



DOCUMENT PUBLIC

La prévention des risques naturels en Polynésie française : cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur les îles de Tahiti et Moorea

Etude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2001-RIS-700

**octobre 2001
BRGM/RP-51226-FR**



DOCUMENT PUBLIC

***La prévention des risques naturels en Polynésie
française : cartographie de l'aléa mouvements
de terrain sur les îles de Tahiti et Moorea***

Etude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2001-RIS-700

E. Leroi, C. Lembezat, O. Sedan, M. Vincent

octobre 2001
BRGM/RP-51226-FR





Mots clés : Polynésie, Tahiti, Moorea, cartographie, aléa, mouvements de terrain

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

Leroi E., Lembezat C., Sedan O., Vincent M.,(2001) – La prévention des risques naturels en Polynésie française : cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur les îles de Tahiti et Moorea. BRGM/RP-51226-FR, 28 p, 8 fig., 2 annexes, 14 pl. hors texte.

Synthèse

Le cyclone Alan a fait 21 morts en Polynésie française au début de l'année 1998, dont 15 suite à des mouvements de terrain. Au-delà de la gestion de la crise, le Haut-Commissaire de la République en Polynésie française, Monsieur Jean ARIBAUD, a demandé au Secrétariat d'Etat chargé de l'Outre-mer (SEOM), et au Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), d'une part de lui mettre à disposition une expertise scientifique et technique pour analyser le risque résiduel sur les sites affectés, et d'autre part, d'étudier les possibilités de faire profiter la Polynésie française de l'expérience métropolitaine sur la prévention des risques naturels.

Le programme global qui a été bâti s'articule autour des trois points complémentaires :

- Phase 1 : l'analyse en retour des événements consécutifs à Alan (glissements de terrain, coulées de boue...) sur les îles de RAIATEA et TAHAA ;
- Phase 2 : la cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » et la proposition de solutions de réduction du risque ;
- Phase 3 : le développement d'une politique globale de prévention et de gestion des risques naturels en Polynésie française, avec notamment la mise en place d'un SIG dédié et d'une réglementation appropriée.

Le programme de travail 2000-2001 défini dans le cadre de deux conventions (SEOM/BRGM du 9 janvier 2001 – chapitre 68.90 / article 10 ; MATE/BRGM n°31/2000 du 7 septembre 2000 – chapitre 57.20 / article 50) s'inscrit dans la phase 2. Il vise :

- à réaliser la cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur les deux îles de Tahiti et Moorea.
- à poursuivre l'alimentation du SIG « risques naturels » mis en place en liaison avec la Haut-Commissariat et les services du Territoire ;
- à apporter un appui au haut-Commissariat pour l'information et la communication des résultats acquis.

Au terme de ces deux années, la cartographie de l'île de Moorea a été réalisée à l'échelle 1 / 20 000. La cartographie de la zone urbaine de Tahiti, de PAEA à MAHINA, a été réalisée à l'échelle de 1 / 5 000. Elle a été éditée à 1 / 10 000, avec une sortie à 1 / 5 000 sur le secteur du Pic Rouge.

Toutes les données sont transférées à la DAT pour copie sur le SIG « risques naturels » dédié. Une banque de données photographiques a été structurées sur Tahiti ; elle est fournie sous forme de CD-ROM avec un applicatif permettant de visualiser les photos directement à partir des cartes. Ce CD-ROM a été transmis au Haut-Commissariat, de même qu'un poster de présentation pour les journées relatives à la fête de la Science.

Sommaire

1. Objectifs et programme de travail.....	9
2. Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » sur l'île de Tahiti	13
2.1. récolte des données	13
2.2. analyse et synthèse des résultats	13
2.3. Cartes d'aléa et recommandations	16
2.4. Limites de la méthode	17
3. Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » sur l'île de Moorea	19
3.1. récolte des données	19
3.2. analyse et synthèse des résultats	19
3.3. Cartes d'aléa et recommandations	21
4. SIG « Risques Naturels » et diffusion de l'information.....	23
5. Conclusions et perspectives	27

Liste des annexes

Ann. 1 – Description de sites représentatifs

Punaauia

- Site n°1 : Lotissement Punavai
- Site n°2 : Vallée de Matatia
- Site n°3 : Outumaoro
- Site n°4 : Université
- Site n°5 : Chantier Delano
- Site n°6 : Chantier Taina

Faa'a

- Site n°1 : Lotissements Puurai-Oremu
- Site n°2 : Route de ceinture
- Site n°3 : Vallée de la Tipaerui

Papeete

- Site n°1 : Cimetière de l'Uranie
- Site n°2 : Paofai
- Sites n°3, 3' et 3" : Vallée de Titioro, quartiers Pureora et Sainte Amélie
- Site n°4 : Orovini
- Site n°5 : Mission
- Site n°6 : Pic vert

Pirae

- Site n°1 : les trois vallées
- Site n°2 : Lotissement Aute
- Site n°3 : Proximité de l'école normale

Arue

- Site n°1 : Erima
- Site n°2 : Tearapae

Mahina

- Site n°1 : Glissements de terrain
- Site n°2 : Chutes de blocs
- Site n°3 : Divers

Ann. 2 – CD-ROM : photographies de Tahiti et utilitaire de visualisation

Liste des illustrations

FIGURES

Fig. 1 – Configurations des zonages de l'aléa glissement de terrain sur Tahiti.....	15
Fig. 2 – Carte des formations lithologiques de Moorea	20
Fig. 3 – Modèle Numérique de Terrain de Moorea.....	21
Fig. 4 : Carte d'aléa « mouvements de terrain » de Moorea	22
Fig. 5 : Carte d'aléa 3D « mouvements de terrain » de Moorea	22
Fig. 6 : Base de données « mouvements de terrain » de Polynésie.....	24
Fig. 7 : Base de données nationale sur les mouvements de terrain – site Internet	24
Fig. 8 : Outil de visualisation des photos	25

PLANCHES

Pl. 1 - Cartographie des formations superficielles – Paea (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 2 - Cartographie des formations superficielles – Punauia (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 3 - Cartographie des formations superficielles – Faaa (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 4 - Cartographie des formations superficielles – Papeete (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 5 - Cartographie des formations superficielles – Mahina (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 6 - Cartographie des formations superficielles – Pic Rouge (Tahiti - 1 / 5 000)	
Pl. 7 - Cartographie des formations superficielles – Moorea (1 / 20 000)	
Pl. 8 - Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » – Paea (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 9 - Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » – Punauia (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 10 - Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » – Faaa (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 11 - Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » – Papeete (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 12 - Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » – Mahina (Tahiti - 1 / 20 000)	
Pl. 13 - Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » – Pic Rouge (Tahiti - 1 / 5 000)	
Pl. 14 - Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » – Moorea (1 / 20 000)	

1. Objectifs et programme de travail

La Polynésie française est soumise à de nombreux risques naturels tels que les mouvements de terrain, les fortes houles, les inondations ou encore les tsunamis. Ces phénomènes engendrent souvent des dégâts aussi bien matériels qu'humains. Afin de prévenir et surtout de réduire les conséquences néfastes de ces événements, une politique globale de prévention des risques naturels a été mise en place, en concertation avec le Territoire, l'Etat et les élus locaux.

Les risques de mouvements de terrain qu'encourt la Polynésie sont essentiellement liés à des phénomènes ponctuels, de moindre envergure, tels que les chutes de blocs ou les coulées de boue, qui peuvent cependant engendrer des préjudices importants et coûteux ; toutefois, des glissements profonds, susceptibles de mobiliser des masses importantes, peuvent se produire dans les reliefs prononcés comme c'est le cas dans le centre de Tahiti ou sur Moorea

Le programme global qui a été bâti s'articule autour des trois points complémentaires :

- Phase 1 : l'analyse en retour des événements consécutifs à Alan (glissements de terrain, coulées de boue...) sur les îles de RAIATEA et TAHAA ;
- Phase 2 : la cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » et la proposition de solutions de réduction du risque ;
- Phase 3 : le développement d'une politique globale de prévention et de gestion des risques naturels en Polynésie française, avec notamment la mise en place d'un SIG dédié et d'une réglementation appropriée.

Le programme de travail 2000-2001 défini dans le cadre de deux conventions (SEOM/BRGM du 9 janvier 2001 – chapitre 68.90 / article 10 ; MATE/BRGM n°31/2000 du 7 septembre 2000 – chapitre 57.20 / article 50) s'inscrit dans la phase 2. Il vise :

- à réaliser la cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur les deux îles de Tahiti et Moorea.
- à poursuivre l'alimentation du SIG « risques naturels » mis en place en liaison avec la Haut-Commissariat et les services du Territoire ;
- à apporter un appui au haut-Commissariat pour l'information et la communication des résultats acquis.

En ce qui concerne l'île de Tahiti, seule la partie urbaine de Tahiti a été couverte, les services de l'urbanisme du Territoire ayant préféré privilégier une analyse plus fine sur les zones d'enjeux, à une couverture systématique moins précise. A cela deux raisons principales :

- La mise en place du contrat de développement permettra de systématiser le travail engagé dans le cadre des deux conventions MATE et SEOM ; il était donc préférable de s'orienter vers un travail plus précis ;
- Le travail réalisé aurait une valeur pédagogique forte, car la discussion engagée avec le Territoire sur l'adéquation des niveaux d'études avec les financements existants et les données disponibles, permettrait de caler les investissements pour le contrat de développement.

Les îles de Moorea et Tahiti avaient été réalisées conjointement dans le but de suivre des approches similaires. Au terme de l'étude, il faut constater que les approches sont quelque peu différentes. Cela provient du fait que la partie urbaine de Tahiti a été cartographiée à une échelle plus grande (compte tenu des enjeux), ce qui a nécessité un travail de terrain beaucoup plus important, et les problématiques rencontrées sur Moorea sont plus proches de celles présentes dans le centre de Tahiti (fort relief, éboulement potentiel de grande ampleur, coulées de boue par décapage des formations superficielles).

Ainsi, le travail réalisé sur Moorea est le suivant :

- survol de l'île en hélicoptère ;
- reconnaissance de terrain pour inventorier les mouvements historiques ;
- analyse des conditions de déclenchement et de propagation de mouvements de terrain ;
- détermination des critères d'occurrence des mouvements de terrain (épaisseur des formations meubles, lithologie, pente) ;
- cartographie à 1 / 20 000 de l'épaisseur des formations superficielles meubles ;
- réalisation d'un MNT par extrapolation de points cotés, sur la partie centrale de l'île ;
- définition des critères d'aléa pour les différents types de phénomènes ;
- cartographie de l'aléa à 1 / 20 000.

Pour Tahiti, les différentes phases sont les suivantes :

- recadrage des aires d'étude, en liaison avec le territoire, pour une cartographie plus précise (définition de la zone urbaine – de Paea à Mahina - pour une cartographie prévue à 1 / 10 000 ; zoom à 1 / 5 000 sur le Pic Rouge) ;

- recueil des données disponibles (topographie, études existantes) sur la zone d'étude ;
- cartographie test sur la zone de Paea pour calibrer la méthodologie de travail sur l'ensemble de la zone d'étude ;
- définition de la méthodologie à systématiser au regard des données existantes et de la cartographie test ;
- rencontre des communes pour recueillir les connaissances archivées ou orales sur les mouvements de terrain, et visite de terrain avec les services techniques des mairies ;
- réalisation d'une cartographie des formations superficielles sur l'ensemble de la zone d'étude à 1 / 5 000 (édition à 1 / 10 000 à partir des cartes topographiques à 1 / 20 000) ;
- réalisation d'une banque de données photographiques de sites représentatifs sur l'ensemble du secteur d'étude ;
- inventaire des mouvements de terrain sur l'ensemble du pourtour de Tahiti (y compris sur la presqu'île), et stockage dans la banque de données mouvements de terrain de la Polynésie ;
- définition des critères d'aléa pour les différents phénomènes rencontrés ;
- cartographie de l'aléa à 1 / 5 000 sur l'ensemble du secteur d'étude avec une édition à l'échelle du 1/ 10 000 à partir des supports topographiques à 1 / 20 000 ;
- édition de l'aléa à 1 / 5 000 sur le secteur du Pic Rouge.

Si la méthodologie suivie respectait la philosophie des actions engagées à la demande du Haut-Commissariat, le travail opérationnel se devait d'intégrer les contraintes liées au terrain. Il s'agissait, dans la mesure du possible, de répondre au plus près aux attentes du Territoire, en charge de la prévention des risques naturels. C'est la raison pour laquelle l'échelle d'analyse et de cartographie a été modifiée sur Tahiti pour arriver à une échelle plus précise. Compte tenu des ressources disponibles, toute augmentation de l'échelle d'analyse devait se traduire par une diminution de l'aire d'étude. Ce travail préliminaire de recadrage avait un intérêt manifeste :

- il impliquait dès le début de l'étude les services de l'urbanisme dans la définition des livrables attendus ;
- il illustre la dualité technique et politique (ainsi que les contradictions) du choix de l'échelle d'analyse ;

- il conférait au territoire la responsabilité du choix de l'adéquation optimale entre précision et couverture large voire systématique, ce choix étant réalisé avec le concours scientifique et technique du BRGM ;
- il exerçait le Territoire à la dialectique de la prise en compte des risques naturels dans l'aménagement, notamment au niveau des PPR.

Le choix était contraint par le fait que l'échelle d'analyse devait rester compatible avec la notion même de cartographie des aléas ; il ne s'agissait pas d'un avant-projet sommaire ou d'une succession d'avant-projets sommaires destinés à dimensionner des réalisations opérationnelles.

Au-delà, la méthodologie suivie visait à impliquer les communes dans la recherche des phénomènes passés, et dans la prise de conscience des conséquences potentiellement dommageables des mouvements de terrain.

Il s'agissait par ailleurs de capitaliser le travail réalisé en stockant l'information acquise dans des banques de données. Ce fut le cas avec la banque de données sur les mouvements de terrain, mais également avec le développement d'une banque documentaire photographique et la mise sous SIG.

Enfin, un effort encore important a été consenti sur la valorisation et la diffusion des données puisqu'un applicatif de visualisation des photos a été développé et fourni sur CD-ROM. Cet applicatif permet de visualiser les photos en cliquant directement sur leur emplacement au niveau de la zone d'étude. Des planches photographiques ont été conçues pour replacer la prise de vue au regard des deux cartes de formations superficielles et d'aléa mouvements de terrain.

2. Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » sur l'île de Tahiti

2.1. RECOLTE DES DONNEES

Elle a été effectuée de manière détaillée, systématique et progressive à partir de visites de terrain.

A Tahiti, des élus de chacune des communes de la zone étudiée au 1/10 000, ont été rencontrés afin, d'une part, de leur exposer le but du projet et d'autre part, de récolter les informations existantes (recensement des mouvements de terrain sur les communes, connaissance éventuelle de "zones à risque", gravité des phénomènes etc...). Il faut noter qu'il n'existe pas ou peu de recensement ou d'archivage systématique des événements au sein des communes.

Les "missions de terrain" ont été engagées sur chaque commune avec des personnels communaux pour répertorier les zones ayant déjà subies des mouvements de terrain de type glissement, coulée ou éboulement. Elles ont permis d'identifier la nature des formations superficielles. Afin d'illustrer tout ce qui a été observé sur le terrain, de nombreuses photos ont été prises. Ainsi, nature des formations, positions des mouvements de terrain et des clichés réalisés ont été reportés sur des cartes à 1/5 000. Aussi souvent que possible, les habitants rencontrés ont été interrogés pour essayer de connaître les dates, fréquences et gravité des événements observés ou subis.

A l'issue de chaque mission de terrain une phase de « transcription des données » a été effectuée afin de préparer la phase d'analyse. Les cartes de formations superficielles ont été complétées, les photos téléchargées et classées par commune puis par quartier, et la base de données polynésienne sur les mouvements de terrain mise à jour. Cette base permet de recenser tous les mouvements de terrain connus en indiquant leur position, leur nature, éventuellement les facteurs déclencheurs ou supposés mais aussi, lorsque cela est possible, les coûts et les moyens mis en œuvre pour pallier les conséquences de ces événements. Cependant, hormis l'identification des événements, peu de champs ont pu être effectivement renseignés.

2.2. ANALYSE ET SYNTHESE DES RESULTATS

Il s'agit alors d'analyser l'ensemble des données et de définir un certain nombre de critères qui permettront la réalisation de cartes d'aléas. L'inventaire des formations superficielles et des mouvements recensés permet de comprendre les mécanismes de déclenchement des événements et de définir différents niveaux d'aléas.

Tahiti est essentiellement constituée de roche volcanique (saine ou altérée), de dépôts alluvionnaires, d'éboulis de pente et de formations de plaines littorales. Cependant, le "mamu" (formation volcanique altérée) constitue la grande majorité des formations rencontrées sur l'île. Classiquement, on distingue quatre niveaux de mamu, correspondant à quatre degrés d'altération, allant du moins altéré (niveau 1), où l'on reconnaît encore la structure du matériau initial, au plus altéré (niveau 4), parfaitement

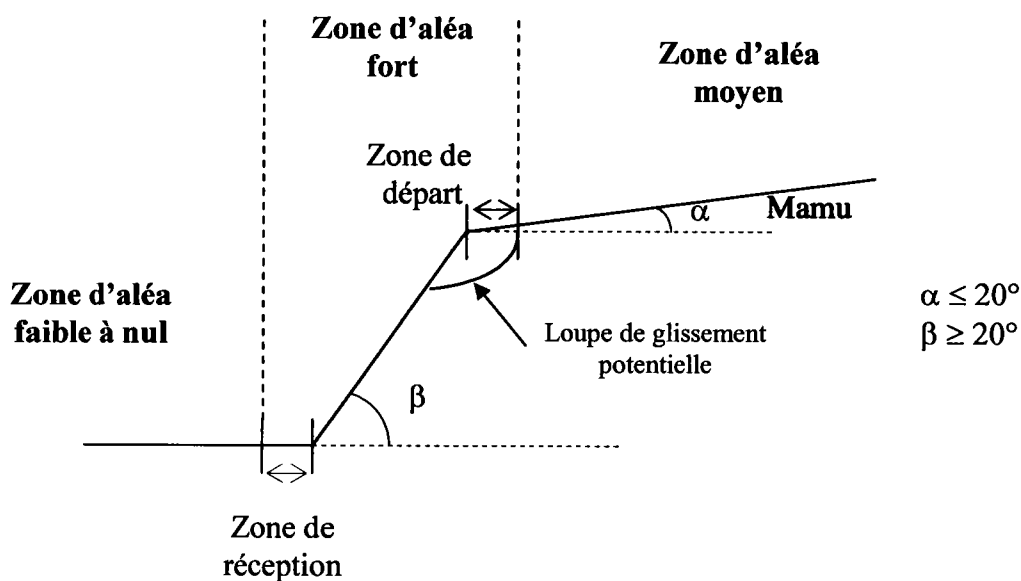
homogène, où la structure initiale n'apparaît plus. Les formations volcaniques sont d'autant plus altérées que l'on monte en altitude. Passés 300 mètres, il est rare que l'on trouve encore des roches massives.

On distingue essentiellement deux types de mouvements : les glissements de terrain et les chutes de blocs.

L'analyse de la nature et éventuellement des épaisseurs des formations superficielles, des phénomènes effectivement observés ou supposés, des pentes et des ruptures de pente, a permis de définir trois niveaux d'aléas. A partir des zones de glissements observés et en fonction des niveaux d'aléas préalablement déterminés, des "zones de sécurité" ont été définis. Ainsi, les zones d'éboulis de pente ou de mamu, dont la pente est supérieure à 20° , sont considérées comme des zones d'aléa fort tandis que les plateaux de faible pente sont considérés comme des zones d'aléa moyen. Les zones de plaines côtières et les zones plates sont des zones d'aléa nul à faible.

Au niveau des zones d'aléa fort pour les glissement de terrain, des "bandes de sécurité" ont été définies afin de tenir compte des dangers en terme de propagation (zone de réception), mais aussi en terme de précaution vis-à-vis d'éventuels terrassements en bordure de plateau (zone de départ). Ces zones sont, en général, égales à 25m, mais peuvent être étendues.

a)



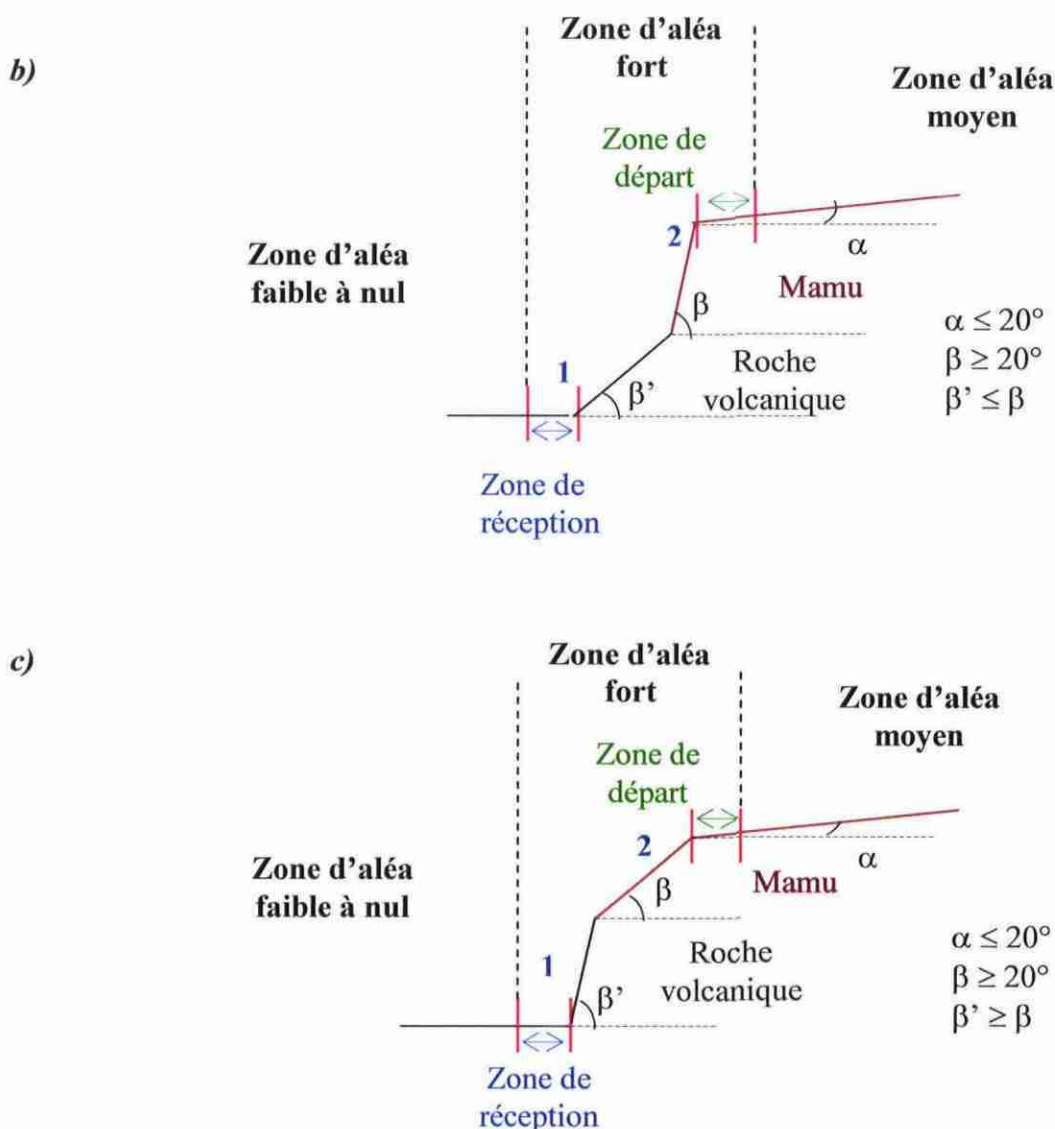


Fig. 1 – Configurations des zonages de l'aléa glissement de terrain sur Tahiti

Dans ces trois configurations, des zones de départ et de réception sont prises en compte et sont considérées comme appartenant à la zone d'aléa fort.

Sur la figure n°1b, la pente 1 est assimilée à une zone de réception, tandis qu'elle correspond à une zone de propagation sur la figure n° 1c. Les pentes 2 sur les figures n° 1b et 1c sont des zones de départ.

Trois niveaux d'aléas ont aussi été définis pour représenter le risque lié aux chutes de blocs. Ainsi, le niveau le plus faible correspond aux zones où aucun danger n'est susceptible de survenir, compte tenu du type de formation, le niveau d'aléa moyen correspond aux zones de chutes ou d'éboulements potentiels et enfin, le niveau d'aléa

fort représente les zones où ces événements ont effectivement été observés et sont susceptibles de se reproduire avec une fréquence répétée.

Compte tenu de la complexité des phénomènes et du manque de données topographiques (pas de MNT disponible, fichiers numériques de la topo insuffisants, aucun traitement automatique n'a été mis en œuvre pour la réalisation des cartes d'aléas sur Tahiti, comme ce fut le cas pour les cartes de RAIATEA et TAHAA, notamment pour les zones de propagation. Ainsi, le traitement des données, s'est fait de manière manuelle.

2.3. CARTES D'ALEA ET RECOMMANDATIONS

A partir de l'analyse des observations, trois niveaux d'aléas ont été définis. Les cartes représentent des zones d'aléas homogènes. Il s'agit alors de proposer des solutions de protection et d'aménagement du Territoire pour réduire le risque. Il est évident que ces mesures sont différentes selon le phénomène considéré, et selon le niveau d'aléa.

Ainsi, que ce soit en terme de chute de blocs ou de glissement de terrain, les zones d'aléa nul à faible ne présentent pas danger particulier, tandis que les zones d'aléa fort sont celles qui, potentiellement, présentent le plus de dangers.

A Tahiti, les zones plates des plaines côtières peuvent être considérées comme des zones où le danger lié aux mouvements de terrain n'existe pas, si ce n'est très localement en bordure de versant, dans la mesure où certains secteurs peuvent servir de réceptacle à des mouvements qui se sont déclenchés sur les pentes. Toutes (ou presque) ces zones sont déjà largement urbanisées. Elles ne permettent pas ou peu la construction de nouvelles habitations, sans refonte globale du schéma d'urbanisme. Cependant, en dehors des zones d'éventuelle réception, les précautions à prendre dans les zones de la bande côtière ne sont pas liées aux risques mouvements de terrain.

De nombreux lotissements sont construits sur les plateaux de pentes faibles et la tendance est à la construction de lotissements à des altitudes de plus en plus élevées. Le point culminant de la zone urbanisée étudiée, se trouve à Mahina, à 622m. Il reste cependant des plateaux encore constructibles. Il s'agit alors de respecter un certain nombre de mesures afin de ne pas accroître les risques de glissements de terrain notamment. Ainsi, il est déconseillé de construire ou de taluter dans la bande des 25m avant la rupture de pente au niveau de la bordure du plateau.

Des mesures de précaution sont à prendre non seulement au niveau des constructions sur les plateaux, mais surtout au niveau des voies de communications, dans les pentes menant aux plateaux construits. En effet, de nombreux glissements de "bord de route" ont été observés. Ceux-ci sont essentiellement liés à la nature des talus, à des problèmes de drainage, ou d'érosion superficielle sur les talus non végétalisés.

Il faut souligner que la majeure partie des glissements observés sur la zone d'étude est d'origine anthropique. Parmi les problèmes rencontrés, certains sont liés au

remblaiement de talweg, à des remblais mal compactés, à des murs de soutènement mal dimensionnés, non drainés ou non ancrés ou encore à des terrassements excessifs.

Les éboulements et chutes de blocs dans les fonds de vallées notamment, sont quant à eux essentiellement d'origine naturelle.

Dans la représentation de l'aléa chute de bloc, on distingue les zones de "départ" des blocs, des zones de "propagation" et "de réception". En effet, connaissant la position des barres rocheuses, les zones de départ potentiel de blocs sont à peu près certaines tandis que les trajectoires des blocs ne sont que supposées. Il sera alors nécessaire de réaliser des études de trajectographie spécifiques, dans le cas de projet de construction à proximité des ces zones. Ainsi, les zones de propagation ne sont mentionnées qu'à titre indicatif, afin d'attirer l'attention sur ce type de phénomènes et d'inciter à faire des études supplémentaires (trajectographies, purges de blocs, clouage...). On applique ici le principe de précaution sans toutefois préconiser des interdictions de construire

Dans tous les cas, que ce soit en zone d'aléa moyen ou fort, des études géotechniques de dimensionnement, préalables à tout nouvel aménagement, doivent être conduites. On ne peut donner ici des préconisations plus précises dans la mesure où celles-ci sont dépendantes non seulement de l'aléa, mais également du projet envisagé

Un certain nombre de sites est décrit en annexe 1. Ces descriptions ont pour objectifs de présenter des cas illustratifs représentatifs, et de fournir une base documentaire structurée à partir de laquelle il sera possible de réaliser un suivi dans le temps.

2.4. LIMITES DE LA METHODE

Un travail considérable a été réalisé dans le cadre de cette étude, qu'il s'agisse d'investigation de terrain, de rencontre avec les communes, de structuration de l'information (banque de données mouvements de terrain, banque de données photographiques documentaires, SIG)), d'analyse et de synthèse des informations recueillies.

Les cartes d'aléa sont fournies à l'échelle 1 / 20 000 à partir d'une compilation à 1 / 5 000. Les résultats obtenus ne doivent pas occulter les difficultés rencontrées ainsi que les incertitudes voire les imprécisions des résultats, et cela pour plusieurs raisons :

- il n'y a pas de données topographiques à jour et de qualité ; les anciennes cartes à 1 / 5 000 ont été utilisées, et pour beaucoup, des éléments importants étaient manquants (nouveaux lotissements, nouvelles routes ...).
- Il n'existe pas non plus d'archivage écrit du passé ; ceci tient non seulement à la culture, mais aussi à l'absence d'outils structurés d'archivage (notamment dans les communes).
- La connaissance du mamu est très imparfaite, que ce soit en terme de répartition spatiale (en 3D), ou en terme de comportement géomécanique. Or le mamu est le siège de la plupart des mouvements de terrain superficiels qui affectent la Polynésie.

C'est la raison pour laquelle la méthode utilisée pour déterminer les zones d'aléa reste naturaliste, et qu'aucune approche mécanique par modélisation n'a été réalisée, que ce soit pour les zones de départ (calcul à la rupture ou en déplacement), ou pour la propagation (trajectographie – notamment pour les blocs). Les résultats obtenus et la méthode utilisée restent cependant totalement cohérents avec les approches utilisées classiquement de par le monde, et notamment en France métropolitaine.

Les recommandations restent sommaires, et ceci pour deux raisons principales :

- elles ne peuvent être définies précisément qu'en fonction de l'aménagement projeté, et ne doivent donc pas se substituer aux recommandations émises lors des études géotechniques préalables ;
- les cartes sont des cartes d'aléa et non de risque, encore moins des PPR (plans de prévention des risques). Le passage au PPR et au règlement sera réalisé dans le cadre du contrat de développement, avec une approche pragmatique de PPR test, en analysant les conséquences sociales et économiques des mesures préconisées. Les cartes d'aléa indiquent certes des zones de danger potentiel ou avéré, mais c'est à la puissance publique (avec l'appui des techniciens) de déterminer les règles de construction et d'urbanisme, notamment les zones inconstructibles.

3. Cartographie de l'aléa « mouvements de terrain » sur l'île de Moorea

3.1. RECOLTE DES DONNEES

La collecte d'information à Moorea a concerné les aspects suivants :

- Inventaire des phénomènes historiques
- Recherche d'indices d'instabilité actuels
- Observations d'éléments géomorphologiques pouvant contribuer à l'analyse des facteurs déterminants et à la définition d'une typologie

Les moyens mis en œuvre pour cette collecte ont été les suivants :

- Rencontre avec les services techniques municipaux
- Survol hélicoptère de l'île le 15 octobre 1999
- Parcours de l'ensemble du réseau routier
- Cheminement pédestre dans deux vallées du sud de l'île
- Photo-interprétation de prises de vue aériennes

Par ailleurs, le service de l'Urbanisme a mis à notre disposition en 1999 (cf. convention) des fichiers topographiques qui comportent notamment des courbes de niveau renseignées en altitude. Ce fond topographique ne concerne que la bande côtière.

3.2. ANALYSE ET SYNTHÈSE DES RESULTATS

Peu de mouvements anciens ont été recensés :

- Un glissement en 1989 aurait détruit une maison et fait deux morts dans la vallée qui débouche sur la Baie de Vaiare,
- Un gros bloc a obstrué la route de ceinture le 30 juillet 2000,
- L'écroulement du Belvédère en 1999

Cette pauvreté de l'inventaire ne traduit certainement pas des niveaux d'aléa faibles, mais plutôt une perte rapide d'information par la mémoire collective. Elle souligne une fois de plus la nécessité de disposer d'une base de données mouvements de terrain pérenne et exhaustive. Cet inventaire, si pauvre soit-il, illustre toutefois très bien la typologie des principaux mouvements susceptibles de se produire à Moorea, à savoir :

- Des éboulements en grande masse au centre de l'île, là où les reliefs sont particulièrement acérés,
- Des chutes de blocs par re-mobilisation d'éléments rocheux isolés dans les pentes,
- Des glissements, pouvant dégénérer en coulées de boue, et des coulées de débris, là où l'épaisseur du recouvrement superficiel (mamu très altéré, colluvions) est suffisante.

Les zones où peuvent être circonscrit les éboulements en masse peuvent être déterminées par une simple analyse de la topographie. Celles susceptibles d'être exposées aux chutes de blocs isolés ont été repérées par observation directe de la présence de blocs dans les pentes, lorsque le couvert végétal ne les masque pas. L'analyse de terrain a donc plus particulièrement porté sur une estimation de l'épaisseur du recouvrement mobilisable par glissement. Elle conduit aux remarques suivantes :

- L'épaisseur des terrains altérés (mamu) est particulièrement importante en fond de vallée,
- Les formations superficielles sont également épaisses dans la partie inférieure des versants (colluvions de pied de pente et mamu),
- Les formations superficielles sont quasi inexistantes dans la partie supérieure des pentes,
- Il existe une variation à l'échelle régionale, plus globale, des épaisseurs des formations superficielles, présentant un gradient NW-SE. Les terrains sont en effet globalement moins altérés au Nord-Ouest de l'île. Cette différenciation ne s'explique pas par des variations de la nature géologique du substratum, mais doivent avoir une origine climatique.

La répartition des épaisseurs de terrains mobilisables entre versant et vallée s'explique d'une part par le relief (érosion plus ou moins active en fonction de la pente) et d'autre part par les conditions hydriques (saturation : altération forte).

Ces considérations, ainsi que les observations directes sur le terrain, ont permis de dresser une carte des épaisseurs des formations superficielles (cf. figure n° 2). Les zones les plus dangereuses en terme de glissement seront celles où le recouvrement est significatif et où la pente reste forte. Elles sont donc le plus souvent situées en pied de versant.

L'interpolation des courbes de niveau de la base de données topographiques a permis de produire un modèle numérique de terrain (MNT) précis de la bande côtière (pas de 20m.). Une numérisation sommaire des fonds à 1/20000 a été réalisée pour compléter, avec une précision bien moindre, les zones centrales. Une carte des pentes a pu ensuite être dérivée du MNT (cf. figures n° 3)

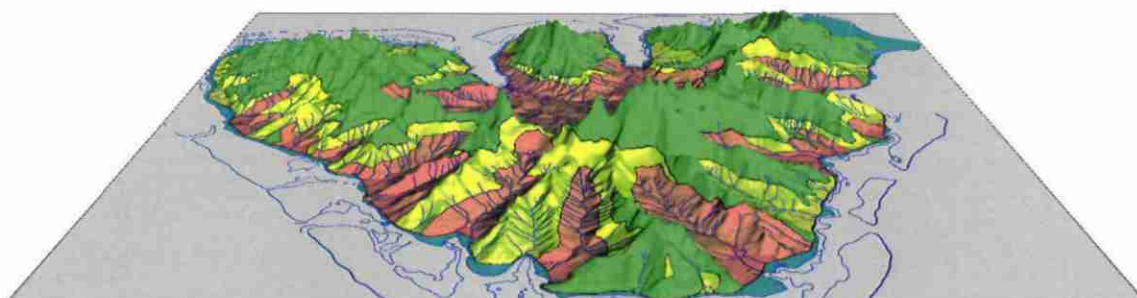


Fig. 2 – Carte des formations lithologiques de Moorea

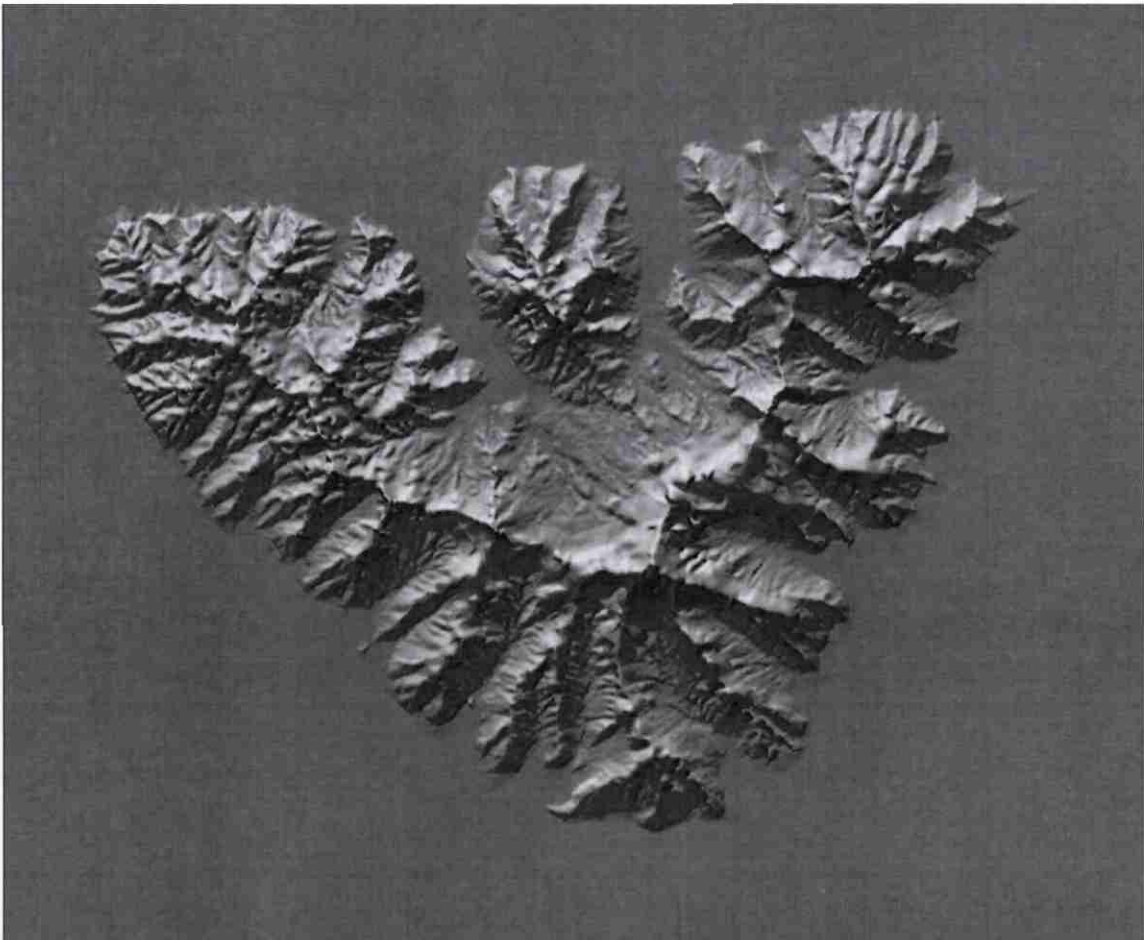


Fig. 3 – Modèle Numérique de Terrain de Moorea

3.3. CARTES D'ALEA ET RECOMMANDATIONS

La carte d'aléa a été réalisée en plusieurs étapes (cf. figures n° 4 et 5). Dans un premier temps, la zone centrale, pour laquelle on ne dispose pas de topographie précise, a été isolée. C'est dans cette zone que se situent les reliefs susceptibles de s'ébouler en grande masse, sans qu'il soit possible de quantifier un niveau d'aléa (l'éboulement du Belvédère est peut-être exceptionnel).

Dans un second temps, un traitement numérique sous système d'information géographique a permis de cartographier des couples (classe de pente ; épaisseur des formations superficielles). A chacun de ces couples a été affecté un niveau d'aléa, sur la base de la règle d'expertise exposée au chapitre précédent. La carte résultante, au format raster, c'est-à-dire composée de mailles élémentaires de 20 m. de côté, a été renumérisée afin, d'une part d'homogénéiser des secteurs pour pouvoir, par la suite, leur associer de manière plus simple des recommandations, et d'autre part de tenir compte, de manière empirique, d'une évolution du glissement en coulée. Enfin, ont été surimposés les zones où des blocs ont été observés.

Les recommandations pour les zones présentant un aléa glissement de terrain sont identiques à celles faites pour Tahiti. En ce qui concerne les chutes de blocs, la relative faible surface concernée conduit à proposer une approche au cas par cas, plus adaptée et moins contraignante qu'une règle générale.

Enfin, bien, que n'ayant pu fixer un niveau d'aléa aux éboulements en masse, la présence d'enjeux au pied du Mont Rotui laisse un problème en suspend. Il peut sembler judicieux, dans le doute, d'éviter d'implanter dans ce secteur des bâtiments et/ou infrastructures stratégiques.

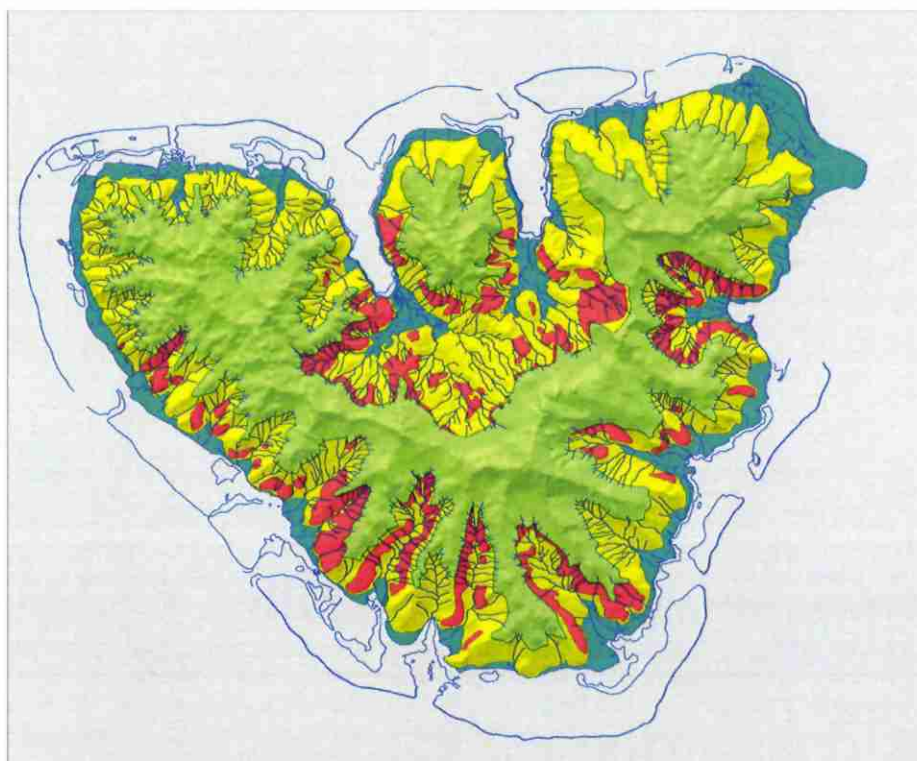


Fig. 4 : Carte d'aléa « mouvements de terrain » de Moorea

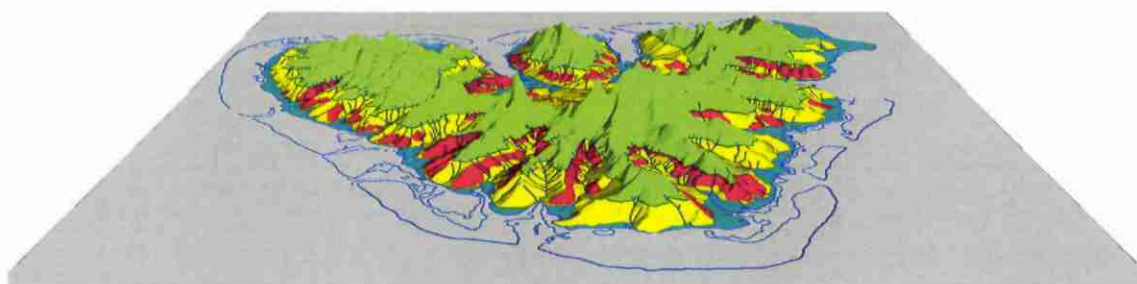


Fig. 5 : Carte d'aléa 3D « mouvements de terrain » de Moorea

4. SIG « Risques Naturels » et diffusion de l'information

Une grande partie du travail a consisté à collecter des informations de base, à les organiser au sein d'outils structurés, et à les mettre à disposition par l'intermédiaire d'outils spécifiques. Ces informations concernent :

- les mouvements de terrain historiques ;
- les formations superficielles, notamment le mamu ;
- des sites représentatifs.

Par ailleurs, les cartes d'aléa ont également été réalisées numériquement, et décomposées en niveaux thématiques homogènes.

Ainsi, les outils utilisés sont d'une part la banque de données mouvements de terrain de la Polynésie (BD-MVT-Pol), et d'autre part le SIG mis en place en liaison avec le service de l'urbanisme du Territoire, ce SIG étant pour l'heure hébergé au sein d'un site dédié, à la DAT.

Par ailleurs, une banque de données photographiques (BD-Photos) ainsi qu'un applicatif de visualisation sous MAP-INFO ont été développés de façon spécifique.

BD-MVT-Pol :

Cette banque de données a été développée à partir de la banque de données métropolitaine. Elle comporte des champs spécifiques au contexte Polynésien (notamment sur la lithologie), et est supportée par un système de projection compatible avec la Polynésie (figure n° 6). La base de données est hébergée au sein du LTP.

A ce jour, la banque de données métropolitaine est accessible via Internet par l'intermédiaire d'un site dédié dont l'adresse est la suivante : www.bdmvt.net (figure n° 7). Il pourrait être opportun d'envisager un développement similaire dans le cadre du futur contrat de développement afin d'assurer un porté à connaissance et une diffusion de l'information la plus large possible.



Fig. 6 : Base de données « mouvements de terrain » de Polynésie

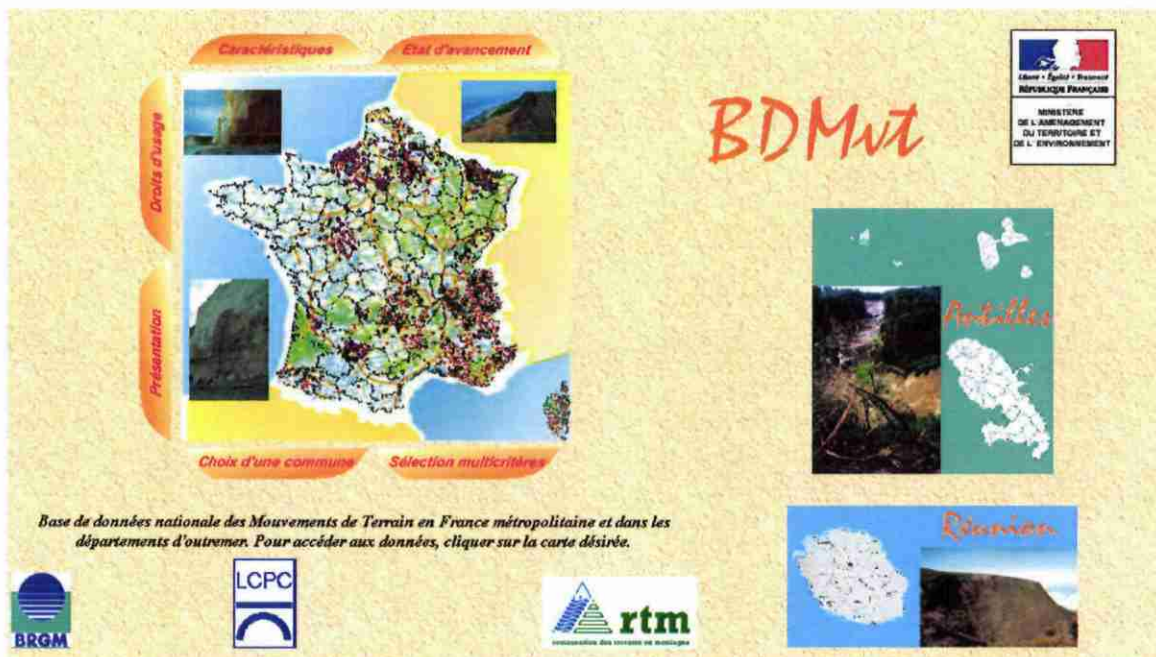


Fig. 7 : Base de données nationale sur les mouvements de terrain – site Internet

Banque de données « Photos » :

Une carte d'aléa constitue la représentation graphique d'une modélisation de l'occurrence probable d'un phénomène. Elle résulte d'une analyse de faits, d'une interpolation ou extrapolation des données factuelles, et d'hypothèses simplificatrices. Elle comporte des incertitudes scientifiques de tous ordres, et sa transformation en zonage réglementaire nécessite des choix qui doivent être argumentés. Dans la plupart des cas, il n'est pas possible de statuer sur ces choix car les données factuelles ne sont pas accessibles.

L'objectif de la banque de données photographiques est de fournir une information de base non interprétée qui pourra, le cas échéant, être réanalysée. En outre, il pourra être possible de suivre les évolutions multiples qui ne manqueront pas de se produire sur des secteurs à forte croissance urbaine. Par ailleurs, une telle banque de données photographique constitue un outil de communication vers le public ; c'est la raison pour laquelle un applicatif a été développé (cf. CD-ROM), et qu'une édition sous forme de planches photographique est fournie en annexe 1. L'applicatif (figure n° 8) permet de visualiser les photos en cliquant directement sur leur emplacement au niveau de la zone d'étude. Les planches photographiques ont été conçues pour replacer la prise de vue au regard des deux cartes de formations superficielles et d'aléa mouvements de terrain.

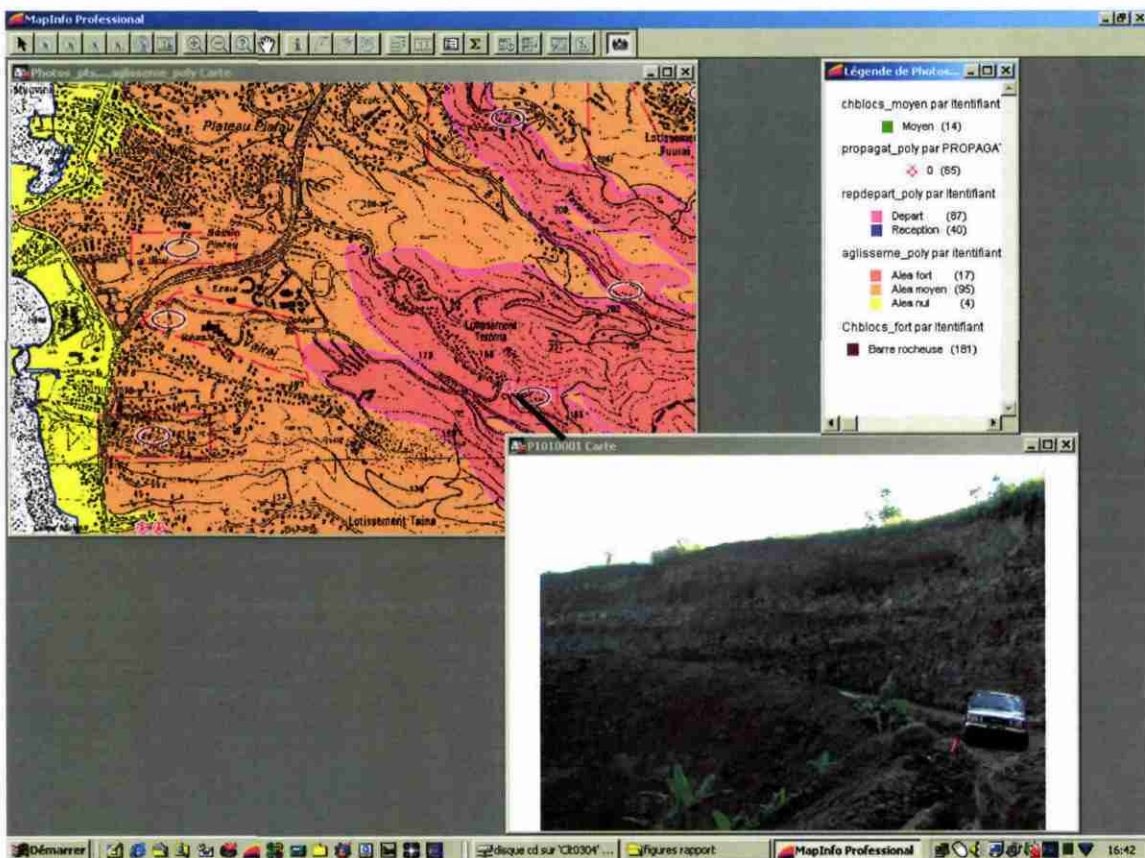


Fig. 8 : Outil de visualisation des photos

5. Conclusions et perspectives

Au terme de cette étude, le travail réalisé est le suivant :

- ***cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur les deux îles de Tahiti et Moorea.***

Sur l'île de Moorea, la cartographie de l'aléa a été réalisé à l'échelle 1 / 20 000, à partir :

- d'un survol de l'île en hélicoptère ;
- d'une reconnaissance de terrain pour inventorier les mouvements historiques ;
- d'une analyse des conditions de déclenchement et de propagation de mouvements de terrain ;
- de la détermination des critères d'occurrence des mouvements de terrain (épaisseur des formations meubles, lithologie, pente);
- de la cartographie à 1 / 20 000 de l'épaisseur des formations superficielles meubles ;
- de la réalisation d'un MNT par extrapolation de points cotés, sur la partie centrale de l'île ;

Sur l'île de Tahiti, la cartographie de l'aléa a été réalisé sur la zone urbaine entre Paea et Mahina, à l'échelle 1 / 5 000 (édition à l'échelle du 1/ 10 000 à partir des supports topographiques à 1 / 20 000 ; édition à 1 / 5 000 sur le secteur du Pic Rouge), à partir :

- du recueil des données disponibles (topographie, études existantes) sur la zone d'étude ;
- d'une cartographie test sur la zone de Paea pour calibrer la méthodologie de travail sur l'ensemble de la zone d'étude ;
- de la définition de la méthodologie à systématiser au regard des données existantes et de la cartographie test ;
- de la rencontre des communes pour recueillir les connaissances archivées ou orales sur les mouvements de terrain, et visite de terrain avec les services techniques des mairies ;
- de la réalisation d'une cartographie des formations superficielles sur l'ensemble de la zone d'étude à 1 / 5 000 (édition à 1 / 10 000 à partir des cartes topographiques à 1 / 20 000) ;
- de la réalisation d'une banque de données photographiques de sites représentatifs sur l'ensemble du secteur d'étude
- de l'inventaire des mouvements de terrain sur l'ensemble du pourtour de Tahiti (y compris sur la presqu'île), et stockage dans la banque de données mouvements de terrain de la Polynésie .

- ***poursuite de l'alimentation du SIG « risques naturels » mis en place en liaison avec la Haut-Commissariat et les services du Territoire ;***

- ***Appui au Haut-Commissariat pour l'information et la communication des résultats acquis :***

Un effort important a été consenti sur la valorisation et la diffusion des données puisqu'un applicatif de visualisation des photos a été développé et fourni sur CD-ROM. Cet applicatif permet de visualiser les images en cliquant directement sur la carte au niveau de leur emplacement. Des planches photographiques ont été conçues pour replacer la prise de vue au regard des deux cartes de formations superficielles et d'aléa mouvements de terrain.

La collecte des données de base a représenté un investissement en temps très important, et a nécessité des reconnaissances de terrain systématiques. Ce travail est fastidieux, mais il est un préalable indispensable, tout comme l'est le programme de réalisation d'une topographie précise de la Polynésie. Ce programme a été initié par le haut-Commissariat, et les résultats devraient être valorisés dans le cadre du contrat de développement Etat – Territoire. Il en est de même pour le programme de révision de la carte géologique en cours sur la Polynésie.

Toutes les données acquises ont été structurées sous SIG ou au sein de banques de données afin de capitaliser l'information et pérenniser les études d'évaluation des risques. C'est également le seul moyen d'assurer un transfert de savoir-faire vers le Territoire en charge de la prévention des risques naturels.

Beaucoup reste à faire. Qu'il s'agisse d'acquisition de données de base (sur le comportement du mamu notamment), de cartographie des aléas (pour l'ensemble des phénomènes potentiellement destructeurs), de zonage réglementaire des risques (mise en place des PPR) et d'information du public. Le contrat de développement a mis en place un programme important, sur 4 ans, de réalisation des PPR sur l'ensemble de la Polynésie française. Si le programme est ambitieux, il est équilibré, et les 6 actions qui le composent sont les suivantes :

- Etablissement des PPR et information préventive
- Synthèse sismotectonique et risque sismique
- Modélisation de l'aléa hydrologique
- Observatoire des risques
- Schéma stratégique d'actions
- Communication et valorisation

Les études réalisées, à la demande du Haut-Commissariat, avec le soutien du MATE et du SEOM depuis 1998 ont permis de sensibiliser les acteurs du Territoire à la prévention des risques naturels. Le travail réalisé a été important, et il a été mené en partenariat constant entre le Territoire, l'Etat et le BRGM. Il a permis de structurer un programme pertinent qui devrait conduire la Polynésie vers un développement durable en harmonie avec l'environnement, et en adéquation avec les projets de développement projetés.

BRGM
SERVICE Aménagement et Risques Naturels
Unité MSO
BP 6009 – 45090 Orléans cedex 2 – France – Tél. : 33 (0)2 38 64 34 34



DOCUMENT PUBLIC

La prévention des risques naturels en Polynésie française : cartographie de l'aléa mouvements de terrain sur les îles de Tahiti et Moorea

Annexe 1 : Description des sites représentatifs

Etude réalisée dans le cadre des opérations de Service public du BRGM 2001-RIS-700

**octobre 2001
BRGM/RP-51226-FR**

Cette partie s'attache à décrire, un certain nombre de sites représentatifs de l'île de Tahiti, en terme de risques naturels, mais aussi en termes problèmes liés à des actions anthropiques sur le milieu naturel.

Cette description se fait en suivant une logique géographique, du sud vers le nord, en allant de la commune de Punaauia à la commune de Mahina.

Punaauia

Site n°1 : Lotissement Punavai

Site n°2 : Vallée de Matatia

Site n°3 : Outumaoro

Site n°4 : Université

Site n°5 : Chantier Delano

Site n°6 : Chantier Taina

Faa'a

Site n°1 : Lotissements Puurai-Oremu

Site n°2 : Route de ceinture

Site n°3 : Vallée de la Tipaerui

Papeete

Site n°1 : Cimetière de l'Uranie

Site n°2 : Paofai

Sites n°3, 3' et 3" : Vallée de Titioro, quartiers Pureora et Sainte Amélie

Site n°4 : Orovini

Site n°5 : Mission

Site n°6 : Pic vert

Pirae

Site n°1 : les trois vallées

Site n°2 : Lotissement Aute

Site n°3 : Proximité de l'école normale

Arue

Site n°1 : Erima

Site n°2 : Tearapae

Mahina

Site n°1 : Glissements de terrain

Site n°2 : Chutes de blocs

Site n°3 : Divers

PUNAAUIA

Situation :

Située sur la côte ouest, cette commune s'étend sur plus de dix kilomètres . Elle présente une énorme réserve foncière et en 2001 (date de la mission), plusieurs chantiers de lotissements étaient en cours.

Interlocuteurs :

Maire de Punaauia et différents conseillers techniques.

Visite des sites :

Carole Lembezat (BRGM), Jean-Jacques Noë (protection civile)

PUNAAUIA

Site n°1 : Lotissement Punavai

Le lotissement Punavai est encore en chantier. Toutes les terrasses ont cependant été réalisées et les routes d'accès sont d'ores et déjà goudronnées et parfaitement praticables. Alors que toutes les habitations ne sont pas encore construites et que le revêtement de la route est relativement récent au moment de la visite, on a pu observer des glissements et chutes de blocs de "bord de route". Les masses de terre mises en cause dans ce type d'événements sont peu importantes, mais elles sont suffisantes pour gêner la circulation et surtout obstruer les caniveaux sur les bas-côtés. Les photos n°549 et 550 illustrent ces observations.

Aussi, un bloc d'environ 50cm de diamètre a été observé sur la route (photo n°548). Il s'agit d'un bloc de type "nodule" que l'on retrouve régulièrement dans le mamu incomplètement altéré.

Bien qu'ils soient végétalisés, les talus ainsi mis en cause sont soumis à une érosion superficielle intense, à l'origine des effondrements observés. Ce premier exemple témoigne de la fragilité du milieu et des conditions d'équilibre précaire dans lesquelles se trouvent les versants.

Il semble nécessaire que des travaux d'entretiens soient engagés afin de prévenir les problèmes liés à l'érosion des versants.

Les photos n°536 à 556 sont associées au lotissement Punavai.

PUNAAUIA

Site n°2 : Vallée de Matatia

Les problèmes rencontrés dans cette vallée sont liés à la déviation de la rivière. Le cours d'eau a été modifié afin de construire des habitations individuelles et de faire passer un chemin d'accès. A chaque crue, la rivière retrouve son lit initial, provoquant ainsi un certain nombre de dégâts.

La modification des cours d'eau pour gagner de l'espace au niveau des habitations, est un phénomène relativement fréquent à Tahiti. Malheureusement, dans la plupart des cas, ces modifications sont souvent réalisées sans étude préalable. Il convient de mettre en place des actions d'information pour faire évoluer ces pratiques et tendre vers la systématisation d'études hydrauliques (Photos n° 529 à 531).

PUNAAUIA

Site n°3 : Outumaoro

Dans ce quartier, la protection civile a eu affaire à un problème de mur de soutènement sur le point de s'effondrer. Le maire a pris un arrêté et fait évacuer les maisons en contrebas, le temps de réaliser les travaux nécessaires à la mise en sécurité des personnes et des habitations.

Dans le cas observé, le mur qui n'était pas ancré, a été "poussé" par les terres qu'il retenait. Il s'agit non seulement d'un problème de dimensionnement du mur, mais également de collecte d'eau pluviale. Des éléments de contreventement ont été construits et un tuyau de collecte des eaux pluviales a été mis en place. Cependant, les eaux pluviales ainsi collectées n'ont pas été raccordées à un réseau d'assainissement général, et elles s'écoulent maintenant sur la propriété située en contrebas. Le problème se trouve donc déplacé et non résolu. Cela illustre la nécessité de résoudre le problème dans sa globalité, et non de répondre au cas par cas, même si dans l'urgence il est nécessaire de réagir de façon locale.

La photo n°533 montre les éléments de contreventement qui ont été ajoutés afin de consolider le mur et d'éviter qu'il ne s'écroule sur l'habitation située en contrebas. Cependant, il est regrettable qu'aucun système de dissipation des pressions n'ait été mis en place dans le mur (type barbacane : ouverture dans le mur permettant à l'eau de s'écouler, évitant de ce fait une accumulation d'eau trop importante).

On s'aperçoit là encore, que le problème lié à l'eau, et à sa non prise en compte dans les aménagements, est un problème important à Tahiti. Il s'agit alors de sensibiliser les habitants à ce type de problème et de s'assurer que les divers aménagements intègrent des systèmes de drainage et de collecte hiérarchisés.

PUNAAUIA

Site n°4 : Université

Au début 1999, un éboulement est survenu sur la route menant à l'université. Des blocs de 40 à 50 kg ont été retrouvés sur la route, ainsi que de nombreux "petits cailloux" et une masse de terre suffisamment importante pour empêcher la circulation et nécessiter l'intervention des services de la mairie. Les bords de routes sont constitués de mamu, soumis à une érosion importante.

Ces éléments témoignent, une fois encore, de la fragilité du milieu et de l'importance d'une surveillance accrue des travaux de terrassements et d'un entretien régulier des talus.

Les photos n°625 à 635 ont été prises sur le site de l'université et du chantier de logements étudiants, à proximité.

Les photos n°625, 626 et 627 illustrent l'état relativement dégradé dans lequel se trouvent certains talus.

PUNAAUIA

Site n°5 : Chantier Delano

Il s'agit d'un chantier de terrassement en vue de la construction d'un vaste lotissement de 22 hectares. Débuté en juin 1999, ce chantier devrait s'achever fin 2001. Selon le maître d'ouvrage, rencontré sur le chantier, les niveaux de compaction obtenus sur les remblais, sont supérieurs à celui du terrain naturel.

Un bureau d'études est chargé de contrôler les terrassements et de s'assurer du bon déroulement des travaux. Cependant, il faut noter que l'expert chargé de cette n'a été contacté qu'une fois les travaux déjà entamés.

Les photos n°443 à 483 permettent de se donner une idée de l'ampleur des travaux engagés, du type de formations rencontrées, mais aussi des effets de l'érosion superficielle.

Les photos 450 et 479 représentent des « lavatubes ». Le chantier Delano a permis de mettre à jour un grand lavatube d'environ 5m de diamètre.

PUNAAUIA

Site n°6 : Chantier Taina

Les clichés n° 585 à 600 ont été réalisés sur ce site.

Bien qu'aucun glissement ou éboulement n'ait été mentionné, les photos n°586 et 592 témoignent de l'action de l'érosion superficielle.

Aussi, les discussions avec les habitants ont permis d'acquérir des informations au niveau local. Ainsi, un habitant nous apprend que, lors de la construction de sa maison, peu de matériaux meubles ont été traversés, et très vite la roche massive a été atteinte. Cette information est importante au niveau local, en terme d'épaisseur de formations superficielles.

Un autre prétend que quelques jours après des événements pluvieux, "l'eau ruisselle sur les rochers" (au niveau de la photo n°595). Ceci pourrait témoigner des phénomènes complexes d'écoulement d'eau et d'altération des formations en place.

FAAA

Situation :

Limitrophe de Papeete, Faa'a est une commune importante aussi bien en terme de nombre d'habitants que d'un point de vue économique. En effet, 15% de la population présente sur l'île, vit à Faa'a et c'est sur cette commune qu'est située l'aéroport de Tahiti notamment. C'est donc par Faa'a que transitent les échanges vers les autres archipels, mais aussi vers l'international.

Ainsi, bien qu'elle s'étende sur à peine plus de quatre kilomètres de côtes, Faa'a est une commune très peuplée et donc très construite et très urbanisée. Cette urbanisation se fait parfois au détriment du respect de l'équilibre précaire du milieu naturel.

Interlocuteurs :

Deux adjoints au maire D. Tocaradji et J.P Baral, le secrétaire général adjoint E.Chand et un membre des services de police municipale.
D. Roualdès (de l'Administration des îles du vent).

Visite des sites :

Carole Lembezat (BRGM), Guillaume Patou (membre des services de police municipale).

FAAA

Site n°1 : Lotissements Puurai-Oremu

Les événements pluvieux importants de 1998, ont provoqué plusieurs glissements ayant obstrués les voies de communication. Ce quartier est d'ailleurs souvent soumis à des petits glissements de bords de route, suffisants pour gêner la circulation.

Les photos n°117, 118 134 et 145 représentent des illustrations de ces glissements ou de la position des anciens glissements.

La concentration de ces phénomènes dans ce quartier précis devrait inciter les maître d'ouvrage à la vigilance et devrait les encourager à entreprendre des études géotechniques de dimensionnement préalablement à tout terrassement.

Il est manifeste que l'aménagement global de ce quartier doit être repensé. Les choix doivent intégrer dès la phase de conception les contraintes liées au sol, au sous-sol et à la morphologie, notamment au niveau des rebords de talus. Une telle approche permettra de réduire, voire de supprimer, les problèmes liés à l'érosion, aux glissements superficiels (photos n° 120 à 125), au surplombs instables tels qu'il s'ont pu être observés sur site

Les photos n°129, 130 et 132 sont des exemples d'habitations en rebord de talus ou possédant un porte-à-faux non négligeable.

Les photos n°136 à 140 donnent une idée de l'état des talus et témoignent de l'importance de l'érosion du mamu.

Des exemples de murs en béton projeté s'effondrant, de mur de soutènement mal dimensionné, de risque d'écroulement de murs, mais aussi des exemples d'utilisation de bidons (drums) comme mur de confortement, ou de taule pour retenir le sol en place, ont été rencontrés sur ce site.

Les photos n°128, 131, 133, 141 et 149 en sont les illustrations.

La gestion des eaux pluviales est imparfaite, et des débordements ont pu être observés suite à un épisode pluvieux pourtant de faible intensité (voir photo n° 135). Il s'agit non seulement d'un problème de dimensionnement, mais également d'un défaut d'entretien, le caniveau étant partiellement comblé.

FAAA

Site n°2 : Route de ceinture

On peut remarquer la présence de grandes bâches en plastiques qui recouvrent les talus le long de la route de ceinture. Ces bâches ont été placées suite à l'effondrement qui s'est produit en décembre 2000. Le talus a été "re-profilé" et les bâches ont été disposées afin de protéger le site contre les phénomènes d'érosion.

Les photos n° 156 à 168 illustrent ce site.

FAAA

Site n°4 : Vallée de la Tipaerui

Ce site est localisé à la limite entre Faa'a et Papeete.

En 1999, un glissement de terrain imposant s'est produit dans la vallée de la Tipaerui. Une quantité importante d'éboulis de pente a dévalé le flanc de colline, pour venir s'échouer dans la zone plate, au niveau d'une usine située en contrebas. Cet événement a obstrué la voie de communication qui menait au lotissement du fond de la vallée. Il ne s'agit pas d'un glissement "naturel" à proprement parler. En effet, c'est parce que la morphologie avait été modifiée pour permettre le passage d'une route, que l'équilibre naturel qui régnait, a été rompu. Depuis, des terrassements sont en cours afin de mettre cette zone en sécurité et de faire en sorte que les habitants puissent de nouveau emprunter la route. C'est un chantier important et impressionnant de part la hauteur de talus engagée (de l'ordre de 50m de haut).

Ainsi, les poches de mamu altéré, susceptibles de glisser à nouveau, sont purgées, le but étant d'atteindre la roche saine. Des redans ont été mis en place. Cependant, la route en contrebas reste une zone dangereuse tant que les travaux de mise en sécurité ne sont totalement terminés.

Plusieurs visites de ce site ont eu lieu au cours de la mission d'avril à juillet 2001. Des photos prise en février 2001 ne montrent pas de différences flagrantes avec celles d'avril. Ce sont les photos n°84 à 94. Les photos n°694 à 698 ont été prises en avril 2001.

Les lotissements sociaux construits dans le fond de la vallée de la Tipaerui se situent sous des barres rocheuses et sont exposés à des chutes de blocs. Ces événements se produisent en effet assez fréquemment sans qu'il ne s'agisse forcément de blocs de taille importante (en général ce sont des blocs de plusieurs dizaines de centimètres de diamètre qui s'effondrent). Il semble qu'aucune mesure de sécurité particulière ne soit mise en place. Les habitants n'émettent cependant pas le souhait d'être relogés ailleurs

PAPEETE

Situation :

Papeete, célèbre port des mers du sud, est la capitale de la Polynésie française. C'est là que se situent les centres décisionnels tels que la Présidence du Territoire, le Haut Commissariat de la République ou l'administration des îles du vent.

Papeete offre donc d'importants enjeux.

Située entre Faa'a et Pirae, Papeete est une commune relativement étroite et peu "profonde" qui ne comporte que quelques kilomètres de côtes et se termine dans l'intérieur des terres, au niveau de la fameuse cascade de la Fautaua.

Dans cette commune, aucun mouvement de grande ampleur n'a été enregistré. Cependant, on y dénombre plusieurs petits événements aux conséquences plus ou moins dommageables, que l'on retrouve également sur toutes les communes visitées. Ceux-ci seront décrits succinctement.

Interlocuteurs :

R. Brillant, secrétaire général,
R. Terrharau, septième adjoint au maire,
H. Garbé, du département Etudes et Plans,
F. Dupuis, urbaniste,
D. Tocoradji et J.P Baral, adjoints au maire,
E.Chand, secrétaire général adjoint,
un membre des services de police municipale.
D. Roualdès (Administration des îles du vent).

Visite des sites :

Carole Lembezat (BRGM), H. Garbé du département Etudes et Plans,
.

PAPEETE

Site n°1 : Cimetière de l'Uranie

Situé à la limite entre Papeete et Faa'a, le cimetière de l'Uranie possède un remblai qui glisse lentement depuis plus d'un an. Aucune mesure particulière ne paraît avoir été prise. L'importance moindre des enjeux (pas d'habitation en contrebas) ainsi que la lenteur du phénomène ne semble pas inquiéter outre mesure. A ce remblai, correspond un ancien dépotoir encore visible (photo n°65). Sur les photos n°64, 65, 70, 79 à 81 on peut voir des amorces de glissement.

Aussi, sur la route qui permet d'accéder au remblai, on observe un ravinement intense probablement lié à la qualité du revêtement ainsi qu'à un entretien certainement insuffisant. La photo n°80 en est l'illustration.

Le long de la route qui mène aux différentes plate-forme du cimetière, on peut observer la variation spatiale du mamu. On passe très rapidement d'un mamu homogène extrêmement altéré, à un mamu de "niveau 1" où l'on reconnaît encore la structure. Les photos n° 66 à 69 et 71 à 74 en sont les illustrations.

Cette variation spatiale rapide du mamu est un élément que l'on retrouve sur toute l'île

PAPEETE

Site n°2 : Paofai

Le quartier Paofai se situe en "centre ville". La zone mentionnée ici n'est pas soumise aux risques mouvements de terrain puisqu'elle se trouve au niveau de la bande côtière plate.

Le problème rencontré ici est lié à l'eau. En effet, chaque pluie importante engendre des problèmes d'inondation dans la ville, bloquant la circulation ou, au mieux, l'entravant en partie. Ceci permet d'attirer l'attention sur l'importance d'une bonne gestion de l'eau, de son écoulement et de sa collecte (Photos n° 309 à 311).

PAPEETE

Sites n°3, 3' et 3'' : Vallée de Titiro, quartiers Pureora et Sainte Amélie

On retrouve sur ces trois sites des phénomènes déjà observés sur les communes avoisinantes, à savoir des chutes de blocs, des glissements superficiels et de l'érosion.

Des chutes de blocs affectent le fond de la vallée de Titiro, où des habitations sont construites sous des barres rocheuses localement fortement fissurées.

Dans les hauts de Pureora, on a pu observer :

- un léger effondrement de talus sur la chaussée (photo n°303),
- un confortement de fortune, d'un mur, à l'aide de barre métallique placée en compression entre le sol et le mur en question (photo n°302) ;
- un terrassement où les murs de soutènement n'étaient visiblement pas dimensionnés pour cet usage (photo n° 304).

Tous ces éléments illustrent l'absence d'études géotechniques préalables à tous travaux, ainsi que le déficit d'information technique dispensée tant aux services techniques qu'à la population.

On voit sur la photo n° 344 qu'il ne s'agit pas d'un simple effondrement de talus, mais de l'effondrement du mur qui bordait la chaussée. En observant les éléments du mur encore en place, on s'aperçoit qu'aucun système de drainage n'avait été prévu et que les éléments de contreventement ne semblent pas adaptés. La photo n°343 est un détail d'un élément de contreventement.

Ainsi, absence de drainage et mauvais dimensionnement semblent être responsables d'un grand nombre de maux dont souffrent les constructions à Tahiti.

PAPEETE

Site n°4 : Orovini

On trouve, en plein cœur de Papeete, une ancienne carrière dont l'exploitation s'est achevée au début du siècle dernier. Les deux ou trois habitations qui se trouvent à cet endroit ont été construites à une distance de quelques mètres des parois rocheuses, ce qui leur permet de ne pas être touchées par d'éventuels effondrements, ou tout au moins d'en limiter le risque. Il y a environ 10 ans, un massif s'est effondré n'endommageant aucune des habitations alentours. Depuis, hormis quelques cailloux qui se sont décrochés, aucun événement sérieux n'est survenu. La partie supérieure des parois rocheuses est plus altérée que le bas.

Les photos n° 297 à 301 ont été prises sur ce site.

PAPEETE

Site n°5 : Mission

Au sein du quartier de la Mission plusieurs événements ont eu lieu dans le passé, sans qu'aucun dommage sérieux ne soit à déplorer.

Des problèmes de chutes de blocs ont été enregistrés derrière l'école. Une purge du massif a été réalisée. De plus, un redan a été exécuté afin de récupérer les blocs qui seraient susceptibles de se détacher de nouveau. Du fait de l'importance des enjeux que représente une école, les problèmes ont rapidement été pris en main.

Les problèmes rencontrés dans les autres parties de la Mission appartenant à l'église, ne semblent pas connus des services de la. Ce sont des problèmes liés à des remblais qui glissent ou s'affaissent. Ainsi, au niveau de l'impasse Morvan, la route s'effondre. Malgré les recommandations de Ch. Boulay (TP Conseils), les habitants de la maison située en haut de cette route, continuent d'emprunter cette voie.

La locataire de la maison nous apprend que la route a commencé à s'affaisser lorsque "le terrain a été coupé" pour laisser plus d'espace aux maisons en contrebas. Ainsi, le remblai sur lequel sont disposées plusieurs maisons, a été modifié sans étude préalable. De plus, le talus a été surchargé par la mise en place de gabions et d'un mur en enrochement. Ce type de mur, très lourd et souvent mal ou pas drainé, est fréquent à Tahiti.

Le passage quotidien de voitures sur la route ne fait qu'aggraver la situation.

Les photos n° 670, 671 et 672 montrent les fissures et les effondrements de la route, témoins de l'affaissement du remblai. Les photos n°674 et 675 représentent les fissures qui sont apparues dans les murs du jardin de la locataire rencontrée.

Au niveau du lieu dit "petite source", un glissement de terrain a lieu suite à des travaux de terrassement. Aucune mesure de sécurité, comme la réalisation d'un redan, par exemple, n'a été prise. Seules les terres glissées ont été enlevées.

Un habitant nous apprend qu'un phénomène du même type est susceptible de se produire à l'impasse Saint Michel, en face. En effet, un petit glissement de terrain est en cours. Les formations mises en cause dans ces mouvements, sont des éboulis de pente, comme dans la vallée de la Tipaerui.

Une attention particulière doit être portée sur ce type de formations.

PAPEETE

Site n°6 : Pic vert

Situé à 600m d'altitude environ, au-dessus de Pic rouge et de la vallée de la Tipaerui, Pic vert est un chantier destiné à accueillir de nombreuses habitations.

C'est un chantier important, aussi bien par sa taille que par la hauteur des talus réalisés. Sur l'ensemble de la superficie du site on rencontre du mamu très altéré et homogène.

Les constructions de Pic vert se déroulent en deux étapes. La première tranche a déjà été bâtie tandis que la seconde en est encore à la phase de terrassement.

D'après Ch. Boulay (TP Conseils), le nom tahitien de la deuxième tranche est "la montagne qui tombe" ou "qui coule"... Ce chantier est heureusement soumis à d'importants contrôles et on peut supposer que les études nécessaires ont été préalablement réalisées.

Les photos n°312 à 341 donnent une idée de l'ampleur du chantier.

PIRAE

Situation :

Pirae est une commune relativement vaste, limitée par le mont Aorai qui culmine à plus de 2000m et par le diadème au centre de l'île. En revanche, elle ne possède que très peu de côtes.

Interlocuteurs :

Le secrétaire général de Pirae

J. Svarc

D. Roualdès (Administration des îles du vent).

Visite des sites :

Carole Lembezat (BRGM), J. Svarc,

.

PIRAE

Site n°1 : les trois vallées

Pirae comporte trois vallées. La vallée qui fait la limite avec Faa'a, vallée dans laquelle coule la Fautaua, la vallée de Hamuta et, enfin la vallée de Nahoata. Toutes sont disposées de la même manière, avec des barres rocheuses dans les fonds de vallée, qui menacent les habitations qui s'y trouvent. Ainsi, toutes les vallées de Pirae sont soumises à des risques de chutes de blocs.

C'est au fond de la vallée de la Fautaua, au niveau des bains Loti, et au fond de la vallée de Nahoata que la situation semble la plus critique. En effet, ce sont des vallées extrêmement encaissées dont les parties effectivement habitables sont très limitées et les habitations sont construites directement sous les falaises.

Dans la vallée de la Fautaua, une habitante prétend que des chutes de blocs ne se produisent que deux à trois fois par an, les blocs étant de l'ordre du mètre cube.

Les habitants attribuent ces chutes de blocs aux grosses pluies ou au passage de chèvres sur les rochers.

Quelques jours avant la visite, un bloc est tombé sur une maison, endommageant le toit. Après cet événement, afin de protéger les habitations des dommages engendrés par les chutes de blocs, des gabions ont été placés entre les habitations et les parois, formant un redan destiné de recueillir les blocs tombés. Cependant, les enfants des lotissement avoisinants se servaient, au moment de la visite, du redan comme aire de jeu et des gabions comme paroi à escalader. Il semble que les enfants n'aient pas été informés du risque que représentait ces jeux ni de l'utilité des gabions.

Aussi, bien qu'ils n'aient été installés que depuis peu de temps, certains gabions étaient déjà déformés certainement suite aux chutes de blocs. Enfin, un bloc d'une cinquantaine de centimètres a été observé au pied d'un gabion. Selon la propriétaire de la maison la plus proche, le bloc était tombé dans la nuit.

Il semble que l'occurrence des chutes de blocs soit supérieure à celle évoquée ci-dessus. Toutefois, on peut estimer que la fréquence de deux à trois par an correspond aux phénomènes les plus importants ($> 1 \text{ m}^3$).

Les photos n°422 à 426 illustrent ces observations.

Sans prendre en compte le problème lié aux gabions, on retrouve les mêmes phénomènes dans la vallée de Nahoata.

Les photos n° 427 à 433 ont été prises dans la vallée de Nahoata.

La vallée de Hamuta offre d'autres possibilités de logements que les maisons dans les fonds de vallée. Ainsi, des lotissements de type habitats collectifs ont été bâtis. Un nouveau lotissement était, au moment de la mission, sur le point d'être achevé. On remarque l'absence d'espace prévu pour les voitures et d'aire de jeu pour les enfants.

Les photos n° 410 à 421 sont des illustrations de ce nouveau lotissement.

Les problèmes situés dans les vallées sont les problèmes majeurs rencontrés par la commune de Pirae.

PIRAE

Site n°2 : Lotissement Aute

Sur une des routes du lotissement, des ouvriers protège un talus à l'aide de béton projeté (« béton sur grillage ». Ceux-ci nous apprennent que les travaux sont faits à la demande du propriétaire de la maison en surplomb, afin d'empêcher le talus de s'effondrer sur la chaussée. Cependant, l'observation du talus dans toute sa longueur nous permet de voir qu'un mur identique était déjà construit par le passé et s'est visiblement effondré. Ces remarques sont confirmées par les ouvriers.

Voir les photos n°358 à 362.

PIRAE

Site n°3 : Proximité de l'école normale

Le petit lotissement qui se trouve à proximité de l'école normale, regroupe un certain nombre de traces de dégradation déjà observées.

Problèmes d'infiltration, d'évacuation d'eau et de drainage, responsables de fissures dans les murs, problèmes de dimensionnement des caniveaux, utilisation de drums pour soutenir les terres, sont autant de phénomènes qu'on peut observer dans ce lotissement, illustrés par les photos n°434 à 439.

Une habitante nous apprend qu'à chaque grosse pluie, le route, partiellement goudronnée, se transforme en coulée de boue.

ARUE

Situation :

Beaucoup plus restreinte que les communes qui l'entourent, Arue n'est pas connue pour avoir subi des événements de type mouvements de terrain, importants.

Dans les altitudes basses de la commune, il arrive que les roches massives de bord de route s'effondrent sur la chaussée, on retrouve des problèmes de glissement de talus dans certains lotissements ainsi que d'autres problèmes liés à l'entretien des routes et talus, que l'on a déjà observé dans les autres communes.

Un site est cependant remarquable : le remblai du talweg dans le lotissement Erima.

Interlocuteurs :

D. Doyen , secrétaire général d'Arue
D. Roualdès (Administration des îles du vent).

Visite des sites :

Carole Lembezat (BRGM),

ARUE

Site n°1 : Erima

Dans ce lotissement résidentiel, un talweg a été remblayé plusieurs années auparavant. Deux remblais successifs ont été réalisés, sans compaction ni drainage. Suite à des événements pluvieux importants, une partie du remblai s'est mise à glisser, en mars 2001, formant une sorte de coulée de boue. Des travaux ont été entrepris afin de drainer et de réaliser des redans.

Malgré trois semaines de travaux, le remblai a de nouveau glissé quelques jours avant la visite. Ceci illustre la difficulté de la reprise en sous-œuvre de tels travaux de terrassements, notamment au niveau de la compaction.

Les photos n°685 à 693 illustrent la visite de ce site.

Le remblaiement de talweg est relativement fréquent à Tahiti, et on se trouve régulièrement confronté à ce type de problème.

ARUE

Site n°2 : Tearapae

A Tearapae, le lit d'une petite rivière a été comblé afin d'y mettre des habitations. La rencontre avec le conseiller communal qui possède un terrain à proximité nous apprend que la détérioration de la route est liée au fait que la rivière, ne pouvant plus emprunter son lit habituel, s'écoule sur la route dès qu'il pleut.

Sur la photo n°57 c'est bien la route qui est représentée et non le lit de la rivière.

Le risque qui semble le plus préoccupant pour les habitants d'Arue, est lié à la végétation et en particulier, aux arbres situés sur les talus, qui risquent de s'effondrer sur les habitations en contrebas. Ainsi, un couple d'habitants nous apprend qu'afin d'agrandir son terrain, leur voisin a fait procéder à un terrassement, entaillant une partie du talus. Les Haitos (sorte de pins très courant en Polynésie) qui se trouvent au-dessus, ne semblent plus avoir l'espace suffisant pour leurs racines et menacent de s'effondrer.

MAHINA

Situation :

Mahina est une vaste commune qui possède plusieurs kilomètres de côtes, mais surtout qui s'étend assez largement dans l'intérieur des terres. Elle est limitée, au centre, par le mont Orohena, point culminant de l'île à 2241m.

C'est à Mahina que l'on dénombre le plus de mouvements de terrain.

Interlocuteurs :

G. Tefatau
R. Tuiho
J. Villierme
S. Tacito
D. Roualdès (Administration des îles du vent).

Visite des sites :

Carole Lembezat (BRGM), Raymond Tuiho

MAHINA

Sites n°1 : glissements de terrain

Le long de la route de ceinture, on dénombre plusieurs glissements. Un, en particulier, au début des années 1990, avait entièrement enseveli une maison qui n'a pas été reconstruite, suite à un épisode pluvieux

La photo n°262 a été prise sur ce site.

Plus loin, un groupe de deux maisons a été soumis à des glissements moins dramatiques que celui décrit précédemment, mais extrêmement dommageables. La cuisine de la première s'est retrouvée ensevelie, il y a 15 ans environ, tandis que la seconde a connu ce genre d'événement plus récemment, durant les événements pluvieux de 1998.

Là encore, on a affaire à des habitations construites en contrebas de falaises abruptes constituées de mamu sur la partie haute et de roche massive dans la partie basse. Les parois sont recouvertes de végétation. Aussi, on peut apercevoir à proximité du jardin d'une des habitations, un bloc qui s'est visiblement détaché de la paroi rocheuse. Cependant, la chute de bloc ne semble pas être une menace réelle pour ces maisons, car la hauteur de roche massive est relativement faible. Les blocs susceptibles de se détacher de la paroi n'auraient pas l'énergie suffisante pour se propager jusque dans les habitations. Le danger se situerait au niveau du jardin qui constitue une zone de réception des blocs.

Les photos n° 263 à 267 ont été prises sur ce site.

Les glissements rencontrés ici, peuvent être considérés comme des glissements "naturels" à proprement parler. En effet, la morphologie des sites associée au type de formations en place permettent de considérer ces sites comme des zones d'aléas forts. Cependant, l'implantation des habitations a parfois nécessité des travaux de terrassement qui ont pu fragiliser ces zones. Il convient donc d'agir avec prudence, et de ne procéder à des terrassements que si des analyses préalables ont été réalisées.

Une habitations située en bord de route, sous un lotissement, a été soumise aux glissements des terrains du dessus. Le propriétaire du lotissement en question, considère que cet événement est la conséquence d'une mauvaise gestion des eaux pluviales, l'habitation située juste au-dessus de la maison endommagée n'étant pas raccordée au réseau de collecte des eaux pluviales. Il faut toutefois ajouter que la disposition du site était propice à ce genre de phénomène. En effet, il s'agit là encore, d'un plateau constitué de mamu jusqu'au niveau de la rupture de pente.

Une menace de chute de blocs est là aussi envisageable. Elle est plus importante que sur le site précédent puisque les parois rocheuses sont plus hautes. Des blocs se sont déjà décrochés, mais la zone de réception ne semble pas atteindre les habitations elles-mêmes et semblent confinée à la partie "jardin" en arrière de la maison. Bien que les blocs ne menacent pas directement les habitations, le danger n'est pas à négliger pour les habitants qui passent du temps dans cette zone.

Les photos n°203 à 209 en sont les illustrations.

Un glissement "naturel" a été observé depuis le lotissement Mahinarama, au niveau de pentes abruptes. Compte tenu de l'emplacement de ce glissement, aucun enjeu n'était menacé, puisque la zone située en contrebas n'est pas urbanisée. Ce type de glissement est extrêmement fréquent sur les îles hautes, dès qu'il y a conjonction entre pentes raides et formations volcaniques altérées.

Voir les photos n°259 à 261.

Durant les événements de 1998, la vallée de Ahonu a été soumise à de nombreuses phénomènes naturels ; inondations, glissements et coulées de boue ont fait plusieurs victimes.

Une coulée de boue a dévalé un talweg abrupt dévastant une habitation située en amont. Ce site avait déjà été visité lors de la mission de 1999 et avait déjà fait l'objet d'un compte-rendu (Rapport : La Prévention des Risques Naturels en Polynésie Française- Phase 2 –Synthèse des travaux réalisés).

Les habitants nous ont montré des photos qu'ils avaient prises lors de cet événement. Ils ont réitéré leur envie de conserver leurs habitations, en dépit des risques qu'ils encourent.

Enfin, plusieurs glissements de nature anthropique ont été observés sur le lotissement Mahinarama notamment. L'un d'entre eux est particulièrement remarquable. Le remblai sur lequel était bâtie une maison avec piscine, a poussé le mur de soutènement qui a lâché sous l'effet de la pression des terrains. Ceux-ci ont glissé sur l'habitation en cours de construction, située en contrebas, qui n'est désormais plus utilisable. Les photos n° 249 à 256 illustrent les dommages causés par cet événement.

Il a été conseillé au propriétaire du terrain voisin de déblayer les terres accumulées derrière son mur de soutènement, qui était construit suivant la même méthode que celui qui s'est effondré. La photo n°257 nous permet de voir comment le mur est réalisé.

Le problème soulevé par cet exemple est celui des méthodes de construction, du degré de fiabilité de ces constructions ainsi que du « savoir-faire ». Il est relativement fréquent à Tahiti, de trouver des murs de soutènement qui ne soient pas dimensionnés à cet effet. Il est rare, aussi, de voir des systèmes de murs ancrés. De la même manière, le principe de terre armée ne semble pas être utilisé.

MAHINA

Site n° 2 : chutes de blocs

Une bonne partie de la route de ceinture qui passe par Mahina, est longée par des falaises rocheuses desquelles s'effondrent très fréquemment des blocs de taille variable. Certains blocs atterrissent dans le caniveau, d'autres sur la chaussée. En fonction de la taille et de l'endroit précis de la chaussée, où tombe le bloc, la circulation des voitures peut être perturbée. L'interruption de la circulation suite à la chute d'un bloc, s'est produite une fois durant la mission. Selon les dires des habitants, ce phénomène s'était déjà produit dans le courant de l'année. Par chance, jusqu'à présent aucun bloc n'est tombé sur une voiture ou un piéton, et jamais personne n'a été blessé.

Diverses solutions peuvent être imaginées pour améliorer la sécurité générale au niveau de la route : mise en place de filets de protection, cloutage des massifs rocheux, purge, création d'un « espace de réception » (ceci demanderait des études de propagation et de dimensionnement particulières), etc...

Les photos n° 268 à 273 et 276 à 285 donnent une idée de la nature des parois qui longent la route.

Dans la vallée de Ahonu, un bloc "commémoratif" est dédié au légionnaire tué par un bloc, lors du perçage de la route.

Comme la plupart des vallées de Tahiti, la vallée de Ahonu est soumise à des chutes de blocs. Cependant, aucune habitation n'est vraiment menacée. Le danger pour les habitants de cette vallée est surtout lié aux inondations.

A Mahina, un autre événement mérite qu'on y prête attention. Il s'agit de la pointe du Taharaa qui s'effondre. Aucune habitation n'est ici menacée puisque la zone de réception se situe dans la mer. C'est, en revanche, la route qui passe au-dessus, bien que peu fréquentée, qui se trouve exposée. Les photos n°647 et 649 le montre. L'observation des falaises qui surplombent la mer, permet de s'apercevoir que la zone d'effondrement correspond à la partie scoriacée, qui s'altère bien plus rapidement que la roche massive.

MAHINA

Sites n° 3 : Divers

Les habitants de Tahiti sont conscients de la rapidité d'altération des bandes scoriacées. En effet, du gunitage est souvent réalisé sur ces zones. Ceci permet de ralentir les phénomènes d'érosion dans des couches qui y sont particulièrement sensibles. On remarque, cependant que seules les bande scoriacées sont gunitées. L'idéal serait pourtant d'effectuer ce genre de travaux sur l'ensemble des talus (en s'assurant du bon écoulement des eaux). Les photos n°194 et 195 en sont les illustrations.

Mahina possède un chantier en construction : le lotissement O'viri. Il s'agit, là encore, d'un vaste chantier. Certains talus, en remblais, étaient soumis à de faibles glissements, lors des visites. Un talweg a été comblé et certaines terrasses, très petites tailles, nécessitent la construction d'habitations sur pilotis.

Les photos 210 à 228 ont été prises sur le chantier.

Au point kilométrique 11.5, à Mahina, une crue importante a endommagé les habitations alentours ainsi que la route de ceinture qui passe au-dessus. Afin de palier ce type de dégâts, lors d'une éventuelle prochaine crue, l'espace dédié à la rivière, a été élargi. Cependant, les travaux d'élargissement n'ont été réalisés que d'un côté de la route

La photo n°238 correspond à la partie élargie. La photo n°237 correspond à l'autre partie.

