Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
MAYOTTE

Précision sur le zonage de l'aléa mouvements de terrain et inondation pour un projet d'extension du collège de Bandrélé

Février 2012

D. Tardy

BRGM/RP-61205-FR

Service géologique régional de Mayotte
9, centre Amatoula, Z.I. de Kawéni
BP 363
97600 – Mamoudzou France
Tél. : 02 69 61 28 13 – Fax : 02 69 61 28 15

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Visite de terrain	
Date de la visite : 03/02/2012	**Site :** Collège de Bandrélé
Commune : Bandrélé	
Participant(s) : D. Tardy (BRGM), A. Rey (BRGM)	
Objet : Reconnaissances de terrain et évaluation de l'aléa inondation et mouvements de terrain	
Demandeur : DEAL/SEPR/RN	
Diffusion : DEAL/SEPR/RN (G. Lefebvre) et BRGM de Mayotte	

Circonstances de l'intervention du BRGM

La DEAL de Mayotte par l'intermédiaire de Grégory Lefebvre (SEPR/RN), a sollicité le BRGM pour une étude de précision du zonage de l'aléa inondation et mouvements de terrain au droit d'un projet pour le collège de Bandrélé. Le site est localisé dans la partie centrale de la commune de Bandrélé (cf. Illustration 1), au sein du collège de Bandrélé.

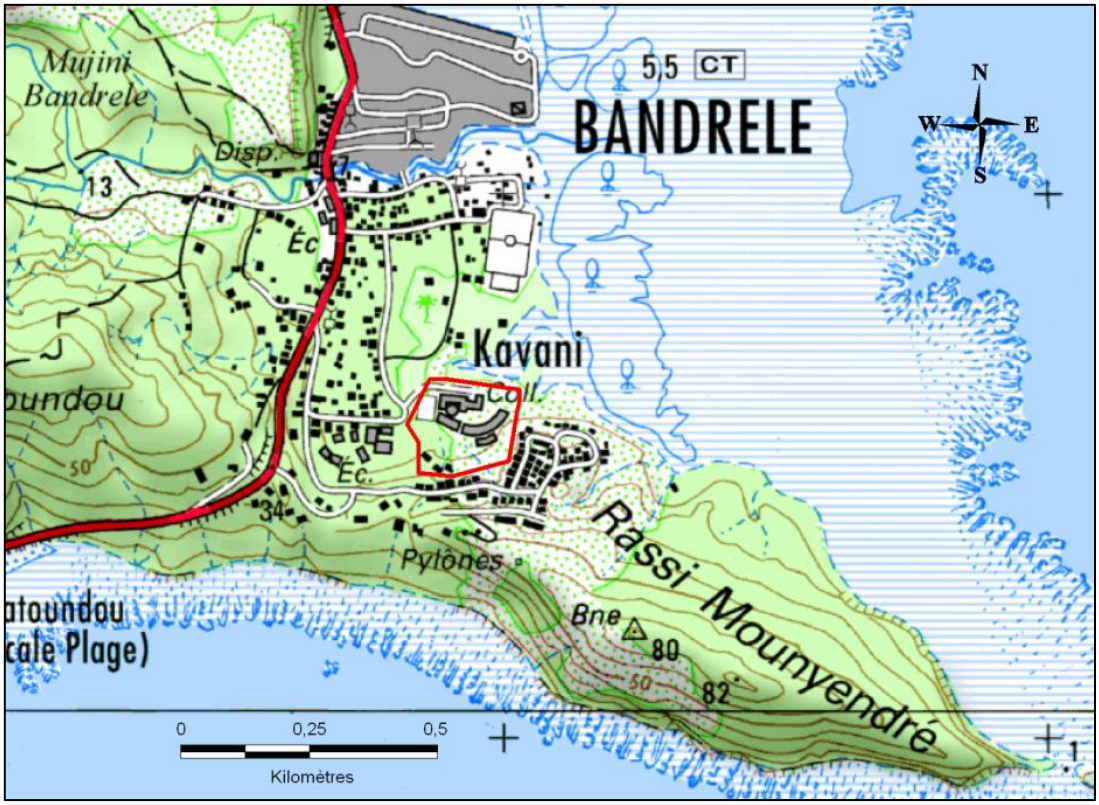

Illustration 1 – Localisation de la zone d'étude. Extrait du Scan 25 de l'IGN.

Observations et diagnostic du BRGM

1. Synthèse géologique et morphologique du site

La zone d'étude couvre une superficie de l'ordre de 29 000 m² et est comprise entre 4 m NGM et 22 m NGM. Le site est dominé au sud par un versant aménagé (maisons, voirie) dont l'altitude maximum atteint 64 m NGM.

Le collège de Bandrélé est situé dans la partie basse de la zone d'étude (au Nord) qui correspond à une zone de replat, de pentes faibles jusqu'à atteindre à l'extrémité Nord la plaine alluviale.

Le secteur Sud de la zone d'étude présente des pentes supérieures à 30° et est marqué par la présence de deux thalwegs orientés vers le Nord (vers le collège en contre bas) - (cf. Illustration 2). La ravine qui coule à l'occasion de pluies dans le thalweg situé à l'Est est beaucoup plus encaissée que celle à l'Ouest, qui est canalisé au droit des maisons dominant le collège.

Illustration 2 - Topographie (courbes de niveau – équidistance 1 m) d'après traitement MNT 2008 © IGN et occupation du sol au droit de la zone d'étude. Fond : Orthophotos 2008 © IGN.

La géologie en pied de versant du secteur Sud présente des blocs de taille centimétrique à décimétrique éparses dans un matériau meuble ocre (cf. Illustration 3). Ces matériaux correspondent à des colluvions à blocs. En partie sommitale, un affleurement mis à découvert par le terrassement d'une construction montre une coulée basaltique en place (cf. Illustration 3) avec différents stade d'altération (roche saine et saprolite). L'ensemble du relief correspondrait ainsi à une coulée de nature basaltique sur laquelle se sont déposées des colluvions à blocs.

La partie Nord montre des matériaux limoneux plus fins, sans blocs. Cette lithologie correspond à des dépôts alluvionnaires de plaine alluviale.

Illustration 3 – A gauche, colluvions à blocs décimétriques observées dans le versant. A droite, coulée de basalte en place présentant différents stade d'altération.

2. Précision du zonage de l'aléa mouvements de terrain

La carte de l'aléa mouvements de terrain en vigueur sur le territoire de la commune de Bandrélé est celle de l'Atlas des aléas, qui date de 2010.

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'ile de Mayotte. La démarche utilisée pour évaluer l'aléa mouvements de terrain, à l'échelle du 1/10000 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 Bandrélé (cf. Illustration 5) fait état pour la zone d'étude d'un aléa moyen glissements de terrain accompagnés de chutes de blocs pour la partie Sud (cf. Illustration 4).

Les pentes douces observées au pied du relief permettent de modifier légèrement la limite Nord de l'aléa moyen (cf. Illustration 4). De plus, les constructions localisées à l'Ouest de la zone d'étude apportent une stabilisation du talus.

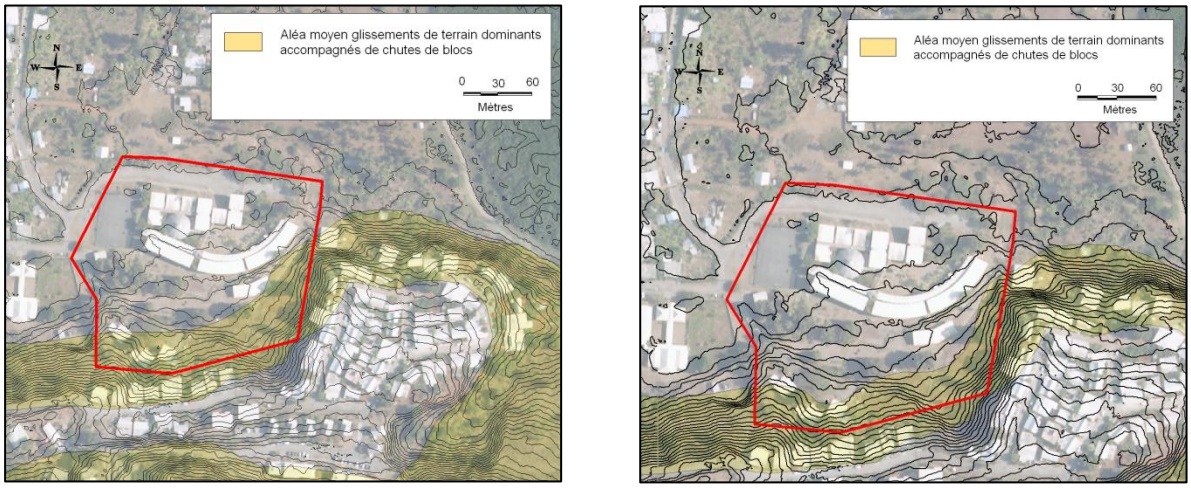

Illustration 4 – A gauche, extrait du zonage de l'aléa mouvements de terrain de l'atlas des aléas de Bandrélé. A droite, zonage de l'aléa mouvements de terrain modifié d'après le présent avis. Fond MNT IGN 2008 – Courbes de niveau 1 m.

3. Précision du zonage de l'aléa inondation

3.1 Données générales

Le zonage de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine établi à l'échelle du 1/10 000 dans le cadre de l'atlas des aléas de la commune de Bandrélé fait état pour la zone d'étude (cf. Illustration 5) :

- d'un aléa fort inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine localisé au niveau des deux ravines identifiées au Sud du secteur d'étude ;
- d'un aléa modéré inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine sur la partie Nord de la zone d'étude.

La bande d'aléa fort de 20 m de large (10 m de part et d'autre de l'axe) correspond à une bande forfaitaire représentant le lit mineur du cours d'eau et les zones de débordement éventuelles.

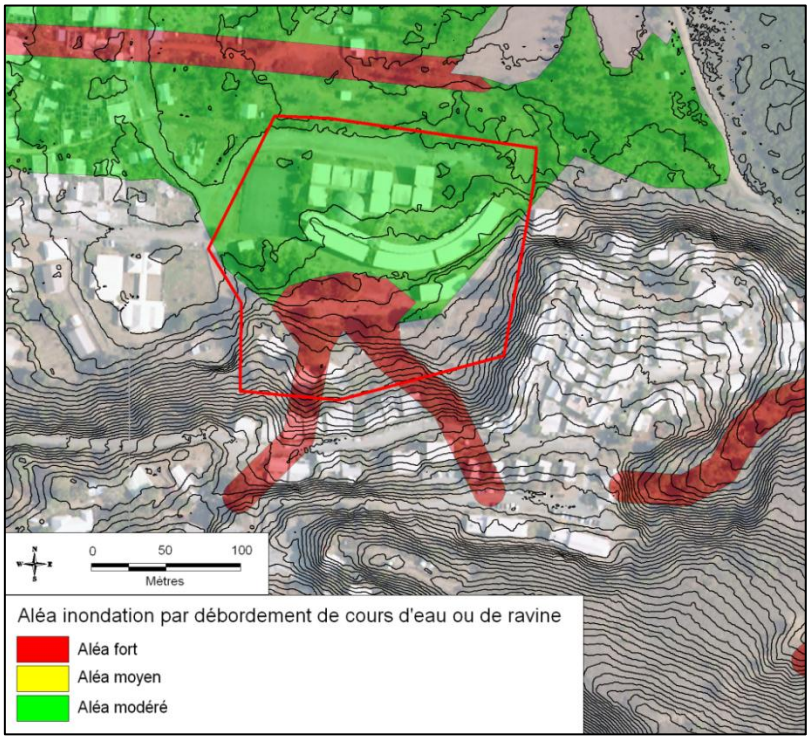

Illustration 5 - Extrait du zonage de l'atlas des aléas inondation sur la commune de Bandrélé. Fond MNT IGN 2008 – Courbes de niveau 1 m.

La méthodologie utilisée lors d'une expertise sur site dans la cartographie de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine correspond à celle employée dans le cadre de l'atlas des aléas. Il s'agit d'une approche naturaliste du type expertise excluant le recours à des modélisations hydrauliques. Les reconnaissances de terrain visent à préciser le positionnement effectif des axes d'écoulement et à déterminer (selon une approche hydrogéomorphologique) les zones d'écoulement et de débordement.

Des indices ont été relevés à différents points du secteur d'étude permettant de préciser l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine. La description d'aval en amont de la zone est établie pour chacun de ces points.

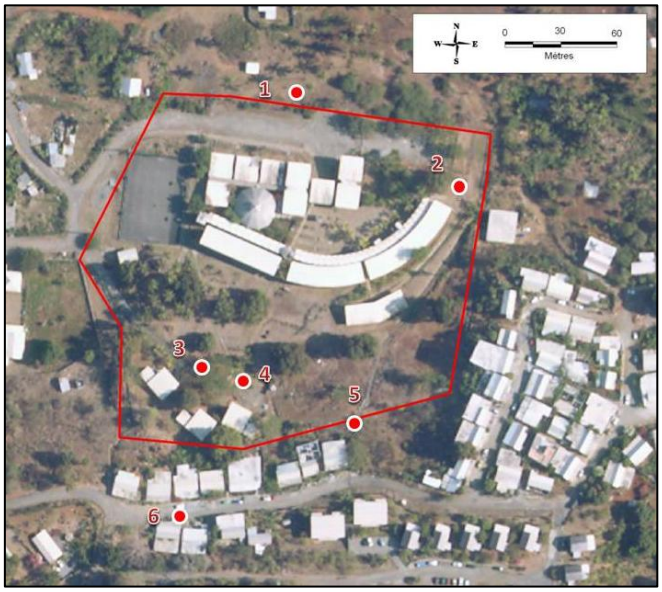

Illustration 6 – Localisation des points clefs du secteur d'étude.

Le premier point (cf. Illustration 7) se situant en aval du projet correspond à un point bas avec notamment la présence d'un ruisseau. Les eaux canalisées provenant du collège sont dirigées dans ce dernier. On observe dans ce secteur (le long de la voie d'accès au collège) une rupture de pente d'environ 2 m de hauteur matérialisant la berge de la plaine alluviale, qui est renforcée, confortée au droit du collège par des enrochements libres (cf. Illustration 7).

Illustration 7 – Point 1 de l'Illustration 6. Secteur aval du projet, zone humide avec un cours d'eau (tiretés bleus) et une stabilisation du talus par enrochement.

3.2 Secteur Est

Le second point (cf. Illustration 8) confirme le risque d'inondation dans le secteur car il s'agit de l'exutoire des eaux canalisées à l'amont provenant du bassin versant du thalweg situé à l'Est dans la zone d'étude.

Les eaux issues de l'amont sont collectées par un caniveau principal qui démarre dans la partie sud du collège (environ 1 m de large et 1 m de profondeur). Un réseau de caniveau complémentaire est matérialisé parallèle au bâtiment du collège. Une jonction de ces différents collecteurs est effectuée dans un caniveau principal au droit du point 2, puis s'arrête au-delà du bâtiment du collège. Les eaux sont ainsi rejetées sans traitement particulier du fond et des berges de l'exutoire, jusqu'à atteindre à l'aval la plaine alluviale.

Des indices d'érosion ont été relevés, principalement à l'exutoire mais aussi à l'amont à la jonction entre la zone d'écoulement naturelle du thalweg à l'amont et le caniveau du collège. Ces traces d'érosion confirment la fréquence des écoulements et l'érodabilité des terrains environnant. L'érosion constatée à l'aval peut à termes en cas de régression remettre en cause la stabilité du collecteur. De plus, le caniveau s'arrête de façon nette, l'eau n'étant plus canalisée elle se répand en partie aval. S'ajoute à cela une mauvaise gestion de l'évacuation des eaux pluviales. Seules deux petites ouvertures (cf. Illustration 9) permettent à l'eau provenant de cette jonction de caniveaux d'être évacuée. Cela entraîne lors de fortes pluies une accumulation de l'eau dans l'extrémité Nord-Est du collège avant, très probablement de déborder par-dessus le muret de soubassement de la clôture du collège (cf. Illustration 9). La hauteur de l'obstacle à cet endroit est toutefois inférieure à 50 cm.

Illustration 8 – Point 2 de l'Illustration 6. Jonction de deux caniveaux avec des indices d'érosion. Le caniveau est encombré de végétaux.

Illustration 9 – Point 2 de l'Illustration 6. Zone aval du projet. Deux ouvertures permettent l'évacuation des eaux pluviales rejetées par les caniveaux (cf. Illustration 8).

Par ailleurs, de nombreux points négatifs ont été relevés au niveau du système de gestion des eaux pluviales dans ce secteur Est (cf. Illustration 10). Tout d'abord, une zone en partie aval présente des dépôts terrigènes avec des éléments centimétriques. Cet atterrissement (a) peut entraîner des débordements puisque la capacité du caniveau est diminuée (risque d'embâcle). Ensuite, il a été observé une obstruction de certains exutoires (b). L'eau ne pouvant pas être évacuée, elle s'accumule en amont créant alors des débordements et une zone inondée. Enfin, de nombreuses sections de caniveaux sont encombrées d'éléments tels que de la terre, des feuilles, de la paille…(c). L'ensemble de ces observations montrent qu'un effort d'entretien du réseau pluvial est à faire et à garantir dans le temps pour assurer une bonne évacuation des eaux et éviter ainsi tout désordre.

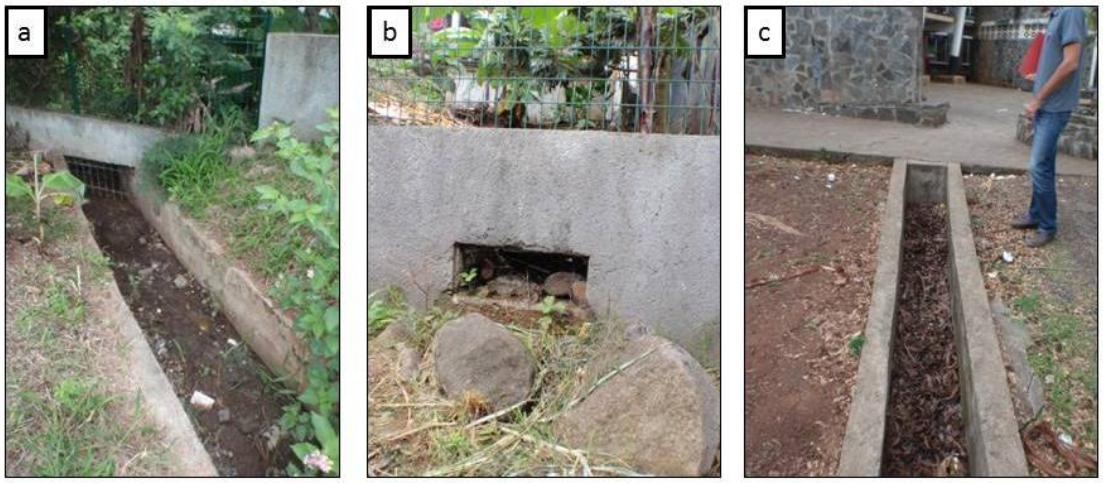

Illustration 10 – Niveau d'atterrissement observé au sein d'un caniveau (a). Exutoire de l'eau pluviale comblé (b) Caniveau rempli de terre et de feuille (c).

Dans la partie amont, au niveau des maisons et au-delà de l'emprise du collège, des discontinuités d'aménagement ont été observées (cf. Illustration 11). Lors d'épisodes pluvieux, l'eau risque de s'écouler de manière anarchique dans ce secteur. Etant donné les fortes pentes l'aléa fort inondation de ce secteur est à maintenir. La réalisation de travaux d'aménagement correctement dimensionnés et surtout entretenus dans le temps, permettrait de limiter le risque d'inondation et ainsi d'autoriser un déclassement du niveau d'aléa.

Illustration 11 – Point 5 de l'Illustration 6. Lacune de jonction entre deux caniveaux.

Etant donné les désordres constatés, le risque inondation (débordement des caniveaux dans la partie Est principalement et/ou eaux venant de l'amont non collectées par le caniveau du fait de l'érosion) reste présent malgré les installations hydrauliques actuelles. Pour ce secteur, la cartographie de l'aléa inondation est maintenue, avec un aléa modéré et moyen.

3.2 Secteur Ouest

En arrière des bâtiments (au Sud), un caniveau longe l'ensemble du bâtiment. Au droit des rejets de gouttières on constate le développement d'une érosion localisé ; ce qui confirme l'érodabilité des terrains du secteur. Une réparation des gouttières assurant un rejet dans le

caniveau éviterait ces désordres (Illustration 12). Cette observation appuie l'importance de gérer les eaux pluviales au sein du collège.

Illustration 12 – Erosion du sol et du caniveau par l'eau provenant de la gouttière.

Pour le secteur à l'arrière du collège (cf. Illustration 13) deux exutoires de caniveaux sont observés. Ces derniers n'ont aucune continuité en aval, cela entraîne donc lors d'épisodes pluvieux la formation d'une zone inondée qui atteint directement l'arrière du bâtiment du collège. Cependant, les pentes faibles de ce secteur et l'ampleur limitée du bassin versant à l'amont ainsi que les aménagements observés permettent de considérer qu'une inondation de faible ampleur est à craindre (hauteurs faibles probablement inférieures à 0.50 m). En effet, l'eau de ruissellement ne prendra pas de vitesse limitant les risques et de plus, des caniveaux à l'arrière et au sein de l'établissement permettent de limiter les débordements et la stagnation des eaux. Néanmoins, il serait indispensable lors du projet d'extension, de mettre en place une prolongation de ces caniveaux afin d'assurer une continuité des écoulements et d'éviter ainsi tout risque d'inondation. Les nouvelles constructions vont entraîner une imperméabilisation du sol qui va accentuer le risque d'inondation dans ce secteur. Les aménagements devront en tenir compte.

Illustration 13 – Point 3 et 4 de l'Illustration 6. Deux exutoires de caniveaux sans continuité en aval. Le premier (a) est obstrué par un horizon de sol, le second (b) affiche un tuyau déconnecté.

Sur la base de nos observations, l'aléa fort inondation à l'arrière du bâtiment principal du collège peut être déclassé en aléa modéré pour la zone plane, de stagnation à l'arrière du collège et en aléa moyen pour les zones d'écoulements entre les points de rejets et la zone plane à l'arrière du collège. Cela permet également de respecter le principe de graduation de l'aléa.

3.2 Secteur amont

La partie en amont du projet, qui se situe dans la partie sommitale du versant possède un caniveau tout le long de la voirie, positionné côté sud. Celui-ci présente un comblement dans sa partie Ouest. Cependant, l'inclinaison de la route et la délimitation du bassin versant réorientent les eaux de ruissellement dans ce même caniveau. La route présente également une bordure longitudinale côté collège ce qui limite tout ruissellement vers les pentes et facilite la collecte des eaux dans le caniveau. Cela induit un risque de débordement vers l'aval limité.

L'aléa fort inondation peut être limité aux seuls thalwegs situés en contrebas de la voirie étant donné la gestion des eaux pluviales constatées. Un effort d'entretien du réseau de caniveau associé aux voiries est cependant à faire et à garantir dans le temps pour éviter tout désordre lors d'épisodes pluvieux intenses.

Illustration 14 – Point 6 de l'Illustration 6. Caniveaux en amont du projet. L'inclinaison de la route permet de concentrer l'ensemble des eaux amont du bassin versant de risques dans les caniveaux.

Conclusion et recommandations

D'après la morphologie du site observée et nos observations il est possible de modifier légèrement le zonage de l'aléa mouvements de terrain (Illustration 4) en pied de versant. De plus, les constructions amènent une stabilisation de ce relief dans la partie Ouest du secteur.

L'aléa fort inondation a été déclassé dans la partie amont du projet puisque des caniveaux assurent la gestion des eaux pluviales efficacement (cf. Illustration 15). Il conviendra toutefois d'assurer leur bon entretien dans le temps pour garantir leur efficacité.

L'aléa fort est conservé au niveau des ravines car aucune installation hydraulique n'a été constatée. L'aléa fort de la ravine Est a été repositionné et cartographié à partir des récentes données topographiques à disposition (MNT). Une portion d'aléa fort a été conservée à proximité de cette ravine étant donné la défaillance des aménagements constatée et les fortes pentes du secteur.

Une largeur de 10 m a été appliquée pour l'ensemble de ces aléas inondation au lieu des 20 m initiaux, afin de tenir compte de petite taille des bassins versants et des observations de terrain ne montrant pas de signes d'inondation sur de telles distances.

Dans la zone de replat, l'aléa fort est déclassé en aléa moyen puis modéré inondation. Malgré que l'eau ne soit pas contrôlée (absence de caniveaux), les faibles pentes (inférieures à 5°) limitent les risques liés à l'inondation. Dans la partie Nord-Est du projet, l'aléa modéré a été adapté vis-à-vis de nos observations et des zones en aléa moyen ont été créés (exutoire et jonction entre thalweg et caniveau à l'arrière du collège).

Nous rappelons que le système gérant l'évacuation des eaux pluviales doit impérativement être entretenu (contrôler la présence de matériaux et/ou déchets dans les collecteurs et les enlever le cas échéant). L'état actuel des caniveaux ne permet pas de répondre correctement aux besoins du site et engendre un risque potentiel d'embâcle et de débordement.

En outre, le projet d'extension du collège va entraîner l'imperméabilisation du sol avec par conséquent un ruissellement plus important. Dans le cadre du projet il conviendra :

- D'évaluer les capacités hydrauliques du réseau de collecte des eaux pluviales du site avec l'ajout de nouvelles surfaces imperméabilisées ;
- De prévoir une connexion du réseau au droit de la zone de replat. Cela permettrait d'éliminer le risque inondation en partie aval du collège.

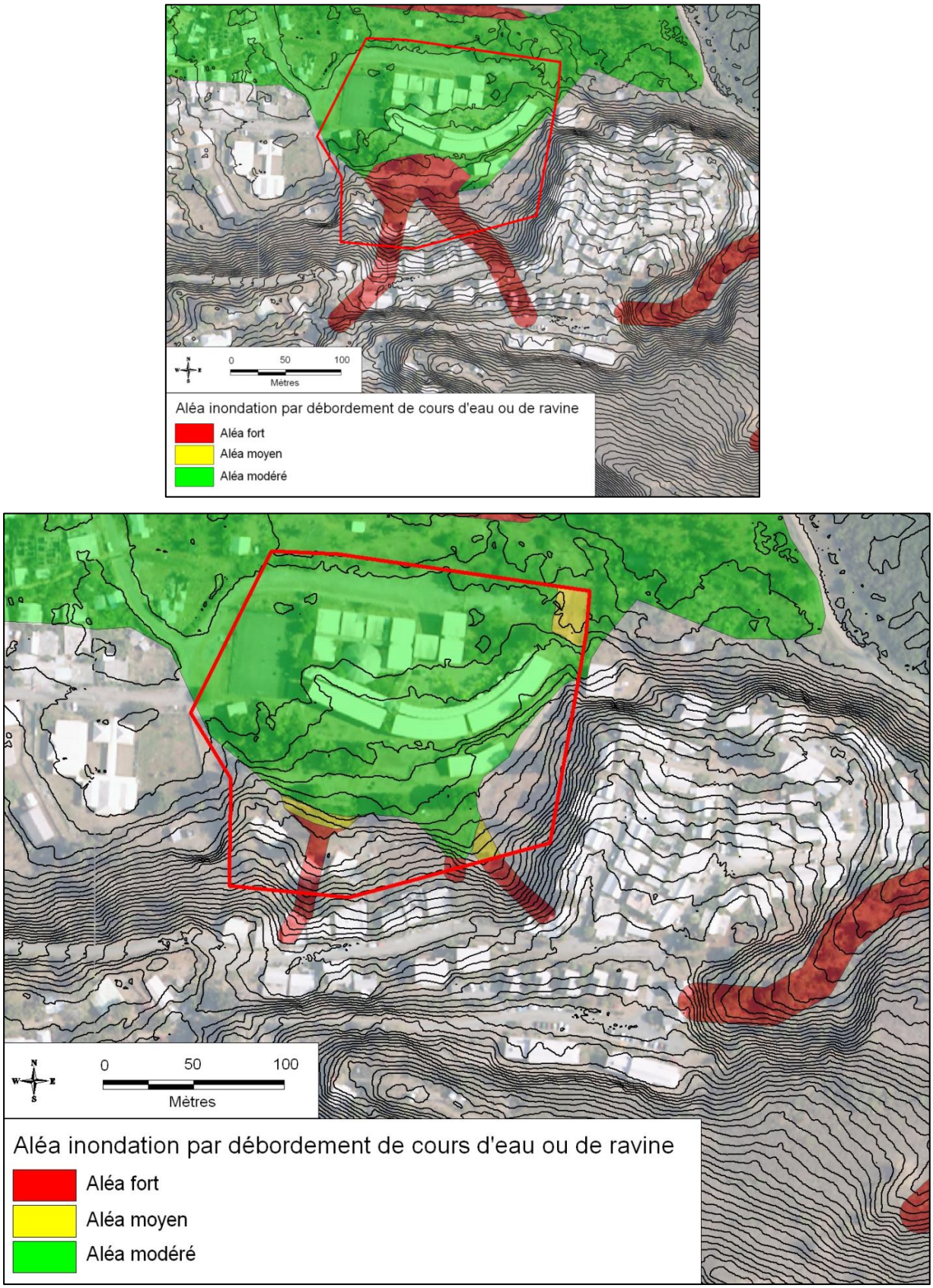

Illustration 15 – En haut, extrait du zonage de l'atlas des aléas inondation sur la commune de Bandrélé. En bas, zonage de l'aléa inondation modifié d'après le présent avis. Fond MNT IGN 2008 – Courbes de niveau 1 m.

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

Service Géologique Régional de Mayotte
9, centre Amatoula, Z.I. de Kawéni
BP 363
97600 – Mamoudzou – France
Tél. : 02 69 61 28 13