



Document public

Rapport d'expertise :

Avis sur le dimensionnement d'ouvrages hydrauliques au droit du collège de Bandrélé

BRGM/RP-61292-FR

Juin, 2012

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations

Appuis à la police de l'eau

Date de réalisation de l'expertise : juin 2012

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

Auteurs BRGM : D. Tardy, V. Bourgeois

Demandeur : DEAL de Mayotte

1.89 3740.46 -625.5



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 : 29/06/2012
Vérificateur : Nom : M. Fontaine Date : 28/06/2012

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

Mots clés : expertise – appuis aux administrations – aléa – inondation – dimensionnement – Bandré – Mayotte

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

D. Tardy, V. Bourgeois (2012) – Avis sur le dimensionnement d'ouvrages hydrauliques au droit du collège de Bandré, Rapport final. Rapport BRGM/RP-61292-FR. 14 p., 5 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 : 20 juin 2012

Demandeur : DEAL de Mayotte

Nature de l'expertise : expertise du dimensionnement d'ouvrages hydrauliques

Situation du sujet : Bandré (Mayotte)

Nature de l'intervention du BRGM : une visite de terrain a été effectuée en date du 03/02/2012 en présence de A. Rey (BRGM de La Réunion) et D. Tardy (BRGM de Mayotte) donnant lieu au rapport d'expertise BRGM/RP-61205-FR. La présente expertise repose sur l'analyse du rapport 20112609-HYD d'ETG concernant un dimensionnement d'ouvrages hydrauliques au droit du collège.

Faits constatés / dossier examiné :

Le collège de Bandré a fait l'objet d'une expertise BRGM en février 2012 (rapport BRGM/RP-61205-FR) pour une précision du zonage de l'aléa mouvements de terrain et inondation. La cartographie de ces deux aléas a été modifiée selon les observations issues de la visite de terrain en date du 03/02/2012 et l'analyse du MNT. Il était noté en page 10 de ce rapport que « 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. »

Des aménagements hydrauliques sont en cours de construction au droit du collège. La DEAL sollicite le BRGM pour un avis concernant le dimensionnement de ces ouvrages et pour repréciser l'aléa inondation en tenant compte de ceux-ci.

Diagnostic du BRGM :

Le bureau d'étude chargé de la maîtrise d'œuvre a dimensionné les réseaux d'évacuation des eaux pluviales pour une pluie d'occurrence centennale, comme défini dans la méthodologie PPR (Plan de Prévention des Risques). La méthodologie utilisée pour le dimensionnement repose sur l'étude de 2008, BRGM/RP-56881-FR, spécifique au contexte mahorais.

Les travaux d'aménagements n'étant pas finalisés, le zonage de l'aléa inondation ne peut être modifié dans ce présent avis.

Toutefois, dans la situation après-projet, **un aléa faible inondation par débordements de cours d'eau ou ravines sera dans tous les cas maintenu au droit des ouvrages hydrauliques** afin de prendre en compte les débordements des aménagements dans l'éventualité d'une mauvaise gestion de leur entretien ou d'une arrivée importante de matériaux (débris végétaux par exemple) pouvant les combler. De plus, en raison des fortes pentes observées, un aléa fort inondation sera maintenu pour la partie amont des ravines. Une zone tampon de 5 m de part et d'autre de l'axe d'écoulement sera à appliquer comme défini dans la méthodologie PPR.

Par conséquent, le secteur Sud-Est qui fait l'objet du projet de construction devra suivre le règlement des PPR, ou a minima les directives de la DEAL dans l'attente de la validation par les services de l'Etat du règlement PPR, qui indique que les bâtiments de classe III (établissements

scolaires) doivent avoir une cote plancher au minimum de +0,70 m par rapport à la cote au sol en zone d'aléa faible inondation.

Recommandations du BRGM :

Le BRGM recommande dans le cadre de ce projet :

- De suivre le règlement établi dans le cadre des PPR ;
- D'assurer un entretien régulier des ouvrages hydrauliques afin de limiter tout risque de débordement ;
- De mettre en place des canalisations en marches d'escalier pour les secteurs présentant de fortes pentes afin de limiter la vitesse des eaux drainées ;
- De veiller à ce que les eaux de la ravine Ouest n'atteignent pas les canalisations prévues pour la ravine Est, ce qui entrainerait des débordements liés à l'augmentation du volume d'eau.

Sommaire

1. Contexte de l'étude	6
2. Situation du site	6
2.1. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE	7
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	7
2.3. CARTOGRAPHIE DES ALEAS	8
3. Ouvrages hydrauliques.....	9
3.1. OUVRAGES AVANT-PROJET	9
3.2. OUVRAGES APRES-PROJET	9
4. Conclusion et recommandations	13

1. Contexte de l'étude

La DEAL a sollicité le BRGM afin de vérifier le bon dimensionnement d'ouvrages hydrauliques prévus dans le cadre de la construction de l'extension du collège de Bandrélé. Il est à signaler que la mise en œuvre des travaux d'aménagement a déjà débuté.

Ce projet a fait l'objet d'un premier avis en février 2012 (rapport d'expertise BRGM/RP-61205-FR) concernant une précision de l'aléa mouvements de terrain et inondation. Dans le cadre de cette première expertise, une visite de terrain a été effectuée en date du 03 février 2012 en présence de A. Rey (BRGM de La Réunion) et D. Tardy (BRGM de Mayotte).

Le bureau d'étude ETG, en charge du dimensionnement des futurs ouvrages hydrauliques au droit du collège, a transmis au BRGM le rapport d'étude hydraulique 201120609-HYD datant du 20 juin 2012. Les tables MapINFO de la localisation des ouvrages en cours de construction ont été également fournies au BRGM.

2. Situation du site

Le site est localisé dans la partie centrale de la commune de Bandrélé (cf. Illustration 1), au sein du collège de Bandrélé. L'extension du collège est prévue pour le secteur Sud-Est.

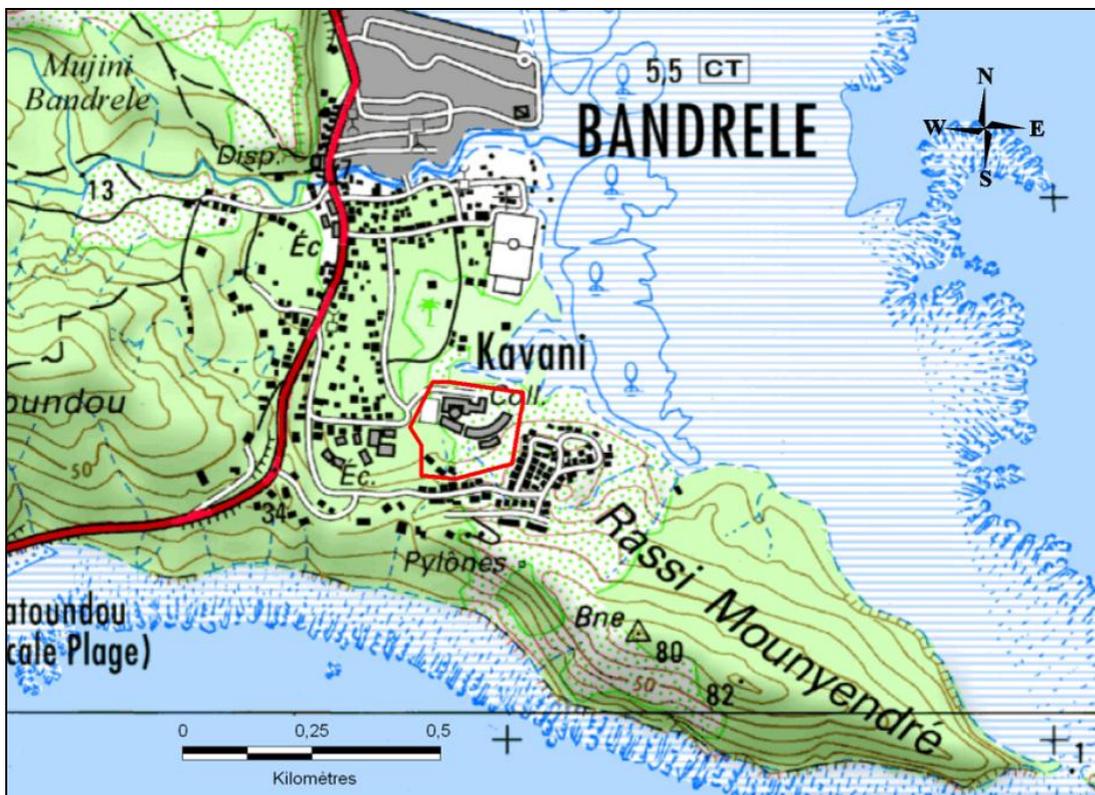


Illustration 1 – Localisation de la zone d'étude. Extrait du Scan 25 de l'IGN.

2.1. CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

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 et voirie) dont l'altitude maximale atteint 64 m NGM.

Le collège de Bandré 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.

2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La géologie en pied de versant du secteur Sud présente des blocs épars de taille centimétrique à décimétrique 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 stades 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 stades d'altération. Photos BRGM

2.3. CARTOGRAPHIE DES ALEAS

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'expertise BRGM/RP-61205-FR (cf. Figure 1) fait état :

- d'un aléa fort inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine localisé au niveau des trois ravines identifiées au Sud du secteur d'étude ;
- d'un aléa moyen inondation établissant une transition entre les aléas fort des ravines et l'aléa faible de la zone basse ;
- d'un aléa faible inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine sur la partie Nord de la zone d'étude.

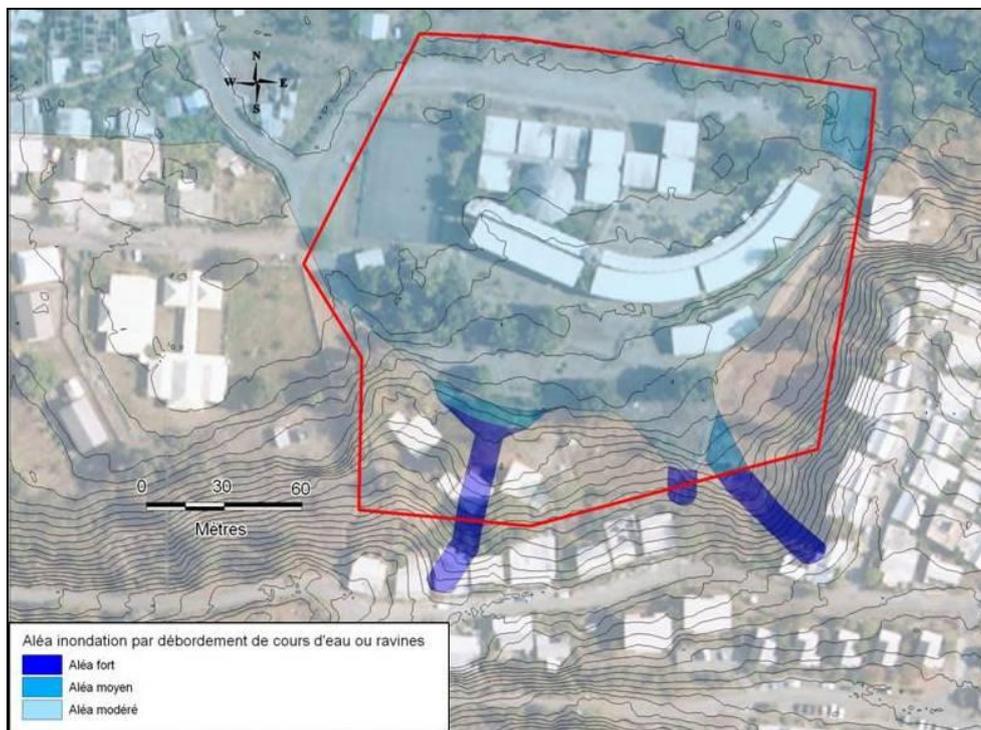


Figure 1 - Zonage de l'aléa inondation modifié d'après l'expertise BRGM/RP-61205-FR. Fond MNT IGN 2008 – Courbes de niveau 1 m.

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.

3. Ouvrages hydrauliques

3.1. OUVRAGES AVANT-PROJET

Des lacunes d'entretien des ouvrages hydrauliques (cf. Figure 2), le jour de la visite de terrain du 03/02/2012, avaient été relevées :

- Niveau d'atterrissement ;
- Obstruction d'exutoires par des blocs centimétriques ;
- Comblement de certaines portions des caniveaux par des végétaux.



Figure 2 - Niveau d'atterrissement observé au sein d'un caniveau (a). Exutoire de l'eau pluviale comblé (b) Caniveau rempli de terre et de feuilles (c).

Il est rappelé qu'il est indispensable d'effectuer un entretien régulier des ouvrages hydrauliques, particulièrement avant et pendant la saison des pluies, afin d'assurer une capacité maximale de ces derniers.

3.2. OUVRAGES APRES-PROJET

- Analyse de l'étude hydraulique

Les ouvrages hydrauliques prévus dans l'étude ETG 20112609-HYD pour l'extension du collège sont localisés dans le périmètre Sud-Est de l'établissement. Ils ont été dimensionnés pour un événement d'occurrence centennal (comme prescrit selon les PPR et la note BRGM/RP-61205-FR) en utilisant la méthodologie développée par le BRGM en 2008 (BRGM/RP-56881-FR), spécifique au contexte mahorais.

Une vérification de la méthodologie employée dans l'étude 20112609-HYD et des calculs a été établie par le BRGM.

Le bassin versant en amont des ouvrages (cf. Figure 3) a été délimité par ETG à partir du MNT et en prenant compte le réseau d'évacuation d'eaux pluviales existant ainsi que les aménagements VRD.

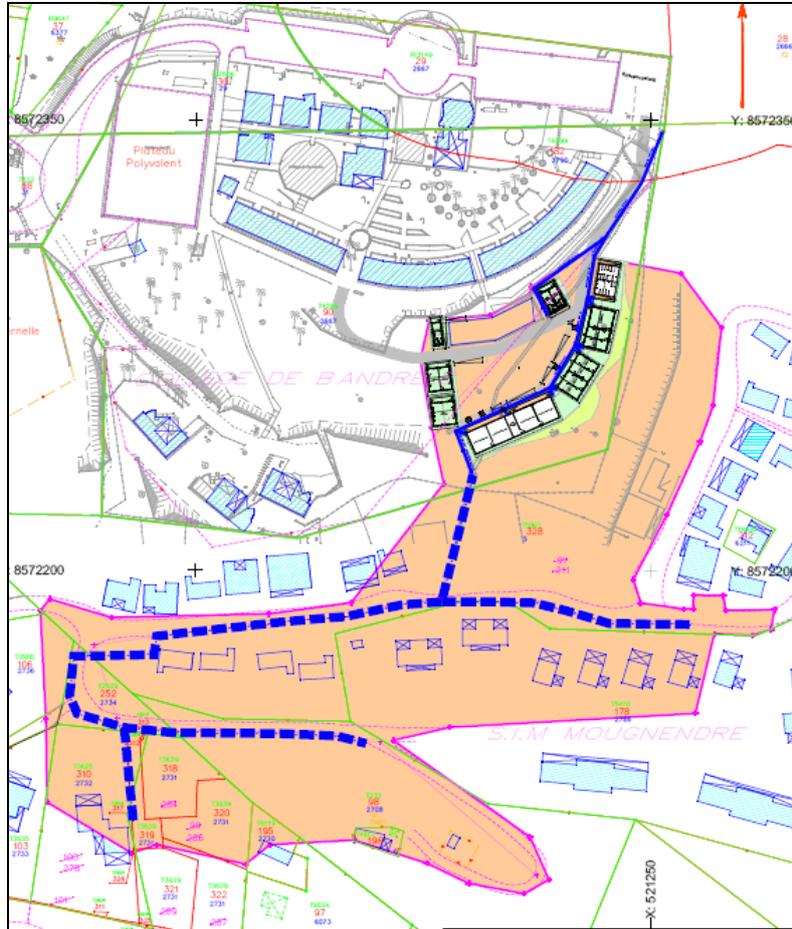


Figure 3 - Délimitation du bassin versant en amont du projet avec localisation des ouvrages hydrauliques existants (pointillés bleus) et en projet (trait bleu). Document ETG

La méthode rationnelle a été employée par ETG pour calculer le débit centennal au droit du projet. Cette méthode s'applique en hydraulique urbaine et pour des cours d'eau naturels avec des bassins versants de petite superficie, le bassin versant ayant une superficie de 2,398 ha. Ces critères entrent dans la typologie du bassin versant étudié.

Le débit centennal obtenu est de $1,48 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en considérant que le secteur d'étude se situe en zone 1 (zone définie dans l'étude BRGM/RP-56881-FR). Un ouvrage de type canalisation proposé dans l'étude a ainsi pu être dimensionné, où ETG a considéré une pente de 1 % pour les ouvrages. Le diamètre minimal de l'ouvrage est de 0,79 m pour un débit de $1,48 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. ETG a arrondi ce diamètre à 0,8 m, dimensionnant ainsi l'ouvrage pour un débit centennal de $1,55 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Cependant, le coefficient de rugosité ($K = 90$) utilisé dans la formule de Manning-Strickler semble peu adapté aux ouvrages mis en place à Mayotte. Il serait judicieux de dimensionner l'ouvrage avec un coefficient de 70 permettant d'adopter une marge de sécurité (mauvaise qualité du béton, prise en compte des charriages et dépôts éventuels), ce qui donne un diamètre de 0,87 m. Dans la même optique, il est souligné que la mise en place de canalisations enterrées ne permet pas une bonne observation de son état d'entretien et serait en outre déconseillée.

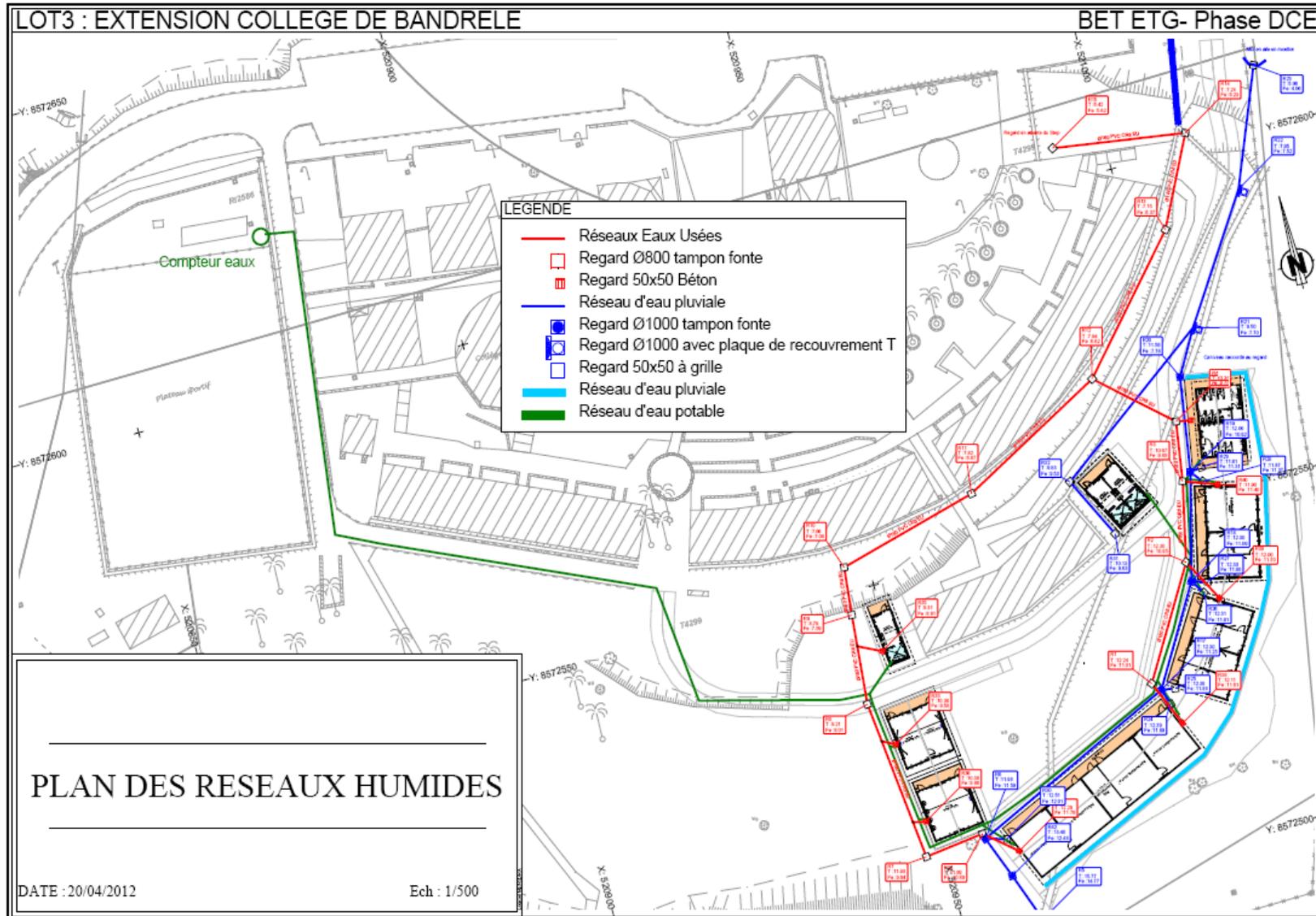


Figure 4 - Localisation des ouvrages hydrauliques prévus pour l'extension du collège de Bandré. Extrait du rapport de ETG 2011 2609-HYD

➤ **Appréciation du zonage des aléas en situation après-projet**

Un premier avis peut être donné sur les précisions qui pourraient être apportées au niveau de la cartographie de l'aléa inondation. Toutefois, les modifications ne seront valables qu'après nouvelle expertise du BRGM, une fois les aménagements mis en place.

Les aménagements prévus pour la ravine Est sont correctement dimensionnés pour recevoir un débit centennal. Cependant, ils ne permettent pas de lever l'aléa inondation au droit du collège (cf. Figure 5). En effet, le contexte mahorais ne permet pas d'assurer une capacité maximale résiduelle des ouvrages. Un risque fort d'obstruction des caniveaux est à envisager, entraînant un risque de débordement. Par ailleurs, le BRGM rappelle le manque d'entretien évident des ouvrages hydrauliques existants au droit du collège constaté le jour de la visite de terrain du 03 février 2012 (cf. Figure 2).

En revanche, aucun aménagement supplémentaire et correctement dimensionné pour un débit centennal n'est pour le moment programmé ou n'existe concernant la ravine Ouest. Lors d'un événement pluvial, l'eau va avoir tendance à s'accumuler au sein du collège. L'aléa faible inondation au niveau de zone basse sera par conséquent conservé malgré les aménagements concernant la ravine Est. Le zonage des aléas pour ce secteur central pourrait être éventuellement levé sous réserve d'aménager la ravine Ouest et Est pour des événements d'occurrence centennale, en s'assurant qu'aucune autre arrivée d'eau n'existe. En revanche, un aléa faible inondation sera dans tous les cas maintenu au droit des aménagements hydrauliques avec une zone tampon de 5 m de part et d'autre de l'axe d'écoulement. Il faudra également veiller à ce que les eaux de la ravine Ouest ne puissent pas être redirigées vers les ouvrages hydrauliques en projet sur la ravine Est.

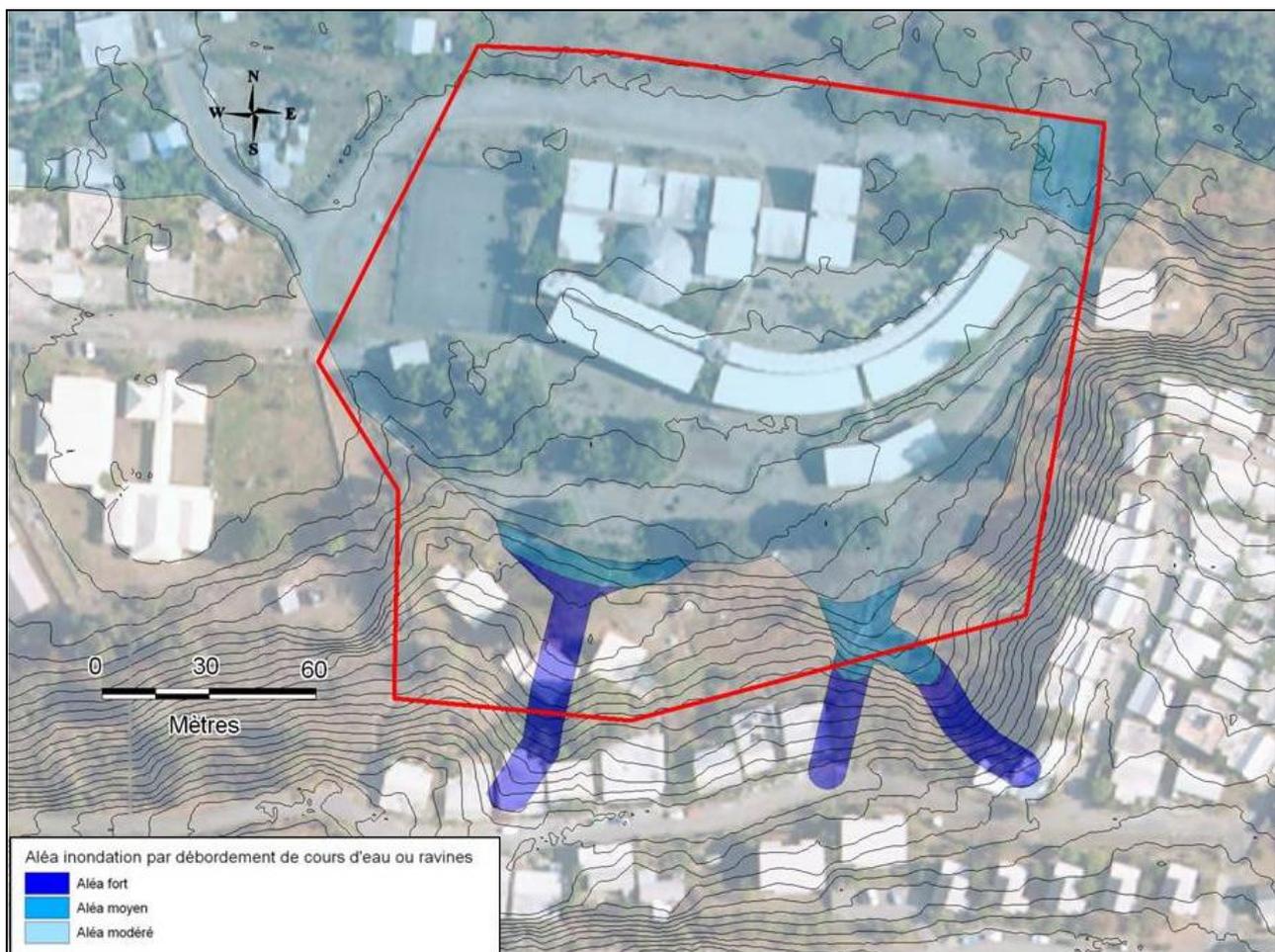


Figure 5 - Précision des aléas en situation après-projet. Zonage prévisionnel. Fond orthophotos IGN. Courbes de niveau 1 m

Un aléa fort inondation sera également maintenu dans tous les cas dans les parties amont des axes d'écoulement en raison des fortes pentes observées conférant de vitesses importantes aux eaux canalisées. De ce fait, il est conseillé de mettre en place un système de canalisation en marches d'escalier dans les parties amont afin de limiter ces vitesses. Egalement, l'aléa moyen inondation établissant une transition entre l'aléa fort et faible, serait précisé en vue de tenir compte de l'impact des aménagements sur les vitesses d'écoulement. En effet, l'eau en étant canalisée prendra de la vitesse puisqu'il n'y aura pas d'obstacle à l'écoulement.

4. Conclusion et recommandations

Le diagnostic effectué par le BRGM concernant l'étude hydraulique d'ETG au droit du collège de Bandré confirme le bon dimensionnement des ouvrages pour un débit centennal. En revanche, un aléa faible inondation sera a minima conservé au droit des canalisations afin de considérer les débordements pouvant se produire lors d'évènements pluviaux. En effet, le contexte de Mayotte, caractérisé par une saison des pluies avec une pluviométrie de forte intensité, peut générer une mobilisation de matériaux (débris végétaux, apports terrigènes...) conséquente pouvant obstruer les caniveaux et par conséquent ne pas assurer une capacité maximale des ouvrages. Par ailleurs, les fortes pentes observées dans la partie amont des axes de ruissellement confèrent aux eaux des vitesses importantes. De ce fait, un aléa fort inondation sera maintenu pour ces secteurs. Il est conseillé de mettre en œuvre un système de canalisations en marches d'escalier afin de limiter la vitesse des écoulements.

L'aléa faible inondation au niveau des bâtiments du collège pourra être précisé sous réserve d'aménager la ravine Ouest pour recevoir des débits centennaux. Cependant, comme explicité précédemment, un aléa faible sera maintenu au droit des ouvrages. Par ailleurs, il faudra veiller à ce que les eaux de la ravine Ouest ne puissent atteindre les ouvrages en projet de la ravine Est puisque ces derniers n'ont pas été dimensionnés pour gérer les apports générés par le bassin-versant de la ravine Ouest.

Le BRGM recommande un entretien régulier des canalisations pour les ouvrages existants et les ouvrages en projet.

Ces observations impliquent donc que l'extension du collège en projet ne pourra être construite directement sur le terrain naturel, mais à une hauteur minimale donnée du sol (selon le règlement PPR ou les directives de la DEAL).

Une précision de la cartographie des aléas pourra être établie par le BRGM lorsque les travaux d'aménagements hydrauliques seront achevés.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique Direction Territoriale de Mayotte
3, avenue Claude-Guillemain 9 centre Amatoula, BP 363
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France 97600 – Mamoudzou - Mayotte
Tel. 02 38 64 34 34 Tél. : 02 69 61 28 13