloignées les unes des autres et l'habitat est récent.

Le risque incendie peut être qualifié de moyen. Il va augmenter au fur et à mesure de la densification de l'habitat. Il deviendra rapidement élevé pour la poche en zone sud.

Il faut noter que la piste amont permettrait un accès aux secours dans la mesure où elle serait rendue praticable à des véhicules de secours.

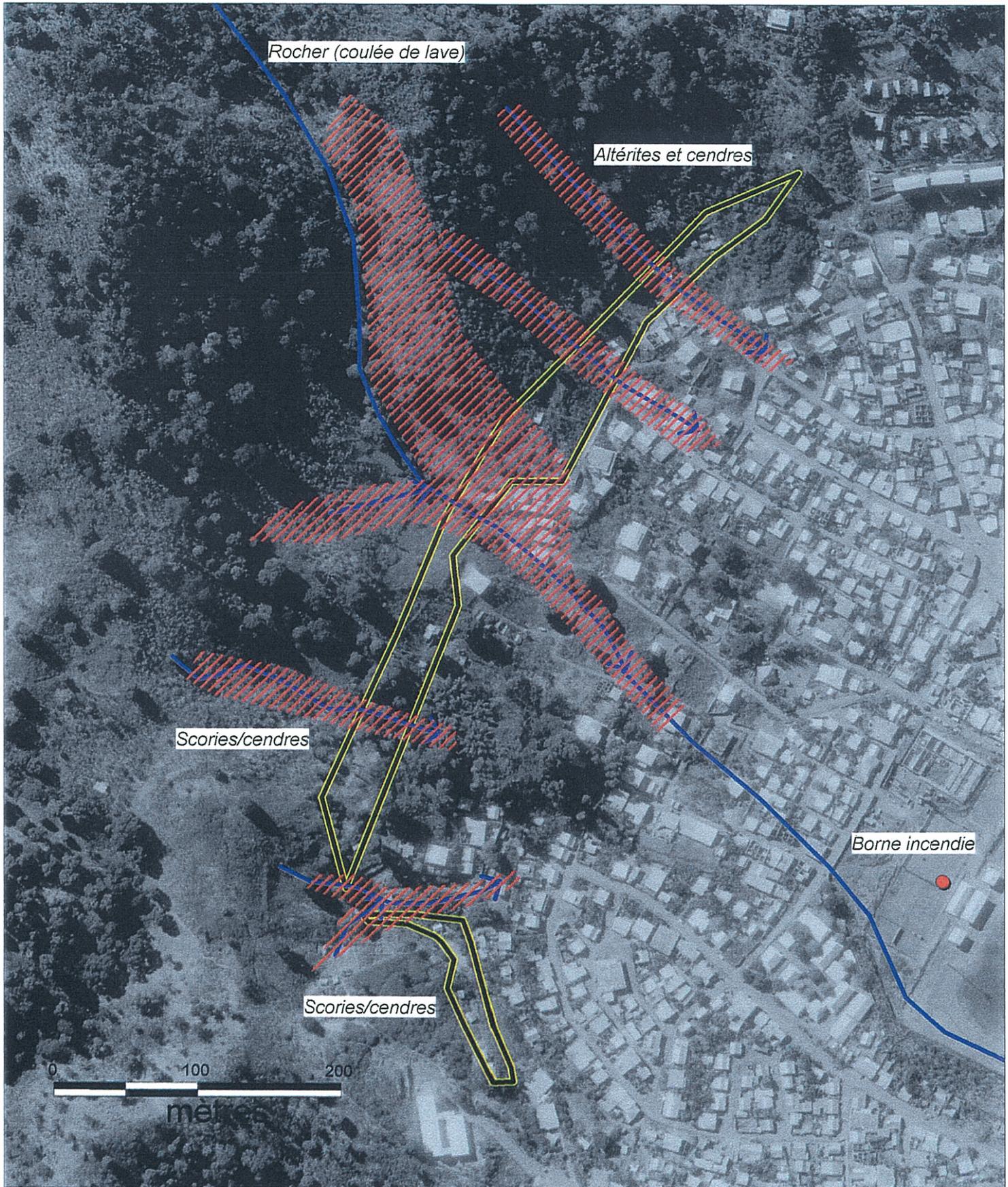
5.3.3 Le risque sanitaire

Actuellement, le risque sanitaire est faible, compte tenu de la faible densité de l'habitat.

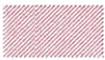
Par ailleurs, les formations géologiques qui constituent les premiers mètres du sous-sol (cendres, lapilli et blocs scoriacés) sont perméables et permettent une infiltration efficace des rejets d'eaux usées.

Le principal risque actuel à la santé est l'alimentation en eau de la population à partir de la source de Massimoni (eau polluée impropre à la consommation, étude BRGM en cours).

Figure 3 : Secteur de Cavani : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques



➔ Talweg - Axe de ravinement principal

 Secteurs exposés aux aléas géologiques (aléa moyen à élevé)

 Enveloppe de la zone d'habitat précaire

6. Etude des risques sur le secteur de Mtsapéré

6.1 LE MILIEU PHYSIQUE

6.1.1 Le quartier Mandarisoua

Les poches d'habitat précaire sont sises sur une croupe constituée d'altérites, recouvertes par des sols bruns.

Dans cette zone haute, la pente est relativement faible. Nous sommes en présence d'un relief émoussé.

La zone est habitée depuis longtemps et la végétation est absente.

6.1.2 Le quartier Bonovo

Il est situé sur un relief d'allongement Est-Ouest. Les populations se sont installées sur les versants, de part et d'autre de la ligne de crête.

La partie Nord correspond au versant dominant la rivière Majimbini.

La partie Sud correspond à un versant drainé par un talweg peu encaissé (figure 4).

Le relief est constitué de formations géologiques intensément altérées. Les altérites affleurent dans les parties plus pentues, sur le versant nord (secteur de la mosquée).

Sur la crête et sur le versant sud, prédominent des sols « latéritiques », parfois épais (épaisseur supérieure à 3 m). Ces sols rouges à bruns sont sensibles à l'érosion (cf. cliché 17, en annexe).

Une zone a plus particulièrement attiré notre attention dans le secteur de Mtsapéré. Il s'agit du versant dominant la rivière Majimbini (extrémité Est du relief). La pente est élevée, supérieure à 100 %. Les talus des décaissements ont une hauteur parfois supérieure à 3 m. Les altérites affleurent sur l'ensemble de la zone. Vers le sommet du versant, elles sont recouvertes par des sols rouges.

6.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT

A Mtsapéré, deux zones d'habitat précaire ont été identifiées :

1. le quartier Mandarisoua sur la colline séparant Cavani de Mtsapéré ;
2. le quartier Bonovo, en rive droite de la rivière Majimbini.

6.2.1 Le quartier Mandarisoua

L'habitat y est de type bidonville. Il s'agit de petites poches enclavées dans l'agglomération de Cavani - Mtsapéré (figure 4).

Ces poches sont accessibles par des ruelles étroites depuis la route qui relie Cavani à Mtsapéré par les hauts.

L'habitat est dense. Le quartier est électrifié et est desservi par des conduites d'eau.

La précarité de l'habitat repose essentiellement sur la nature des constructions en tôle et en matériaux de récupération.

6.2.2 Le quartier Bonovo

Les populations se sont installées sur la colline dominant le Mro oua Majimbini (cf. cliché 15, en annexe). La zone d'habitat insalubre s'étend sur 7 ha environ (figure 4).

Le quartier est desservi par une route principale, des chemins en terre et des sentiers parallèles aux courbes de niveau topographique.

La particularité de ce quartier est la coexistence d'habitations en dur et de constructions traditionnelles de type « banga ».

Cette zone d'habitat précaire s'étend vers le sud-ouest, vers des terrains autrefois cultivés, aujourd'hui laissés en friche. Des habitations de type banga ont été construites récemment sur la crête, à l'extrémité ouest du quartier (cf. cliché 16, en annexe).

6.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES

6.3.1 Les risques naturels (cf. figure 4)

6.3.1.1 *Mouvements de terrain et ravinement*

Ils concernent deux zones, essentiellement :

1) le versant nord, abrupt, du quartier Bonovo, où les sols cendreaux rougeâtres sont plus épais. L'aléa est de niveau moyen, et est lié à la sensibilité à l'érosion des terrains (cf. cliché 17, en annexe). Certaines constructions pourraient être endommagées si le terrain cendreaux qui constitue leurs assises était érodé. D'ailleurs, pour se prémunir des conséquences du ravinement, phénomène généralisé sur l'ensemble du quartier Bonovo, les habitants renforcent les fondations de leurs maisons avec des tôles (cf. clichés 18 et 21, en annexe).

2) le versant abrupt dominant la rivière de Majimbini. Les habitations, difficilement accessibles, sont assises sur des altérites. En cas de fortes pluies, la saturation des terrains en surface pourraient provoquer la ruine des constructions. La vulnérabilité des habitations dépend de la qualité des fondations, c'est-à-dire si celles-ci sont encastrées ou non dans les altérites compactes.

6.3.1.2 Inondations

Sont concernées par un risque de submersion, les habitations en bordure du talweg, au Sud de la zone. L'habitat tend à se développer dans cette direction, notamment vers l'axe du talweg. Le risque d'inondation concerne quelques cases de type « banga » (figure 4).

6.3.2 Le risque incendie

Il est le plus élevé pour les poches d'habitat précaire situées au sein de l'agglomération. En effet, la densité de l'habitat fait qu'il existe une possibilité importante de **propagation de l'incendie** aux habitations voisines. Cet aléa est augmenté par la nature des matériaux de construction (matériaux de récupération). La vulnérabilité à l'incendie de ces secteurs est toutefois atténuée du fait de l'existence d'un réseau d'eau et des possibilités d'accès aux véhicules de secours (ruelles à proximité). Par ailleurs, il existe une borne incendie à proximité du quartier (figure 4).

Dans le quartier de Bonovo, les zones éloignées de la route principale sont plus vulnérables aux incendies.

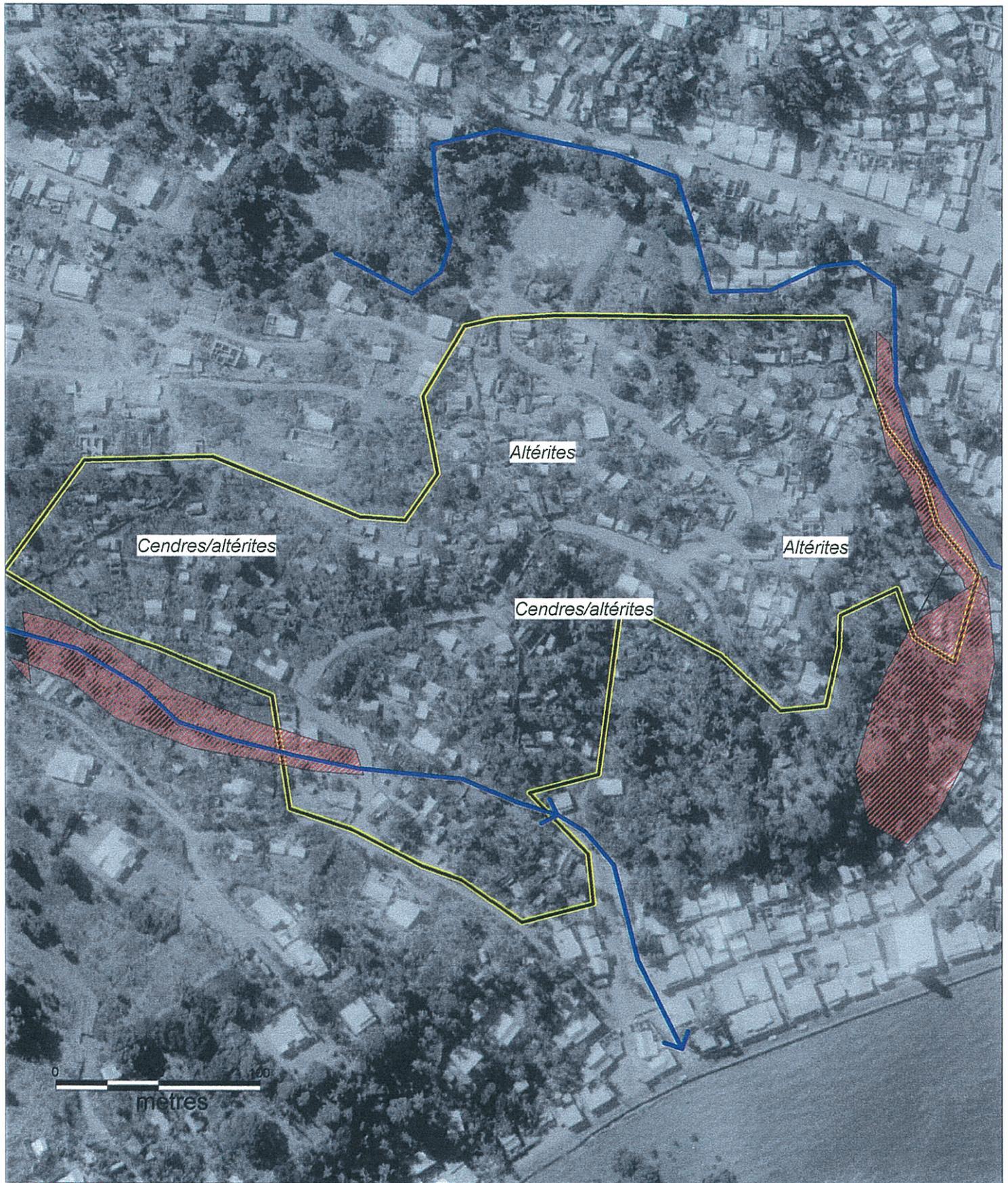
Les maisons situées sur le versant abrupt dominant la rivière Majimbini sont également vulnérables du fait de leur enclavement.

6.3.3 Le risque sanitaire

Le quartier Bonovo se caractérise par un habitat lâche, ayant des allures de village. Le quartier est relativement bien entretenu.

L'insalubrité est peu marquée. Les quelques points d'insalubrité sont localisés dans les talus à l'aval des habitations desservie par une conduite d'eau (cf. cliché 20, en annexe).

Figure 4 : Secteur de Mtsapéré : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques



➔ Talweg - Axe de ravinement principal

-  Secteurs exposés aux aléas géologiques (aléa moyen à élevé)
-  Enveloppe de la zone d'habitat précaire

7. Etude des risques sur le secteur de Doujani

7.1 LE MILIEU PHYSIQUE

Sur un plan géologique, il convient de distinguer les maisons implantées dans la plaine alluviale de la rivière Doujani, et celles installées au pied d'un relief, en bordure de la piste.

La plus grande partie de la zone d'habitat précaire de Doujani est installée dans la plaine (altitude comprise entre 5 et 10 m).

La rivière est encaissée de quelques mètres (4 à 6 m) dans des formations argilo-limoneuses. Après enquête auprès des habitants, ce secteur ne serait pas inondé en période de crue. Cette affirmation doit être nuancée car l'installation des populations dans ce secteur est récente. En tout état de cause, l'exposition des zones d'habitat précaire est la même que celle du lotissement de Doujani. Si cela n'a pas été effectué, il conviendrait d'évaluer l'inondabilité de la zone par un calcul hydraulique.

Les habitations sont éloignées de la berge et ne sont pas exposées aux risques d'affaissement de celle-ci. En revanche, des constructions de type "banga" ont été implantées sur le talus constituant la berge, en rive gauche de la rivière Doujani (cf. cliché 25, en annexe). Les plates-formes sont décaissées dans des limons brun-rouge : les matériaux enlevés ont été déversés sur le talus de la rivière.

Les maisons en bordure sud de la piste d'accès à la carrière, sont implantées sur des matériaux remaniés qui pourraient correspondre à des coulées de boue accumulées au pied du versant. Ces matériaux proviendraient de glissements de terrain qui se seraient déclenchés à partir du relief (cf. cliché 23, en annexe). Ces phénomènes sont anciens, et non connus des habitants.

7.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT

Deux poches d'habitat précaire sont situées dans la plaine en rive droite de la rivière (Mro oua Doujani) : l'une en bordure de la piste qui conduit à la carrière, l'autre à proximité de la rivière.

La première poche a été recoupée par la nouvelle piste séparant les habitations en pied de relief et celles implantées dans la plaine, dans le prolongement du lotissement de Doujani.

La seconde poche repérée est accessible par le lotissement (figure 5). Les habitations sont en tôle et relativement espacées.

7.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIEES

7.3.1 Les risques naturels (figure 5)

7.3.1.1 *Les risques liés aux instabilités des berges de la rivière Doujani*

Comme précisé plus haut, des bangas de construction récente ont été établis sur la berge en rive gauche de la rivière Doujani, entre la route d'accès au collège et la rivière. Ces derniers sont très exposés en période de crue. De plus, on peut s'attendre à une reprise de l'érosion au niveau de la berge avec un risque d'obstruction de la rivière.

La situation de risque est préoccupante tant pour les habitants de la zone d'habitat précaire que pour l'ensemble du quartier : le bon écoulement des eaux dans la rivière Doujani pourrait être perturbé par une embâcle.

7.3.1.2 *Les risques menaçant les habitations en bordure de la piste de la carrière*

On ne peut parler de danger imminent pour ces habitations car les instabilités sont anciennes. Cependant, les observations géologiques montrent qu'en cas de phénomène climatique exceptionnel, des coulées de boue pourraient à nouveau menacer le site. Il conviendrait donc, à moyen terme, soit de protéger les habitations par un traitement du versant (dispositif de lutte contre l'érosion), soit de déplacer les habitants qui se trouvent aujourd'hui « enclavés » par la piste.

7.3.1.3 *Inondation*

L'inondabilité de la plaine repose sur la capacité du lit de la rivière de Doujani à évacuer les débits de crue. Or, les décaissements opérés dans les berges, ainsi que les travaux engagés sur le bassin versant amont (carrière) sont autant de facteurs susceptibles de modifier le bon écoulement des eaux, voire de réduire la capacité hydraulique du lit actuel. Pour ces raisons, nous recommandons que soit conduite une réflexion sur les risques hydrauliques à Doujani. Parmi les informations recueillies auprès des riverains et des services, il n'a pas été fait état d'inondations récentes.

7.3.2 Le risque incendie

Il est considéré comme étant faible : zone accessible pour des véhicules de secours, densité de l'habitat lâche, présence d'une borne incendie à proximité (figure 5).

Cependant, cette appréciation du risque doit être nuancée, compte tenu de l'extrême vulnérabilité des habitations construites, pour la plupart, en matériaux inflammables.

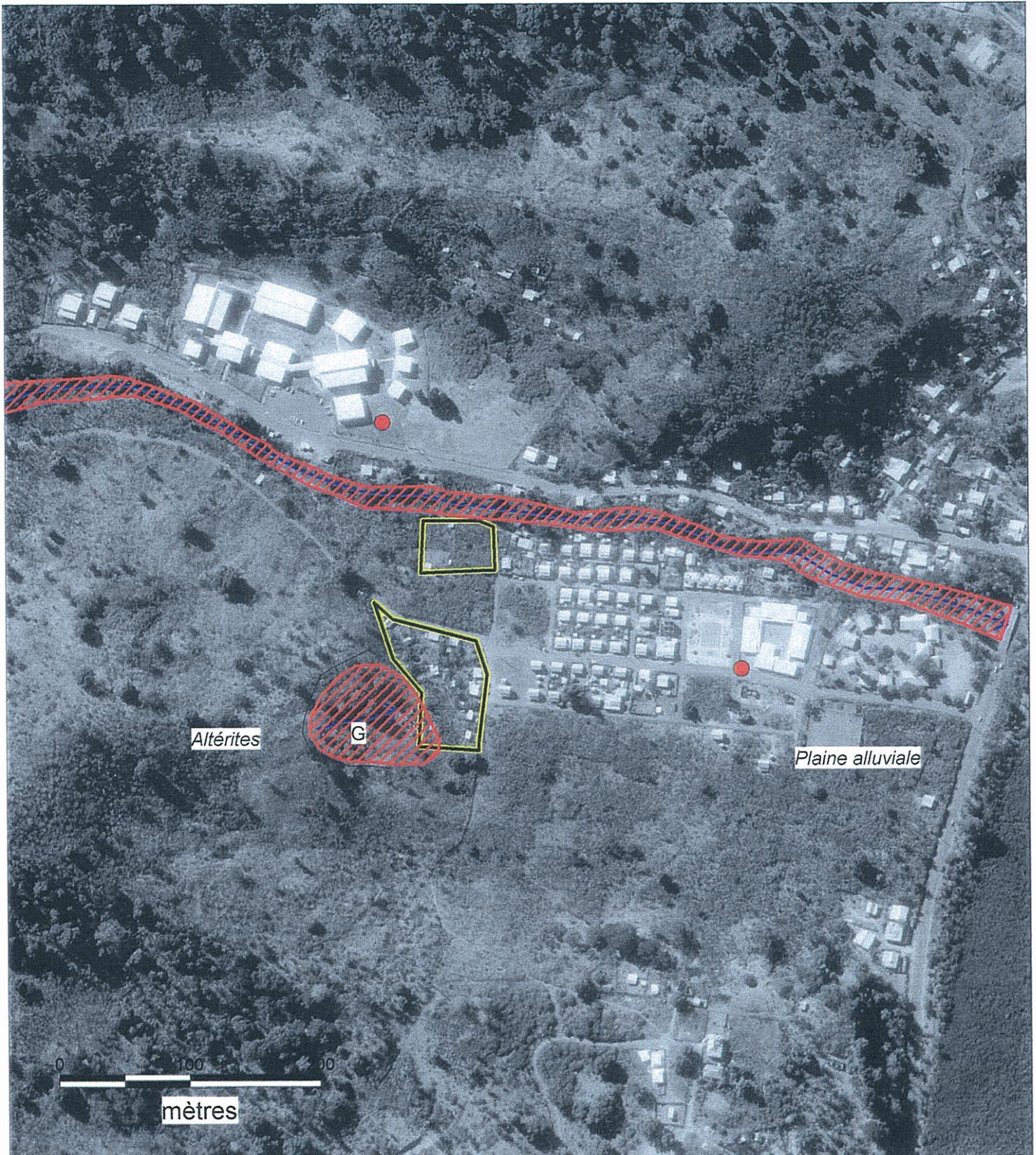
7.3.3 Le risque sanitaire

Il est élevé pour les maisons installées dans la plaine, du fait de la faible capacité des terrains à absorber les eaux de surface (terrains argileux).

De nombreuses flaques d'eau ont été observées sur le site dans les ornières des chemins d'accès. Elles participent à l'insalubrité de la zone (développement de larves de moustiques, ...)

La création d'un fossé d'évacuation des eaux pluviales permettrait d'améliorer la situation sanitaire de ce secteur.

Figure 5 : Secteur de Doujani : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques



Talweg - Axe de ravinement principal

Enveloppe de la zone d'habitat précaire



Borne Incendie



Secteurs exposés aux aléas géologiques
(aléa moyen à élevé)

8. Etude des risques sur le secteur de Tsoundzou

8.1 LE MILIEU PHYSIQUE

8.1.1 La zone sud : Mangadzia

Cette zone correspond à un vallon perché au-dessus du littoral, et au-dessus du village.

Des altérites grises affleurent sur les flancs de ce vallon et sur la crête vers le lotissement de la SIM. Le sommet du versant sud du vallon est caractérisé par la présence de sols rougeâtres et de quelques blocs de lave arrondis.

Lors de la visite de terrain, nous avons pu observer une extension de la zone d'habitat précaire vers le sud-est, c'est à dire vers le versant abrupt dominant la RN 2. La pente y est supérieure à 100 %.

8.1.2 La zone Tsoundzou I Nord : " Kadifoutini "

Cette zone s'étend sur la plaine côtière, en bordure de la RN 2, et sur le versant vers le Nord. Les habitations en bordure de la RN 2 sont inondables (présence de boue et d'eau stagnante dans les rues).

Le versant est abrupt et les décaissements sont réalisés dans des altérites compactes.

En partie haute, les altérites sont recouvertes par des sols colluviaux argileux à blocs de lave. Les talus à l'arrière des habitations sont instables.

8.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT

Trois zones d'habitat précaire ont été identifiées dans le secteur de Tsoundzou.

- a) la zone Sud "Mangadzia" qui occupe une surface de 1,3 ha. L'habitat progresse vers le sommet du versant (cf. cliché 26, en annexe) et vers le Sud-Est dans les pentes abruptes dominant la côte. On trouve des habitations en dur en partie basse (village de Tsoundzou). Sur les flancs de la colline, et plus particulièrement en partie haute, l'habitat est caractérisé par des constructions de type "banga traditionnel" (végétaux et tôles).
En limite nord, les bangas jouxtent les logements de la SIM (cf. cliché 27, en annexe) ;
- b) la zone Nord qui s'étend dans la plaine et sur le versant nord, dominant le village. Sa superficie est de 1,6 ha. L'habitat est dense et s'étend vers le haut du versant (constructions de type "banga"). La partie basse est caractérisée par un habitat dense. Les cases traditionnelles sont remplacées par des constructions en maçonnerie et béton (cf. clichés 32 et 34, en annexe) ;
- c) la poche d'habitat située entre la route nationale et la mangrove. On observe une sédentarisation des habitants dans ce secteur : le quartier, électrifié et desservi en eau potable, dispose de boutiques implantées en bordure de la route nationale. Les habitations sont accessibles par des ruelles (cf. cliché 35, en annexe). Plus on s'éloigne de la route nationale, plus l'habitat devient précaire et insalubre. La mangrove est recouverte de déchets divers (cf. cliché 36, en annexe).

8.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIEES

8.3.1 Les risques naturels (cf. figure 6)

8.3.1.1 Les mouvements de terrain

Sur les deux secteurs habités situés sur des versants particulièrement abrupts, des mouvements de terrain localisés pourraient se déclencher lors de la réalisation de décaissements.

Sur les parties hautes des deux versants du vallon, des glissements des terrains de couverture pourraient également se produire à partir des colluvions et sols argileux au toit des altérites compactes. Plusieurs cicatrices d'instabilités de ce type, localisées, ont été observées (volume de matériaux de quelques m³) dans la partie haute du quartier Kadifoutini.

8.3.1.2 Les inondations

Des risques d'inondation existent dans la zone de Mangadzia où l'on observe des phénomènes de concentration des eaux dans le vallon.

Les habitations du quartier de Kadifoutini, implantées dans la plaine, sont également exposées aux inondations. D'ailleurs, certaines zones du quartier sont en permanence inondées (cf. cliché 32, en annexe). Il n'existe pas de réseau d'assainissement fonctionnel dans ce secteur.

Enfin, les habitations situées entre la RN 2 et la mangrove sont également très exposées aux inondations. Le terrain est à une altitude comprise entre 1 et 2 m NGM.

8.3.2 Le risque incendie

Ce risque est élevé pour les poches d'habitations installées à flanc de versant. En effet, l'accès à ces quartiers est très difficile, même à pied (cf. cliché 30, en annexe).

Concernant l'îlot de maisons en bordure de la RN 2, le risque est moins élevé en raison de sa meilleure accessibilité.

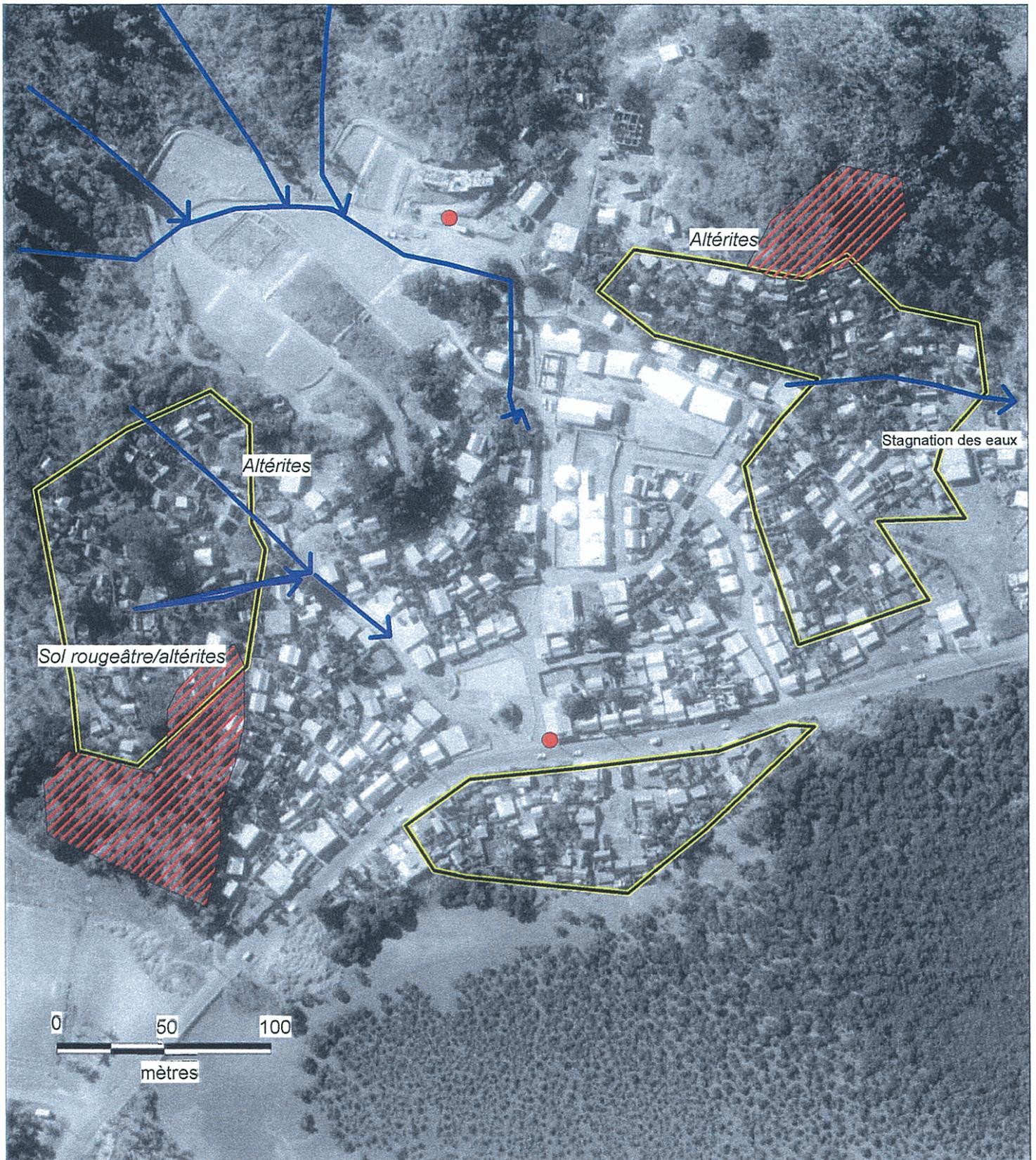
8.3.3 Le risque sanitaire

Le quartier de Kadifoutini (poche d'habitat nord) est certainement l'un des quartiers les plus insalubres rencontré sur le territoire de la commune de Madmouzou. Plusieurs facteurs défavorables se conjuguent : forte pente, habitat dense, terrain argileux, eaux stagnantes.

Les eaux usées se concentrent sur les parties basses des versants où elles stagnent (cf. cliché 32, en annexe).

Dans le secteur Sud, un phénomène de concentration des eaux usées a aussi été observé dans le bas du vallon, mais l'état d'insalubrité est moins marqué (cf. cliché 28, en annexe).

Figure 6 : Secteur de Tsoundzou : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques



-  Talweg - Axe de ravinement principal
-  Enveloppe des zones d'habitat précaire

-  Borne Incendie
-  Secteurs exposés aux aléas géologiques (aléa moyen à élevé)

9. Etude des risques sur le secteur de Vahibé

9.1 LE MILIEU PHYSIQUE

Le village de Vahibé est construit sur un plateau formant la ligne de crête séparant les bassins versants des rivières la Gouloué et la Koualé, à une altitude de 200 m (figure 7).

• Secteur Sud –Est

D'un point de vue géomorphologique, la zone d'habitat précaire occupe deux têtes de vallon. Les génératrices des axes d'écoulement des eaux convergent vers les talwegs principaux représentés sur la figure 7.

Ce type de relief est caractéristique de la morphologie générale de la commune de Mamoudzou. Le sommet du versant constitué d'altérites argileuses a un profil convexe, tandis que le pied caractérisé par la présence de produits d'accumulation (colluvions) a un profil concave.

Du sommet vers l'aval des pentes, on rencontre la succession lithologique suivante :

- des formations argileuses de couleur dominante rouge, contenant quelques blocs (cf. clichés 39 et 41, en annexe) ;
- des altérites grises qui affleurent en contrebas dans les parties plus abruptes ;
- des accumulations de sols bruns, rougeâtres (colluvions à blocs) en pied, de part et d'autre des talwegs, affectés par des glissements de terrain (cf. cliché 37, en annexe).

• Secteur Sud-Ouest

Cette zone s'étend sur 400 m de longueur. Elle est séparée du village de Vahibé par un escarpement d'une vingtaine de mètres de hauteur, constitué par des altérites compactes (coulées de lave altérées).

La bordure du plateau est disséquée et on peut observer plusieurs entonnoirs d'érosion en aval du village. Ils correspondent aux points d'évacuation des eaux pluviales.

La zone d'habitat précaire s'est installée sur le glacis au pied du plateau, en bordure du ruisseau qui rejoint la rivière Koualé, plus en aval.

Sur la bordure du plateau, des formations à blocs ont été observées. Ces matériaux pourraient correspondre aux déblais des décaissements effectués lors de la viabilisation du village de Vahibé.

Il faut également noter la présence de nouveaux déblais entreposés en pied de versant dans la partie Nord de la zone.

9.2 DESCRIPTION DE L'HABITAT

Les zones d'habitat précaire repérées par la Direction de l'Équipement se sont développées sur les flancs sud du plateau de Vahibé, de part et d'autre d'une avancée du plateau.

La zone Sud-Est, d'une superficie de 5 000 m², est située en contrebas du village. Elle est accessible par des sentiers en terre, depuis le village de Vahibé.

La zone Ouest, d'une superficie de 17 500 m², forme une ceinture en contrebas du village. On y accède par des sentiers en terre depuis le village ou par une piste récemment créée depuis le CCT 3.

L'habitat est traditionnel, le plus souvent en bois et végétaux mais aussi en tôle (toitures). Les matériaux de récupération sont rares.

On observe actuellement une extension de la zone d'habitat de l'Ouest vers l'Est, vers la rivière. De nouveaux bangas ont été construits sur des prés (herbes) avec des sentiers à peine tracés.

9.3 SITUATIONS DANGEREUSES IDENTIFIÉES

9.3.1 Les risques naturels (cf. figure 7)

9.3.1.1 Les mouvements de terrain

Les secteurs les plus sensibles aux mouvements de terrain se situent en bas de la zone Sud Est (cf. cliché 37, en annexe) et au niveau de l'escarpement de la zone Sud-Ouest où certains bangas sont implantés en bordure du plateau au sommet du talus (cf. cliché 42, en annexe).

Les zones les plus dangereuses se situent au pied et au sommet de l'escarpement.

Les zones d'habitat précaire étudiées sont, actuellement, implantées en dehors de ces zones dangereuses.

9.3.1.2 Les inondations et le ravinement

Dans la zone Sud-Est, nous avons recensé des habitations construites dans un talweg. Cette zone reçoit les eaux du village en amont (cf. cliché 38, en annexe) qui provoquent un ravinement intense des terrains en place (cf. cliché 40, en annexe). Les eaux peuvent divaguer vers les habitations. L'absence de réseau pluvial (fossés bétonnés) entretient une ambiance humide (stagnation des eaux usées).

9.3.2 Le risque incendie

Ce risque est élevé pour la zone Sud-Est : l'habitat y est dense et le secteur difficilement accessible (chemin étroit en terre).

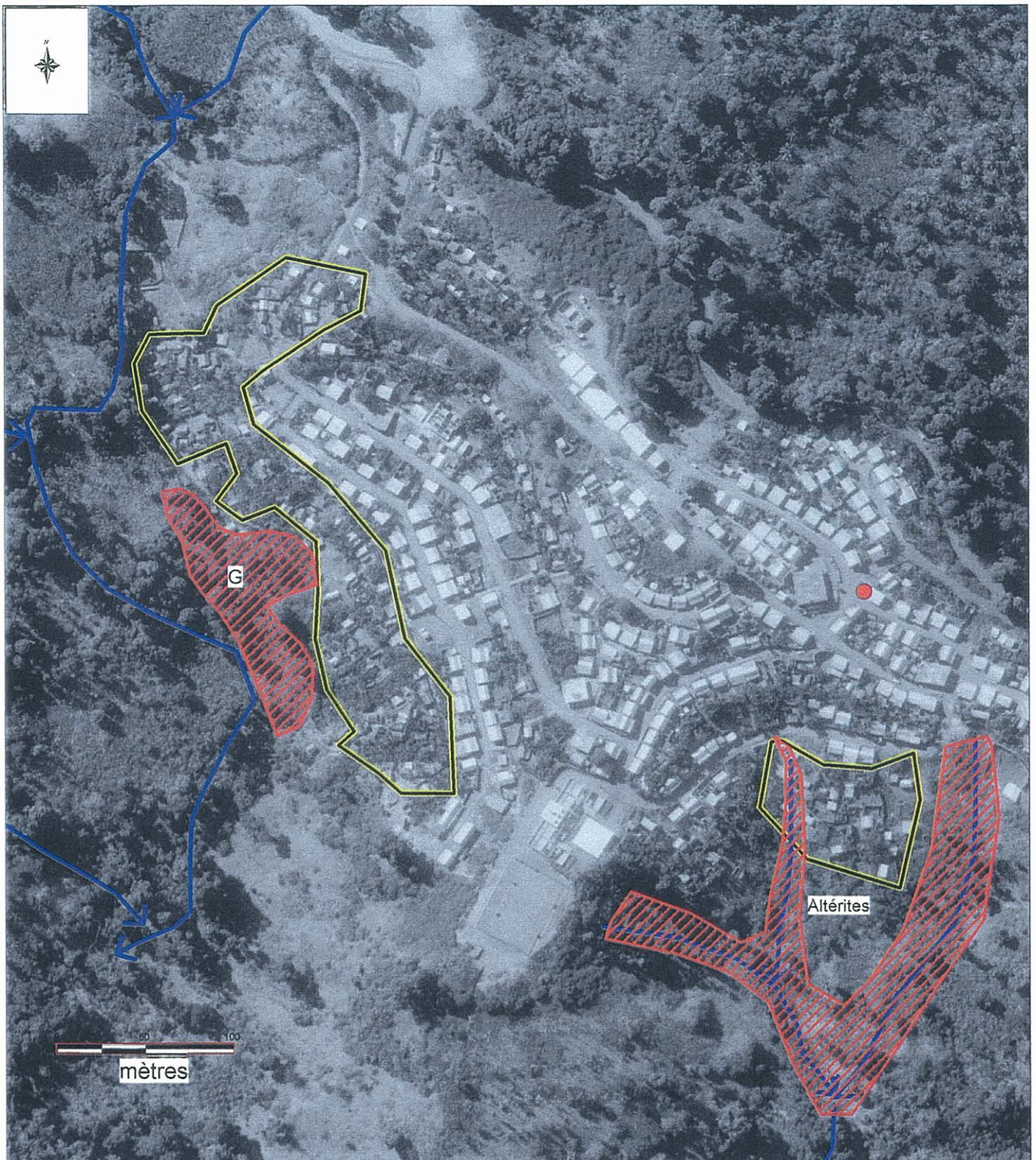
Dans la zone Sud-Ouest, le risque incendie est peu élevé si l'on tient compte du fait que l'habitat est dispersé. En revanche, les bangas traditionnels en partie sud, sont inaccessibles à des secours.

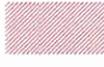
9.3.3 Le risque sanitaire

L'insalubrité est importante dans la zone située au sud Est de Vahibé. Les eaux usées du village ruissellent vers la zone d'habitat précaire (eaux nauséabondes). En l'état actuel, le risque sanitaire est très élevé (cf. cliché 39, en annexe).

Concernant le secteur Sud-Ouest, les nouvelles constructions sont relativement espacées. Le degré d'insalubrité est moindre. Les points critiques se situent aux points de rejet des eaux usées du village de Vahibé.

Figure 7 : Secteur de Vahibé : délimitation des zones exposées aux aléas géologiques



-  Talweg - Axe de ravinement principal
-  Enveloppe des zones d'habitat précaire
-  Borne Incendie
-  Secteurs exposés aux aléas géologiques (aléa moyen à élevé)
- G : glissement de terrain

10. Synthèse sur les risques encourus dans les différents secteurs étudiés

Les observations conduites sur les différentes poches d'habitat insalubre de la commune de Mamoudzou permettent de dresser une typologie des risques encourus par les populations vivant sur ces sites sensibles (tableau 1).

Plusieurs paramètres ou facteurs entrent en compte pour l'évaluation des risques :

- les facteurs permanents ou de prédisposition ;
- les facteurs anthropiques liés à l'aménagement des différents secteurs ;
- la vulnérabilité des habitations.

10.1 PREDISPOSITION NATURELLE DES SITES

Certains sites ont des niveaux d'aléa moyen voire élevé, correspondant à une prédisposition à des mouvements de terrain ou à des inondations en période de crue.

S'agissant des mouvements de terrain, on peut distinguer deux types de phénomènes :

- **les propagation de blocs sur les pentes.** Ce type de menace se rencontre sur les versants abrupts du massif du Mtsapéré (Kaouéni, Cavani) armés par des coulées de lave. Le démantèlement de ces coulées produit des blocs susceptibles de rouler sur la pente. Le défrichage, la création de nouveaux chemins, augmentent l'occurrence de tels phénomènes. En revanche, les reliefs littoraux constitués d'altérites produisent rarement des blocs (secteurs de Mtsapéré, de Tsoundzou) ;
- **les glissements de terrain pelliculaires.** La couverture cendro-terreuse et les sols fins argileux glissent au toit des altérites compactes (secteurs de Mtsapéré, Cavani, Tsoundzou). Les colluvions terreuses à blocs, accumulées sur les pentes, peuvent être affectées par des mouvements de terrain (secteurs de Kaouéni, Vahibé Est) ;
- **les glissements de terrain à partir des versants abrupts.** La morphologie de ces versants résulte de processus d'érosion, soit de pied, soit littorale (secteurs de Tsoundzou sud et nord, Mtsapéré), soit torrentielle (secteurs de Vahibé, Doujani). La susceptibilité de ces zones aux mouvements de terrain est liée à la pente qui est parfois supérieure à 100 %. Selon la nature des terrains (altérite argileuse, rocher altéré), la sensibilité aux mouvements de terrain varie. A Doujani où nous avons observé des niches d'arrachement, les altérites sont franchement argileuses.

Secteurs	Mouvements de terrain	Inondations
Kawéni	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation de blocs en sommet de versant • Instabilités dans les talus à l'amont des plates-formes décaissées 	<ul style="list-style-type: none"> • Inondation et coulées de boue dans les talwegs
Cavani	<ul style="list-style-type: none"> • Propagation de blocs sur la pente • Glissements de terrain et ravinement dans les cendres et sols rouges 	<ul style="list-style-type: none"> • Inondations dans les talwegs
Mtsapéré	<ul style="list-style-type: none"> • Chutes de blocs, éboulements à partir de la pente abrupte au-dessus de la rivière Majimbini • Ravinement/érosion des sols argileux 	<ul style="list-style-type: none"> • Zone inondable localisées dans le vallon au sud du secteur
Doujani	<ul style="list-style-type: none"> • Ancien glissement de terrain à l'aval de la piste • Instabilité des berges de la rivière Doujani 	<ul style="list-style-type: none"> • Inondation du quartier par débordement de la rivière Doujani
Tsoundzou	<ul style="list-style-type: none"> • Glissements de terrain à partir des pentes abruptes • Sols argileux instables en sommet de versant 	<ul style="list-style-type: none"> • Inondation dans le secteur Sud (concentration des écoulements) • Plaine inondable (Tsoundzou ville)
Vahibé	<ul style="list-style-type: none"> • Instabilité en pied de versant (zone Est) • Instabilité dans l'escarpement au sud-ouest du village de Vahibé 	<ul style="list-style-type: none"> • Inondation dans les talwegs

Tableau 1 : Principaux phénomènes dangereux identifiés dans les secteurs étudiés

Les inondations peuvent également être scindées en deux catégories :

- **les inondations dans les plaines et les fonds de vallée.** L'exemple le plus démonstratif est celui du village de Tsoundzou dont l'altitude est proche du niveau marin. Le risque de submersion est amplifié par la présence d'une nappe peu profonde (eaux stagnantes) et par la houle qui peut se comporter, lors de tempête, comme une barrière hydraulique, empêchant les eaux de crue de s'évacuer vers la mer. A Doujani, des inondations pourraient se produire à la suite du débordement de la rivière lors de crues exceptionnelles ou en cas d'obstruction du lit (embâcles) ;
- **les crues torrentielles soudaines et brutales** localisées au niveau des talwegs incisant les versants abrupts. Ces phénomènes sont dangereux du fait de leurs vitesses d'écoulement élevées et de leur capacité érosive importante qui provoquent un ravinement intense des sols (secteurs de Vahibé Est, Kaouéni, Mtsapéré, Cavani). De plus, sur des versants jeunes où les sols n'ont pas encore été décapés, des laves torrentielles peuvent se produire. Ce type de mouvement de terrain est généralement destructeur.

10.2 FACTEURS ANTHROPIQUES

L'étude conduite sur les zones d'habitat précaire de Mamoudzou a montré que le facteur anthropique était déterminant dans l'évaluation des situations de risque. Il est frappant de constater que les différents types d'aléa et la vulnérabilité de ces zones évoluent dans le temps. Afin de mieux comprendre les effets des actions anthropiques (agression de l'homme sur le milieu naturel), nous avons distingué trois stades d'évolution :

1. Le stade initial caractérisé par la conquête de nouveaux espaces.

Les populations s'installent sur des terres non habitées (terres cultivées, friches, prés,...). Les habitations sont du type "banga", le plus souvent, construites avec des éléments végétaux et sont espacées. Les dimensions des maisons sont réduites. L'habitat est traditionnel et les techniques de construction sont parfaitement maîtrisées par les habitants.

L'exemple type de mise en place de ce stade initial est la zone de Vahibé Ouest (partie basse, près de la rivière). On retrouve des zones similaires dans les parties hautes de Tsoundzou et à Mtsapéré (extension vers l'ouest).

Le milieu physique est peu perturbé à ce stade. Les décaissements sont peu importants (d'une profondeur inférieure à 1 m) et le défrichement est localisé à la cour. Les populations cherchent à se dissimuler dans la végétation. Cette attitude peut néanmoins être dangereuse car, pour s'installer, se dissimuler, les habitants ont parfois tendance à occuper les fonds de talwegs (secteurs de Cavani et Vahibé Est) ou bien à s'installer sur des pentes abruptes jusqu'à présent délaissées par les aménageurs et les « autochtones ».

2. Le stade de densification

Ce stade est illustré par la majorité des zones d'habitat précaire étudiées. Il se traduit par une densification des constructions (regroupements familiaux). Les constructions traditionnelles sont agrandies, de nouvelles habitations viennent s'intercaler entre les maisons existantes. Pour ce faire, les habitants procèdent à des décaissements plus importants. Les sols sont mis à nu, en particulier au niveau des zones de circulation (fréquentation intense du site). La couverture végétale a disparu : on observe des phénomènes de ravinement, les fondations des constructions sont déchaussées. L'exemple type de ce stade de densification est illustré par le secteur de Vahibé Est et par celui de Mtsapéré Sud-Ouest.

3. Le stade de sédentarisation

A ce stade, les habitants ont décidé de s'installer de manière pérenne dans le quartier et d'améliorer leur confort. Il se caractérise par l'apparition de constructions en dur (béton, pierre), et de toit en tôle. Selon leurs moyens, les habitants ont recours à des matériaux de récupération (planches, cartons, tôles). Les techniques de construction ne sont plus maîtrisées.

A ce stade, l'aspect le plus important de l'évolution, est l'arrivée de l'eau potable. Ce type d'habitat, proche d'un bidonville, se développe à la périphérie des villes. Le caractère traditionnel a disparu. Cette évolution est marquée par des terrassements importants avec des décaissements d'une profondeur parfois supérieure à 3 m. Mais, le facteur le plus défavorable vis à vis du risque de déclenchement d'instabilités de terrain et d'insalubrité est l'arrivée de l'eau courante. Les quartiers n'étant pas pourvus de réseau d'assainissement, les eaux sont rejetées dans la cour ou sur la pente (talweg, allée contigüe à l'habitation). Les sols argileux et les altérites ayant une capacité

d'absorption insuffisante, l'eau stagne en surface, s'écoule dans les talus et sur les sentiers en terre. On assiste à une prolifération des moustiques et l'apparition d'odeurs nauséabondes. Sur plusieurs zones d'habitat précaire, nous avons pu observer l'abandon de certains espaces : l'insalubrité est telle que les habitants finissent par quitter le secteur.

Les observations faites précédemment montrent que les risques croissent au fur et à mesure de la sédentarisation des habitants sur les secteurs étudiés. L'action anthropique, plus prononcée, entraîne une dégradation du milieu, très marquée.

10.3 VULNERABILITE DES CONSTRUCTIONS

Comme cela a été mentionné plus haut, les habitants modifient leur mode de construction avec le temps. L'évolution se traduit par l'utilisation de matériaux « plus nobles » tels que le ciment, la tôle, les poteaux en bois.

Cependant, la mise en œuvre de ces nouveaux matériaux n'est pas conforme aux règles élémentaires de construction : les fondations ne sont pas ancrées, les constructions sont implantées sur des déblais, les talus ne sont pas confortés, ... D'une part, la population ne maîtrise pas les techniques de construction, d'autre part elle ne dispose pas de ressources suffisantes pour faire réaliser les ouvrages.

Ces nouvelles constructions sont au moins aussi vulnérables que les constructions traditionnelles de type "banga" qui ont l'avantage de ne pas créer de surcharges sur le terrain. La structure d'un banga est légère, accepte des déformations, et a une faible emprise au sol.

On retiendra que la vulnérabilité des habitations est la même, quelque soit l'état de précarité constaté.

10.4 ZONES NON DIRECTEMENT EXPOSEES

L'apparition d'une zone d'habitat précaire peut aggraver les risques existants ou en créer de nouveaux sur les secteurs voisins. C'est le cas sur les secteurs de Kaouéni, Cavani, Mtsapéré, Tsoundzou, c'est à dire sur toutes les zones d'habitat précaire qui occupent des flancs de versant à l'amont de zones habitées (zones urbaines ou villages).

• Les dysfonctionnements hydrauliques

Comme nous l'avons mentionné à plusieurs reprises, les zones d'habitat précaire ne sont pas équipées de réseaux d'assainissement (eaux pluviales, eaux usées). De plus, elles sont en prise aux phénomènes de ravinement, du fait de la pente élevée du versant, de la présence de sols sensibles à l'érosion, de l'absence de soutènement. En période de fortes pluies, toutes ces eaux chargées vont rejoindre les quartiers situés à l'aval provoquant des atterrissements de boue en pied de versant, dans les rues, et obstruant les réseaux existants.

Nous avons pu constater sur l'ensemble des zones précitées que l'insalubrité se propageait dans les quartiers situés en contrebas des poches insalubres. Elle se matérialise par des accumulations de boue et de détritiques dans les caniveaux, sur les chemins d'accès ou près des maisons.

Enfin, il convient de citer le risque d'embâcle qui pourrait survenir dans certains cours d'eau, si des glissements de terrain ou des habitations étaient emportées par les eaux. L'exemple type de la possibilité de survenance de ce type de phénomène est celui des habitations implantées sur les

Rapport BRGM RP – 50444 –FR – 2000 SGR/MAY 34

berges de la rivière Doujani. Les tôles, les matériaux de récupération utilisés pour les constructions sont susceptibles d'obstruer les lits des ravines et de provoquer des débordements qui auraient alors un effet destructeur, en aval.

- **Les envols**

Les constructions des zones d'habitat précaire ne sont pas conçues pour résister à des vents de forte intensité (tels que ceux accompagnant un cyclone). Il est vraisemblable que lors du passage de la prochaine forte tempête tropicale ou cyclone, une grande partie des constructions va être emportée (soufflée). Des tôles et des plaques vont alors être emportées par les vents et pourront atteindre les quartiers situés en contrebas (Kaouéni, Toundzou, Cavani, Mtsapéré).

- **Cas particulier de Vahibé**

Ce site est singulier en comparaison des autres zones visitées car il se situe à l'aval d'une zone viabilisée. Il est, de ce fait, plus exposé aux risques hydrauliques, sanitaires et aux mouvements de terrain puisqu'il reçoit les eaux usées du village situé en amont.

10.5 RISQUE SISMIQUE

Une étude de l'aléa sismique régional a été effectuée par le BRGM dans le cadre de ses actions de Service public en 2000². Elle conclut que 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 1^{er} décembre 1993 (MS = 4.9) dont la zone épiscopale, 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.

En cas de secousse sismique, les dangers seront moindres dans les habitats de type « banga » construits en matériaux végétaux que dans les constructions en dur (murs en pierre) où les personnes peuvent être ensevelies sous un amas de débris.

Les nouvelles constructions des zones étudiées ne respectent évidemment 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.

11. Conclusions

Sur le territoire de la commune de Mamoudzou, les populations occupant les zones d'habitat précaire se sont regroupées à la périphérie des villes ou des villages à la quête d'un emploi ou pour se rapprocher des services (écoles, dispensaires,...). Pour ce faire, elles se sont installées sur des terrains inoccupés vulnérables aux aléas naturels : versants abrupts, bords de ravine, fonds de vallon...

Les observations conduites sur les principales poches d'habitat précaire de la commune de Mamoudzou ont permis d'identifier plusieurs types de situations dangereuses dans chaque secteur.

Les dangers sont dus à des prédispositions naturelles des sites occupés, aggravées par des facteurs anthropiques.

Nous avons pu constater que l'insalubrité augmentait avec le temps d'occupation des sites.

Dans un premier temps (**stade initial caractérisé par la conquête de nouveaux espaces**), les sites sont peu perturbés et les constructions de type « banga » sont adaptées au milieu physique qui les reçoit.

Dans un deuxième temps (**stade de densification**), on assiste à une dégradation du milieu physique et humain (terrain dénudé, ravinement des sentiers, déchaussement des constructions). Le quartier devient boueux et difficile d'accès. L'habitat y est plus dense.

Dans un troisième temps (**stade de sédentarisation**), le site est franchement perturbé : des décaissements importants sont réalisés dans le cadre d'extension des constructions. Le quartier est desservi en eau potable (conduites d'eau). L'aménagement du secteur est anarchique et désordonné.

Il ressort de cette étude que les populations vivant dans les quartiers d'habitat précaire sont vulnérables vis à vis des risques cyclonique (vent, fortes pluies), sismique et incendie. De plus, leur vulnérabilité est augmentée, par le fait qu'elles occupent des sites difficiles d'accès.

Des actions doivent être engagées, à court terme, sur ces sites. Par ordre de priorité décroissante, il s'agira :

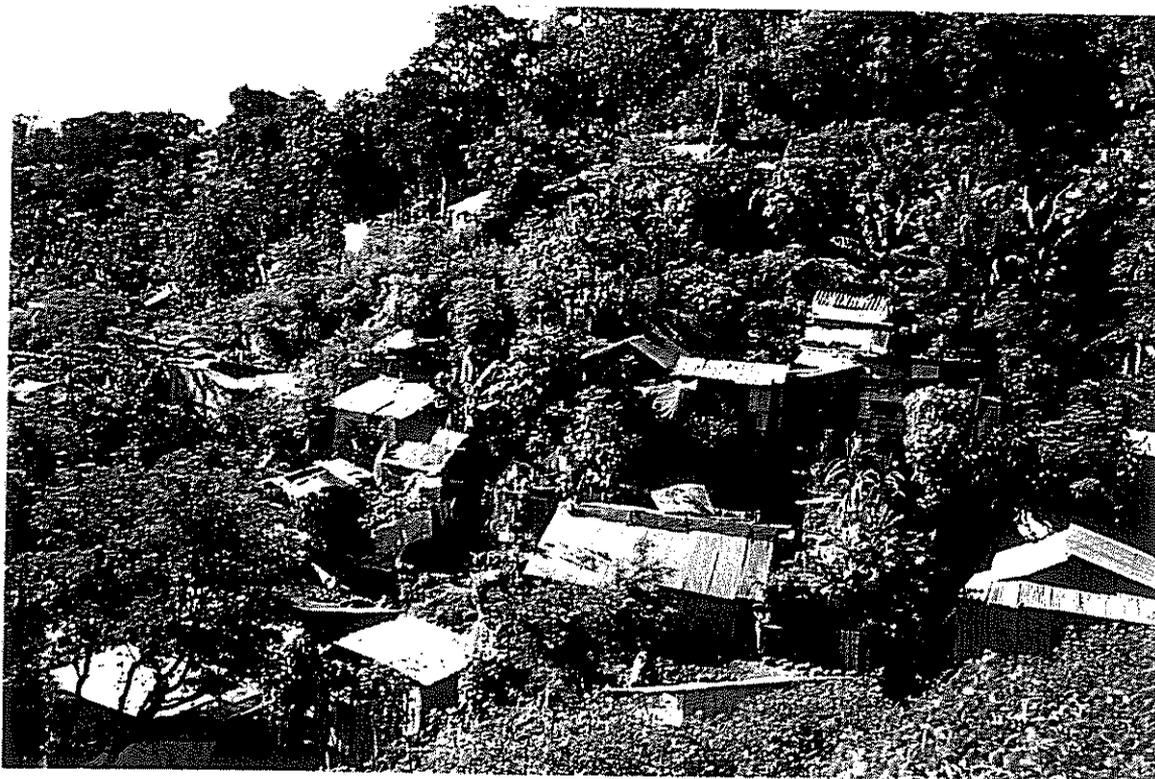
- d'évacuer les zones caractérisées comme étant dangereuses (axes de ravine, zones inondables, zones abruptes) ;
- d'interdire l'installation de populations et le défrichage, sur les versants à l'amont de zones habitées ;
- de conforter les blocs (butonnage des blocs) menaçants au-dessus du secteur de Kaouéni ;
- de créer des accès pour pouvoir intervenir sur les sites en cas d'urgence (intervention des secours) ;
- d'interdire les décaissements des talus ;
- de mettre en place des réseaux d'assainissement ou alors contrôler les conditions du raccordement au réseau d'eau potable.

La pérennisation d'habitat nécessitera des travaux d'envergure et coûteux correspondant à la viabilisation et l'assainissement des différents quartiers (eaux pluviales et eaux usées). Certaines constructions pourront être préservées, mais d'autres devront être abandonnées et/ou détruites, en particulier celles situées dans les zones d'aléa moyen à élevé représentées sur les figures 2 à 7.

Ces travaux d'envergure pourront être réalisés dans le cadre des programmes RHI (travaux de résorption de l'habitat insalubre) en cours. Les secteurs les plus exposés et les plus vulnérables pourront être traités prioritairement. Il s'agit des secteurs de Tsoundzou nord, de Kaouéni et de Vahibé Est.

ANNEXE :
REFERENTIEL PHOTOGRAPHIQUE

SECTEUR DE KAOUENI



Cliché 1 : Vue d'ensemble d'une poche d'habitat précaire. Les habitations sont en tôle, en matériaux de récupération.



Cliché 2 : Talweg Est. Le secteur est défriché. Noter les phénomènes d'érosion dans l'axe de la ravine.

SECTEUR DE KAOUENI



Cliché 3 : Constructions implantées dans le talweg Ouest. Le substratum rocheux affleure dans l'axe de la ravine. Noter la présence de déchets et les suintements d'eau.



Cliché 4 : Etat du talweg médian, raviné et encombré de déchets.

SECTEUR DE KAOUENI



Cliché 5 : Décaissement à l'amont des constructions. Le talus est affecté par des glissements de terrain. Noter le dénivelé entre deux constructions.



Cliché 6 : Erosion récente dans les berges d'un talweg. Des glissements de plusieurs m³ peuvent survenir en période de fortes pluies.

SECTEUR DE KAOUENI

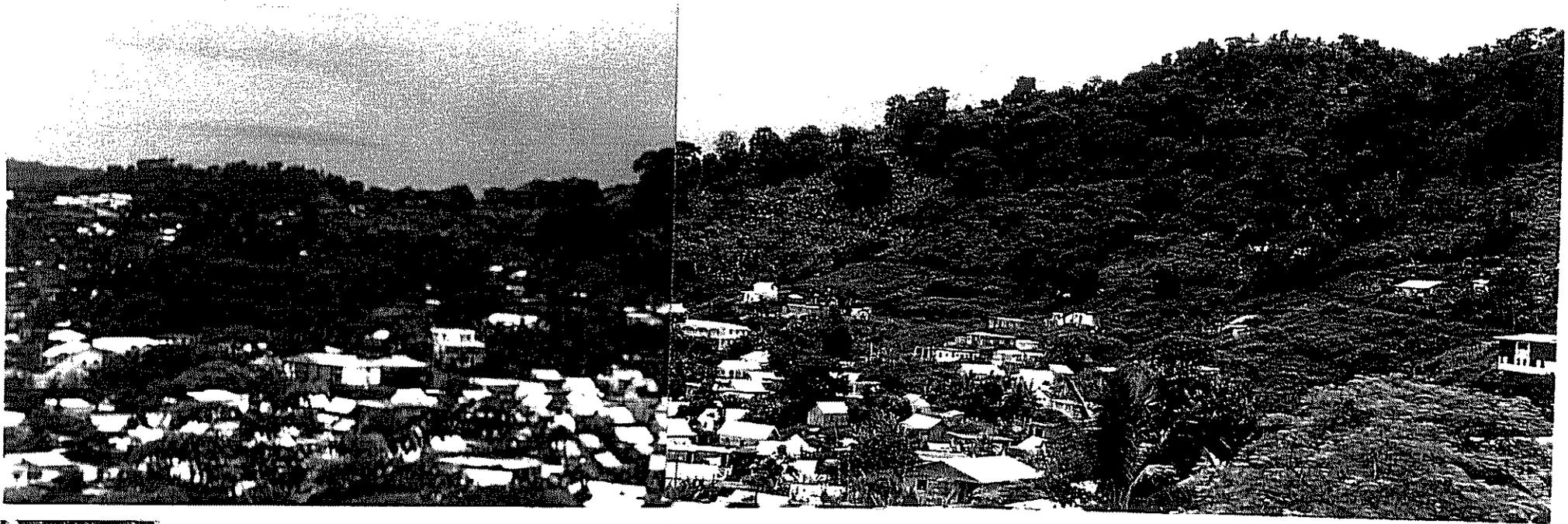


Cliché 7 : Blocs de basalte dissimulés dans la végétation dans le versant au-dessus des habitations. Ces blocs peuvent se remettre en mouvement si la zone est défrichée.



Cliché 8 : Boules de basalte menaçantes au-dessus des habitations (secteur Ouest).

SECTEUR DE CAVANI



Cliché 9 : Vue d'ensemble du site de Cavani.



Cliché 10 : Nouveaux habitats précaires dans la partie sud du secteur.

SECTEUR DE CAVANI

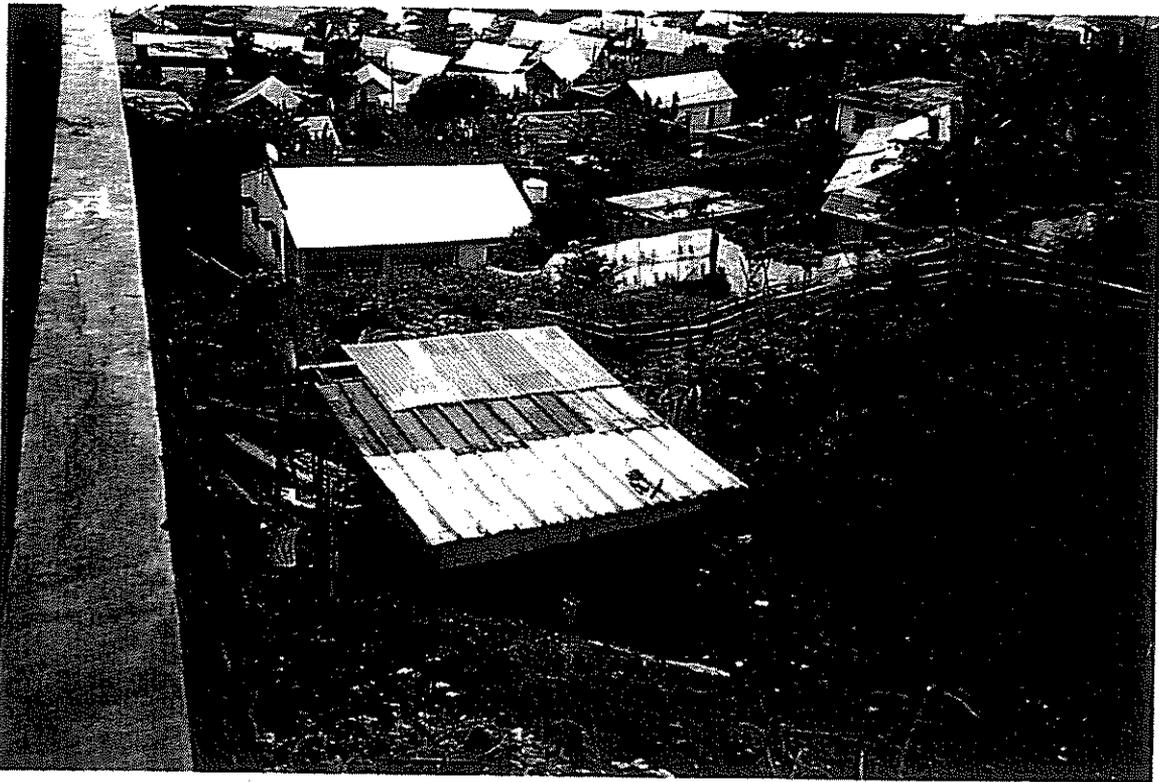


Cliché 11 : Exemples de construction en tôle sur les pentes de Cavani : le dénivelé de l'habitat est faible.



Cliché 12 : Décaissement important effectué dans les berges de la ravine principale.

SECTEUR DE CAVANI

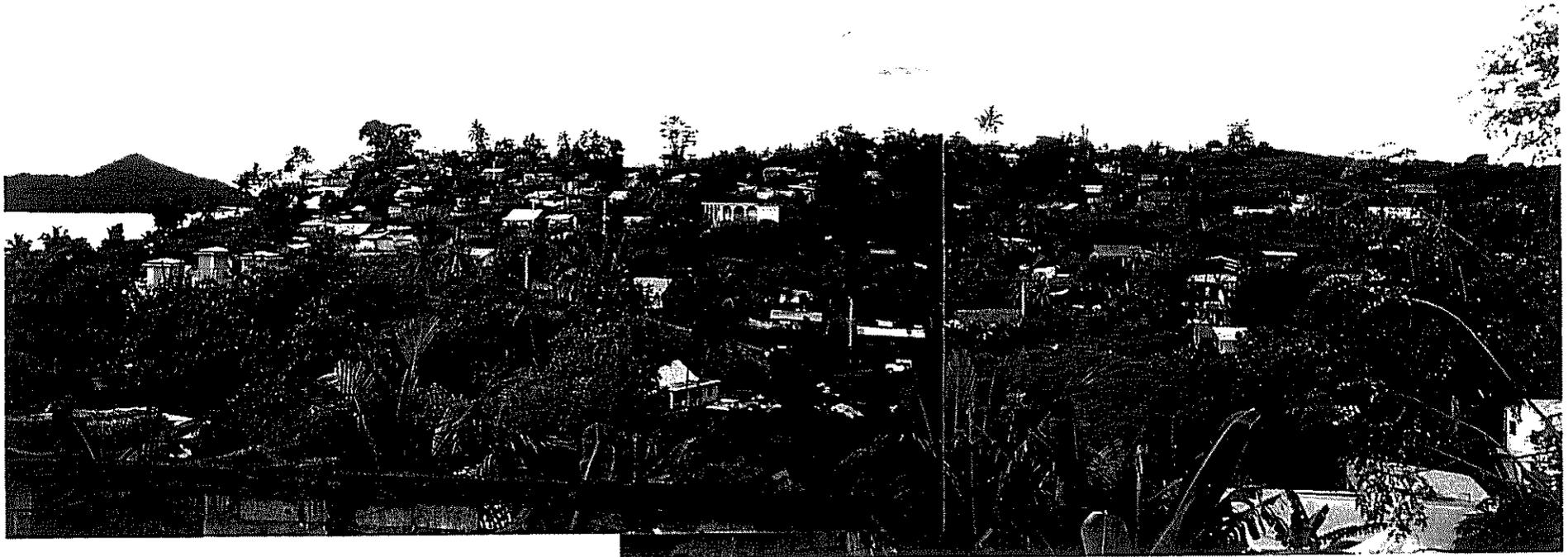


Cliché 13 : Construction en cours dans l'axe d'un talweg (extrémité Nord du secteur de Cavani).



Cliché 14 : Les nouvelles constructions occupent le fond d'une vallée « pour mieux se cacher ».

SECTEUR DE MTSAPERÉ



Cliché 15 : Versant dominant la rivière Majimbini (quartier Bonovè). L'organisation est lâche.

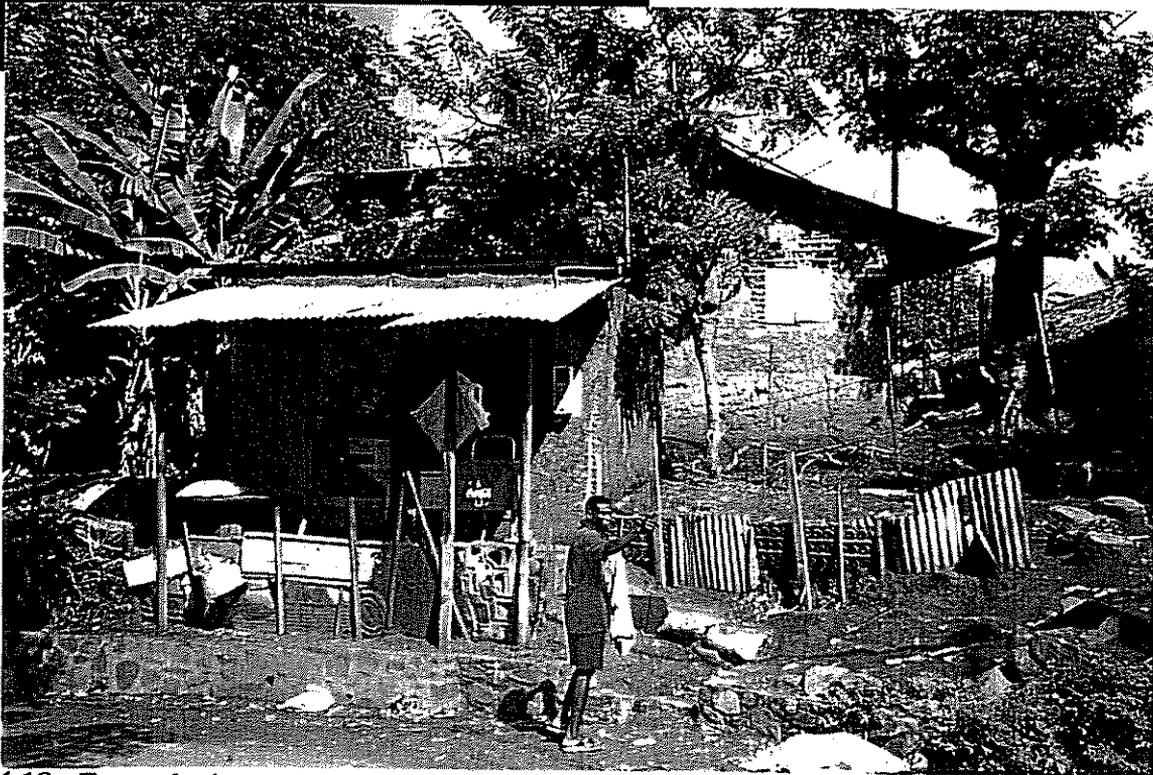


Cliché 16 : Habitat traditionnel disposé parallèlement aux courbes de niveaux, près de la ligne de crête.

SECTEUR DE MTSAPERE

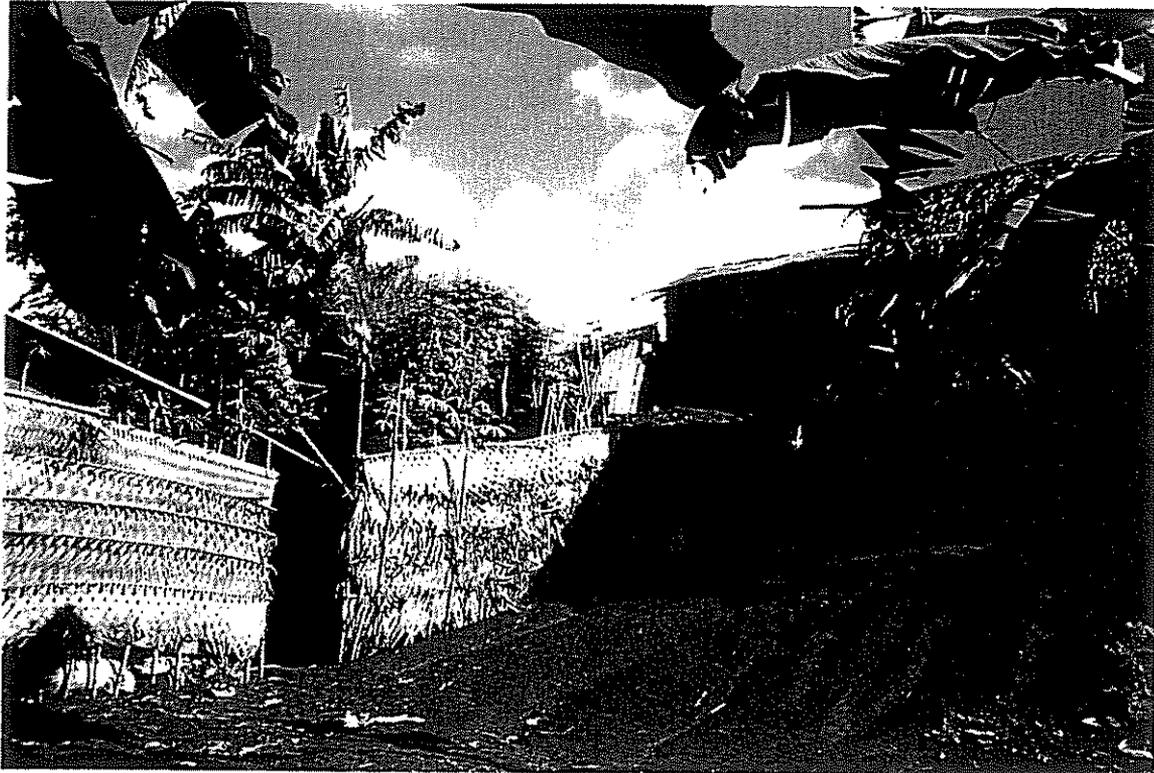


Cliché 17 : Ravinement du talus à l'aval d'une habitation. Les fondations sont mises à nu.



Cliché 18 : Exemple de soutènements précaires mis en œuvre à la périphérie de l'habitation pour lutter contre l'érosion.

SECTEUR DE MTSAPERÉ



Cliché 19 : Ravinement intense des cendres nappant la colline de Mtsapéré.

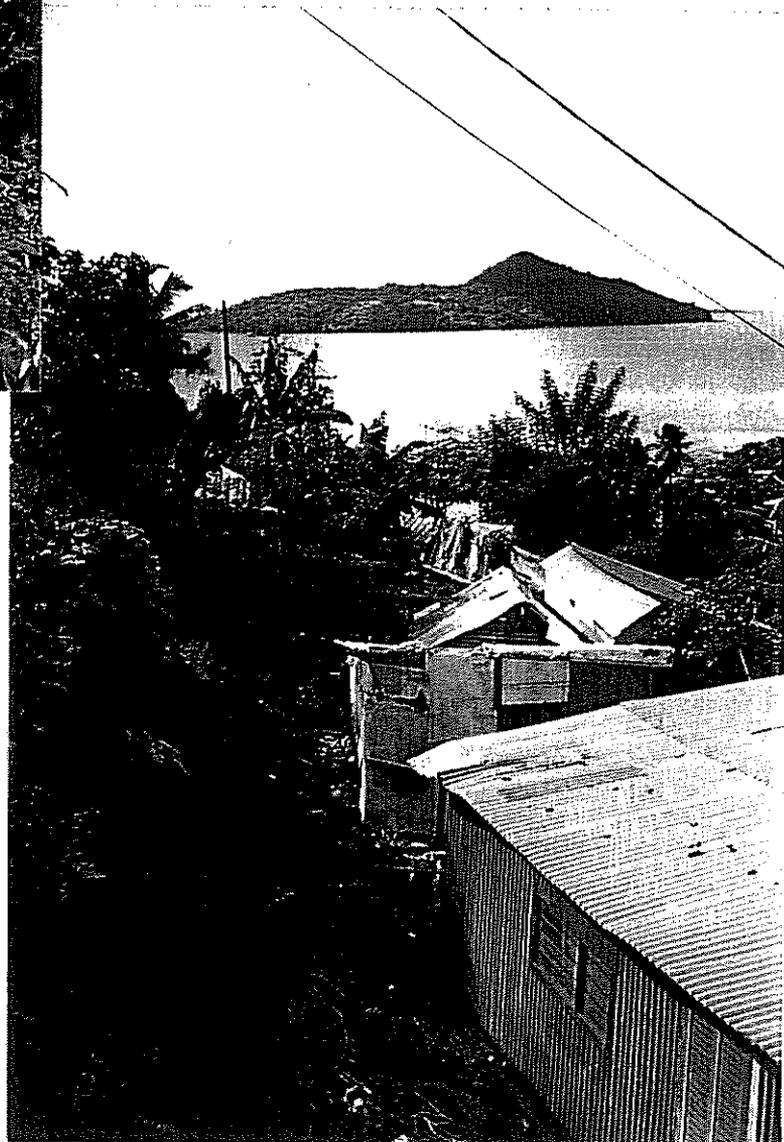


Cliché 20 : Instabilité observée dans un talus saturé en eau (rejets d'eau usées). Noter la sensibilité des altérites argileuses aux glissements pelliculaires.

SECTEUR DE MTSAPERE

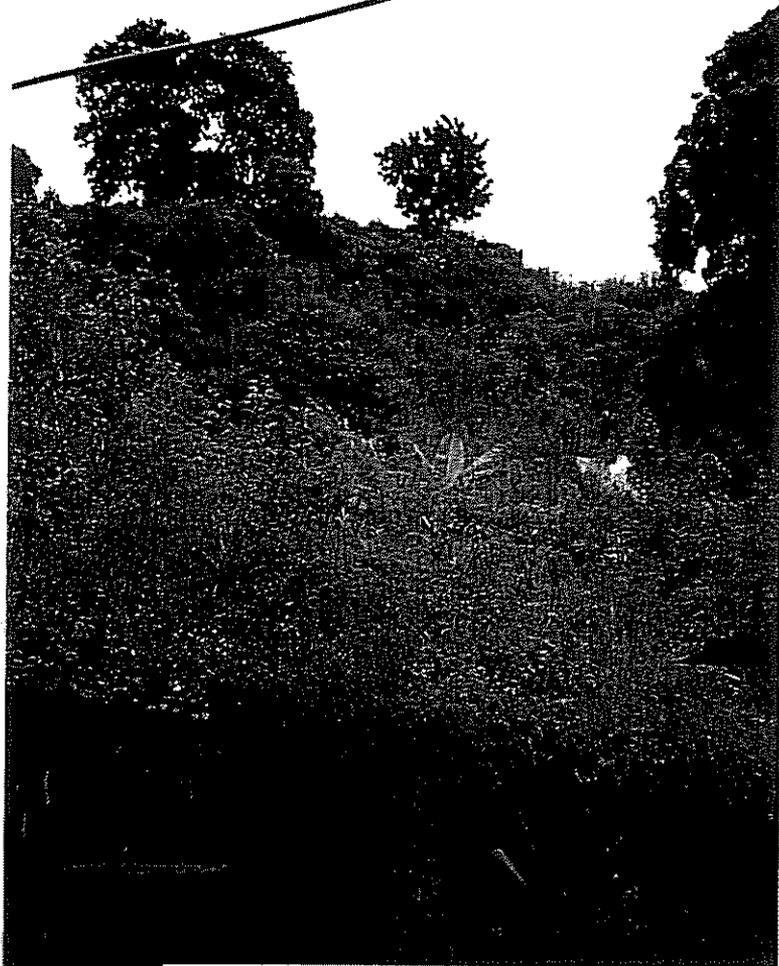


Cliché 21 : Soutènement des terrains d'assise d'une maison au moyen de tôles. La construction est assise sur des altérites pour partie, et sur des remblais.



Cliché 22 : Instabilités et ravinement dans le talus situé à l'amont d'un ensemble d'habitation.

SECTEUR DE DOUJANI



Cliché 23 : Niches d'arrachement dans le versant à l'amont des habitations sises en bordure de la piste d'accès à la carrière de Doujani.

Colluvions brunes à blocs de basalte



Cliché 24 : Zone d'habitation précaire Sud dans le secteur de Doujani.

SECTEUR DE DOUJANI

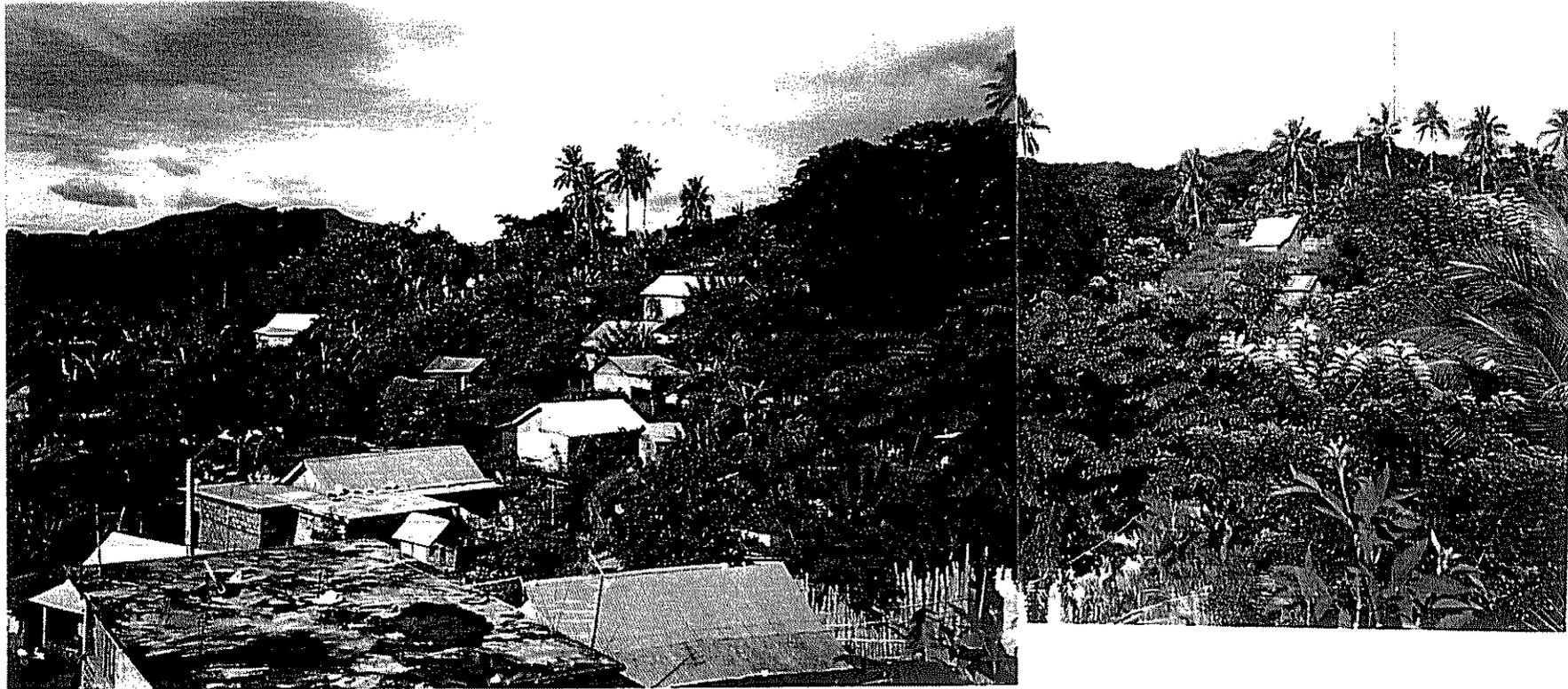


Rivière



Cliché 25 : Construction récente d'un banga dans la berge de la rivière Doujani. Les terres excavées ont été évacuées vers la rivière.

SECTEUR DE TSOOUNDZOU 1 (Sud)



Cliché 26 : La zone d'habitation précaire progresse sur les pentes cultivées dans le versant. La partie basse est occupée par des habitations en dur.

SECTEUR DE TOUNDZOU 1 (Sud)



Cliché 27 : La zone d'habitat précaire jouxte le lotissement SIM (secteur de Mangadzia).



Cliché 28 : Les habitations sont installées dans le fond du vallon de Mangadzia.

SECTEUR DE TOUNDZOU 1 (Nord)



Cliché 29 : Les constructions sont installées dans la plaine et sur les versants.



Cliché 30 : Sentier abrupt dans le sens de la pente. Noter les « marches » taillées dans les altérites argileuses et les suintements.

SECTEUR DE TSOOUNDZOU 1 (Nord)



Cliché 31 : Glissement de terrain observé en sommet de versant.



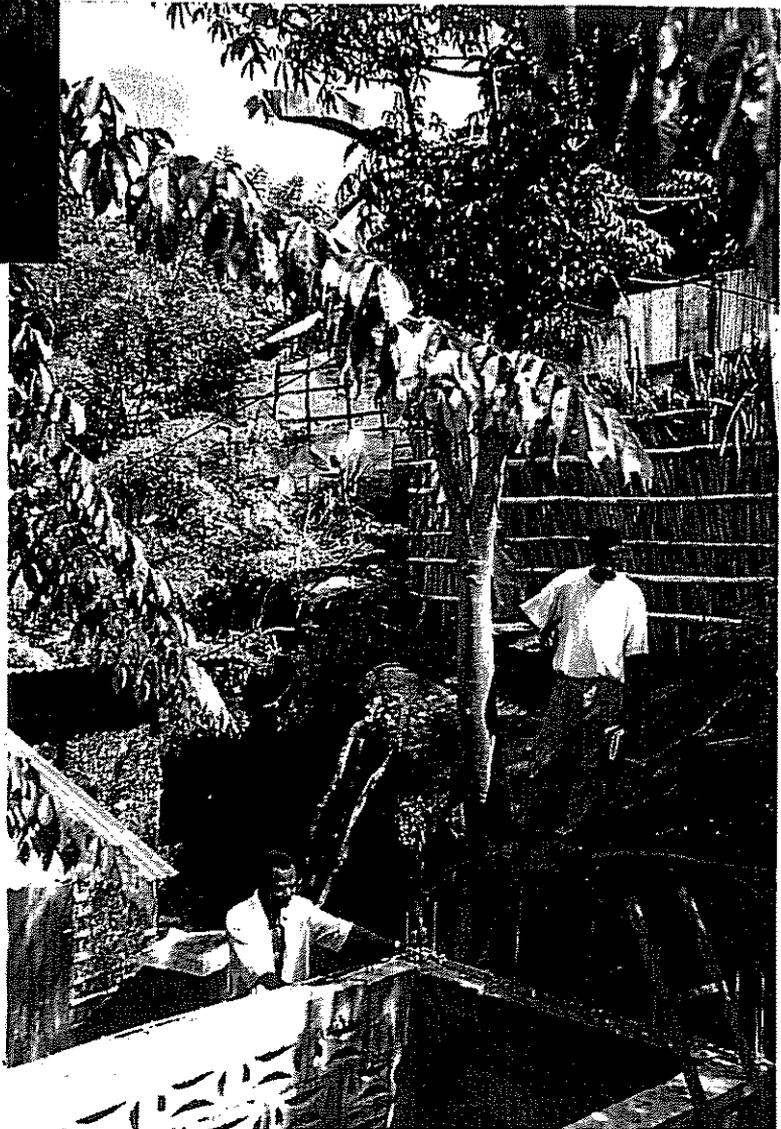
Cliché 32 : La partie basse de la zone est inondée dès qu'il pleut. Les déchets, détritiques et les eaux usées rejoignent le pied de versant.

SECTEUR DE TSOUNDZOU 1 (Nord)



Cliché 33 : Construction ancienne édifée sur une plate-forme stabilisée par un mur de soutènement.

Cliché 34 : Décaissement dans les altérites compactes à l'aval de zones habitées.



SECTEUR DE TOUNDZOU 1 (secteur RN 1)



Cliché 35 : L'habitat est organisé et relativement salubre près de la RN 1.

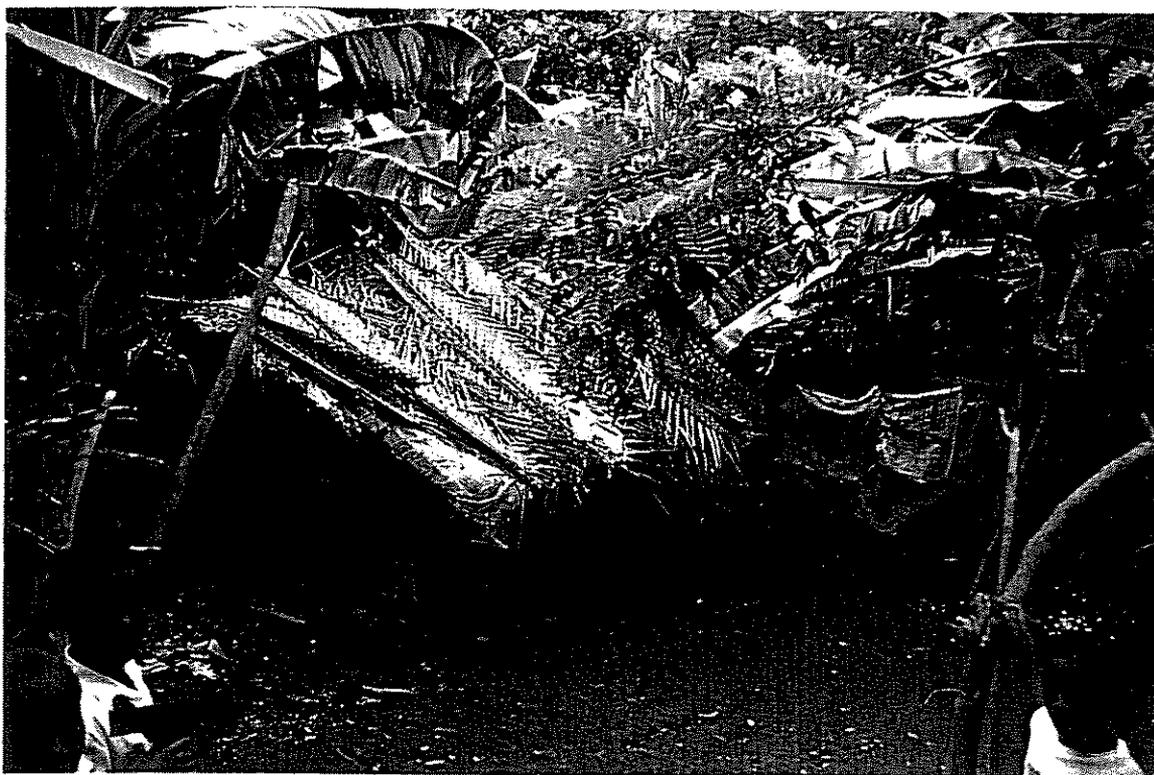


Cliché 36 : La mangrove à l'arrière de la zone habitée est encombrée de déchets (état d'insalubrité maximale).

SECTEUR DE VAHIBE (secteur Sud Est)



Cliché 37 : Glissements de terrain observés dans les colluvions à l'aval de la zone d'habitat précaire.



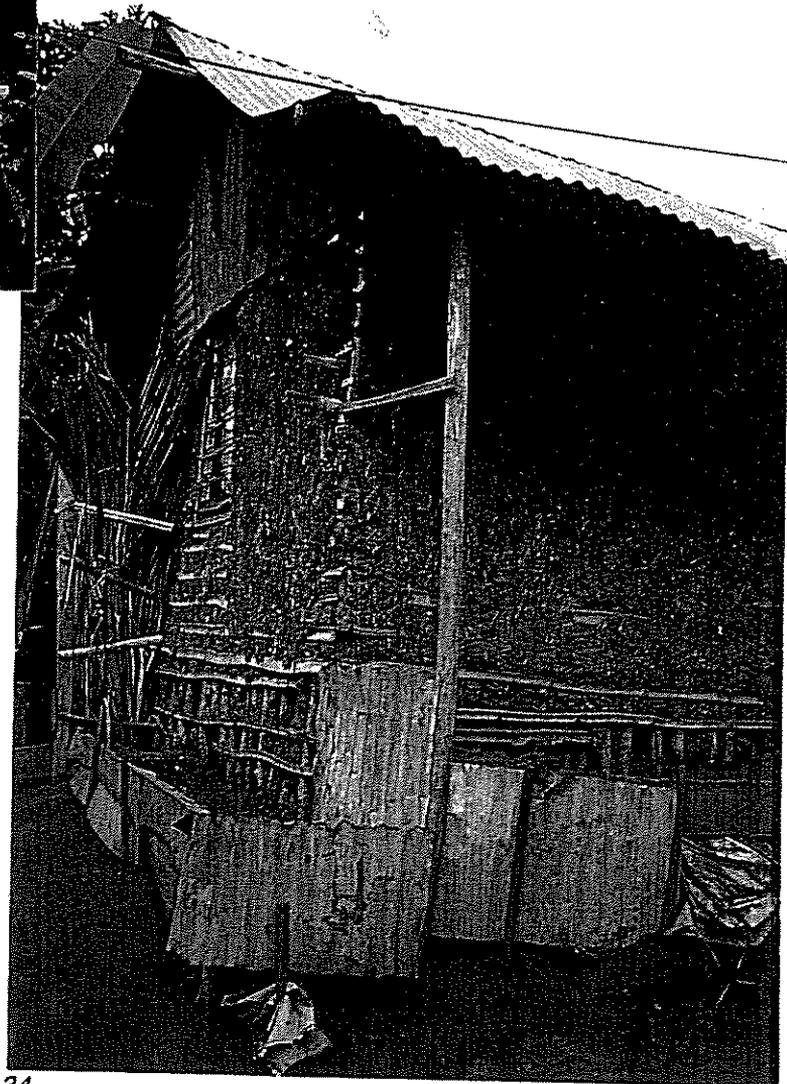
Cliché 38 : Habitation de type banga en végétaux implantée dans l'axe d'un talweg et exposée aux crues.

SECTEUR DE VAHIBE (secteur Sud Est)



Cliché 39 : Les eaux usées et pluviales du village de Vahibé transitent dans la zone d'habitat précaire.

Cliché 40 : Fondations d'habitation traditionnelle déchaussées par le ravinement des eaux.



SECTEUR DE VAHIBE (secteur Sud Ouest)



Cliché 41 : Nouvelles constructions installées sur une terrasse en bordure de rivière et au pied de l'escarpement.



Cliché 42 : Habitations implantées au sommet de l'escarpement raviné par les eaux issues du village de Vahibé.