Document public

Rapport d'expertise :

Diagnostic de stabilité au droit d'une maison à Bouéni, suite aux évènements pluvieux d'avril 2012.

BRGM/RP-61159-FR

Mai, 2012

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations ☑ Appuis à la police de l'eau ❑

Date de réalisation de l'expertise : 26/04/2012 et 16/05/2012

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Bouéni (Mayotte)

Auteurs BRGM : D. Tardy

Demandeur : DEAL de Mayotte

Géosciences pour une Terre durable

brgm

L'original du rapport muni des signatures des Vérificateurs et Approbateurs est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Approbateur :	
Nom : P. Puvilland	Date : 22/05/2012
Vérificateur :	
Nom : S. Bes de Berc	Date : 22/05/2012

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Mots clés : expertise – appuis aux administrations – fissures – glissements de terrain – inondation – Bouéni – Mayotte

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

D. Tardy (2012) – Diagnostic de stabilité au droit d'une maison à Bouéni, suite aux évènements pluvieux d'avril 2012, Rapport final. Rapport BRGM/RP-61159-FR. 20 p., 15 fig..

© BRGM, 2012, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Contexte :

Date de la formulation de la demande d'expertise au BRGM : 11/05/2012

Demandeur : DEAL de Mayotte

Nature de l'expertise : avis sur la stabilité d'une maison d'habitation fissurée suite aux évènements pluvieux d'avril 2012 et diagnostic du phénomène

Situation du sujet : Bouéni à Mayotte

Date d'occurrence : 22/04/2012

Nature de l'intervention du BRGM : visite de terrain le 26/04/2012 en présence de P. Puvilland (Directeur du BRGM Mayotte) et T. Jaouen (Ingénieur hydrogéologue) et le 16/05/2012 en présence de M et Mme Boina (Propriétaires et habitants de la maison), M. Youssouf (Maire de Bouéni), M. Baco (Subdivision DEAL, centre de Bouéni), M. Gisselbrecht (Chef de la subdivision territoriale), P. Puvilland (Directeur du BRGM Mayotte), D. Tardy (Ingénieur risques naturels BRGM).

Faits constatés :

Suite aux fortes précipitations survenues à Mayotte et aux inondations majeures qui s'en sont suivies à Bouéni en date du 20 avril 2012, une maison d'habitation est affectée de nombreuses fissures et son talus aval présente des signes d'instabilités.

Lors des mêmes précipitations, deux glissements de terrain se sont produits dans le talus en aval de la maison.

Des écoulements d'eau ont été observés à la base de ces glissements.

Diagnostic du BRGM :

Les déformations apparues sur la maison seraient survenues suite à une déstabilisation du talus aval. Différents facteurs ont contribué à cet évènement :

- le 20 avril 2012, le talus aval de la maison a été fragilisé par les fortes précipitations qui ont généré un ruissellement important et de fortes infiltrations dans les sous-bassement de l'habitation.
- des écoulements d'eau ont été identifiés au sein des saprolites en pied du talus aval. Il souligne un niveau de discontinuité potentiel pouvant servir de zone de fragilité et de décollement pour l'amorce d'un glissement.
- la maison est construite sur des formations géologiques altérées et déstructurées (altérites et saprolites), facilement mobilisables par un glissement de terrain. Par ailleurs le talus présente une forte pente (> 30°), facteur de prédisposition à la formation d'un glissement dans ce type de formations.

Les deux visites de terrain espacées de 3 semaines ont mis en évidence l'évolution des fissures dans la maison. Le talus ne semble pas stabilisé, les fissures de la maison continuent de s'ouvrir et de nouvelles fissures se sont formées sur les murs extérieurs.

Recommandations du BRGM :

Le BRGM recommande l'évacuation de la maison d'habitation dans les plus brefs délais.

Afin de quantifier l'évolution des déformations de la maison, les fissures devront faire l'objet d'un suivi précis.

Dès que possible, un diagnostic plus approfondi devra être mené par un bureau d'étude compétent, par la réalisation d'études géotechniques et/ou géophysiques afin de déterminer avec plus de précision l'ampleur du phénomène qui affecte la zone. **A l'issue de ces études complémentaires, des recommandations de confortement devront être apportées**.

Il existe un risque résiduel important au droit des deux glissements de terrain qui ont affecté le talus aval de la maison. Les deux zones devront faire l'objet de purges et de nettoyage des blocs et de la terre encore dans la pente. La végétation aux abords immédiats devra être élaguée. Le bureau d'étude devra préconiser des solutions de confortement de ces deux zones afin de maîtriser leur évolution.

Le banga ne doit pas être réinvesti avant l'achèvement des travaux de stabilisation des zones glissées. La maison ne doit pas être réinvestie avant le diagnostic final de stabilité de la zone et la réalisation des travaux nécessaire à sa stabilisation.

Sommaire

1. Contexte de l'expertise 6

2. Situation du site 6

2.1 LOCALISATION DU SITE 6

2.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'EXPETISE ET HISTORIQUE..... 7

2.3 GEOLOGIE ET MORPHOLOGIE DU SITE 8

2.4 ATLAS DES ALEAS 9

3. Faits constatés 10

3.1 FISSURES AU DROIT DE LA ZONE D'EXPERTISE..... 10

3.1.1 Localisation des fissures 10

3.1.2 Fissures extérieures 10

3.1.3 Fissures intérieures 12

3.2 GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LE TALUS AVAL 14

3.3 HYDROGEOLOGIE..... 14

3.4 SECTEUR ENVIRONNANT LA ZONE D'ETUDE 15

4. Diagnostic du BRGM..... 17

5. Recommandations 18

1. Contexte de l'expertise

La DEAL a sollicité le BRGM dans le cadre des appuis aux administrations 2012 pour une expertise sur une maison présentant de nombreuses fissures suite aux inondations du 20 avril 2012 sur la commune de Bouéni à Mayotte.

Une première visite a été effectuée le 26/04/2012 en présence de P. Puvilland et T. Jaouën, mais l'accès à la maison n'avait pas pu être autorisé.

Le 16/05/2012, le BRGM est retourné sur le site afin de réaliser un diagnostic de stabilité de la maison.

2. Situation du site

2.1 LOCALISATION DU SITE

La maison diagnostiquée est localisée dans les hauteurs de Bouéni. Elle est positionnée au sommet d'un talus d'une pente moyenne de 35°. La maison est à une altitude de 60 m.

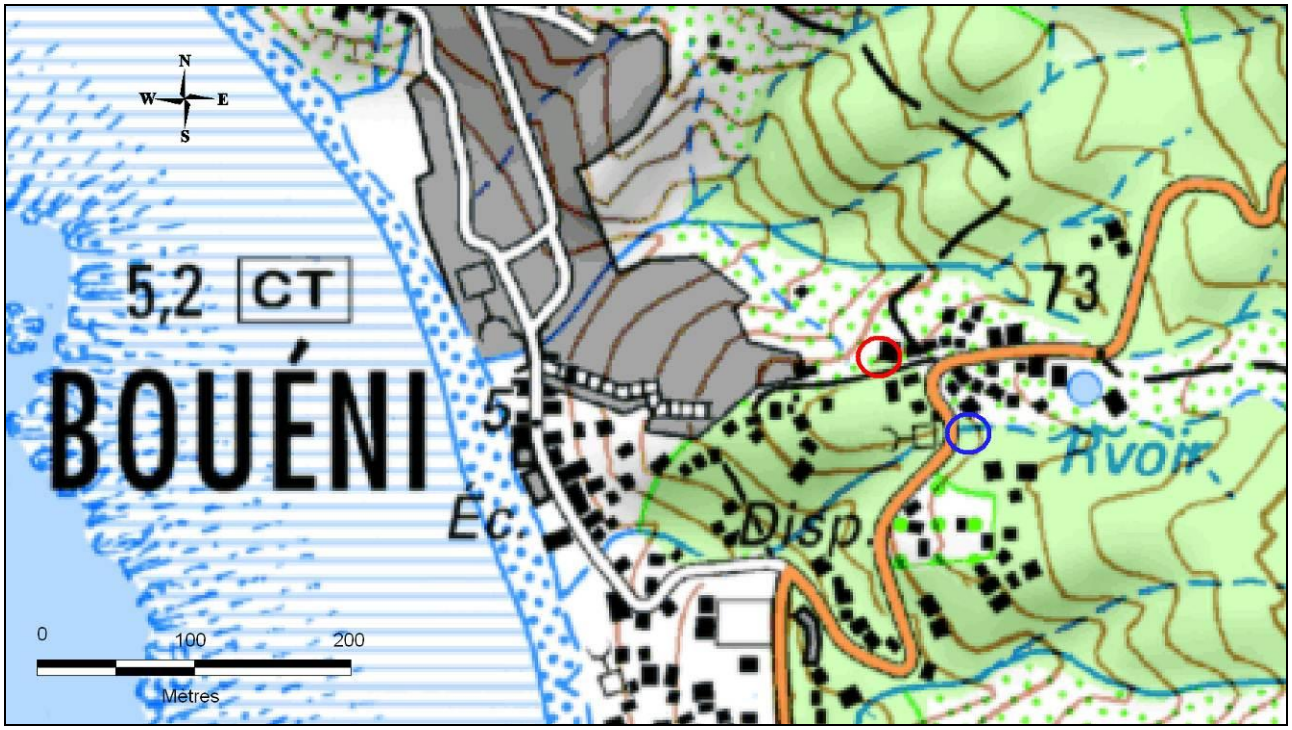

Figure 1 – Localisation de la zone d'étude. Le cercle rouge indique l'emplacement de la maison présentant des fissures, le cercle bleu donne l'emplacement du débordement de la buse survenu le 20 avril 2012. Extrait du Scan 25 de l'IGN.

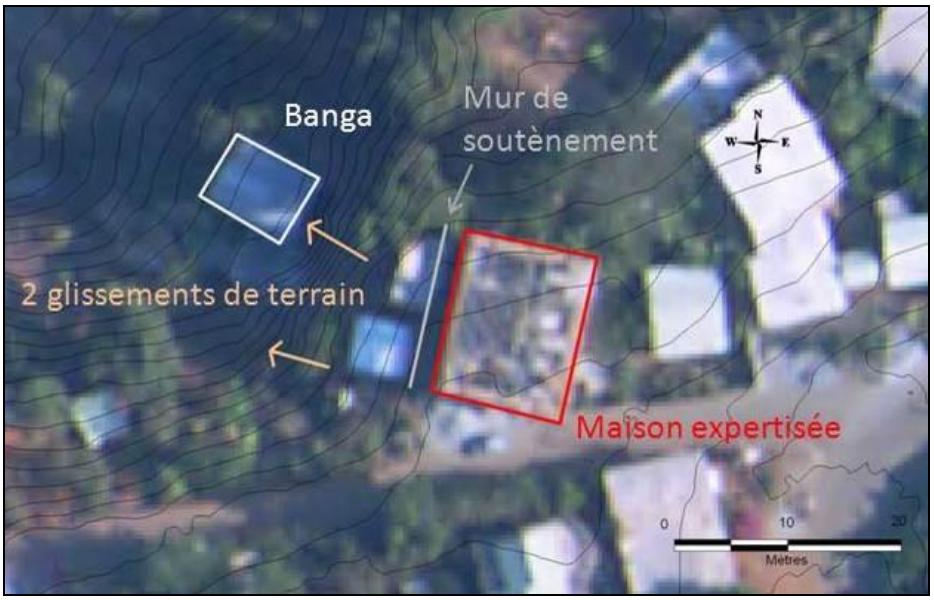

Figure 2 – Plan de situation de la zone d'expertise. Topographie, courbes de niveau 1 m, d'après traitement MNT 2008 © IGN. Fond : Orthophotos 2008 © IGN.

2.2 PRESENTATION DE LA ZONE D'EXPETISE ET HISTORIQUE

Suite à de fortes pluies, des inondations majeures sont survenues en date du vendredi 20 avril 2012 sur la commune de Bouéni. Le 22 avril 2012 matin, des habitants ont constatés de nombreuses fissures sur les murs de leur maison ainsi que sur la voirie longeant leur habitat.

Le rez-de-chaussée de la maison a été construit en 2002 sur le terrain naturel (pas de remblai ni de terrassement) sur un terrain plat à 10 m d'un talus d'une pente de 35°. Aucun sondage ou reconnaissance géotechnique n'a été établi préalablement aux travaux de construction. En 2003 ou 2004, le propriétaire, M. Boina, a constaté l'apparition de fissures sur les murs de leur habitation. Ces fissures ont la même direction que celle observées actuellement, c'est-à-dire perpendiculaires à la pente du talus aval. M. Boina a alors construit un mur de soutènement (1 m de haut, 80 cm de profondeur et de 15 m de longueur) en aval de sa maison au sommet du talus afin de limiter la fissuration. Ce mur de soutènement est en béton armé, en revanche, il ne comporte pas de barbacanes permettant le bon écoulement des eaux infiltrées dans le sol. Cet ouvrage peut à l'inverse de son rôle attendu, créer une étanchéisation du talus et une circulation préférentielle des eaux pluviales en pied de mur, risquant son déchaussement progressif.

De 2004 à 2012, le propriétaire n'a pas constaté de nouvelles dégradations, ni de signes d'évolution particulière. Le 1er étage a été construit en 2008. Entre 2008 et 2010, un remblai a été mis en place en aval de la maison et du mur de soutènement et une partie du talus aval a été décapé.

Figure 3 - Mur de soutènement en aval de la maison ne comportant pas de barbacane et ne présentant aucun indice de déformation visible.

2.3 GEOLOGIE ET MORPHOLOGIE DU SITE

La maison expertisée a été construite sur des altérites dont l'épaisseur est estimée à 5-6 m. En contre-bas de la maison un remblai a été mis en place sur lequel repose actuellement une dalle de béton. Plus bas dans le talus sous la maison, et au niveau du talus en amont du banga (cf. Figure 2), des saprolites de phonolite (premier niveau d'altération de roche volcanique) affleurent. Des colluvions à blocs décimétriques sont également identifiées localement sous forme de placages.

Figure 4 – A gauche, altérite localisée en dessous du mur de soutènement. Au centre, zone de remblai composant le talus ayant subi des glissements. A droite, saprolite affleurant au-dessus du banga. Les flèches blanches indiquent l'emplacement de la maison diagnostiquée.

2.4 ATLAS DES ALEAS

La carte de l'aléa mouvements de terrain en vigueur sur le territoire de la commune de Bouéni est celle de l'Atlas des aléas, qui date de 2004.

La méthodologie utilisée dans la cartographie de l'aléa mouvements de terrain lors d'une expertise sur site correspond à celle employée dans le cadre de l'élaboration des atlas des aléas et plus récemment pour l'élaboration des cartes d'aléas des premiers PPR de l'île de Mayotte. La démarche utilisée pour évaluer l'aléa mouvements de terrain, à l'échelle du 1/10 000 en zones à enjeux, consiste en une approche naturaliste de type expertise excluant le recours à des investigations lourdes (sondages, essais de laboratoire, etc.) ainsi qu'à des études spécifiques (modélisation trajectographique, etc.).

Ainsi le zonage de l'aléa mouvements de terrain établi à l'échelle du 1/10 000 dans le cadre de l'atlas des aléas de la commune de Bouéni fait état pour la zone d'étude :

- d'un aléa moyen mouvements de terrain dominants accompagnés de chutes de blocs sur la totalité de la zone d'étude.

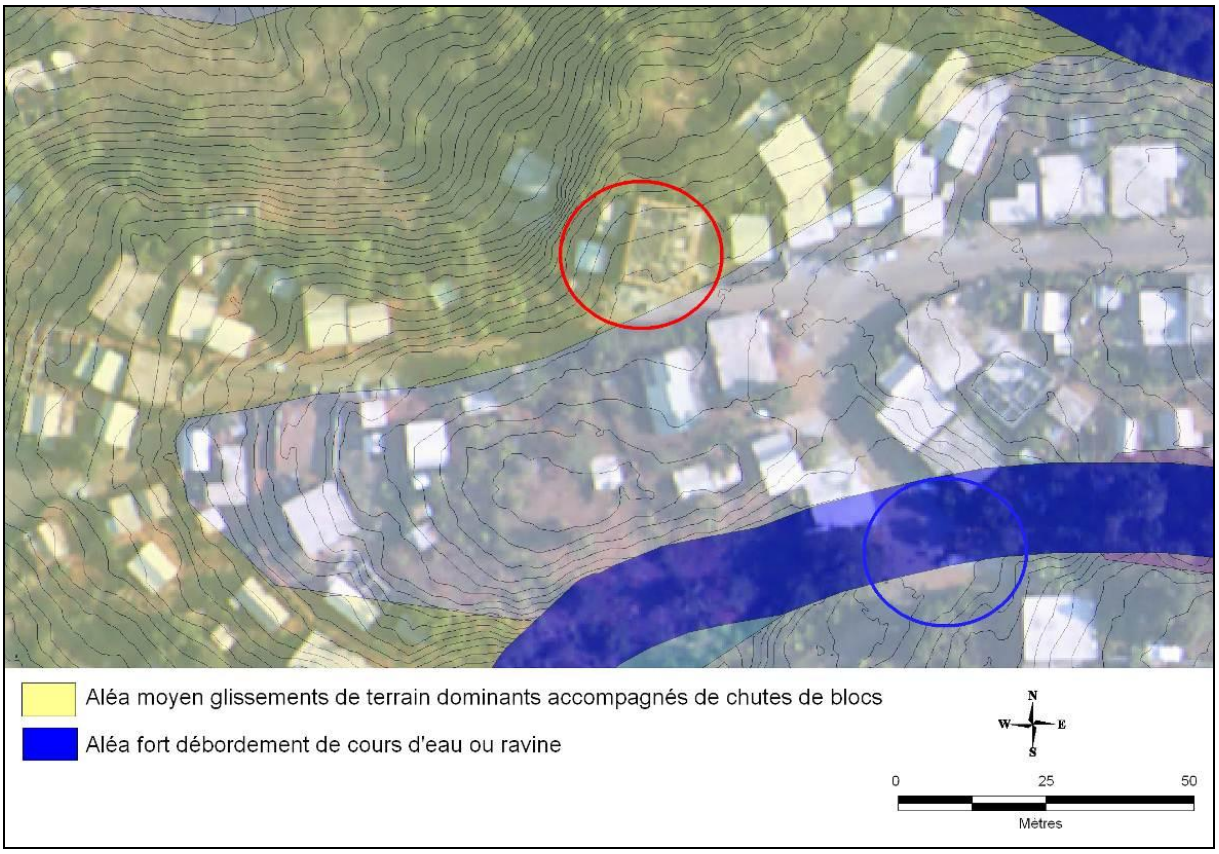

Figure 5 – Extrait de l'atlas des aléas de la commune de Bouéni. Le cercle rouge indique la zone d'expertise, le cercle bleu, la buse qui a débordée le 20 avril 2012. Fond MNT IGN 2008 – Courbes de niveau 1 m.

3. Faits constatés

3.1 FISSURES AU DROIT DE LA ZONE D'EXPERTISE

3.1.1 Localisation des fissures

D'après les propriétaires de la maison, l'ensemble des fissures concernant les voiries et la maison sont apparues le 22 avril 2012. Les fissures de 2003-2004 ont été rebouchées par le propriétaire. Le plan de la maison nous a été fourni par Mme Boina propriétaire, qui a permis une localisation précise des déformations (cf. Figure 6).

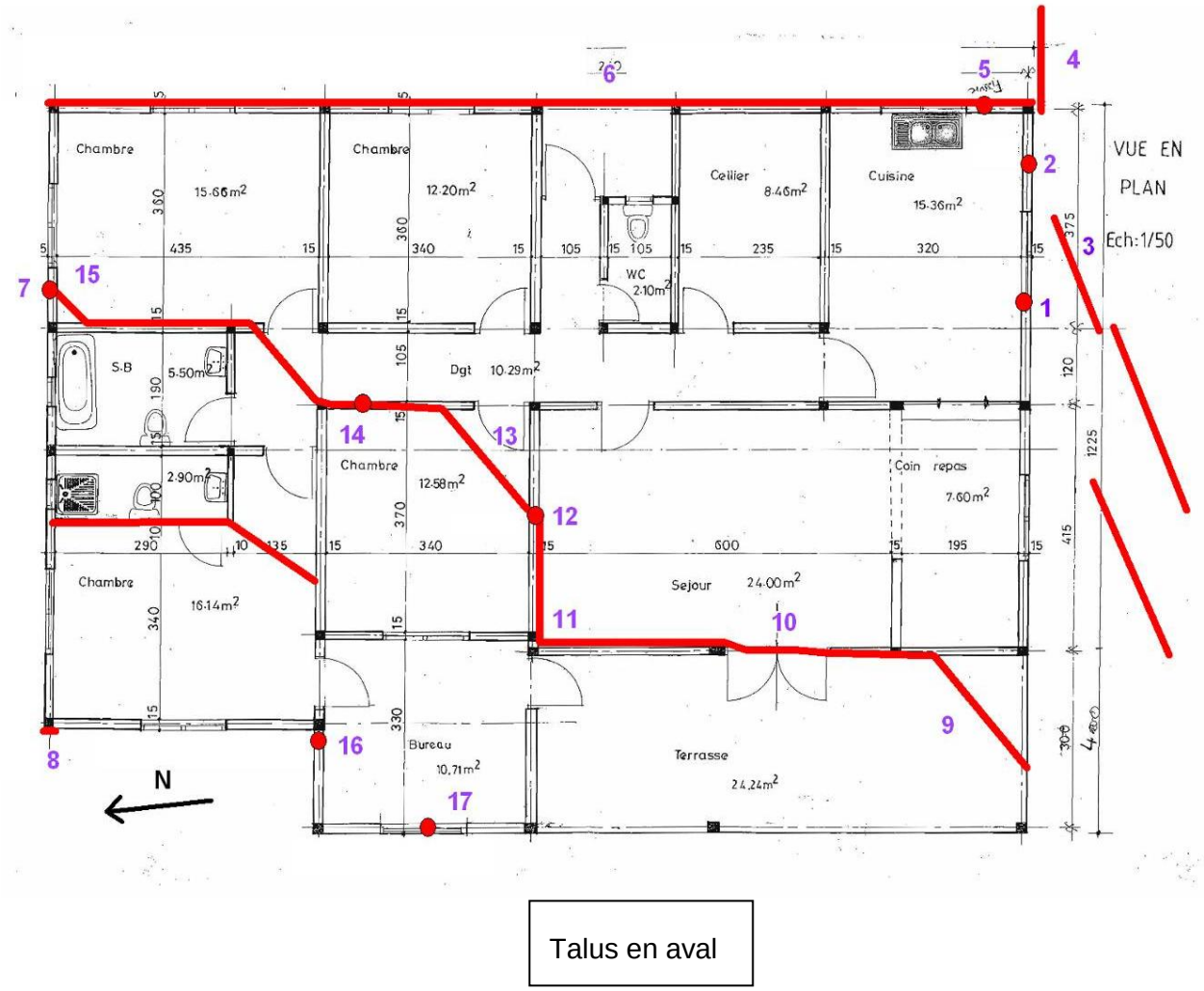

Figure 6 – Plan du rez-de-chaussée de la maison. Localisation des fissures (en rouge) et des photographies utilisées dans ce rapport. Les ronds indiquent les fissures sub-verticales concernant les murs, les traits matérialisent les fissures à même le sol.

3.1.2 Fissures extérieures

La fissuration est observée sur la chaussée. L'ouverture mesurée atteint trois centimètres localement. Toutes les fissures ont la même direction Est-Ouest parallèles à la pente du talus aval et montrent un déplacement en extension. La fissure présentée sur la photographie de droite de la Figure 7, s'est écartée d'au moins 1 cm entre les deux visites de terrain. Cela indique que le talus n'est pas stabilisé et que des déformations se poursuivent.

Figure 7 - Fracturation de la voierie longeant la maison fissurée. L'image de droite présente une fissuration atteignant 3 cm d'ouverture. Point 3 de la Figure 6.

La maison présente des fissures sur ses murs extérieurs. Ces fissures sont parallèles à la pente du talus (photos 1 et 2 de la Figure 8) et un décalage horizontal millimétrique a été noté sur la fissure de la photographie 2. La fissure de la photographie 1 n'avait pas été observée lors de la visite du 26/04/2012. Celle-ci s'est formée bien après les évènements du 20 avril. De nouveau, cette observation indique que le talus n'est pas stabilisé.

Les photographies 4, 5 et 8 illustrent un déplacement global de la maison par rapport à son environnement. Elle se désolidarise des parties annexes ce qui indiquerait que les déformations concernent l'ensemble de la maison. D'après le propriétaire, ce décalage s'est produit en date du 22 avril 2012.

Figure 8 – Photographie des fissures présentent sur les murs extérieurs de la maison. Les photographies sont localisées sur le plan de la Figure 6.

Le mur de soutènement en aval de la maison ne présente pas de déformation visible bien qu'il ne soit pas construit selon les règles de l'art (il ne comporte pas de barbacanes).

Une dalle en béton est située à l'ouest en contre-bas de la maison, coté talus. Celle-ci présente deux fractures perpendiculaires à la façade de la maison. Un décalage vertical de 1,5 cm a été mesuré (cf. Figure 9).

Figure 9 – Fissure sur la dalle de béton en aval de la maison (partie remblayée) présentant un décalage de 1,5 cm.

3.1.3 Fissures intérieures

Le plan localisant les fissures observées à l'intérieur de l'habitat (cf. Figure 6) permet de mettre en évidence un axe principal de fissuration traversant le rez-de-chaussée en diagonal depuis le coin Sud-Ouest au coin Nord-Est. Les fissures traversent successivement les pièces en suivant les murs donnant une géométrie en marche d'escalier. Cette fissure a pu être suivie dans sa totalité. La fissure observée sur la photographie 13 semble traverser la dalle avec un pendage sub-vertical.

Un second axe de fracturation, plus à l'Ouest dans l'habitation, est parallèle à l'axe principal.

D'après les propriétaires, aucune fissure n'a été constatée au 1er étage de l'habitation. L'ensemble des fissures observées sur les murs ne dépassent pas 1 m de haut.

Figure 10 – Photographies des fissures à l'intérieur de la maison expertisée. La localisation des illustrations est repérée à la Figure 6. Certaines photos ont été corrigées sur leur netteté pour une meilleure visualisation des fissures.

3.2 GLISSEMENTS DE TERRAIN DANS LE TALUS AVAL

Deux glissements de terrain se sont produits lors des évènements pluvieux du 20 avril dans le talus aval de la maison (cf. Figure 2). Ils ont mobilisé quelques mètres cubes de formations indiquant une fragilisation du talus dans ces niveaux superficiels. Le glissement de terrain au Sud est constitué d'un arrachement superficiel des altérites sur 4 m de hauteur, 2 m de largeur et moins de 50 cm de profondeur, soit un volume d'environ 4 m^3. Les formations glissées sont constituées essentiellement de remblai. Le glissement de terrain au Nord présente de nombreux blocs de phonolites venus s'accumuler contre le banga. La zone d'arrachement superficiel a une hauteur de 3 m, une largeur de 4 m et une profondeur de 50 cm environ, ce qui correspond à un volume de 6 m^3 environ.

Le banga se situant 20 m en contrebas de la maison fissurée et des glissements a été évacué. Les matériaux ont atteints les murs du banga sans faire de dégâts.

Le glissement Sud présente des résidus terreux et des racines qui pourraient glisser. Le glissement Nord présente de nombreux blocs décimétriques sur une forte pente. Le banga ne possédant pas de mur sur toute sa hauteur, ces blocs présentent un risque pour les habitants du banga. En effet, sous de fortes pluies, ces blocs peuvent être emportés facilement puisque ce glissement a créé une ravine propice au ruissellement.

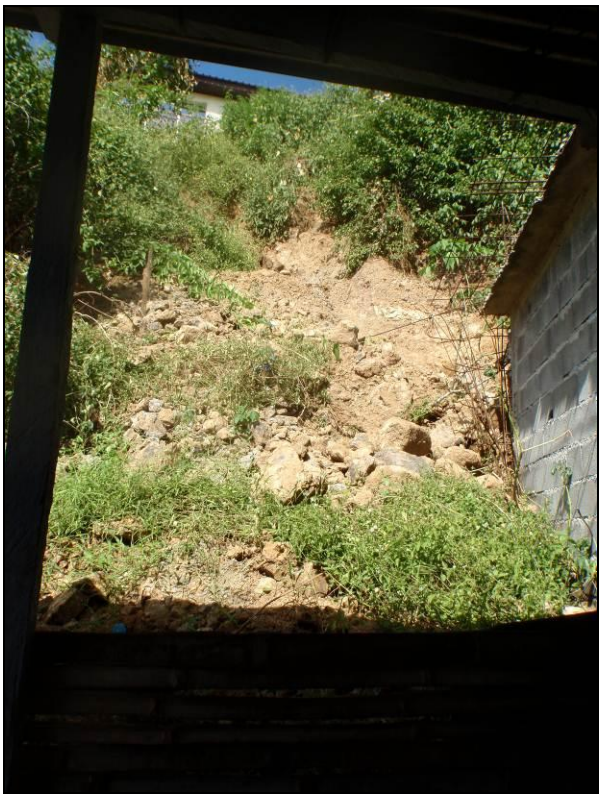

Figure 11 – A gauche, glissement de terrain au Sud montrant une formation de remblai. A droite, glissement de terrain au Nord laissant affleurer des saprolites, le toit de la maison expertisée est visible en haut de la photo.

3.3 HYDROGEOLOGIE

Au droit de la zone d'étude (en amont et sur le terrain de la maison), il n'a pas été observé de trace de ravinement. Lors de l'évènement pluvieux, les eaux arrivant depuis l'amont s'écoulaient de manière anarchique vers l'aval d'après Mme Boina. La maison ne comporte pas d'installations

spécifiques pour canaliser l'eau. Ainsi, le terrain a certainement été saturé en eau, impactant fortement sa stabilité intrinsèque.

En aval de la maison fissurée, des indices soulignent l'émergence d'un niveau d'écoulement préférentiel au sein des saprolites :

- présence d'eau stagnante en amont du Banga. D'après le maire, il n'a pas plu sur Bouéni depuis au moins une semaine et il ne semble pas s'agir des eaux usées de la maison ;
- de l'eau a été observée au sein du Banga, une ouverture a été prévue pour permettre son évacuation ce qui laisserait entendre que ce phénomène est régulier ;
- des algues vertes se sont développées le long de l'écoulement indiquant que le ruissellement est relativement ancien (eaux stagnantes).

Cet écoulement localisé souligne un niveau de discontinuité, qui peut favoriser le déclenchement d'un glissement de terrain à cette interface.

Figure 12 - Indices permettant de supposer la présence d'une nappe au niveau du banga.

3.4 SECTEUR ENVIRONNANT LA ZONE D'ETUDE

Le tour du quartier a été effectué afin de connaître l'étendue des déformations. Aucune fissuration n'a été repérée ni sur les voiries, ni sur les habitations dans un périmètre d'environ 300 m à l'aval et une centaine de mètres en amont.

Un glissement de terrain (cf. Figure 13 et Figure 14) de quelques mètres cubes a été identifié en aval du secteur d'étude. Il ne semble pas avoir de relation avec le cas étudié. Cet arrachement laisse affleurer des saprolites. Il ne semble pas y avoir de risque résiduel concernant ce petit glissement.

Figure 13 – Glissement de terrain en aval du secteur d'étude.

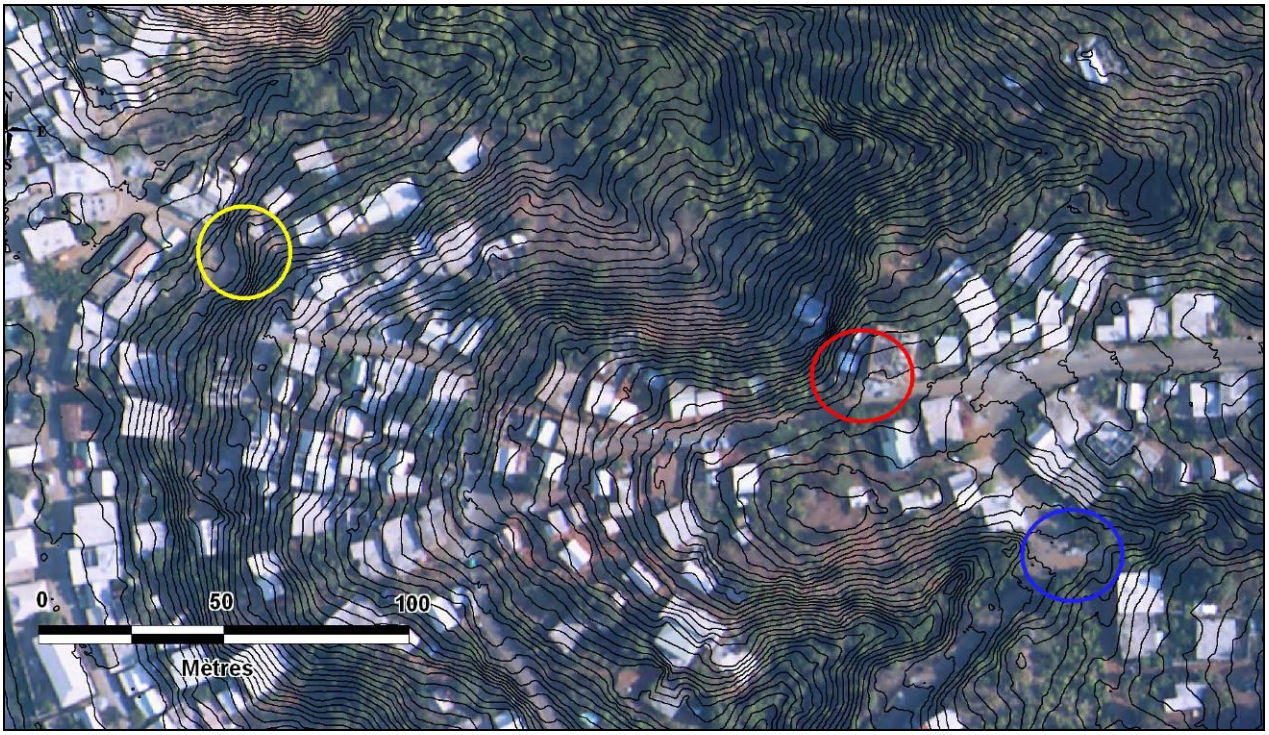

Figure 14 – Localisation du glissement de terrain (cercle jaune) en aval du secteur d'étude (cercle rouge). Fond IGN 2008 - Courbes de niveau 1 m.

4. Diagnostic du BRGM

Les éléments recueillis sur le terrain indiquent que les fissures apparues sur l'habitation de M. Boina seraient la conséquence d'une instabilité au niveau du talus sur lequel elle repose (cf. Figure 15). Ces fissures sont ouvertes, dans le mur et le sol, ainsi que sur la chaussée à proximité immédiate montrant un mouvement extensif. L'habitation avait déjà présenté des fissures de direction identique en 2003 indiquant que le terrain était initialement peu stable. L'apparition de nouvelles fissures et l'agrandissement des fissures déjà existantes entre la visite de terrain du 26 avril et du 16 mai 2012 indiquent que le talus n'est pas stabilisé et continue de se déformer.

Par ailleurs, la maison est construite sur des formations géologiques très altérées et déstructurées de type altérites et saprolites, pouvant être facilement mobilisables par des glissements de terrain. La pente du talus en aval de la maison est importante, ce qui favorise le risque dans ce type de formations.

L'instabilité à l'origine des déformations aurait été favorisé par les fortes pluies du 20 avril 2012 qui auraient saturées le terrain en eau ainsi que par la présence d'un niveau d'écoulement préférentiel au sein des formations, le long d'une discontinuité géologique (fracture ou contact entre deux formations).

L'ensemble des observations établies lors les deux visites de terrain indiquent qu'un glissement de terrain pourrait survenir dans la zone et impacter directement la maison mettant en danger ses occupants.

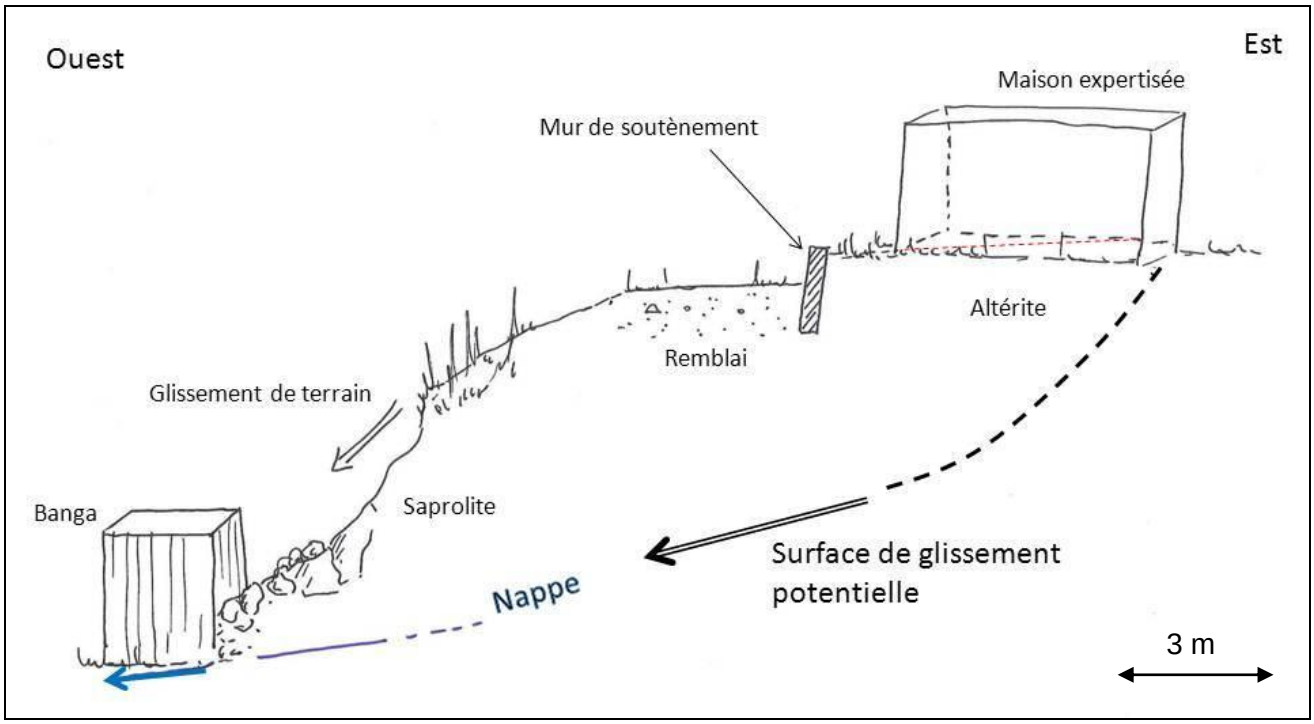

Figure 15 – Schéma synthétique et interprétatif des observations de terrain.

La cartographie de l'aléa mouvements de terrain devra être révisée pour ce secteur.

5. Recommandations

Le BRGM recommande l'évacuation de la maison d'habitation dans les plus brefs délais.

Afin de quantifier l'évolution des déformations de la maison, les fissures devront faire l'objet d'un suivi précis.

Dès que possible, un diagnostic plus approfondi devra être mené par un bureau d'étude compétent, par la réalisation d'études géotechniques et/ou géophysiques afin de déterminer avec plus de précision l'ampleur du phénomène qui affecte la zone. **A l'issue de ces études complémentaires, des recommandations de confortement devront être apportées**.

Il existe un risque résiduel important au droit des deux glissements de terrain qui ont affecté le talus aval de la maison. Les deux zones devront faire l'objet de purges et de nettoyage des blocs et de la terre encore dans la pente. La végétation aux abords immédiats devra être élaguée. Le bureau d'étude devra préconiser des solutions de confortement de ces deux zones afin de maîtriser leur évolution.

Le banga ne doit pas être réinvesti avant l'achèvement des travaux de stabilisation des zones glissées. La maison ne doit pas être réinvestie avant le diagnostic final de stabilité de la zone et la réalisation des travaux nécessaire à sa stabilisation.

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France
Tel. 02 38 64 34 34

Service Géologique Régional de Mayotte
9, centre Amatoula, Z.I. Kawéni
BP 363, 97600 Mamoudzou – Mayotte
Tél. : 02 69 61 28 06