



Projet de construction de la STEP de Mamoudzou sud Étude Hydraulique

MAÎTRE D'OUVRAGE

Collectivité Départementale
de Mayotte



Syndicat Intercommunal d'Eau
et d'Assainissement de Mayotte



Place de la Mairie - BP58
97660 Dombéni

Tél. 0269 61 11 62
Fax 0269 61 46 88
contact@etg976.fr

Dossier n°201020004-HYD

Rendu le 05/01/2012

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 2/49
		Etude Hydraulique

Identification & Visa du document

INTITULÉ DE L'OPÉRATION		Numéro de contrat		723
<i>Projet de construction de la STEP de Mamoudzou sud</i>				
OBJET DE L'ÉLÉMENT DE MISSION (exigences fonctionnelles)				
<ul style="list-style-type: none"> • faire un état des lieux et un diagnostic du fonctionnement des bassins versants et de la ravine dans le périmètre du projet ; • déterminer le débit de pointe actuel à la sortie du site du projet; • préciser l'aléa inondation sur le périmètre de projet ; • proposer une gestion des eaux pluviales. 				
IDENTIFICATION DU LIVRABLE				753
Type		Étude Hydraulique		
Référence		Rendu le		Nombre de pages
20102004		05/01/2012		49
734-735 824	Rédacteur	Antoine TOMASI	Version	Intermédiaire
	Visa	Julien PHILIPPE		Finale
DESTINATAIRES				
Entité		Destinataire		
SIEAM		M. Le Président		
SIEAM – Service Etudes		MM. FARDI&RIEGEL		
CADRE RÉGLEMENTAIRE & LEGAL APPLICABLE				722
Textes		Domaine d'application		
Code de l'Environnement		Protéger, utiliser, gérer, restaurer l'Environnement sous toutes ses formes		
Loi sur l'Eau		Garantir la gestion équilibrée des ressources en Eau		
PLU		Régir la planification de l'urbanisme communal		
SDAGE		Mise en œuvre locale d'une politique de protection de la ressource Eau		
PADD		Exprimer les objectifs et projet de la collectivité locale en matière de développement économique et social, d'environnement et d'urbanisme		
CORPUS DOCUMENTAIRE				732
Référence de la commande initiale				
2010-0203000023-00-00				
Compléments, modifications, avenants éventuels				737
Document		Impact sur la mission		
Sans objet				
Documents, études et données de référence fournis par les parties prenantes				754
Document		Émetteur		
Voir §2.3 de la présente étude				
CONTRIBUTEUR(S) EXTERNE(S)				
Entité du groupement		Contributeur		
Sans objet				

Sommaire

1.	Introduction.....	7
2.	État des lieux – Données hydrologiques.....	8
2.1.	Introduction	8
2.2.	Localisation de la zone d'étude	8
2.3.	Collecte de données.....	9
2.3.1.	Organismes contactés	9
2.3.2.	Reconnaitances de terrain et enquêtes	9
2.4.	Analyse de l'occupation des sols et des enjeux	10
2.5.	Contexte morpho-géo-hydrologique du site d'étude.....	11
2.5.1.	Contexte morphologique.....	11
2.5.2.	Contexte géologique.....	11
2.5.3.	Contexte hydrologique.....	12
2.6.	Données hydrologiques.....	14
2.6.1.	Pluies de projet.....	14
2.6.2.	Le bassin versant associer au pont de la Kwale.....	15
2.6.3.	Les bassins versants de la zone de projet.....	17
3.	Aléa inondation	19
4.	Précision de l'aléa inondation	20
4.1.	Modélisation hydraulique de la Kwalé	20
4.1.1.	Logiciel utilisé	20
4.1.2.	Le modèle de base	20
4.1.3.	Conditions de crue.....	20
4.1.4.	Conditions aval (niveaux marins).....	21
4.1.5.	Simulations hydrauliques.....	21
4.1.6.	Calage des modèles.....	22
4.1.7.	Comparaison des résultats avec d'autres études hydrologiques	22
4.2.	Résultat des simulations	23
4.2.1.	Localisation des champs d'inondation.....	23
4.2.2.	Crue décennale + PMVEE.....	23
4.2.3.	Crue décennale + Cote cyclonique Feliksa	23
4.2.1.	Crue décennale + Cote cyclonique Pseudo-Hary.....	24
4.2.2.	Crue centennale + PMVEE.....	24
4.2.3.	Crue centennale + Cote cyclonique Feliksa	24
4.2.4.	Crue centennale + Cote cyclonique Pseudo-Hary.....	25
4.3.	Proposition de précision de l'aléa inondation sur la zone de projet.....	25
4.3.1.	Les niveaux d'aléa.....	25
4.3.2.	La cartographie.....	26
5.	Les orientations	27
5.1.	Loi sur l'eau.....	27
5.2.	Orientations et dispositions du SDAGE de Mayotte relatives aux eaux pluviales	27
5.2.1.	Généralités sur le SDAGE.....	27
5.2.2.	Orientations fondamentales et disposition du SDAGE relatives à la gestion des eaux pluviales	28

5.3.	Plan Local d'Urbanisme de la Commune de Mamoudzou.....	31
6.	Les préconisations	32
6.1.	Introduction	32
6.2.	Protéger l'aménagement des inondations	33
6.2.1.	Scénario n°1.....	33
6.2.2.	Scénario n°2.....	34
6.3.	Gérer les eaux des bassins versants amont	34
6.3.1.	Eaux des BV 1&3.....	34
6.3.2.	Eaux du BV 2.....	36
6.3.3.	Réalisation des fossés.....	36
6.4.	Retenir les eaux pluviales des toitures des bâtiments.....	37
6.5.	Traiter la pollution chronique	38
6.5.1.	Le filtre planté vertical.....	38
6.5.2.	Décanteurs-déshuileurs.....	39
6.5.3.	Les bassins secs et en eau	40
6.5.4.	Les noues	41
6.5.5.	Les puits	42
6.5.6.	Les toits stockants	44
6.5.7.	Les tranchées d'infiltration	45
6.5.8.	Cuves et citernes.....	47
7.	Conclusion.....	48
8.	Les plans	49

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du site d'étude (en rouge : zone du projet).....	8
Figure 2 : Extrait de la carte géologique (Donnée BRGM 1988).....	11
Figure 3 Gestion du débordement du fossé BV1//3	36
Figure 4 Illustrations issues de « Connaître pour agir »	37
Figure 5 Schéma de principe d'un séparateur à hydrocarbures à cellules lamellaires (Source : Eau et Aéroport, STBA).....	40
Figure 6 Exemple d'aménagement d'un bassin en eau (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)	41
Figure 7 Exemple d'une noue (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)	42
Figure 8 Exemple de puits d'infiltration (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)	43
Figure 9 Schéma descriptif des différents types de toit stockant (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon).....	44
Figure 10 Différence entre une toiture classique et une toiture végétalisée (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)	45
Figure 11 Exemple d'une tranchée d'infiltration (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon).....	46
Figure 12 Exemple d'une citerne (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon).....	47

Liste des tableaux

Tableau n°1 - organismes contactés et données collectées	9
Tableau n°2 – Valeurs fréquentielles des pluies journalières estimées pour les zones pluviométriques 1&2	14
Tableau n°3 – Valeurs des coefficients de la relation entre pluie journalière et pluie de durée t.....	15
Tableau n°4 – Hauteurs et intensités pluviométriques retenues pour la zone 2.....	15
Tableau n°5 – Surface du bassin versant par régions pluviométriques	15
Tableau n°6 – Valeurs des coefficients de ruissellement decennal	16
Tableau n°7 – Valeurs des débits de crues.....	16
Tableau n°8 - Valeurs des coefficients de ruissellement décennal	17
Tableau n°9 - Caractéristique des bassins versants	18
Tableau n°10 – comparaison des resultats avec des etudes hydrologiques antérieures.....	23
Tableau n°11 – Imperméabilisation par zone du projet.....	32
Tableau n°12 – Imapct hydraulique du projet.....	32
Tableau n°13 – Valeurs des débits de crues du BV 1//3	35
Tableau n°14 – Dimensionnement du fossé BV 1//3	35
Tableau n°15 – Dimensionnement du fossé BV 2.....	36
Tableau n°16 - Dimensionnement du volume de rétention	38
Tableau n°17 - Dimensionnement du filtre planté vertical	39

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 7/49
		Etude Hydraulique

1. Introduction

Le SIEAM étudie le projet de construction de la STEP de Mamoudzou sud.
Cette installation recevra une charge de 70kEh à l'échéance 2034.

La présente étude a pour objectif de :

- ↳ faire un **état des lieux** et un **diagnostic du fonctionnement des bassins versants et de la ravine** dans le périmètre du projet ;
- ↳ **déterminer le débit de pointe actuel à la sortie du site** du projet;
- ↳ **préciser l'aléa inondation** sur le périmètre de projet ;
- ↳ **proposer une gestion des eaux pluviales.**

2. État des lieux – Données hydrologiques

2.1. Introduction

Ce chapitre développe les volets suivants :

- ↪ Collecte de données ;
- ↪ État des lieux, reconnaissance de terrain et enquêtes ;
- ↪ Analyse de l'occupation des sols et des enjeux spécifiques ;
- ↪ Définition du contexte morpho-géo-hydrologique ;
- ↪ Étude hydrologique.

2.2. Localisation de la zone d'étude

Le projet de la STEP de Mamoudzou Sud se situe sur le village de Tsoundzou II, en fond de vallée de la rivière Kwalé (Figure 1).

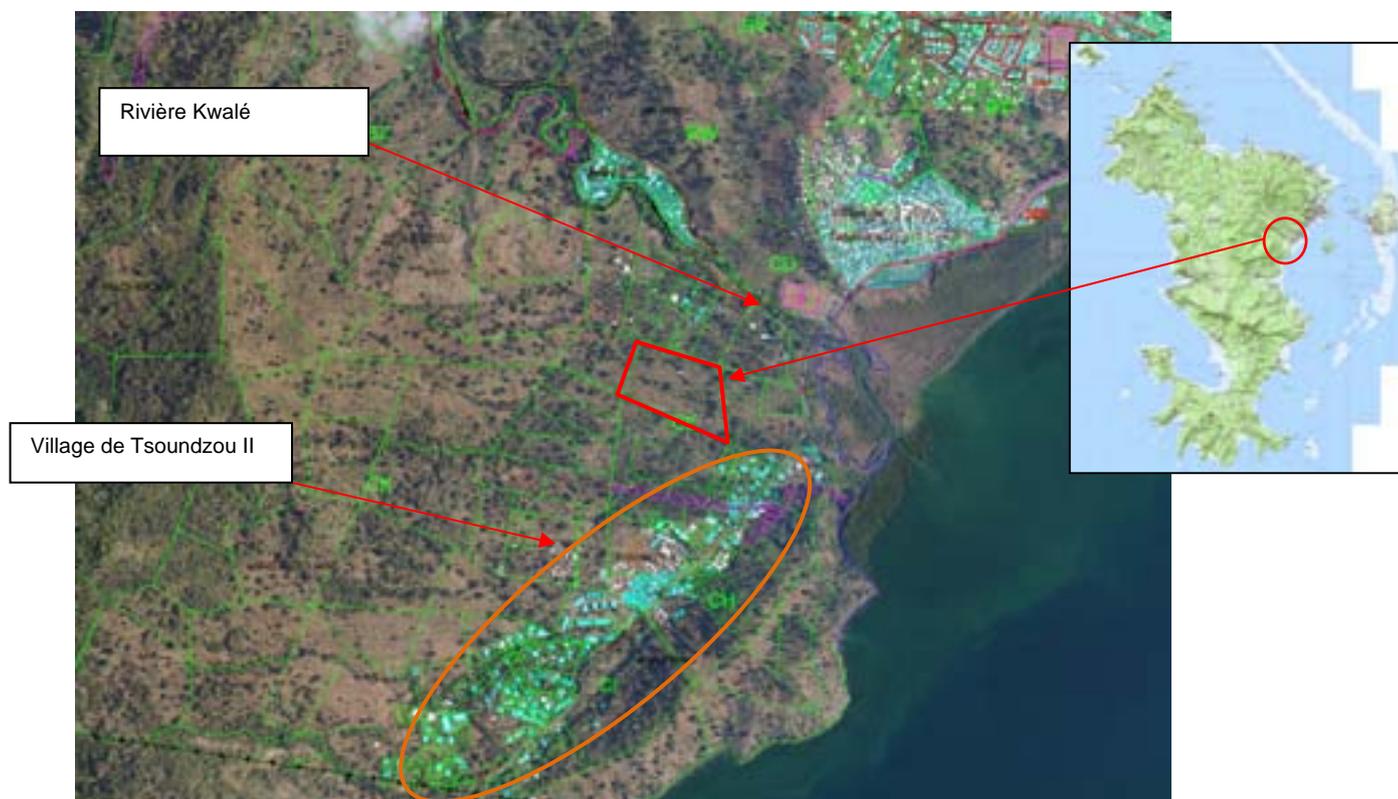


Figure 1 : Localisation du site d'étude (en rouge : zone du projet)

La parcelle concernée par cet aménagement est la numéro 2 sur la planche cadastrale CE de la Commune de Mamoudzou.

2.3. Collecte de données

2.3.1. Organismes contactés

Tableau n°1- organismes contactés et données collectées

Organismes contactés	Informations recherchées
SIEAM	<ul style="list-style-type: none"> • Levé topographique de la zone d'étude (référence LT834) • Étude de définition de l'assainissement des eaux usées de Mamoudzou Sud – Phase 1
CG-DEDD	Étude de Gestion des eaux pluviales sur 4 secteurs de Mayotte, Sogreah-ETG
	Aménagements des berges et ravines, secteurs centre et nord
DEAL	Atlas des risques naturels de Mayotte
	Cartographie générale de Mayotte (RHI et lotissements communaux, Infrastructures routières, Courbes de niveau, Urbanisme règlementaire, Atlas des aléas naturels, Équipements publics, etc...)
BRGM	Propositions pour une méthodologie relative aux études hydrauliques et hydrologiques à Mayotte (réf. RP-52089-FR, janvier 2003)
	Actualisation de l'étude précédente (réf. RP-56881, novembre 2008)
Services Fiscaux	Plans cadastraux
IGN	SCAN25
	ORTHOPHOTO 2003
Météo France	Données pluviométriques
Commune de Mamoudzou	PLU

2.3.2. Reconnaissances de terrain et enquêtes

Des reconnaissances de terrain ont été menées sur le secteur étudié afin, dans un premier temps, de dresser une cartographie précise des ravines et ouvrages hydrauliques.

L'objectif fixé était de localiser les différents écoulements superficiels, qu'il s'agisse d'ouvrages de type fossés en terre, caniveaux couverts ou non, buses, dalots, cunettes ...

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 10/49
		Etude Hydraulique

De plus, ces visites de terrain ont permis de préciser le découpage en bassins versants et l'occupation des sols.

La rivière a également été reconnue, afin de positionner les profils en travers servant à la construction du modèle hydraulique.

Des riverains, enfin, ont été interrogés pour connaître les éventuels problèmes rencontrés sur ce tronçon, notamment les débordements possibles et leurs fréquences d'apparition.

2.4. Analyse de l'occupation des sols et des enjeux

Établies sur la base des cartes communales ou plan d'occupation des sols, des esquisses de zonage PLU, du PADD, des photographies ortho-numériques 2008 et des reconnaissances de terrain, l'analyse de l'occupation des sols a identifié **6 différents types de surfaces** que sont :

- ↳ L'espace naturel : l'espace naturel est une zone à fort couvert végétal peu soumise à la pression anthropologique ;
- ↳ La réserve forestière : zone à fort couvert végétal non soumise à la pression anthropologique ;
- ↳ La terre mise à nu ;
- ↳ La zone d'agriculture : correspondant aux zones dominées par la culture de manioc, bananier, ambrevades, maïs et le pâturage,
- ↳ La zone d'habitat dense : centre-ville et zone d'extension du centre-ville depuis une vingtaine d'années ;
- ↳ La zone d'habitat diffus : zone d'urbanisation nouvelle depuis une dizaine d'année.

Cette cartographie se place à **l'horizon 2020**.

L'idée est d'apprécier les évolutions à attendre en termes d'urbanisation sur le bassin versant de la rivière Kwalé afin :

- ↳ d'estimer leurs incidences sur l'imperméabilisation des terrains, et donc sur l'élévation des débits à évacuer par le réseau ;
- ↳ de prendre en compte les projets communaux;

Les projets communaux d'aménagement de lotissement ou de ZAC ont été intégrés ainsi que les zones de Résorption d'Habitat Insalubre. Ces projets modifient l'occupation des sols par l'extension d'urbanisation pour les opérations de lotissement.

La rénovation de quartiers se traduit souvent par une densification de l'habitat.

2.5. Contexte morpho-géo-hydrologique du site d'étude

2.5.1. Contexte morphologique

La morphologie du site d'étude présente une légère pente vers le nord. Il est limité au sud par les premiers reliefs du Mlima Maévadoani et au nord par la rivière Kwalé.

Les pentes du flanc nord sont continues et ne dépassent pas les 10%.

2.5.2. Contexte géologique

Les formations géologiques présentes sur le site sont (de la surface vers la profondeur) :

- ↪ des matériaux rougeâtres, fins, légèrement limoneux issus de l'altération des roches volcaniques. Ces matériaux forment le faciès des altérites ;
- ↪ au même niveau que les matériaux formant les altérites, on peut trouver dans la partie nord du site les formations notées F sur la carte et correspondant aux formations de plaine alluviales ou littorales ; ces formations sont composées de petites accumulations de déjections (blocs, argiles, limons) ainsi que d'alluvions ;
- ↪ sous ces séries, on trouve des matériaux volcaniques datés du Moi-Pliocène, notés β s sur la carte, composés de basalte.

On remarque la présence éparse de blocs de taille métrique.

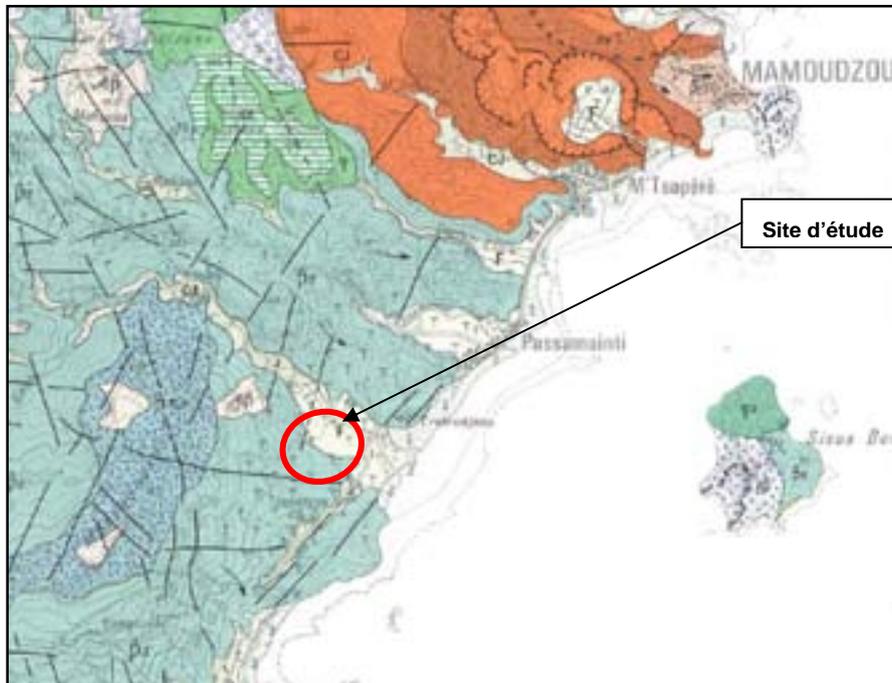


Figure 2 : Extrait de la carte géologique (Donnée BRGM 1988)

2.5.3. Contexte hydrologique

2.5.3.1. Le bassin versant de la rivière Kwale

La zone appartient au bassin versant de la Kwalé d'une surface de 1 540 Ha. La rivière Kwalé est à 200m plus au nord du terrain.

Cf. Plan n°1: Bassin versant de la Kwalé

2.5.3.2. Les bassins versants en amont du site de projet

Une cartographie des bassins versants intéressant la zone du projet est présente en annexe.

Cf. Plan n°2: Bassins versants du projet

La zone s'étend sur le versant Nord-Est du mont Maévadoani. Trois bassins versants sont captés par la zone projet pour une surface totale de 25.97 Ha.

Ces bassins versants ont pour exutoires les terrains agricoles situés à l'aval du projet. Du fait de la morphologie de ces terrains, les écoulements des bassins versants ne rejoignent pas la rivière Kwalé. En effet, une fois arrivés sur le site du projet, les écoulements se diffusent sur les parcelles cultivées.

Le site du projet est traversé du sud au nord par des écoulements suivants les dépressions naturelles de petites dimensions (20 à 30 cm de large pour une profondeur d'environ 10 à 20 cm).

Dans sa partie sud, sur les hauteurs du mont Maévadoani, le bassin versant 1 est occupé par des zones d'agriculture et d'agroforesterie ou le bétail (zébus et chèvres) se nourrissent.



Photo 1 : Visualisation des zones d'agroforesteries et d'agricultures

Dans leur partie nord, les bassins versants sont essentiellement occupés par des zones d'agricultures. On trouve sur ce secteur un grand nombre de puits artisanaux.



Photo 2 : Visualisation des zones d'agricultures situées sur le projet

On recense l'arrivée de la ravine drainant le bassin versant n°1 au nord-ouest de la zone de projet. Il s'agit d'un petit talweg, d'environ 50cm de large par 70cm de profondeur. Ce talweg a été aménagé par les agriculteurs du site pour faciliter l'arrosage des terrains agricoles. Il a pour exutoire un petit bassin de rétention de dimension 1,5m de large pour 0,5m de long et environ 0,5m de profondeur.



Photo 3 : Talweg drainant le bassin versant n°1

2.6. Données hydrologiques

Ce paragraphe présente la méthodologie mise en œuvre pour définir les données hydrologiques nécessaires à la suite de l'étude hydraulique.

2.6.1. Pluies de projet

Le BRGM a établi en 2003 des propositions méthodologiques pour les études hydrologiques et hydrauliques menées à Mayotte. Cette étude proposait des valeurs fréquentielles de hauteurs pluviométriques de référence pour la pluie journalière, ainsi qu'une relation simple permettant d'estimer les pluies de durée quelconque à partir des valeurs journalières.

Cette étude a fait l'objet d'une actualisation en 2008, basée sur l'analyse statistique de séries pluviométriques plus longues.

Cette étude établit les valeurs de **pluviométrie journalière** selon deux zones :

- ↳ Zone 1 : littoral et intérieur à une altitude inférieure à 150 m ($P_{j10} = 170$ mm) ;
- ↳ Zone 2 : région du nord de Mamoudzou et intérieur à une altitude supérieure à 150 m ($P_{j10} = 210$ mm).

Le tableau ci-dessous rassemble les valeurs de pluies journalières estimées.

Tableau n°2– Valeurs fréquentielles des pluies journalières estimées pour les zones pluviométriques 1&2

Période de retour T (année)	2	5	10	20	50	100
Région 1	100	145	170	200	235	260
Région 2	125	175	210	245	290	320

La définition des pluies de durée quelconque résulte ensuite de la formule suivante :

$$P(t,T) = P_j(T) a' t^{b'}$$

Avec :

- ↳ $P_j(T)$: pluie journalière de période de retour T en mm ;
- ↳ $P(t,T)$: pluie de durée t et de période de retour T en mm ;
- ↳ a' et b' : coefficients.

Les valeurs obtenues des coefficients a' et b' pour une durée exprimée en heures figurent dans le tableau suivant :

Tableau n°3 – Valeurs des coefficients de la relation entre pluie journalière et pluie de durée t

Durée	a'	b'
$T < 1 H$	0,52	0,67
$T > 1 H$	0,54	0,257

Le tableau des hauteurs et intensités pluviométriques retenues, selon la méthodologie détaillée ci-dessus, pour les pluies inférieures à la journée et pour les périodes de retour 5, 10, 30 et 100 ans sont les suivantes :

Tableau n°4– Hauteurs et intensités pluviométriques retenues pour la zone 2

Durée	Hauteur pluviométrique (mm)				Intensité (mm/h)			
	T = 5ans	T = 10 ans	T = 30 ans	T = 100 ans	T = 5ans	T = 10 ans	T = 30 ans	T = 100 ans
5 min	17	21	26	32	207	248	314	378
15 min	36	43	55	66	144	172	219	263
30 min	57	69	87	105	114	137	174	209
1 h	93	113	141	173	93	113	141	173
2 h	113	136	172	206	56	68	86	103
3 h	125	150	191	229	42	50	64	76
6 h	150	180	228	274	25	30	38	46
12 h	179	215	273	327	15	18	23	27
PJ	175	210	266	320	-	-	-	-

2.6.2. Le bassin versant associé au pont de la Kwale

Le bassin versant de la Kwalé s'étend sur ces deux régions pluviométriques :

↳ 26% en zone 1,

↳ 74% en zone 2.

Tableau n°5– Surface du bassin versant par régions pluviométriques

	Zone 1	Zone 2
Surface du bassin versant (ha)	406.17	1133.19

Nous appliquerons les intensités pluviométriques de la zone 2 à l'ensemble du bassin versant.

L'estimation des débits de crues a impliqué la mise en œuvre de la méthode rationnelle.

Conformément à la méthodologie du BRGM, il a été ainsi choisi de retenir, pour les bassins versants naturels, la valeur moyenne des temps de concentration obtenus au moyen des formules de Kirpich, Giandotti et Passini.

Dans le cadre de cette étude, le débit décennal instantané a été déterminé en suivant cette procédure. Le débit centennal a été déterminé en considérant que la totalité de l'accroissement pluviométrique entre la pluie décennale et la pluie centennale participait au ruissellement, c'est à dire :

$$Q_{100} = Q_{10} + k (P_{100}(tc) - P_{10}(tc)). A / tc$$

Le tableau suivant indique les hypothèses retenues en termes de coefficients de ruissellement décennal.

Tableau n°6– Valeurs des coefficients de ruissellement decennal

OCCUPATION DU SOL	COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT
Espace naturel	0.4
Réserve forestière	0.4
Terre mis à nu	0.95
Zone d'agriculture	0.5
Zone habitat dense	0.895
Zone habitat diffus	0.75

Le coefficient de 0,4 pour une pluie moyenne et des terrains boisés est quant à lui issu de l'étude BRGM de 2003, qui recommandait cette valeur pour un bassin versant naturel, pour une pluie décennale. Les autres coefficients sont estimés empiriquement.

Tableau n°7– Valeurs des débits de crues

DESIGNATION	VALEUR
Surface du bassin versant (ha)	1539.36
Longueur du thalweg principal (m)	8907
Altitude NGM du point haut (m)	477.00
Altitude NGM du point bas (m)	0.00
Pente moyenne du talweg (m/m)	0.05

DESIGNATION	VALEUR
Coefficient de ruissellement décennal	0.497
Temps de concentration tc (min)	103.58
Q2 en m3/s	95.66
Q5 en m3/s	133.93
Q10 en m3/s	160.71
Q20 en m3/s	214.57
Q50 en m3/s	283.83
Q100 en m3/s	330.00

2.6.3. Les bassins versants de la zone de projet

Le site du projet est intéressé par 3 bassins versants qui s'étendent sur la région pluviométrique 1 et 2. Le BV1 correspond à la zone 2 avec un point haut situé à une altitude de 357m/NGM. Les deux autres bassins versants entrent eux dans la zone 1 avec des points hauts situés à des altitudes de 94 m/NGM pour le BV2 et 49 m/NGM pour le BV3.

Tous ces bassins versants ont pour exutoire les terrains agricoles situés en aval du site d'étude.

L'estimation des débits de crues est établie suivant la méthode rationnelle.

Conformément à la méthodologie du BRGM, il a été ainsi choisi de retenir, pour les bassins versants naturels, la valeur moyenne des temps de concentration obtenus au moyen des formules de Kirpich, Giandotti et Passini.

Dans le cadre de cette étude, le débit décennal instantané a été déterminé en suivant cette procédure. Le débit centennal a été déterminé en considérant que la totalité de l'accroissement pluviométrique entre la pluie décennale et la pluie centennale participait au ruissellement, c'est à dire :

$$Q_{100} = Q_{10} + k (P_{100}(tc) - P_{10}(tc)). A / tc$$

Le tableau suivant indique les hypothèses retenues en termes de coefficients de ruissellement décennal.

Tableau n°8- Valeurs des coefficients de ruissellement décennal

Occupation du sol	Coefficient de ruissellement
Zone d'agriculture	0.5

Tableau n°9- Caractéristique des bassins versants

Les caractéristiques des bassins versants sont répertoriées dans le tableau suivant :

Désignation	BV1	BV2	BV3
Surface du bassin versant (ha)	21.02	3.87	1.10
Longueur du thalweg principal (m)	1380.00	800.00	292.00
Altitude NGM du point haut (m)	357.00	94.00	49.00
Altitude NGM du point bas (m)	7.00	5.00	5.00
Pente moyenne du talweg (m/m)	0.25	0.11	0.15
Coefficient de ruissellement décennal	0.50	0.50	0.50
Temps de concentration tc (min)	10.95	9.91	5.12
Q2 en m3/s	3.26	0.49	0.17
Q5 en m3/s	4.56	0.72	0.25
Q10 en m3/s	5.47	0.84	0.29
Q20 en m3/s	7.29	1.14	0.40
Q50 en m3/s	9.64	1.48	0.52
Q100 en m3/s	11.20	1.73	0.61

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 19/49
		Etude Hydraulique

3. Aléa inondation

Selon le PPRi de la Commune de MAMOUDZOU, la zone de projet de la STEP est concernée par :

- deux niveaux d'aléa, de type inondation par débordement de ravine :
 - ↳ **moyen, type I2:**
Ce niveau d'aléa suit le parcours de la rivière Kwalé et concerne essentiellement la future route.
 - ↳ **faible, type I1:**
Ce niveau d'aléa couvre la moitié nord de la zone de projet. On note également la présence d'un drain aveugle arrivant au nord-ouest du site.
- deux niveaux d'aléa, de type submersion marine :
 - ↳ **fort, type C3:**
Ce niveau d'aléa se retrouve sur une partie de la voie d'accès à la STEP, au niveau du raccordement à la RN. La cote d'aléa calculée à terre est de 3.54 mNGM.
 - ↳ **moyen, type C2:**
Ce niveau d'aléa couvre la moitié nord-est de la zone de projet. La cote d'aléa calculée à terre est de 6.25 mNGM.

Cf. Plan n°3 : Aléa inondation

4. Précision de l'aléa inondation

4.1. Modélisation hydraulique de la Kwalé

4.1.1. Logiciel utilisé

La modélisation hydraulique a été réalisée grâce au logiciel HEC-RAS. Ce logiciel permet la prise en compte des toutes les singularités hydrauliques (ponts, seuils, radiers, ...), et présente l'avantage de gérer à la fois les écoulements en régime fluvial et en régime torrentiel.

La modélisation a été menée en régime permanent (débit supposés constants), en utilisant les débits estimés du bassin versant par la méthodologie BRGM.

4.1.2. Le modèle de base

Le modèle hydraulique a été réalisé sur près de 600m de la rivière Kwalé, en prenant en compte le nouvel ouvrage d'art et en supprimant l'actuel pont Belley. Par contre le remblai routier de l'actuelle RN n'a pas été modifié, le Maître d'Ouvrage n'ayant pas aujourd'hui de plans précis sur l'état futur de cet ouvrage.

Il a été construit à partir de 17 profils extraits du plan topographique et des plans d'exécution de l'ouvrage d'art remis par le service de la DEAL/SIST/SETN.

Afin d'assurer la stabilité du modèle en simulation, 32 profils supplémentaires ont été extrapolés à partir des 17 premiers, réduisant à moins de 20 m la distance entre deux profils consécutifs.

Les valeurs retenues pour les coefficients de frottement (Manning) sont :

- ↗ **0.215** pour la ripisylve en berge ou zone de mangrove
- ↗ **0.18** pour les zones d'habitat en lit majeur
- ↗ **0.105** pour le lit majeur recouvert d'agriculture
- ↗ **0.035** pour le lit mineur et les terrains mis à nu
- ↗ **0.0142** pour la voirie en lit majeur

Cf. plan n°4 : Construction du modèle hydraulique

4.1.3. Conditions de crue

Les intensités de crues considérées pour l'étude hydraulique, arrêtées dans le cahier des charges du Maître d'Ouvrage et calculées précédemment sont les suivantes :

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 21/49
		Etude Hydraulique

↪ $Q_{10}=161 \text{ m}^3/\text{s}$,

↪ $Q_{100}=330 \text{ m}^3/\text{s}$.

4.1.4. Conditions aval (niveaux marins)

Les variations du niveau de la mer sont principalement le fait de la marée astronomique et de phénomènes météo-océanographiques tels que les variations de pression atmosphérique, vent, courant, vagues....

Les niveaux de référence pour les cotes d'altitudes marines et terrestres sont définis par rapport au:

↪ zéro du nivellement général de Mayotte (NGM) ;

↪ zéro des cartes marines (zéro CM) calé à 1,78m au dessous du zéro NGM : zéro des cartes S.H.O.M correspond au niveau des plus basses mers de vives eaux (B.M.V.E),

Les niveaux de marées considérés pour l'étude hydraulique sont les suivants :

↪ Pleine mer de vives eaux exceptionnelles, soit 2,42 mNGM. Il s'agit d'un niveau de marée de période de retour 1 an environ, susceptible de se produire lors des grandes marées d'équinoxe.

↪ Surcote cyclonique pour un cyclone de type Feliksa (+3.54mNGM) issu du PPR de Mamoudzou.

↪ Surcote cyclonique pour un cyclone de type Pseudo-Hary (+6.25mNGM) issu du PPR de Mamoudzou.

4.1.5. Simulations hydrauliques

Des deux paragraphes précédents, et suite à discussion avec le service de la DEAL/SEPR/RN, les simulations qui serviront à la précision de l'aléa inondation sur la zone étudiée sont :

↪ une pluie décennale concomitante avec une condition de surcote marine pour un cyclone de type Feliksa,

↪ une pluie centennale concomitante avec une condition de marée de Pleine mer de vives eaux exceptionnelles.

Conformément au cahier des charges du Maître d'ouvrage, nous avons également réalisé les simulations suivantes :

↪ une pluie décennale concomitante avec une condition de marée de Pleine mer de vives eaux exceptionnelles.

↪ une pluie décennale concomitante avec une condition de surcote marine pour un cyclone de type Pseudo-Hary,

↪ une pluie centennale concomitante avec une condition de surcote marine pour un cyclone de type Feliska,

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 22/49
		Etude Hydraulique

- ↪ une pluie centennale concomitante avec une condition de surcote marine pour un cyclone de type Pseudo-Hary,

4.1.6. Calage des modèles

Le calage à proprement parler de modèles numériques suppose :

- ↪ Pour un modèle hydrologique, de disposer d'une part de données pluviométriques fines et, d'autre part, de mesures de débit associées aux évènements pluvieux mesurés ;
- ↪ Pour un modèle hydraulique, de disposer d'indications relativement précises sur les niveaux atteints dans la ravine pour un évènement donné, associées à la connaissance des débits en jeu pour cet évènement.

En ce qui concerne la ravine étudiée, aucun dispositif de mesure existant ne permet d'envisager un réel calage des modèles.

Dans un premier temps, le réglage des modèles consiste donc essentiellement à ajuster les coefficients de rugosité et de ruissellement à partir des reconnaissances de terrain.

4.1.7. Comparaison des résultats avec d'autres études hydrologiques

Nous avons vu ci-dessus que, faute de données suffisantes, un **réel calage des modèles n'est pas réalisable**, et que ceux-ci ont été **réglés avec des paramètres définis empiriquement**.

Dans ces conditions, il est intéressant de comparer les résultats des simulations hydrologiques et hydrauliques avec les estimations de débits réalisées par d'autres organismes dans le cadre d'études antérieures, notamment l'étude hydraulique réalisée par Antéa en Octobre 2004 dans le cadre du projet de déviation de Tsoundzou.

Le tableau ci-après présente quelques éléments de comparaison :

Tableau n°10– comparaison des resultats avec des etudes hydrologiques antérieures

Étude hydraulique des franchissements et étude d'assainissement de la plate-forme, référence A35393/A Antéa - 2004	Présente étude	Commentaires
Q10 = 135m ³ /s Q100 =305m ³ /s	↪ Q10 = 161m ³ /s ↪ Q100 =330m ³ /s	- Majoration des débits du fait de la mise à jour des intensités pluviométriques en fonction des zones 1&2 de la méthode BRGM 2008.

4.2. Résultat des simulations

4.2.1. Localisation des champs d'inondation

La définition des contours des champs d'inondation et profondeur d'eau associée est réalisée sur la base des valeurs calculées de la ligne d'eau pour chaque simulation envisagée.

L'ensemble des résultats issus du modèle hydraulique et des simulations envisagées est présenté en annexe.

4.2.2. Crue décennale + PMVEE

Lors d'une crue décennale concomitante à des conditions de pleine mer de vives eaux exceptionnelles, l'écoulement est tout d'abord soumis à un régime fluvial.

En partie amont de la zone étudiée, nous assistons à des débordements sur les deux rives des plus hautes eaux, alimentant le champ d'inondation de la plaine de la Kwalé.

La zone de projet n'est pas touchée par cette extension des eaux.

Cf plan n°5 Champ d'inondation et profondeurs associées

4.2.3. Crue décennale + Cote cyclonique Feliksa

Lors d'une crue décennale concomitante à des conditions de surcote marine type Feliksa, l'écoulement est tout d'abord soumis à un régime fluvial.

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 24/49
		Etude Hydraulique

Dans la partie amont (hors influence marine) de la zone modélisée, les phénomènes de débordements sont très semblables au cas précédent. Par contre les eaux débordent plus largement en partie aval du fait d'une influence aval plus importante.

La zone de projet est touchée par cette extension des eaux uniquement sur une partie de la voie d'accès, au niveau du raccordement à la route nationale.

Cf plan n°6 Champ d'inondation et profondeurs associées

4.2.1. Crue décennale + Cote cyclonique Pseudo-Hary

La plaine d'expansion des crues de la rivière Kwalé, ainsi que le caractère submersible de cette partie du littoral sont mis en valeur lors de cet événement extrême.

La majeure partie du projet STEP est touchée par la montée des eaux.

Cf plan n°7 Champ d'inondation et profondeurs associées

4.2.2. Crue centennale + PMVEE

Lors d'une crue centennale concomitante à une pleine mer de vives eaux exceptionnelles, l'écoulement reste soumis à un régime fluvial. L'ampleur du débordement affecte une grande partie de la plaine de la Kwalé qui joue son rôle de champ d'inondation.

La morphologie en cuvette de la zone de projet rend l'eau stagnante et difficilement vidangeable à la décrue. Les profondeurs d'eau peuvent atteindre localement jusqu'à 1.00m.

Cf plan n°8 Champ d'inondation et profondeurs associées

4.2.3. Crue centennale + Cote cyclonique Feliksa

Lors d'une crue centennale concomitante à des conditions de surcote marine type Feliska, l'écoulement est tout d'abord soumis à un régime fluvial.

Dans la partie amont (hors influence marine) de la zone modélisée, les phénomènes de débordements sont un peu plus amplifiés que dans le cas précédent. Par contre les eaux débordent plus largement en partie aval du fait d'une influence aval plus importante.

La zone de projet est un peu plus touchée par cette extension des eaux que dans le cas précédent. La morphologie en cuvette de la zone de projet rend l'eau stagnante et difficilement vidangeable à la décrue. Les profondeurs d'eau peuvent atteindre localement jusqu'à 1.00m.

Cf plan n°9 Champ d'inondation et profondeurs associées

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 25/49
		Etude Hydraulique

4.2.4. Crue centennale + Cote cyclonique Pseudo-Hary

Ce champ d'inondation est très peu différent de celui relatif à l'événement {crue décennale + surcote cyclonique Pseudo-Hary}, le caractère submersible de la zone pour de tels événements étant largement démontré.

Cf plan n°10 Champ d'inondation et profondeurs associées

4.3. Proposition de précision de l'aléa inondation sur la zone de projet

Afin d'établir une proposition de précision de l'aléa inondation sur la zone de projet de la STEP de Mamoudzou Sud, nous avons retenu les niveaux suivants, étant entendu que les vitesses faibles de l'écoulement dans la zone d'expansion du champ d'inondation (<0.2m/s) illustre le rôle de zone de stockage.

4.3.1. Les niveaux d'aléa

Selon le cas le plus défavorable des deux conditions suivantes :

- ↳ une pluie décennale concomitante avec une condition de surcote marine pour un cyclone de type Feliksa,
- ↳ une pluie centennale concomitante avec une condition de marée de Pleine mer de vives eaux exceptionnelles.

4.3.1.1. Aléa fort

Ce niveau est atteint lorsque la hauteur d'eau du champ d'inondation fluvial par rapport au terrain naturel est supérieure à 1.00m ou suivant l'axe du lit mineur du talweg du BV1 bordé s'un tampon de 5m de part et d'autre.

La zone de projet est concernée par ce niveau d'aléa au niveau de l'exutoire de la ravine aveugle en partie nord-ouest.

4.3.1.2. Aléa moyen

Ce niveau est atteint lorsque la hauteur d'eau du champ d'inondation fluvial par rapport au terrain naturel est supérieure à 0.50m et inférieure à 1.00m.

La zone de projet est concernée par ce niveau d'aléa sur une surface d'environ 800m².

4.3.1.3. Aléa Faible

Ce niveau est atteint lorsque la hauteur d'eau du champ d'inondation fluvial par rapport au terrain naturel est inférieure à 0.50m ou suivant la zone d'évasement du talweg aveugle se raccordant au champ d'inondation susvisé.

La zone de projet est concernée par ce niveau d'aléa sur sa partie basse.

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 26/49
		Etude Hydraulique

4.3.2. La cartographie

Il ressort de cette proposition sur la zone retenue pour la STEP de Mamoudzou Sud:

- ↳ la précision de l'aléa fort suivant l'axe du talweg du BV1,
- ↳ la réduction sur la parcelle étudiée du niveau d'aléa faible à la partie nord-est du site,
- ↳ la délimitation d'une zone d'aléa moyen, correspondant au fond de cuvette de la zone nord-est du site.

Cf plan n°14 Proposition de cartographie d'aléa inondation

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 27/49
		Etude Hydraulique

5. Les orientations

5.1. Loi sur l'eau

Vue la Nomenclature EAU, Article R 214-1 du Code de l'Environnement, le projet de la STEP de Mamoudzou Sud **sera soumis à un régime d'autorisation.**

5.2. Orientations et dispositions du SDAGE de Mayotte relatives aux eaux pluviales

L'objet de cette partie est de dégager du récent SDAGE de Mayotte les orientations et dispositions concernant la gestion des eaux pluviales, avec lesquelles le projet STEP se doit d'être en adéquation.

Les passages qui suivent sont extraits du chapitre 2 du SDAGE, définissant les orientations fondamentales et les dispositions associées.

5.2.1. Généralités sur le SDAGE

Les enjeux prioritaires de l'eau à Mayotte ont servi de base à la définition des orientations fondamentales du SDAGE. A ces enjeux, se sont rajoutés les objectifs environnementaux de la Directive Cadre sur l'Eau et leur déclinaison en objectifs nationaux.

La Directive Cadre sur l'Eau (Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil) fixe trois grands objectifs :

- ↳ La non-détérioration de la qualité des eaux
- ↳ Le « bon état » de tous les milieux aquatiques en 2015
- ↳ La réduction, voire la suppression, des rejets de substances prioritaires dangereuses.

Ces objectifs s'appliquent à l'ensemble des milieux aquatiques : cours d'eau, plans d'eau, eaux souterraines, eaux lagunaires et eaux marines dans le respect du principe d'unicité de la ressource en eau et d'interdépendance des milieux.

A partir de l'ensemble des 9 questions importantes du bassin et des objectifs environnementaux, ont été dégagées les 7 Orientations Fondamentales qui structurent le SDAGE de Mayotte :

- ↳ OF 1 : Protéger la santé en protégeant l'eau ;
- ↳ OF2 : Développer la culture de tous dans le domaine de l'eau ;
- ↳ OF3 : Lutter contre les pollutions ;
- ↳ OF 4 : Gérer les risques naturels (inondation, érosion, ruissellement, submersion marine) ;
- ↳ OF 5 : Conserver, restaurer et entretenir les milieux et la biodiversité ;

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 28/49
		Etude Hydraulique

- ↳ OF 6 : Doter Mayotte d'outils de gestion performants (connaissance, technique, financier, etc.)
- ↳ OF 7 : Partager la ressource en eau entre les différents usages.

LES ORIENTATIONS ET DISPOSITIONS

Le SDAGE, de par la portée juridique qui lui a été attribuée, peut orienter les différents documents qui doivent lui être compatibles (Schéma Départemental des Carrières, SCOT, PLU, cartes communales, ...) vers des objectifs et des niveaux d'exigence particuliers en lien avec les caractéristiques des masses d'eau et les pressions des activités humaines qui s'y exercent.

Cette portée juridique a des conséquences sur la forme du SDAGE :

- ↳ Les **orientations fondamentales** doivent fixer les grandes lignes directrices d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et définir les règles du jeu en matière d'urbanisme ;
- ↳ Les **dispositions** doivent modifier ou conforter les processus de décisions administratives dans le domaine de l'eau et créer ainsi un cadre administratif favorable à la mise en œuvre des mesures définies dans le Programme de mesures.

Les orientations et dispositions spécifiquement en relation avec la gestion des eaux pluviales sont présentées ci-après.

5.2.2. Orientations fondamentales et disposition du SDAGE relatives à la gestion des eaux pluviales

5.2.2.1. Orientation Fondamentale 3 : Lutter contre les pollutions

La Directive Cadre sur l'eau instaure dans ses fondements le principe de non détérioration des milieux aquatiques et le principe de correction des atteintes à l'environnement par des actions prioritairement à la source des dommages.

La réduction voire l'élimination des atteintes à l'environnement est un volet capital de la politique de l'eau décliné dans le SDAGE de Mayotte en « Lutter contre les pollutions ».

ORIENTATIONS ET DISPOSITIONS

↳ **Orientation 3.3 : Réduire voire supprimer les émissions de substances polluantes dangereuses.**

Une attention particulière est à apporter sur les apports croissants de déchets au lagon. Les apports réguliers de canettes et plastiques peuvent avoir des conséquences importantes sur la qualité des eaux du lagon et sa biodiversité.

Les activités artisanales et industrielles en croissance à Mayotte, sont à surveiller de manière particulière.

Au-delà des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement une attention particulière est à apporter aux petites entreprises et aux activités diverses à l'origine d'émissions polluantes diffuses qui dégradent sur le long terme la qualité du milieu naturel.

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 29/49
		Etude Hydraulique

↪ **Orientation 3.6 : Promouvoir la mise en place d'une gestion performante des déchets pour la préservation des milieux aquatiques**

- **Disposition 3.6.1** : Afin de garantir les objectifs premiers du SDAGE de préservation des milieux aquatiques et du lagon en premier lieu, des opérations de nettoyage et l'enlèvement des déchets sont à inscrire et à programmer dans la durée du SDAGE, sur une base régulière annuelle, de préférence avant la saison des pluies, afin de conforter les habitudes de nettoyage, de signalement des macro-déchets et réduire progressivement les volumes de déchets en milieu urbain et naturel.

↪ **Orientation 3.7 : Anticiper et réduire les pressions polluantes dues au développement des infrastructures économiques de l'île**

Le code de l'urbanisme stipule (...) que les SCOT, PLU et cartes communales doivent être compatibles ou rendus compatibles avec le SDAGE et les SAGE.

- **Disposition 3.7.1** : Les services de l'État vérifient la cohérence entre les documents de planification de l'urbanisme et les objectifs environnementaux prescrit par le présent SDAGE.

Une importance toute particulière doit être accordée sur les points suivants :

- ✓ la cohérence entre la planification des implantations d'entreprises et industriels et la qualité des infrastructures d'accueil mises en place pour garantir la préservation des milieux aquatiques (collecte et traitement des eaux usées, gestion des eaux pluviales, alimentation en eau potable ou eau brute, ...)
- ✓ l'adéquation entre l'extension urbaine projetée et le foncier mobilisable pour accueillir les équipements collectifs nécessaires sur le long terme (usines de potabilisation, stations d'épuration, bassins de rétention et de décantation des eaux pluviales, ...)
- ✓ la prise en compte pour les projets de transport (maritimes, aérien et terrestres) de mesures spécifiques pour lutter contre les pollutions diffuses et accidentelles ;

5.2.2.2. Orientation Fondamentale 4 : Gérer les risques naturels (inondation, ruissellement, érosion, submersion marine)

En raison de sa situation géographique, de son relief et de sa géologie, Mayotte est soumise à des phénomènes naturels dangereux, notamment :

- ↪ des inondations par voie terrestre (débordements de cours d'eau, stagnation d'eaux pluviales, ruissellement urbain) ;

La prise en compte de ces risques naturels est fondamentale que ce soit pour préserver et améliorer la sécurité des biens et des personnes, mais également pour limiter et compenser les impacts liés aux activités humaines sur les milieux naturels.

↪ **Orientation 4.3 : Favoriser une gestion cohérente du risque**

La maîtrise des eaux de ruissellement doit être privilégiée dans le cadre des aménagements urbains. A ce titre, l'établissement de Schémas Directeurs d'Assainissement des Eaux Pluviales (SDAEP) est recommandé selon l'échelle topographique pertinente. A l'échelle des Communes, à défaut de SDAEP, les documents de planification, d'aménagement ou de construction intègrent :

- ✓ la mise en place de réseaux spécifiques pour les eaux pluviales ;

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 30/49
		Etude Hydraulique

- ✓ la limitation des surfaces imperméabilisées par l'utilisation de techniques alternatives ou compensatoires ;
 - ✓ toute action permettant de favoriser les infiltrations au niveau des espaces verts et des espaces agricoles pour freiner naturellement et réduire le ruissellement ;
 - ✓ la programmation de l'entretien des réseaux.
- **Disposition 4.3.1** : Les services de l'État réalisent un cadre type de contenu du Schéma Directeur d'Assainissement des Eaux Pluviales. Ce dernier contiendra en particulier un volet consacré à l'entretien des ravines et de l'ensemble du réseau pluvial. Il préconisera les conditions d'implantations des différents équipements (caniveaux, avaloirs, grilles, pièges à macro-déchets, bassins de rétention et bassins de décantation, ...)

5.2.2.3. Orientation Fondamentale 6 : Doter Mayotte d'outils de gestion performants (connaissance, technique, financier, ...)

Encore relativement récent, le développement démographique et économique de Mayotte nécessite désormais la mise en place d'outils de gestion performants à la hauteur des ambitions et des enjeux environnementaux.

↪ **Orientation 6.5: Assurer la cohérence des politiques d'aménagement avec la préservation de l'environnement et de la ressource en eau**

Intégrer les enjeux liés à l'eau et aux milieux aquatiques dans les projets d'aménagement du territoire

- **Disposition 6.5.3** : Les documents de planification dans le domaine de l'urbanisme (DTA, SCOT, PLU, etc.) ainsi que les projets plus vastes d'infrastructures bénéficiant souvent de fonds publics, doivent être compatibles avec le SDAGE sur le territoire concerné.

Les services de l'État veillent à ce que les documents d'urbanisme (SCOT et PLU) prennent en compte à l'échéance du document, l'analyse de la ressource en eau potable existante et mobilisable et mettent en cohérence leurs orientations et prévisions de développement avec ces ressources.

Les services de l'État veillent de même à ce que les PLU justifient de l'adéquation des zones de développement de l'urbanisation avec la programmation d'extension des réseaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement.

- **Disposition 6.5.6** : Les services de l'État et le Conseil Général intègrent dans les projets d'aménagement des transports et prévisions de trafic (aérien, routier ou maritime) les enjeux de développement durable des activités et la protection des milieux et privilégient dans ce sens des solutions peu polluantes. Dans ce cadre, ils mettent en place les solutions nécessaires afin de pallier aux pollutions accidentelles. Les solutions à mettre en place se doivent d'être à la hauteur du patrimoine exceptionnel de l'île.

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 31/49
		Etude Hydraulique

5.3. Plan Local d'Urbanisme de la Commune de Mamoudzou

Ce document prévoit, à travers son règlement de zonage et les articles liés à l'assainissement des eaux pluviales d'une zone agricole, dont le site de projet fait partie, les dispositions de gestion des eaux pluviales suivantes :

« Les aménagements réalisés doivent permettre le libre écoulement des eaux sur le terrain par des dispositifs adaptés à la construction, à la topographie du terrain et à la nature du sous-sol. Des dispositions de rétention particulières peuvent être imposées si le terrain ne permet pas d'assurer une rétention naturelle satisfaisante ».

6. Les préconisations

6.1. Introduction

Les préconisations indiquées ci-après sont des éléments d'orientation technique en termes de gestion des eaux pluviales. Elles seront amenées à être intégrées à la définition du projet, puis à évoluer en cohérence avec la conception architecturale de la STEP et la volonté du Maître d'Ouvrage. Les dimensionnements proposés dans ce chapitre seront à modifier en fonction de la gestion définitive des eaux pluviales.

Le projet est divisé en deux zones :

- ↳ la première est occupée par les installations de l'unité de traitement de la STEP,
- ↳ la seconde, l'unité de compostage.

Le projet se traduit en termes d'occupation du sol par une imperméabilisation, générant une augmentation des débits en aval.

Tableau n°11– Imperméabilisation par zone du projet

<i>DESIGNATION</i>	<i>BV-STEP PROJET</i>	<i>BV- COMPOST PROJET</i>
Surface du bassin versant (ha)	1.30	1.1
Surface imperméabilisée (ha)	0.6	0.85

Tableau n°12– Impact hydraulique du projet

<i>DESIGNATION</i>	<i>REJET ACTUEL</i>	<i>REJET PROJET</i>
Surface du bassin versant (ha)	2.40	
Longueur du thalweg principal (m)	260	
Coefficient de ruissellement décennal	0.50	0.74
Q2 en m3/s	0.26	0.39
Q5 en m3/s	0.38	0.57
Q10 en m3/s	0.45	0.66
Q20 en m3/s	0.61	0.82

<i>DESIGNATION</i>	<i>REJET ACTUEL</i>	<i>REJET PROJET</i>
Q50 en m3/s	0.79	1.01
Q100 en m3/s	0.92	1.14

6.2. Protéger l'aménagement des inondations

6.2.1. Scénario n°1

6.2.1.1. Description

Selon l'étude de faisabilité, les ouvrages de la STEP sont implantés dans la moitié qui est concernée par l'aléa inondation alors que l'unité de compostage en partie ouest n'est concernée par aucun aléa de ce type.

Ce premier scénario d'aménagement est basé sur le choix du concepteur de s'implanter en pied de versant nord, avec une légère intrusion en pied de talus sans rehausse du terrain naturel.

6.2.1.2. Impact hydraulique

L'impact sur le milieu aquatique se limite à des installations dans la plaine d'expansion des crues de la rivière Kwalé pour une surface soustraite d'environ 5000m² relevant d'un régime déclaratif au titre de la Loi sur l'eau.

6.2.1.3. Préconisations

En corrélation avec la cartographie de l'aléa inondation précisé par cette étude, les aménagements relatifs à de l'habitation ainsi que les ouvertures devront être situés à +0.5m par rapport au niveau du sol actuel (respectivement +1m) dans la zone d'aléa faible (respectivement moyen).

Lors de la conception des ouvrages, une **attention particulière mérite d'être portée notamment aux points suivants** (issus de la fiche inondation de la DEAL/SEPR/RN):

- ↳ conception des fondations, en cas de risque d'affouillement ;
- ↳ utilisation de matériaux insensibles à l'eau ou convenablement traités, pour les aménagements situés sous la cote estimée de submersion ;
- ↳ modalités de stockage des produits dangereux ou polluants : par exemple dans des citernes, cuves ou fosses suffisamment enterrées et lestées pour résister à la submersion ou installées au-dessus de la cote estimée avec, dans tous les cas, orifices de remplissage et évènements au-dessus de cette cote ;
- ↳ modalité de stockage des produits périssables ;
- ↳ conception des réseaux électriques et positionnement des équipements vulnérables ou sensibles à l'action des eaux (appareillages électriques, électroniques, etc...) ;

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 34/49
		Etude Hydraulique

- ↳ conception et réalisation des réseaux extérieurs, notamment d'assainissement (par exemple : clapets anti-retour, verrouillage des regards) ;
- ↳ garage et stationnement des véhicules ;
- ↳ mobiliers extérieurs (mise à l'abri, empêchement d'enlèvement par les eaux).

6.2.2. Scénario n°2

6.2.2.1. Description

Une autre alternative est de réaliser une plate-forme recevant l'ensemble du projet à +1.00m/TN, soit à la cote 6.5mNGM. Cette option permet ainsi de s'affranchir de toute montée des eaux dans l'enceinte de la STEP et ceci pour tous les événements envisagés dans cette étude.

6.2.2.2. Impact hydraulique

Les surfaces soustraites à l'expansion des crues pour l'évènement Q100+PMVHE, est d'environ 12000m² nécessite une autorisation au titre de la Loi sur L'eau, selon la rubrique 3.2.2.0.

Nous avons intégrer la réalisation de la plate-forme dans le modèle hydraulique développé en début d'étude.

Les résultats du modèle ne traduisent pas de réel impact hydraulique de ce remblai sur le champ d'inondation de la rivière Kwalé. Cependant, en termes de potentialité de stockage d'eau débordée, cette zone participait pour un volume de stockage de l'ordre de 3000m³.

6.2.2.3. Préconisations

La nature des matériaux utilisés pour la réalisation du remblai dépend de la portance attendue et du type de fondation envisagée pour les bâtiments ou équipements.

En considérant une cote plate-forme de 6.5mNGM, les hauteurs de remblais sont inférieures à 2m. Aussi, il est préconisé de réaliser un simple talus de fruit 3H/2V végétalisé (engazonnement, vétiver, etc..) à l'interface plate-forme/terrain naturel. En cas d'inondation, le talus sera soumis pour certains cas à la montée des eaux, cependant, au vu des faibles vitesses des écoulements, il n'y a pas de risques d'érosion.

6.3. Gérer les eaux des bassins versants amont

Cf. plan n°15 Préconisations

6.3.1. Eaux des BV 1&3

Il s'agira essentiellement de maintenir la continuité hydraulique de ces bassins versants avec la zone de diffusion utilisée à des fins de maraichages suivant un axe ouest-est.

Il est préconisé de maintenir cet axe d'écoulement à surface libre, en corrélation avec l'implantation des ouvrages du projet, type fossé ou noue végétalisée.

Selon les pentes du terrain, le profil en long de cet ouvrage non revêtu sera aménagé de redents permettant des pentes longitudinales de l'ordre de 2 à 3%, avec des cascades de dissipation.

Cet ouvrage reçoit les eaux des BV 1&3 assemblés en parallèle.

Tableau n°13– Valeurs des débits de crues du BV 1//3

<i>DESIGNATION</i>	<i>VALEUR</i>
Surface du bassin versant (ha)	22.12
Longueur du thalweg principal (m)	1380.00
Altitude NGM du point haut (m)	357.00
Altitude NGM du point bas (m)	7.00
Pente moyenne du talweg (m/m)	0.25
Coefficient de ruissellement décennal	0.50
Temps de concentration tc (min)	11.17
Q2 en m3/s	3.40
Q5 en m3/s	4.77
Q10 en m3/s	5.72
Q20 en m3/s	7.62
Q50 en m3/s	10.07
Q100 en m3/s	11.71

La section hydraulique de l'ouvrage (largeur au radier x profondeur - fruit de berge) 1mx1m – 1/1 est dimensionnée sur la base d'un débit de période de retour 10 ans.

Tableau n°14– Dimensionnement du fossé BV 1//3

Type	Ks	Pente en %	Q en m³/s	V en m/s
Trapézoïdal	30.00	2.00	5.87	2.79

Pour des évènements plus intenses que la crue de période de retour 10 ans, les eaux débordent. Il serait intéressant de concevoir la voie d'accès à des fins de confinement des eaux débordées et de diriger ces dernières vers la zone de maraichage longeant la voie d'accès tel qu'illustré sur le schéma suivant :



Figure 3 Gestion du débordement du fossé BV1//3

6.3.2. Eaux du BV 2

A l'instar de la gestion des eaux des précédents BV, celles du BV2 pourraient être reprises par un fossé végétalisé et à redents permettant des pentes de l'ordre de 2 à 3%, voire avec des cascades de dissipation dans les zones de terrain à fortes pentes, en amont de l'aménagement pour dévier les eaux à l'est du projet.

La section hydraulique de l'ouvrage (largeur au radier x profondeur - fruit de berge) 1.0mx0.6m – 1/1 est dimensionnée sur la base d'un débit de période de retour 100ans. En effet, cet ouvrage domine le talus en amont de la STEP, et tout débordement impact directement l'installation. L'exutoire de cet ouvrage est la zone de maraichage le long de la voie d'accès.

Tableau n°15– Dimensionnement du fossé BV 2

Type	Ks	Pente en %	Q en m ³ /s	V en m/s
Trapézoïdal	30.00	2.00	1.48	1.73

Au pied du talus en déblai, les fossés seront en terre, végétalisés et à redents permettant des pentes de l'ordre de 2 à 3% voir avec des cascades de dissipation dans les zones de terrain à fortes pentes.

6.3.3. Réalisation des fossés

Les figures qui suivent illustrent le type de fossés végétalisés à mettre en œuvre :

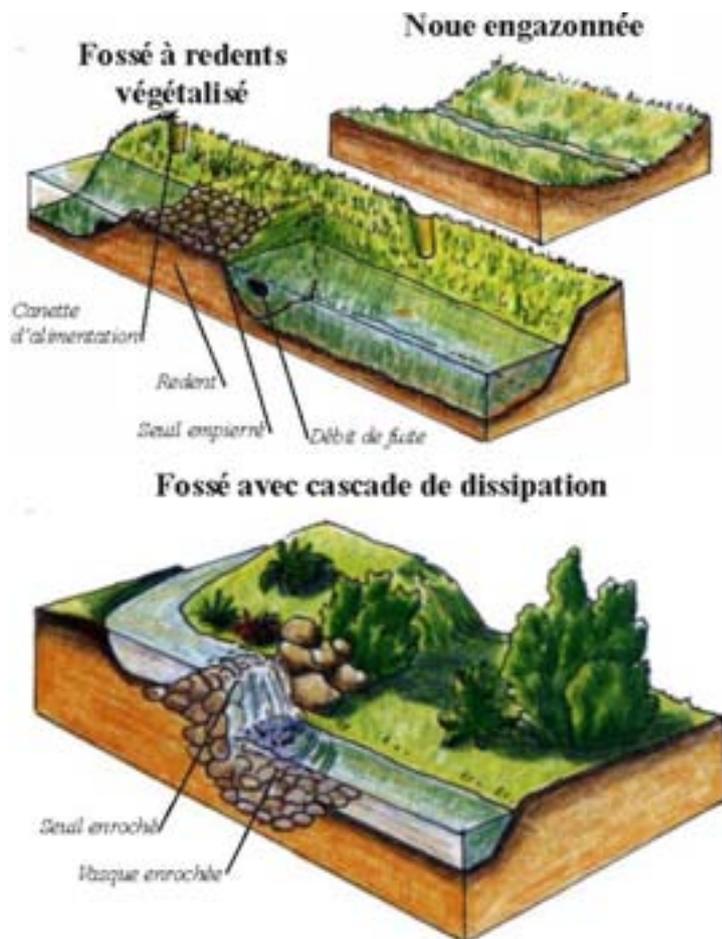


Figure 4 Illustrations issues de « Connaître pour agir »

6.4. Retenir les eaux pluviales des toitures des bâtiments

Il est proposé de limiter les débits de rejet de l'impluvium «STEP » par rétention des eaux de toitures des bâtiments, à des fins de réemploi en nettoyage ou arrosage.

Les volumes en jeu dépendent des emplois prévus par le Maître d'Ouvrage.

En première approche, et au vu d'une surface de toiture estimée à 300m², une base de dimensionnement est proposée ci-après:

- ↳ Débit de fuite = 4l/s.
- ↳ Volume de rétention dimensionné pour la crue de période de retour 10 ans et 20ans par application de la méthode des pluies.

Tableau n°16- Dimensionnement du volume de rétention

Désignation	Toitures des bâtiments intramuros
Surface d'apport (ha)	0.03
Coefficient de ruissellement	0.95
Débit de fuite en l/s	4
Volume de rétention à 10 ans en m ³	12
Volume de rétention à 20 ans en m ³	20

6.5. Traiter la pollution chronique

L'origine de cette pollution est essentiellement localisée au niveau des aires de circulation et stationnement des véhicules de l'impluvium « STEP ».

Le traitement qualitatif peut-être assuré par différents ouvrages de dépollution. Nous étudierons le cas du filtre planté vertical et détaillerons d'autres types d'ouvrage.

6.5.1. Le filtre planté vertical

L'ensemble des eaux de ruissellement sur les aires imperméabilisées seront dirigées vers des collecteurs étanches irriguant l'ouvrage de dépollution.

Le filtre planté s'étend sur une surface dimensionnée pour recevoir le volume de rétention d'une crue de période de retour 2ans et une hauteur d'eau de 80cm.

Un réseau draine le fond de filtre et est connecté à un ouvrage régulateur du niveau d'eau en sortie de filtre. Ce dispositif garantit la survie des roseaux en saison sèche par le maintien permanent d'un niveau d'eau d'environ 20cm en fond de filtre.

Le rejet à débit limité vers le milieu récepteur est acheminé par l'intermédiaire du fossé enherbé des BV1//3.

De plus, un ouvrage de surverse permettra un débordement dirigé vers ce même fossé pour les épisodes pluviaux plus rares.

L'application de la méthode des pluies permet d'estimer le volume de rétention, estimé à 196m³ pour la période de retour biennal.

En considérant une hauteur d'eau maximale de 80cm sur le filtre, on en déduit la surface de ce dernier.

D'après cette surface et la formulation de Darcy, avec une conductivité hydraulique de 10-4m/s pour le matériau de remplissage du filtre, on calcule le débit de fuite.

Tableau n°17- Dimensionnement du filtre planté vertical

Désignation	Valeur
Volume de rétention [m ³]	196
Hauteur d'eau maximale sur le filtre [m]	0.8
Surface du filtre [m ²] retenue	256
Débit de fuite correspondant [l/s]	20

La dimension du filtre retenu (16mx16m) permet d'assurer une rétention des eaux résiduaires d'un volume de 196m³, eaux qui seront traitées et rejetées vers le milieu superficiel sur la base d'un débit maximal d'une vingtaine de litre/seconde dans des conditions de non débordement.

L'entretien de cet ouvrage comprend :

- ↳ l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.),
- ↳ le nettoyage des dégrilleurs ;
- ↳ l'entretien de la végétation du filtre ;
- ↳ la vérification de la stabilité des berges ;
- ↳ la vérification du régulateur du niveau d'eau.

Les végétaux coupés serviront en compostage, favorisant la fixation des métaux dans les matières humiques. Une extraction des boues accumulées en surface est à prévoir tous les 15-20 ans, ainsi que l'analyse de la qualité des boues, afin d'en définir la filière de valorisation.

6.5.2. Décanteurs-déshuileurs

6.5.2.1. Principes de fonctionnement

Ces ouvrages ont une double vocation : décanter les particules plus lourdes que l'eau et retenir les particules moins denses que l'eau comme les hydrocarbures.

Ils sont généralement dimensionnées pour des débits régulés variables et pour permettre d'obtenir des taux de séparation jusqu'à 99.5% des hydrocarbures, qui garantit un rejet à 5mg/L. Les normes à appliquer sont

- ↳ NF-EN 858-1 ;
- ↳ NF-EN 858-2.

6.5.2.2. Avantage

- ↳ Conception moderne ;
- ↳ Rendement théorique satisfaisant ;
- ↳ Utilisation d'une faible surface pour la mise en place ;

- ↳ Efficacité pour de fort taux de pollution (station essence, activité pétrochimique,...).

6.5.2.3. Inconvénient

- ↳ Entretien complexe et coûteux ;
- ↳ Pas de véritable retour sur leur efficacité ;
- ↳ Peu efficace lors de faible pollution chronique.

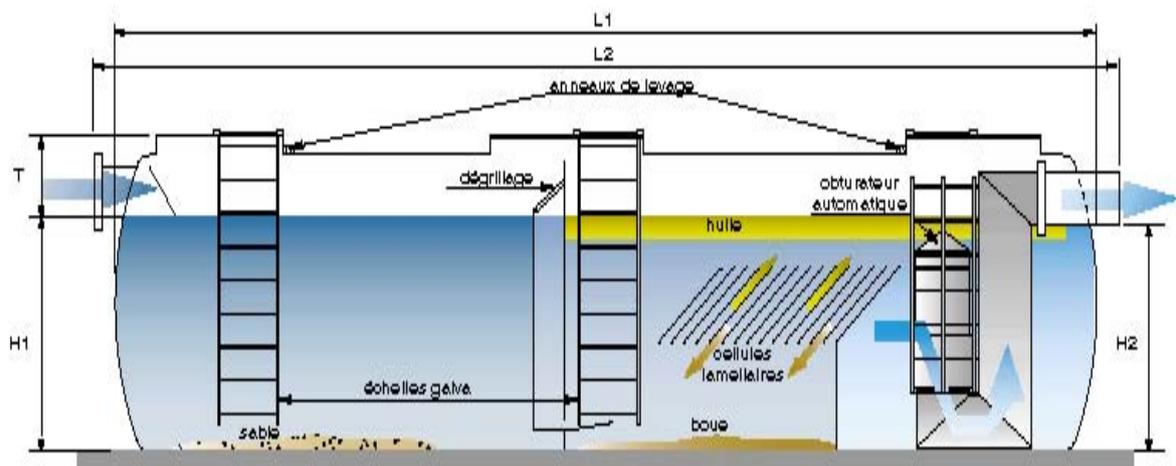


Figure 5 Schéma de principe d'un séparateur à hydrocarbures à cellules lamellaires (Source : Eau et Aéroport, STBA)

6.5.3. Les bassins secs et en eau

6.5.3.1. Principes de fonctionnement

L'eau est collectée par un ouvrage d'arrivée, stockée dans le bassin puis évacuée à débit régulé soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassin de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassin d'infiltration)

Les bassins de retenue sont de deux types :

- ↳ bassin en eau, une lame d'eau est présente en permanence ; à éviter à Mayotte ; les services sanitaires de Mayotte préconisent une durée de rétention inférieure à 12h pour limiter la prolifération des moustiques ;
- ↳ bassin sec, vide la plupart du temps et dont la durée d'utilisation est très courte (quelques heures).

6.5.3.2. Avantages :

- ↳ création de zones vertes en milieu urbain ou périurbain ;
- ↳ une bonne intégration dans le site ;
- ↳ une mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

6.5.3.3. Inconvénients :

- ↳ risque lié à la sécurité des riverains pour les bassins en eau (clôture nécessaire) ;
- ↳ nuisances dues à la stagnation de l'eau dans le cas des bassins en eau ;
- ↳ consommation d'espace ;
- ↳ pollution éventuelle de la nappe pour les bassins d'infiltration.

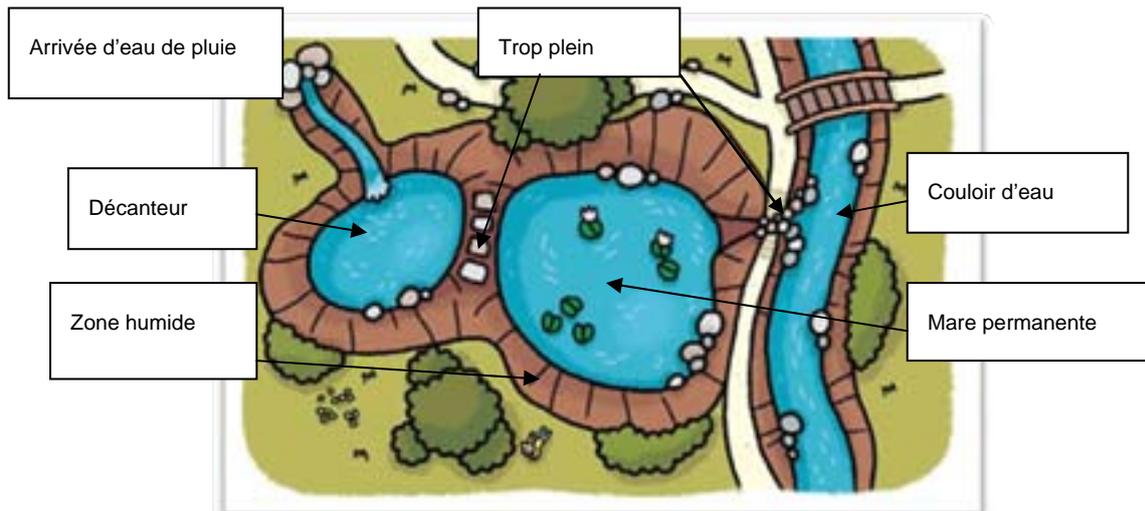


Figure 6 Exemple d'aménagement d'un bassin en eau (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

Pour les bassins en eaux, il faut :

- ↳ ramasser les flottants, entretenir les berges ;
- ↳ contrôler la végétation (favoriser l'ombrage, limiter les fertilisants, réaliser un faucardage, vider périodiquement le bassin pour entretenir les ouvrages).

Pour les bassins secs, il faut :

- ↳ tondre régulièrement et faucher (pour les bassins enherbés) ;
- ↳ nettoyage type balayage (pour les bassins revêtus).

6.5.4. Les noues

6.5.4.1. Principe de fonctionnement

Une noue est un fossé large et peu profond avec un profil présentant des rives en pente douce.

6.5.4.2. Avantages

- ↳ utilisation en un seul système des fonctions de rétention, de régulation, d'écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval ainsi que le drainage des sols ;

- ↳ la création d'un paysage végétal et d'espaces verts pour une bonne intégration dans le site ;
- ↳ sa réalisation par phases selon les besoins de stockage ;
- ↳ son coût peu élevé.

6.5.4.3. Inconvénients

- ↳ entretien régulier ;
- ↳ nuisances dues à la stagnation de l'eau.

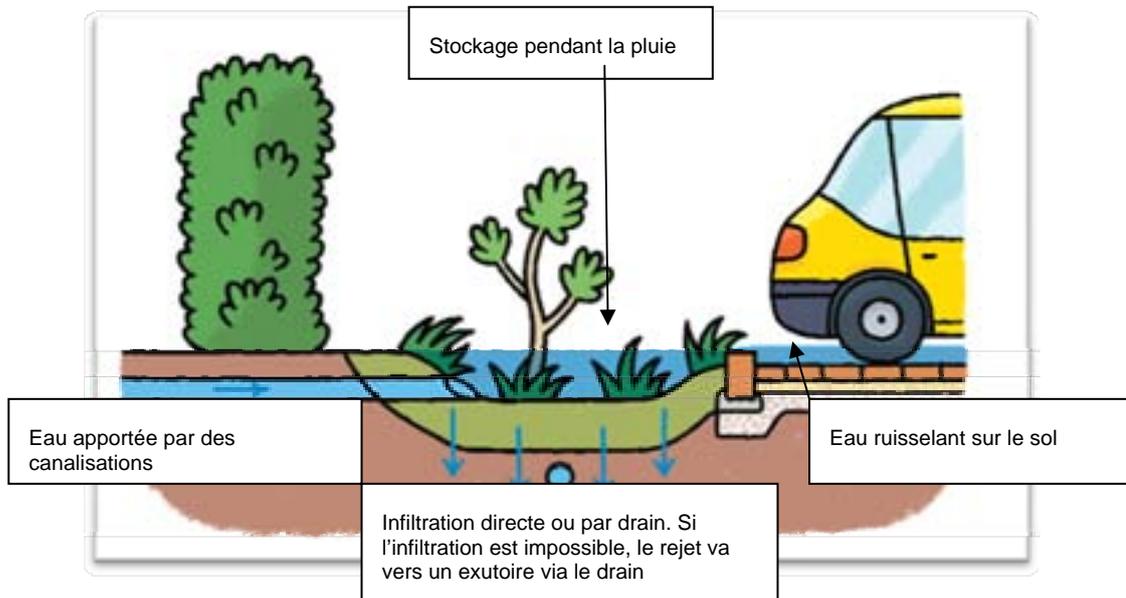


Figure 7 Exemple d'une noue (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

6.5.4.4. Entretien

Une noue a besoin d'un entretien régulier pour éviter qu'elle ne se transforme en mare ou en égout à ciel ouvert. De la fréquence de cet entretien dépend fortement l'image d'environnement de qualité que constitue la noue. Il consiste à tondre la pelouse, à arroser quand les sols sont secs pour que la végétation ne dépérisse pas, à ramasser les feuilles et les débris d'origine humaine, et à curer les orifices.

Pour pallier le risque de bouchage des orifices, un drain peut être mis en place sous la noue. L'eau s'infiltré dans le fond de la noue puis atteint le drain et s'écoule vers l'exutoire.

6.5.5. Les puits

6.5.5.1. Principes de fonctionnement

Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées après stockage et prétraitement éventuels.

Dans la majorité des cas, les puits d'infiltration sont remplis d'un matériau très poreux qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement.

Ils sont souvent associés à des techniques de stockage de type chaussée-réservoir, tranchée drainante, fossé ou même bassin de retenue, dont ils assurent alors le débit de fuite.

6.5.5.2. Avantages

- ↪ Simplicité de conception et coût peu élevé ;
- ↪ Large utilisation (de la parcelle aux espaces collectifs) ;
- ↪ Entretien relativement faible ;
- ↪ Convient à tous types d'usages, sauf usage industriels ou en présence de fines ;
- ↪ Elle complète les autres techniques ;
- ↪ Intégration dans le tissu urbain et possibilité de réutiliser la surface (parking, aire de jeu,...) ;
- ↪ Bonne adaptation aux terrains plats où l'assainissement est difficile à mettre en œuvre ;

6.5.5.3. Inconvénients

- ↪ Risque de pollution de la nappe ;
- ↪ Colmatage du puits.

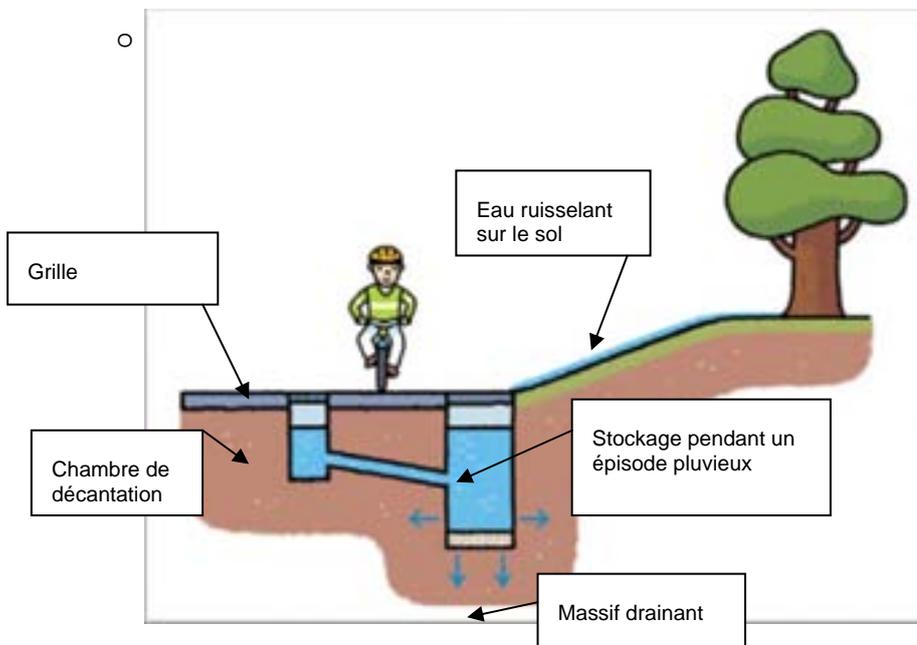


Figure 8 Exemple de puits d'infiltration (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

6.5.5.4. Entretien

Deux type d'entretiens sont à prendre ne compte pour ce type d'ouvrage.

L'entretien préventif, qui intervient tous le mois afin de minimiser le colmatage. Il consiste a :

- ↳ vider les chambres de décantation ;
- ↳ nettoyer les dispositifs filtrants ;
- ↳ vérifier le système de trop plein (puits creux) ou le tassement de la terre végétale (puits comblé) ;
- ↳ nettoyer les surfaces drainées.

L'entretien curatif, qui intervient deux fois par an à une fois tous les cinq ans lorsque le puits ne fonctionne plus et déborde fréquemment. Il consiste en un curage ou un pompage du puits.

6.5.6. Les toits stockants

6.5.6.1. Principes de fonctionnement

Le principe des toits stockant consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de toiture, une certaine hauteur d'eau, puis à la relâcher à faible débit. Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement, grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie. Elle s'applique pour les toits qui ont une pente inférieure à 5%.

Sur toit plat, le dispositif d'évacuation est constitué d'une ogive centrale avec filtre, raccordé au tuyau d'évacuation et d'un anneau extérieur, percé de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge.

Sur les toits en pente, le stockage est également possible en utilisant des caissons cloisonnant la surface.

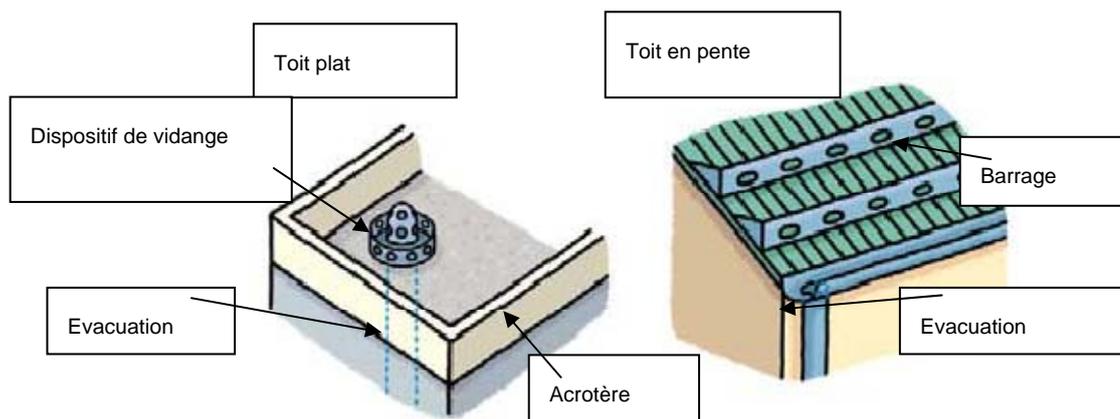


Figure 9 Schéma descriptif des différents types de toit stockant (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

Le stockage temporaire et les vidanges sont assurés par un ou plusieurs organes de régulation. Elle peut être améliorée par la présence d'une protection d'étanchéité en gravillon généralement d'une épaisseur de 5cm pour une porosité d'environ 30%, ou par la présence de terre végétale dans le cas des toits jardins.

6.5.6.2. Avantages

- ↪ Intégration de façon esthétique à tous types d'habitats ;
- ↪ Procédé de stockage immédiat et temporaire à la parcelle
- ↪ Pas d'emprise foncière ;
- ↪ Mise en œuvre simple ;
- ↪ Diversité de traitement (en herbe, matériau (bois, taule, PVC) ;

6.5.6.3. Inconvénients

- ↪ Entraîne un surcoût par rapport à une toiture traditionnelle ;
- ↪ Nécessite une réalisation soignée compte tenu des problèmes d'étanchéité ainsi qu'un entretien régulier.

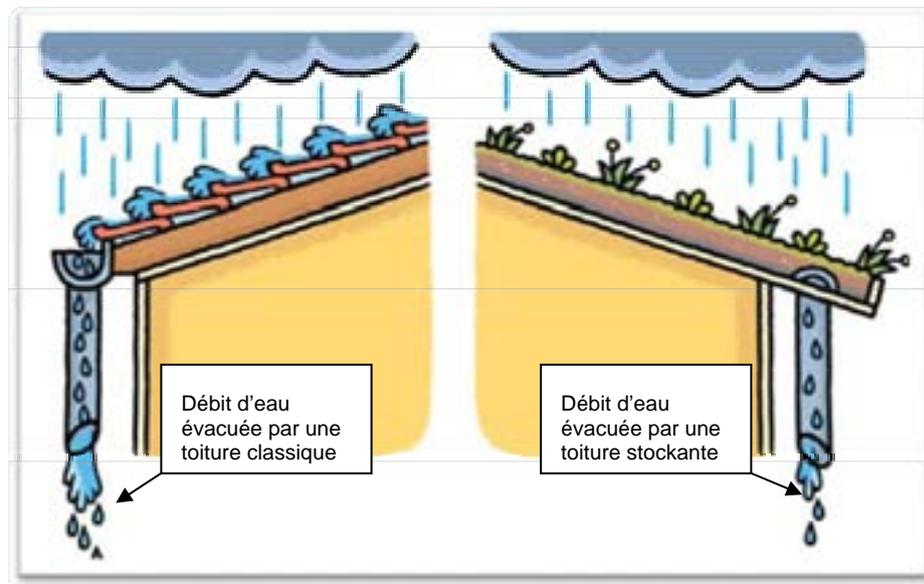


Figure 10 Différence entre une toiture classique et une toiture végétalisée (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

6.5.6.4. Entretien

La Chambre Syndicale Nationale de l'Etanchéité recommande au minimum deux visites par ans (nettoyage des feuilles qui ont pu obstruer les descentes, contrôle du bon fonctionnement des dispositifs de régulation).

6.5.7. Les tranchées d'infiltration

6.5.7.1. Principes de fonctionnement

La tranchée est une excavation de profondeur et de largeur faibles, servant à retenir les eaux. Elle peut revêtir en surface divers matériaux selon son usage (enrobé drainant, dalle de béton, pelouse).

L'eau est collectée soit localement par un système classique d'avaloirs et de drains qui conduisent l'eau dans le corps de la tranchée (infiltration ou par d'autres systèmes d'injection).

L'évacuation se fait de façon classique vers un exutoire prédéfini.

6.5.7.2. Avantages

- ↪ Insertion facile en milieu urbain avec une faible consommation de l'espace ;
- ↪ Bonne intégration au paysage grâce aux diverses formes et revêtements de surface ;
- ↪ Mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

6.5.7.3. Inconvénients

- ↪ Risque de pollution de la nappe.



Figure 11 Exemple d'une tranchée d'infiltration (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

Il est à noter qu'il existe trois principaux types de tranchées :

- ↪ Les tranchées le long des voies circulées (sous trottoir ou en limite de parking). Pour ce type de tranchée, il est recommandé de prévoir la possibilité de rejeter les eaux dans un exutoire avec l'aide d'un drain afin de diminuer le phénomène de colmatage.
- ↪ Les tranchées autour des bâtiments (pas de problème de colmatage constaté) ;
- ↪ Les tranchées permettant de réinfiltrer les eaux de toitures (mise en place d'un drain pour répartir l'eau dans toute la tranchée et ainsi utiliser la capacité de rétention et d'infiltration dans le sol).

6.5.8. Cuves et citernes

6.5.8.1. Principes de fonctionnement

Ces dispositifs peuvent être posés sur le sol ou enterrés. L'évacuation des eaux pluviales s'effectue vers un exutoire (zone d'infiltration, ruisseau, réseau) par l'intermédiaire d'un tuyau permettant la vidange gravitaire de la cuve ou grâce à une pompe (ces des citernes enterrées).

6.5.8.2. Avantages

- ↪ Facile à mettre en place ;
- ↪ Quand elles sont couplées avec de l'infiltration pour leur vidange ou le trop plein, il est possible de les utiliser pour l'arrosage du jardin ou le lavage des voitures.

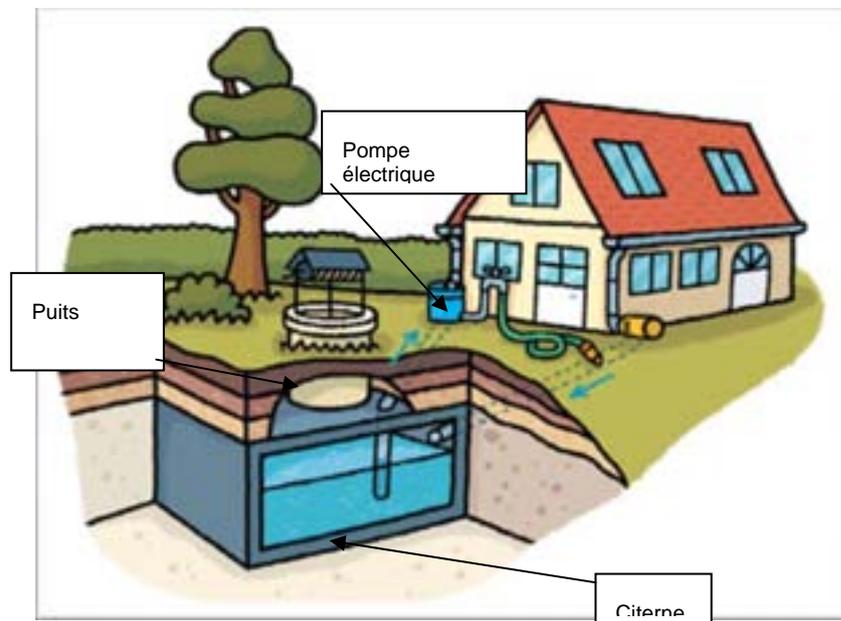


Figure 12 Exemple d'une citerne (Source : Guide pratique Aménagement et eaux pluviales sur le territoire du Grand Lyon)

6.5.8.3. Entretien

L'entretien se fait régulièrement pour éviter le développement des bactéries. Dans le cas d'une citerne enterrée, la vérification des préfiltres s'impose tous les ans. Elle doit également être vidangée et nettoyée au moins tous les 2 ans.

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 48/49
		Etude Hydraulique

7. Conclusion

Conformément au cahier des charges du Maître d'Ouvrage, cette d'étude s'est attaché à :

- ↳ faire un état des lieux et un diagnostic du fonctionnement des bassins versants et de la ravine dans le périmètre du projet ;
- ↳ déterminer le débit de pointe actuel à la sortie du site du projet;
- ↳ préciser l'aléa inondation sur le périmètre de projet ;
- ↳ proposer une gestion des eaux pluviales.

Il appartient maintenant à la Maîtrise d'Ouvrage de définir son projet de STEP, en intégrant les préconisations de cette étude.

SIEAM	Projet de construction de la STEP de Mamoudzou	Page n° 49/49
		Etude Hydraulique

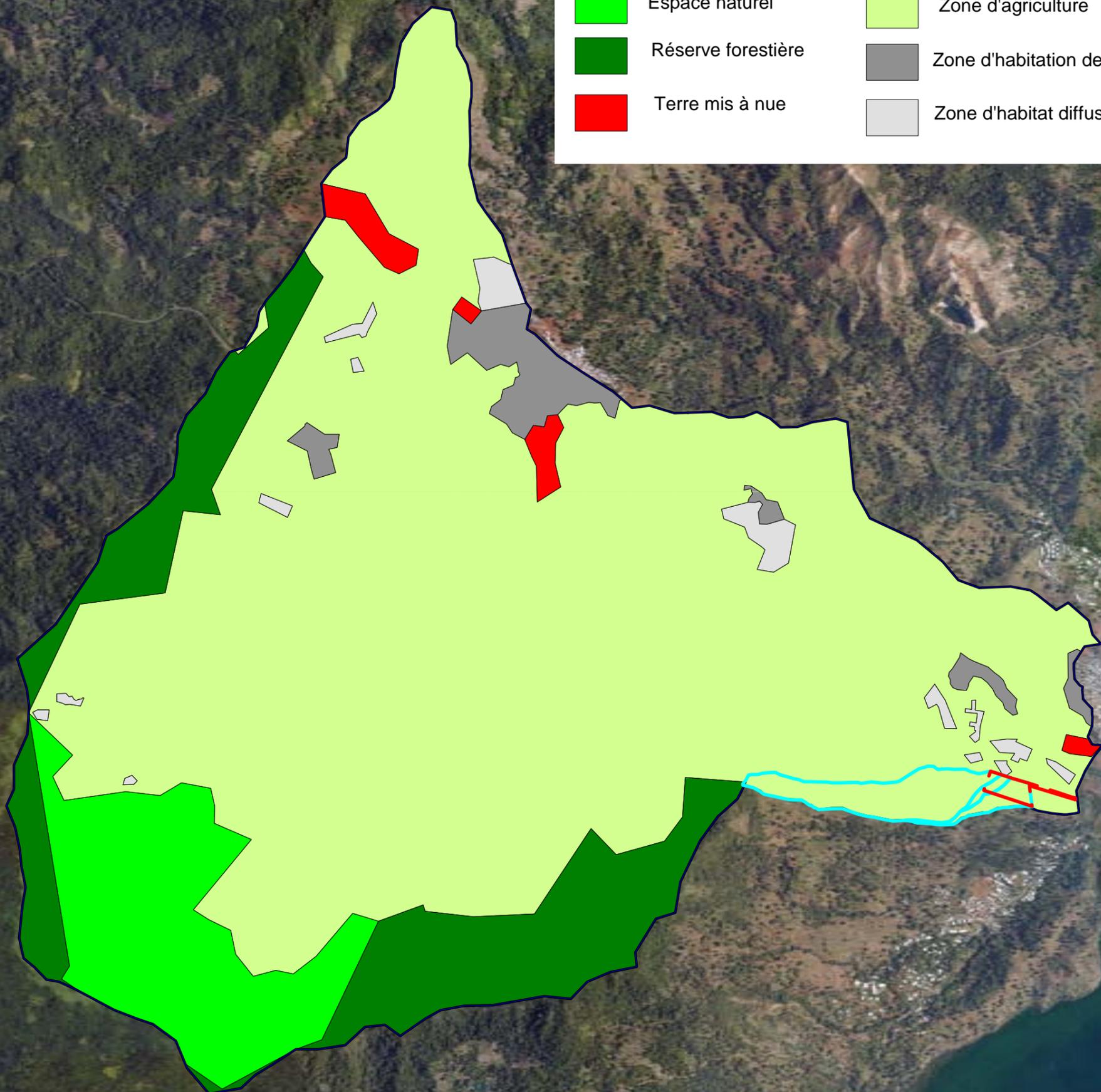
8. Les plans

Les plans ou annexe d'étude :

- ↪ Plan n°1 : Bassin versant de la Kwalé et occupation des sols
- ↪ Plan n°2 : Bassins versants du projet - État initial
- ↪ Plan n°3 : Aléa inondation
- ↪ Plan n°4 : Construction du modèle hydraulique et profils – 9 planches
- ↪ Plan n°5 : Champ d'inondation et profondeurs associées –Q10+2.42
- ↪ Plan n°6 : Champ d'inondation et profondeurs associées –Q10+3.54
- ↪ Plan n°7 : Champ d'inondation et profondeurs associées –Q10+6.25
- ↪ Plan n°8 : Champ d'inondation et profondeurs associées –Q100+2.42
- ↪ Plan n°9 : Champ d'inondation et profondeurs associées –Q100+3.54
- ↪ Plan n°10 : Champ d'inondation et profondeurs associées –Q100+6.25
- ↪ Annexe n°11 : Résultats des simulations avec les abréviations suivantes
 - River Sta : profil du modèle, les étoiles à côté du nom indique les profils interpolés
 - Q Total : débit de crues Q10 ou Q100 en m³/s
 - Min Ch El : cote minable du profil
 - W.S. Elev : Cote de la ligne piézométrique
 - E.G. Elev : Cote de la charge hydraulique
 - E.G. Slope : Pente de la ligne d'énergie
 - Vel Chnl : Vitesse de l'écoulement
 - Flow Area : surface de la section hydraulique
 - Top width : largeur totale de la section hydraulique
 - Froude # Chl : Nombre de Froude
- ↪ Plan n°12 : PL Q10
- ↪ Plan n°13 : PL Q100
- ↪ Plan n°14 : Proposition de cartographie d'aléa inondation
- ↪ Plan n°15 : Préconisations

Légende :

-  Contour de la zone projet
-  Contour des bassins versants du projet
-  Contour des bassins versants de la Kwalé
-  Espace naturel
-  Zone d'agriculture
-  Réserve forestière
-  Zone d'habitation dense
-  Terre mis à nue
-  Zone d'habitat diffus



**Projet de construction
de la STEP de
Mamoudzou sud**

Etude hydraulique

Maître d'Ouvrage :

Collectivité Départementale
de Mayotte

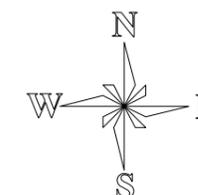


Syndicat Intercommunal d'Eau
et d'Assainissement de Mayotte

Bureau d'Etudes



**Plan n° 1 :
Bassin versant de la Kwalé**



ECH : 25 000

Fond de plan : ortho. 2008

Projet de construction de la STEP de Mamoudzou Sud

Etude Hydraulique

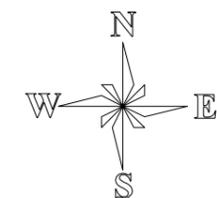
Maître d'Ouvrage :



Bureau d'Etudes :

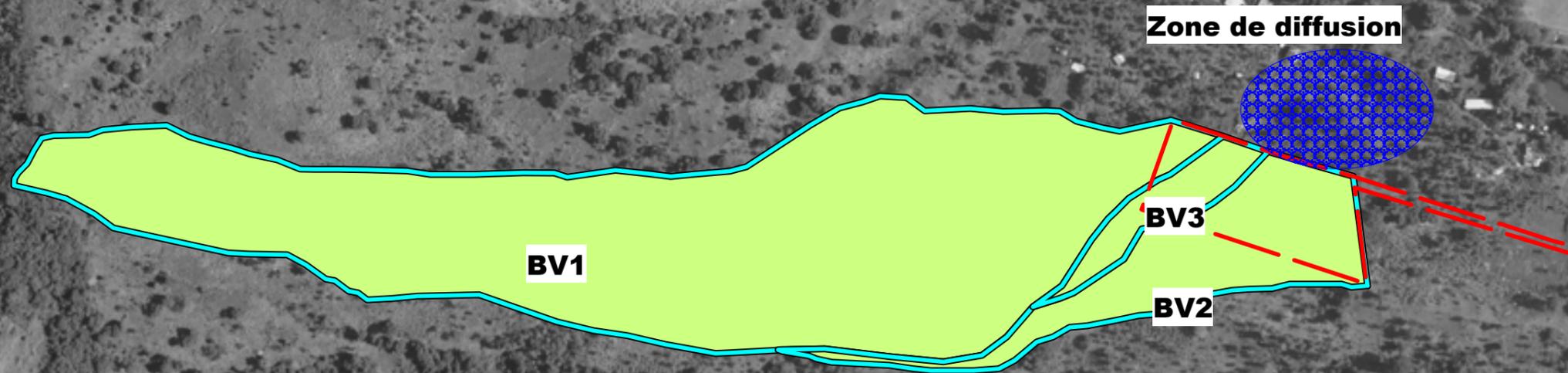


Plan n°2 :
Bassins versants du projet
Etat initial



Ech : 1/6 000

Fond de plan : ortho.08

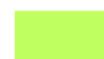


Légende :

 Contour des bassins versants

 Périmètre du projet

Occupation du sol :

 Zone d'agriculture

Projet de construction de la STEP de Mamoudzou Sud

Etude Hydraulique

Maître d'Ouvrage

Collectivité Départementale
de Mayotte

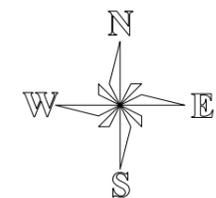


Syndicat Intercommunal d'Eau
et d'Assainissement de Mayotte

Bureau d'Etudes :



**Plan n°3 :
Aléa inondation**



Ech : 1/ 6 500

Fond de plan : ortho.08

Légende :

 Contour du projet

Aléa inondation PPR Mamoudzou

 Aléa fort - débordement de ravine - I3

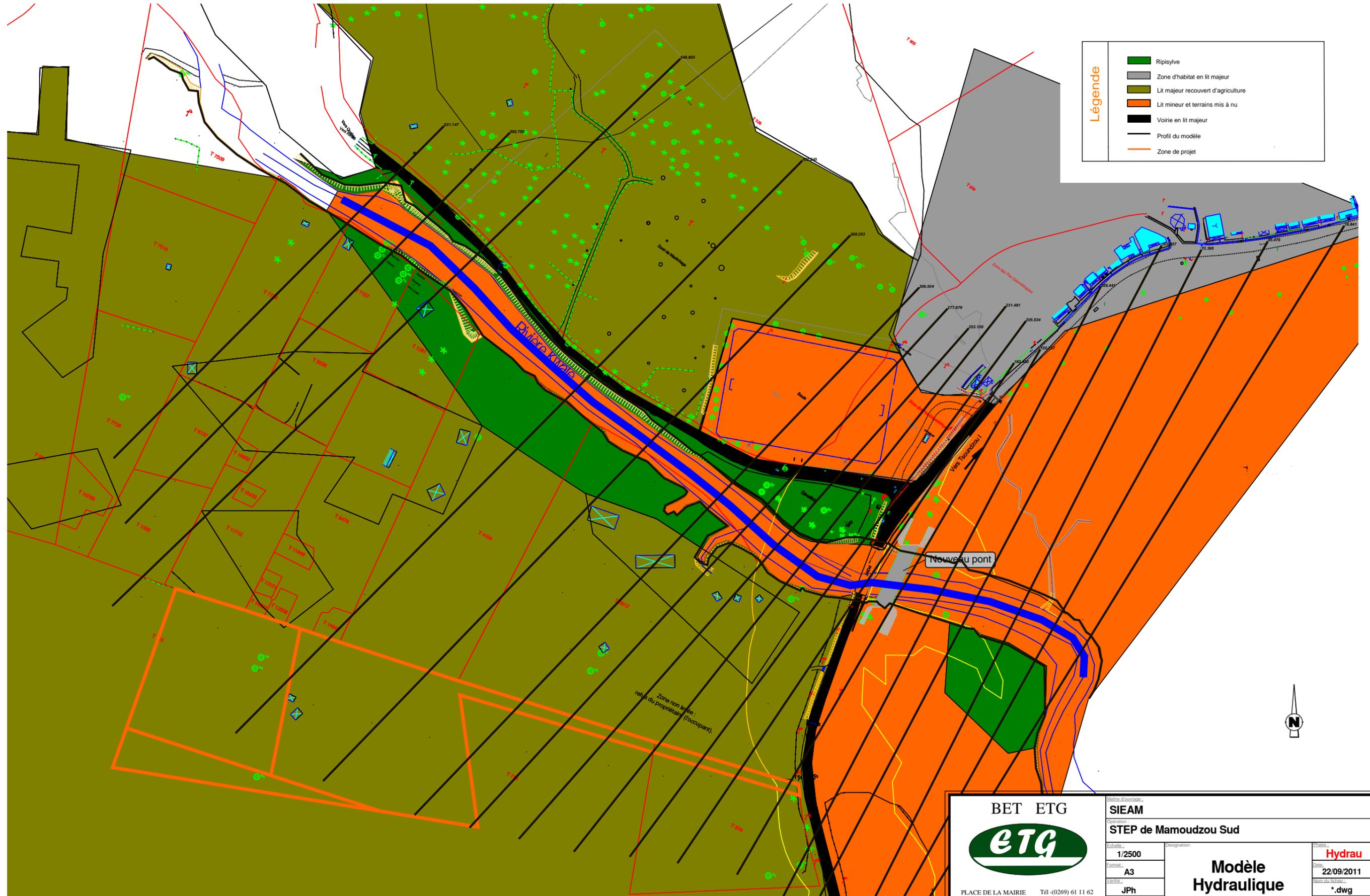
 Aléa moyen - débordement de ravine - I2

 Aléa faible - débordement de ravine - I1

 Aléa fort - submersion marine d'origine cyclonique

 Aléa moyen- submersion marine d'origine cyclonique

Plan n°4: Construction du modèle hydraulique

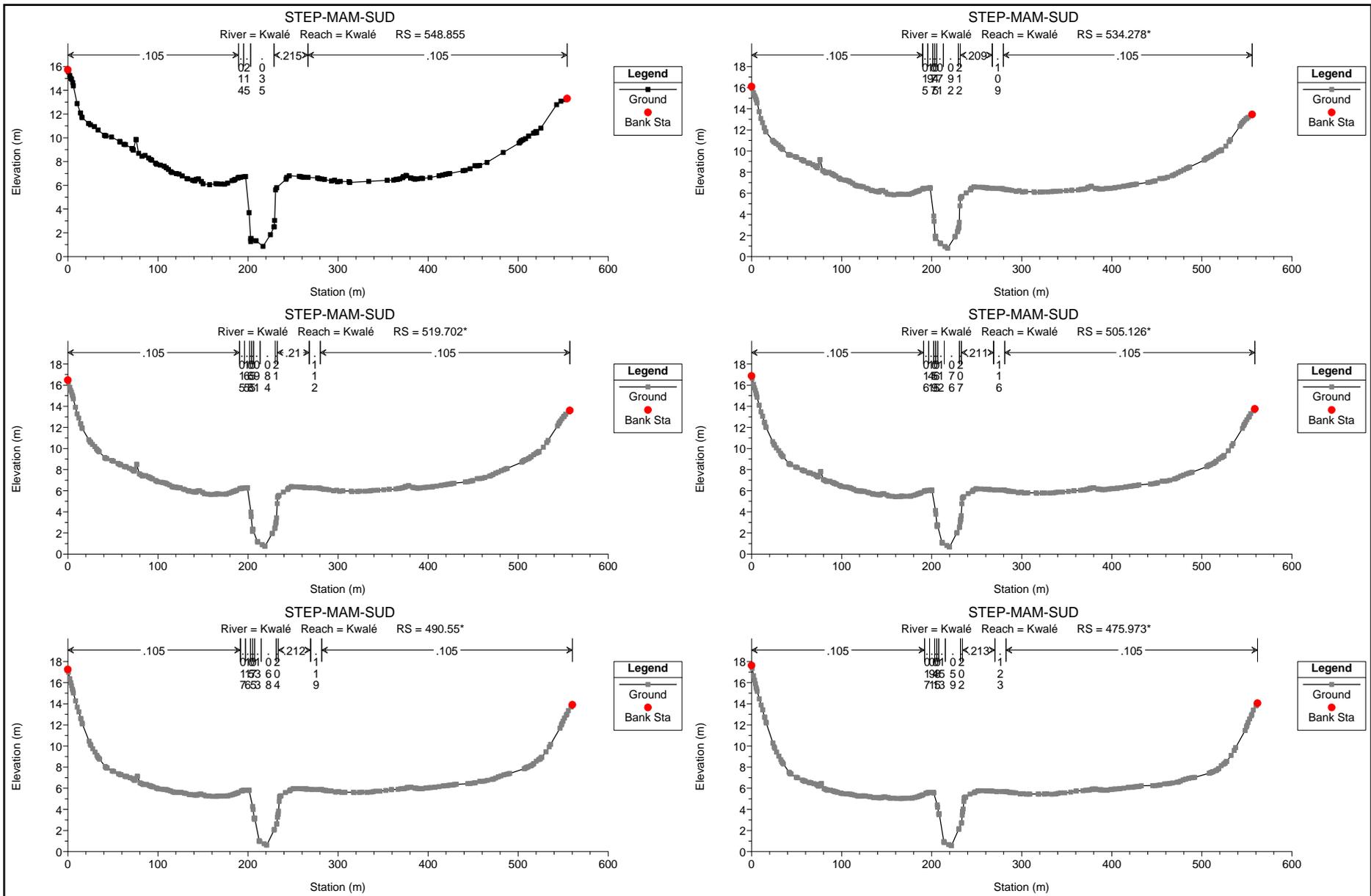


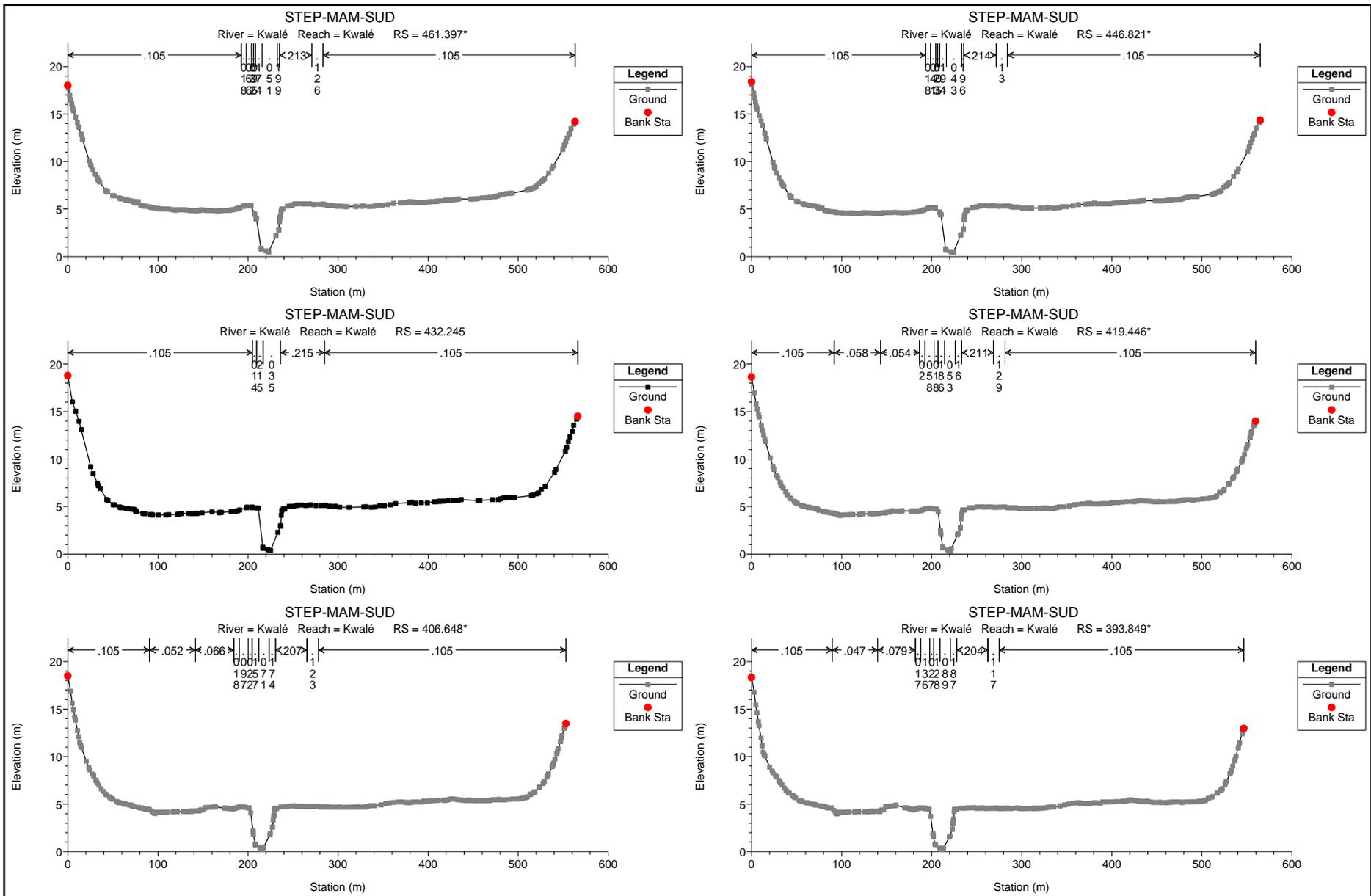
Légende

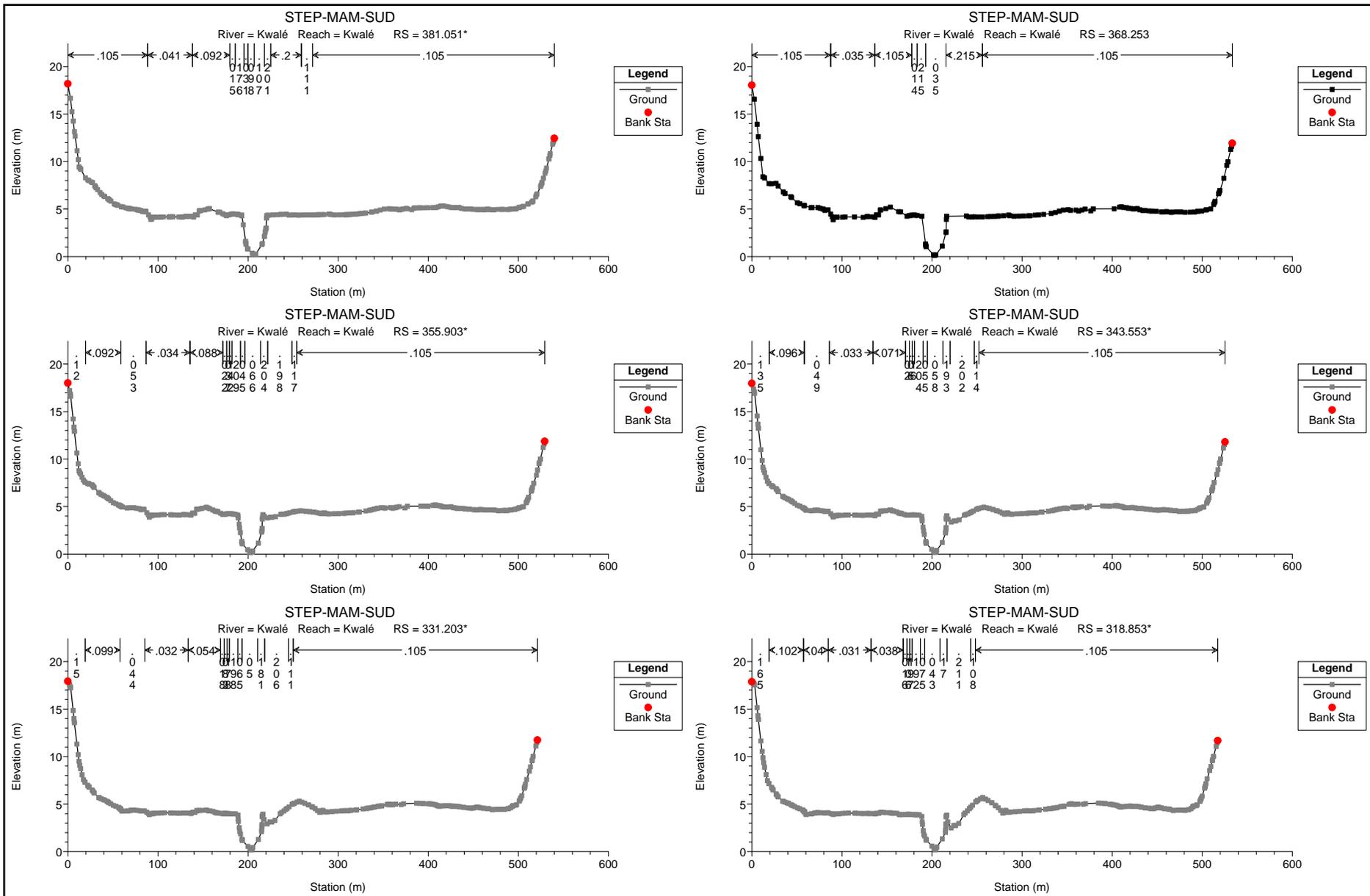
- Ripisylve
- Zone d'habitat en lit majeur
- Lit majeur recouvert d'agriculture
- Lit mineur et terrains mis à nu
- Voirie en lit majeur
- Profil du modèle
- Zone de projet

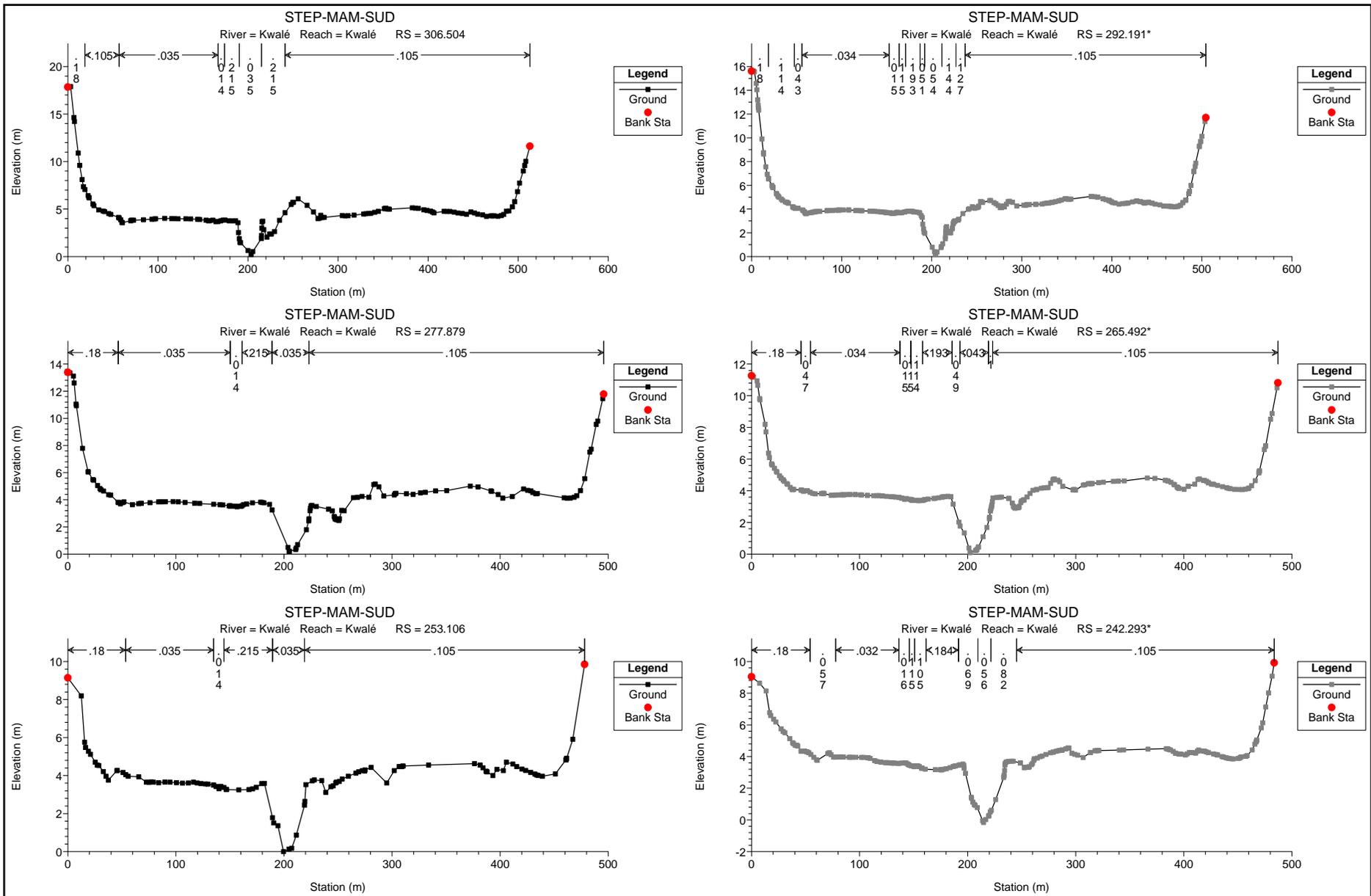


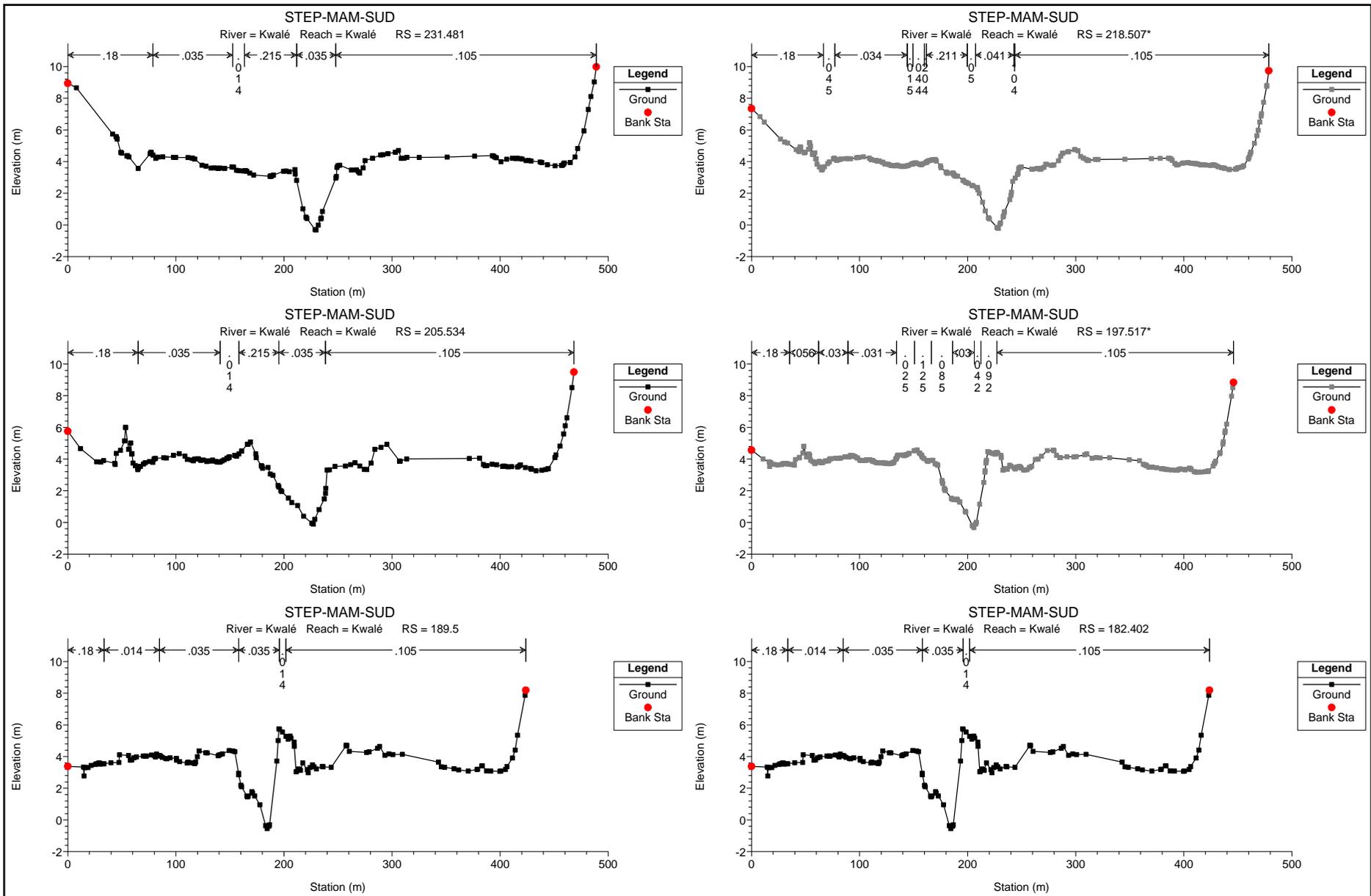
BET ETG		SIEAM	
		STEP de Mamoudzou Sud	
Echelle : 1/2500	Format : A3	Designation : Modèle Hydraulique	Phase : Hydrau
Date : JPh	Date : 22/09/2011	Nom du fichier : *.dwg	Page : 1/1
PLACE DE LA MAIRIE COMMUNE DE DEMBENI BP: 58 DEMBENI		Tél-(0269) 61 11 62 Fax-(0269) 61 46 88 contact@etg976.fr	

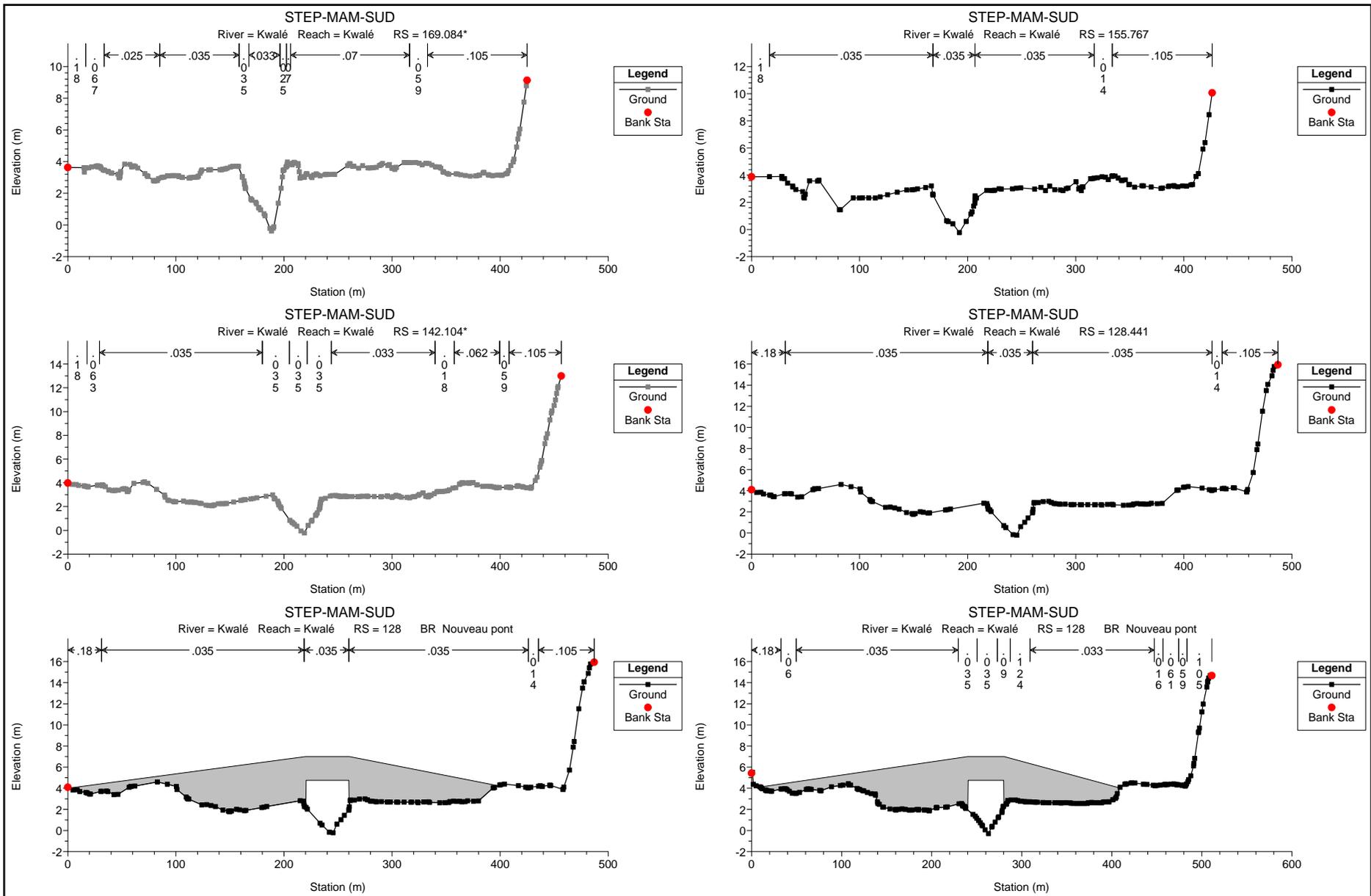


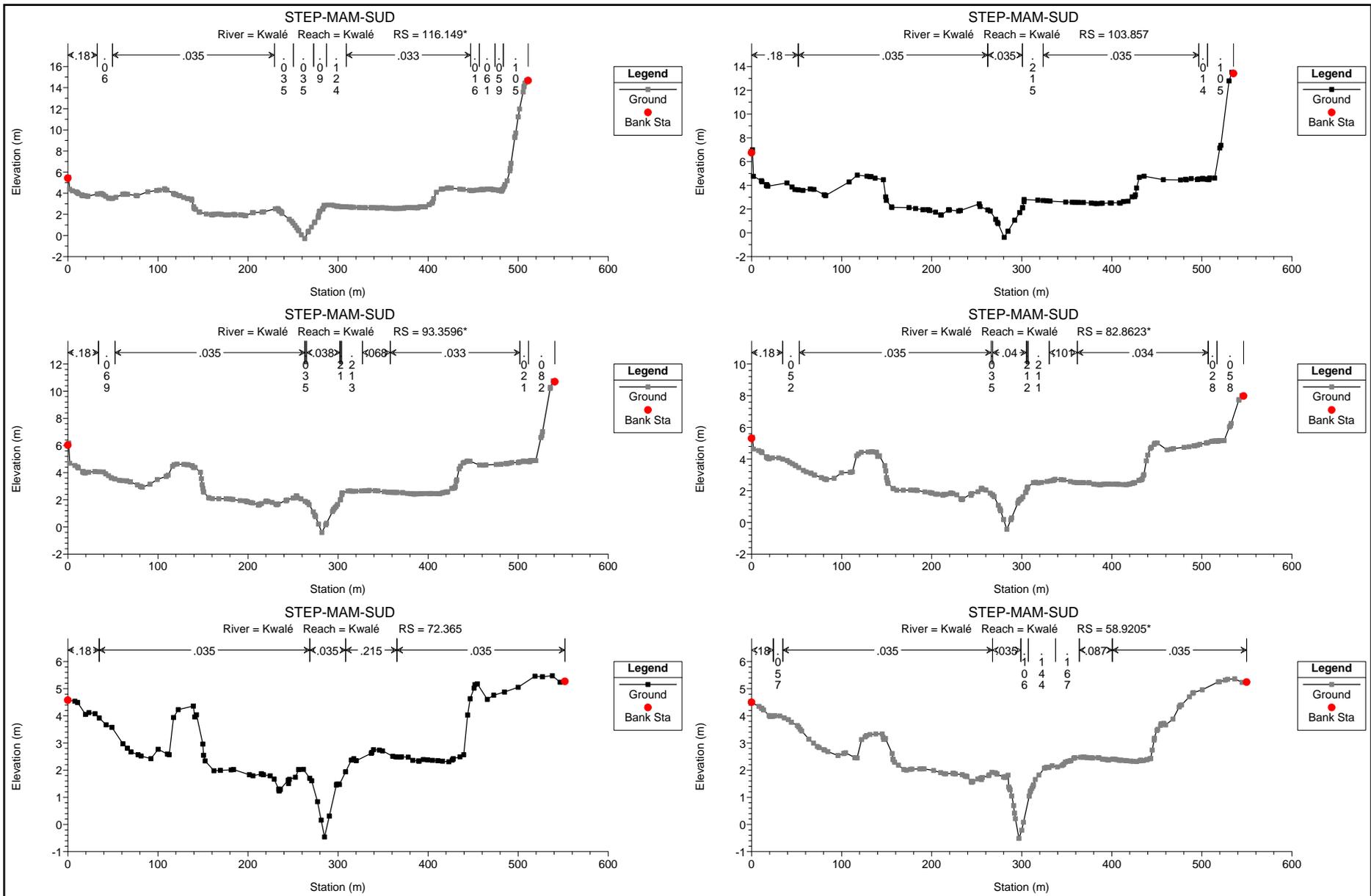


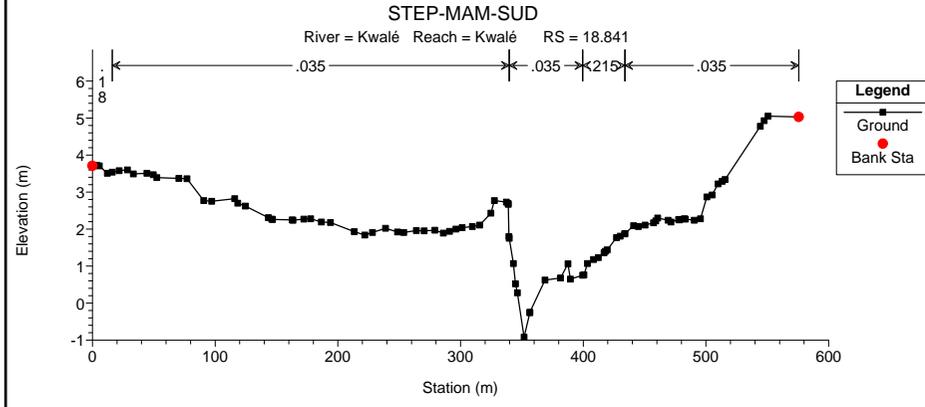
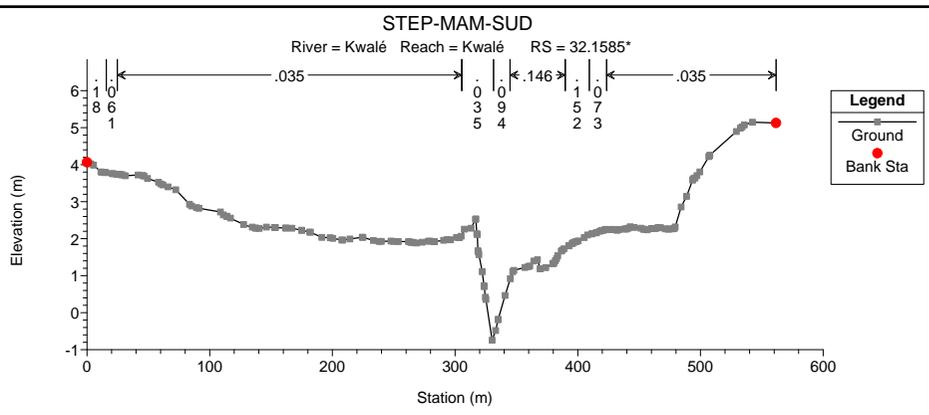
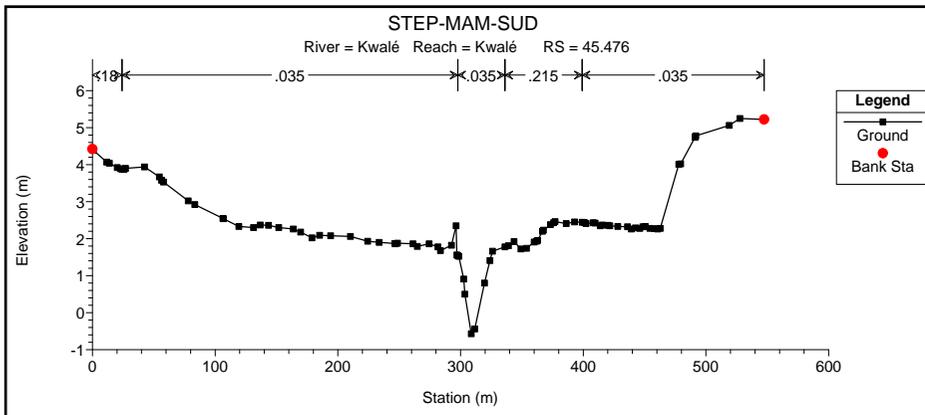






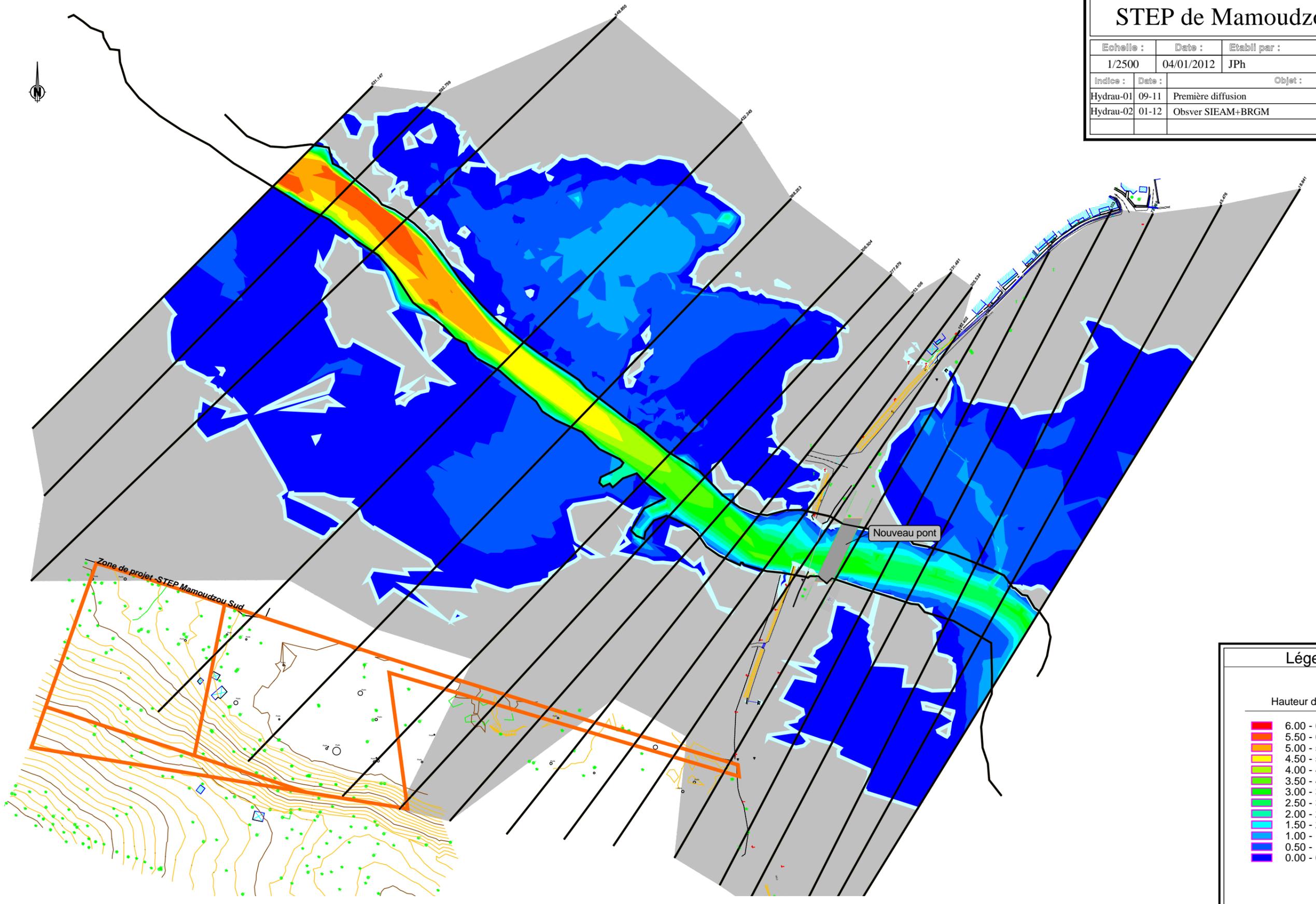






SIEAM STEP de Mamoudzou Sud

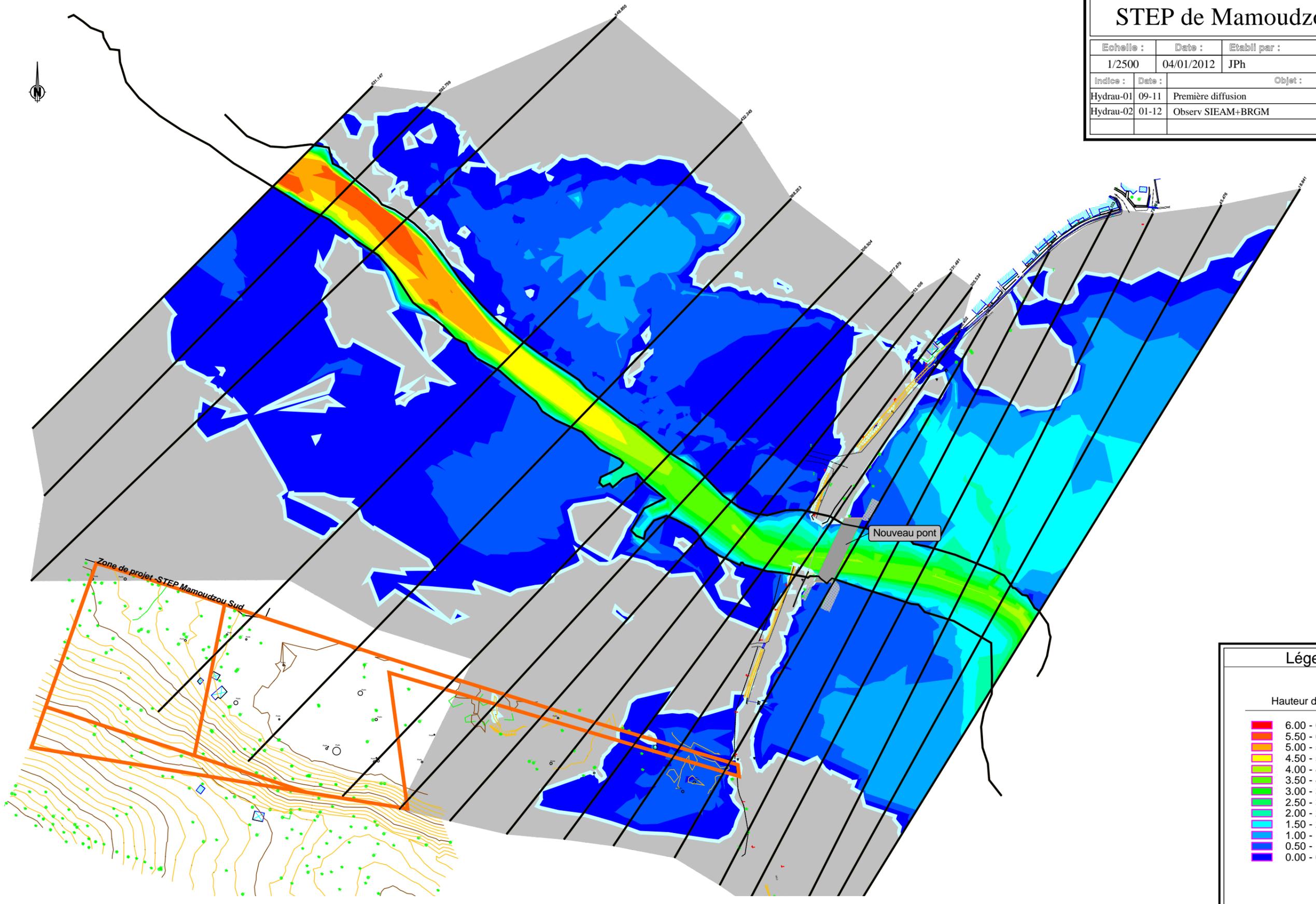
Echelle :	Date :	Etabli par :
1/2500	04/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Obsver SIEAM+BRGM



Légende	
Hauteur d'eau en m	
	6.00 - 6.03
	5.50 - 6.00
	5.00 - 5.50
	4.50 - 5.00
	4.00 - 4.50
	3.50 - 4.00
	3.00 - 3.50
	2.50 - 3.00
	2.00 - 2.50
	1.50 - 2.00
	1.00 - 1.50
	0.50 - 1.00
	0.00 - 0.50

SIEAM STEP de Mamoudzou Sud

Echelle :	Date :	Etabli par :
1/2500	04/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Observ SIEAM+BRGM



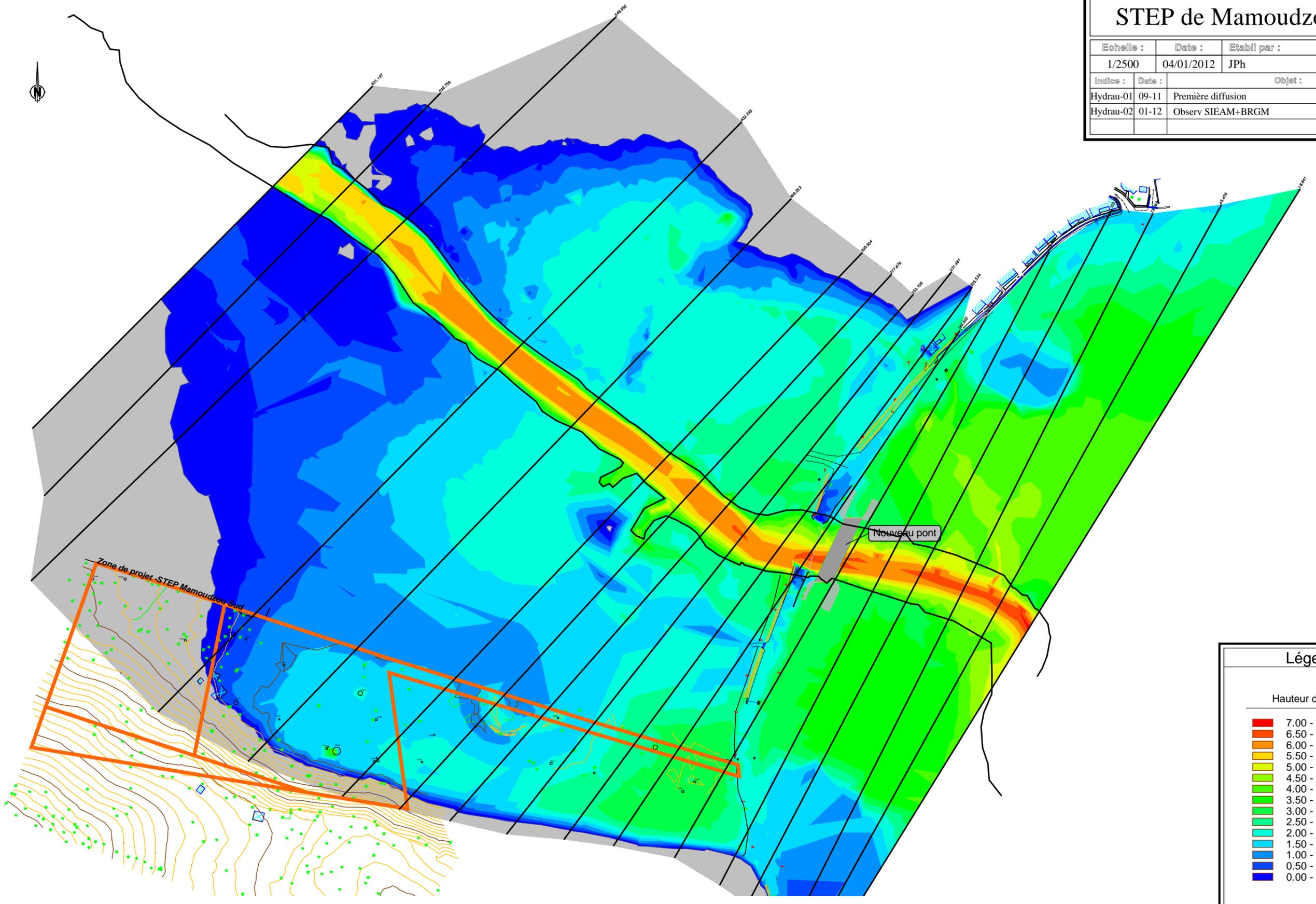
Légende

Hauteur d'eau en m

6.00 - 6.03
5.50 - 6.00
5.00 - 5.50
4.50 - 5.00
4.00 - 4.50
3.50 - 4.00
3.00 - 3.50
2.50 - 3.00
2.00 - 2.50
1.50 - 2.00
1.00 - 1.50
0.50 - 1.00
0.00 - 0.50

SIEAM STEP de Mamoudzou Sud

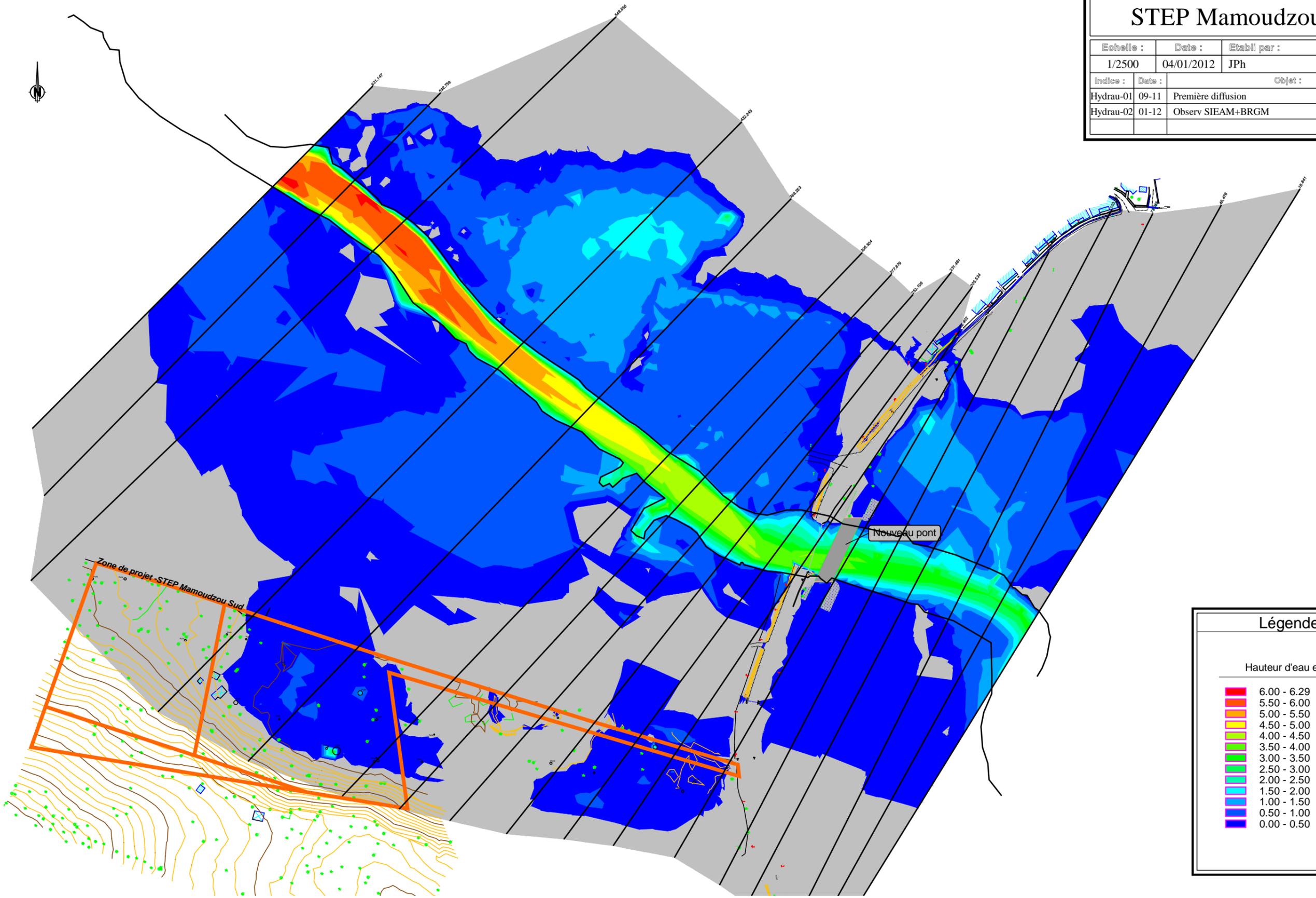
Echelle :	Date :	Etabli par :
1/2500	04/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Observ SIEAM+BRGM



Légende	
Hauteur d'eau en m	
■	7.00 - 7.17
■	6.50 - 7.00
■	6.00 - 6.50
■	5.50 - 6.00
■	5.00 - 5.50
■	4.50 - 5.00
■	4.00 - 4.50
■	3.50 - 4.00
■	3.00 - 3.50
■	2.50 - 3.00
■	2.00 - 2.50
■	1.50 - 2.00
■	1.00 - 1.50
■	0.50 - 1.00
■	0.00 - 0.50

SIEAM STEP Mamoudzou Sud

Echelle :	Date :	Etabli par :
1/2500	04/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Observ SIEAM+BRGM



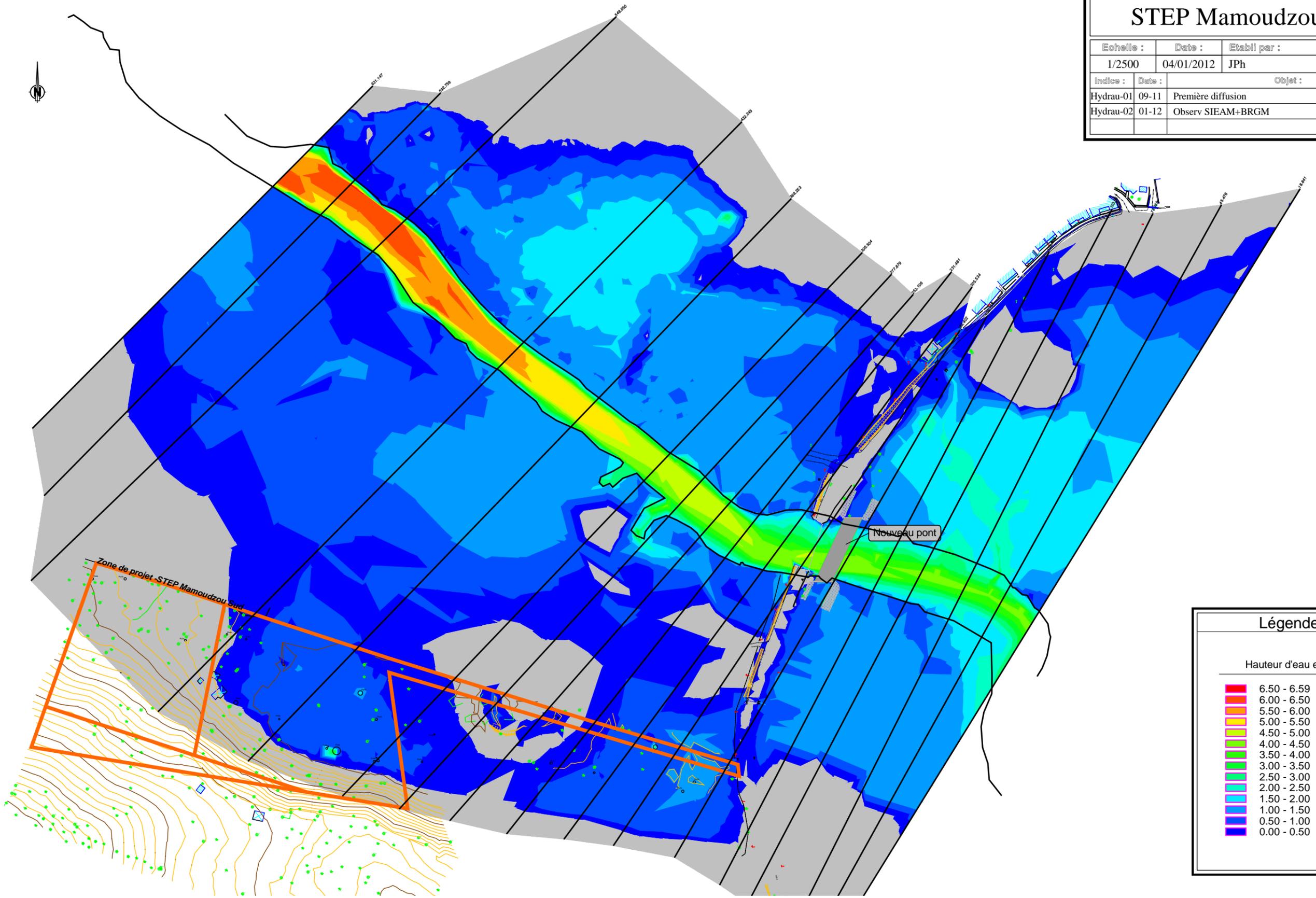
Légende

Hauteur d'eau en m

	6.00 - 6.29
	5.50 - 6.00
	5.00 - 5.50
	4.50 - 5.00
	4.00 - 4.50
	3.50 - 4.00
	3.00 - 3.50
	2.50 - 3.00
	2.00 - 2.50
	1.50 - 2.00
	1.00 - 1.50
	0.50 - 1.00
	0.00 - 0.50

SIEAM STEP Mamoudzou Sud

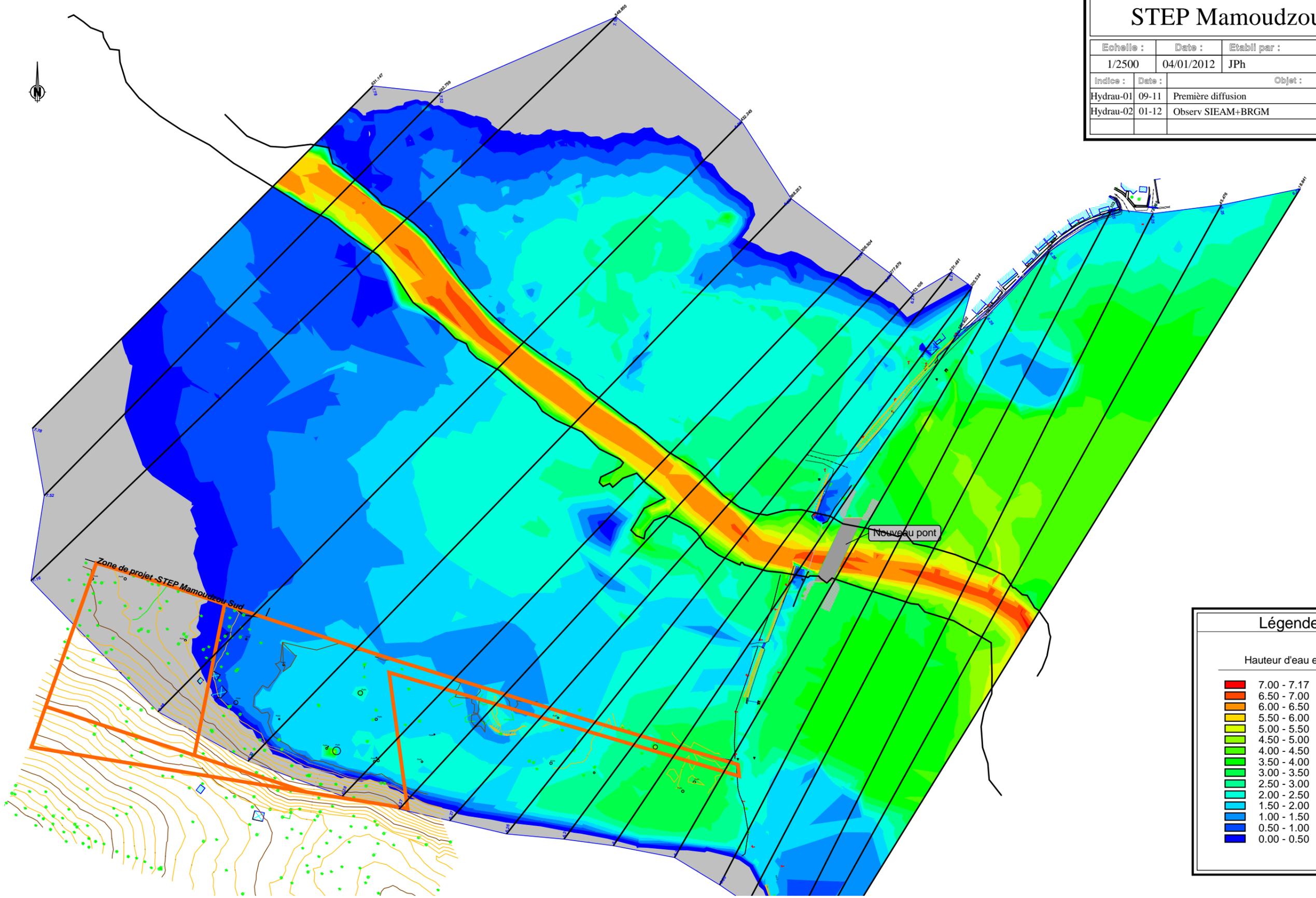
Echelle :	Date :	Etabli par :
1/2500	04/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Observ SIEAM+BRGM



Légende	
Hauteur d'eau en m	
■	6.50 - 6.59
■	6.00 - 6.50
■	5.50 - 6.00
■	5.00 - 5.50
■	4.50 - 5.00
■	4.00 - 4.50
■	3.50 - 4.00
■	3.00 - 3.50
■	2.50 - 3.00
■	2.00 - 2.50
■	1.50 - 2.00
■	1.00 - 1.50
■	0.50 - 1.00
■	0.00 - 0.50

SIEAM STEP Mamoudzou Sud

Echelle :	Date :	Etabli par :
1/2500	04/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Observ SIEAM+BRGM



Légende	
Hauteur d'eau en m	
■	7.00 - 7.17
■	6.50 - 7.00
■	6.00 - 6.50
■	5.50 - 6.00
■	5.00 - 5.50
■	4.50 - 5.00
■	4.00 - 4.50
■	3.50 - 4.00
■	3.00 - 3.50
■	2.50 - 3.00
■	2.00 - 2.50
■	1.50 - 2.00
■	1.00 - 1.50
■	0.50 - 1.00
■	0.00 - 0.50

HEC-RAS River: Kwalé Reach: Kwalé

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Kwalé	631.147	Q10	V2-2.42	161.00	0.96	7.18	3.48	7.21	0.004290	0.72	224.42	160.21	0.19
Kwalé	631.147	Q10	V2-3.54	161.00	0.96	7.18	3.48	7.21	0.004290	0.72	224.43	160.21	0.19
Kwalé	631.147	Q10	V2-6.25	161.00	0.96	7.22	3.48	7.24	0.004041	0.70	230.27	163.45	0.19
Kwalé	631.147	Q100	V2-2.42	220.00	0.96	7.45	3.82	7.48	0.005285	0.81	270.42	187.96	0.22
Kwalé	631.147	Q100	V2-3.54	330.00	0.96	7.78	4.32	7.83	0.006767	0.97	338.88	219.48	0.25
Kwalé	631.147	Q100	V2-6.25	330.00	0.96	7.78	4.32	7.83	0.006684	0.97	340.25	219.69	0.25
Kwalé	618.351*	Q10	V2-2.42	161.00	1.04	7.12		7.15	0.005003	0.72	222.59	183.79	0.21
Kwalé	618.351*	Q10	V2-3.54	161.00	1.04	7.12		7.15	0.005003	0.72	222.59	183.79	0.21
Kwalé	618.351*	Q10	V2-6.25	161.00	1.04	7.16		7.19	0.004552	0.70	230.22	189.56	0.20
Kwalé	618.351*	Q100	V2-2.42	220.00	1.04	7.38		7.41	0.005580	0.80	273.52	212.64	0.23
Kwalé	618.351*	Q100	V2-3.54	330.00	1.04	7.69		7.74	0.006620	0.96	345.06	236.72	0.25
Kwalé	618.351*	Q100	V2-6.25	330.00	1.04	7.70		7.75	0.006520	0.95	346.83	237.06	0.25
Kwalé	605.555*	Q10	V2-2.42	161.00	1.11	7.05		7.08	0.006525	0.74	218.19	214.30	0.23
Kwalé	605.555*	Q10	V2-3.54	161.00	1.11	7.05		7.08	0.006525	0.74	218.19	214.31	0.23
Kwalé	605.555*	Q10	V2-6.25	161.00	1.11	7.10		7.12	0.005701	0.70	228.93	218.78	0.22
Kwalé	605.555*	Q100	V2-2.42	220.00	1.11	7.30		7.34	0.006251	0.80	274.73	232.58	0.24
Kwalé	605.555*	Q100	V2-3.54	330.00	1.11	7.61		7.65	0.007288	0.94	350.46	263.27	0.26
Kwalé	605.555*	Q100	V2-6.25	330.00	1.11	7.62		7.66	0.007162	0.94	352.83	264.32	0.26
Kwalé	592.759	Q10	V2-2.42	161.00	1.19	6.96		6.98	0.008490	0.74	216.50	229.45	0.24
Kwalé	592.759	Q10	V2-3.54	161.00	1.19	6.96		6.98	0.008489	0.74	216.50	229.45	0.24
Kwalé	592.759	Q10	V2-6.25	161.00	1.19	7.02		7.04	0.007132	0.70	231.35	236.01	0.22
Kwalé	592.759	Q100	V2-2.42	220.00	1.19	7.21		7.24	0.008111	0.79	279.63	265.27	0.24
Kwalé	592.759	Q100	V2-3.54	330.00	1.19	7.51		7.55	0.008647	0.91	361.71	292.83	0.26
Kwalé	592.759	Q100	V2-6.25	330.00	1.19	7.52		7.56	0.008425	0.90	364.99	293.88	0.26
Kwalé	578.124*	Q10	V2-2.42	161.00	1.08	6.84		6.87	0.007406	0.77	208.56	217.28	0.25
Kwalé	578.124*	Q10	V2-3.54	161.00	1.08	6.84		6.87	0.007406	0.77	208.57	217.29	0.25
Kwalé	578.124*	Q10	V2-6.25	161.00	1.08	6.92		6.95	0.006103	0.71	228.21	236.74	0.23
Kwalé	578.124*	Q100	V2-2.42	220.00	1.08	7.10		7.13	0.007192	0.81	271.97	260.93	0.25
Kwalé	578.124*	Q100	V2-3.54	330.00	1.08	7.38		7.43	0.008089	0.94	350.47	293.64	0.28
Kwalé	578.124*	Q100	V2-6.25	330.00	1.08	7.40		7.44	0.007783	0.93	355.04	294.70	0.27
Kwalé	563.489*	Q10	V2-2.42	161.00	0.97	6.73		6.76	0.006516	0.77	210.34	227.38	0.25
Kwalé	563.489*	Q10	V2-3.54	161.00	0.97	6.74		6.76	0.006516	0.77	210.35	227.39	0.25
Kwalé	563.489*	Q10	V2-6.25	161.00	0.97	6.84		6.86	0.005802	0.69	234.91	255.79	0.23
Kwalé	563.489*	Q100	V2-2.42	220.00	0.97	7.00		7.03	0.006755	0.79	277.81	274.92	0.25
Kwalé	563.489*	Q100	V2-3.54	330.00	0.97	7.27		7.31	0.007351	0.93	355.92	300.30	0.27
Kwalé	563.489*	Q100	V2-6.25	330.00	0.97	7.29		7.33	0.006987	0.91	362.14	302.15	0.27
Kwalé	548.855	Q10	V2-2.42	161.00	0.86	6.62		6.65	0.008991	0.80	201.46	214.07	0.26
Kwalé	548.855	Q10	V2-3.54	161.00	0.86	6.62		6.65	0.008991	0.80	201.46	214.08	0.26
Kwalé	548.855	Q10	V2-6.25	161.00	0.86	6.74		6.76	0.008016	0.70	229.22	259.94	0.24
Kwalé	548.855	Q100	V2-2.42	220.00	0.86	6.87		6.91	0.011395	0.82	266.69	291.23	0.28
Kwalé	548.855	Q100	V2-3.54	330.00	0.86	7.13		7.18	0.011732	0.95	347.04	318.46	0.29
Kwalé	548.855	Q100	V2-6.25	330.00	0.86	7.16		7.21	0.010808	0.93	356.57	320.93	0.28
Kwalé	534.278*	Q10	V2-2.42	161.00	0.80	6.48		6.52	0.009849	0.78	205.29	240.69	0.27
Kwalé	534.278*	Q10	V2-3.54	161.00	0.80	6.48		6.52	0.009850	0.78	205.30	240.70	0.27
Kwalé	534.278*	Q10	V2-6.25	161.00	0.80	6.62		6.64	0.008235	0.67	241.11	284.62	0.23
Kwalé	534.278*	Q100	V2-2.42	220.00	0.80	6.70		6.74	0.011825	0.83	265.28	299.78	0.28
Kwalé	534.278*	Q100	V2-3.54	330.00	0.80	6.96		7.01	0.011865	0.95	346.45	323.35	0.29
Kwalé	534.278*	Q100	V2-6.25	330.00	0.80	7.01		7.05	0.010452	0.91	361.62	328.13	0.28
Kwalé	519.702*	Q10	V2-2.42	161.00	0.74	6.33		6.36	0.010881	0.78	207.64	258.94	0.28
Kwalé	519.702*	Q10	V2-3.54	161.00	0.74	6.33		6.36	0.010881	0.78	207.65	258.96	0.28
Kwalé	519.702*	Q10	V2-6.25	161.00	0.74	6.51		6.53	0.006827	0.62	258.91	300.95	0.21
Kwalé	519.702*	Q100	V2-2.42	220.00	0.74	6.53		6.56	0.012020	0.83	264.04	302.81	0.28
Kwalé	519.702*	Q100	V2-3.54	330.00	0.74	6.79		6.83	0.012160	0.95	346.04	332.27	0.30
Kwalé	519.702*	Q100	V2-6.25	330.00	0.74	6.86		6.90	0.010078	0.89	370.63	344.80	0.27
Kwalé	505.126*	Q10	V2-2.42	161.00	0.68	6.17		6.20	0.011783	0.77	208.93	269.68	0.28
Kwalé	505.126*	Q10	V2-3.54	161.00	0.68	6.17		6.20	0.011782	0.77	208.94	269.69	0.28
Kwalé	505.126*	Q10	V2-6.25	161.00	0.68	6.43		6.44	0.005211	0.56	286.75	322.12	0.19
Kwalé	505.126*	Q100	V2-2.42	220.00	0.68	6.35		6.39	0.012465	0.84	262.81	309.87	0.29
Kwalé	505.126*	Q100	V2-3.54	330.00	0.68	6.61		6.66	0.012436	0.95	347.41	344.35	0.30
Kwalé	505.126*	Q100	V2-6.25	330.00	0.68	6.72		6.76	0.009040	0.85	387.46	358.35	0.26
Kwalé	490.55*	Q10	V2-2.42	161.00	0.62	5.98		6.01	0.013248	0.78	207.17	281.16	0.29
Kwalé	490.55*	Q10	V2-3.54	161.00	0.62	5.98		6.01	0.013244	0.78	207.19	281.17	0.29
Kwalé	490.55*	Q10	V2-6.25	161.00	0.62	6.37		6.38	0.003557	0.49	329.46	346.99	0.16
Kwalé	490.55*	Q100	V2-2.42	220.00	0.62	6.17		6.20	0.012868	0.84	263.01	320.16	0.29
Kwalé	490.55*	Q100	V2-3.54	330.00	0.62	6.43		6.47	0.012640	0.94	350.43	358.99	0.30
Kwalé	490.55*	Q100	V2-6.25	330.00	0.62	6.61		6.64	0.007450	0.79	417.01	375.57	0.24
Kwalé	475.973*	Q10	V2-2.42	161.00	0.55	5.79		5.82	0.013224	0.78	207.26	280.74	0.29
Kwalé	475.973*	Q10	V2-3.54	161.00	0.55	5.79		5.82	0.013215	0.78	207.31	280.75	0.29
Kwalé	475.973*	Q10	V2-6.25	161.00	0.55	6.33		6.34	0.002269	0.41	388.90	379.75	0.13
Kwalé	475.973*	Q100	V2-2.42	220.00	0.55	5.98		6.02	0.012810	0.83	266.22	330.35	0.29
Kwalé	475.973*	Q100	V2-3.54	330.00	0.55	6.25		6.29	0.012167	0.92	357.57	367.93	0.30
Kwalé	475.973*	Q100	V2-6.25	330.00	0.55	6.52		6.54	0.005757	0.71	461.60	402.78	0.21
Kwalé	461.397*	Q10	V2-2.42	161.00	0.49	5.61		5.63	0.011945	0.75	214.78	284.39	0.28
Kwalé	461.397*	Q10	V2-3.54	161.00	0.49	5.61		5.63	0.011928	0.75	214.89	284.47	0.28
Kwalé	461.397*	Q10	V2-6.25	161.00	0.49	6.31		6.31	0.001389	0.34	467.49	422.04	0.10
Kwalé	461.397*	Q100	V2-2.42	220.00	0.49	5.81		5.84	0.011494	0.80	276.66	335.47	0.28
Kwalé	461.397*	Q100	V2-3.54	330.00	0.49	6.08		6.12	0.011356	0.88	374.14	394.73	0.29
Kwalé	461.397*	Q100	V2-6.25	330.00	0.49	6.45		6.47	0.003943	0.62	529.31	430.14	0.18

HEC-RAS River: Kwalé Reach: Kwalé (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Kwalé	446.821*	Q10	V2-2.42	161.00	0.43	5.45		5.48	0.009307	0.68	236.68	301.77	0.25
Kwalé	446.821*	Q10	V2-3.54	161.00	0.43	5.46		5.48	0.009275	0.68	236.95	301.86	0.24
Kwalé	446.821*	Q10	V2-6.25	161.00	0.43	6.29		6.30	0.000797	0.29	563.41	444.24	0.08
Kwalé	446.821*	Q100	V2-2.42	220.00	0.43	5.66		5.69	0.008918	0.72	304.75	354.04	0.25
Kwalé	446.821*	Q100	V2-3.54	330.00	0.43	5.93		5.97	0.009080	0.81	407.79	414.52	0.26
Kwalé	446.821*	Q100	V2-6.25	330.00	0.43	6.41		6.42	0.002577	0.54	616.34	458.99	0.15
Kwalé	432.245	Q10	V2-2.42	161.00	0.37	5.35		5.37	0.006074	0.57	281.43	320.59	0.19
Kwalé	432.245	Q10	V2-3.54	161.00	0.37	5.35		5.37	0.006049	0.57	281.85	320.83	0.19
Kwalé	432.245	Q10	V2-6.25	161.00	0.37	6.28		6.29	0.000507	0.24	674.57	479.23	0.06
Kwalé	432.245	Q100	V2-2.42	220.00	0.37	5.56		5.58	0.006079	0.62	354.57	368.84	0.20
Kwalé	432.245	Q100	V2-3.54	330.00	0.37	5.82		5.85	0.006798	0.71	462.35	438.17	0.22
Kwalé	432.245	Q100	V2-6.25	330.00	0.37	6.38		6.39	0.001715	0.46	721.50	482.41	0.12
Kwalé	419.446*	Q10	V2-2.42	161.00	0.32	5.28		5.30	0.005033	0.59	271.93	321.30	0.21
Kwalé	419.446*	Q10	V2-3.54	161.00	0.32	5.28		5.30	0.005011	0.59	272.46	321.83	0.20
Kwalé	419.446*	Q10	V2-6.25	161.00	0.32	6.28		6.28	0.000355	0.23	703.78	478.45	0.06
Kwalé	419.446*	Q100	V2-2.42	220.00	0.32	5.49		5.51	0.005035	0.64	344.84	365.72	0.21
Kwalé	419.446*	Q100	V2-3.54	330.00	0.32	5.74		5.77	0.006099	0.73	450.13	449.69	0.23
Kwalé	419.446*	Q100	V2-6.25	330.00	0.32	6.36		6.37	0.001241	0.44	744.38	479.86	0.11
Kwalé	406.648*	Q10	V2-2.42	161.00	0.28	5.21		5.23	0.005530	0.61	265.67	323.65	0.21
Kwalé	406.648*	Q10	V2-3.54	161.00	0.28	5.21		5.23	0.005563	0.60	266.20	326.82	0.21
Kwalé	406.648*	Q10	V2-6.25	161.00	0.28	6.28		6.28	0.000308	0.22	735.26	478.59	0.06
Kwalé	406.648*	Q100	V2-2.42	220.00	0.28	5.42		5.44	0.006070	0.65	338.45	400.75	0.23
Kwalé	406.648*	Q100	V2-3.54	330.00	0.28	5.66		5.69	0.006552	0.74	445.32	460.47	0.24
Kwalé	406.648*	Q100	V2-6.25	330.00	0.28	6.35		6.36	0.001110	0.43	770.88	479.99	0.11
Kwalé	393.849*	Q10	V2-2.42	161.00	0.23	5.13		5.15	0.006236	0.62	258.75	324.74	0.22
Kwalé	393.849*	Q10	V2-3.54	161.00	0.23	5.14		5.15	0.006197	0.62	259.34	325.09	0.22
Kwalé	393.849*	Q10	V2-6.25	161.00	0.23	6.27		6.27	0.000269	0.21	770.03	478.62	0.05
Kwalé	393.849*	Q100	V2-2.42	220.00	0.23	5.33		5.35	0.007196	0.66	333.84	434.06	0.24
Kwalé	393.849*	Q100	V2-3.54	330.00	0.23	5.57		5.60	0.006740	0.75	442.77	456.61	0.24
Kwalé	393.849*	Q100	V2-6.25	330.00	0.23	6.34		6.35	0.000996	0.41	801.16	480.21	0.10
Kwalé	381.051*	Q10	V2-2.42	161.00	0.19	5.04		5.06	0.008190	0.64	253.16	370.38	0.25
Kwalé	381.051*	Q10	V2-3.54	161.00	0.19	5.05		5.07	0.008077	0.63	254.49	371.52	0.24
Kwalé	381.051*	Q10	V2-6.25	161.00	0.19	6.27		6.27	0.000233	0.20	809.94	477.43	0.05
Kwalé	381.051*	Q100	V2-2.42	220.00	0.19	5.24		5.26	0.007570	0.66	331.18	432.40	0.24
Kwalé	381.051*	Q100	V2-3.54	330.00	0.19	5.49		5.51	0.006911	0.74	443.17	456.87	0.24
Kwalé	381.051*	Q100	V2-6.25	330.00	0.19	6.33		6.33	0.000880	0.39	836.96	478.74	0.10
Kwalé	368.253	Q10	V2-2.42	161.00	0.14	4.94		4.96	0.007650	0.63	256.90	353.75	0.23
Kwalé	368.253	Q10	V2-3.54	161.00	0.14	4.95		4.97	0.007523	0.62	258.69	355.64	0.23
Kwalé	368.253	Q10	V2-6.25	161.00	0.14	6.27		6.27	0.000199	0.19	853.76	472.83	0.04
Kwalé	368.253	Q100	V2-2.42	220.00	0.14	5.14		5.16	0.007294	0.66	335.64	424.02	0.24
Kwalé	368.253	Q100	V2-3.54	330.00	0.14	5.40		5.43	0.006696	0.73	450.63	454.76	0.23
Kwalé	368.253	Q100	V2-6.25	330.00	0.14	6.32		6.32	0.000765	0.38	877.01	473.73	0.09
Kwalé	355.903*	Q10	V2-2.42	161.00	0.16	4.83		4.86	0.008957	0.70	231.12	331.38	0.27
Kwalé	355.903*	Q10	V2-3.54	161.00	0.16	4.84		4.87	0.008698	0.69	233.63	333.39	0.26
Kwalé	355.903*	Q10	V2-6.25	161.00	0.16	6.26		6.27	0.000163	0.18	873.99	475.57	0.04
Kwalé	355.903*	Q100	V2-2.42	220.00	0.16	5.04		5.07	0.008343	0.71	310.42	425.48	0.26
Kwalé	355.903*	Q100	V2-3.54	330.00	0.16	5.31		5.34	0.006813	0.76	431.85	455.08	0.25
Kwalé	355.903*	Q100	V2-6.25	330.00	0.16	6.31		6.31	0.000635	0.37	894.41	476.47	0.09
Kwalé	343.553*	Q10	V2-2.42	161.00	0.17	4.70		4.74	0.011232	0.78	206.40	317.03	0.31
Kwalé	343.553*	Q10	V2-3.54	161.00	0.17	4.72		4.75	0.010587	0.76	211.01	320.40	0.30
Kwalé	343.553*	Q10	V2-6.25	161.00	0.17	6.26		6.26	0.000146	0.18	896.38	476.45	0.04
Kwalé	343.553*	Q100	V2-2.42	220.00	0.17	4.92		4.95	0.009874	0.78	282.73	392.93	0.29
Kwalé	343.553*	Q100	V2-3.54	330.00	0.17	5.22		5.25	0.007776	0.80	411.12	454.55	0.27
Kwalé	343.553*	Q100	V2-6.25	330.00	0.17	6.30		6.31	0.000576	0.36	914.25	476.98	0.08
Kwalé	331.203*	Q10	V2-2.42	161.00	0.19	4.56		4.60	0.011358	0.85	189.34	272.88	0.33
Kwalé	331.203*	Q10	V2-3.54	161.00	0.19	4.58		4.62	0.010601	0.82	195.83	280.52	0.31
Kwalé	331.203*	Q10	V2-6.25	161.00	0.19	6.26		6.26	0.000130	0.17	920.54	476.70	0.04
Kwalé	331.203*	Q100	V2-2.42	220.00	0.19	4.80		4.83	0.010065	0.84	262.04	341.71	0.31
Kwalé	331.203*	Q100	V2-3.54	330.00	0.19	5.11		5.15	0.008979	0.85	386.18	442.89	0.29
Kwalé	331.203*	Q100	V2-6.25	330.00	0.19	6.29		6.30	0.000519	0.35	936.09	477.06	0.08
Kwalé	318.853*	Q10	V2-2.42	161.00	0.20	4.41		4.45	0.012091	0.91	176.20	249.46	0.35
Kwalé	318.853*	Q10	V2-3.54	161.00	0.20	4.45		4.49	0.010526	0.86	186.52	257.20	0.32
Kwalé	318.853*	Q10	V2-6.25	161.00	0.20	6.26		6.26	0.000117	0.17	946.09	475.92	0.04
Kwalé	318.853*	Q100	V2-2.42	220.00	0.20	4.66		4.70	0.010403	0.89	248.39	314.13	0.32
Kwalé	318.853*	Q100	V2-3.54	330.00	0.20	5.00		5.04	0.009022	0.90	367.33	399.73	0.30
Kwalé	318.853*	Q100	V2-6.25	330.00	0.20	6.29		6.29	0.000471	0.34	959.50	476.23	0.08
Kwalé	306.504	Q10	V2-2.42	161.00	0.22	4.26		4.30	0.011189	0.96	167.41	210.94	0.34
Kwalé	306.504	Q10	V2-3.54	161.00	0.22	4.31		4.35	0.010901	0.90	179.65	240.62	0.33
Kwalé	306.504	Q10	V2-6.25	161.00	0.22	6.26		6.26	0.000108	0.17	972.63	474.34	0.04
Kwalé	306.504	Q100	V2-2.42	220.00	0.22	4.53		4.57	0.010988	0.93	237.13	292.05	0.33
Kwalé	306.504	Q100	V2-3.54	330.00	0.22	4.88		4.93	0.009246	0.92	356.81	377.47	0.30
Kwalé	306.504	Q100	V2-6.25	330.00	0.22	6.28		6.29	0.000435	0.34	984.08	474.53	0.07
Kwalé	292.191*	Q10	V2-2.42	161.00	0.21	4.07		4.14	0.012162	1.15	140.23	193.60	0.43
Kwalé	292.191*	Q10	V2-3.54	161.00	0.21	4.15		4.21	0.009326	1.02	157.14	205.46	0.37
Kwalé	292.191*	Q10	V2-6.25	161.00	0.21	6.26		6.26	0.000079	0.16	1017.55	467.90	0.03
Kwalé	292.191*	Q100	V2-2.42	220.00	0.21	4.35		4.41	0.011454	1.09	201.75	253.65	0.39
Kwalé	292.191*	Q100	V2-3.54	330.00	0.21	4.73		4.78	0.011265	1.02	325.05	393.03	0.36

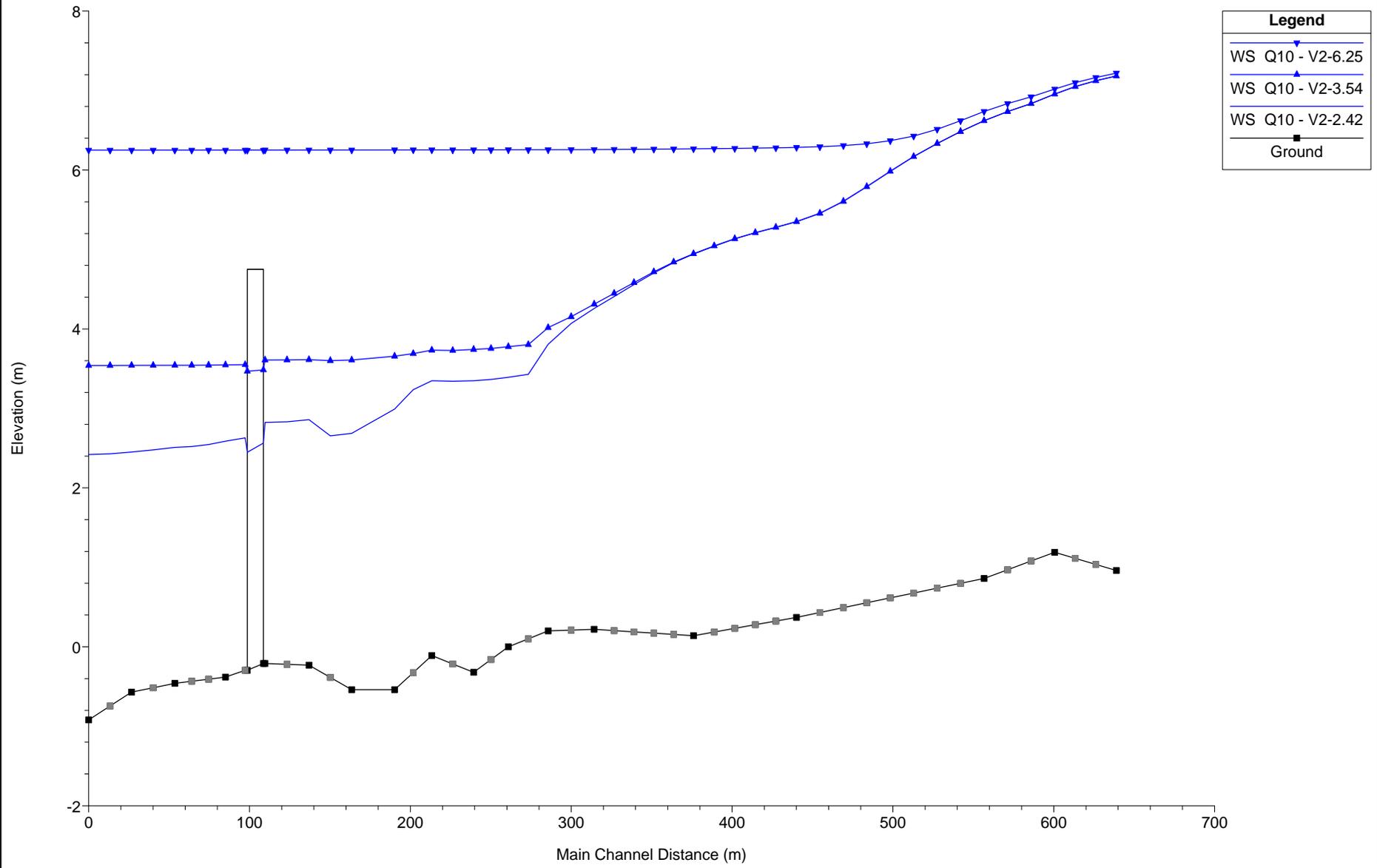
HEC-RAS River: Kwalé Reach: Kwalé (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Kwalé	292.191*	Q100	V2-6.25	330.00	0.21	6.28		6.28	0.000324	0.32	1027.07	468.09	0.07
Kwalé	277.879	Q10	V2-2.42	161.00	0.20	3.81		3.90	0.022791	1.36	118.17	178.61	0.53
Kwalé	277.879	Q10	V2-3.54	161.00	0.20	4.02		4.07	0.010224	0.99	162.24	219.10	0.37
Kwalé	277.879	Q10	V2-6.25	161.00	0.20	6.26		6.26	0.000076	0.15	1061.43	461.84	0.03
Kwalé	277.879	Q100	V2-2.42	220.00	0.20	4.18		4.24	0.011898	1.11	199.04	242.64	0.39
Kwalé	277.879	Q100	V2-3.54	330.00	0.20	4.56		4.62	0.011732	1.06	312.48	353.80	0.36
Kwalé	277.879	Q100	V2-6.25	330.00	0.20	6.27		6.28	0.000312	0.31	1069.34	461.93	0.06
Kwalé	265.492*	Q10	V2-2.42	161.00	0.10	3.43		3.63	0.018701	1.99	80.83	62.78	0.56
Kwalé	265.492*	Q10	V2-3.54	161.00	0.10	3.80		3.89	0.021221	1.28	125.72	190.16	0.50
Kwalé	265.492*	Q10	V2-6.25	161.00	0.10	6.25		6.26	0.000072	0.15	1078.99	457.23	0.03
Kwalé	265.492*	Q100	V2-2.42	220.00	0.10	3.94		4.05	0.021190	1.43	153.65	205.98	0.53
Kwalé	265.492*	Q100	V2-3.54	330.00	0.10	4.35		4.44	0.017741	1.27	260.18	310.24	0.44
Kwalé	265.492*	Q100	V2-6.25	330.00	0.10	6.27		6.27	0.000297	0.30	1085.54	457.32	0.06
Kwalé	253.106	Q10	V2-2.42	161.00	0.00	3.39		3.58	0.001726	1.91	84.42	77.83	0.58
Kwalé	253.106	Q10	V2-3.54	161.00	0.00	3.78		3.85	0.000951	1.22	132.47	188.60	0.46
Kwalé	253.106	Q10	V2-6.25	161.00	0.00	6.25		6.26	0.000018	0.15	1098.64	453.29	0.03
Kwalé	253.106	Q100	V2-2.42	220.00	0.00	3.90		4.00	0.001415	1.41	156.47	202.40	0.51
Kwalé	253.106	Q100	V2-3.54	330.00	0.00	4.31		4.39	0.001454	1.26	262.94	312.77	0.44
Kwalé	253.106	Q100	V2-6.25	330.00	0.00	6.27		6.27	0.000073	0.30	1104.62	453.34	0.06
Kwalé	242.293*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.16	3.36		3.54	0.005125	1.88	85.53	74.60	0.56
Kwalé	242.293*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.16	3.75		3.83	0.003257	1.25	128.53	147.30	0.43
Kwalé	242.293*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.16	6.25		6.25	0.000026	0.15	1087.78	451.67	0.03
Kwalé	242.293*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.16	3.85		3.97	0.004947	1.53	143.36	155.53	0.51
Kwalé	242.293*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.16	4.27		4.37	0.004301	1.37	241.28	304.10	0.49
Kwalé	242.293*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.16	6.27		6.27	0.000110	0.30	1093.38	451.85	0.06
Kwalé	231.481	Q10	V2-2.42	161.00	-0.32	3.35		3.51	0.001563	1.80	89.36	71.81	0.52
Kwalé	231.481	Q10	V2-3.54	161.00	-0.32	3.74		3.82	0.000858	1.20	133.69	152.89	0.41
Kwalé	231.481	Q10	V2-6.25	161.00	-0.32	6.25		6.25	0.000018	0.15	1083.58	442.96	0.03
Kwalé	231.481	Q100	V2-2.42	220.00	-0.32	3.83		3.94	0.001379	1.48	148.92	173.55	0.51
Kwalé	231.481	Q100	V2-3.54	330.00	-0.32	4.24		4.34	0.001602	1.42	232.72	262.88	0.48
Kwalé	231.481	Q100	V2-6.25	330.00	-0.32	6.27		6.27	0.000075	0.30	1088.72	443.13	0.06
Kwalé	218.507*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.21	3.34		3.48	0.001891	1.66	96.92	66.77	0.44
Kwalé	218.507*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.21	3.73		3.80	0.001082	1.22	132.14	134.61	0.39
Kwalé	218.507*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.21	6.25		6.25	0.000020	0.14	1113.85	454.55	0.03
Kwalé	218.507*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.21	3.81		3.93	0.001806	1.52	144.30	176.01	0.54
Kwalé	218.507*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.21	4.22		4.31	0.002137	1.34	245.99	365.20	0.52
Kwalé	218.507*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.21	6.26		6.27	0.000084	0.29	1118.84	454.73	0.06
Kwalé	205.534	Q10	V2-2.42	161.00	-0.11	3.35		3.46	0.000942	1.46	110.01	71.88	0.38
Kwalé	205.534	Q10	V2-3.54	161.00	-0.11	3.73		3.79	0.000554	1.02	157.09	175.65	0.35
Kwalé	205.534	Q10	V2-6.25	161.00	-0.11	6.25		6.25	0.000014	0.14	1177.71	460.73	0.03
Kwalé	205.534	Q100	V2-2.42	220.00	-0.11	3.82		3.90	0.000922	1.28	172.27	195.33	0.43
Kwalé	205.534	Q100	V2-3.54	330.00	-0.11	4.22		4.28	0.001152	1.15	287.16	366.80	0.41
Kwalé	205.534	Q100	V2-6.25	330.00	-0.11	6.26		6.27	0.000057	0.28	1182.56	460.76	0.06
Kwalé	197.517*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.32	3.24		3.42	0.010617	1.92	83.88	55.78	0.50
Kwalé	197.517*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.32	3.69		3.77	0.017823	1.22	132.43	156.28	0.42
Kwalé	197.517*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.32	6.25		6.25	0.000049	0.14	1142.20	439.70	0.03
Kwalé	197.517*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.32	3.74		3.86	0.032300	1.57	140.11	171.72	0.55
Kwalé	197.517*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.32	4.15		4.24	0.026128	1.38	239.62	339.10	0.52
Kwalé	197.517*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.32	6.26		6.27	0.000204	0.29	1146.36	439.72	0.06
Kwalé	189.5	Q10	V2-2.42	161.00	-0.54	2.99		3.34	0.003952	2.60	61.92	34.92	0.62
Kwalé	189.5	Q10	V2-3.54	161.00	-0.54	3.66		3.73	0.001282	1.17	137.54	200.68	0.45
Kwalé	189.5	Q10	V2-6.25	161.00	-0.54	6.25		6.25	0.000011	0.15	1102.93	418.58	0.03
Kwalé	189.5	Q100	V2-2.42	220.00	-0.54	3.67	2.76	3.79	0.002344	1.57	139.88	202.72	0.60
Kwalé	189.5	Q100	V2-3.54	330.00	-0.54	4.08		4.18	0.002458	1.39	236.56	287.19	0.49
Kwalé	189.5	Q100	V2-6.25	330.00	-0.54	6.26		6.27	0.000047	0.30	1106.47	418.60	0.06
Kwalé	182.402	Q10	V2-2.42	161.00	-0.54	2.69		3.18	0.006961	3.13	51.52	33.13	0.80
Kwalé	182.402	Q10	V2-3.54	161.00	-0.54	3.61		3.69	0.001397	1.26	128.07	183.01	0.48
Kwalé	182.402	Q10	V2-6.25	161.00	-0.54	6.25		6.25	0.000011	0.15	1102.80	418.57	0.03
Kwalé	182.402	Q100	V2-2.42	220.00	-0.54	2.77	2.76	3.61	0.011047	4.05	54.37	33.53	1.01
Kwalé	182.402	Q100	V2-3.54	330.00	-0.54	3.97		4.10	0.002983	1.59	208.14	255.75	0.56
Kwalé	182.402	Q100	V2-6.25	330.00	-0.54	6.26		6.26	0.000047	0.30	1105.94	418.60	0.06
Kwalé	169.084*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.38	2.65		3.08	0.004989	2.90	55.45	34.50	0.73
Kwalé	169.084*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.38	3.60		3.64	0.005851	0.92	174.75	265.66	0.36
Kwalé	169.084*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.38	6.25		6.25	0.000020	0.13	1253.87	418.82	0.02
Kwalé	169.084*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.38	2.63	2.62	3.46	0.009782	4.03	54.58	34.40	1.02
Kwalé	169.084*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.38	3.95		4.02	0.009163	1.11	298.26	411.66	0.41
Kwalé	169.084*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.38	6.26		6.26	0.000082	0.26	1256.98	418.83	0.05
Kwalé	155.767	Q10	V2-2.42	161.00	-0.23	2.86		2.95	0.001465	1.33	120.69	128.94	0.44
Kwalé	155.767	Q10	V2-3.54	161.00	-0.23	3.61		3.63	0.000222	0.49	325.60	345.35	0.16
Kwalé	155.767	Q10	V2-6.25	161.00	-0.23	6.25		6.25	0.000004	0.11	1406.90	419.10	0.02
Kwalé	155.767	Q100	V2-2.42	220.00	-0.23	3.11		3.20	0.001521	1.31	168.39	250.20	0.51
Kwalé	155.767	Q100	V2-3.54	330.00	-0.23	3.96		3.99	0.000429	0.73	454.39	411.95	0.22
Kwalé	155.767	Q100	V2-6.25	330.00	-0.23	6.26		6.26	0.000015	0.23	1410.05	419.13	0.04
Kwalé	142.104*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.22	2.83		2.93	0.001675	1.36	117.96	162.91	0.51
Kwalé	142.104*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.22	3.61		3.62	0.000201	0.50	320.03	313.75	0.16
Kwalé	142.104*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.22	6.25		6.25	0.000003	0.11	1447.85	439.25	0.02
Kwalé	142.104*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.22	3.10		3.17	0.001492	1.23	178.77	249.90	0.46

HEC-RAS River: Kwalé Reach: Kwalé (Continued)

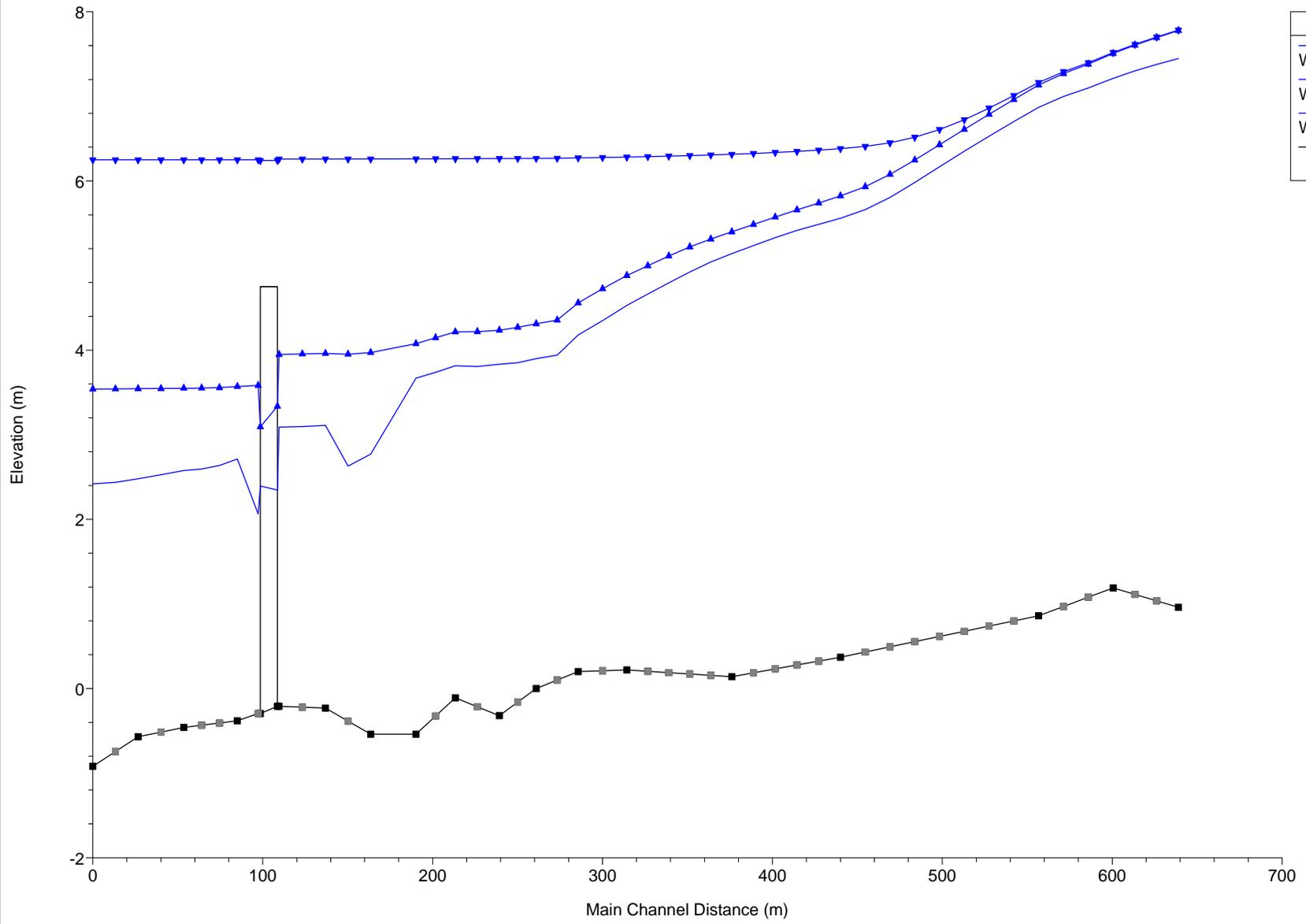
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Kwalé	142.104*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.22	3.96		3.98	0.000377	0.74	447.67	404.92	0.22
Kwalé	142.104*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.22	6.26		6.26	0.000013	0.23	1451.12	439.27	0.04
Kwalé	128.441	Q10	V2-2.42	161.00	-0.21	2.82	2.17	2.89	0.003065	1.11	145.34	247.24	0.46
Kwalé	128.441	Q10	V2-3.54	161.00	-0.21	3.61	2.17	3.62	0.000300	0.44	362.14	306.42	0.13
Kwalé	128.441	Q10	V2-6.25	161.00	-0.21	6.25	2.17	6.25	0.000008	0.11	1503.70	465.10	0.02
Kwalé	128.441	Q100	V2-2.42	220.00	-0.21	3.09	2.39	3.14	0.001764	1.02	215.29	273.14	0.37
Kwalé	128.441	Q100	V2-3.54	330.00	-0.21	3.95	2.77	3.97	0.000923	0.70	474.14	345.85	0.19
Kwalé	128.441	Q100	V2-6.25	330.00	-0.21	6.26	2.77	6.26	0.000031	0.22	1507.11	465.11	0.04
Kwalé	128			Bridge									
Kwalé	116.149*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.30	2.63		2.72	0.004909	1.34	120.07	188.33	0.54
Kwalé	116.149*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.30	3.55		3.56	0.000336	0.45	358.29	282.18	0.13
Kwalé	116.149*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.30	6.25		6.25	0.000008	0.10	1559.05	491.05	0.02
Kwalé	116.149*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.30	2.06	2.37	3.06	0.068501	4.42	49.75	90.37	1.90
Kwalé	116.149*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.30	3.58		3.62	0.001309	0.90	367.59	285.26	0.25
Kwalé	116.149*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.30	6.25		6.25	0.000034	0.21	1559.38	491.05	0.04
Kwalé	103.857	Q10	V2-2.42	161.00	-0.38	2.59		2.66	0.003881	1.21	132.84	212.21	0.49
Kwalé	103.857	Q10	V2-3.54	161.00	-0.38	3.55		3.56	0.000381	0.41	394.44	298.64	0.11
Kwalé	103.857	Q10	V2-6.25	161.00	-0.38	6.25		6.25	0.000010	0.10	1617.76	516.64	0.02
Kwalé	103.857	Q100	V2-2.42	220.00	-0.38	2.71	2.29	2.81	0.004565	1.36	161.82	246.32	0.54
Kwalé	103.857	Q100	V2-3.54	330.00	-0.38	3.57		3.60	0.001512	0.82	401.41	299.87	0.23
Kwalé	103.857	Q100	V2-6.25	330.00	-0.38	6.25		6.25	0.000044	0.20	1617.97	516.64	0.04
Kwalé	93.3596*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.41	2.55		2.62	0.004507	1.20	134.29	212.91	0.48
Kwalé	93.3596*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.41	3.54		3.55	0.000374	0.38	422.31	333.28	0.11
Kwalé	93.3596*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.41	6.25		6.25	0.000009	0.10	1666.72	524.17	0.02
Kwalé	93.3596*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.41	2.64		2.74	0.010092	1.42	155.09	241.68	0.57
Kwalé	93.3596*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.41	3.56		3.59	0.001523	0.77	426.74	334.53	0.22
Kwalé	93.3596*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.41	6.25		6.25	0.000036	0.20	1666.80	524.17	0.04
Kwalé	82.8623*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.43	2.52		2.59	0.001925	1.14	140.82	232.82	0.47
Kwalé	82.8623*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.43	3.54		3.55	0.000114	0.35	459.93	352.72	0.10
Kwalé	82.8623*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.43	6.25		6.25	0.000003	0.09	1717.51	532.58	0.02
Kwalé	82.8623*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.43	2.59		2.69	0.002749	1.38	158.86	253.25	0.56
Kwalé	82.8623*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.43	3.55		3.58	0.000471	0.71	463.22	353.09	0.20
Kwalé	82.8623*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.43	6.25		6.25	0.000012	0.19	1717.54	532.58	0.03
Kwalé	72.365	Q10	V2-2.42	161.00	-0.46	2.51		2.57	0.001537	1.05	153.03	266.16	0.44
Kwalé	72.365	Q10	V2-3.54	161.00	-0.46	3.54		3.55	0.000086	0.32	502.09	362.74	0.09
Kwalé	72.365	Q10	V2-6.25	161.00	-0.46	6.25		6.25	0.000003	0.09	1782.83	551.99	0.02
Kwalé	72.365	Q100	V2-2.42	220.00	-0.46	2.58		2.66	0.002293	1.28	171.74	285.28	0.53
Kwalé	72.365	Q100	V2-3.54	330.00	-0.46	3.55		3.57	0.000355	0.65	505.09	363.02	0.18
Kwalé	72.365	Q100	V2-6.25	330.00	-0.46	6.25		6.25	0.000011	0.19	1782.85	551.99	0.03
Kwalé	58.9205*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.52	2.48		2.54	0.002941	1.06	151.75	289.29	0.47
Kwalé	58.9205*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.52	3.54		3.55	0.000120	0.31	523.73	398.54	0.09
Kwalé	58.9205*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.52	6.25		6.25	0.000003	0.09	1866.96	549.74	0.01
Kwalé	58.9205*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.52	2.53		2.62	0.004522	1.33	165.85	294.19	0.56
Kwalé	58.9205*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.52	3.55		3.57	0.000500	0.63	525.67	398.74	0.17
Kwalé	58.9205*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.52	6.25		6.25	0.000011	0.18	1866.97	549.74	0.03
Kwalé	45.476	Q10	V2-2.42	161.00	-0.57	2.45		2.50	0.001966	0.99	162.12	350.10	0.47
Kwalé	45.476	Q10	V2-3.54	161.00	-0.57	3.54		3.54	0.000070	0.28	584.08	416.20	0.07
Kwalé	45.476	Q10	V2-6.25	161.00	-0.57	6.25		6.25	0.000002	0.08	1946.11	547.50	0.01
Kwalé	45.476	Q100	V2-2.42	220.00	-0.57	2.48		2.56	0.003248	1.28	172.10	354.13	0.59
Kwalé	45.476	Q100	V2-3.54	330.00	-0.57	3.54		3.56	0.000293	0.56	585.37	416.33	0.15
Kwalé	45.476	Q100	V2-6.25	330.00	-0.57	6.25		6.25	0.000008	0.17	1946.10	547.50	0.03
Kwalé	32.1585*	Q10	V2-2.42	161.00	-0.74	2.43		2.46	0.003201	0.83	195.08	353.74	0.35
Kwalé	32.1585*	Q10	V2-3.54	161.00	-0.74	3.54		3.54	0.000080	0.25	637.87	436.12	0.07
Kwalé	32.1585*	Q10	V2-6.25	161.00	-0.74	6.25		6.25	0.000002	0.08	2069.48	561.58	0.01
Kwalé	32.1585*	Q100	V2-2.42	220.00	-0.74	2.44		2.50	0.005740	1.11	198.02	354.46	0.47
Kwalé	32.1585*	Q100	V2-3.54	330.00	-0.74	3.54		3.56	0.000334	0.52	638.43	436.26	0.14
Kwalé	32.1585*	Q100	V2-6.25	330.00	-0.74	6.25		6.25	0.000008	0.16	2069.47	561.58	0.03
Kwalé	18.841	Q10	V2-2.42	161.00	-0.92	2.42	1.34	2.44	0.000609	0.69	233.27	345.50	0.27
Kwalé	18.841	Q10	V2-3.54	161.00	-0.92	3.54	1.34	3.54	0.000042	0.23	693.36	493.44	0.06
Kwalé	18.841	Q10	V2-6.25	161.00	-0.92	6.25	1.34	6.25	0.000001	0.07	2189.74	575.65	0.01
Kwalé	18.841	Q100	V2-2.42	220.00	-0.92	2.42	1.55	2.47	0.001137	0.94	233.27	345.50	0.37
Kwalé	18.841	Q100	V2-3.54	330.00	-0.92	3.54	2.06	3.55	0.000175	0.48	693.36	493.44	0.13
Kwalé	18.841	Q100	V2-6.25	330.00	-0.92	6.25	2.06	6.25	0.000005	0.15	2189.74	575.65	0.02

STEP-MAM-SUD



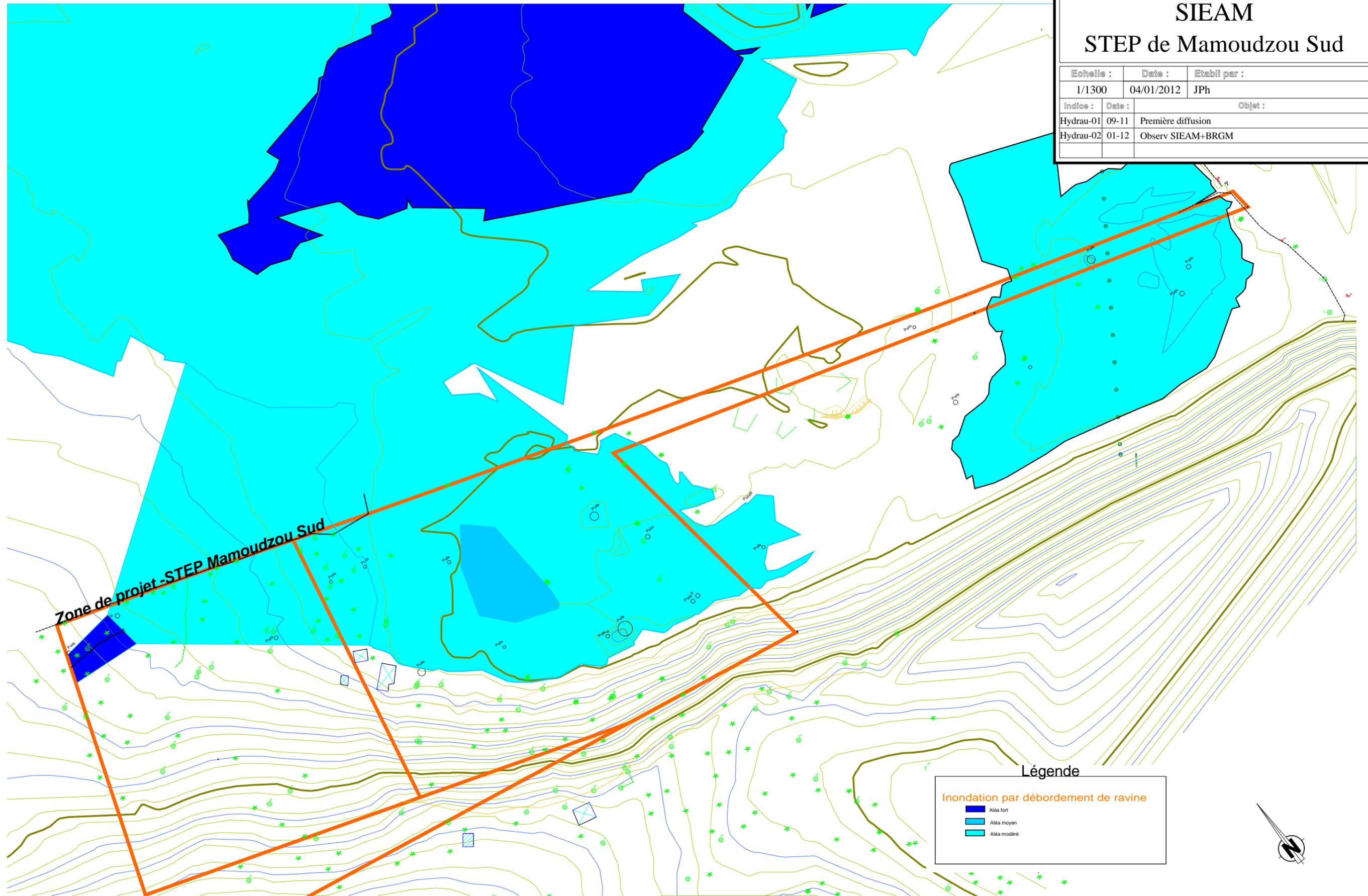
STEP-MAM-SUD

Legend	
WS Q100 - V2-6.25	▼
WS Q100 - V2-3.54	▲
WS Q100 - V2-2.42	—
Ground	■



SIEAM STEP de Mamoudzou Sud

Echelle :	Date :	Etabli par :
1/1300	04/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Observ SIEAM+BRGM



Zone de projet -STEP Mamoudzou Sud

Légende

Inondation par débordement de ravine

- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa modéré



Plan n°15: Préconisations

SIEAM

STEP de Mamoudzou Sud

Echelle :	Date :	Etabli par :
1/1500	05/01/2012	JPh
Indice :	Date :	Objet :
Hydrau-01	09-11	Première diffusion
Hydrau-02	01-12	Observ SIEAM

