



Document public

Rapport d'expertise :

Expertise d'une étude hydraulique sur la rivière Doujani sur la commune de Mamoudzou et de la cartographie inondation associée

BRGM/RP-62344-FR

Avril, 2013

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations

Appuis à la police de l'eau

Date de réalisation de l'expertise : avril 2013

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Doujani sur la commune de Mamoudzou (Mayotte)

Auteurs BRGM : D. Tardy

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 : 16/05/2013
Vérificateur : Nom : S. Stollsteiner		Date : 03/05/2013

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

Mots clés : expertise – aléa – inondation – hydraulique – modélisation – Doujani – Mamoudzou – Mayotte

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

D. Tardy (2013) – Expertise d'une étude hydraulique sur la rivière Doujani sur la commune de Mamoudzou et de la cartographie inondation associée, Rapport final. Rapport BRGM/RP-62344-FR. 22 p., 16 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 : 19 mars 2013

Demandeur : DEAL de Mayotte

Nature de l'expertise : expertise d'une étude hydraulique réalisée par ETG et de la cartographie de l'aléa inondation associée

Situation du sujet : Doujani sur la commune de Mamoudzou (Mayotte) – Rivière Doujani

Nature de l'intervention du BRGM : Rédaction d'un rapport d'expertise. Visite de terrain le 23 avril 2013 par D. Tardy (BRGM de Mayotte) et le 24 avril par D. Tardy avec M. Chamsdine, Agent chef du collège de Doujani.

Faits constatés :

La DEAL a sollicité le BRGM afin d'expertiser une étude hydraulique réalisée par le bureau d'étude ETG ainsi que la cartographie de l'aléa inondation proposée. Cette étude a été réalisée sur la commune de Mamoudzou, dans le village de Doujani dans le cadre de l'extension de la partie Est du collège de Doujani.

Diagnostic du BRGM :

Les Q10 et Q100 pour la Mro Oua Doujani ont été calculés en pondérant la pluviométrie de chaque zone (Région 1, Région 2 et Convalescence) en fonction de leur superficie relative tel que recommandé dans l'étude Massakini.

Les valeurs de Q10 et Q100 estimées par ETG pour la Mro Oua Doujani ont été vérifiées et sont validées par le BRGM.

Toutefois, au niveau de l'enceinte du collège et au niveau de la zone urbaine que compose el village de Doujani l'application de la méthode Caquot est recommandée. En effet, en contexte urbain il est nécessaire d'appliquer cette méthodologie qui permet une approche plus sécuritaire, et qui également permet de tenir compte, dans une certaine mesure, des impacts des aménagements en considérant un temps de concentration plus court que par la méthode rationnelle.

Cette étude hydraulique a permis de mettre en avant des points importants sur le fonctionnement du bassin versant de la Doujani tels que :

- Un mauvais entretien des ouvrages hydrauliques a été constaté qui participent nettement aux débordements identifiés au niveau du collège et le long de la voirie ;
- L'étude a permis d'indiquer les réseaux sous-dimensionnés pour des évènements centennaux ;
- D'après leurs résultats de modélisation, les débordements au niveau de l'établissement scolaire seraient produits par les bassins versants en amont du site, **la rivière Doujani n'impacterait pas le collège.**

Au vu des observations développées dans ce rapport d'expertise, la cartographie de l'aléa inondation par débordements de cours ou ravines et par ruissellement urbain a été modifiée selon ces principaux points :

- Modification de l'aléa fort inondation au droit de la Doujani : les résultats de la modélisation ont été considérés en appliquant une zone tampon (la largeur variant en fonction de la topographie) afin de tenir compte de l'érosion de berge.

- Déclassement de l'aléa moyen inondation au niveau de la Doujani pour le secteur du collège : l'étude hydraulique indique que pour un événement centennal, aucun débordement n'est à prévoir.
- **Modification de l'aléa faible inondation par débordement de cours d'eau ou ravines au droit de l'établissement en aléa moyen ruissellement urbain** au vu des désordres observés (ouvrages hydrauliques partiellement bouchés, dépôts terrigènes liés à du ruissellement) et des informations transmises par l'agent chef du collège. **Les eaux pluviales auraient tendance à s'accumuler et à stagner dans l'enceinte du collège**, le réseau hydraulique existant ne permettant pas une bonne gestion de l'évacuation de ces eaux (sous-dimensionnement des ouvrages et comblement des buses servant d'exutoire).
- **Déclassement de la partie Nord Est du collège en aléa nul : la modélisation n'indique pas de débordement, ce secteur n'a pas été indiqué comme à problèmes d'inondation selon les agents du collège et les ouvrages hydrauliques sont dimensionnés pour un événement centennal.**
- Application d'un aléa fort ruissellement urbain au niveau de la voirie et au niveau des ouvrages hydrauliques présents dans l'enceinte du collège : la voirie et les caniveaux constituent des exutoires des eaux issues des bassins versant en amont du collège.

Au vu des résultats de cette étude et des observations de terrain, le BRGM recommande de réaliser de nouveaux modèles à partir de la méthode de Caquot qui permettrait de lever le doute sur les zones potentiellement inondables.

Recommandations du BRGM :

Le BRGM recommande :

- De réaliser un entretien efficace et régulier des ouvrages hydrauliques. Il est indispensable d'assurer leur capacité maximale.
- De limiter l'érosion des sols et des berges de la Doujani en maintenant en particulier une végétation dense.

Sommaire

1. Contexte de l'étude	7
2. Situation de l'étude	7
2.1. LOCALISATION.....	7
2.2. DONNEES DISPONIBLES	7
3. Caractéristiques de la zone d'étude	8
3.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
3.2. CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE.....	8
3.3. CARTOGRAPHIE DES ALEAS	10
4. Observations de terrain	10
4.1. LA MRO OUA DOUJANI.....	10
4.2. AU NIVEAU DU COLLEGE	11
4.3. OUVRAGES HYDRAULIQUES	13
5. Etude hydraulique	15
5.1. DETERMINATION DES DEBITS DE CRUE	15
5.2. PROPOSITION D'UNE NOUVELLE CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION.....	16
6. Précision de la cartographie de l'aléa inondation.....	17
7. Conclusion et recommandations.....	18

Tables de figures

<i>Figure 1 - Localisation de la zone d'étude et des points d'observation. Extrait du Scan 25 de l'IGN.</i>	7
<i>Figure 2 – A gauche, alluvions fines stratifiées. A droite, affleurement rocheux. Photographies prises au niveau du point A de la Figure 1.</i>	8
<i>Figure 3 – Caractéristiques du bassin versant de la Mro Oua Doujani.</i>	8
<i>Figure 4 – Photographies de la Doujani depuis le point A, localisé à la Figure 1. A gauche, en amont du point A et à droite, en aval du point A.</i>	9
<i>Figure 5 – Photographies de la rivière Doujani aux points B et C de la Figure 1.</i>	9
<i>Figure 6 - Cartographie de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ou ravines extraite de l'atlas des aléas de la commune de Mamoudzou. Fond Scan25 IGN. Courbes de niveau espacées de 1 m.</i>	10
<i>Figure 7 - Traces d'érosion au niveau du point A de la Figure 1.</i>	11
<i>Figure 8 – Localisation des zones inondées au sein du collège d'après l'agent chef du collège de Doujani.</i>	11
<i>Figure 9 – A gauche, le caniveau présente un angle important amenant l'eau à être en partie éjectée du caniveau (point 1 de la Figure 8). A droite, zone de dépôt identifiée sur le terrain (point 2 de la Figure 8). ..</i>	12
<i>Figure 10 – A gauche, trace d'un ancien niveau d'eau au droit d'un bâtiment du collège (point 3 de la Figure 8). A droite, zone de dépôts et accumulation de matière au sein du caniveau (point 4 de la Figure 8).</i>	12
<i>Figure 11 - Axe de ravinement identifié sur le terrain et tracé de cet axe de ruissellement à partir des courbes de niveau extraites du MNT (point 5 de la Figure 8). Equidistance 1 m. Fond orthophotos de l'IGN 2011.</i>	13
<i>Figure 12 – Ancien pont à gauche. Eléments du pont emportés par la Doujani à droite. Localisation au point A de la Figure 1.</i>	14
<i>Figure 13 – Vue sur une buse enterrée permettant le transfert des eaux pluviales du collège vers la Doujani. De nombreux éléments sont identifiés au niveau de l'ouvrage diminuant sa capacité hydraulique.</i>	14
<i>Figure 14 - Cartographie des 3 zones définies dans l'étude Massakini (BRGM/RP-56881-FR) permettant de déterminer les valeurs fréquentielles des pluies journalières à appliquer.</i>	15
<i>Figure 15 – Cartographie de la zone du collège d'après ETG.</i>	16
<i>Figure 16 – Cartographie de l'aléa inondation d'après la présente expertise. Fond orthophotos de l'IGN. Courbes de niveau équidistantes de 1 m.</i>	18

1. Contexte de l'étude

La DEAL a sollicité le BRGM afin d'expertiser une étude hydraulique réalisée par le bureau d'étude ETG ainsi que la cartographie de l'aléa inondation proposée. Cette étude a été réalisée sur la commune de Mamoudzou, dans le village de Doujani dans le cadre de l'extension de la partie Est du collège de Doujani.

Ce site a déjà fait l'objet d'une expertise du BRGM en 2012, mais concernant la précision de la cartographie de l'aléa mouvements de terrain (BRGM/RP-61200-FR).

La cartographie de l'aléa inondation pour la zone d'étude est celle issue du Plan de Prévention des Risques naturels de la commune de Mamoudzou.

2. Situation de l'étude

2.1. LOCALISATION

Le site est localisé dans la commune de Mamoudzou à l'Ouest du village de Doujani (cf. Figure 1). Le collège se situe en rive gauche de la rivière la Doujani.

La cartographie des aléas appliquée pour le village de Doujani est celle issue du PPR de la commune de Mamoudzou.



Figure 1 - Localisation de la zone d'étude et des points d'observation. Extrait du Scan 25 de l'IGN.

2.2. DONNEES DISPONIBLES

- Aménagement de deux ouvrages de franchissement sur la rivière Mro Oua Doujani. Dossier autorisation loi sur l'eau. 06-AA-02B Décembre 2006. A.M.E SARL
- D. Tardy (2012) – Précision sur le zonage de l'aléa mouvements de terrain et inondation pour un projet d'extension du collège de Doujani. BRGM/RP-61200-FR.
- Extension du collège de Doujani – Etude hydraulique – Phase n°1 – 20122617-Hydrau. Avril 2013. ETG

3. Caractéristiques de la zone d'étude

3.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE

Les berges de la Doujani se composent d'alluvions fines (cf. Figure 2). Elles présentent une stratification subhorizontale dont les lits comportent des éléments arrondis plus ou moins grossiers atteignant une taille centimétrique au maximum et compris dans une matrice limoneuse.

La Doujani présente localement dans son lit mineur des blocs arrondis de taille décimétrique à métrique (cf. Figure 4).

La Doujani s'écoule sur des isaltérites de laves basiques et intermédiaires dont un affleurement a été identifié au niveau du point A (cf. Figure 2).



Figure 2 – A gauche, alluvions fines stratifiées. A droite, affleurement rocheux. Photographies prises au niveau du point A de la Figure 1.

3.2. CONTEXTE HYDROMORPHOLOGIQUE

La Doujani est une rivière pérenne qui prend naissance dans le massif de Chaouéni qui culmine à 281 m et qui s'inscrit dans l'ensemble du Mlima Mtsapéré. Les caractéristiques de son bassin versant sont présentées dans le tableau suivant :

Aire (ha)	220
Altitude min (m)	0
Altitude max (m)	497
Longueur du talweg	4340
Pente moyenne du talweg (m/m)	0,11

Figure 3 – Caractéristiques du bassin versant de la Mro Oua Doujani.

Dans le cadre des atlas des aléas de la commune de Mamoudzou¹, les débits de crues décennal et centennal ont été estimés pour le bassin versant de la Mro Oua Doujani en plaçant l'exutoire au front de mer :

$$Q_{10} = 31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = 70 \text{ m}^3/\text{s}$$

La Doujani présente différents profils. En amont du point A, le lit est relativement resserré en comparaison avec la zone en aval du point A où le lit est plus évasé. Les berges de la Doujani ont une hauteur moyenne estimée à 10 m au niveau du collège et dans les 5 m en amont.



Figure 4 – Photographies de la Doujani depuis le point A, localisé à la Figure 1. A gauche, en amont du point A et à droite, en aval du point A.



Figure 5 – Photographies de la rivière Doujani aux points B et C de la Figure 1.

¹ Audru J-C., Bitri A., Desprats J-F., Mathon C., Maurillon N., Nédellec J-L., Jossot O., Rançon J-P., Sabourault P., Sedan O., Terrier-Sedan M. et Zornette N., avec la collaboration de Stollsteiner P., Guillobez S., Daniel P. et B. Haie (2004) - Atlas des aléas naturels à Mayotte, Communes de Mamoudzou, Koungou, Dzaoudzi et Pamandzi. Rapport BRGM/RP-53037-FR, 135 p., 65 figures ou photos, 4 tableaux, 72 cartes et 8 annexes.

3.3. CARTOGRAPHIE DES ALEAS

Le zonage de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ou de ravines établi dans le cadre du Plan de Prévention des Risques naturels de la commune de Mamoudzou (cf. Figure 6) fait état :

- d'un aléa fort inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine au droit de la rivière Doujani ;
- d'un aléa moyen inondation de part et d'autres de la rivière Doujani ;
- d'un aléa faible inondation par débordement de cours d'eau ou de ravine au niveau de l'établissement scolaire et sur l'ensemble du village.
- d'un aléa fort ruissellement urbain au droit d'un caniveau orienté N-S relié à une ravine cartographiée en aléa fort inondation.

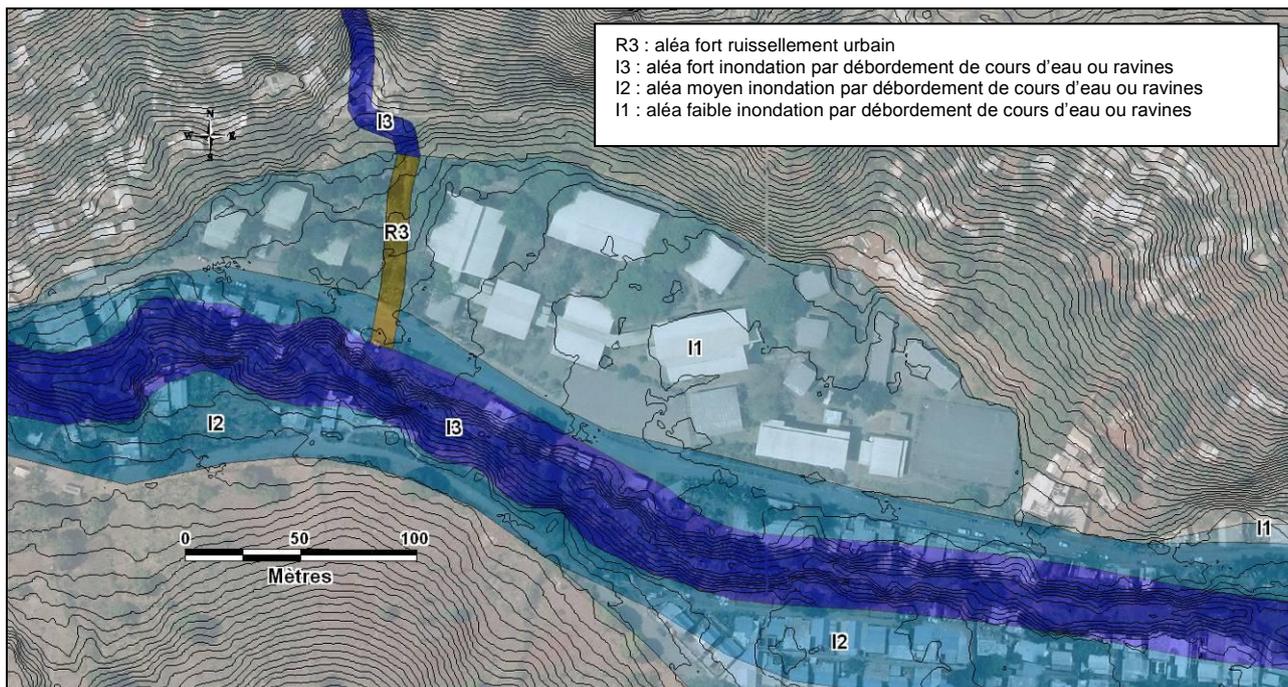


Figure 6 - Cartographie de l'aléa inondation par débordement de cours d'eau ou ravines extraite de l'atlas des aléas de la commune de Mamoudzou. Fond Scan25 IGN. Courbes de niveau espacées de 1 m.

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.

La période de référence retenue pour la cartographie de l'aléa inondation est le siècle ou la crue la plus importante connue.

4. Observations de terrain

4.1. LA MRO OUA DOUJANI

Les berges de la rivière Doujani présentent de nombreuses traces d'érosion (cf. Figure 7). Ce phénomène est accentué en aval, au niveau du village, par une absence de végétation au niveau des berges, des formations géologique altérées ainsi que par une urbanisation peu contrôlée qui accentue le ruissellement des eaux pluviales (imperméabilisation des sols) et participent aux rejets.



Figure 7 - Traces d'érosion au niveau du point A de la Figure 1.

4.2. AU NIVEAU DU COLLEGE

A. Chamsdine, agent chef du collège de Doujani, a indiqué au BRGM lors de la visite de terrain du 24 avril 2013, l'ensemble des zones inondées lors d'un évènement pluvial sur l'enceinte du collège. A noter que cet agent est en poste depuis seulement 1 an au collège, année où peu d'évènements pluviométriques se sont produits.

L'ensemble des points identifiés comme « à problème d'inondation » sont repérés sur la figure suivante et des photographies appuient les observations de terrain :



Figure 8 – Localisation des zones inondées au sein du collège d'après l'agent chef du collège de Doujani.



Figure 9 – A gauche, le caniveau présente un angle important amenant l'eau à être en partie éjectée du caniveau (point 1 de la Figure 8). A droite, zone de dépôt identifiée sur le terrain (point 2 de la Figure 8).



Figure 10 – A gauche, trace d'un ancien niveau d'eau au droit d'un bâtiment du collège (point 3 de la Figure 8). A droite, zone de dépôts et accumulation de matière au sein du caniveau (point 4 de la Figure 8).

L'agent chef du collège a indiqué que les eaux ont tendance à s'accumuler et à stagner dans l'enceinte du collège. Il n'a pas constaté de fortes vitesses d'écoulement, mais des hauteurs d'eau importantes pouvant atteindre 15 cm par endroit tel que le montre la photographie de gauche de la Figure 10. Par ailleurs, de nombreux dépôts de matériaux fins appuient cette information. Ces dépôts sont dispersés sur le site ce qui tend à indiquer que l'ensemble du collège est concerné par un problème de stagnation des eaux pluviales et par conséquent que le réseau hydraulique en place ne semble pas assurer une bonne évacuation des eaux pluviales.

La gestionnaire du collège de Doujani a également été contactée, le 26 avril 2013, afin d'avoir un second avis sur les problèmes d'inondation évoqués par l'agent chef. De son point de vue, le risque d'inondation est limité au niveau de l'enceinte du collège mais la gestionnaire reconnaît que des problèmes de stagnation d'eau se produisent lors d'évènement pluviaux. Elle signale que les problèmes d'inondation sont clairement identifiés au niveau de la voirie longeant le collège et que des débordements se produisent au niveau de la plateforme sportive (extrémité Sud Est du collège) qui serait lié à un dysfonctionnement des ouvrages hydrauliques contournant en amont cet aménagement.

Un axe de ruissellement a été identifié sur le terrain (cf. Figure 11). Celui-ci était bien marqué, avec des traces d'érosion et des dépôts de terre en aval. Les eaux passent un muret grâce à une ouverture. Cet axe de ruissellement est également repéré sur les courbes de niveau extraites du MNT.



Figure 11 - Axe de ravinement identifié sur le terrain et tracé de cet axe de ruissellement à partir des courbes de niveau extraites du MNT (point 5 de la Figure 8). Equidistance 1 m. Fond orthophotos de l'IGN 2011.

Un axe de ruissellement a été identifié au niveau du point 6 de la Figure 8. Celui-ci permet le transfert des eaux de ruissellement provenant du collège et de la voirie de s'évacuer dans la Doujani. Par conséquent, les buses enterrées sous la voirie ne semblent pas gérer l'intégralité des eaux pluviales.

4.3. OUVRAGES HYDRAULIQUES

Une buse de 1500 mm de diamètre permettait le franchissement de la rivière Doujani. Celle-ci a été emportée avec la route qui passait au-dessus lors d'un évènement pluvial important survenu après 2006. D'après l'étude d'A.M.E. SARL, la période de retour de débordement de l'ouvrage était inférieure à 1 an (capacité de 6,50 m³/s), ce qui explique cet évènement.



Figure 12 – Ancien pont à gauche. Eléments du pont emportés par la Doujani à droite. Localisation au point A de la Figure 1.

Les buses permettant de faire transiter les eaux du collège vers la Doujani présentent un manque d'entretien important. Des blocs, des déchets et des végétaux sont présents dans ces ouvrages (cf. Figure 13). La présence de ces éléments diminue leur capacité et peuvent entraîner des débordements.

Ce manque d'entretien explique les débordements au niveau de la voirie. Ces buses étant d'autant plus sous-dimensionnées (cf. étude hydraulique d'ETG).



Figure 13 – Vue sur une buse enterrée permettant le transfert des eaux pluviales du collège vers la Doujani. De nombreux éléments sont identifiés au niveau de l'ouvrage diminuant sa capacité hydraulique.

5. Etude hydraulique

5.1. DETERMINATION DES DEBITS DE CRUE

Pour le calcul des débits décennaux et centennaux, ETG a utilisé la méthodologie recommandée par le BRGM. Ils ont utilisé la méthode rationnelle en pondérant les valeurs de pluies fréquentielles des pluies journalières de la région 1, région 2 et de Convalescence.

Les résultats obtenus sont les suivants :

$$Q_{10} = 41,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = 78,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Remarques BRGM :

La méthode employée pour estimée les débits décennaux et centennaux de la Doujani est celle recommandée par le BRGM. Néanmoins, il aurait été intéressant de réaliser un modèle qui utilise les valeurs de pluies fréquentielles de la zone « Convalescence » puisqu'on se situe dans une zone à fort enjeux (établissement scolaire). La comparaison des résultats des 2 modèles aurait permis de localiser les zones potentiellement impactées dans une approche sécuritaire (valeurs Convalescence) et de vérifier si elles doivent être considérées dans la cartographie finale de l'aléa inondation. Ces vérifications pouvant être réalisées par une visite de terrain.

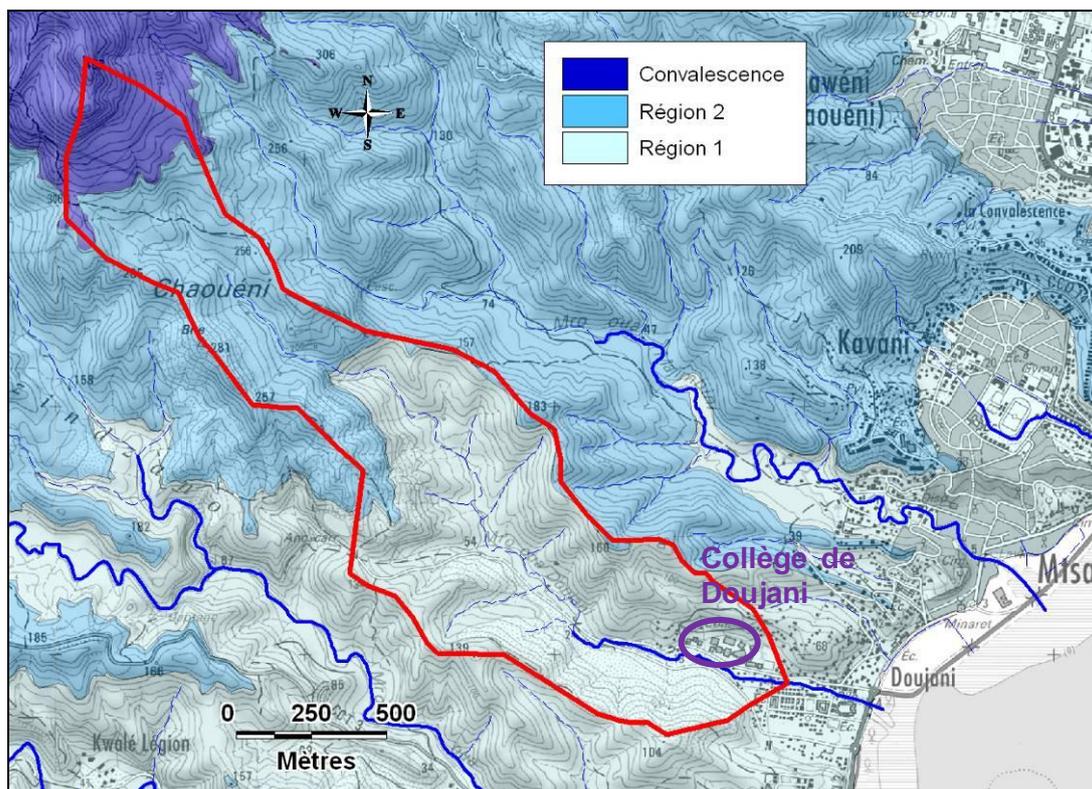


Figure 14 - Cartographie des 3 zones définies dans l'étude Massakini (BRGM/RP-56881-FR) permettant de déterminer les valeurs fréquentielles des pluies journalières à appliquer.

Les débits estimés dans le cadre des atlas des aléas sont légèrement inférieurs aux débits estimés par ETG :

Atlas des aléas

$$Q_{10} = 31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = 70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Etude ETG

$$Q_{10} = 41,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = 78,40 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cette différence est certainement liée au fait que l'étude ETG a utilisé les valeurs pluviométriques récentes du rapport BRGM/RP-56881-FR, tandis que les atlas s'étaient basées sur les données du rapport BRGM/RP-52089-FR.

Les valeurs de Q10 et Q100 de la Mro Oua Doujani obtenues par ETG ont été vérifiées par le BRGM.

Concernant les débits estimés au niveau de l'enceinte du collège, la même méthodologie a été employée (méthode rationnelle). Ce secteur étant situé en zone urbaine, il aurait été nécessaire d'employer la méthode Caquot qui est à appliquer en zone urbaine. Cette méthode permet une approche sécuritaire en considérant des temps de concentration plus courts qu'avec la méthode rationnelle, ce qui permet au final de retranscrire les écoulements lorsque des aménagement hydrauliques sont mis en place.

5.2. PROPOSITION D'UNE NOUVELLE CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION

Les résultats de la modélisation d'ETG indiquent que les débordements à prévoir sur la Doujani n'ont pas d'impact sur l'établissement scolaire. Ces résultats amènent à un déclassement de l'aléa faible sur l'ensemble du collège selon ETG. ETG propose l'application d'un aléa fort ruissellement urbain au droit des ouvrages hydrauliques traversant le collège. De nombreux ouvrages hydrauliques présentent un sous-dimensionnement (cf. étude hydraulique d'ETG) dont particulier les buses permettant le transfert des eaux du collège vers la Doujani.

L'aléa fort inondation par débordements de cours d'eau ou ravines représentant la rivière Doujani est diminué de moitié. Cet aléa est bordé par un aléa moyen et faible inondation (I2 et I1) sur une bande inférieure à 2 m de largeur.

ETG cartographie un aléa fort ruissellement urbain le long de la voirie en rive gauche qui serait le produit des écoulements provenant des bassins versant en amont du collège.

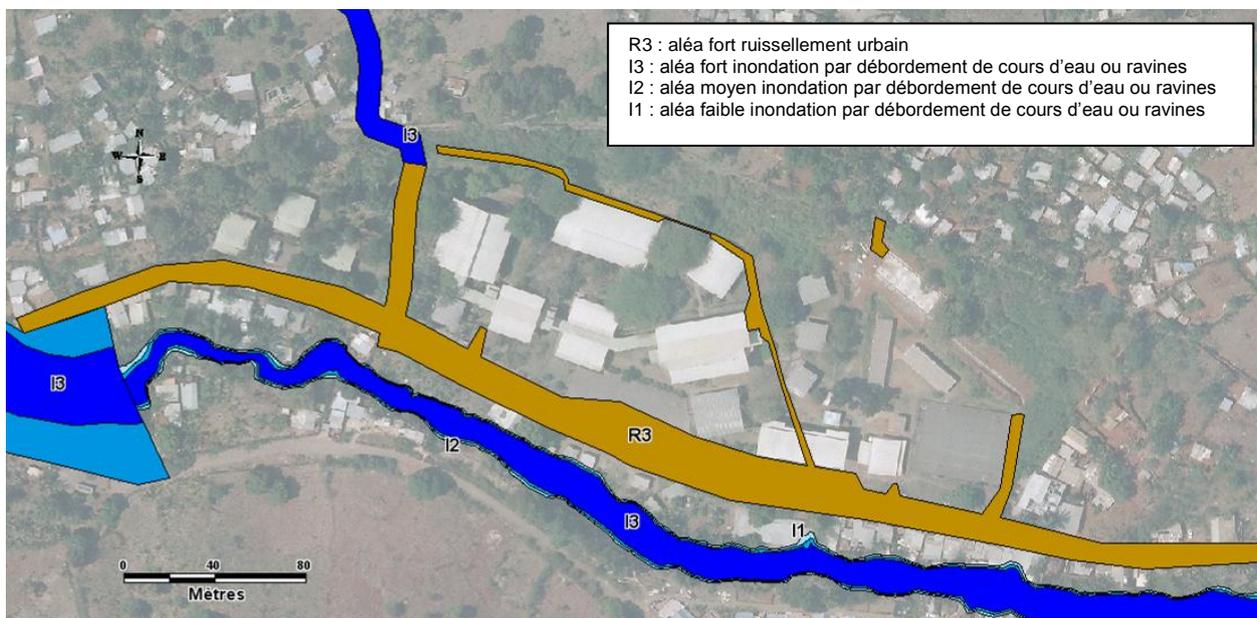


Figure 15 – Cartographie de la zone du collège d'après ETG.

Remarques BRGM :

- La cartographie d'ETG englobe l'ensemble du village de Doujani. Seule la zone du collège sera considéré dans cette expertise puisque les reconnaissances de terrain et les points d'identification du modèle se sont concentrés sur cette zone. Toutefois, l'aléa fort inondation en aval a été ajusté afin de tenir compte des résultats de la modélisation dans les cas où leur proposition cartographique avait un résultat plus défavorable que celle actuelle.

Dans le cas d'une modélisation proposant une cartographie à l'échelle du village, le BRGM recommande d'utiliser les valeurs de pluviométrie de la zone Convalescence afin d'avoir une approche sécuritaire compte tenu des enjeux.

- **Leur modélisation a permis d'indiquer que la Mro Oua Doujani n'a pas d'impact sur le collège.** Les débordements pouvant se produire au sein de l'établissement seraient liés uniquement aux bassins versant en amont de celui-ci. Les informations transmises par l'agent chef du collège concordent avec ce résultat, il indique que les écoulements observés sur le collège proviennent soit des bassins versants amont, soit de la voirie.

Toutefois, l'agent chef a indiqué que de nombreux points sur l'établissement sont inondés lors d'évènements pluviaux qui ont été identifiés lors de la visite de terrain par des traces des dépôts terrigènes en particulier. Ces zones ne sont pas corrélées avec la cartographie proposée par ETG. Il semblerait par conséquent que leur modèle ne reflète pas la réalité de terrain.

- La cartographie proposée par ETG ne tient pas compte de l'érosion de berge (ce qui est justifié pour ce type de modèle).
- ETG a considéré dans leur modélisation une capacité maximale des ouvrages hydrauliques bien que de nombreux désordres aient été identifiés lors des visites de terrain.

Les eaux débordant des ouvrages sous-dimensionnés seraient dirigées le long des caniveau et ne s'épancheraient pas au niveau du collège : des obstacles à l'écoulement amenant une redirection des eaux de ruissellement sont à envisager. Il semble par conséquent peu réaliste de considérer que les eaux en cas de débordement longeront les ouvrages hydrauliques sans impacter le collège.

Les buses permettant le transfert des eaux issues du collège vers la Doujani sont d'après l'étude ETG, sous-dimensionnées pour la plupart. Cet élément combiné au manque d'entretien de ces buses amène à envisager des débordements conséquents. Selon la cartographie proposée par ETG, ces eaux se dirigeraient préférentiellement le long de la voirie : aucune connexion entre la voirie et la rivière Doujani n'est cartographiée. Toutefois, lors de la visite de terrain du 23 avril, il a été constaté un axe de ruissellement reliant le collège à la Doujani.

6. Précision de la cartographie de l'aléa inondation

Les résultats de la modélisation hydraulique réalisée par ETG indiquent que la rivière Doujani lors d'évènement d'occurrence décennal et centennal combinés avec différentes cote marine n'a pas d'impact sur le collège. La rivière Doujani aurait une section suffisante pour gérer ces évènements.

Les débordements à prévoir au niveau du collège serait uniquement issus des bassins versant du relief en amont de celui-ci. **Ce résultat amène à déclasser l'aléa faible inondation lié à la Mro Oua Doujani cartographié au niveau du collège. Toutefois, il a été signalé de nombreuses zones inondées lors d'évènement pluviaux dans l'enceinte du collège qui ont été confirmées par les observations de terrain. La cartographie de l'aléa inondation proposée par ETG ne reflète pas cette réalité de terrain. Par ailleurs les buses servant d'exutoire au niveau de la voirie et permettant aux eaux de se diriger en aval sont sous-dimensionnées et partiellement comblées limitant l'évacuation des eaux.**

La modélisation par ETG a été réalisée en tenant compte de la capacité maximale des ouvrages hydrauliques. Par conséquent, dans leur cartographie, les débordements sont limités au niveau de la voirie alors qu'il est probable que ceux-ci soient plus conséquents au vu du manque d'entretien constaté. Par ailleurs, il aurait été nécessaire d'utiliser en contexte de zone urbaine la méthode Caquot pour l'estimation des débits de crue.

Ces nombreux points relevés sont défavorables au déclassement de la zone du collège en aléa nul inondation.

Les différentes remarques formulées dans les paragraphes 4 et 5 de ce rapport sont reprises en termes cartographiques apportant les modifications principales suivantes (cf. Figure 16) :

- Application d'une zone tampon au niveau des berges de la Doujani en fonction de la topographie afin de tenir compte de l'érosion de berge ;

- Cartographie d'un aléa fort inondation par débordement de cours d'eau ou ravines au droit de l'axe de ravinement identifié sur le terrain et sur le MNT ;
- Cartographie d'un aléa fort inondation par ruissellement urbain le long de l'axe de ruissellement identifié sur le terrain permettant de faire transiter les eaux issues du collège vers la Doujani ;
- Cartographie d'un aléa fort ruissellement urbain au droit des ouvrages hydrauliques présents au sein de l'établissement scolaire ;
- Cartographie d'un aléa fort ruissellement urbain le long de la voirie au vu des traces de ruissellement identifiées et du manque d'entretien des buses permettant le transfert des eaux sous la route ;
- **Modification de l'aléa faible inondation par débordement de cours d'eau ou ravines au droit de l'établissement en aléa moyen ruissellement urbain** au vu des désordres observés (ouvrages hydrauliques partiellement bouchés, dépôts terrigènes liés à du ruissellement) et des informations transmises par l'agent chef du collège. **Les eaux pluviales auraient tendance à s'accumuler et à stagner dans l'enceinte du collège**, le réseau hydraulique existant ne permettant pas une bonne gestion de l'évacuation de ces eaux.
- **Déclassement de la partie Nord Est du collège en aléa nul** : la modélisation n'indique pas de débordement, ce secteur n'a pas été indiqué comme à problèmes d'inondation selon les agents du collège et les ouvrages hydrauliques sont dimensionnés pour un évènement centennal.

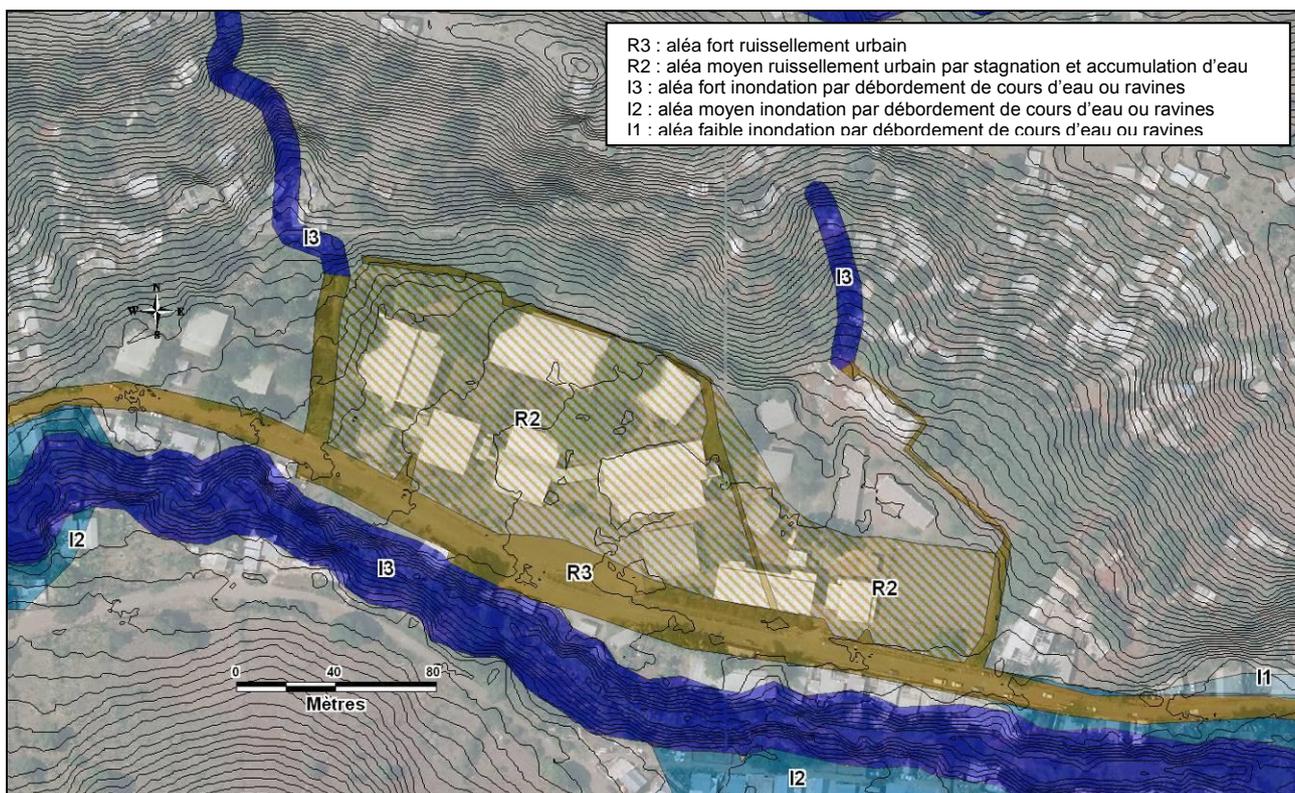


Figure 16 – Cartographie de l'aléa inondation d'après la présente expertise. Fond orthophotos de l'IGN. Courbes de niveau équidistantes de 1 m.

7. Conclusion et recommandations

Les Q10 et Q100 pour la Mro Oua Doujani ont été calculés en pondérant la pluviométrie de chaque zone (Région 1, Région 2 et Convalescence) en fonction de leur superficie relative tel que recommandé dans l'étude Massakini.

Les valeurs de Q10 et Q100 estimées par ETG pour la Doujani ont été vérifiées et sont validées par le BRGM.

Toutefois, au niveau de l'enceinte du collège et au niveau de la zone urbaine (partie aval de la zone collège) l'application de la méthode Caquot est recommandée. En effet, en contexte urbain il est nécessaire d'appliquer cette méthodologie qui permet une approche plus sécuritaire, et qui également permet de tenir compte, dans une certaine mesure, des impacts des aménagements en considérant un temps de concentration plus court que par la méthode rationnelle.

Cette étude hydraulique a permis de mettre en avant des points importants sur le fonctionnement du bassin versant de la Doujani tels que :

- Un mauvais entretien des ouvrages hydrauliques a été constaté qui participent nettement aux débordements identifiés au niveau du collège et le long de la voirie ;
- L'étude a permis d'indiquer les réseaux sous-dimensionnés pour des événements centennaux ;
- D'après leurs résultats de modélisation, les débordements au niveau de l'établissement scolaire seraient produits par les bassins versants en amont du site, **la rivière Doujani n'impacterait pas le collège.**

ETG propose une nouvelle cartographie de l'aléa inondation dont le résultat majeur est un déclassement de l'aléa faible inondation au droit du collège. Ce résultat cartographique est juste du point de vue de leur modélisation, néanmoins, il ne semble pas refléter une réalité de terrain. En effet, des zones de stagnation d'eau ont été communiquées au BRGM et qui ont été confirmées par des observations de terrain. Par ailleurs, ETG considère dans leur modèle une capacité maximale des ouvrages. Le BRGM (et ETG) ont relevé de nombreux désordres au niveau des ouvrages hydrauliques, ce qui ne permet pas d'assurer cette capacité maximale.

L'ensemble de ces observations amène le BRGM à considérer une approche sécuritaire dans la cartographie de l'aléa : un aléa moyen ruissellement urbain par stagnation et accumulation d'eau est cartographié au niveau du collège.

Au vu de ces observations, la cartographie de l'aléa inondation par débordements de cours ou ravines et par ruissellement urbain a été modifiée selon ces principaux points :

- Modification de l'aléa fort inondation au droit de la Doujani : les résultats de la modélisation ont été considérés en appliquant une zone tampon (la largeur variant en fonction de la topographie) afin de tenir compte de l'érosion de berge.
- Déclassement de l'aléa moyen inondation au niveau de la Doujani pour le secteur du collège : l'étude hydraulique indique que pour un événement centennal, aucun débordement n'est à prévoir.
- **Modification de l'aléa faible inondation par débordement de cours d'eau ou ravines au droit de l'établissement en aléa moyen ruissellement urbain** au vu des désordres observés (ouvrages hydrauliques partiellement bouchés, dépôts terrigènes liés à du ruissellement) et des informations transmises par l'agent chef du collège. **Les eaux pluviales auraient tendance à s'accumuler et à stagner dans l'enceinte du collège**, le réseau hydraulique existant ne permettant pas une bonne gestion de l'évacuation de ces eaux (sous-dimensionnement des ouvrages et comblement des buses servant d'exutoire).
- **Déclassement de la partie Nord Est du collège en aléa nul : la modélisation n'indique pas de débordement, ce secteur n'a pas été indiqué comme à problèmes d'inondation selon les agents du collège et les ouvrages hydrauliques sont dimensionnés pour un événement centennal.**
- Application d'un aléa fort ruissellement urbain au niveau de la voirie et au niveau des ouvrages hydrauliques présents dans l'enceinte du collège : la voirie et les caniveaux constituent des exutoires des eaux issues des bassins versant en amont du collège.

Au vu des résultats de cette étude et des observations de terrain, le BRGM recommande de réaliser de nouveaux modèles au niveau des zones urbaines à partir de la méthode de Caquot qui permettrait de lever le doute sur les zones potentiellement inondables.

Le BRGM recommande :

- De réaliser un entretien efficace et régulier des ouvrages hydrauliques. Il est indispensable d'assurer leur capacité maximale.
- De limiter l'érosion des sols et des berges de la Doujani en maintenant en particulier une végétation dense.



Centre scientifique et technique Direction Régionale 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