Document public

Rapport d'expertise :

Précision de l'aléa inondation pour un projet de lotissement à Miréréni

BRGM/RP-62370-FR
Mai, 2013

Cadre de l'expertise :

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

Date de réalisation de l'expertise : Mai 2013

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Miréréni sur la commune de Chirongui (Mayotte)

Auteurs BRGM : D. Tardy

Demandeur : DEAL de Mayotte

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

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 : 22/05/2013
Vérificateur : Nom : A. Rey		Date : 17/05/2013

Mots-clés : expertise – aléa – inondation – hydraulique – Miréréni – Chirongui – Mayotte

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

Tardy D. (2013) – Précision de l'aléa inondation pour un projet de lotissement à Miréréni. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-62370-FR. 18 p., 14 fig.

© BRGM, 2013, 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 : 02 mai 2013

Demandeur : DEAL de Mayotte

Nature de l'expertise : précision de la cartographie de l'aléa inondation

Situation du sujet : Village de Miréréni dans la commune de Chirongui

Nature de l'intervention du BRGM : analyse d'une étude hydraulique et visite de terrain le 6 mai 2013 par D. Tardy (BRGM Mayotte)

Faits constatés :

Dans le cadre d'un projet de construction d'un lotissement sur le village de Miréréni (cf. Figure 1), la DEAL a sollicité le BRGM pour une précision de l'aléa inondation par débordements de cours ou de ravines au droit de la zone projet.

D'après la cartographie des aléas extraite des atlas des aléas de la commune de Chirongui (échelle 1/10 000 dans les zones à enjeux et 1/25 000 dans les zones hors enjeux), le site expertisé est concerné par :

- Un aléa fort inondation par débordements de cours d'eau ou ravines au droit de la ravine traversant le terrain avec une largeur de 20 m et d'un second axe plus au Nord ;
- Un aléa moyen inondation pas débordements de cours d'eau ou ravines de part et d'autre de l'axe de ravinement.

Une étude hydraulique a été réalisée par BET TEMA sur la zone d'étude. Celle-ci a été expertisée afin d'évaluer des éléments pertinents permettant de préciser la cartographie de l'aléa inondation.

Diagnostic du BRGM :

L'analyse du MNT, de l'étude hydraulique fournie et les observations de terrain ont permis de réévaluer la cartographie de l'aléa inondation issue des atlas des aléas :

1) Modification de l'aléa fort inondation : l'axe a été recalé en fonction des courbes de niveau et du levé GPS. La largeur de l'aléa fort a été conservée à 20 m ce qui est cohérent avec nos observations de terrains (gabarit du lit identifié).
2) Modification de l'aléa moyen inondation : les débordements à prévoir pour une crue d'occurrence centennale sont limités en partie amont, le lit mineur de la ravine aurait une section suffisante pour gérer ce type d'évènement (selon appréciation de terrain et résultats de l'étude hydraulique). Néanmoins, la morphologie de la rivière étant différente en aval du site (berges moins hautes) un aléa moyen inondation est appliqué en rive droite et en rive gauche. Cet aléa moyen est majoré en rive gauche puisque la topographie est plus propice à des débordements (zone plus basse qu'en rive droite). Par ailleurs, une interaction des eaux de débordements de la Mroni Bé et de la ravine peut s'effectuer en amont de la RN (zone de replat entre les deux axes d'écoulement). Afin de tenir compte de cette configuration, un aléa moyen inondation reliant les deux axes d'écoulement est cartographié. L'étude hydraulique a permis de mettre en évidence les zones inondables lors d'une crue centennale. Ces zones ont été intégrées dans la cartographie finale en considérant un aléa moyen inondation. En effet, en l'absence d'information sur les vitesses d'écoulement et les hauteurs d'eau, un aléa moyen est appliqué pour l'ensemble des zones cartographiées.

Recommandations du BRGM :

Le BRGM recommande :

- De dimensionner les ouvrages hydrauliques permettant le franchissement de la ravine pour une crue d'occurrence centennale ;
- De limiter les phénomènes érosifs en maintenant en particulier une végétation dense ou en aménageant les berges ;
- De réaliser des ouvrages hydrauliques au niveau de la zone projet permettant de diriger les eaux pluviales vers la ravine ;
- De réaliser un entretien régulier des ouvrages hydrauliques afin de garantir leur capacité maximale.

Sommaire

1. Contexte 7

2. Situation du site 7

2.1. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE 8

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE 9

2.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE 10

2.4. CARTOGRAPHIE DES ALEAS 10

3. Faits constatés 11

3.1. ANALYSE DU MNT 11

3.2. OBSERVATIONS DE TERRAIN 11

3.2.1 Mroni Bé 11

3.2.2 Ravine principale traversant le secteur d'étude 12

3.2.3 Ravine secondaire 14

3.3. ETUDE HYDRAULIQUE 14

4. Diagnostic 15

5. Conclusion et recommandations 16

Liste des figures

Figure 1 – Illustration du projet qui se situe de part et d'autre d'un axe de ravinement. 7

Figure 2 – Localisation de la zone d'étude. Extrait du Scan25 de l'IGN. 8

Figure 3 –Topographie de la zone d'étude. En bleu les axes de ruissellement identifiés à partir des courbes de niveau issues du MNT. Courbes de niveau équidistantes de 1 m. Font orthophotos de l'IGN 2011. 8

Figure 4 – A gauche, alluvions fines observées au niveau des berges de la ravine expertisée. A droite, isaltérite de basalte identifiée dans le lit mineur de la rivière. 9

Figure 5 – Contexte géologique et du bassin versant de la ravine expertisée. Extrait de la carte géologique de Mayotte, BRGM 2013. 9

Figure 6 – Extrait de la cartographie de l'aléa inondation issu des atlas des aléas de la commune de Chirongui. Courbes de niveau équidistantes de 1 m. Fond orthophotos de l'IGN 2011. 10

Figure 7 - Définition de l'aléa en fonction de la hauteur de submersion et de la vitesse d'écoulement des eaux – Aléa Inondation par débordements de cours d'eau ou ravines 11

Figure 8 – Vue sur la Mroni Bé avec la confluence de la ravine intéressant la présente étude. 12

Figure 9 – Levé GPS des axes de ravinement (point bleus) et localisation des axes de ravinement selon les courbes de niveau espacées de 1 m (tirets bleus clairs). Fond orthophotos de l'IGN. 12

Figure 10 – Photographies des berges de la ravine principale, traversant le site expertisé. 13

Figure 11 – Erosion identifiée au niveau de la berge de la ravine. 13

Figure 12 – A gauche, partie aval de l'axe de ravinement secondaire. A droite, partie amont de l'axe de ravinement secondaire. Les flèches bleues représentent les sens d'écoulement. 14

Figure 13 – Carte d'inondabilité d'après l'étude hydraulique de mars 2013. BET TEMA. 15

Figure 14 – Cartographie de l'aléa inondation par débordements de cours d'eau ou de ravines d'après la présente expertise. Courbes de niveau 1 m. Fond orthophotos de l'IGN. 16

1. Contexte

Dans le cadre d'un projet de construction d'un lotissement sur le village de Miréréni (cf. Figure 1), la DEAL a sollicité le BRGM pour une précision de l'aléa inondation par débordements de cours ou de ravines au droit de la zone projet. D'après le plan présentant le projet, deux ouvrages de franchissement de la ravine sont prévus.

Le site est concerné par un aléa fort et moyen inondation selon la cartographie des atlas des aléas de la commune de Chirongui établi au 1/10 000 dans les zones à enjeux et au 1/25 000 dans les zones hors enjeux.

Une étude hydraulique a été réalisée par BET TEMA concernant la zone projet :

Etude Hydraulique. Phase I : Etat initial + Phase II : Etat projeté. Mars 2013. BET TEMA.

Une visite de terrain a été réalisée par le BRGM le 6 mai 2013.

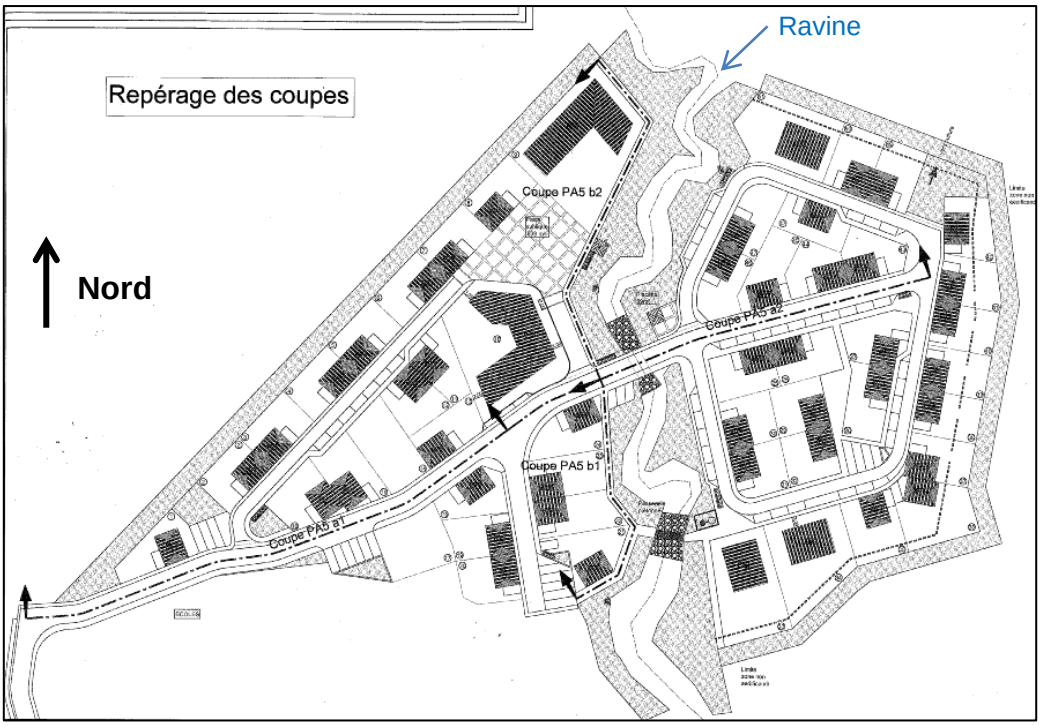

Figure 1 – Illustration du projet qui se situe de part et d'autre d'un axe de ravinement.

2. Situation du site

Le site expertisé se situe au Nord Est du village de Miréréni, et plus précisément au Nord de Miréréni Bé, dans la commune de Chirongui (cf. Figure 2).

Un axe de ravinement traverse la zone de projet d'après le Scan 25 de l'IGN qui, rejoint en aval du site la rivière Mroni Bé, au niveau de la route nationale.

Figure 2 – Localisation de la zone d'étude. Extrait du Scan25 de l'IGN.

2.1. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

La parcelle expertisée a une superficie de 2,6 ha. Les altitudes minimale et maximale sont respectivement de 16 m et 30 m. Le terrain peut être divisé en deux secteurs selon la topographie observée avec l'axe de ravinement qui les sépare (cf. Figure 3). Pour la partie ouest de la zone d'étude, donc en rive droite de la ravine, le terrain présente une pente moyenne de 8° dirigée vers l'est et correspond au flanc d'un versant d'une dizaine de mètres de hauteur. A l'est du secteur est observée une zone de replat avec une pente moyenne de 1° en direction du Sud.

La ravine présente un profil topographique plus marqué en partie amont alors qu'en aval son axe d'écoulement est diffus selon les courbes de niveau, ce qui a été confirmé par nos observations de terrain.

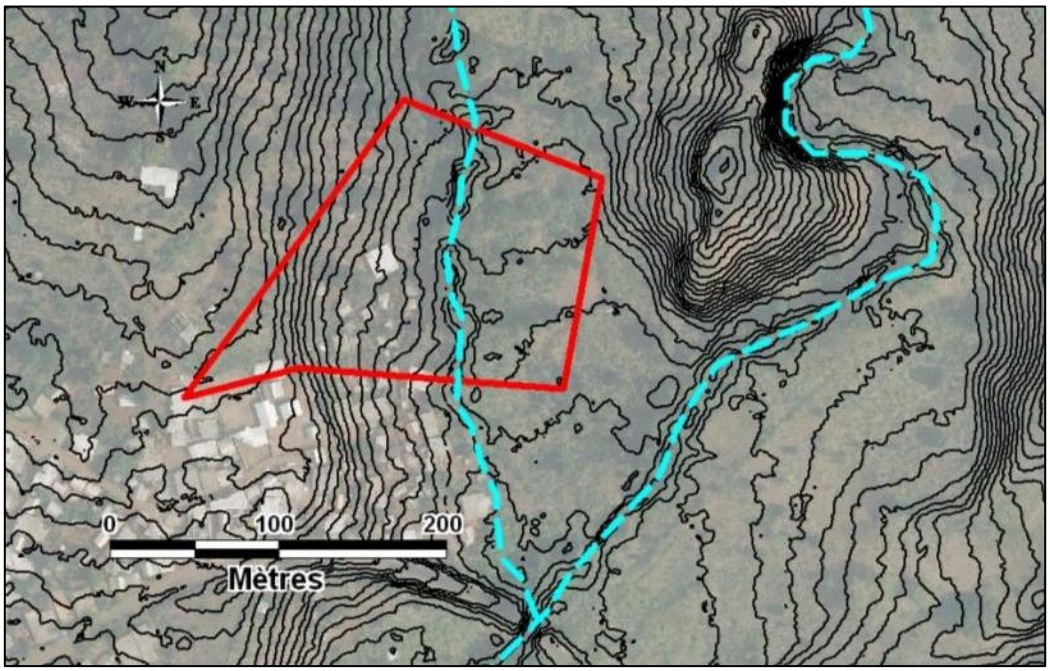

Figure 3 –Topographie de la zone d'étude. En bleu les axes de ruissellement identifiés à partir des courbes de niveau issues du MNT. Courbes de niveau équidistantes de 1 m. Font orthophotos de l'IGN 2011.

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Le secteur expertisé est composé d'isaltérites de laves basiques et intermédiaires traversé par des alluvions (cf. Figure 5). Des dépôts alluvionnaires se sont mis en place au niveau de l'axe de ravinement. Ces alluvions présentent un faciès fins, comportant des éléments arrondis polygéniques de taille millimétrique à centimétrique compris dans un matrice limoneuse (cf. Figure 4), avec également de rares galets voire des blocs (diamètre décimétrique). Un léger litage est observé en fonction de la densité d'éléments centimétriques présents dans les niveaux.

Figure 4 – A gauche, alluvions fines observées au niveau des berges de la ravine expertisée. A droite, isaltérite de basalte identifiée dans le lit mineur de la rivière.

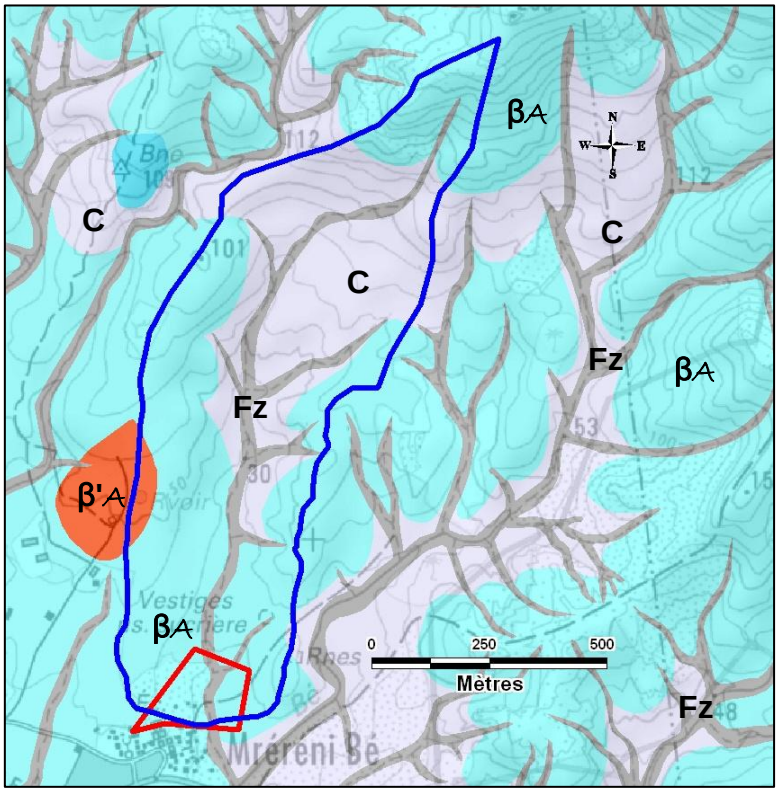

Figure 5 – Contexte géologique et du bassin versant de la ravine expertisée. Extrait de la carte géologique de Mayotte, BRGM 2013.

Légende : βA : Isaltérites de laves basiques et intermédiaires - β'A : Allotérites de laves basiques et intermédiaires – C : Colluvions – Fz : Alluvions indifférenciées.

2.3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

Le site est traversé par une ravine temporaire de direction Nord-Sud qui rejoint la rivière pérenne Mroni Bé située plus à l'Est de la parcelle.

La ravine concernant la zone d'étude s'inscrit dans un bassin versant dont la superficie est environ de 55 ha. La pente moyenne du cours d'eau est de 0,13 m/m.

2.4. CARTOGRAPHIE DES ALEAS

D'après la cartographie des aléas extraite des atlas des aléas de la commune de Chirongui[1] (échelle 1/10 000 dans les zones à enjeux et 1/25 000 dans les zones hors enjeux), le site expertisé est concerné par (cf. Figure 6) :

- Un aléa fort inondation par débordements de cours d'eau ou ravines au droit de la ravine traversant le terrain avec une largeur de 20 m et d'un second axe plus au Nord ;
- Un aléa moyen inondation pas débordements de cours d'eau ou ravines de part et d'autre de l'axe de ravinement ;
- Un aléa nul mouvements de terrain ;
- Un aléa nul submersion marine d'origine cyclonique.

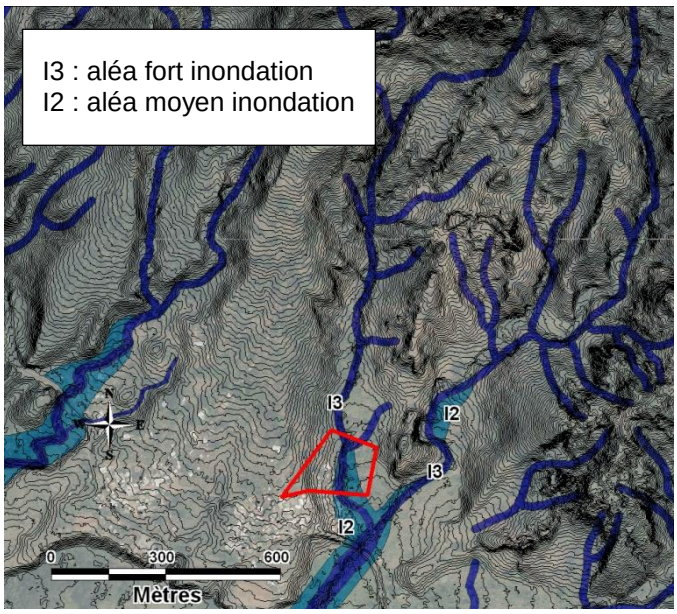

Figure 6 – Extrait de la cartographie de l'aléa inondation issu des atlas des aléas de la commune de Chirongui. Courbes de niveau équidistantes de 1 m. Fond orthophotos de l'IGN 2011.

- Rappel sur la méthodologie de qualification de l'aléa inondation

La méthodologie utilisée dans la cartographie de l'aléa lors d'une expertise sur site correspond à celle employée dans le cadre du projet de Plan de Prévention des Risques (PPR) sur les 5 premières communes de l'île. La démarche utilisée pour évaluer l'aléa inondation 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 hydrologique et hydraulique etc.).

[1] Audru J-C., Desprats J-F., Eucher G., Jossot O., Mathon C., Nédellec J-L., Rançon J-P., Sedan O. et Zornette N., avec la collaboration de Guillobez S., de Daniel P. et de Haie B. (2004) - Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Chiconi, Ouangani, Sada et Chirongui.

Rapport BRGM/RP-52662-FR, 121 p., 68 figures ou photos, 4 tableaux, 54 cartes et 8 annexes.

La cartographie de l'aléa inondation élaborée aux Atlas des aléas naturel tient compte du recul des berges par érosion, pour une crue d'occurrence centennale.

La crue de référence retenue est la crue centennale ou la plus forte crue connue si supérieure à la crue centennale. A Mayotte, les crues centennales constituent la référence pour la cartographie des aléas.

Cette cartographie est établie çà l'échelle du 1/5 000 au niveau des zones à enjeux (et par conséquent pour le site expertisé) et au 1/10 000 pour les zones hors enjeux.

Vitesse (m/s) / **Hauteur (m)**	Faible : V < 0,2 (stockage)	Moyenne : V ≤ 0,5 (écoulement)	Forte : V > 0,5 (écoulement rapide)
H < 0.5	faible	moyen	fort
0.5 < H < 1	moyen	moyen	fort
H > 1	fort	fort	fort

Figure 7 - Définition de l'aléa en fonction de la hauteur de submersion et de la vitesse d'écoulement des eaux – Aléa Inondation par débordements de cours d'eau ou ravines

3. Faits constatés

3.1. ANALYSE DU MNT

Un axe de ravinement est identifié par les courbes de niveau extraites du MNT. Celui-ci traverse le terrain avec une direction Nord-Sud.

La superposition des courbes de niveau avec la cartographie de l'aléa inondation montre une bonne corrélation pour la partie amont de l'axe de ravinement pour le secteur d'étude (cf. Figure 6). En revanche, un décalage est observé pour la partie aval. Cette analyse permet en premier abord de recaler l'aléa fort inondation en fonction des courbes de niveau. Une vérification de terrain a été réalisée afin de confirmer cette hypothèse.

L'axe de ravinement cartographié par les atlas au Nord Est dont la confluence avec l'axe principal se situe au Nord du secteur expertisé n'est pas identifié par les courbes de niveau.

3.2. OBSERVATIONS DE TERRAIN

3.2.1 Mroni Bé

Cette rivière pérenne se situe à plus d'une centaine de mètres à l'Est de la ravine intéressant le site expertisé (cf. Figure 8). Celle-ci ne peut pas interagir d'un point de vu inondation au niveau du site d'étude puisqu'un relief de 36 m d'altitude sépare le secteur du projet avec cette rivière. Le relief à l'amont, au sein du bassin versant ne permet pas d'envisager d'éventuels débordements pouvant avoir une incidence sur la zone projet. Toutefois, cette rivière peut interagir avec la ravine plus en aval du site, en amont du pont de la RN et engendrer un impact pour le secteur du projet.

Figure 8 – Vue sur la Mroni Bé avec la confluence de la ravine intéressant la présente étude.

3.2.2 Ravine principale traversant le secteur d'étude

Cette ravine, non pérenne, traverse le terrain avec une direction N/S. Toutefois, de l'eau était présente dans son lit mineur le jour de l'expertise avec un léger débit alors qu'aucun évènement pluvial ne s'est produit lors de la visite de terrain et *a priori* ni dans les heures précédentes.

A partir de nos observations de terrain, un levé GPS du lit de cette ravine a été réalisé afin de préciser son axe d'écoulement et les résultats montrent une bonne corrélation avec l'axe de ravinement identifié à partir des courbes de niveau extraites du MNT (cf. Figure 9).

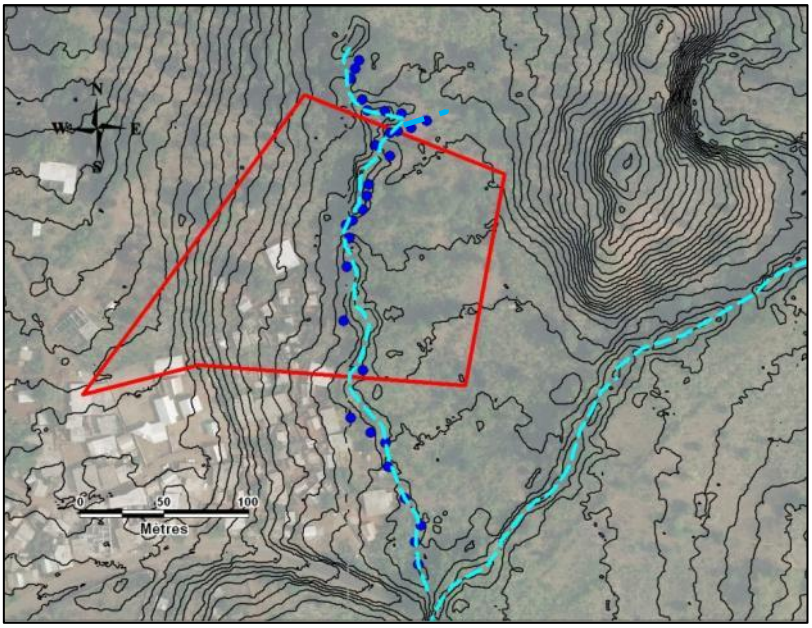

Figure 9 – Levé GPS des axes de ravinement (point bleus) et localisation des axes de ravinement selon les courbes de niveau espacées de 1 m (tirets bleus clairs). Fond orthophotos de l'IGN.

Le lit de la ravine présente une morphologie qui évolue en se dirigeant vers l'aval (cf. Figure 10) :

- En amont de la limite Nord et jusqu'à la limite Sud du site: la hauteur moyenne des berges est de 5 m avec une largeur de 6 m mais pouvant atteindre 10 m par endroit.
- En partie aval, de la limite Sud du site jusqu'au niveau de la RN : les berges varient de 2 m à 50 cm de hauteur en descendant la ravine. La largeur moyenne est de 3 m. Au niveau de la route nationale les berges sont peu voir pas marquées. Le ravinement au sein du lit mineur est peu prononcé laissant entendre que les eaux auraient tendance à s'épancher de part d'autre de l'axe d'écoulement. Dans son ensemble, la topographié est légèrement plus élevée en rive droite.

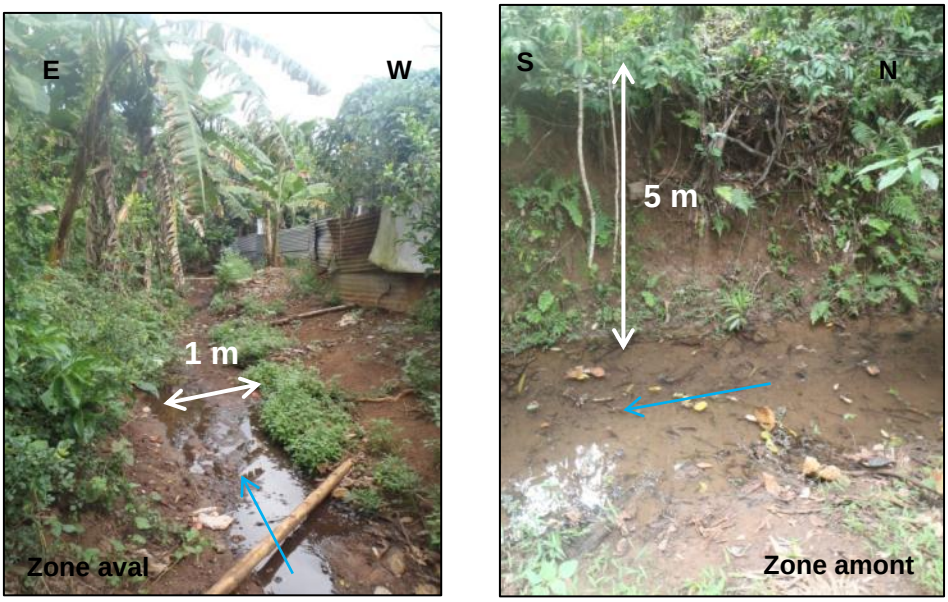

Figure 10 – Photographies des berges de la ravine principale, traversant le site expertisé.

D'après le Q100 estimé à 21 m^3/s selon l'étude hydraulique, la section de la ravine en amont semble suffisante pour gérer une crue d'occurrence centennale (section mouillée estimée à 13 m^2). La partie aval comportant des berges moins élevées (< 2 m) amène à considérer un risque d'inondation.

Les berges se composent de matériaux altérés (alluvions ou isaltérites) facilement érodable (cf. Figure 10 et Figure 11). De plus, les berges sont par endroit sub-verticales et ne comportent pas de végétation favorisant l'érosion et le recul des berges.

Figure 11 – Erosion identifiée au niveau de la berge de la ravine.

3.2.3 Ravine secondaire

Cette ravine a été identifiée sur le terrain (cf. Figure 12) où sa confluence avec la ravine principale est marquée par des traces de ravinement, une absence de végétation et par la présence de blocs de taille centimétrique arrondis au niveau de l'axe. En revanche, sa continuité en amont n'a pas été observée. Les eaux auraient tendance à s'épancher au vu de la topographie plane et du couvert végétal dense.

Ce bras de ravine a pu être suivi sur une vingtaine de mètres depuis la confluence avec la ravine principale.

→ Pour tenir compte de nos observations, un aléa fort inondation est intégré à la cartographie des aléas inondations avec une zone tampon de 5 m de part et d'autre de l'axe tel que recommandé par la méthodologie PPR.

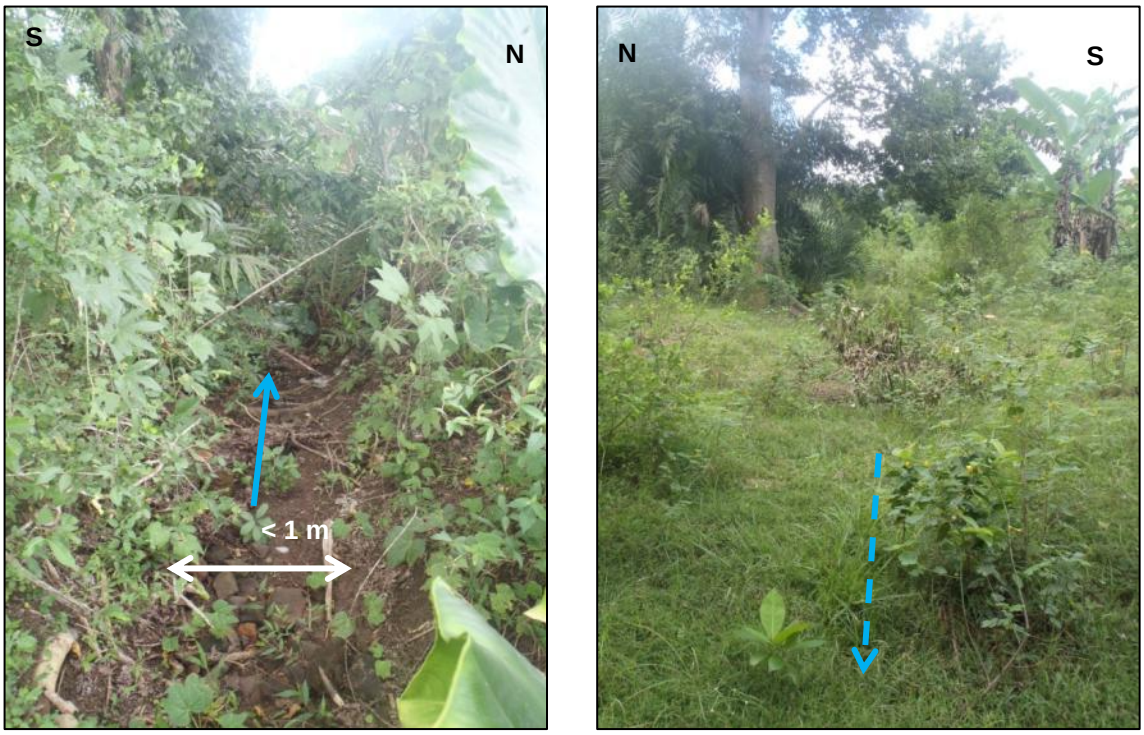

Figure 12 – A gauche, partie aval de l'axe de ravinement secondaire. A droite, partie amont de l'axe de ravinement secondaire. Les flèches bleues représentent les sens d'écoulement.

3.3. ETUDE HYDRAULIQUE

Une étude hydraulique a été réalisée par BET TEMA concernant la zone projet :

Etude Hydraulique. Phase I : Etat initial + Phase II : Etat projeté. Mars 2013. BET TEMA.

La méthode rationnelle a été employée en utilisant les valeurs de pluviométrie de la Région 1 qui sont respectivement pour un évènement décennal et centennale de 170 et 260 mm.

Les débits décennal et centennal pour la ravine expertisée sont respectivement de 6,72 m^3/s et 20,47 m^3/s. Pour la Mroni Bé ces débits ont été estimés à 18,89 m^3/s et 56,67 m^3/s.

Une cartographie des zones inondables (échelle non précisée dans le document) selon les débits de crue est proposée par le bureau d'étude (cf. Figure 13). D'après cette cartographie, la partie amont de la ravine (au droit du site) aurait une section suffisante pour gérer une crue d'occurrence centennale. En revanche, une quinzaine de mètres en amont de la limite Sud du site, des débordements sont identifiées selon la cartographie proposée.

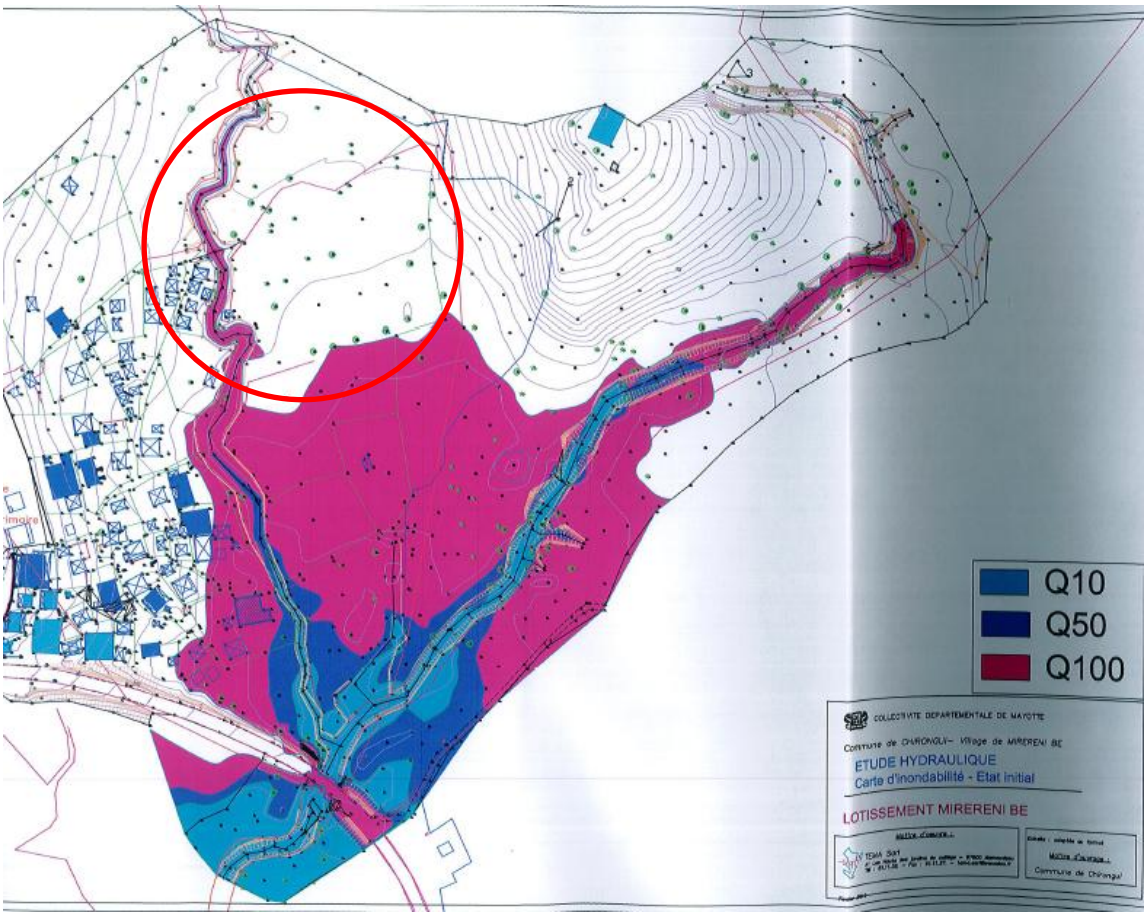

Figure 13 – Carte d'inondabilité d'après l'étude hydraulique de mars 2013. BET TEMA.

Remarques BRGM :

Afin de tenir compte d'une approche sécuritaire dans la cartographie de l'aléa inondation et dans le dimensionnement des ouvrages, le BRGM recommande d'utiliser les valeurs de pluviométrie de la zone Convalescence (respectivement 250 et 380 mm pour une période de retour de 10 et 100 ans) puisque le projet se situe dans une zone à enjeux.

La cartographie proposée par BET TEMA ne repose pas sur la grille de classification issue des PPR qui définit les niveaux d'aléa par des vitesses d'écoulement et des hauteurs d'eau (cf. Figure 8). Elle cartographie les zones de débordements selon les débits Q10, Q50 et Q100. Toutefois, elle permet de mettre en avant les zones inondables. Celles-ci seront intégrées dans la cartographie finale du secteur expertisé puisque la cartographie permet de mettre en avant des zones inondables comportant une hauteur d'eau pour un Q100.

La zone où des débordements sont modélisés (15 m en amont de la limite Sud du site), se situe au niveau du changement de profil morphologique de la ravine identifié sur le terrain.

4. Diagnostic

L'analyse du MNT et les observations de terrain ont permis de réévaluer la cartographie de l'aléa inondation issue des atlas des aléas (cf. Figure 14) :

1) Modification de l'aléa fort inondation : l'axe a été recalé en fonction des courbes de niveau et du levé GPS. La largeur de l'aléa fort a été conservée à 20 m pour tenir compte de nos observations (écoulement observé, désordres au niveau des berges et gabarit hydraulique du lit) ;

2) Modification de l'aléa moyen inondation : les débordements à prévoir pour une crue d'occurrence centennale sont limités en partie amont. Le lit mineur de la ravine aurait une section suffisante pour gérer ce type d'évènement. Néanmoins, la morphologie de la rivière étant différente en aval du site (berges moins hautes) un aléa moyen inondation est appliqué en rive droite et en rive gauche. Cet aléa moyen est majoré en rive gauche puisque la topographie est plus propice à des débordements (zone plus basse qu'en rive droite). Par ailleurs, une interaction des eaux de débordements de la Mroni Bé et de la ravine peut s'effectuer en amont de la RN (zone de replat entre les deux axes d'écoulement). Afin de tenir compte de cette configuration, un aléa moyen inondation reliant les deux axes d'écoulement est cartographié. L'étude hydraulique a permis de mettre en évidence les zones inondables lors d'une crue centennale. Ces zones ont été intégrées dans la cartographie finale en considérant un aléa moyen inondation. En effet, en l'absence d'information sur les vitesses d'écoulement et les hauteurs d'eau, un aléa moyen est appliqué pour l'ensemble des zones cartographiées.

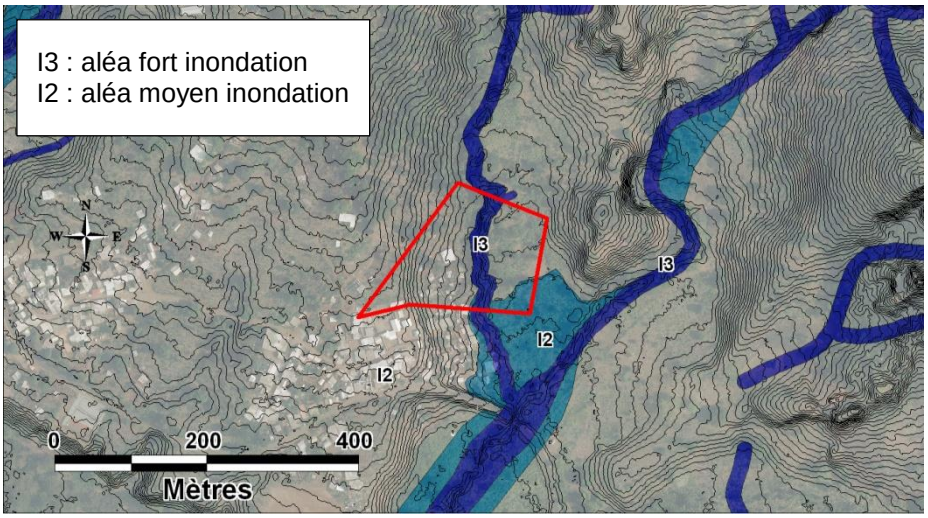

Figure 14 – Cartographie de l'aléa inondation par débordements de cours d'eau ou de ravines d'après la présente expertise. Courbes de niveau 1 m. Fond orthophotos de l'IGN.

5. Conclusion et recommandations

L'analyse du MNT et les observations de terrain ont permis de réévaluer la cartographie de l'aléa inondation issue des atlas des aléas :

1) Modification de l'aléa fort inondation : l'axe a été recalé en fonction des courbes de niveau et du levé GPS ;
2) Modification de l'aléa moyen inondation : le lit mineur de la ravine en amont aurait une section suffisante pour gérer un évènement d'occurrence centennal. Conservation d'un aléa moyen en aval : les berges sont moins élevées (< 2 m) et possibilité que les eaux de débordements de la rivière Mroni Bé puissent interagir au niveau de cette zone de replat. L'étude hydraulique analysée lors de la présente expertise a permis de préciser les zones inondables à cet endroit. Celles-ci sont cartographiées dans leur ensemble en aléa moyen inondation (zone de débordement occasionnelle, avec vitesse et hauteur d'eau probablement limités).

Le BRGM recommande :

1) De dimensionner les ouvrages hydrauliques permettant le franchissement de la ravine pour une crue d'occurrence centennale ;
2) De limiter les phénomènes érosifs en maintenant en particulier une végétation dense ou en aménageant les berges ;
3) De réaliser des ouvrages hydrauliques au niveau de la zone projet permettant de diriger les eaux pluviales vers la ravine ;
4) De réaliser un entretien régulier des ouvrages hydrauliques afin de garantir leur capacité maximale.

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

Direction Régionale de Mayotte
9, centre Amatoula. ZI Kawéni. BP363
97600 Mamoudzou – France
Tél. : 02 69 61 28 13