

XREPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

Option: ASSAINISSEMENT

THEME DU PROJET :

**ETUDE DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS DE
LA COMMUNE DES EUCALYPTUS (W.ALGER)**

**PRESENTE PAR :
DEBBAHI Karim**

Devant les membres du jury

	Nom et Prénoms		Grade	Qualité
M ^r	HADJ SADOK Ahmed		M.C.B	Président
M ^{me}	KAHLERRAS Malika		M.A.A	Examinatrice
M ^{me}	SAIDI Hayet		Ing/Doctorante	Examinatrice
M ^{me}	DERIAS Hoda		Ing/Doctorante	Examinatrice
M ^r	MERABTI Abdelaziz		Ing/Doctorant	Invité
M ^r	YAHIAOUI Samir		M.A.B	Promoteur

Septembre - 2014

Remerciements

- Je remercie Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans les meilleures conditions
- Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à Mr S.YAHIAOUI (mon promoteur) pour le soutien, l'aide et les conseils qu'il m'a dispensé pour l'élaboration de cette présente thèse.
- Je remercie le président et les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.
- Je voudrais aussi remercier l'ensemble des professeurs, la direction de l'école et le ministère de tutelle pour avoir veillé à notre formation.
-
- Mes remerciements à M^f IMAD (bureau d'étude. Tipaza)
- Un remerciement particulier à tous les travailleurs de la bibliothèque, pour leur aide et soutien.
- Un grand merci pour toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

KARIM.....2014

DÉDICACE:

C'est avec une très grande émotion que je me permets de dédicacer ce présent travail à:

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation, ma formidable mère qui m'a toujours soutenue, qui m'a encouragé et qui n'a jamais cessé de croire en moi.

A mon très cher père qui a toujours su me donner les meilleurs conseils pour ma réussite.

A mon frère FOUAD qui a toujours été là pour m'aider et m'encourager.

A toutes les familles; DEBBAHI, BENLEULMI.

Au nouvel élément de notre famille, MOUHAMED LAKHDER que je souhaite la santé, et une longue vie.

A la personne la plus importante dans mes yeux M^r: ALI que je n'oublierai jamais.

A mes amis; IMAD, YACINE, HAMZA, FARID, DJALOUL, MOUHAMED, , SID ALI, REDA, MANSOUR, AMMAR, ABDENOUR,AMINE et ABD ELAZIZ.

A tous mes amis de l'ENSH.

ملخص

في هذه المذكرة قمنا بدراسة من أجل حماية مدينة الكاليتوس المتواجدة بولاية الجزائر من ظاهرة الفيضانات. فكانت دراستنا هذه تتضمن أساسا ثلاث مراحل هي على التوالي:
- دراسة طبوغرافية للمدينة من أجل تحديد منطقة الخطر
- قمنا بدراسة هيدرولوجية من أجل معرفة كمية التدفق
- قمنا بتشخيص منشآت الحماية الموجودة واقتراح حلول مناسبة لها
وأخيرا قمنا بإنجاز المشروع مع كافة المنشآت الأساسية والثانوية فتحصلنا على مشروع قابل للإنجاز وملائم لحماية المدينة من الفيضانات

Résumé :

Ce mmoire a pour objectif l'étude de Protection contre les inondations de la ville des Ecalyptus (W.ALGER).

Celle-ci va porter essentiellement sur 3 étapes séquentielles et complémentaires.

-On a fait l'analyse des données topographiques du site pour localiser les zones critiques et mettre en relief les points noirs.

-Puis nous sommes passés à une étude hydrologique afin de ressortir les débits de crues.

- A partir de là nous avons fait un diagnostic du site et proposé des solutions.

Finalemnt à l'issue de ce travail nous avons abouti à un projet réalisable qui parait être le plus adapté pour garantir la protection de la ville des Eucalyptus contre les inondations.

Abstract:

This work aims to make a study of Protection against the floods of the town of EUCALYPTUS (ALGER). Our study will relate primarily three sequential and complementary stages.

-We made the analysis of the topographic data of the site to locate the critical zones and to highlight the black spots.

- We passed to hydrologic study in order to arise the flow of risings.

-We passed which consists of diagnosis which aims at raising the anomalies and the constraints imposed on site, with an aim of making a selection of the alternatives. The realization of our project with its works, principal and appendices.

In the end of this work we ended by realizable project which appears more to be adapted to guarantee the protection of the town of Eucalyptus against the floods.

Sommaire

Introduction générale.....	01
CHAPITRE I: PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.	
Introduction	02
I.1.Aperçu Historique	02
I.2.Données naturelle du site	03
I.2.1 Situation géographique	03
I.2.2. Topographie et relief.....	06
I.2.3.Description stratigraphique et lithologique.....	06
I.2.4.Aperçue structural et tectonique.....	07
I.2.5.Aperçue géologique des micros bassins en étude.....	07
I.3. Hydrogéologie.....	08
I.4. Situation socio-économique.....	08
I.4.1. Population et type d'habitat.....	09
I.4.2. Répartition de la population par zones	09
I.4.3. Analyse de l'habitat	09
I.5. Les équipements	10
I.6. Situation climatique	11
I.6.1. Le climat	11
I.6.2. Le vent	11
I.6.3. Température de l'air.....	11
I.6.4. Humidité de l'air.....	12
I.7. Sismicité	12
I.8. Situation hydraulique.....	13
I.8.1. Description du réseau d'assainissement	13
I.8.2.Description du réseau en eau potable	13
Conclusion	14
CHAPITRE II: ETUDES DES PRÉCIPITATIONS MAXIMALES JOURNALIÈRES.	
Introduction.....	15
II.1 Choix de la période de retour.....	15
II.2 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation	15
II.2.1.Pluies maximales journalières	15
II.2.1.1.Postes pluviométriques.....	16
II.2.1.2.Critères de choix du poste pluviométrique le plus représentatif	16
II.2.1.3.Motivation du choix du poste représentatif « BARAKI »	17
II.2.2.Homogénéisation des données	20
II.2.3. Les précipitations maximales journalières.....	22
II.2.3.1Caractéristiques empiriques de la série	22

II.2.4 Choix de la loi d'ajustement.....	24
II.2.4.1.Ajustement à la loi de Galton.....	24
II.2.4.2.Ajustement à la loi de Gumbel.....	26
II.2.4.3. Ajustement à la loi de GEV	27
II.2.4.4.Comparaison destrois méthodes d'ajustement	29
II.2.5. Pluies de courte durée.....	30
Conclusion	32
CHAPITRE III: ETUDE HYDROLOGIQUE	
Introduction	33
III.1. Les situations d'aléa	33
III.2. Caractéristiques hydromorphométriques des bassins versants.....	34
III.2.1. Définition du bassin versant.....	34
III.2.2. Morphométrie.....	34
III.2.2.1 topographique	34
III.2.2.2. Périmètre	34
III.2.2.3. Indice de compacité de GRAVELIUS.....	35
III.2.2.4. Rectangle équivalent	35
III.2.3 Reliefs.....	36
III.2.3.1 Répartition altimétrique.....	36
III.2.3.2 Courbes hypsométriques	39
III.2.3.3 Altitudes caractéristiques	42
III.2.3.4 Indice de pente globale (Ig)	42
III.2.4 Réseau hydrographique.....	43
III.2.4.1 Densité de drainage.....	45
III.2.4.2 La pente moyenne du cour d'eau principale	46
III.2.4.3 Temps de concentration.....	46
III.2.4.4 Vitesse moyenne de ruissellement.....	47
III.3.Calcul des apports	49
III.3.1.Calcul des apports liquides.....	49
III.3.2. Evaluation des apports solides.....	51
III.4 Etude de crues.....	52
III.4.1 Différentes méthodes d'évaluation des crues	52
III.4.2. Hydrogrammes de crue	56
Conclusion.....	63
CHAPITRE IV: ETUDE D'AMENAGEMENT D'UN COURS D'EAU	
Introduction	64
IV.1.Le but d'aménagement.....	64
IV.2.Propositions d'Aménagements	64
IV.2.1.Protections directes (rapprochées).....	64
IV.2.1.1.Curage	64
IV.2.1.2.Recalibrage.....	65

IV.2.1.3.Renforcement des ouvrages.....	65
IV.2.1.4.Réalisation des canaux	65
IV.2.1.5.Protection des berges.....	65
IV.2.1.6.Endiguement des oueds	65
IV.2.2.Protections indirectes (éloignées)	65
IV.2.2.1.Création des canaux périphériques.....	65
IV.2.2.2.Aménagement des bassins versants.....	66
IV.3.Generalite sur l'écoulement a surface libre.....	66
IV.3.1 Différent types d'écoulement a surface libre.....	66
IV.3.2 Les régimes d'écoulement a surface libre.....	66
IV.3.2.1Le rôle du nombre de Froude.....	67
IV.3.3 Les conditions de l'écoulement uniforme.....	68
IV.3.4Les canaux.....	68
IV.3.4.1 Types de canaux	68
IV.3.4.2Géométrie des canaux.....	68
IV.4.Données de base existante pour l'aménagement	69
IV.5.Débits de dimensionnement.....	69
IV.6 CALCUL HYDRAULIQUE.....	69
IV.6.1 Dimensionnement du canal d'amené.....	69
IV.6.1.1Calcul des paramètres géométriques.....	70
IV.6.1.2La profondeur normale y_n ou h_n	72
IV.6.1.3 La profondeur critique.....	72
IV.6.1.4La pente critique	74
IV.6.1.5Notion de l'énergie spécifique, HS.....	75
IV.6.1.6.Ecoulement dans une courbe	78
IV.6.2.Le code de calcul hec-ras.....	81
IV.6.2.1.Banque de données nécessaires à l'application du code de calcul hec-ras.....	82
IV.6.2.2.Les données géométriques du réseau hydrographique.....	82
IV.6.3.Estimation de la rugosité n de Manning.....	83
IV.7.Simulation de l'Oued Sidi-Akacha à son état naturel.....	84
IV.7.1Etudes des variantes.....	88
IV.7.1.1Première variante d'aménagements (recalibrage en béton de l'oued en canal trapézoïdale)	88
IV.7.1.2Choix des paramètres de dimensionnement	88
IV.7.1.3. Dimensionnement	89
IV.7.1.4.Deuxième variante d'aménagements	94
IV.7.1.5.Dimensionnement	96
IV.7.1.6.Vérification des vitesses d'écoulement	100
IV.7.1.7.Choix de la variante	100
Conclusion.....	101

CHAPITRE V: ESTIMATION QUANTITATIVE ET FINANCIÈRE DU SYSTÈME DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

Introduction.....	102
V.1.Détermination des différents volumes	102
V.1.1. Volume des déblais des tranchées	102
V.1.2. Volume des remblais des tranchées	102
V.2.Travaux de terrassement (Première variante)	103
V. 2.1Travaux de génie civil.....	105
V.2.2Devis de la première variante.....	105
V.3.Travaux de terrassement (Dexieme variante)	106
V.3.1Travaux de génie civil.....	108
V.3.2.Devis de la deuxième variante.....	108
Conclusion	109
Conclusion generale.....	110

Liste des tableaux

Tableau I.1: Répartition de la population par zones	09
Tableau I.2: Représentation de la Répartition des équipements par Agglomération.....	10
Tableau I.3: Vitesses moyennes des vents.....	11
Tableau I.4: Températures moyennes.....	12
Tableau I.5: Humidité moyenne mensuelle.....	12
Tableau II.01: Caractéristiques du poste pluviométrique de BARAKI.....	16
Tableau II.02: Série d'observations des précipitations maximales journalières du poste Pluviométrique BARAKI	17
Tableau II.4: Répartition pluviométrique des moyennes mensuelles du poste pluviométrique de BARAKI.....	19
Tableau II.5 : La série pluviométrique annuelle à l'ordre croissant.....	21
Tableau II.6: détermination de la taille plus grande.....	21
Tableau II.7: Caractéristiques empiriques de la série.....	23
Tableau II.8.Résultats d'ajustement à la loi de Galton.....	25
Tableau.II.9.Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel.....	27
Tableau.II.10.Résultats d'ajustement à la loi de GEV.....	28
Tableau .II.11: Pluies et intensités maximales de durée t (h) et de période retour.....	31
Tableau III.1: Paramètres morphométriques des sous bassins.....	36
Tableau III.2: Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Ouled Zidane....	36
Tableau III.3: Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued El Mekhfi.....	37
Tableau III.4: Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Sidi Hammad...	37
Tableau III.5: Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Akacha.....	38
Tableau III.6: Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Ferha.....	38
Tableau III.7: Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Adda.....	39
Tableau III.8: Intervalle de l'indice de pente en fonction du relief.....	43
Tableau III.9: indice de pente globale.....	43
Tableau : III.10 : Classification du réseau hydrographique du sous bassin de Oued Ouled Zidane Selon la classification de SCHUM	44

Tableau_III.11 : Classification du réseau hydrographique du sous bassin de Oued El Mekhfi Selon la classification de SCHUM.....	44
Tableau III.12 : Classification du réseau hydrographique du sous bassin de Oued Sidi Hammad Selon la classification de SCHUM.....	44
Tableau III.13: Classification du réseau hydrographique sous bassin de Oued Sidi Akacha Selon la classification de SCHUM.....	44
Tableau III.14: Classification du réseau hydrographique sous bassin de Oued Ferha Selon la classification de SCHUM	45
Tableau III.15 : Classification du réseau hydrographique sous bassin de Oued Adda Selon la classification de SCHUM	45
Tableau III.16: Les longueurs des cours d'eau principal des sous bassins.....	45
Tableau III.17 : Densités de drainage.....	46
Tableau III.18: la pente moyenne.....	46
Tableau III.19: Temps de concentration.....	47
Tableau III.20: Vitesses de ruissellement.....	48
Tableau III.21 : Caractéristiques hydromorphométriques des sous bassins	48
Tableau III.22. Tableau récapitulatif de calcul de l'apport moyen annuel Selon différentes formules utilisées.....	50
Tableau III.23. Tableau des Apports solides.....	51
Tableau III.24: Valeurs du coefficient de ruissellement C.....	53
Tableau III.25 les débits de crues de bassin versant 1.....	55
Tableau III.26: les débits de crues de bassin versant 2.....	55
Tableau III.27: les débits de crues de bassin versant 3.....	55
Tableau III.28: les débits de crues de bassin versant 4.....	55
Tableau III.29: les débits de crues de bassin versant 5.....	56
Tableau III.30: les débits de crues de bassin versant 6.....	56
Tableau III.31: Coefficient de forme de l'hydrogramme de crue.....	57
Tableau III.32: Hydro grammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°1..	57
Tableau III.33: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°2..	58
Tableau III.34: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°3..	59
Tableau III.35: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°4..	60
Tableau III.36: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°5..	61
Tableau III.37: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°6..	62
Tableau IV.1: comportant les caractéristiques de la section trapézoïdale.....	71

Tableau.IV.2.Résultat de la simulation de l'oued Sidi-Akacha à son état naturel.....	85
Tableau IV.5: le résultat de la simulation d'Oued Akacha en canal trapézoïdal en béton armé	89
Tableau IV.8: les dimensions et la vitesse admissible pour les gabions.....	95
Tableau IV.9.les résultat de la simulation d'oued Sidi akacha en canal trapézoïdal en gabion.....	97
Tableau IV.12: Vitesse admissible de l'érosion des parois.....	100
Tableau.V.1.Estimation Travaux de terrassement (oued Akacha)	103
Tableau.V.4.Volume total des travaux (deblais, remblais)	105
Tableau.V.5.Devis de la première variante	105
Tableau.V.6.Estimation Travaux de terrassement (oued Sidi Akacha)	106
Tableau.V.9.Volume total des travaux (deblais, remblais)	108
Tableau V.10.Devis de la dexieme variante.....	109

Liste des figures

Figure I.1: Situation géographique de la commune des Eucalyptus.....	04
Figure I.2: Plan situation des Eucalyptus par rapport aux Communes limitrophes	05
Figure I.3: Evolution de la population dans la commune d'Eucalyptus.....	08
Figure I.4: LA Répartition de la population par zones.....	09
Figure I.5: Sismicité de la commune des Eucalyptus.....	13
Figure II.1: Répartition des précipitations moyennes annuelles du poste Pluviométrique de BARAKI.....	18
Figure.II.2: Répartition des précipitations moyennes mensuelles.....	19
FigureII.3.représentation graphique de l'ajustement à la loi de Galton.....	26
FigureII.4.Représentation graphique de l'ajustement à la loi de GUMBEL.....	28
FigureII.5.Représentation graphique de l'ajustement à la loi de GEV.....	29
Figure.II.6: Comparaison des Trois méthodes d'ajustement.....	30
Figure III.1: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Ouled Zidane.....	39
Figure III.2: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued El Mekhfi.....	40
Figure III.3: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Sidi Hammad.....	40
Figure III.4: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Akacha.....	41
Figure III.5: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Ferha.....	41
Figure III.6: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Adda.....	42
Figure III.7: Hydrogrammes des crues du BV01.....	58
Figure III.8: Hydrogrammes des crues du BV02.....	59
Figure III.9: Hydrogrammes des crues du BV03.....	60
Figure III.10: Hydrogrammes des crues du BV04.....	61
Figure III.11: Hydrogrammes des crues du BV05.....	62
Figure III.12: Hydrogrammes des crues du BV06.....	63
Figure IV.1: Classification des écoulements.....	67
Figure IV.2: Les paramètres géométriques d'un canal de section trapézoïdale.....	69
Figure.IV.3: Canal à section trapézoïdale.....	72
Figure IV.4: Graphique de la fonction $E_s = f(h)$	73
Figure IV.5: Graphique de la fonction $g(h)$	74
FigureIV.6.Définition de la charge totale H, et de la charge spécifique, H_s	76
Figure.IV.7.Courbe d'énergie spécifique, $H_s=f(h)$, $Q=Cte$	77

Figure.IV.8.Courbe des débits, $Q=f(h)$, pour $H_s=Cte$	78
Figure.IV.9.Ecoulement dans une courbe (Graf, Altinakar, 2000)	80
Figure IV.10: Présentation de L'équation de l'énergie ou la conservation de la charge hydraulique.....	81
Figure.IV.11.Image satellitaire Google du secteur d'étude de Sidi Akkacha (Google earth)	83
Figure IV.12: dessin de oued Sidi Akacha aménagé en béton armé.....	92
Figure IV.13: dessin de oued Mekhfi aménagé en béton armé.....	93
Figure IV.14: dessin de oued Sidi AHammad aménagé en béton armé	93
Figure IV.12: dessin de oued Sidi Akacha aménagé en Gabion	99
Figure IV.13: dessin de oued Mekhfi aménagé en Gabion.....	99
Figure IV.14: dessin de oued Sidi AHammad aménagé en Gabion.....	100
Figure V.1: calcul de déblai.....	102
Figure V.2: calcul de remblai.....	102

Liste des planches

Planche N°01: Délimitation des micro-bassins versant sur la carte d'état major ROUIBA

Planche N°02: profil en long d'oued sidi akacha.

Planche N°03: Système d'aménagement projeté (Béton).

Planche N°04 Système d'aménagement projeté (Gabion).

Planche N°05: Coupes types d'aménagement d'oued Sidi A kacha

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Le problème des inondations n'est pas une nouveauté De tout le temps, il constitue un risque majeur sur le territoire national, mais également en Europe et dans le monde entier. D'après une statistique internationale, les inondations sont responsables de plus de 60% de mortalité totale. Selon l'institut international de Stockholm (SIWI), elles font environ 20 000 victimes par an.

L'Algérie, de sa part est confrontée aux phénomènes de crues et d'inondations qui sont plus fréquents que les séismes. Ces phénomènes provoquent des catastrophes plus destructrices et occasionnent d'importants dégâts humains et matériels, Comme le cas des inondations de Bâb-el-oued et Ghardaïa.

Les inondations ont à leur origine des événements météorologiques-hydrologiques qui, à cause de leur nature stochastique, sont très difficiles à prévoir quant à leur période de retour et leur intensité. Elles sont d'autant plus à redouter lorsqu'elles se produisent en ville, là où se situe une forte concentration des activités humaines.Par conséquent, les activités économiques sont fortement perturbées et les coûts pour la société deviennent exorbitants d'où la nécessité de prévoir et d'empêcher le retour de ces catastrophes.

Pour notre travail, nous avons pris comme région d'étude la commune des Eucalyptus qui est touchée par ce phénomène d'inondation de type torrentiel qui est dues à des fortes averses de pluies ou des orages violents sur un petit bassin versant.

L'objectif de notre travail est de traiter les moyens de protection contre ce phénomène par un aménagement hydraulique de protection, qu'on va dimensionner selon les études géologiques, géotechniques, hydrologique et hydrauliques qu'on doit les faire dans ce mémoire.

CHAPITRE I :
PRÉSENTATION DE LA
ZONE D'ÉTUDE

Introduction

Les risques d'inondations sont dus à l'interaction complexe de plusieurs composantes.

Pour bien mener notre étude, la présentation du lieu de l'étude est très importante car elle nous renseigne sur le terrain du point de vue topographique, géologique, hydrogéologique...et du point de vue climatique sans oublier démographique et le développement urbain.

I.1. Aperçu Historique :

Le territoire de la commune dite "Petite Mitidja" était constitué de vastes terrains agricoles à citer la "Ferme Amir Abdelkader, El djomhouria et autres". Avec la révolution agraire, ces terres furent nationalisées et structurées en domaines agricoles autogérés "**DAS**".

En **1980**, de nouvelles réformes concernant les terrains agricoles furent instaurées pour restructurer ces domaines en exploitations agricoles collectives ou individuelles (**EAC – EAI**).

L'aspect administratif des Eucalyptus est passé d'une simple localité à un chef lieu de commune comme suit :

- ❖ **1958** : Création d'une antenne administrative de Oued - Smar dépendant du 10^{ème} Arrondissement d'El-Harrach.
- ❖ **1976** : Eucalyptus au rang d'une agglomération secondaire de la commune Baraki.
- ❖ **1984** : Hissée au statut de chef lieu de commune de la Daira d'EL-Harach
- ❖ **1990** : Inscrite dans les limites de la nouvelle daïra de Baraki.

L'agglomération des Eucalyptus s'est formée par un processus de densification et de concentration du bâti le long de la route nationale N° 08 et par la construction de plusieurs programmes de logement. Source APC

- ❖ **En 1982**: Réalisation de la Cité 400 logement Préfabriqués située à Château rouge et 200 logements préfabriqués à Ouled El Hadj, pour reloger les habitants D'El- Madania.
- ❖ **En 1986** : Construction de la Cité 1600 logement pour reloger les sinistrés de la Casbah.
- ❖ **En 1989** : Construction des 280 logements EPLF.
- ❖ **En 1993** : Construction des 200 logements APC/CNEP.

❖ **En 1998** : Construction des 917 et 621 logements pour reloger les habitants venus de Hussein Dey et d'Alger Centre. Source APC

Pour l'horizon 2014, la commune d'Eucalyptus est prévue de recevoir environ de 3250 logement.

I.2. Données naturelle du site

I.2.1 Situation géographique :

La Commune des Eucalyptus dépend administrativement de la daïra de Baraki, elle est située au Sud de la Wilaya d'Alger, Elle s'étend sur une superficie de **32,63 Km²**,

Elle est délimitée :

- ❖ Au Nord : Par la rocade sud (Oued Smar, Dar El Beida, El Harrach).
- ❖ A l'Ouest : Par le Chemin vicinal N° 4, Baraki, Sidi Moussa.
- ❖ A l'Est: Par Commune de Dar El Beida.
- ❖ Au sud : Par Communes de Meftah, Larbaa.

La Commune est répartit en une agglomération chef lieu et quatre agglomérations secondaire à savoir :

- ❖ Cité Kourifa.
- ❖ Cité El Djomhouria.
- ❖ Cité Air Algérie.
- ❖ Cité Menaceria

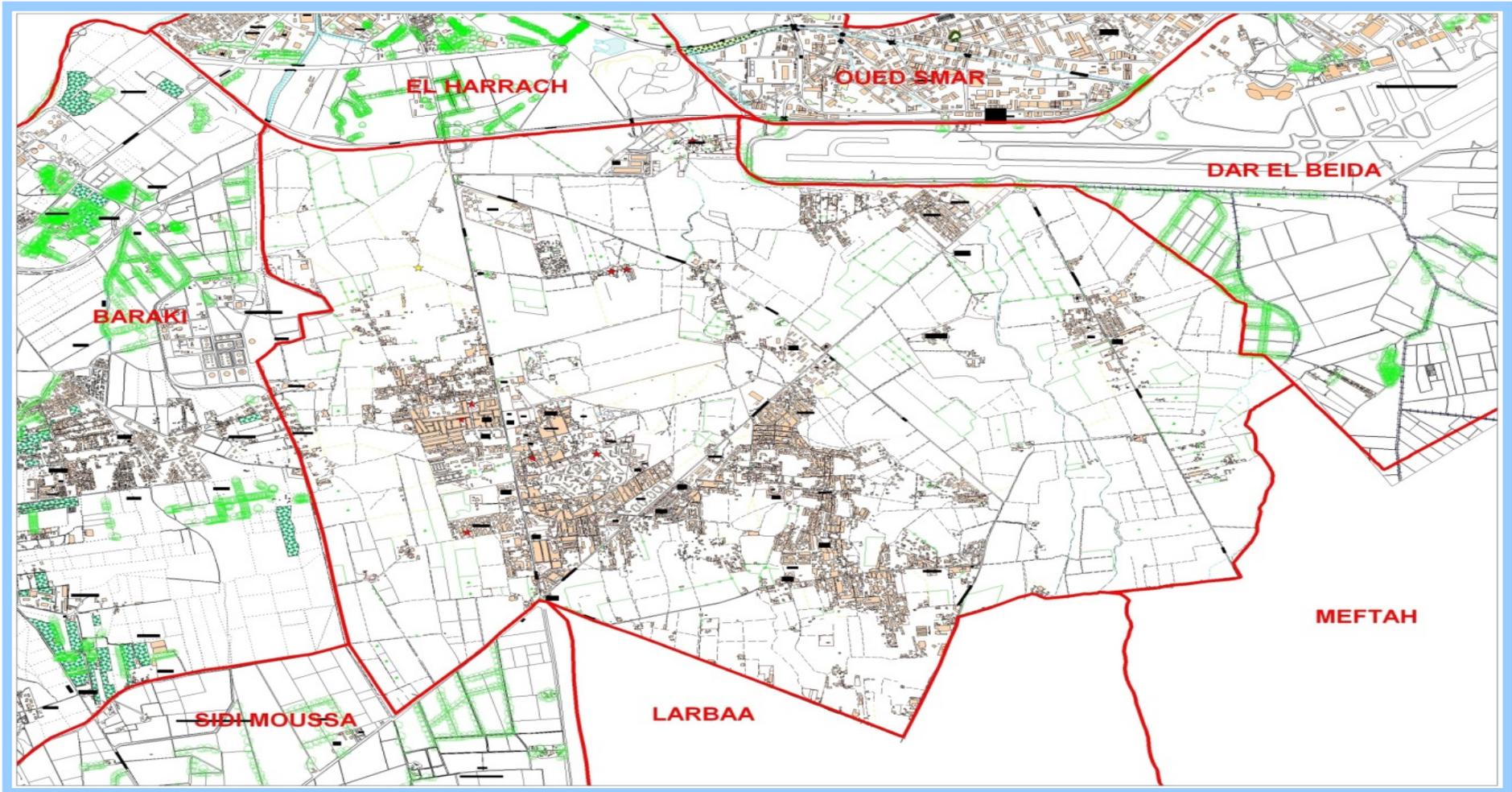


Fig. I.2: Plan situation des Eucalyptus par rapport aux Communes limitrophes.

I.2.2. Topographie et relief :

La commune des Eucalyptus se trouve, au Nord-Est de la Mitidja, elle est comprise entre les coordonnées Lambert :

X=539 à 544.

Y=371 à 376.

Elle caractérisée par :

- ❖ Altitude moyenne est de **25 m** ;
- ❖ Altitude minimale est de **15m** ;
- ❖ Altitude maximale est de **39 m**.

Le territoire de la commune des Eucalyptus présente un relief plat selon une direction sud- Nord dont les pentes varient entre **0** et **0,5%**, (très faibles pentes). Ces faibles pentes favorisent la stagnation des eaux pour former des marécages.

I.2.3. Description stratigraphique et lithologique.

La succession lithologique rencontrée dans la plaine de Mitidja se présente comme suit, avec de bas en haut :

Le Pliocène marin : qui se présente sous forme de marnes grises ou gris bleu, comprenant une puissante couche de marnes bleues parfois sableuses attribuées au Plaisancien.

De marnes jaunes, de faciès gréseux, ou calcaire et de calcaire gréseux, ainsi que de la mollasse attribuée à l'Astien.

Le Quaternaire marin : localisé essentiellement sur le versant nord du sahel, notamment entre Alger et Bordj El Bahri.

Le Quaternaire continental: comprend essentiellement :

- **Le Villafranchien supérieur** : Constitué de gravier siliceux fluviatiles et graviers de grès avec de l'argile rouge d'origine crétacé. Il est localisé essentiellement sur des glacis à des altitudes comprises entre 100 et 300 m d'altitudes formant les terrasses du Sahel
- **Le Quaternaire ancien** : Compris entre 50 et 150 m, au dessus des oueds caillouteux.

- **Le Quaternaire moyen** : constitué par des alluvions, il forme les terrasses qui s'étagent au dessus des oueds et les piémonts de l'Atlas Blidéen. Ce sont des alluvions fluviales, enrobées dans une matrice argileuse rouge et brune. Les alluvions sont finement litées avec passées limoneuses alternant avec des galets.
- **Le Quaternaire récent** : (Rharbe) Ce sont des terrasses de 5 m d'épaisseur environ, constituées de limons d'argile noire ou blanc, de limons caillouteux et de cailloux grossiers. Ce sont les derniers matériaux qui ont participé au complément de la Mitidja.
- **Le Quaternaire actuel** : se limite aux lits mineurs et majeurs des oueds. Il est formé de dépôts fluviaux constitué de galets ronds et de plage de limons gris ocre.

I.2.4. Aperçu structural et tectonique:

La configuration actuelle des massifs de la région littorale, plusieurs phases de plissements ont superposé leurs effets pendant le Tertiaire.

Et plus précisément la plaine de la Mitidja a débuté vers la fin du Pliocène. A cette époque les dépôts marins et lagunaires qui formaient une aire anticlinale, ont subi un affaissement (subsidence), dessinant en gros les contours de Mitidja actuelle. Les reliefs du Sahel empêchaient toute transgression de la mer vers l'intérieur des terres.

Par la suite les matériaux résultant de l'érosion de l'Atlas, se sont déposés sous forme de dépôts fluvio-lacustres (type marnes jaunes de Maison Carrée)

Au Quaternaire moyen, la Mitidja est envahie par une épaisse couche d'alluvions, recouvrant ainsi les chenaux et les haut fonds marneux.

I.2.5. Aperçu géologique des micros bassins en étude:

La structure géologique de l'aire d'étude est définie par des alluvions récentes d'âge Néophocène, elle se représente comme suit :

- **Alluvions marécageuses** : partie de la zone occupée jusqu'au 20ème Siècle par des marécages et encore inondées actuellement lors des périodes pluvieuses (Alluvions anciennes).
- **Alluvions récentes** : constitué essentiellement par des limons de Mitidja, occupe les parties les plus basses de la zone avec des alluvions des vallées, jusqu'à 5 mètres au dessus du lit des rivières.
- **Cônes de déjection** : Ce sont des formations récentes des vallées débouchant de l'Atlas dans la plaine et s'y épanouissant ; produits de remaniement limoneux et caillouteux des cônes de déjection récents.

I.3. Hydrogéologie :

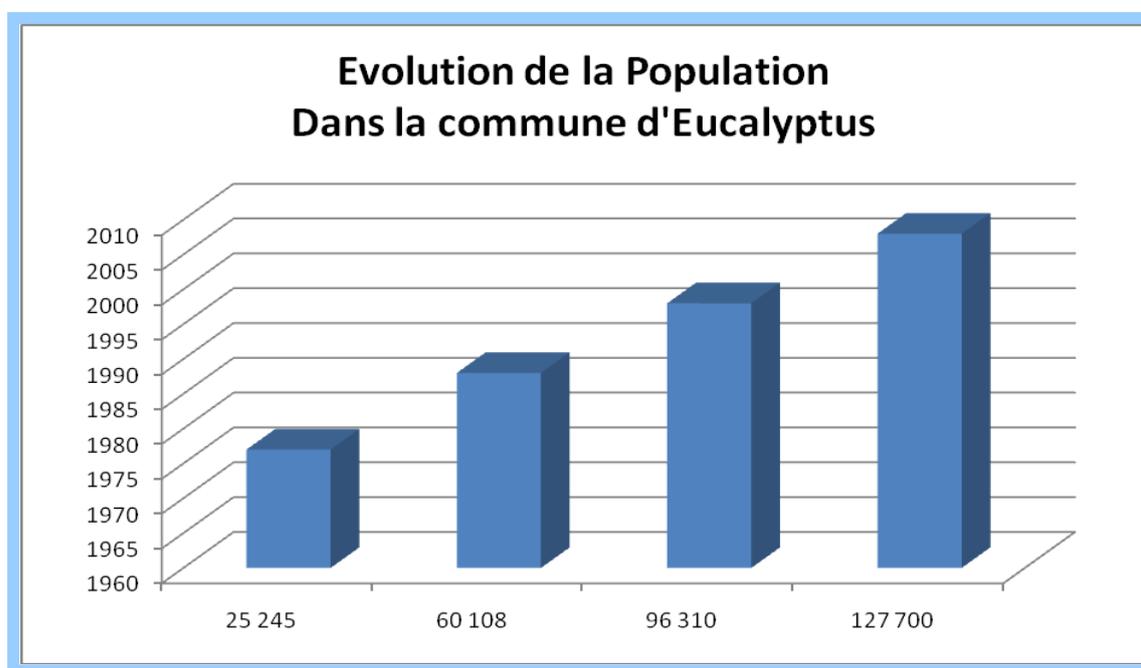
La région est caractérisée par une nappe phréatique d'une perméabilité élevée, on enregistre des problèmes d'instabilité face aux risques de gonflement des terrains. Considéré comme obstacle à l'urbanisation.

I.4. Situation socio-économique

I.4.1. Population et type d'habitat : (Analyse démographique)

D'après le dernier recensement (O.N.S 2008), la commune des Eucalyptus abrite **127 700 habitants**.

❖ phénomène d'évolution de la population:



(Source: Données Directions de l'habitat et l'urbanisme APC Eucalyptus)

Fig. I.3: Evolution de la population dans la commune d'Eucalyptus

Les chiffres correspondant aux différents recensement qu'a connu la commune, exprime l'importance de la croissance démographique due essentiellement à un important programme de logements (pendant la période **1982-1998**), renforcé par une vague de migration des wilaya internes (Media, Bouira, Sétif,), surtout entre la période **1987** et **1998**.

I.4.2. Répartition de la population par zones

Tableau .I.1: Répartition de la population par zones

Zone Critère	ACL	AS Kourifa	AS Air Algérie	AS Ménaceria	AS El djomhoria	Z.E
Nbr d'Habitants	114.138	4950	1.149	1.397	4172	1.964
Superficie (ha)	991	65	34	27	131	2015
Pourcentage %	89,33	3,87	0,90	1,09	3,27	1,54
Densité (hab/ha)	115	76	34	52	32	1

Source, Données Directions de l'habitat et l'urbanisme APC Eucalyptus.

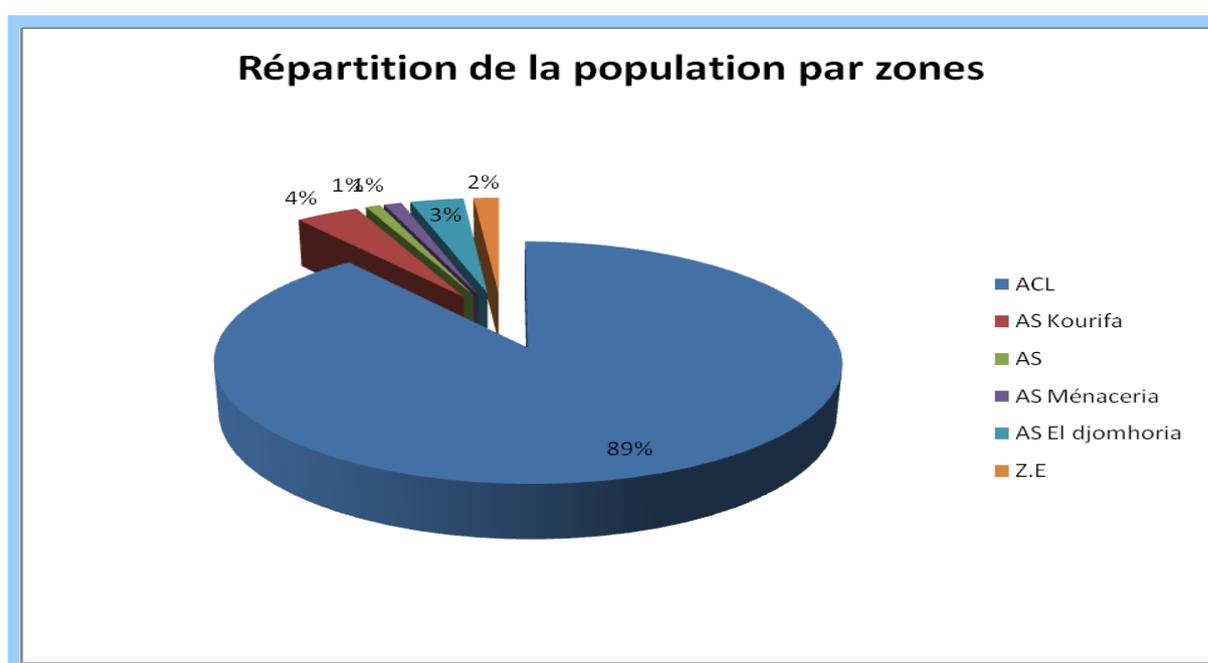


Fig .I.4 : La Répartition de la population par zones

D'après le tableau ci-dessus, il est constaté que **89%** de la population est localisée dans l'agglomération chef lieu, contre **9%** réparti dans l'agglomération secondaire et **1%** dans la zone épars. Soit **89%** de la population est concentré dans un territoire de **991 ha** (équivalent à **30%** de la surface de la commune). Avec une densité de **115 habitants** par hectares contre une densité d'un habitant dans la zone épars.

Cette répartition spatiale de la population est expliquée par une grande concentration dans l'agglomération chef lieu due à une concentration d'équipement et d'habitat ; en parallèle **61,76%** du territoire de la commune est rural agricole (Densité très faible limitée à quelque habitation).

I.4.3. Analyse de l'habitat :

Le parc habitat de la commune des Eucalyptus est développé au cours des dernières décennies d'une ampleur qui a dépassée toutes les prévisions en matière d'équipement et réseaux divers.

Cette situation est liée à la volonté de l'état d'atténuer le déficit en logements dans la commune et même pour la wilaya d'Alger (le cas des recasés d'autres commune à la cité **1600 logts**).

I.5. Les équipements :

Tableau .I.2: Représentation de la Répartition des équipements par Agglomération

Agglomération Equipements		Agglomération Chef lieu	Agglomération secondaire Kourifa	Agglomération secondaire Air Algérie	Agglomération secondaire Menaceria	Agglomération secondaire El Djamhoria
Education	Ecole primaire	29	02		01	01
	Crèche	01				
	CEM	07				
	Lycée	02				
	CFPA	01				
	Technicum	01				
Sanitaire	Polyclinique	01				
	Centre de santé	04	01			
Culturel	Bibliothèque	01				
	Maison de jeunes	01				
Culte	Mosquée	20	02			01
Sportif	Stade	01				01
	Salle omnisport	01				
Loisir	Air de jeux	02	01			
	Terrain de jeux			01		
	Piscine	01		01		
Protectin	Gendarmere	4				01
	Sureté urbaine	03				
	Protection civile	01				
Service	APC	01				
	Annexe APC	02				
	Poste	01				
Divers	Marché	01				
	Cimetière	05			01	
	Zone d'activité	01	01			

Source, Données Directions de l'habitat et l'urbanisme APC Eucalyptus

I.6.Situation climatique

Les conditions climatiques de la région jouent un rôle capital dans le comportement hydrologique des cours d'eau. Ce sont les précipitations surtout liquide qui constituent le facteur essentiel ; les autres paramètres climatiques tel que la température et l'évaporation dans leur ensemble forment des variables aléatoires dans le temps et l'espace permettent d'expliquer quantitativement les variations des composantes du régime hydrologique dans sa conception la plus large.

I.6.1.Le climat

La zone est soumise à un climat méditerranéen, caractérisé par deux saisons.

-**Octobre à Mars** : pluvieuse et froide, avec une température moyenne inférieure à la moyenne annuelle (8°).

-**Avril à Septembre** : Sèche et chaude, température supérieure à la moyenne.

I.6.2.Le vent :

Les vitesses moyennes sont de 3 m/s environ sans grande variation d'un mois sur l'autre (Les minimales à 1.9m/s et les maximales atteints 2.9m/s) d'après les mesures de la station météorologique de Dar El-Beida, ces observations sont illustrées dans le tableau II.3, ci-après.

Tableau .I.3: Vitesses moyennes des vents

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Moy
Vents (m/s)	2.5	2.3	2.2	2.8	2.7	2.9	2.8	2.5	2.5	1.9	2.3	2.5	2.49

Office national de météorologie de la Wilaya d'Alger.

I.6.3.Température de l'air :

La température de l'air est un paramètre à influence directe sur le régime d'écoulement, elle augmente l'évaporation et l'évapotranspiration durant les périodes chaudes.

Les températures moyennes mensuelles et le moyen inter annuel, relevées dans la station météorologique Dar El-Beida, sont illustrés dans le tableau I.4, ci-dessous.

Tableau .I.4: Températures moyennes

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Moy
T° (c)	11.4	11.3	13.5	15.2	18.8	22.8	25.4	26.6	23.6	20.4	15.4	12.6	18.1

Office national de météorologie de la Wilaya d'Alger.

I.6.4.Humidité de l'air :

Les valeurs de l'humidité mensuelle moyenne et le moyen inter annuelle, relevés dans la station de Dar El-Beida sont mentionnées dans le tableau N°26, ci-après.

Tableau .I.5: Humidité moyenne mensuelle

Mois	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUI	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	Moy
Humidité Moyenne (%)	79	80	77	75	75	71	70	69	72	75	78	79	75

Office national de météorologie de la Wilaya d'Alger

I.7.Sismicité :

Comme il apparait sur la carte ci-dessous, la zone appartient à un secteur classé à l'échelle IX et X sur l'échelle de Mercalli, depuis 2003 la zone a été revue faisant passer la zone à une zone très sensible.

Donc les études de génie civil doivent prendre en considération cette particularité.

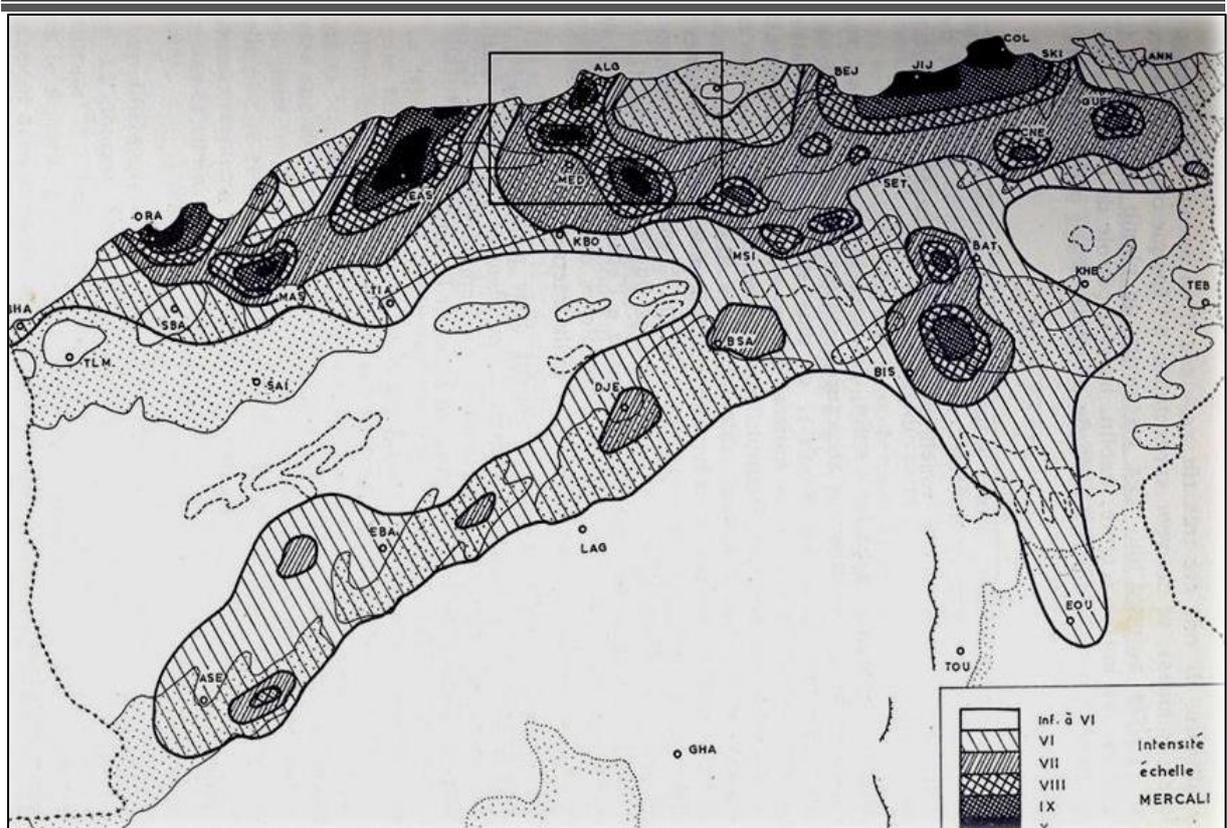


Fig.I.5: Sismicité de la commune des Eucalyptus.

I.8. Situation hydraulique

I.8.1. Description du réseau d'assainissement :

Plusieurs quartiers souffrent toujours de problèmes d'assainissement à savoir Haouch Selmani, El Djamhoria, Hai ouled El hadj et Cité Mehieddine par l'utilisation des fosses septiques ce qui n'écarte pas d'éventuel contamination de la nappe phréatique et la propagation de MTH.

I.8.2. Description du réseau en eau potable :

Les ressources en eau potable de la commune sont importantes, les champs de captage représentent **12%** de la surface total répartie comme suit :

- ❖ Haouche Flit
- ❖ Ouled ferha
- ❖ Kourifa
- ❖ El Djamhoria

Ces zones doivent être préservées, surtout de :

-
- ❖ Rejets d'eaux usées de toutes sortes.
 - ❖ Des industries polluantes.
 - ❖ Dépôts non conditionnés de produit chimique
 - ❖ Dépôts d'ordures ménagères, industrielles et autres.

Conclusion

Dans cette partie nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du Point de vue topographie, géologie, démographie ainsi que la situation hydraulique. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.

CHAPITRE II :
ETUDES DES
PRÉCIPITATIONS
MAXIMALES
JOURNALIÈRES

Introduction

En raison de son irrégularité dans le temps et dans l'espace d'une part, et ses fortes relations au dimensionnement de tout ouvrages hydrotechniques, d'autre part, l'hydrologie occupe la mission la plus délicate pour le dimensionnement des ouvrages hydrotechnique de grandes importance telles que ; les barrages, les retenues collinaires, les aménagements des cours d'eau... etc

Au sens plus strict, c'est la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature et l'évolution de celle-ci à la surface de la terre. Dans le domaine d'assainissement, le but principal de cette étude est de déterminer l'intensité moyenne maximale d'après l'étude des averses.

Pour la réalisation d'un ouvrage hydrotechnique, on doit mettre en évidence l'étude hydrologique, pour la détermination des caractéristiques des bassins versants et le débit de crues de différentes périodes de retour.

II.1 Choix de la période de retour

Les périodes de retour (10, 50,100) ans, une pluie de période de retour de 100 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 100 ans.

Pour les projets d'aménagement, nous optons généralement pour une pluie centennale. Le choix d'une période de retour dépend de :

- Le coût du réseau d'égout,
- L'entretien et la protection de ce dernier contre les risques

II.2 Détermination de l'intensité moyenne de précipitation

L'intensité moyenne maximale est exprimée en mm/h, c'est la lame d'eau précipitée Δh (mm) rapportée à un intervalle de référence

$$I_t = \frac{\Delta h}{\Delta t} \dots \dots \dots \text{II.1}$$

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

1. Faire le choix du type de la loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.
2. Calculer les paramètres de la loi choisie.
3. Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

II.2.1.Pluies maximales journalières

L'analyse des pluies est basée sur les relevés pluviométriques effectués dans un certain nombre de stations sur une surface topographique considérée. Elle est basée sur l'hypothèse que la pluie tombée à une station soit représentative de celle tombée tout autour de cette station sur une étendue plus ou moins large selon la densité du réseau que l'on appelle zone d'influence du pluviomètre.

En général, l'analyse des données disponibles est le premier pas à franchir dans l'étude d'un projet d'assainissement. Pour cela on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible.

II.2.1.1. Postes pluviométriques :

Les précipitations représentent un facteur essentiel dans le bilan hydrologique, sa quantification est faite au niveau de plusieurs stations pluviométriques implantées à travers le territoire algérien dans le but d'avoir une information précise sur ce paramètre,

Pour notre cas, l'étude sera basée sur les données enregistrées au niveau de la station pluviométrique de BARAKI qui représente une station se localisant dans les environs immédiats de la région d'étude en plus c'est une station disponible pour les services de l'ANRH concernant les données des pluies moyennes mensuelles.

II.2.1.2. Critères de choix du poste pluviométrique le plus représentatif :

1. La situation géographique du poste (le plus proche de l'aire d'étude).
2. La situation du poste par rapport à l'aire d'étude (même inclinaison).
3. Le nombre d'observations doit être suffisant pour l'ajustement (afin d'estimer la crue du projet).
4. La durée de fonctionnement du poste.
5. Altitude du poste.

Tableau II.01 : Caractéristiques du poste pluviométrique de BARAKI.

Ce poste est codé par (02 14 21), ces caractéristiques sont mentionnées dans le tableau ci-dessous.

Nom de poste	Coordonnées Lambert			Code (ANRH)	Période de fonctionnement	Nombre d'années d'observations sans lacunes
	X	Y	Z			
BARAKI	535.05	376.5	20	02 14 21	1972 – 2007	31 ans

Ce poste est situé à **5 Km**, à l'Ouest de l'aire d'étude, possède une série d'observation sans lacune de **31 ans**, considérée suffisante pour l'analyse statistique de ce type d'ouvrage d'une part, et d'autre son altitude est de 20 m, est proche de celle de l'aire d'étude (altitude moyenne des Eucalyptus est de 25 m). Donc il a été retenu comme poste représentatif de l'aire d'étude.

II.2.1.3.Motivation du choix du poste représentatif « BARAKI » :

Le choix du poste représentatif de l'aire d'étude est motivé par

- Situation géographique très proche.
- Disposition d'un nombre d'observation suffisant pour le calcul de ce type d'ouvrage (Ouvrages d'évacuation des eaux de crues).
- Le poste se trouve dans le même étage climatique de l'aire d'étude.

TableauII.02 : Série d'observations des précipitations maximales journalières du poste

Pluviométrie BARAKI

Numéro d'ordre	Pluies maximales journalières en (mm)	Numéro d'ordre	Pluies maximales journalières en (mm)
1	87.7	17	73.3
2	92.3	18	57
3	59.3	19	58.7
4	55.6	20	47
5	40.3	21	65.2
6	65	22	52.6
7	26	23	40.9
8	41.9	24	45.2
9	68	25	40.5
10	76	26	34.2
11	102.9	27	53.6
12	80.8	28	38.1
13	64	29	38
14	21.3	30	31.9
15	46.1	31	60.4
16	66.8	-	-

Source ANRH Bir Mourad Rais.

Tableau II.3 : Série d'observations des précipitations moyennes, mensuelles et annuelles du poste Pluviométrique de BARAKI (Voir annexes 04).

La représentation graphique des pluies moyennes annuelles au fil des années, nous montre bien leur irrégularité dans le temps, très apparente dans la figure II.1, ci après :

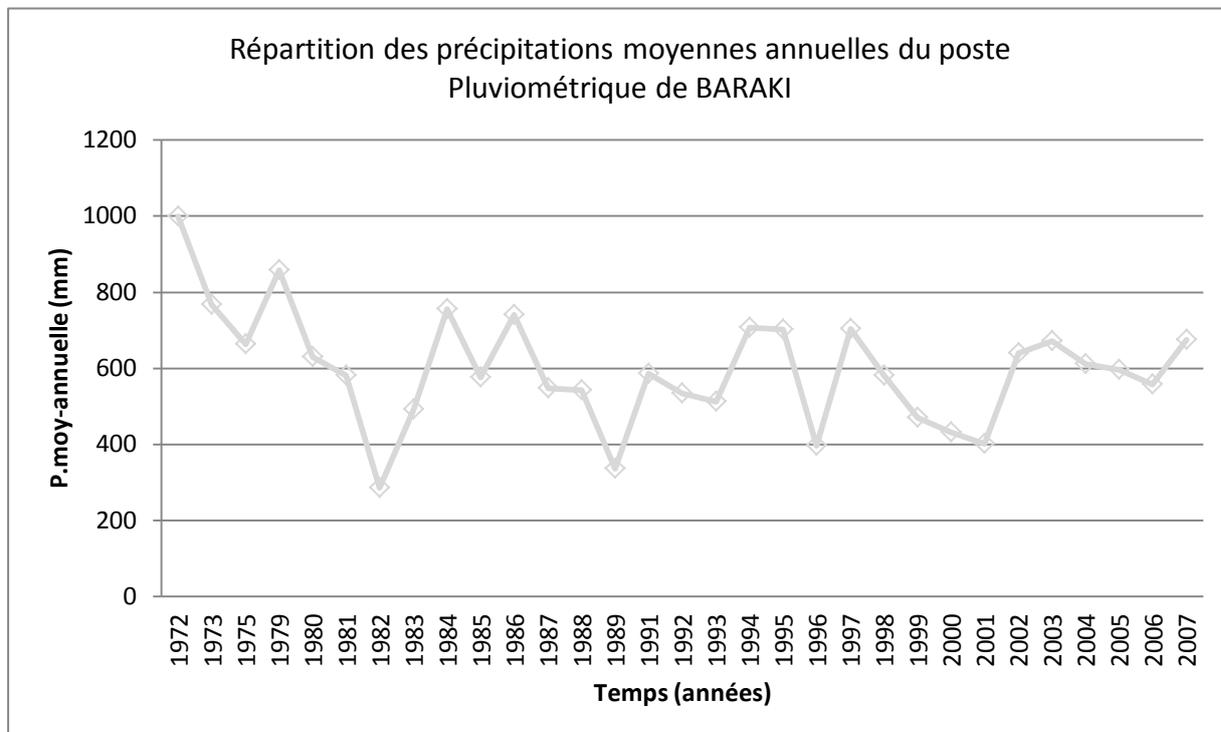


Fig. II.1: Répartition des précipitations moyennes annuelles du poste Pluviométrique de BARAKI

L'interprétation de la courbe de répartition des précipitations moyennes inter-annuelles illustrée plus haut, montre bien l'irrégularité du régime hydrologique de la région dans le temps, comme d'ailleurs le cas de l'ensemble régime hydrologique Algérien, cette irrégularité est marquée par un pic de pluies atteignant les **999.2 mm/an**, enregistré en **1972**, qui représente le maximum et une chute de pluie annuelle au **284.8 mm/an**, enregistré en **1982**.

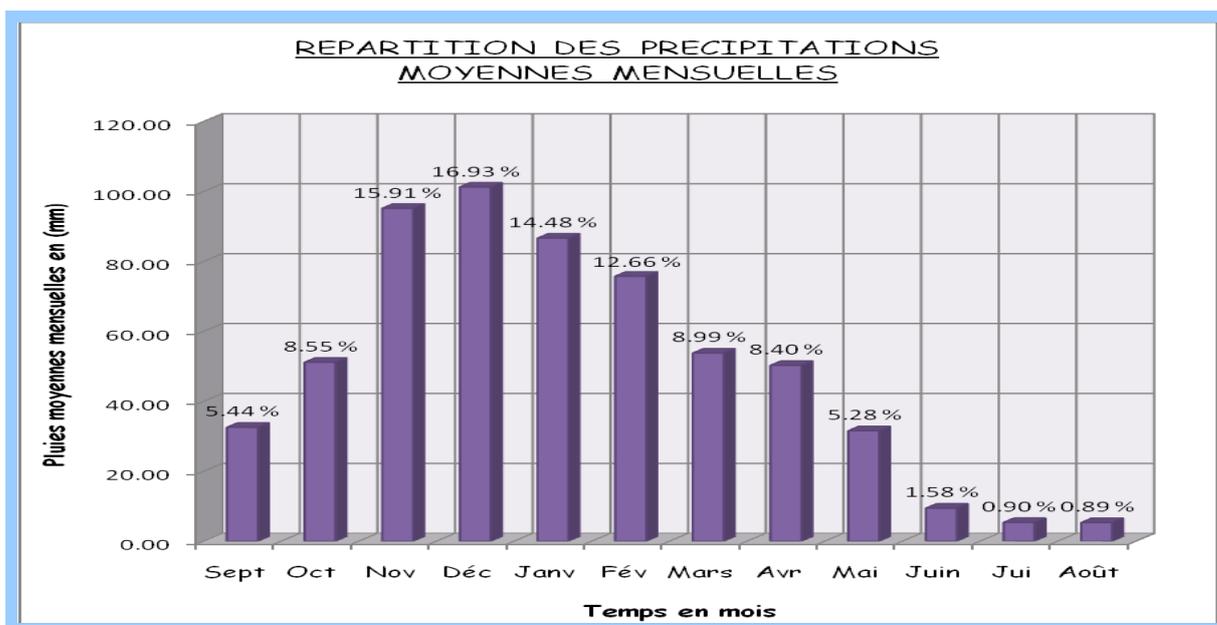
Quant au reste des valeurs des pluies moyennes annuelles, elles oscillent entre les 340.00 mm/an et 860.00 mm/an.

La répartition des précipitations moyennes mensuelle du poste pluviométrique BARAKI, est illustrée dans le tableau II.4, ci-après:

Tableau II.4: Répartition pluviométrique des moyennes mensuelles du poste pluviométrique de BARAKI

Temps (en Mois)	Pluies moyennes mensuelles		Ecart type (en mm)	Coefficient de variation Adimensionnel
	(en mm)	(en %)		
Septembre	32.55	5.44	32.12	0.99
Octobre	51.15	8.55	42.01	0.82
Novembre	95.17	15.91	64.76	0.68
Décembre	101.27	16.93	59.02	0.58
Janvier	86.64	14.48	57.63	0.67
Février	75.75	12.66	62.55	0.83
Mars	53.79	8.99	44.92	0.84
Avril	50.28	8.40	38.60	0.77
Mai	31.57	5.28	35.83	1.13
Juin	9.45	1.58	13.03	1.38
Juillet	5.36	0.90	10.56	1.97
Août	5.33	0.89	8.56	1.60
Moyenne Annuelle	598.33	100.00	150.11	0.25

La représentation graphique des pluies moyennes mensuelles de 31 ans d'observations a fait aboutir aux histogrammes dressés sur la figure .II.2, ci-après

**Fig.II.2:** Répartition des précipitations moyennes mensuelles.

Cette configuration graphique peut caractériser l'année hydrologique, sur 31 ans d'observations par trois périodes bien distinctes, comme le montre les histogrammes ci-dessus :

1. Une période fortement pluvieuse répartie sur quatre mois (Novembre, Décembre, Janvier, Février), totalisant **358.83 mm**, soit **59.98 %** des précipitations de toute l'année.
2. Une période moyennement pluvieuse couvrant les mois Septembre d'Octobre en Automne et Mars, Avril et Mai au Printemps, totalisant **219.34 mm**, soit **36.66 %** de la pluie moyenne annuelle
3. Une période sèche représentant les mois de Juin, Juillet et Août (été). où le bassin versant ne reçoit en moyenne mensuelle que **20.14 mm**, soit **3.37 %** de la pluie moyenne annuelle.

Conclusion :

Cette répartition des pluies moyennes mensuelles, permet de conclure que la région en étude présente une très forte irrégularité des pluies dans l'année, avec toutefois une saison fortement pluvieuse enregistrant un **Pic** au mois de **Décembre** en hiver de l'ordre de **101.27 mm** et une saison à très faible pluviométrie en Eté avec un **Pic trop sec** au mois de **Août** de l'ordre de **5.33 mm**.

II.2.2. Homogénéisation des données :

L'homogénéisation des données est une analyse statistique de l'information aidant à une prise de décision conséquente.

Pour vérifier l'homogénéisation des données nous allons vérifier par le test de médiane (test de Mood).

Test de Mood

- Déterminons la médiane **M** de la série après avoir classé l'échantillon par ordre croissant. la médiane de telle sorte que 50% des échantillons lui soient inférieures et 50% soient supérieures.

Remplaçons donc la série des valeurs non classées par une suite de signe :

(+) pour les échantillons $> M$

(-) pour les échantillons $< M$

Tableau II.5. : La série pluviométrique annuelle à l'ordre croissant

N° d'Ordre (m)	P _{ann} = x (mm)	Signes	N° d'Ordre (m)	P _{ann} = x (mm)	Signes
01	284.8	-	17	596.9	+
02	335.6	-	18	610.6	+
03	396.2	-	19	629.3	+
04	401.5	-	20	639.7	+
05	430.7	-	21	663.9	+
06	470.3	-	22	671.7	+
07	492.6	-	23	674.3	+
08	512.4	-	24	701.9	+
09	533.3	-	25	703.5	+
10	541.7	-	26	707.3	+
11	548.2	-	27	740.6	+
12	558.1	-	28	755.1	+
13	576.4	-	29	766.7	+
14	581.0	-	30	857.9	+
15	581.3	-	31	999.2	+
16	585.4	/	/	/	/

- Calculons les quantités N_s et T_s :
- N_s : nombre total de séries de + ou de -
- T_s : taille de la plus grande série de + ou de -

Tableau II.6 : détermination de la taille plus grande

N° d'Ordre (m)	P _{ann} = x (mm)	Signes	N° d'Ordre (m)	P _{ann} = x (mm)	Signes
01	999.2	+	17	512.4	-
02	766.7	+	18	707.3	+
03	663.9	+	19	701.9	+
04	857.9	+	20	396.2	-
05	629.3	+	21	703.5	+
06	581.0	-	22	581.3	-
07	284.8	-	23	470.3	-
08	492.6	-	24	430.7	-
09	755.1	+	25	401.5	-
10	576.4	-	26	639.7	+

11	740.6	+	27	671.7	+
12	548.2	-	28	610.6	+
13	541.7	-	29	596.9	+
14	335.6	-	30	558.1	-
15	585.4	/	31	674.3	+
16	533.3	-	/	/	/

Ceci a permis d'établir que pour un seuil de signification 95%, les conditions du test sont les suivantes :

$$N_s > 0,5(N+1 - \mu_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{N+1}) \dots\dots\dots \text{II.2}$$

$$T_s < 3.3 (\log N + 1) \dots\dots\dots \text{II.3}$$

μ : variable

N : taille de la série (N=31)

$$N_s = 15 > 13,31$$

$$T_s = 5 < 8,22$$

Donc les conditions du test sont vérifiées, nous concluons que la série à étudier est homogène.

II.2.3. Les précipitations maximales journalières

L'étude consiste à faire un ajustement pour la série de données des précipitations maximales journalières par une loi théorique afin de déterminer une intensité de pluie de durée et de période de retour donnée.

Pour notre étude on passe par les étapes suivantes :

- Classer la série des précipitations par ordre croissant.
- Calcul de la fréquence expérimentale.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série de données.
- Ajuster graphiquement la loi choisie.
- Calculer le quantile et son intervalle de confiance.

II.2.3.1 Caractéristiques empiriques de la série

Les paramètres statistiques de la série d'observation sont représentés dans le tableau ci-dessus :

- **La moyenne arithmétique "X"**

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{31} xi}{n} \dots\dots\dots \text{II.4 ;}$$

AN : $\bar{X} = 55.8 \text{ mm}$

- **La variance**

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{31} (xi - \bar{x})^2}{(n-1)} \dots\dots\dots \text{II.5 ;}$$

$\sigma_x^2 = 380.25 \text{ mm.}$

- **L'écart type**

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2} \dots\dots\dots \text{II.6 ;}$$

$\sigma_x = 19.5 \text{ mm}$

- **Coefficient de variation**

$$Cv = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \dots\dots\dots \text{II.7 ;}$$

$Cv = \frac{19.5}{55.8} = 0,349 .$

Tableau II.7: Caractéristiques empiriques de la série :

Les paramètres statistiques de la série d'observation sont représentés dans le tableau ci-dessus

Caractéristique	Valeur calculée
Minimum	21.3 mm
Maximum	103 mm
Moyenne	55.8 mm
Ecart-type	19.5 mm

Médiane	55.6
Coefficient de variation (Cv)	0.349
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.485
Coefficient d'aplatissement (Ck)	2.59

Remarque

L'exposant climatique pour notre région ($b = 0.38$) est donné par ANRH, Agence nationale des ressources hydriques.

II.2.4 Choix de la loi d'ajustement

Le calcul des valeurs extrêmes ou quantiles nécessite un ajustement à une loi de probabilité. Après avoir calculé les caractéristiques empiriques, il faut choisir une loi de probabilité susceptible de s'ajuster d'une manière adéquate la série d'observation.

Cette pratique revient donc à ajuster une loi théorique de répartition des fréquences à un échantillon.

Les critères de choix sont liés d'abord à un ajustement graphique. L'allure des points sur du papier à probabilité permet d'accepter ou de rejeter la loi.

Les Trois lois généralement utilisées pour les valeurs extrêmes sont :

- La loi doublement exponentielle ou loi de Gumbel ;
- La loi log normale ou loi de Galton.
- La loi de GEV

L'ajustement des pluies maximales journalières sera traité par logiciel «**Hyfran**» avec une comparaison des graphes de régression obtenus par les ajustements.

L'ajustement des pluies maximales journalières s'est effectué dans notre cas avec le logiciel HYFRAN en utilisant les trois lois suivantes :

- Loi de Galton ;
- Loi de Gumbel ;
- La loi de GEV ;

II.2.4.1. Ajustement à la loi de Galton

Calcul des fréquences expérimentales (au non dépassement) :

$$q = F(x_i) = \frac{m - 0.5}{N} \dots \dots \dots \text{II.8 ;}$$

$$\text{et } T = \frac{1}{1 - q} \dots \dots \dots \text{II.9 ;}$$

m : numéro d'ordre de la valeur

N : taille de l'échantillon

Paramètres d'ajustement à la loi log normale :

$$XP\% = X_{\text{moy}} + \delta UP\% \dots \dots \dots (\text{II.10})$$

Avec :

X_{moy} : hauteur de pluie moyenne

δ : Ecart -type

$UP\%$: variable réduite de gauss

Les résultats de l'ajustement dans le tableau suivant :

Tableau II.8. Résultats d'ajustement à la loi de Galton

Période de retour	Fréquence	Valeurs théoriques	écart type	Intervalle de confiance
T(ans)	Q	XT	δ	95(%)
100.0	0.9900	123.1	15.80	92.16 - 154.1
50.0	0.9800	111.4	13.08	85.78 - 137.1
20.0	0.9500	95.91	9.780	76.74 - 115.1
10.0	0.9000	83.94	7.515	69.21 - 98.68
5.0	0.8000	71.43	5.497	60.66 - 82.21
2.0	0.5000	52.47	3.455	45.70 - 59.25

Test d'adéquation (test de khi-carré) :

Test de khi-carré est le plus pratique et le plus utilisé.

Résultats :

Résultats de la statistique : $X^2=2.19$

p- value P = 0.7002

Degrés de liberté : 4

Nombres des classes : 7

Le tracé de la droite de Galton est représenté sur papier log-normal comme le montre la figure suivante :

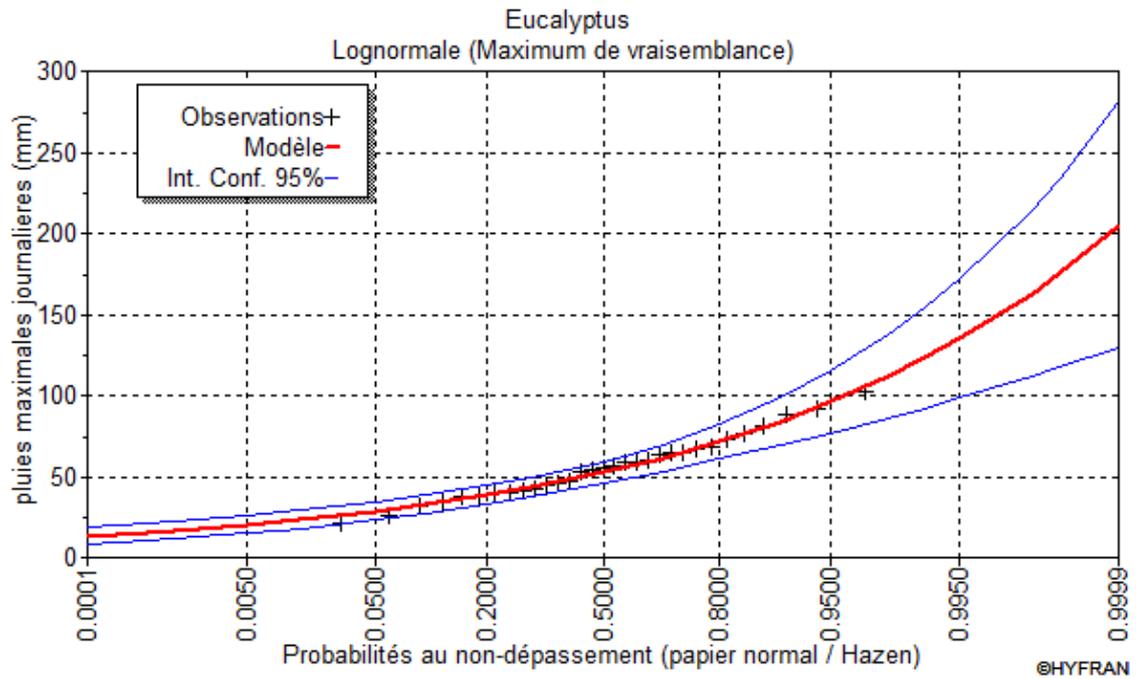


Figure.II.3.représentation graphique de l’ajustement à la loi de Galton

II.2.4.2.Ajustement à la loi de Gumbel

L’équation de droite de Gumbel :

$$P_{\max j} = \frac{1}{\alpha} y + x_0 \dots\dots\dots \text{II.11} ;$$

y : variable de la droite de Gumbel :

$$y = -[\ln (-\ln (F(x)))] \dots\dots\dots \text{II.12} ;$$

avec: $F(x) = \frac{m - 0.5}{N} \dots\dots\dots \text{II.13} ;$

m : ordre de classement ;

N : taille de l'échantillon ;

$\frac{1}{\alpha}$, x_0 : sont déterminées par la méthode des moindres carrés ;

Les résultats de calcul des fréquences expérimentales et des valeurs théoriques sont exposés dans le tableau suivant

Tableau.II.9.Résultats d'ajustement à la loi de Gumbel:

Période de retour	Fréquence	Valeurs théoriques	écart type	Intervalle de confiance
T(ans)	Q	XT	δ	95(%)
100.0	0.9900	124.4	12.52	99.81 - 148.9
50.0	0.9800	112.5	10.88	91.21 - 133.9
20.0	0.9500	96.76	8.726	79.66 - 113.9
10.0	0.9000	84.58	7.110	70.64 - 98.52
5.0	0.8000	71.87	5.514	61.06 - 82.68
2.0	0.5000	52.68	3.555	45.72 - 59.65

Test d'adéquation (test de khi-carré) :

Test de khi-carré est le plus pratique et le plus utilisé.

Résultats :

Résultats de la statistique : $X^2=2.19$

p- value P = 0.7002

Degrés de liberté : 4

Nombres des classes : 7

La présentation de la droite de Gumbel est montrée par la (Figure.II.4)

:

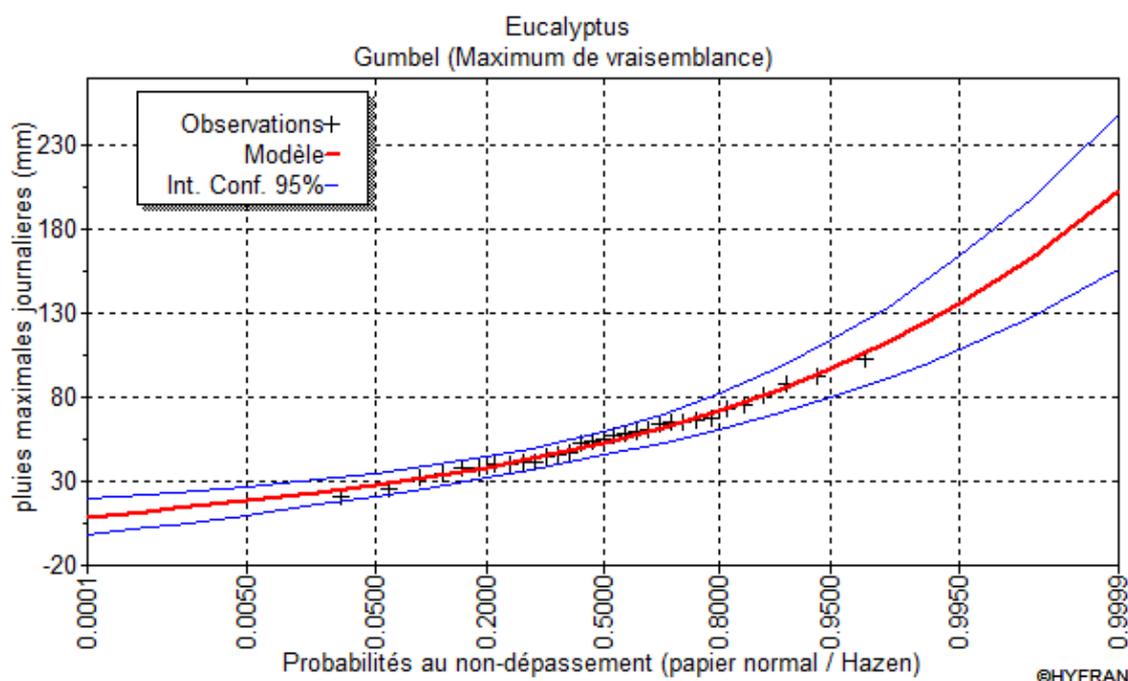


Figure.II.4.Représentation graphique de l’ajustement à la loi de GUMBEL

Remarque

Nous allons rejeter l’ajustement à loi de Gumbel parce que la limite inférieure de l’intervalle de confiance est négative.

II.2.4.3.Ajustement à la loi de GEV (distribution des valeurs extrêmes généralisées)

La distribution des valeurs extrêmes généralisées est la synthèse de trois fonctions de distribution que l’on a souvent employées en hydrologie, cette distribution à trois paramètres fonction de distribution de la loi de GEV s’écrit :

$$F_x(x) = \exp \left\{ -1 \left[1 - \frac{k(x-\epsilon)}{\alpha} \right]^{1/k} \right\} \dots\dots\dots(III.14)$$

Tableau.II.10.Résultats d’ajustement à la loi de GEV

Période de retour	fréquence	Valeurs théoriques	écart type	Intervalle de confiance
T(ans)	Q	XT	δ	95(%)
100.0	0.9900	106.8	12.23	82.86 - 130.8
50.0	0.9800	100.0	9.725	80.95 - 119.1
20.0	0.9500	89.87	7.019	76.11 - 103.6
10.0	0.9000	81.14	5.538	70.28 - 92.00
5.0	0.8000	71.11	4.541	62.21 - 80.02
2.0	0.5000	53.97	3.612	46.88 - 61.05

Test d'adéquation (test de khi-carré) :

Test de khi-carré est le plus pratique et le plus utilisé.

Résultats :

Résultats de la statistique : $X^2=1.29$

p- value $P = 0.7314$

Degrés de liberté : 3

Nombres des classes : 7

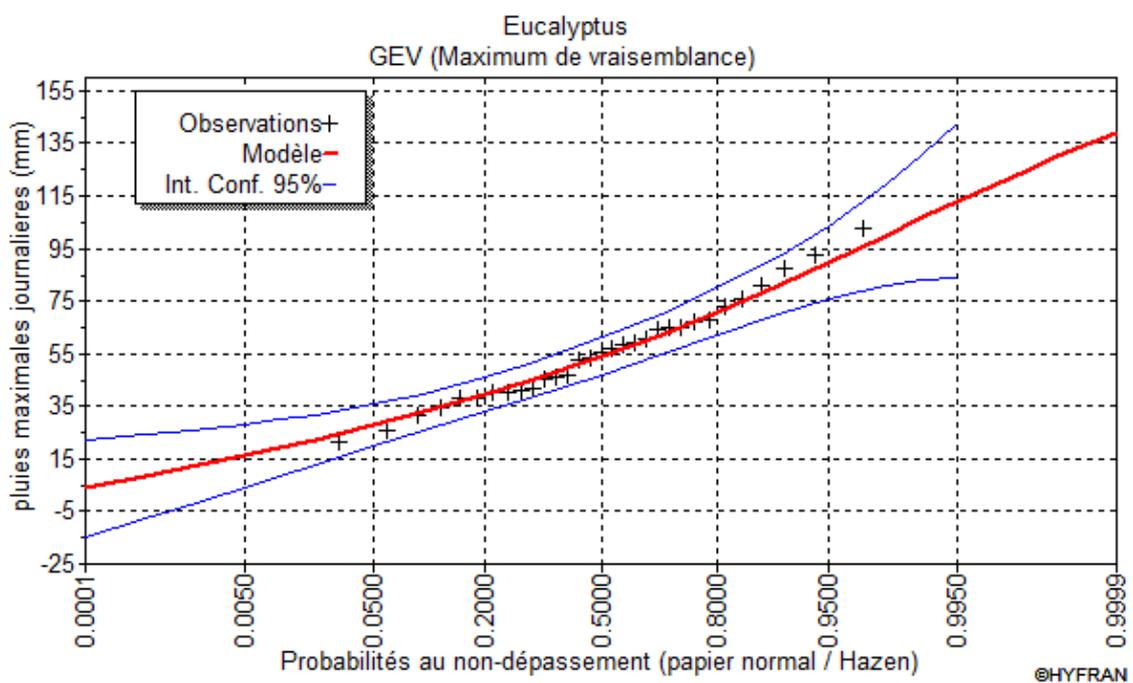


Figure.II.5.Représentation graphique de l'ajustement à la loi de GEV

Remarque

Nous allons rejeter l'ajustement à loi de Gumbel parce que la limite inférieure de l'intervalle de confiance est négative.

II.2.4.4.Comparaison destrois méthodes d'ajustement:

Pour comparer les trois méthodes, nous avons tracé sur le même graphique les trois courbes d'ajustement.

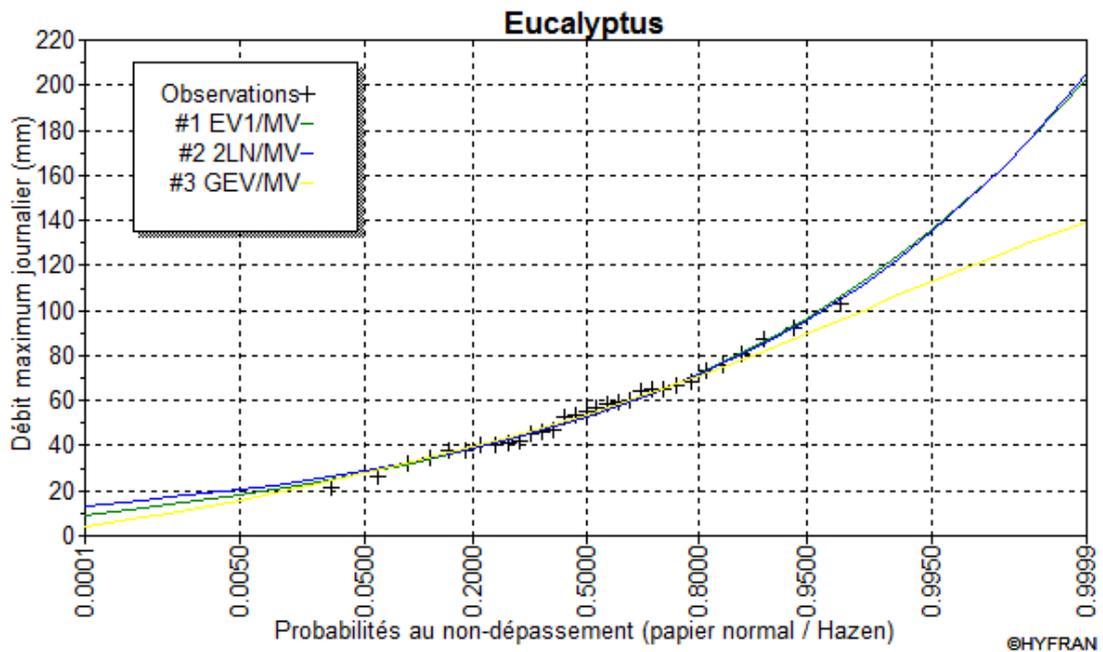


Fig.II.6: Comparaison des Trois méthodes d’ajustement

Interprétation des résultats d’ajustement : .

- ❖ D’après la comparaison graphique, on conclue que l’échantillon s’ajuste mieux à la méthode de GALTON qu’a les autres méthodes.
- ❖ Les ajustements graphiques de la série pluviométrique (station de Baraki) à la loi de GALTON montre que les points sont incluent dans l’intervalle de confiance à 95% avec un niveau significatif de 5%, ce qui nous donnent une meilleur corrélation suivant la loi GALTON.

II.2.5.Pluies de courte durée

Le passage des pluies journalières maximales aux pluies de courtes durées est effectué au moyen de la formule K. Body (ANRH 1984).

$$P_t = P_{\max j} \left(\frac{t}{24} \right)^b \dots\dots\dots\text{II.15 ;}$$

Avec

t : durée de l’averse

b : exposant climatique **b = 0.38**

Les intensités maximales de durée t (h) et période de retour T (ans) sont calculées par la relation

$$I_t = \frac{P_t}{t} \dots\dots\dots \text{II.16 ;}$$

Avec

I_t : l'intensité moyenne maximale de durée t (h). (mm/h)

P_t : Pluies de courte durée (mm)

Les précipitations et les intensités maximales pour différentes durées sont représentées au tableau (II.11)

Tableau .II.11 : Pluies et intensités maximales de durée t (h) et de période retour

Période de retour	100		50		10	
	P_{ct}	I_t	P_{ct}	I_t	P_{ct}	I_t
T (h)						
1	37.063	37.063	33.775	33.775	25.287	25.287
2	48.232	24.116	43.953	21.977	32.906	16.453
3	56.266	18.755	51.275	17.092	38.388	12.796
4	62.766	15.691	57.198	14.300	42.823	10.706
5	68.320	13.664	62.260	12.452	46.612	9.322
6	73.222	12.204	66.726	11.121	49.956	8.326
7	77.639	11.091	70.751	10.107	52.970	7.567
8	81.680	10.210	74.434	9.304	55.727	6.966
9	85.419	9.491	77.841	8.649	58.278	6.475
10	88.908	8.891	81.021	8.102	60.658	6.066
11	92.187	8.381	84.009	7.637	62.895	5.718
12	95.286	7.941	86.833	7.236	65.010	5.417
13	98.229	7.556	89.515	6.886	67.018	5.155
14	101.035	7.217	92.072	6.577	68.932	4.924
15	103.718	6.915	94.518	6.301	70.763	4.718
16	106.294	6.643	96.864	6.054	72.520	4.532
17	108.771	6.398	99.122	5.831	74.230	4.366
18	111.159	6.175	101.298	5.628	75.839	4.213
19	113.466	5.972	103.401	5.442	77.413	4.074
20	115.699	5.785	105.436	5.272	78.937	3.947
21	117.865	5.613	107.409	5.115	80.414	3.829

22	119.967	5.453	109.325	4.969	81.848	3.720
23	122.011	5.305	111.187	4.834	83.243	3.619
24	124	5.167	113	4.708	84.6	3.525

CONCLUSION

La loi de Gumbel s'ajuste mieux avec les précipitations maximales journalières. Finalement avec l'étude des précipitations maximales journalières nous pouvons déterminer les débits de crues qui nous permettent de dimensionner les ouvrages de protection de cette ville.

CHAPITRE III :
ETUDE
HYDROLOGIQUE

Introduction

L'hydrologie est la science qui étudie les eaux terrestre, leur origines, leur mouvement et leur répartition sur notre planète, leurs propriétés physiques et chimiques, leurs interactions avec l'environnement physique et biologique et leurs influence sur les activités humaines. Au sens plus strict c'est la science qui étudie le cycle de l'eau dans la nature, elle examine la distribution géographique et temporelle de l'eau dans l'atmosphère, en surface (lacs, rivière) et dans le sol et le sous-sol. L'étude de l'hydrologie est considérée comme une activité récente qui remplit essentiellement un but technique que scientifique. on désirait toujours à travers de cette science de de trouver des méthodes appropriées pour résoudre des problèmes concret, notamment évaluer les débits pour la réalisation de projets. A l'heure actuelle il est facile de résoudre différents problèmes et de trouver des réponses grâce aux modèles disponibles et à la puissance de calcul.

Dans ceux qui suit on va procéder à une étude hydrologique complète de notre zone d'étude afin d'avoir le débit de projet de notre rivière.

III.1. Les situations d'aléa

L'aléa inondation est caractérisé par trois paramètres : hauteur, durée et vitesse.

-La hauteur d'eau

Est celui, parmi ces trois paramètres, qui peut être évalué de la manière la plus fiable dans le cas d'une inondation de plaine et de remontée de nappe.

L'importance de ce paramètre dans le processus de dégradation des performances des matériaux et des ouvrages.

-La vitesse du courant

Peut résulter de spécificités très localisées au voisinage immédiat du bâtiment.

Un fort courant peut être un facteur aggravant même pour un faible niveau et une faible durée.

Un fort courant peut induire la destruction de certains ouvrages du fait de l'action dynamique de l'écoulement et/ou des chocs éventuels avec des objets lourds entraînés par le courant.

La prédiction du comportement dépend de nombreux facteurs parmi lesquels les qualités mécaniques de l'ouvrage et la présence ou non d'ouvertures.

Rappelons par ailleurs que, même mémoire (histoire/mémoire locale, témoins de niveaux d'évènements antérieurs) s'y réfèrent explicitement.

La précision de cette évaluation peut cependant être médiocre pour un bâtiment particulier.

-La durée d'immersion

Peut également avoir été enregistrée mais ce n'est pas la règle.

Il a été rappelé qu'en l'absence de débit d'eau important, un mur maçonné de facture courante est fragilisé dès qu'il est soumis à une différence de hauteur de l'ordre d'un mètre entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Cet élément est à retenir pour dimensionner les dispositifs destinés à empêcher l'eau de pénétrer dans les bâtiments.

Une trop grande efficacité de ces dispositifs sur une hauteur importante créerait un risque important de ruine des murs.

L'importance relative de ces trois paramètres en termes de cause prépondérante de dégât dépend du type d'inondation.

III.2. Caractéristiques hydromorphométriques des bassins versants

III.2.1. Définition du bassin versant

Le bassin versant représente l'unité spatiale de référence pour l'hydrologie il est définie comme l'étendue drainé par un cours d'eau et ses affluents et limité par une ligne de partage des eaux.

Ce dernier est une unité géographique définie à partir d'une section droite d'un cours d'eau et qui comprend toute la surface en amont de cette section de telle sorte que toute l'eau qui arrive sur cette surface transite, du moins en théorie, par cette section droite. Cette dernière est appelé « émissaire » ou « exutoire » du bassin versant, à partir du quel on peut tracer le point de départ et d'arrivée de la ligne de partage des eaux qui le délimite.

III.2.2. Morphométrie

Les différentes caractéristiques morpho-métriques sont calculées à partir de la carte topographique à l'échelle 1/25000.

III.2.2.1 topographique

La surface topographique est le paramètre le plus important, il permet de contrôler l'intensité de plusieurs phénomènes hydrologiques (apport ; volume de précipitation ou infiltration).

III.2.2.2. Périmètre

Le périmètre correspond à la limite extérieure du bassin. Chaque bassin réagit d'une façon propre aux précipitations qu'il reçoit. Ces caractéristiques hydrologiques sont fonction d'une part du climat qu'il subit et d'autre part de son propre milieu physique.

III.2.2.3. Indice de compacité de GRAVELIUS

L'indice de forme K_c , appelé indice de compacité ou de GRAVELIUS, est un paramètre indicateur de la forme du bassin versant, et exprime l'allongement des bassins versants, il est donné par la formule suivante :

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{S}} \dots \dots \dots (III. 1)$$

Avec

K_c : Indice de forme

P : Périmètre du bassin versant (m)

S : Surface du bassin versant (m²)

Plus le K_c sera proche de 1, plus le bassin aura une forme ramassée et plus le temps de concentration sera court.

III.2.2.4. Rectangle équivalent

On suppose que l'écoulement sur un bassin versant donnée est le même que sur un rectangle de même superficie, ayant le même indice de *GRAVELIUS*, la même répartition hypsométrique, la même distribution des sols et de la végétation, la même densité de drainage.

Le rectangle équivalent est caractérisé par la longueur « L » et la largeur « l » définit respectivement par les formules qui viennent :

La longueur du rectangle équivalent :

$$L = K_c \frac{\sqrt{S}}{1.128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{K_c} \right)^2} \right] \dots \dots \dots (III. 2)$$

La largeur du rectangle équivalent :

$$l = K_c \frac{\sqrt{S}}{1.128} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{K_c} \right)^2} \right] \dots \dots \dots (III. 3)$$

Les résultats des paramètres hydromorphométriques sont résumés dans le tableau III.1

Tableau III.1 : Paramètres morphométriques des sous bassins.

Paramètres Sous bassins	Périmètre du Bassin (Km)	Surface du Bassin (Km ²)	Kc	L (km)	l (km)
Sous bassin versant de Oued Ouled Zidane	16,966	9,2397	1,563	7,126	1,296
Sous bassin versant de Oued Mekhfi	41,075	46,579	1.685	17,770	2,621
Sous bassin versant de Oued Hammad	24,134	14,179	1.795	10,65	1,331
Sous bassin versant de Oued Akacha	8,767	2,697	1,495	3,604	0,748
Sous bassin versant de Oued Ferha	18,395	18,179	1,208	6,322	2,876
Sous bassin versant de Oued Adda	15,443	9,492	1.403	6,187	1,534

III.2.3 Reliefs

L'influence du relief sur l'écoulement se conçoit aisément, car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude (précipitations, températures... etc.) et la morphologie du bassin. En outre, la pente influe sur la vitesse d'écoulement. Le relief se détermine lui aussi au moyen d'indices ou de caractéristiques suivants :

III.2.3.1 Répartition altimétrique

La répartition altimétrique du sous bassin en étude est établie sur la base de la planimétrie des surfaces élémentaires comprises successivement entre deux courbes maîtresses, par tranche d'altitude de 50 m.

La répartition altimétrique du bassin versant en étude est insérée dans les tableaux suivant :

Tableau III.2 : Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Zidane

Altitudes(m)			Surfaces Partielles		Surfaces cumulées		Si xHi(m ³)
Hi	Hi+1	Hi moy	Si (Km ²)	Si(%)	$\sum Si$ (Km ²)	Sci (%)	Si x Hi
68	65	66,5	0,0349	0,38	0,0349	0,38%	2,321
65	60	62,5	0,1041	1,13	0,1390	1,50%	6,506
60	55	57,5	0,1654	1,79	0,3044	3,29%	9,511
55	50	52,5	0,3507	3,80	0,6551	7,09%	18,412
50	45	47,5	0,5671	6,14	1,2222	13,23%	26,937
45	40	42,5	0,9076	9,82	2,1298	23,05%	38,573
40	35	37,5	0,9942	10,76	3,1240	33,81%	37,283
35	30	32,5	1,5399	16,67	4,6639	50,48%	50,047

30	25	27,5	1,6878	18,27	6,3517	68,74%	46,415
25	20	22,5	2,5017	27,08	8,8534	95,82%	56,288
20	17	18,5	0,3863	4,18	9,2397	100,00%	7,147
Somme			9,2397	100,00	/	100	292,292
H moy (m)			/	/	/	/	31,6343

Tableau III.3 : Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued El Mekhfi

Altitudes			Surfaces Partielles		Surfaces cumulées		
Hi	Hi+1	Hi moy	Si (Km ²)	Si(%)	$\sum Si$ (Km ²)	Sci (%)	Si x Hi
832	800	816	0,049	0,105	0,049	0,105	39,984
800	750	775	0,274	0,588	0,323	0,693	212,195
750	700	725	0,271	0,581	0,593	1,274	196,113
700	650	675	0,393	0,843	0,986	2,117	265,140
650	600	625	0,552	1,184	1,538	3,301	344,688
600	550	575	0,677	1,453	2,215	4,755	389,275
550	500	525	1,104	2,370	3,319	7,125	579,600
500	450	475	1,752	3,761	5,070	10,885	832,010
450	400	425	2,619	5,623	7,689	16,508	1113,075
400	350	375	3,232	6,939	10,921	23,447	1212,000
350	300	325	3,848	8,261	14,769	31,708	1250,600
300	250	275	4,304	9,240	19,073	40,948	1183,600
250	200	225	3,777	8,108	22,850	49,056	849,735
200	150	175	3,810	8,180	26,660	57,236	666,750
150	100	125	3,468	7,445	30,128	64,681	433,500
100	50	75	11,269	24,193	41,397	88,875	845,175
50	27	38,5	5,182	11,125	46,579	100	199,507
Somme			46,5788	100,00	/	100,00	10612,946
H moy (m)			/	/	/	/	227,8493

Tableau III.4 : Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Sidi Hammad

Altitudes			Surfaces partielles		Surfaces cumulées		Si x Hi
Hi	Hi+1	Hi moy	Si (Km ²)	Si(%)	$\sum Si$ (KM ²)	Sci (%)	
93	90	91,5	0,0661	0,47	0,0661	0,47%	6,048
90	85	87,5	0,2198	1,55	0,2859	2,02%	19,233
85	80	82,5	0,3884	2,74	0,6743	4,76%	32,043

80	75	77,5	0,8042	5,67	1,4785	10,43%	62,326
75	70	72,5	1,1659	8,22	2,6444	18,65%	84,528
70	65	67,5	0,6957	4,91	3,3401	23,56%	46,960
65	60	62,5	0,8523	6,01	4,1924	29,57%	53,269
60	55	57,5	0,8156	5,75	5,0080	35,32%	46,897
55	50	52,5	1,4243	10,05	6,4323	45,37%	74,776
50	45	47,5	1,2433	8,77	7,6756	54,14%	59,057
45	40	42,5	1,6750	11,81	9,3506	65,95%	71,188
40	35	37,5	2,4899	17,56	11,8405	83,51%	93,371
35	30	32,5	1,9625	13,84	13,8030	97,35%	63,781
30	27	28,5	0,3756	2,65	14,1786	100,00%	10,705
		Somme	14,1786	100,00	/	100,000	724,180
		H moy (m)	/	/	/	/	51,0755

Tableau III.5 : Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Akacha.

Altitudes			Surfaces partielles		Surfaces cumulées		Si x Hi
Hi	Hi+1	Hi moy	Si (Km ²)	Si(%)	$\sum Si$ (KM ²)	Sci (%)	
31	30	30,5	0,0339	1,26	0,0339	1,26%	1,257
30	25	27,5	0,7255	26,90	0,7594	28,16%	26,902
25	20	22,5	0,7252	26,89	1,4846	55,05%	26,891
20	15	17,5	1,1841	43,91	2,6687	98,96%	43,908
15	14	14,5	0,0281	1,04	2,6968	100,00%	1,042
		Somme	2,6968	100,00	/	100,000	100,000
		H moy (m)	/	/	/	/	37,0810

Tableau III.6 : Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Ferha

Altitudes			Surfaces partielles		Surfaces cumulées		Si x Hi
Hi	Hi+1	Hi moy	Si (Km ²)	Si(%)	$\sum Si$ (KM ²)	Sci (%)	
38	35	36,5	0,6148	3,38	0,6148	3,38%	22,440
35	30	32,5	3,3821	18,60	3,9969	21,99%	109,918
30	25	27,5	4,1771	22,98	8,1740	44,96%	114,870
25	20	22,5	4,1194	22,66	12,2934	67,62%	92,687
20	15	17,5	4,7027	25,87	16,9961	93,49%	82,297
15	14	14,5	1,1828	6,51	18,1789	100,00%	17,151

Somme	18,1789	100,00	/	100,000	439,363
H moy (m)	/	/	/	/	24,1688

Tableau III.7 : Répartition altimétrique du micro bassin versant de Oued Adda

Altitudes			Surfaces partielles		Surfaces cumulées		Si x Hi
Hi	Hi+1	Hi moy	Si (Km ²)	Si(%)	$\sum Si$ (KM ²)	Sci (%)	
33	30	31,5	0.7161	7.54	0.7161	7.54%	22.557
30	25	27,5	2.2484	23.69	2.9645	31.23%	61.831
25	20	22,5	3.0279	31.90	5.9924	63.13%	68.128
20	15	17,5	2.2034	23.21	8.1958	86.34%	38.560
15	12	13,5	1.2963	13.66	9.4921	100.00%	17.500
Somme			9.492	100,00	/	100,000	100,000
H moy (m)			/	/	/	/	21,9736

III.2.3.2 Courbes hypsométriques

Les courbes hypsométriques des bassins, établis à partir de la répartition altimétrique comme l'illustre dans les figures suivantes :

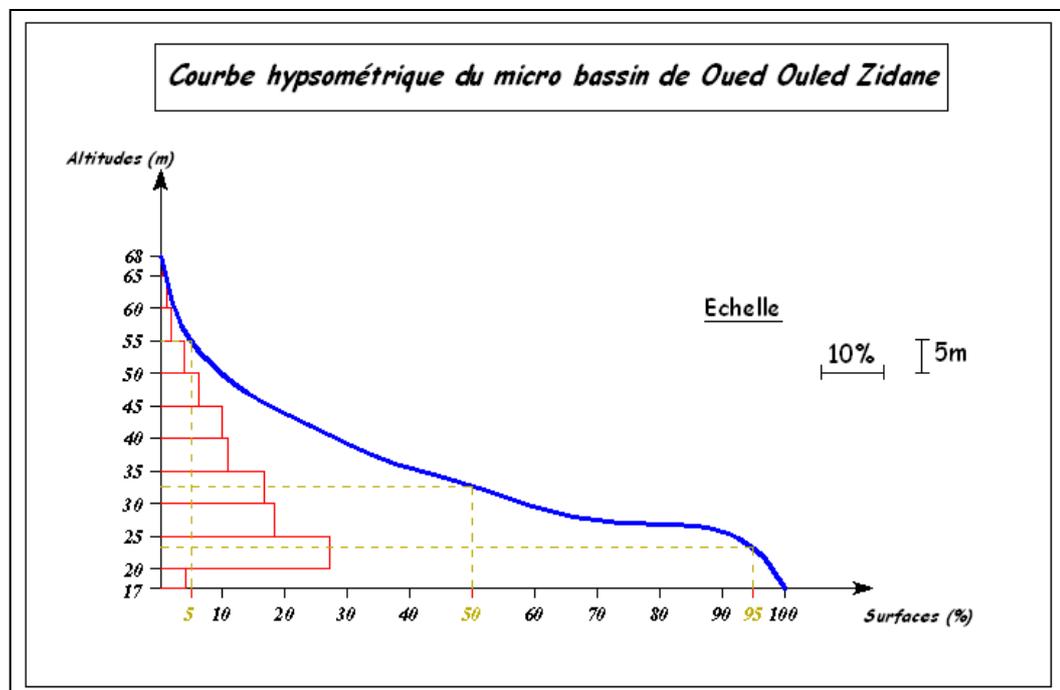


Figure III.1 : Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Ouled Zidane

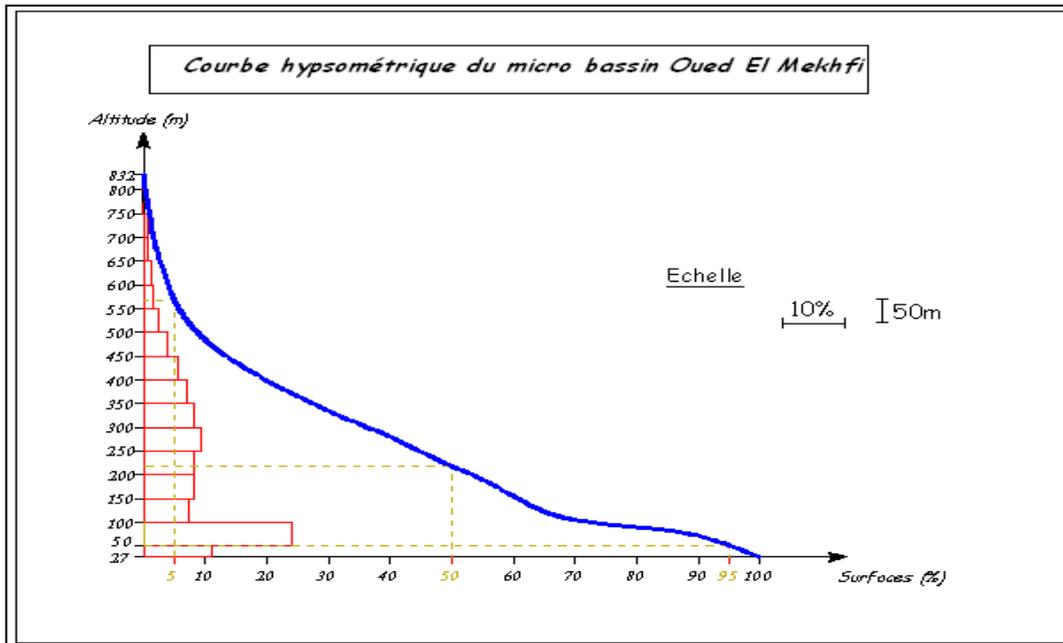


Figure III.2 : Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued El Mekhfi

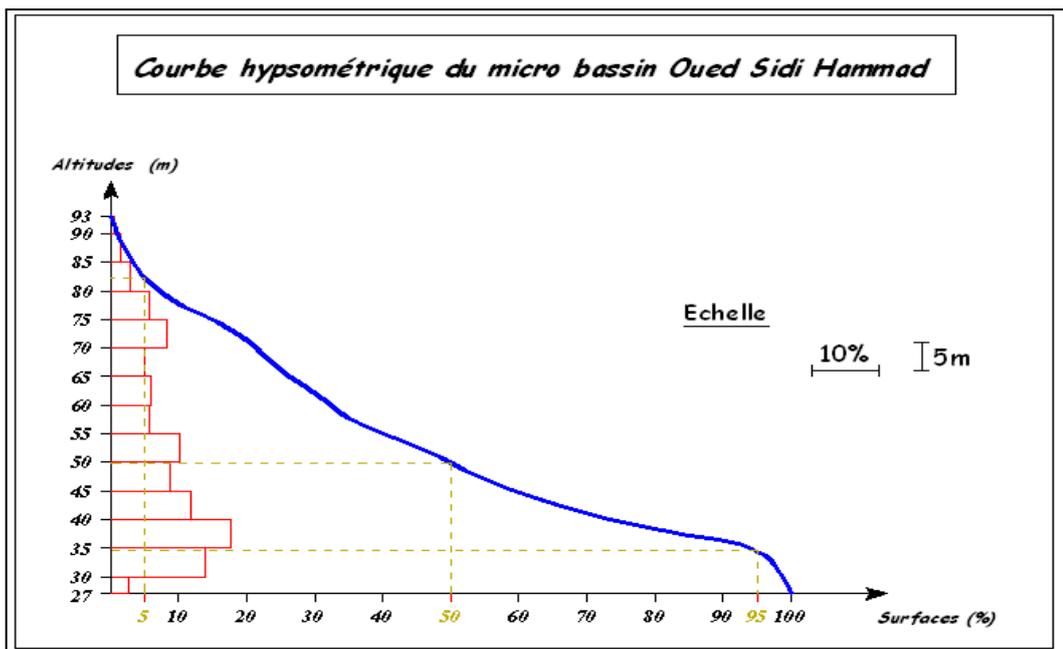


Figure III.3 : Courbe hypsometrique du micro bassin d'Oued Sidi Hammad

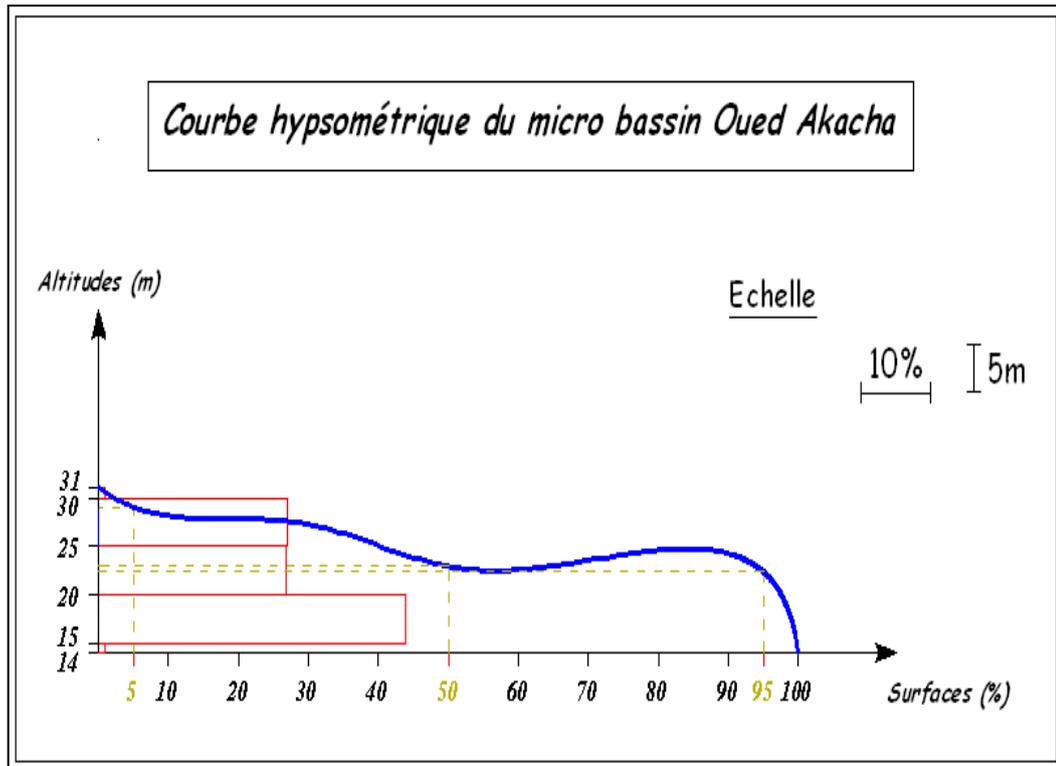


Figure III.4: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Akacha

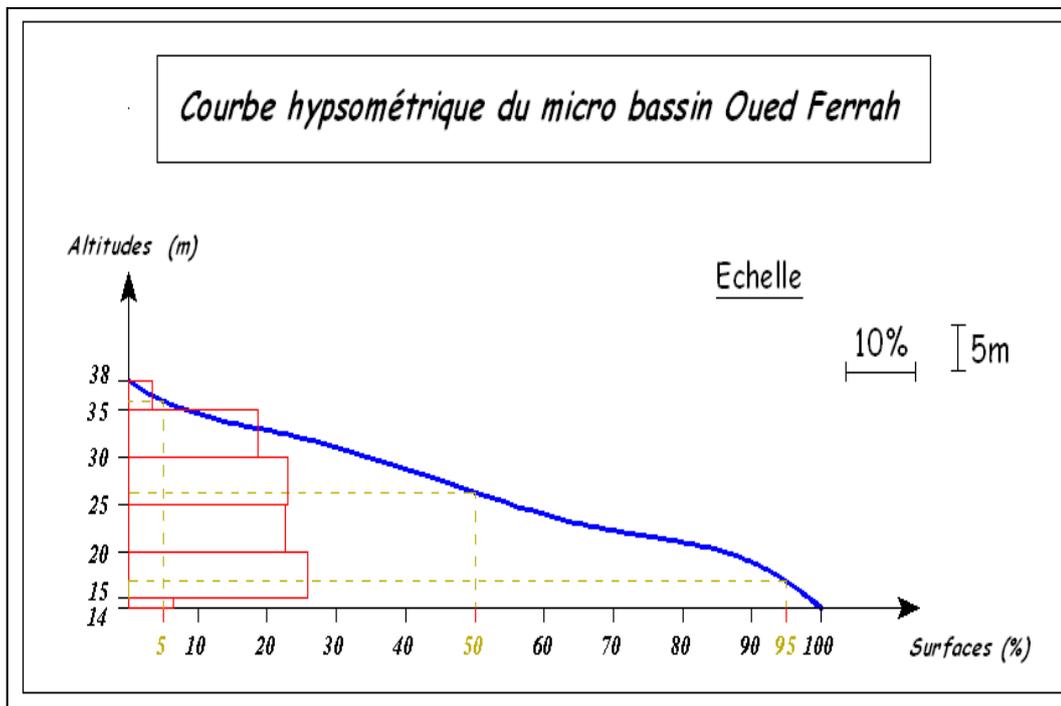


Figure III.5: Courbe hypsometrique du micro bassin de Oued Ferha

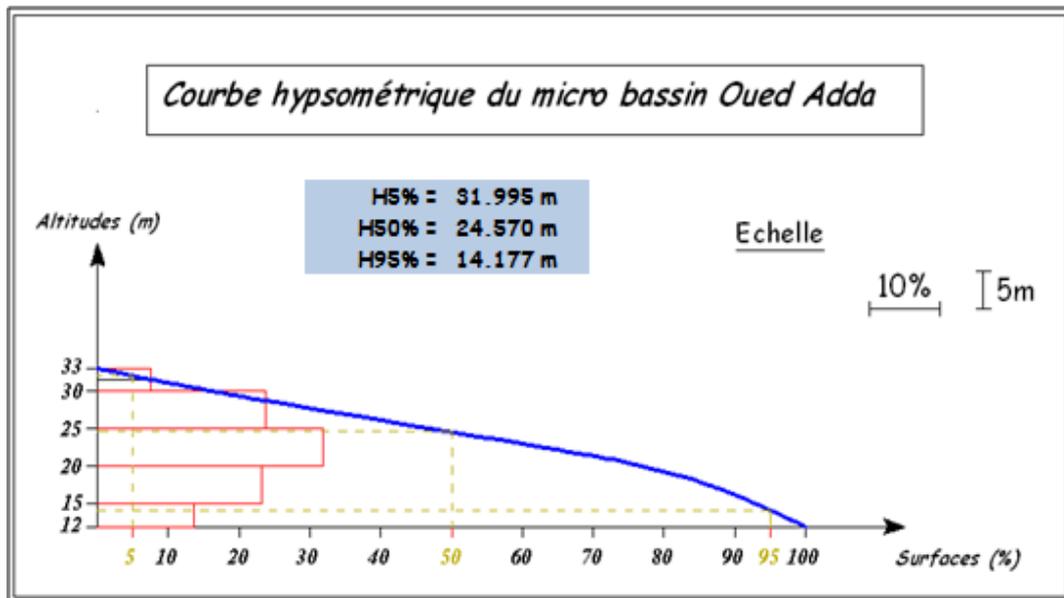


Figure III.6: Courbe hypsométrique du micro bassin de Oued Adda

III.2.3.3 Altitudes caractéristiques

Elles sont obtenues directement à partir de cartes topographiques. L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point le bas, généralement à l'exutoire.

- L'altitude médiane ou $H_{50\%}$ est déterminée sur la courbe hypsométrique.
- L'altitude moyenne H_{moy} est calculée par la formule suivante :

$$H_{moy} = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i \times H_i)}{S} \dots \dots \dots (III. 4)$$

Avec : $H_i = [H_{n-1} + H_n] / 2 \dots \dots \dots (III. 5)$

H_i : Altitude moyenne entre 2 courbes de niveaux consécutives en (m)

S_i : surface partielle comprise entre 2 courbes de niveaux consécutives en (km^2)

S : surface totale du bassin versant en (km^2)

$H_{5\%}$ et $H_{95\%}$: sont respectivement les altitudes correspondantes à $S_{5\%}$ et $S_{95\%}$

III.2.3.4 : Indice de pente globale (Ig)

Il est défini comme étant le rapport entre l'altitude comprise entre 5% et 95% de la surface du bassin et la longueur du rectangle équivalant .on prend deux points $S1, S2$ sur l'axe des abscisses tels que 90% de la surface du bassin versant soit comprise entre ces deux

valeurs et que 5% de la surface totale du bassin versant soit inférieure à S_1 et 5% soit supérieure à S_2 , les altitudes correspondantes sont lues la courbe hypsométrique .

Il est donné par la formule suivante :

$$I_g = \frac{D}{L} = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L} \dots \dots \dots (III. 6)$$

Avec :

D : Dénivelée entre $H_{5\%}$ et $H_{95\%}$ (m)

L : longueur du rectangle équivalent (Km)

Tableau III.8 : Intervalle de l'indice de pente en fonction du relief.

Relief très faible	$I_g < 0.002$
Relief faible	$0.002 < I_g < 0.005$
Relief assez faible	$0.005 < I_g < 0.01$
Relief modéré	$0.01 < I_g < 0.02$
Relief assez fort	$0.02 < I_g < 0.05$
Relief fort	$0.05 < I_g < 0.1$
Relief très fort	$1 < I_g$

Le tableau résume tous les résultats obtenus tels que les altitudes caractéristiques et l'indice de pente globale de chaque sous bassin.

Tableau III.9: indice de pente globale

Désignation des sous bassin	H5% (m)	H95% (m)	H5%-H95%	L (km)	I_g (m/ km)
SB 1	54.86	23.20	31.66	7.126	4.44
SB 2	568.46	51.84	516.62	17,77	29.07
SB 3	82.18	34.48	47.7	10,65	4.48
SB 4	29.046	22.366	6.68	3,604	1.85
SB 5	35.898	16.786	19.11	6,322	3.02
SB 6	31.995	14.177	17.82	6,187	2.88

II.2.4 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. Le réseau hydrographique est sans doute une des caractéristiques les plus importantes du bassin, Le réseau hydrographique peut prendre une multitude de formes.

Tableau : III.10 : Classification du réseau hydrographique du sous bassin de Oued Ouled Zidane Selon la classification de SCHUM

Numéro d'ordre	Nombre de tronçons Nx (en unité)	Longueur des tronçons Lx (en Km)
1	4	2,7001
2	1	4,0598
TOTAL	5	6,7599

Tableau III.11 : Classification du réseau hydrographique du sous bassin de Oued El Mekhfi Selon la classification de SCHUM

Numéro d'ordre	Nombre de tronçons Nx (en unité)	Longueur des tronçons Lx (en Km)
1	256	85,977
2	58	34,559
3	15	15,774
4	5	9,686
5	1	19,582
TOTAL	335	165,578

Tableau III.12 : Classification du réseau hydrographique du sous bassin de Oued Sidi Hammad Selon la classification de SCHUM

Numéro d'ordre	Nombre de tronçons Nx (en unité)	Longueur des tronçons Lx (en Km)
1	4	6,408
2	1	9,978
TOTAL	5	16,386

Tableau III.13 : Classification du réseau hydrographique sous bassin de Oued Sidi Akacha Selon la classification de SCHUM

Numéro d'ordre	Nombre de tronçons Nx (en unité)	Longueur des tronçons Lx (en Km)
1	1	1,307
5	1	2,476
TOTAL	2	3,7818

Tableau III.14 : Classification du réseau hydrographique sous bassin de Oued Ferha Selon la classification de SCHUM

Numéro d'ordre	Nombre de tronçons Nx (en unité)	Longueur des tronçons Lx (en Km)
1	9	11,5657
2	2	2,1147

3	1	2.3688
TOTAL	12	16 ,049

Tableau III.15 : Classification du réseau hydrographique sous bassin de Oued Adda Selon la classification de SCHUM

Numéro d'ordre	Nombre de tronçons Nx (en unité)	Longueur des tronçons Lx (en Km)
1	16	8,01
2	10	4,911
3	2	7,817
TOTAL	28	20,737

Tableau III.16 : Les longueurs des cours d'eau principal des sous bassins.

Désignation du bassin versant	Surface en [Km ²]	Périmètre en [Km]	Longueur du cours d'eau principal en Km
SBV Oued Ouled Zidane	9,239	16,966	4.69
SBV de Oued Mekhfi	46,578	41,075	24.34
SBV de Oued Hammad	14,179	24,134	11.27
SBV de Oued Akacha	2,697	8,767	2.48
SBV de Oued Ferha	18,179	18.395	8.57
SBVde Oued Adda	9,492	15,443	6.49

III.2.4.1 Densité de drainage :

La densité de drainage, est définie comme étant le rapport entre la longueur totale de tous les talwegs L_i du bassin versant, à la surface totale S . Elle reflète la dynamique du bassin, la stabilité du chevelu hydrographique et le type de ruissellement de surface.

La densité de drainage est donnée par la formule suivante :

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S} \dots \dots \dots (III. 7)$$

Avec :

D_d : densité de drainage [km/km²];

L_i : longueur de cours d'eau [km];

S : surface du bassin versant [km²].

Les résultats sont présentés dans le tableau III.17

Tableau III.17 : Densités de drainage

Désignation du bassin versant	L_i [Km]	Surface en [Km ²]	D_a [Km/Km ²]
SBV de Oued Ouled Zidane	6.7599	9,239	0,73
SBV de Oued Mekhfi	165.578	46,578	3,56
SBV de Oued Hammad	16.386	14,179	1,16
SBV de Oued Akacha	3.7818	2,697	1,40
SBV de Oued Ferha	16.049	18,179	0,88
SBV de Oued Adda	20.737	9,492	2, 185

III.2.4.2 La pente moyenne du cour d'eau principale

$$I_0 = \frac{H_{max}}{L} - \frac{H_{min}}{L} \dots\dots\dots (III-8)$$

D'où :

H_{min} , H_{max} : l'altitude minimale et maximale du cours d'eau principale

L : la longueur du cours d'eau.

Pente faible ce qui occasionne un écoulement lent à rapide quand le débit est très important.

Tableau III.18: la pente moyenne

Sous bassin	B.V 1	B.V 2	B.V 3	B.V 4	B.V 5	B.V 6
I_0 (%)	0.72	4.53	0.62	0.47	0.38	0.34

III.2.4.3 Temps de concentration

Le temps de concentration T_c est le temps que met une particule d'eau provenant de la partie du bassin la plus éloignée hydrologiquement de l'exutoire pour parvenir à celui-ci, il est composé de trois termes différents :

- T_h : Temps d'humectation c'est le temps nécessaire à l'imbibition du sol par l'eau qui tombe avant qu'elle ne ruisselle.
- T_r : Temps de ruissellement ou d'écoulement c'est le temps qui correspond à la durée d'écoulement de l'eau à la surface ou dans les premiers horizons de sol jusqu'à un système de collecte (cours d'eau naturel, collecteur).
- T_a : Temps d'acheminement c'est le temps mis par l'eau pour se déplacer dans le système de collecte jusqu'à l'exutoire.

Le temps de concentration T_C est donc égal au maximum de la somme de ces trois termes.

$$T_c = \max(\Sigma(T_h + T_r + T_a)) \dots\dots\dots(III.9)$$

Théoriquement on estime que T_C est la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement. Pour le calcul de ce paramètre de grande importance pour les études hydrologiques, il a été procédé à l'application de la formule de GIANDOTTI, est ce de fait qu'elle est la plus adaptée au climat Algérien et la plus utilisée par les hydrologues Algériens, notamment par l'A.N.R.H, puisque elle tien compte de tous les paramètres géométriques du sous bassin.

Formule de GIANDOTTI

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{moy} - H_{min}}} \dots\dots\dots (III-10)$$

S : Surface du bassin versant en $[Km^2]$;

L : longueur du talweg principale en $[Km]$;

H_{moy} , - H_{min} : respectivement la hauteur moyenne et minimale du B.V en $[m]$.

Tableau III.19: Temps de concentration

N°. B.V Tc(h)	B.V 1	B.V 2	B.V 3	B.V 4	B.V 5	B.V 6
<i>GIANDOTTI</i>	6,27	5,63	8,14	2,68	11,95	8.73

III.2.4.4 Vitesse moyenne de ruissellement

Cette vitesse est donnée par la formule :

$$V_R = \frac{L}{T_C} \dots\dots\dots (III - 11)$$

Avec :

L : Longueur de talweg principal en $[Km]$;

T_c : temps de concentration en $[heure]$.

Les résultats sont représentés dans le tableau III.20

Tableau III.20: Vitesses de ruissellement

<i>Sous bassin</i>	<i>L (km)</i>	<i>Tc(h)</i>	<i>V_R (km/h)</i>
B.V 1	4.69	6,27	0.75
B.V 2	24.34	5,63	4.32
B.V 3	11.27	8,14	1.38
B.V 4	2.48	2,68	0.93
B.V 5	8.57	11,95	0.72
B.V 6	6.49	8.73	0.74

Toutes les caractéristiques des sous bassins sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau III.21 : Caractéristiques hydromorphométriques des sous bassins

Caractéristiques	B.V 1	B.V 2	B.V 3	B.V 4	B.V 5	B.V 6
1- Morphométrie						
Surface [Km ²]	9,239	46,578	14,179	2,697	18,179	9,492
Périmètre [Km]	16,966	41,075	24,134	8,767	18,395	15,443
Indice de compacité K _C	1,563	1.685	1.795	1,495	1,208	1.403
Longueurs du rectangle équivalent [Km]	7,126	17,770	10,65	3,604	6,322	6,187
Largeurs du rectangle équivalent [Km]	1,296	2,621	1,331	0,748	2,876	1,534
2- Les reliefs						
Altitudes max [m]	68	832	93	31	38	33
Altitudes min [m]	17	27	27	14	14	12
Altitudes moy [m]	31,634	226,935	51,0755	37,0810	24,1688	21,974
Altitudes 5% [m]	54,857	568,46	82,183	29,046	35,898	31,995
Altitudes 50% [m]	32,644	219,29	49,9	22,936	26,222	24,57
Altitudes 95% [m]	23,203	51,84	34,477	22,366	16,786	14,177
Indice de pente globale Ig [m/Km]	4.44	29.07	4.48	1.85	3.02	2.88
3- le réseau hydrographique						
La densité de drainage Dd [Km/Km ²]	0,73	3,56	1,16	1,40	0,88	2, 185
Longueurs du cours d'eau principal [Km]	4.69	24.34	11.27	2.48	8.57	6.49
Temps de concentration [h]	6,27	5,63	8,14	2,68	11,95	8.73
Vitesses moy de	0.75	4.32	1.38	0.93	0.72	0.74

ruissellement [Km]						
---------------------------	--	--	--	--	--	--

III.3.Calcul des apports:

III.3.1.Calcul des apports liquides

-Calcul de l'apport moyen annuel :

Pour le calcul de l'apport moyen annuel, il a été procédé à l'application des formules empiriques les plus utilisées en régime hydrologique Algérien, notamment par l'A.N.R.H.

1. Formule de SAMIE :

$Le = P^2 (293 - 2.2 \sqrt{S})$ (III. 12)
---------------------------------	-----------------

$A = Le \times S$ (III. 13)
-------------------	-----------------

Avec :

- L = Apport moyen annuel, exprimé en mm de lame d'eau.
- P = Pluviométrie moyenne annuelle, en m. (Dans notre etude P= 0.59833 m)
- S = Surface du bassin versant en Km².
- A = Apport moyen interannuel en 10⁶ m³.

2. Formule de COUTAGNE:

$Le = (0.164 - 0.00145 \sqrt{S}) P$ (III. 14)
-------------------------------------	-----------------

$A = Le \times S$ (III. 15)
-------------------	-----------------

Avec :

- L = Apport moyen annuel, exprimé en m de lame d'eau.
- P = Pluviométrie moyenne annuelle, en mm. (Dans notre etude P= 598.33 mm)
- S = Surface du bassin versant en Km².
- A = Apport moyen interannuel en 10⁶ m³.

Tableau III.22. Tableau récapitulatif de calcul de l'apport moyen annuel Selon différentes formules utilisées

Sous B.V	Formule utilisée	Lame d'eau ruisselée (mm)	Apport moyen interannuel (10^6m^3)
Oued Ouled Zidane	SAMIE	102.5	0.95
	COUTAGNE	95.49	0.88
	Valeurs adoptées	102.5	0.95

Oued Mekhfi	SAMIE	99.52	4.64
	COUTAGNE	92.21	4.29
	Valeurs adoptées	99.52	4.64

Oued Sidi Hammad	SAMIE	101.93	1.45
	COUTAGNE	94.86	1.35
	Valeurs adoptées	101.93	1.45

Oued Akacha	SAMIE	103.6	0.28
	COUTAGNE	96.70	0.26
	Valeurs adoptées	103.6	0.28

Oued Ferha	SAMIE	101.54	1.85
	COUTAGNE	94.43	1.72
	Valeurs adoptées	101.54	1.85

Oued Adda	SAMIE	102.47	0.97
	COUTAGNE	95.45	0.91
	Valeurs adoptées	102.47	0.97

Commentaire:

L'analyse des résultats obtenus, de l'apport moyen annuel, exprimé en lame d'eau ruisselée, permet de conclure que les valeurs avancées par les deux formules sont très proches, ce qui explique la fiabilité de l'adoption de ces formules au régime hydrologique Algérien.

On remarque que les apports solides sont importants, on a besoin de ces calculs afin de prévoir un entretien pour notre réseau.

III.4 Etude de crues

III.4.1 Différentes méthodes d'évaluation des crues

Les techniques utilisées pour la détermination des crues dépendent pour une grande part des données disponibles. Presque chaque problème qui se produit est unique, du aux variations des conditions et des données, qui fait que c'est la disponibilité des données plutôt que la nature des problèmes qui conditionnent la procédure. Il n'existe pas encore une unicité de calcul des crues, les méthodes de calcul différent aussi selon le chargé d'études.

Nous rappelons ci-dessous, les différentes méthodes de calcul des crues que chacune d'elles a ses avantages et ses inconvénients.

- **Méthodes historiques**

Etudes des archives, enquêtes auprès des populations et recherches d'anciennes traces des crues (les niveaux atteints par les crues du passé)

- **Courbes enveloppes**

Les pointes de crues maximales observées dans une région de caractéristiques hydrologiques homogènes sont reportées en fonctions de la surface du bassin versant, permettant de tracer une courbe enveloppée (*FRANCU-RODIER, CHAUMONT...*).

- **Méthodes probabilistes**

Analyse des débits afin de déterminer la loi de probabilité à laquelle ils répondent (*GUMBEL, GALTON, PEARSON III, LOG PEARSON III...*).

Méthode du *GRADEX* basée sur l'hypothèse que durant des pluies fortes, alors que le sol du bassin approche de la saturation, chaque augmentation de la pluie tend à produire une augmentation du débit. En conséquence, sur un graphique de *GUMBEL*, les droites de répartitions des fréquences des pluies et des débits sont parallèles.

- **Méthodes déterministes**

Modélisent fondamentalement le processus pluie - écoulement du bassin et elles ont pour objectif de déterminer non seulement le débit de pointe mais également l'hydrogramme correspondant à la crue que celui aussi permet d'estimer le volume de cette crue.

- **Méthode de l'hydrogramme unitaire**

Basée sur un travail de dépouillement averse – crues (version de *SHERMAN*).

Dans notre étude on va utiliser les méthodes empiriques

• **Méthodes empiriques**

Elle est basée sur des relations établies entre le débit et la surface du bassin versant, la pluie et la période de retour comme les formules de MALLET–GAUTHIER, GIANDOTTI, TURAZZA, et SOKOLOVSKY , etc....

Partant des données morphologiques et pluviométriques existantes, une évaluation des débits de pointes des crues sera faite à partir de formules empiriques

a. Formule de MALLET – GAUTHIER

Dans leur étude sur les problèmes de l’eau en Algérie, ils ont établi une formule exprimant le débit maximum en crue en fonction des précipitations, de la surface du bassin versant et d’un coefficient K caractéristiques géographique et climatique du bassin versant.

$$Q_{\max, P\%} = 2K \cdot \log(1 + 20H) \frac{S}{\sqrt{L}} \sqrt{1 + 4 \log T - \log s} \dots\dots\dots (III-18)$$

- K : constante comprise entre 1-3 on, prend (1,3)
- H : Précipitation moyenne annuelle en m
- S : Surface du bassin versant en Km²
- L : Longueur du talweg principale en Km
- T : Période de retour
- A : Paramètre du bassin varie entre 20 et 30, on pend (20)

b. Formule de TURAZZA

Cette formule utilise l’intensité moyenne maximale de précipitations déterminées sur un intervalle de référence égal au temps de concentration du bassin versant.

$$Q_{\max, P\%} = \frac{C \cdot \bar{i}_{tc} \cdot A}{3.6} \dots\dots\dots (III-19)$$

- S : Surface du bassin versant
- \bar{i}_{tc} : Intensité moyenne maximale des précipitations pendant une durée égale au temps de concentration en mm/h.
- coefficient de ruissellement de la crue considérée pour une probabilité P%

Tableau III.24: Valeurs du coefficient de ruissellement C

<i>Fréquence %</i>	0.1	1	2	5	10	20	50
<i>Période de retour</i>	1000	100	50	20	10	5	2
<i>C</i>	0.9	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.5

c. Formule de GIANDOTTI

Le débit maximum probable est donné par la formule suivante :

$$Q_{\max, p\%} = \frac{C.S.h_{tc, p\%} \sqrt{h_{moy} - h_{\min}}}{4\sqrt{S} + 1,5L} \dots\dots\dots (III-20)$$

- S : Surface du bassin versant en Km^2
- L : Longueur du talweg principale en Km
- H_{moy} : Altitude moyenne en m
- H_{\min} : Altitude minimale en m
- $h_{tc, p\%}$: lame d'eau précipitée pour une probabilité donnée et d'une durée égale au temps de concentration des eaux.
- C : coefficient topographique variant entre 66 et 166.

d. Formule de SOKOLOVSKY

Le débit maximum probable est donné par la formule suivante :

$$Q_{\max, p\%} = 0,28 \cdot \frac{(X_{p\%tc} - H_0) \cdot \alpha_{p\%} \cdot S \cdot f}{t_m = t_c} \dots\dots\dots (III-21)$$

$\alpha_{p\%}$: coefficient de ruissellement pour la crue probable

$$\alpha_{p\%} = \frac{\sqrt{Pct\%} - \sqrt{H_0}}{\sqrt{Pct\%} + \sqrt{H_0}} \dots\dots\dots (III-22)$$

- S : Surface du bassin versant en Km^2
- f : Coefficient de forme de la crue
- T_c : Temps de concentration du bassin versant en h
- $X_{p\%, tc}$: précipitation en mm , de probabilité $p\%$ correspondant à un temps t_c .
- H_0 : pertes initiales en mm , Au NORD de l'ALGERIE $H_0=7 mm$
- 0.28 : coefficient de changement d'unité

Le coefficient de forme de la crue peut être calculé par la formule :

$$f = \frac{12}{4 + 3\gamma} \dots\dots\dots (III.23)$$

- Pour $S < 50 Km^2$ on a $\gamma = 2$
- Pour des petits bassins non boisés, sol peu perméable, on a $\gamma = (2 \div 2.5)$
- Pour bassin boisés, sol perméable on a $\gamma = (3 \div 4)$

Puisque les bassins versant ont une surface inférieure à $50 Km^2$ on prend $\gamma = 2$ alors :

$$f = \frac{12}{4 + 3\gamma} = 1.2$$

Les débits de crues des bassins versants par les différentes formules sont représentés dans les tableaux qui sont motionnés sur les tableaux :

Tableau III.25 les débits de crues de bassin versant 1

Période de retour	Formule de Turazza	Formule de GIANDOTTI	Formule de Sokolovsky
<i>An</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>
10	13,515	8,989	9,944
50	20,829	12,007	15,479
100	24,381	13,176	17,723

Tableau III.26: les débits de crues de bassin versant 2

Période de retour	Formule de Turazza	Formule de GIANDOTTI	Formule de Sokolovsky
<i>An</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>
10	72,841	46,506	52,293
50	112,261	62,118	81,802
100	131,402	68,164	93,783

Tableau III.27: les débits de crues de bassin versant 3

Période de retour	Formule de Turazza	Formule de GIANDOTTI	Formule de Sokolovsky
<i>An</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>
10	17,642	12,958	13,733
50	27,190	17,308	21,142
100	31,826	18,993	24,136

Tableau III.28: les débits de crues de bassin versant 4

Période de retour	Formule de Turazza	Formule de GIANDOTTI	Formule de Sokolovsky
<i>An</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>	<i>(m³/s)</i>
10	6,682	3,223	3,958
50	10,299	4,305	6,447
100	12,055	4,724	7,469

Tableau III.29: les débits de crues de bassin versant 5

Période de retour	Formule de Turazza	Formule de GIANDOTTI	Formule de Sokolovsky
<i>An</i>	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
10	17,828	15,151	16.419
50	27,476	20,237	24.916
100	32,161	22,207	28.335

Tableau III.30: les débits de crues de bassin versant 6

Période de retour	Formule de Turazza	Formule de GIANDOTTI	Formule de Sokolovsky
<i>An</i>	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
10	11.309	8.528	8.928
50	17.430	11.391	13.707
100	20.401	12.500	15.637

- Nous adoptons le débit maximal de crue centennale donné par la formule de *TURAZZA* étant donné que la méthode adoptée pour le tracé de l'hydrogramme de crue est celle de *TURAZZA* qui a une relation directe avec la formule de débit maximale de crue.

III.4.2. Hydrogrammes de crue

Les hydro-grammes de crues pour diverses fréquences sont évalués par la méthode de *SOKOLOVSKY* qui assimile l'hydro-gramme à deux branches de courbe, l'une pour la montée et l'autre pour la décrue. Chacune d'elle a sa propre équation :

- Pour la montée de la crue :

$$Q_{\max} = Q_{\max p} \left[\frac{t}{t_m} \right]^n \dots\dots\dots (III.24)$$

- Pour la décrue :

$$Q_{\max} = Q_{\max p} \left[\frac{t_d - t}{t_d} \right]^m \dots\dots\dots (III-25)$$

Avec :

t_m : temps de montée de la crue.

t_d : temps de la décrue.

$m . n$: puissance des équations $m = 3$. $n = 2$.

$$t_m = t_c \text{ et } t_d = \gamma . t_c$$

Tableau III.31 : Coefficient de forme de l'hydrogramme de crue

<i>Condition</i>	γ
▪ Petits cours d'eau et vallons dans des bassins versants dénudés et faiblement perméables	$2 \div 2,5$
▪ petits cours d'eau et vallons dans des bassins versants brisés ou perméables, moyens cours d'eau avec terrasses de lit majeur normales.	$3 \div 4$
▪ Grands et moyens cours d'eau avec des terrasses de débordements étendues.	$4 \div 7$

Dans notre cas, on prend : $\gamma = 3$

Les débits de crues des différentes périodes de retour des bassins versants sont donnés aux tableaux suivants ainsi que les Hydrogrammes correspondants :

Tableau III.32 : Hydro grammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°1

Temps (h)	Période de retour (an)		
	100	50	10
0	0	0	0
1	0,620	0,530	0,344
2	2,481	2,119	1,375
4	9,923	8,477	5,500
6	22,326	19,074	12,376
6.27	24,381	20,829	13,515
12	8,198	7,004	4,544
24	0,005	0,004	0,003

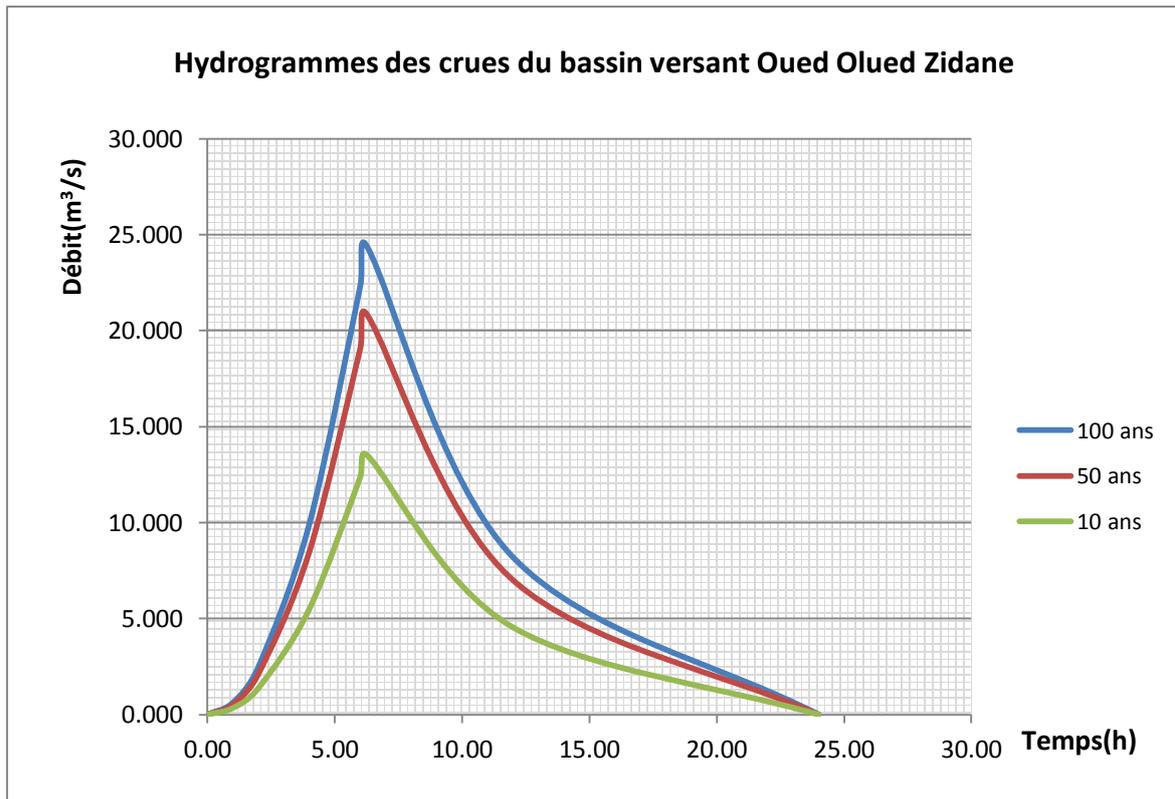


Figure III.7: Hydrogrammes des crues du BV01

Tableau III.33 : Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°2

Temps (h)	Période de retour (an)		
	100	50	10
0	0	0	0
1	4,146	3,542	2,298
2	16,582	14,167	9,192
4	66,329	56,667	36,769
5.63	131,402	112,261	72,841
6	122,954	105,044	68,158
8	83,486	71,325	46,279
10	53,521	45,725	29,669
12	31,751	27,126	17,601
22.52	0	0	0

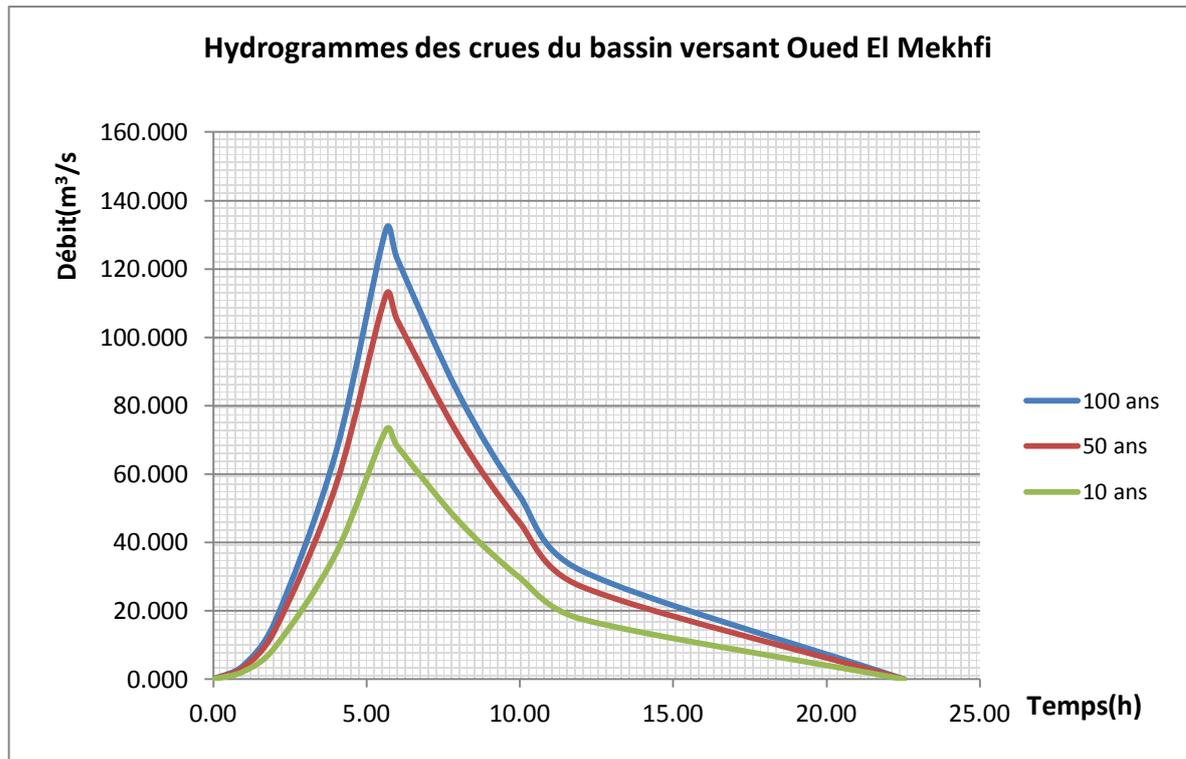


Figure III.8: Hydrogrammes des crues du BV02

Tableau IV.34 : Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°3

Temps (h)	Période de retour (an)		
	100	50	10
0	0	0	0
1	0,480	0,410	0,266
2	1,921	1,641	1,065
4	7,685	6,566	4,260
6	17,292	14,773	9,585
8.14	31,826	27,190	17,642
10	25,094	21,438	13,910
12	18,994	16,227	10,529
24	1,371	1,171	0,760
32.56	0	0	0

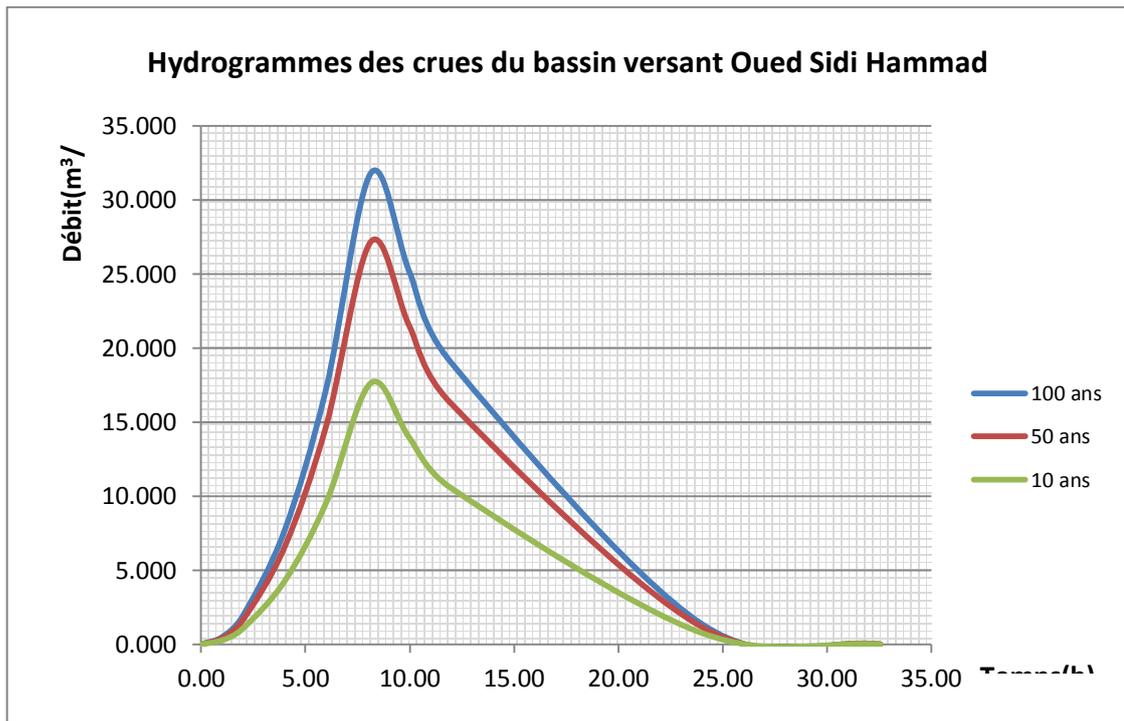


Figure III.9: Hydrogrammes des crues du BV03

Tableau IV.35: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°4

Temps (h)	Période de retour (an)		
	100	50	10
0	0	0	0
1	1,678	1,434	0,930
2	6,714	5,736	3,721
2.68	12,055	10,299	6,682
3	10,672	9,118	5,915
4	7,039	6,014	3,902
6	2,439	2,084	1,352
8	0,467	0,399	0,259
10	0,009	0,007	0,005
10.72	0	0	0

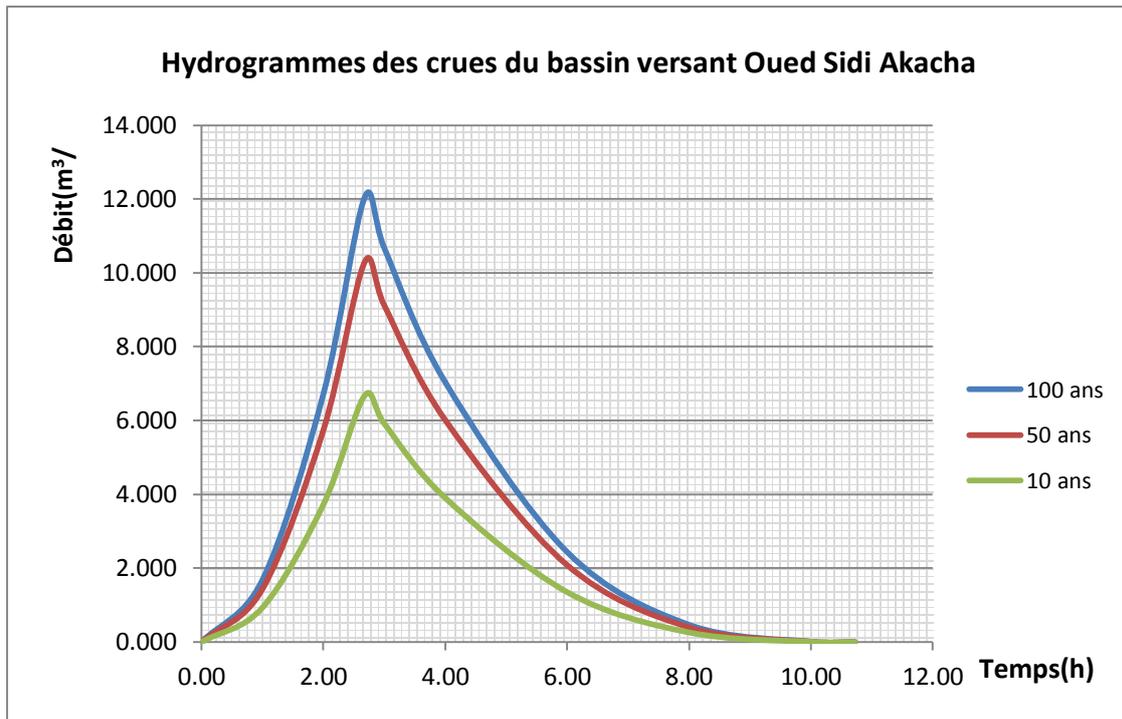


Figure III.10: Hydrogrammes des crues du BV04

Tableau III.36: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°5

Temps (h)	Période de retour (an)		
	100	50	10
0	0	0	0
2	0,901	0,770	0,499
4	3,603	3,078	1,998
6	8,108	6,927	4,494
8	14,414	12,314	7,990
10	22,521	19,241	12,484
11.95	32,161	27,476	17,828
12	32,027	27,361	17,754
24	9,410	8,039	5,216

47.8	0	0	0
------	---	---	---

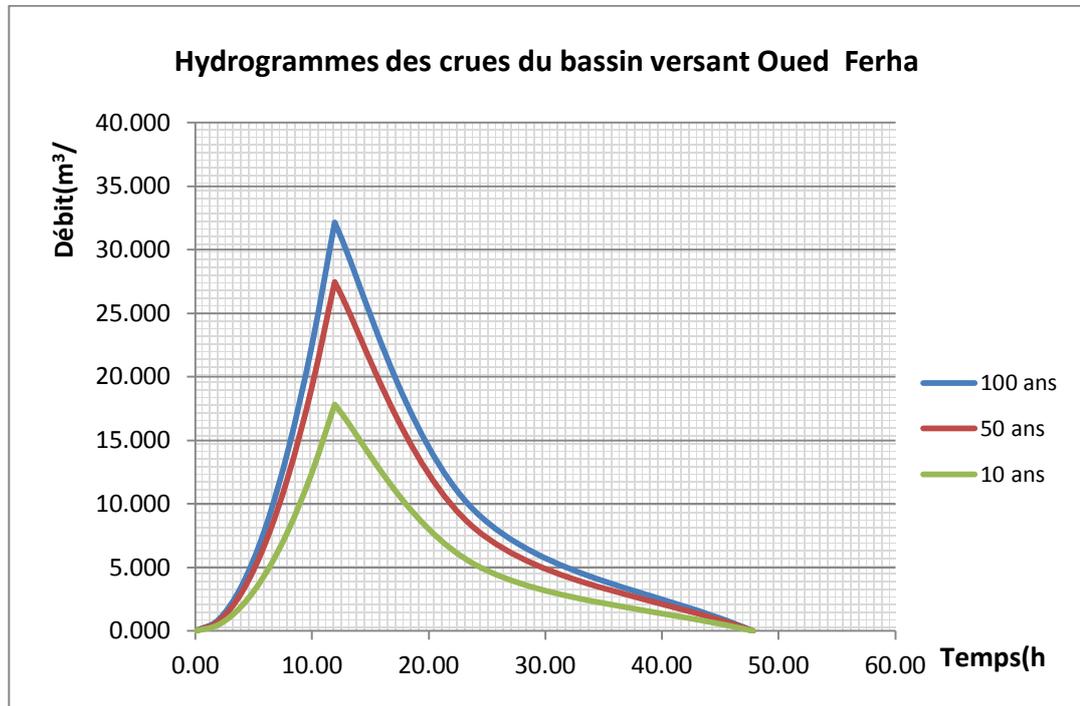


Figure III.11: Hydrogrammes des crues du BV05

Tableau III.37: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du SBV n°6

Temps (h)	Période de retour (an)		
	100	50	10
0	0	0	0
2	1,071	0,915	0,594
4	4,283	3,659	2,374
6	9,637	8,233	5,342
8.73	20,401	17,430	11,309
10	17,575	15,015	9,742
12	13,674	11,682	7,580
24	1,479	1,263	0,820
34.92	0	0	0

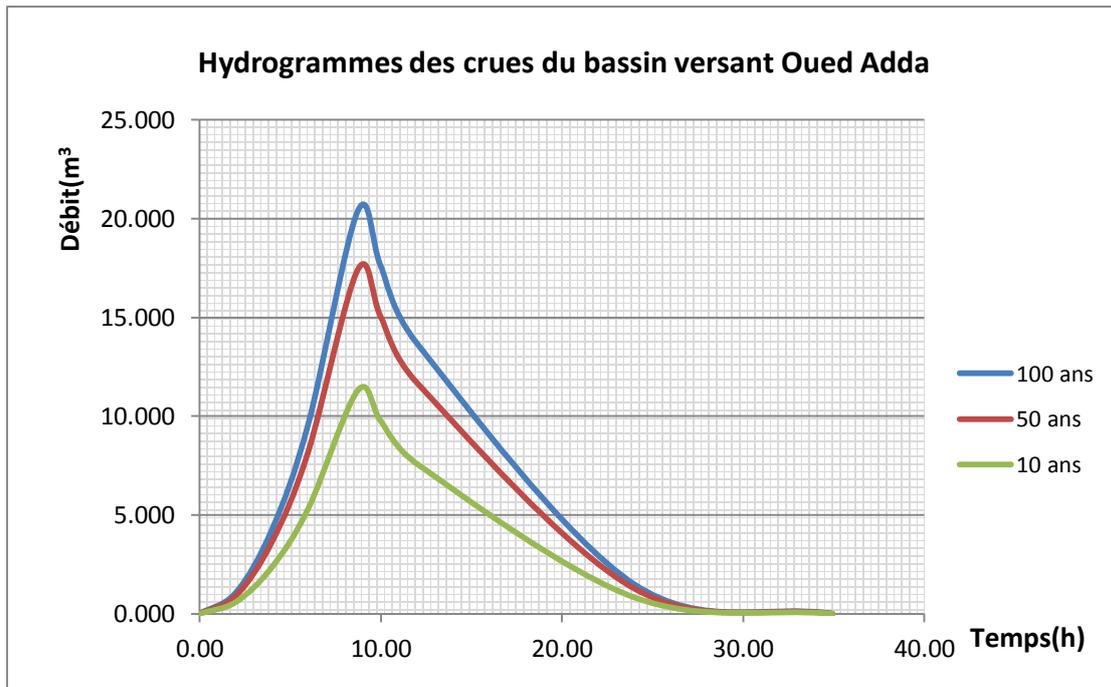


Figure III.12: Hydrogrammes des crues du BV06

Conclusion

Les hydro-grammes des crues établis permettent de voir l'évolution des crues dans Le temps.

Finalement, une évaluation plus ou moins variée a permis de fixer les valeurs des crues qui traversent la ville des EUCALYPTUS et qui nous permettrons de faire le dimensionnement et le calcul hydraulique des ouvrages proposés pour la protection contre les inondations de cette ville.

CHAPITRE IV :
ETUDE
D'AMENAGEMENT
D'UN COURS D'EAU

Introduction

L'objectif de cette étude est dans un premier temps, d'apprécier l'écoulement des crues tant, en termes de ligne d'eau, de vitesse ainsi que de volume débordant. Dans un deuxième temps, on se propose de définir les aménagements à prévoir pour diminuer les dégâts occasionnés par ces phénomènes hydrologiques.

On procèdera au calcul hydraulique du réseau hydrographique en utilisant les données hydrologiques, hydrauliques et topographiques (décrivant l'état actuel existant du réseau hydrographique) établies précédemment. Ce calcul sera réalisé pour une fréquence bien choisie, la plus adéquate pour ce genre de projet, afin de définir l'impact de cette crue de référence sur les ouvrages et les débordements hors du lit mineur vers les terrasses d'inondation où se trouvent situés certains équipements (Complexe Sportif, stade) et habitations les plus proches de l'oued.

IV.1.Le but d'aménagement

L'aménagement de Oued Sidi-Akacha pour but, la protection du Chef-lieu Ecalyptus contre les crues de ce dernier, alors que d'une façon générale les aménagements hydrauliques des oueds ont pour but d'atteindre un ou plusieurs des objectifs suivant :

- Ecoulement rapide et sans danger des eaux de crues ;
- Charriage efficace des sédiments en suspension et des dépôts sur le fond ;
- Concentration des courants dans une section déterminée du lit ;
- Stabilité du cours avec minimum d'érosion des berges ;
- Profondeur suffisante et parcours aisée pour la navigation.

IV.2.Propositions d'Aménagements

Ne pouvant empêcher ces inondations de se produire, il est cependant possible d'en atténuer les effets ou d'en diminuer la fréquence en procédant à des aménagements de protection, en priorité au niveau des zones les plus sensibles et les plus exposées. Ces protections peuvent être réparties en deux groupes : directes et indirectes.

IV.2.1.Protections directes (rapprochées)

La protection directe consiste à intervenir directement sur le site menacé par la mise en œuvre des actions suivantes :

IV.2.1.1.Curage

Qui permet une nette amélioration des conditions d'écoulement suite à l'élimination de tous les obstacles et les dépôts entravant l'écoulement des eaux dans le cours d'eau.

Le débroussaillage est également nécessaire à la traversée des agglomérations pour des raisons sanitaires et en sections courantes pour diminuer la rugosité et accroître la débitance.

IV.2.1.2.Recalibrage

Qui permet d'élargir et d'approfondir les sections des cours d'eau pour augmenter leur capacité d'évacuation des eaux et assurer une section mouillée répondant aux critères de protections désirées.

IV.2.1.3.Renforcement des ouvrages

De franchissements des Oueds et modification de leurs caractéristiques et des systèmes existants dans le cas de leur insuffisance hydraulique (ponts, dalots, buses...).

IV.2.1.4.Réalisation des canaux

Permettant de régénérer le couloir initial de l'oued. Cette solution est indispensable dans le cas où le lit de l'oued et son domaine hydraulique ont été complètement occupés par des bâtiments ou par la voirie.

IV.2.1.5.Protection des berges

Qui comprend tout ouvrage visant à maintenir la stabilité des terres en dépit de l'action de l'eau. Les berges sont en effet attaquées par des courants perturbateurs générés par les crues. De même, les terres glissent par suite de l'infiltration de l'eau après le retrait de la crue (décrue). La protection des berges est également nécessaire au voisinage de certains ouvrages tels que les ponts.

IV.2.1.6.Endiguement des oueds

Par la réalisation de diguettes de protection qui longent le cours d'eau sur ses deux berges. Cette opération est aisément réalisable par les ressources locales en main-d'œuvre et en matériaux. Par ailleurs, ce type de protection permet en outre de réaliser une protection sélective. Il peut en effet être établi graduellement en commençant par mettre à l'abri, de la plupart des crues, la partie la plus riche et la plus peuplée des zones exposées. En contrepartie on notera que ce procédé de protection présente l'inconvénient de provoquer une surélévation souvent notable du niveau des eaux et rend en outre plus difficile le drainage des terrains bas.

IV.2.2.Protections indirectes (éloignées)

La protection indirecte par contre, consiste à intervenir plus loin des sites menacés, à l'extérieur du périmètre d'aménagement (bassins versants), en réalisant des ouvrages sur les oueds responsables des inondations :

IV.2.2.1.Création des canaux périphériques

De dérivation des eaux vers les oueds permettant de les restituer vers des zones situées en dehors des aires à protéger. Cette déviation pourrait concerner une partie ou la totalité des eaux d'un oued vers un autre

IV.2.2.3. Aménagement des bassins versants

Contre l'érosion par des méthodes biologiques et/ou par la construction de seuils en gabions qui permettent la réduction des vitesses d'écoulement et le dépôt des sédiments en amont.

IV.3. Généralités sur l'écoulement a surface libre

L'écoulement a surface libre présente une difficulté pour le gérer par rapport à l'écoulement en charge car la petite variation d'un seule paramètre (exemple : le débit) entraîne forcément la variation des autres paramètres (exemple : la section du canal).

Ce type d'écoulement est caractérisé par deux nombres adimensionnels (Re, Fr).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \dots\dots\dots(IV.1)$$

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} \dots\dots\dots(IV.2)$$

Re : le nombre de Reynolds (exprime l'action des force de viscosité).

Fr : le nombre de Froude (traduit l'influence de la pesanteur).

V : la vitesse moyenne.

D =R_h, R_h : le rayon hydraulique.

ν: la viscosité cinématique.

h : Profondeur hydraulique.

IV.3.1 Différent types d'écoulement a surface libre

-L'écoulement à surface libre peut être permanent si les paramètres de l'écoulement restent invariables dans le temps, comme il peut être non permanent si ses paramètres sont variables en fonction du temps.

-L'écoulement est uniforme si la ligne de la pente du fond de canal et en parallèle avec la ligne d'eau a la surface libre.

-L'écoulement est graduellement varié si la profondeur et la vitesse varient graduellement le long du canal.

-L'écoulement est brusquement varié si la vitesse et la profondeur varient sensiblement sur une courte distance (exemple : ressaut hydraulique).

IV.3.2 Les régimes d'écoulement a surface libre

L'écoulement d'un fluide réel dans canal à surface libre engendre les forces d'inertie, de gravité et de frottement (viscosité et rugosité).

Les équations réduites du mouvement font intervenir les coefficients ou nombre adimensionnels suivants :

Le nombre de Froude, qui est le rapport entre les forces de pesanteur et les forces d'inertie.

Le Nombre de Reynolds, qui est le rapport entre les forces de frottement et les forces de d'inertie.

La rugosité relative, qui est le rapport entre la hauteur de la rugosité et une longueur caractéristique

IV.3.2.1. Le rôle du nombre de Froude

Est de permettre le classement des écoulements comme suit :

$Fr < 1$: écoulement fluvial-laminaire.

$Fr > 1$: écoulement torrentiel-laminaire.

$Fr = Fr_c = 1$: écoulement critique

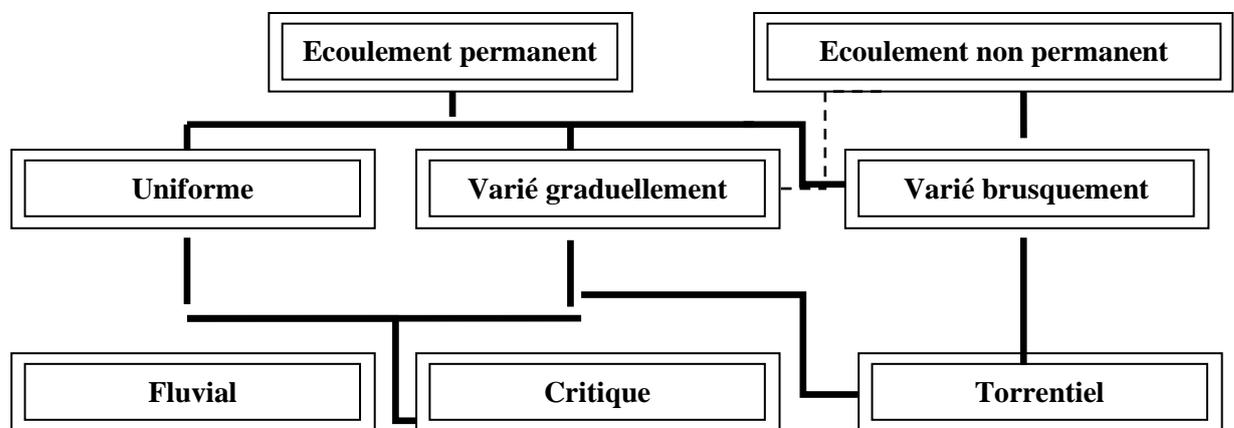


Figure IV.1 : Classification des écoulements

- Écoulement laminaire $Re < 500$
- écoulement turbulent $Re > 2000$
- transitoire $500 < Re < 2000$

Par conséquent, les effets du nombre de Reynolds et du nombre de Froude donnent quatre régimes d'écoulement :

- fluvial-laminaire $Fr < 1$, $Re < 500$

- torrentiel-laminaire $Fr > 1$, $Re < 500$

Finalement un écoulement uniforme ou variant graduellement peut être caractérisé selon son régime : fluvial, critique ou torrentiel.

IV.3.3 Les conditions de l'écoulement uniforme

Pour dire que l'écoulement est uniforme il faut considérer que :

- le débit de l'eau dans chaque section des tronçons proposés est constant.
- le canal est prismatique (la pente et la géométrie de la section est constante tout au long du canal).
- La profondeur h de l'écoulement est constante sur sa longueur.
- La pente de chaque section est constante.

IV.3.4 Les canaux

On appelle canal un système de transport dans lequel l'eau s'écoule dont la surface libre est à la pression atmosphérique.

IV.3.4.1 Types de canaux

On distingue deux catégories de canaux :

Les canaux naturels : sont les cours d'eau existant naturellement sur ou sous terre tels que les ruisselets, torrents, fleuves.

Les canaux artificiels : sont des cours d'eau réalisés par l'homme sur ou sous terre.

IV.3.4.2 Géométrie des canaux

Quel que soit le type de canal il est caractérisé par sa géométrie et les différents paramètres hydrauliques.

-Section mouillée (S) : c'est la section transversale occupée par l'eau.

On distingue quatre formes remarquables (rectangulaire, triangulaire, circulaire, trapézoïdale) comme on peut rencontrer des sections complexes (l'union de plusieurs formes remarquables).

-Périmètre mouillé (P) : c'est la ligne transversale de contact eau/canal

-Rayon hydraulique (R_h) : c'est le rapport de la section et le périmètre mouillé.

-La largeur au miroir (B) : c'est la largeur du canal à surface libre.

-La largeur au fond (b).

-La hauteur d'eau (h) :c'est le tirant d'eau du fond jusqu'à la surface libre.

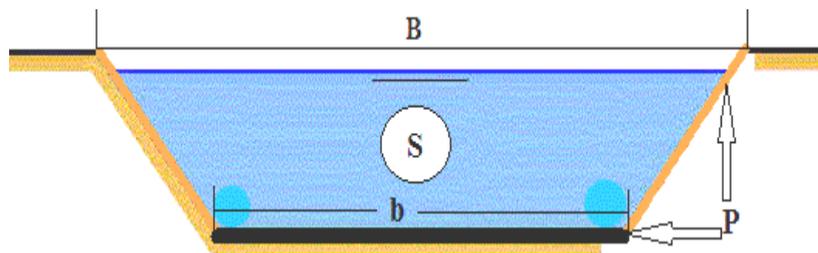


Figure IV.2 : Les paramètres géométriques d'un canal de section trapézoïdale

Remarque

Si les caractéristiques géométriques de la section d'un canal et la pente ne varient pas le long du canal alors on peut dire que ce dernier est prismatique.

IV.4. Données de base existante pour l'aménagement

Pour les besoins d'étude et dans le cadre de l'aménagement on a utilisé des cartes topographiques au 1/25'000^{ème} (mise à jour), du levé topographique et de l'étude hydrologique du bassin versant de l'Oued Sidi-Akacha.

IV.5. Débits de dimensionnement

Le débit de dimensionnement est choisi à partir des normes de protection et de sécurité contre les inondations, et selon l'étude hydrologique, La période de retour choisie est **100ans**.

Le débit choisi pour le dimensionnement est : Sidi-Akacha **175.29** m³/s ; et les deux affluents ; oued mekhfi **131.4** m³/s et oued Sidi-hammad **31.83** m³/s.

IV.6 CALCUL HYDRAULIQUE

IV.6.1 Dimensionnement du canal d'aménagé

Pour un écoulement à surface libre lentement varié on peut admettre que le régime est uniforme sachant que pour un écoulement turbulent les formules les plus usuelles sont :

Formule de Chézy

$$U = C \times \sqrt{Rh \times I} \dots\dots\dots (IV.3)$$

D'où

U : vitesse moyenne d'écoulement (m/s).

C : Coefficient de Chézy ($\sqrt{\frac{m}{s^2}}$).

R_h : Rayon hydraulique (m).

I : la pente du fond de canal.

$$Q = S \times U \quad \text{donc} \quad Q = S \cdot C \times \sqrt{R_h \times I} \dots \dots \dots (IV.4)$$

Q : le débit (m^3/s).

Le coefficient de Chézy peut être déterminé par plusieurs méthodes citant :

Formule de Bazin
$$C = \frac{87}{1 + \frac{m_b}{\sqrt{R_h}}} \dots \dots \dots (IV.5)$$

d'où m_b : coefficient de Bazin varie entre 0,06 et $1,75(\sqrt{m})$.

R_h : Rayon hydraulique (m).

Formule de Kutter
$$C = \frac{100}{1 + \frac{m_k}{\sqrt{R_h}}} \dots \dots \dots (IV.6)$$

d'où m_k : coefficient de Kutter varie entre 0,06 et $1,75(\sqrt{m})$.

R_h : Rayon hydraulique (m).

Formule de Manning-Strickler

C'est une formule exceptionnelle plus utilisée en pratique.

$$C = K_s R_h^{1/6} = \frac{1}{n} R_h^{1/6} \dots \dots \dots (IV.7)$$

d'où K_s : Coefficient de Strickler ($m^{1/3} S^{-1}$).

n : Coefficient de Manning ($m^{-1/3} S^1$).

Comme il existe d'autres formules exceptionnelles telles que :

Formule de Pavlovski

$$C = \frac{1}{n} R_h^q \dots \dots \dots (IV.8)$$

d'où $q = 1.5\sqrt{n}$ pour $R_h \leq 1$, $q = 1.3\sqrt{n}$ pour $R_h > 1$

n : la rugosité.

Pour notre étude on va utiliser la formule de Manning-Strickler pour la détermination du coefficient Chézy et comme notre.

IV.6.1.1 Calcul des paramètres géométriques

a-Le choix de la section de meilleure conductivité

Le profil de meilleure conductivité est le profil qui véhicule le débit maximum.

Pour un canal de pente J et de coefficient de rugosité n , la section qui véhicule le débit maximum Q_{max} est celle où le rayon hydraulique R_h est maximal, et la section S est minimale.

(R_h étant la surface mouillée S_m sur le périmètre mouillé P_m).

Parmi toutes les formes de section, la semi-circulaire est celle qui satisfait au rayon hydraulique maximum.

Mais cette forme n'est réalisée que dans les canaux artificiels en béton ou en métal. Dans les conditions techniques de réalisation la forme semi-circulaire sera plus coûteuse que la forme trapézoïdale qui présente des simplicités de réalisation.

A cet effet notre choix portera sur la section trapézoïdale, dont les caractéristiques sont la suivantes :

Tableau IV.1 : comportant les caractéristiques de la section trapézoïdale

Désignation	Expression	Définition
b	$2h (\sqrt{1+m^2} - m)$	La largeur inférieure du canal, en m
B	$b + 2mh$	La largeur supérieure du canal, en m
S	$h (b + mh)$	la surface mouillée
P	$b + 2h \sqrt{1+m^2}$	le périmètre mouillé
R_h	$\frac{h.(b + mh)}{b + 2h.\sqrt{1+m^2}}$	rayon hydraulique
m	$\cotg \varphi$	Fuit de talus, d'après la nature du terrain

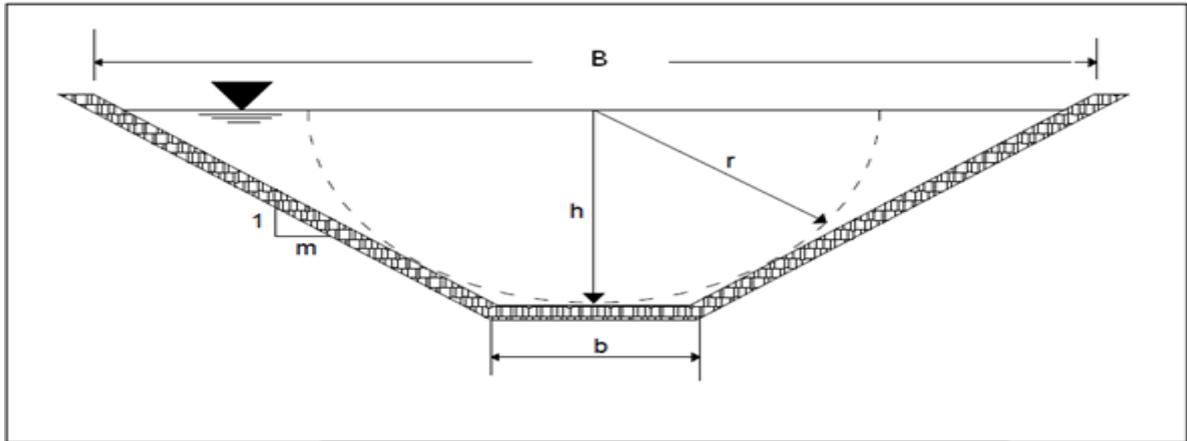


Figure. IV.3 : Canal à section trapézoïdale.

IV.6.1.2 La profondeur normale y_n ou h_n

La profondeur normale, h_n ou y_n , est la profondeur d'eau en écoulement uniforme dans un canal de pente, J_f , donnée, parcouru par un débit, Q . (Les éléments géométriques de la section qui correspondent à la profondeur normale, h_n , sont appelés éléments normaux, telle que : R_{h_n} , S_{h_n} , ou P_{h_n}).

Il existe plusieurs méthodes du calcul de la profondeur normale, h_n ; Et parmi ces méthodes on a la méthode itérative.

On tire la valeur de (B) à partir de l'équation générale de l'écoulement uniforme :

Avec : S : Section mouillée ;

C : coefficient de CHEZY ;

R : Rayon hydraulique ;

I : pente du canal ;

Donc, on fixe la valeur de (h) et on donne des valeurs à (b) et on détermine Q Jusqu' à une valeur de débit très proche ou égale au Q_n . Par suite on trace la courbe $Q(f)(B)$, et on détermine la valeur de $b(m)$ correspondante à Q_n . C'est à- dire on cherche $b(m)$ pour le débit Q_{max} .

IV.6.1.3 La profondeur critique

On utilise pour le calcul de h_{cr} trois méthodes :

- ✓ La méthode graphique,
- ✓ La méthode itérative,

- ✓ La méthode d'AGROSKINE.

a. Méthode analytique d'AGROSKINE

- ✓ La méthode d'AGROSKINE utilise la formule suivante :
- ✓ La condition de criticité est :

$$\frac{\alpha \times Q^2 \times B_{cr}}{g \times S_{cr}^3} = 1 \dots\dots\dots(IV.9)$$

- ✓ B : largeur du plan d'eau en surface.
- ✓ g : l'accélération gravitaire prise égale 9,81m/s².
- ✓ α : coefficient de corriolliss varié entre 1.01 et 1.05

b.Méthode graphique

La méthode graphique est basée sur le graphe de l'énergie en fonction de h.

Et puisque la valeur de h_{cr} est la valeur qui corresponde une énergie spécifique est minimale.
Donc on construit le graphe : **Hs = f (h)** sachant que :

$$Hs = Ep + Ec \dots\dots\dots(IV.10)$$

Tel que Ep : Energie potentielle et est égale à h ; (Ep =h).

Ec : Energie cinétique et égale à ; (Ec =V²/2g).

Sur la courbe de l'énergie spécifique E=f (h) on voit que pour chaque valeur d'énergie on à deux profondeurs correspondantes pour transporter un même débit.

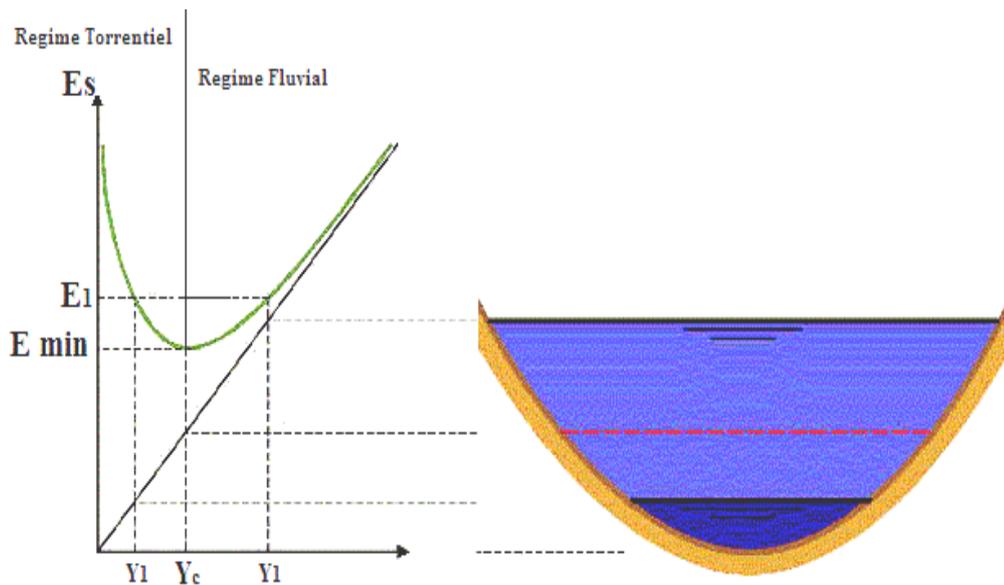


Figure IV.4 : Graphique de la fonction $E_s = f(h)$

D'après la courbe $E_s = f(h)$ on remarque qu'on a une énergie minimale pour une profondeur critique ce qui correspond à un $Fr = 1$ car :

$E_s = h + \frac{U^2}{2g}$ par rapport au niveau du fond de canal est toujours constantes pour un régime uniforme.

$$E_s = \frac{Q^2}{s^2 2g} + h \quad \text{d'où} \quad \frac{\partial E_s}{\partial h} = 1 - \frac{Q^2}{s^3 g} \frac{\partial s}{\partial h} = 0, \text{ avec } \partial s = B \cdot \partial h$$

ce qui implique $\frac{Q}{\sqrt{g}} = S \sqrt{\frac{S}{B}} = g(h)$ est l'équation générale qui correspond au régime critique

Une fois la courbe $g(h)$ est tracé on peut lire h_c directement sur le graphe (figure IV-5).

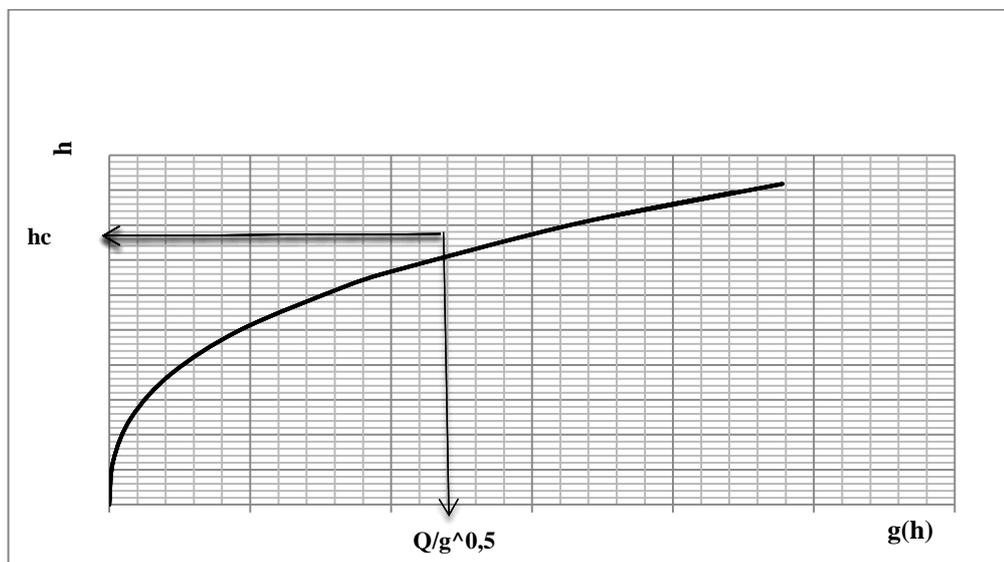


Figure IV.5 : Graphique de la fonction $g(h)$

Détermination de la profondeur critique.

D'où

$$N = \frac{\alpha Q^2}{g b^5} = \frac{(x+m)^3}{x^5(x+2m)} \dots\dots\dots(\text{IV.11}),$$

α : coefficient de CORRIOLIS (on admet qu'il est égale à 1)

x : on peut le tirez de l'abaque en fonction de N et m.

tel que $h_c = \frac{b}{x} \cdot b$: la largeur du fond.

IV.6.1.4La pente critique

La pente critique correspondant à la profondeur critique

La pente critique est donnée par la formule suivante :

$$Q = C \cdot S_{cr} \cdot \sqrt{R_h \cdot I_{cr}} \dots\dots\dots(IV.12)$$

Donc :

$$I_{cr} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot S_{cr}^2 R_h} \dots\dots\dots(IV.13)$$

IV.6.1.5 Notion de l'énergie spécifique, H_s

L'énergie (charge) totale pour une pente faible ($J_f < 0.1$) dans une section est donnée par :

$$\frac{U^2}{2g} + h + z = H \dots\dots\dots(IV.14)$$

Dans l'équation précédente (IV.14) pour définir la charge, on se rapporte à un plan de référence horizontal quelconque.

Si l'on se réfère maintenant au fond du canal, le terme z est fixé par l'implantation du canal, on définit une fraction de la charge totale, appelé charge spécifique, H_s ; on écrit alors

$$\frac{U^2}{2g} + h = H_s \dots\dots\dots(IV.15)$$

Avec l'équation de continuité, $Q = US$ on obtient :

$$\frac{Q^2/S^2}{2g} + h = H_s \dots\dots\dots(IV.16)$$

La notion de la charge spécifique est souvent très commode ; elle facilite la compréhension et aide à résoudre différents problèmes d'écoulement à surface libre.

Pour la section d'un canal donné, la surface, S , est une fonction de la profondeur d'eau, h , et l'équation (IV.16) établit une relation de la forme suivante :

$$H_s = f(Q, h) \dots\dots\dots(IV.17)$$

Qui permettra l'étude de la variation de :

- i) Courbe d'énergie spécifique : h avec H_s , pour un débit donné $Q=Cte$;
- ii) Courbe de débit : h avec Q , pour une énergie constante.

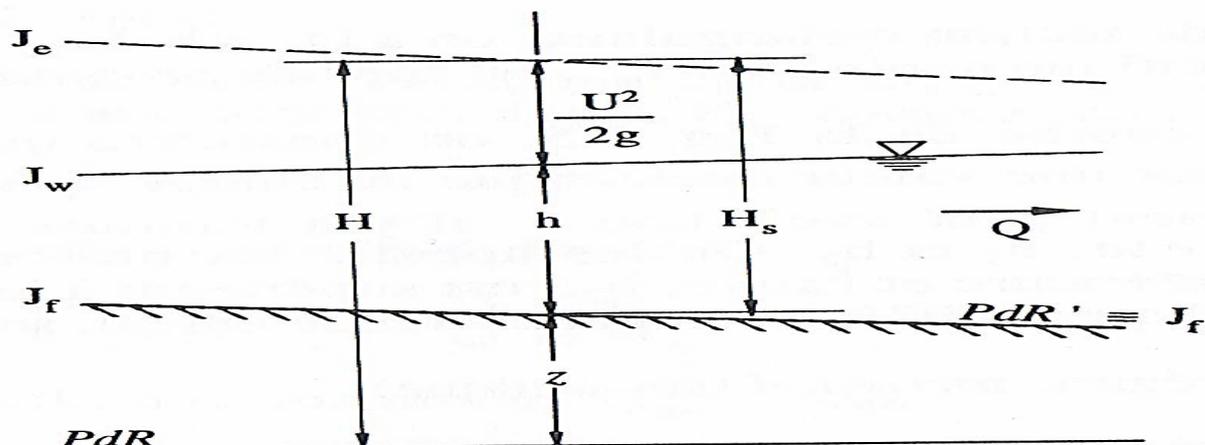


Figure. IV.6. Définition de la charge totale H , et de la charge spécifique, H_s .

a) Courbe d'énergie spécifique

Pour un débit constant l'équation (IV.16), donne la charge spécifique, H_s , en fonction de la profondeur d'eau, h , la courbe correspondante à deux asymptotes (voir la figure IV.4) :

- 1) pour $h=0$, une asymptote horizontale ;
- 2) pour $h=$ infini, la droite $h=H_s$ est une autre asymptote.

D'après la figure IV.4, la courbe a un minimum, $H_{s_{cr}}$, pour :

$$\frac{dH_s}{dh} = -\frac{Q^2}{gS^3} \frac{dS}{dh} + 1 = 0$$

Du fait que, $dS/dh=B$, à la surface libre et avec la profondeur hydraulique, $D_h=S/B$, on obtient :

$$\frac{Q^2}{gS^3} \frac{B}{S^3} = \frac{U^2}{gD_h} = 1 \dots\dots\dots (IV.18)$$

Pour un canal rectangulaire, on a $D_h=h$. la valeur, h , qui correspond à une charge spécifique minimale, H_s , est appelée *profondeur critique*

En suivant la courbe de la figure IV.4, dans le cas où un écoulement peut avoir lieu. On constatera qu'il y a toujours deux solutions pour les profondeurs d'eau, h_1 et h_2 , pour un débit constant et une valeur quelconque de charge spécifique, H_s .

Les deux profondeurs h_1 et h_2 on les appelle les profondeurs correspondantes ($h_1 < h_{cr} < h_2$), tous deux indiquent différents régimes d'écoulement, soit :

- $h < h_{cr}$, Régime fluvial ;
- $h > h_{cr}$, Régime torrentiel ;
- $h = h_{cr}$, Régime critique.

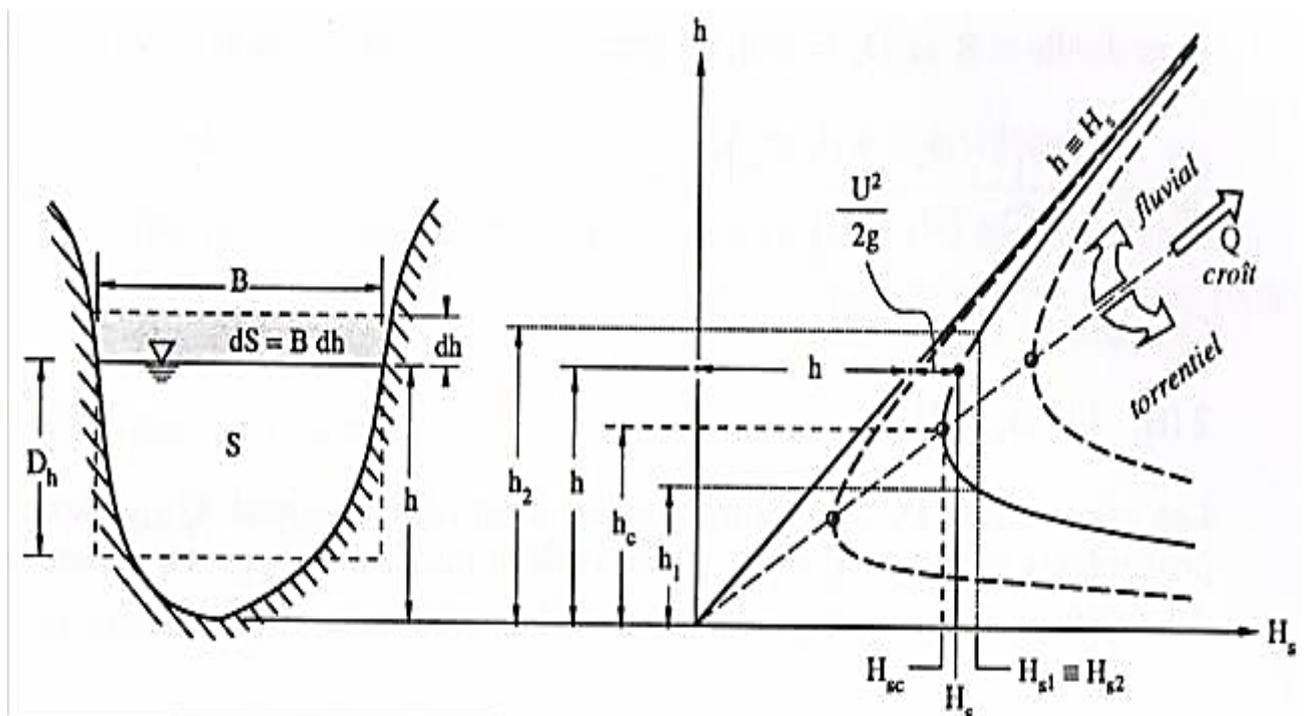


Figure.IV.7. Courbe d'énergie spécifique, $H_s=f(h)$, $Q=Cte$.

S'il ya variation de débit, Q , les courbes correspondantes ont la même forme et s'emboitent les unes dans les autres en s'éloignant de l'origine quand le débit augmente (voir figure IV.4).

b) Courbe de débit

Pour une charge spécifique, H_s , donnée. L'équation(IV.16) donne l'évolution de débit en fonction de la profondeur d'eau, h , comme suit :

$$Q = S\sqrt{2g(H_s - h)} \dots\dots\dots(IV.19)$$

À partir de la courbe (figure IV.8), on obtient :

- 3) pour $h=0$, $Q=0$;
- 4) pour $h=H_s$, $Q=0$.

De plus, la courbe a un maximum, Q_{max} , pour :

$$\frac{dQ}{dh} = \frac{2g(H_s - h)(dS/dh) - Sg}{[2g(H_s - h)]^{1/2}} = 0 \dots\dots\dots(IV.20)$$

Avec $dS/dh=B$ et $D_h=S/B$, on écrit :

$$\frac{dQ}{dh} = \frac{gB(2(H_s - h) - D_h)}{[2g(H_s - h)]^{1/2}} = 0 \dots\dots\dots(IV.21)$$

$$\frac{dQ}{dh} = 0, \quad \text{si} \quad 2(H_s - h) - D_h = 0 \dots\dots\dots(IV.22)$$

Les valeurs, h et D_h , qui correspondent à un débit maximal, Q_{max} , sont les profondeurs critiques, h_c et D_{hc} . Pour un débit inférieur à Q_{max} , on retrouve les deux différents régimes d'écoulement (voir la figure IV.7 et IV.8).

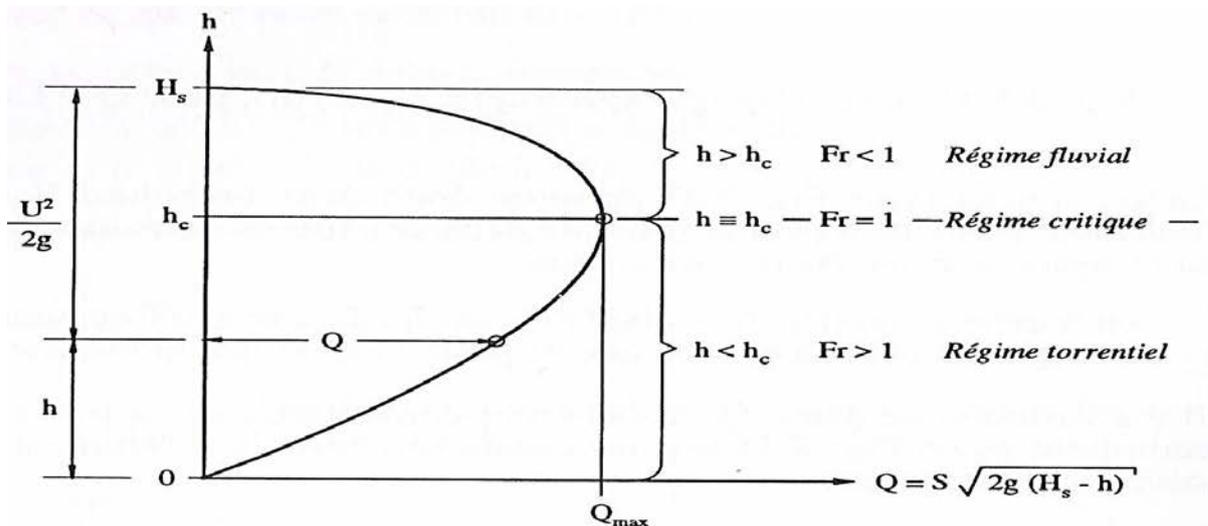


Figure. IV.8. Courbe des débits, $Q=f(h)$, pour $H_s=Cte$.

Pour un canal rectangulaire, $D_h=h$, l'équation, IV.22 devient :

$$2(H_s - h) - h = 0 \dots\dots\dots(IV.23)$$

D'où l'on obtient pour la profondeur critique ($h=h_c$ et $H_s=H_{scr}$) :

$$h_c = \frac{2}{3} H_{sc} \dots\dots\dots(IV.24)$$

IV.6.1.6.Écoulement dans une courbe

Une courbe qui se trouve dans un canal rectiligne provoque un changement de direction de l'écoulement.

Si le débit, Q , reste constant à travers la courbe, la vitesse moyenne, U , ainsi que la surface, S , restent constantes. La répartition de la profondeur, $h(y)$, donne toutefois une pente transversale et provoque une surélévation, Δz , sur le bord extérieur (voir figure IV.9).

On utilisant la méthode proposée par *Kozeny(1953)* pour les écoulements turbulents, la surélévation, Δz , se calcule par la relation suivante :

$$\Delta z = \frac{u_a^2}{2g} \left(\frac{r_0}{r_1} - \frac{r_0}{r_2} \right) \dots \dots \dots (IV.25)$$

Avec : $U_a=U$, pour $r = r_0$ (cela implique que la vitesse axiale, U_a , se confond à peu près avec la vitesse moyenne U).

Étant donné que $B = r_2 - r_1$ est la largeur de la courbe, on aura :

$$\Delta z = \frac{B r_0}{r_1 r_2} \left(\frac{U^2}{2g} \right) \dots \dots \dots (IV.26)$$

Si la largeur, B , est faible devant le rayon de courbure, r_0 , on peut écrire :

$$\Delta z = \frac{B}{r_0} \frac{U^2}{2g} \dots \dots \dots (IV.27)$$

Le profil transversal de la surface d'eau est convexe ; ceci donne

$$\Delta z_1 = \frac{u_a^2}{2g} \left(1 - \frac{r_0}{r_2} \right) \text{ et } \Delta z_2 = \frac{u_a^2}{2g} \left(\frac{r_0}{r_1} - 1 \right)$$

la surélévation, $\Delta z = \Delta z_1 + \Delta z_2$, donnée par l'équation V.25 est la valeur maximale, $\Delta z = \Delta z_{\max}$, généralement atteinte pour un écoulement fluvial, $Fr < 1$, à l'entrée de la courbe et pour un écoulement torrentiel, $Fr > 1$, vers la sortie de la courbe .

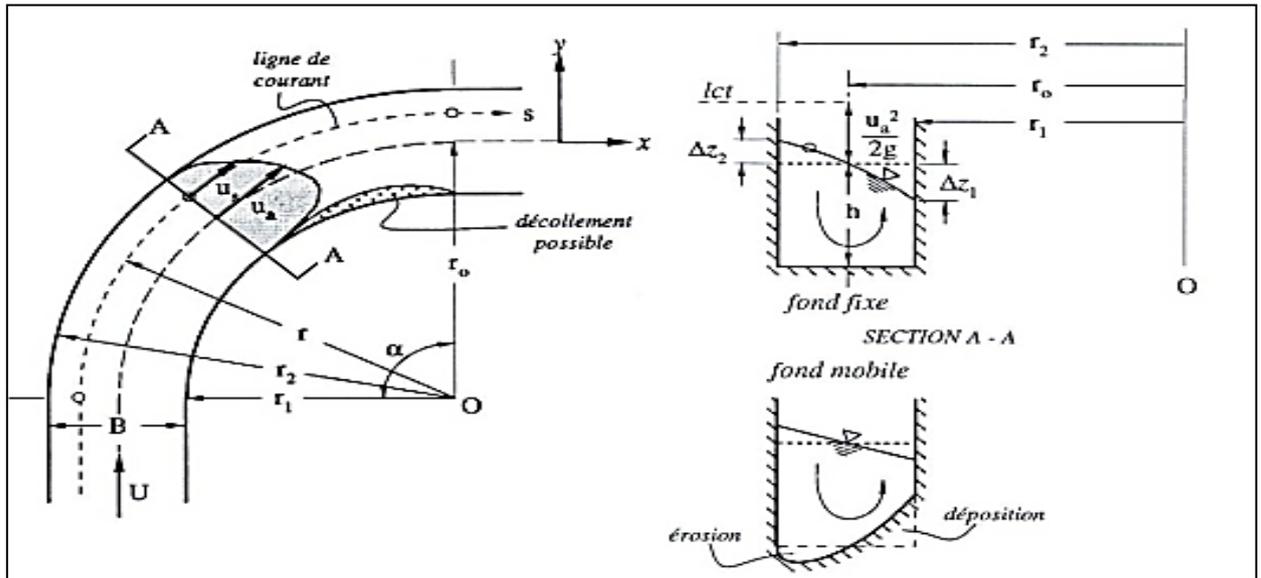


Figure. IV.9.Écoulement dans une courbe (Graf, Altinakar, 2000)

Calcul de la ligne d'eau

L'équation de la surface libre de la ligne d'eau, est une équation liée à l'abscisse et à l'ordonnée de chaque point de la ligne d'eau pour un débit et une pente du canal donnée.

Nous se basons sur l'équation d'énergie :

$$H = z + V^2 / 2g + h \dots\dots\dots(IV.28).$$

Et sur l'équation de la continuité :

$$Q = V / S$$

Dérivant l'équation par rapport à x, on trouve :

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{(Q/S)^2}{2g} \right) + \frac{dh}{dx} + \frac{dz}{dx} = \frac{dH}{dx} \dots\dots\dots(IV.29)$$

Comme : $\frac{dz}{dx} = -J_f$ et $\frac{dH}{dx} = -J_e = -\frac{(Q/S)^2}{C^2 \cdot R_h}$

On trouve :

$$\frac{dh}{dx} = J_f \frac{1 - \frac{(Q/S)^2}{C^2 \cdot R_h \cdot j_f}}{1 - \frac{(Q/S)^2}{g \cdot S/B}} \dots\dots\dots(30).$$

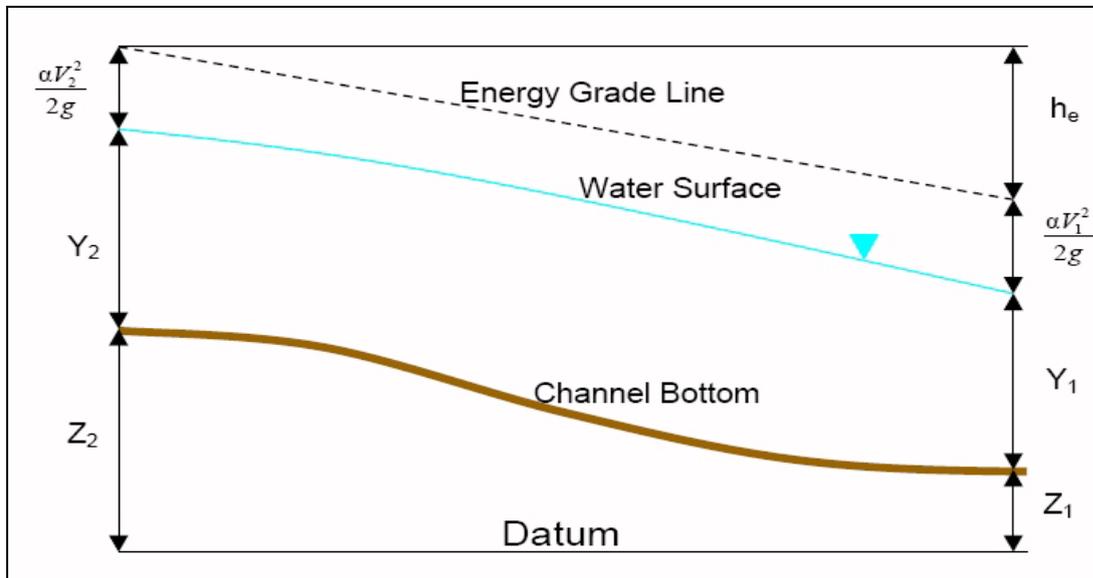


Figure IV.10 : Présentation de L'équation de l'énergie ou la conservation de la charge hydraulique. Source livre hydraulique générale.

IV.6.2. Le code de calcul hec-ras

Le système de modélisation *HEC-RAS* est un logiciel d'hydraulique fluviale intégrant une panoplie de techniques de calcul hydraulique en régime, fluvial et torrentiel, ainsi que le transport solide et la simulation de phénomènes d'érosion-sédimentation et autres (comme l'envasement de barrages, le transport de polluants, le dimensionnement d'ouvrages d'aménagements de protection contre les inondations etc...). Il a été développé en tant que partie intégrante d'un ensemble de logiciels dédiés aux études hydrologiques et hydrauliques, permettant de simuler les écoulements à surface libre. Il a été conçu par le Centre de l'Engineering Hydrologique des USA (*Hydrologic Engineering Center*) dans le cadre du projet *NextGen*. Ce projet englobe plusieurs aspects hydrologiques et hydrauliques : simulation pluie-débit, hydraulique fluviale, simulation des systèmes des réservoirs, analyse des dommages d'inondation, prévision des crues pour la conception des réservoirs et autres.

L'application du modèle *HEC-RAS* est basée sur la subdivision du réseau hydrographique (ramifié) en plusieurs sections (profils en travers ou coupes) perpendiculaires à l'écoulement.

L'application du modèle *HEC-RAS* a été faite sur la globalité du tronçon de l'oued Sidi-Akacha avec ces affluents longeant le secteur à protéger contre les inondations et ce en

utilisant le levé topographique de l'Oued, sur une longueur de Sidi-akacha 2505.75m, oued mekhfi 2433.745m et oued Sidi-hammad 2304.989m.

IV.6.2.1. Banque de données nécessaires à l'application du code de calcul hec-ras

L'application du modèle HEC-RAS nécessite une banque de données bien fournie concernant les tronçons d'oued considérés :

1. Les données géométriques relatives à chaque section :
 - le profil en travers, défini par une série de couples distance-altitude ;
 - les coefficients de rugosité lits mineur et majeur ;
 - les trois distances principales à la section suivante : rive gauche, rive droite, axe du lit mineur ;
2. Les données de l'écoulement (débits de projet) et les conditions aux limites.

Les sources et le choix judicieux de toutes ces données sont présentés en détails dans la partie calcul.

IV.6.2.2. Les données géométriques du réseau hydrographique

Les données géométriques nécessaires consistent à l'établissement de la connectivité de l'information pour le système hydrographique (schéma du réseau de tronçons d'oued), les données des sections transversales et les données des ouvrages hydrauliques existants (ponts, dalots, structures latérales, etc.).

La saisie des données géométriques se fait en deux étapes distinctes :

1. Le traçage du schéma de système hydrographique, Ce schéma est un diagramme représentatif du réseau hydrographique d'une manière plus au moins réelle en prenant en considération les méandres (sinuosités) des oueds. Il est tracé tronçon par tronçon de l'amont vers l'aval (dans le sens d'écoulement positif).
2. La saisie des données pour les profils en travers du cours d'eau et les structures hydrauliques. Ces données incluent :
 - **Les coordonnées X et Y du profil en travers :** chaque point de section doit être identifié par sa distance par rapport à un point de référence et par son élévation.
 - **Les distances à la section suivante :** c'est la longueur décrivant la distance entre la section courante et la section en aval. Ces distances sont définies pour la rive gauche, le lit mineur et la rive droite.

- **Les valeurs de rugosité n de Manning :** la valeur du coefficient de rugosité de Manning n doit être indiquée pour la rive gauche, le lit mineur et la rive droite.
- **Stations des berges du lit mineur :** Les stations des berges du lit mineur sont employées pour définir quelle partie de la section est considérée comme lit mineur.
- **Coefficients de Contraction et d'Expansion :** Les coefficients de contraction et d'expansion sont utilisés pour évaluer la quantité de perte d'énergie qui se produit en raison d'une contraction ou d'une expansion d'écoulement.

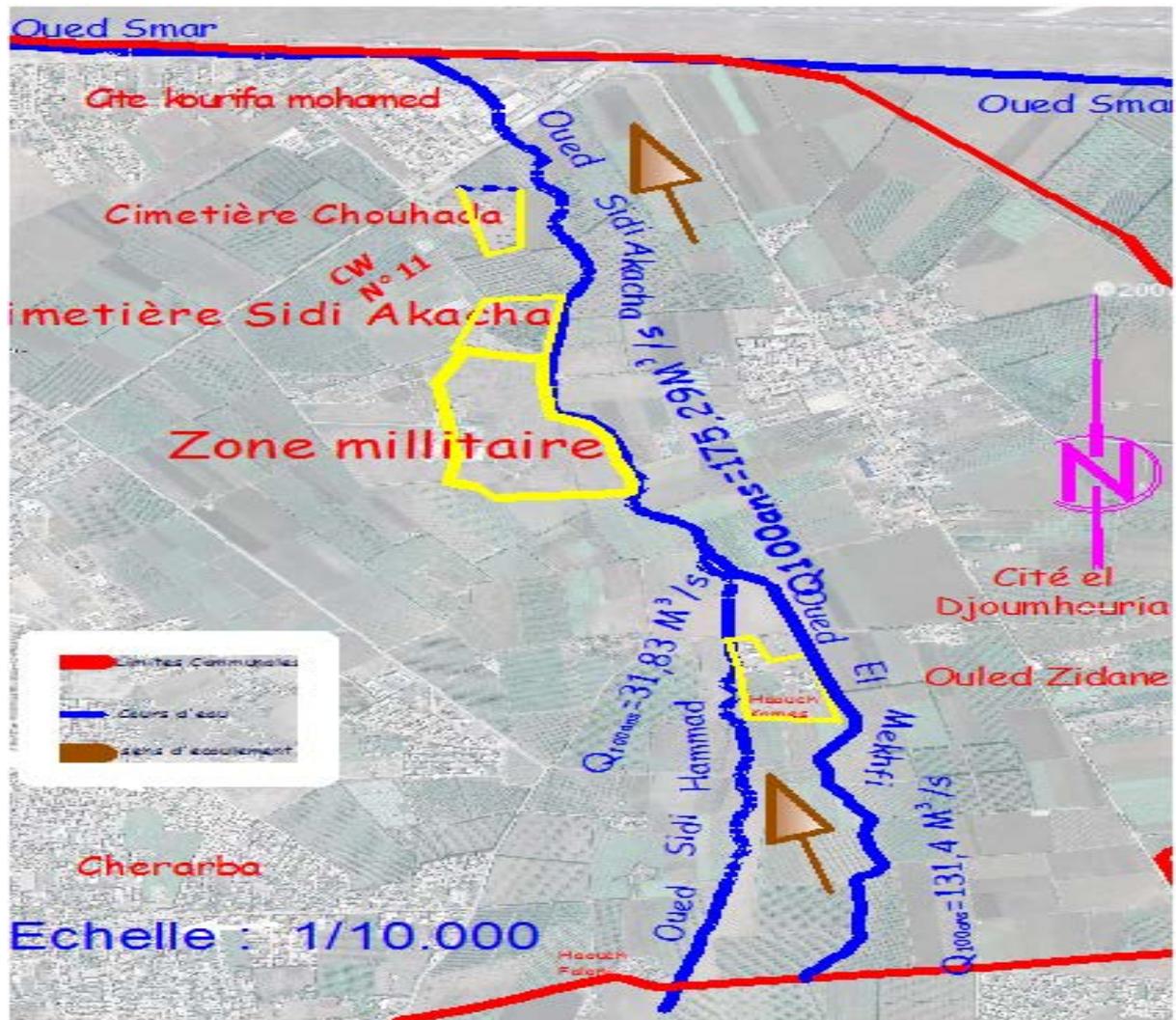


Figure. IV.11. Image satellitaire Google du secteur d'étude de Sidi Akkacha (Google earth)

IV.6.3. Estimation de la rugosité n de Manning

Le choix d'une valeur de n est considéré comme un art plutôt qu'une science et il n'existe pas de règle solide et précise permettant à l'ingénieur hydraulicien de définir avec exactitude (avec un degré de confiance élevé) la valeur de n pour une situation hydraulique donnée. Les facteurs qui affectent la rugosité des lits d'oued comprennent :

- Matériaux de lits et dimension moyenne de particules solides ;
- Irrégularités des surfaces des lits d'oued ;
- Formes des lits d'oued (comme les rides, dunes, chutes et autres) ;
- Caractéristiques d'érosion et de sédimentation ;
- Tendances à la formation de méandres ;
- Obstacles à l'écoulement (arbres déracinés, souches d'arbres, remblais et autres) ;
- Changement dans la géométrie entre les sections d'oueds ;
- Végétation sur les terrasses d'inondations et le lit mineur de l'oued.

Il est vraiment très difficile de tenir compte de tous ces paramètres dans une seule et unique valeur représentant le coefficient de rugosité de Manning, l'ingénieur hydraulicien se base généralement sur les valeurs relatives à la végétation, l'occupation des sols ou les deux ensembles pour estimer la valeur de n .

Des tests de contrôle doivent être réalisés pour évaluer l'effet de la variation de la valeur de rugosité n sur le résultat hydraulique final.

IV.7.Simulation de l'Oued Sidi-Akacha à son état naturel

Dans des projets hydraulique comme la protection des villes contre les crues des oueds, situé dans ou à proximité de la ville, une étude de l'état naturel de l'oued dans le cas des crues fréquentiels s'impose au but de déterminer les points de débordement ou en général la délimitation de la zone inondable, afin d'envisager les solutions les plus adéquate pour le projet de protection.

Dans notre cas on a recours à la simulation hydraulique de notre oued grâce au logiciel **Hec-ras (version 4.00 marsh 2008)**, en s'appuyant sur les données de bases cité déjà.

Oued Sidi-Akacha passe au milieu de la ville sur une longueur de 2505.75 m, ce dernier sera découper en 108 profils en travers, et le premier affluent oued Mekhfi sur une longueur de 2433.745m qui sera découpé en 114 profils en travers ,et le deuxième affluent oued Sidi-Hammad sur une longueur de 2304.989m qui sera découpé en 110 profils en travers , afin d'avoir une bonne simulation.

L'estimation de la rugosité de Manning est souvent très délicate, dans notre projet on la détermine pour chaque tronçon grâce aux tables de rugosité qui donne la rugosité en fonction de la couverture du sol.

Les résultats de la simulation Hec-ras sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau. IV.2. Résultat de la simulation de l'oued Sidi-Akacha à son état naturel

Oued Sidi Akkacha	Oued Sta	Q Total	C.Min. oued	N.eau	N. critique	N.L. énergie	P.L. énergie	v	S. mouillé	L. mouillé	N. Froude	Obsrvt
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		
1	2505.75	175.29	22.8	27.76		27.99	0.000938	2.2	82.91	22.99	0.37	Déb
1	2467.96	175.29	22.68	27.38		27.9	0.003729	3.2	54.85	22.99	0.66	Déb
1	2435.06	175.29	22.58	27.24		27.78	0.003995	3.23	54.23	22.99	0.67	Déb
1	2433.75	175.29	21.59	27.44		27.61	0.000699	1.83	95.61	23.1	0.29	Déb
1	2396.72	175.29	22.46	27.18		27.55	0.002131	2.7	64.87	22.99	0.51	Déb
1	2368.73	175.29	22.38	26.86		27.45	0.004533	3.41	51.42	22.99	0.73	Déb
1	2341.68	175.29	22.3	26.94		27.3	0.002024	2.65	66.18	22.99	0.5	Déb
1	2319.19	175.29	22.23	26.92		27.25	0.001697	2.52	69.54	22.99	0.46	Déb
1	2290.19	175.29	22.14	26.81		27.19	0.002172	2.72	64.46	22.99	0.52	Déb
1	2255.6	175.29	22.04	26.65		27.09	0.002904	2.97	59.1	22.99	0.59	Déb
1	2232.77	175.29	21.97	26.03	26.03	26.94	0.009168	4.23	41.46	22.79	1	Déb
1	2194.02	175.29	21.85	25.98	25.35	26.48	0.003325	3.15	55.71	22.78	0.64	Déb
1	2158.22	175.29	21.75	26.04		26.35	0.001468	2.45	71.63	22.36	0.44	Déb
1	2117.87	175.29	21.57	26.01		26.33	0.001644	2.52	69.47	22.99	0.46	Déb
1	2076.75	175.29	21.41	26		26.26	0.001184	2.25	77.93	22.99	0.39	Déb
1	2051.24	175.29	21.31	25.98		26.22	0.001058	2.17	80.82	22.99	0.37	Déb
1	2024.65	175.29	21.2	25.9		26.19	0.001354	2.36	74.3	22.99	0.42	Déb
1	2005.23	175.29	21.12	25.9		26.15	0.001127	2.21	79.32	22.99	0.38	Déb
1	1974.71	175.29	21	25.89		26.11	0.000949	2.09	83.75	22.99	0.35	Déb
1	1948.08	175.29	20.89	25.72		26.07	0.001843	2.6	67.43	22.14	0.48	Déb
1	1909.95	175.29	20.74	25.71		25.99	0.001354	2.32	75.65	23.45	0.41	Déb
1	1881.39	175.29	20.39	25.7		25.94	0.001145	2.19	80.02	22.99	0.37	Déb
1	1863.28	175.29	20.51	25.6		25.91	0.0017	2.47	70.83	22.99	0.45	Déb
1	1838.38	175.29	20.44	25.43		25.85	0.002734	2.85	61.44	22.99	0.56	Déb
1	1819.23	175.29	20.39	25.45		25.78	0.001839	2.53	69.33	22.99	0.46	Déb
1	1796.44	175.29	20.33	25.48		25.72	0.001085	2.18	80.36	22.99	0.37	Déb
1	1776.75	175.29	20.27	25.46		25.7	0.001049	2.14	81.74	22.99	0.36	Déb
1	1755.17	175.29	20.21	25.46		25.67	0.000898	2.05	85.42	23.04	0.34	Déb
1	1731.36	175.29	20.15	25.41		25.64	0.001071	2.14	81.94	22.99	0.36	Déb
1	1679.72	175.29	19.87	25.3		25.58	0.001384	2.32	75.49	22.49	0.4	Déb
1	1662.38	175.29	19.78	25.36		25.53	0.000638	1.86	94.41	22.14	0.29	Déb
1	1645.21	175.29	19.68	25.34		25.52	0.000697	1.89	92.66	22.3	0.3	Déb
1	1619.31	175.29	19.55	25.27		25.49	0.001024	2.1	83.48	23.15	0.35	Déb
1	1592.49	175.29	19	25.2		25.46	0.001286	2.24	78.2	23.53	0.39	Déb
1	1570.84	175.29	19.29	25.21		25.42	0.000938	2.06	84.96	22.56	0.34	Déb
1	1543.01	175.29	19.14	25.19		25.4	0.000861	2.01	87.32	22.84	0.33	Déb

1	1524.44	175.29	19.08	25.15		25.38	0.000955	2.08	84.15	22.65	0.34	Déb
1	1498.43	175.29	19	25.14		25.35	0.000866	2	87.51	22.99	0.33	Déb
1	1483.34	175.29	18.96	25.05		25.32	0.001437	2.32	75.62	22.99	0.41	Déb
1	1470.46	175.29	18.92	25.02		25.3	0.00154	2.36	74.4	22.99	0.42	Déb
1	1453.05	175.29	18.87	25		25.27	0.001483	2.32	75.5	22.99	0.41	Déb
1	1444.36	175.29	18.83	25		25.25	0.001304	2.25	78.03	22.91	0.39	Déb
1	1439.46	175.29	18.82	24.47	23.78	25.2	0.004707	3.79	46.28	14.92	0.69	Déb
1	1414.03	175.29	18.82	23.78	23.78	24.98	0.009952	4.87	36.01	14.92	1	Déb
1	1398.38	175.29	18.75	24.06	22.01	24.26	0.000794	1.98	88.59	22.99	0.32	Déb
1	1389.11	175.29	18.7	23.97		24.24	0.001198	2.3	76.26	20.18	0.38	Déb
1	1367.18	175.29	18.67	24		24.2	0.000825	2.01	87.14	22.99	0.33	Déb
1	1348.29	175.29	18.61	23.84		24.17	0.001804	2.54	69.08	22.99	0.47	Déb
1	1325.8	175.29	18.56	23.86		24.11	0.001219	2.23	78.53	22.99	0.39	Déb
1	1286.44	175.29	18.51	23.77		24.06	0.001441	2.37	74.11	22.77	0.42	Déb
1	1243.51	175.29	18.41	23.75		23.99	0.00106	2.18	80.53	22.99	0.37	Déb
1	1188.5	175.29	18.3	23.71		23.93	0.000956	2.07	84.75	22.99	0.34	Déb
1	1148	175.29	18.16	23.69		23.89	0.000817	1.97	89.05	22.99	0.32	Déb
1	1114.55	175.29	18.06	23.63		23.86	0.000956	2.09	83.96	22.99	0.35	Déb
1	1081.63	175.29	17.98	23.56		23.82	0.001231	2.23	78.64	22.99	0.38	Déb
1	1057.17	175.29	17.9	23.56		23.78	0.000965	2.06	84.99	22.99	0.34	Déb
1	1028.24	175.29	17.84	23.58		23.74	0.000616	1.79	98.12	22.99	0.28	Déb
1	1007.81	175.29	17.76	23.57		23.73	0.000581	1.76	99.49	22.99	0.27	Déb
1	988.675	175.29	17.71	23.56		23.71	0.000552	1.72	101.82	22.99	0.26	Déb
1	963.947	175.29	17.66	23.55		23.7	0.000505	1.69	103.92	22.99	0.25	Déb
1	932.766	175.29	17.6	23.58		23.67	0.000286	1.38	127.42	24.07	0.19	Déb
1	899.308	175.29	17.52	23.46		23.65	0.000789	1.92	91.45	22.99	0.31	Déb
1	872.091	175.29	17.42	23.48		23.62	0.000462	1.62	106.51	22.99	0.24	Déb
1	835.713	175.29	17.35	23.48		23.6	0.000375	1.54	114.05	22.99	0.22	Déb
1	805.852	175.29	17.25	23.46		23.58	0.000394	1.56	112.2	22.88	0.23	Déb
1	758.037	175.29	17.17	23.42		23.56	0.000471	1.65	106.55	22.99	0.24	Déb
1	713.173	175.29	17.04	23.41		23.54	0.00045	1.62	108.17	22.99	0.24	Déb
1	682.869	175.29	16.92	23.4		23.52	0.000405	1.55	112.9	22.99	0.22	Déb
1	661.07	175.29	16.84	23.4		23.51	0.000389	1.53	114.72	22.99	0.22	Déb
1	646.002	175.29	16.78	23.37		23.51	0.000495	1.65	106.34	22.98	0.24	Déb
1	623.081	175.29	16.74	23.36		23.49	0.000429	1.59	110.29	22.99	0.23	Déb
1	598.378	175.29	16.68	23.36		23.48	0.000378	1.53	114.57	22.99	0.22	Déb
1	574.258	175.29	16.61	23.35		23.47	0.000403	1.52	115.25	22.99	0.22	Déb
1	560.767	175.29	16.55	23.34		23.46	0.000387	1.56	112.65	22.03	0.22	Déb
1	540.257	175.29	16.51	23.31		23.45	0.000519	1.68	104.19	22.28	0.25	Déb
1	525.655	175.29	16.46	23.31		23.44	0.000499	1.63	107.44	22.99	0.24	Déb
1	511.889	175.29	16.42	23.29		23.43	0.000553	1.69	103.55	22.2	0.25	Déb
1	493.76	175.29	16.39	23.29		23.42	0.000477	1.63	107.61	22.25	0.24	Déb

1	487.299	175.29	16.34	23.27		23.42	0.000523	1.68	104.17	21.99	0.25	Déb
1	459.606	175.29	16.53	23.28		23.4	0.000405	1.53	114.24	22.99	0.22	Déb
1	439.558	175.29	16.25	23.27		23.39	0.000358	1.49	117.49	22.99	0.21	Déb
1	429.974	175.29	16.18	23.28		23.38	0.000325	1.43	122.54	22.99	0.2	Déb
1	419.746	175.29	15.88	23.27		23.38	0.000332	1.43	123	22.99	0.2	Déb
1	406.688	175.29	16.05	23.27		23.37	0.000336	1.45	121.06	22.99	0.2	Déb
1	392.791	175.29	16.02	23.25		23.37	0.00039	1.53	114.87	22.99	0.22	Déb
1	381.945	175.29	15.97	23.25		23.36	0.000382	1.51	116.2	22.73	0.21	Déb
1	366.527	175.29	15.95	22.85		23.31	0.002379	3.01	58.32	13.8	0.47	Déb
1	349.549	175.29	15.88	22.64		23.25	0.003211	3.46	50.7	12.7	0.55	Déb
1	332.932	175.29	15.81	22.44		23.18	0.004324	3.81	46.04	10.7	0.59	Déb
1	313.161	175.29	15.74	21.4	21.4	22.96	0.014041	5.53	31.72	10.2	1	Déb
1	290.523	175.29	15.65	18.82	19.85	22.3	0.033641	8.26	21.21	10.34	1.84	Déb
1	275.532	175.29	15.56	18.8	19.68	21.65	0.028907	7.47	23.47	13.33	1.8	Déb
1	264.651	175.29	15.5	19.17	19.71	21.11	0.021391	6.18	28.34	17.2	1.54	Déb
1	242.664	175.29	15.41	20.23	19.49	20.81	0.003483	3.37	52.04	18.2	0.64	Déb
1	223.919	175.29	15.35	20.31		20.71	0.001937	2.8	62.55	18.2	0.48	Déb
1	211.186	175.29	15.27	20.27		20.68	0.001977	2.83	61.95	18.1	0.49	Déb
1	189.258	175.29	15.22	20.24		20.63	0.00181	2.76	63.55	18.1	0.47	Déb
1	168.998	175.29	15.16	20.18		20.59	0.00206	2.85	61.52	18.1	0.49	Déb
1	146.732	175.29	14.97	19.91		20.51	0.003794	3.43	51.16	18.1	0.65	Déb
1	130.716	175.29	14.85	19.32	19.32	20.38	0.009158	4.56	38.44	18.1	1	Déb
1	119.024	175.29	14.84	19.57	18.57	20.06	0.002739	3.1	56.51	18.1	0.56	Déb
1	100.681	175.29	14.78	19.59		19.99	0.001988	2.8	62.67	18.1	0.48	Déb
1	90.537	175.29	14.6	19.01	18.82	19.91	0.006727	4.21	41.66	18.1	0.89	Déb
1	74.98	175.29	14.55	18.71	18.71	19.78	0.008389	4.57	38.34	18.1	1	Déb
1	57.74	175.29	14.49	18.33	18.51	19.59	0.0115	4.98	35.18	18.1	1.14	Déb
1	41.36	175.29	14.42	18.18	18.4	19.5	0.012128	5.09	34.46	18.1	1.18	Déb
1	24.152	175.29	14.36	18.61	18.07	19.28	0.004368	3.64	48.15	18.1	0.71	Déb
1	0	175.29	14.29	18.04	18.04	19.1	0.008801	4.57	38.36	18.1	1	Déb

Commentaire

On remarque que oued Sidi-Akkacha débordetout le long de son parcours, et on remarque que ce débordement est sur les deux côté droite et gauche de l'oued

Tableau.V.3.Résultat de la simulation de l'oued Mekhfi à son état naturel (voir annexe 05).

Commentaire

On remarque que oued Mekhfi déborde tout le long de son parcours, et on remarque que ce débordement est sur les deux côté droite et gauche de l'oued

Tableau.V.4.Résultat de la simulation de l'oued Sidi-Hammad à son état naturel (voir annexe 06).

Commentaire

On remarque que oued Sidi-Hammad déborde tout le long de son parcours, et on remarque que ce débordement est sur les deux côté droite et gauche de l'oued

IV.7.1 Etudes des variantes

Parmi les propositions de l'aménagement cité déjà dessus, juste quelques variantes sont souvent utilisées dans les projets d'aménagement et de protection contre les crues, dans ce qui suit on va se pencher à l'étude des variantes les plus réalisables, afin d'étudier le coté technico-économique pour pouvoir en choisir la plus adéquate pour notre projet.

Première variante : protection avec un canal trapézoïdale (à ciel ouvert) en béton armé.

Deuxième variante : protection avec un canal trapézoïdale en gabion.

IV.7.1.1 Première variante d'aménagements (recalibrage en béton de l'oued en canal trapézoïdal)

On propose comme première variante un aménagement de l'oued en un canal trapézoïdal de dimension à déterminer grâce à une simulation dans le logiciel Hec-ras, la faible pente du thalweg naturel, va nous conduises à avoir un canal de dimension importantes, sur tout son cheminement dans les limites du tronçon étudié.

IV.7.1.2 Choix des paramètres de dimensionnement

a. La pente de projet

Le choix de la pente de projet relève d'une grande importance avant de procéder au calcul hydraulique, car elle a une influence directe sur la vitesse et le régime d'écoulement, c'est-à-dire qu'il faut choisir la pente d'une façon à avoir des vitesses inférieure aux vitesses admissibles (limites d'érosion).

On constate que les pentes de terrain naturelle sont très faibles, ce qui nous contraint au reprofilage du lit d'Oued dans la plupart des endroits pour avoir des pentes acceptables pour l'écoulement, le nouveau tracé de l'oued est présenté dans les planches, pour une pente de projet prise constante le long du tracé et qui égale à (0.3%).

b. Choix de la valeur du coefficient de rugosité K_s de la formule Manning-Strickler

Comme nous options pour une section trapézoïdale en béton armé, le coefficient de rugosité, n , est de l'ordre de $0.0134(\text{s/m}^{1/3})$ alors on aura $K_S=75\text{m}^{1/3}/\text{s}$.

c.Choix de la largeur du fond

La largeur de fond est tirée à partir de levé topographique qui est égale :

-Oued sidi Akacha : 12m ;(2505.75-0).

-Oued Mekhfi : 11m (2433.75-972.234) ; 8m (952.585-453.021) ; 11m (448.229-0).

-Oued Sidi hammad : 3m(2304.989-1863.59) ; 5m (1821.53-874.894) ; 3m(835.102-410.805) ; 5m (406.076-0).

IV.7.1.3. Dimensionnement

Les caractéristiques du canal trapézoïdal sont :

Fruit de talus $m = 0.577$;(la section la plus avantageuse)

La Hauteur :

-Oued sidi Akacha : 4m ;(2505.75-0).

-Oued Mekhfi : 3.5m (2433.75-972.234) ;3m (952.585-453.021) ;3.5m (448.229-0).

-Oued Sidi hammad : 2m (2304.989-1863.59) ; 2.5m (1821.53-874.894) ; 2m(835.102-410.805) ; 2.5m (406.076-0).

Le calcul sera effectué à l'aide du logiciel de simulation HEC-RAS (version 4.0.0 March 2008).

Les résultats de calcul sont introduits dans le tableau suivant :

Tableau IV.5 : le résultat de la simulation d'Oued Akacha en canal trapézoïdal en béton armé

Profil	Débit tot (m ³ /s)	prof.fond (m)	Elév.eau x (m)	H.d'eaux (m)	Elév.criti que (m)	Elév.LE negi (m)	pente (m/m)	vitesse (m/s)	Froude	Régime Eco
2505.75	175.29	22.8	25.75	2.95	25.46	26.71	0.00122	4.34	0.86	FLUV
2467.96	175.29	22.68	25.77	3.09		26.63	0.00105	4.12	0.79	FLUV
2435.06	175.29	22.58	25.79	3.21		26.58	0.00093	3.95	0.75	FLUV
2433.75	175.29	22.59	26.06	3.47		26.43	0.00088	3.53	0.74	FLUV
2396.72	175.29	22.46	25.12	2.66	25.12	26.33	0.0017	4.87	1	CRITI
2368.73	175.29	22.38	24.91	2.53	25.04	26.26	0.00201	5.14	1.09	TOR
2341.68	175.29	22.3	24.92	2.62	24.96	26.17	0.0018	4.96	1.03	TOR
2319.19	175.29	22.23	24.76	2.53	24.89	26.11	0.00201	5.14	1.09	TOR
2290.19	175.29	22.14	24.8	2.66	24.8	26.01	0.0017	4.87	1	CRITI

2255.6	175.29	22.04	24.54	2.5	24.7	25.93	0.0021	5.22	1.11	TOR
2232.77	175.29	21.97	24.56	2.59	24.63	25.84	0.00187	5.03	1.05	TOR
2194.02	175.29	21.85	24.29	2.44	24.51	25.75	0.00227	5.37	1.15	TOR
2158.22	175.29	21.75	24.3	2.55	24.41	25.63	0.00195	5.1	1.07	TOR
2117.87	175.29	21.57	23.82	2.25	24.23	25.57	0.00293	5.85	1.3	TOR
2076.75	175.29	21.41	23.63	2.22	24.07	25.43	0.00309	5.95	1.34	TOR
2051.24	175.29	21.31	23.51	2.2	23.97	25.35	0.00316	6	1.35	TOR
2024.65	175.29	21.2	23.38	2.18	23.86	25.25	0.00325	6.05	1.37	TOR
2005.23	175.29	21.12	23.29	2.17	23.78	25.18	0.00331	6.1	1.38	TOR
1974.71	175.29	21	23.16	2.16	23.66	25.08	0.00338	6.14	1.4	TOR
1948.08	175.29	20.89	23.03	2.14	23.55	24.98	0.00346	6.18	1.41	TOR
1909.95	175.29	20.74	22.87	2.13	23.4	24.84	0.00353	6.23	1.42	TOR
1881.39	175.29	20.39	22.36	1.97	23.05	24.69	0.00451	6.76	1.6	TOR
1863.28	175.29	20.51	22.95	2.44	23.17	24.41	0.00227	5.37	1.15	TOR
1838.38	175.29	20.44	22.93	2.49	23.1	24.33	0.00211	5.23	1.11	TOR
1819.23	175.29	20.39	22.89	2.5	23.05	24.28	0.00209	5.22	1.11	TOR
1796.44	175.29	20.33	22.86	2.53	22.99	24.21	0.00202	5.15	1.09	TOR
1776.75	175.29	20.27	22.86	2.59	22.93	24.14	0.00187	5.02	1.05	TOR
1755.17	175.29	20.21	22.84	2.63	22.87	24.08	0.00177	4.92	1.02	TOR
1731.36	175.29	20.15	22.68	2.53	22.81	24.03	0.00201	5.14	1.09	TOR
1679.72	175.29	19.87	22.12	2.25	22.53	23.86	0.00292	5.84	1.3	TOR
1662.38	175.29	19.78	22	2.22	22.44	23.8	0.00309	5.96	1.34	TOR
1645.21	175.29	19.68	21.86	2.18	22.34	23.74	0.00328	6.08	1.38	TOR
1619.31	175.29	19.55	21.69	2.14	22.21	23.64	0.00347	6.19	1.41	TOR
1592.49	175.29	19	22.65	3.65	21.66	23.24	0.00061	3.41	0.61	FLUV
1570.84	175.29	19.29	21.95	2.66	21.95	23.16	0.0017	4.87	1	CRITI
1543.01	175.29	19.14	21.52	2.38	21.8	23.07	0.00247	5.52	1.2	TOR
1524.44	175.29	19.08	21.44	2.36	21.74	23.02	0.00253	5.57	1.22	TOR
1498.43	175.29	19	21.33	2.33	21.66	22.95	0.00261	5.63	1.23	TOR
1483.34	175.29	18.96	21.3	2.34	21.62	22.91	0.00261	5.62	1.23	TOR
1470.46	175.29	18.92	21.26	2.34	21.58	22.86	0.00258	5.61	1.23	TOR
1453.05	175.29	18.87	21.22	2.35	21.53	22.81	0.00257	5.59	1.22	TOR
1444.36	175.29	18.83	21.16	2.33	21.49	22.78	0.00264	5.65	1.24	TOR
1439.46	175.29	18.82	21.15	2.33	21.48	22.77	0.00264	5.65	1.24	TOR
1414.03	175.29	18.82	21.17	2.35	21.48	22.76	0.00256	5.59	1.22	TOR
1398.38	175.29	18.75	21.06	2.31	21.41	22.71	0.00271	5.7	1.26	TOR
1389.11	175.29	18.7	20.98	2.28	21.36	22.68	0.00283	5.78	1.28	TOR
1367.18	175.29	18.67	21.04	2.37	21.33	22.6	0.00247	5.52	1.2	TOR
1348.29	175.29	18.61	20.96	2.35	21.27	22.55	0.00254	5.58	1.22	TOR
1325.8	175.29	18.56	20.91	2.35	21.22	22.5	0.00254	5.58	1.22	TOR
1286.44	175.29	18.51	20.88	2.37	21.17	22.44	0.00247	5.52	1.2	TOR
1243.51	175.29	18.41	20.8	2.39	21.07	22.33	0.00243	5.49	1.19	TOR
1188.5	175.29	18.3	20.72	2.42	20.96	22.21	0.00231	5.4	1.16	TOR
1148	175.29	18.16	20.51	2.35	20.82	22.1	0.00255	5.58	1.22	TOR

1114.55	175.29	18.06	20.39	2.33	20.72	22.01	0.00262	5.63	1.24	TOR
1081.63	175.29	17.98	20.31	2.33	20.64	21.93	0.00262	5.63	1.24	TOR
1057.17	175.29	17.9	20.21	2.31	20.56	21.86	0.00269	5.68	1.25	TOR
1028.24	175.29	17.84	20.28	2.44	20.5	21.74	0.00226	5.36	1.15	TOR
1007.81	175.29	17.76	20.38	2.62	20.42	21.63	0.00179	4.95	1.03	TOR
988.675	175.29	17.71	20.36	2.65	20.37	21.58	0.00173	4.89	1.01	TOR
963.947	175.29	17.66	20.31	2.65	20.32	21.53	0.00172	4.88	1.01	TOR
932.766	175.29	17.6	20.26	2.66	20.26	21.47	0.00171	4.87	1.01	TOR
899.308	175.29	17.52	20.06	2.54	20.18	21.4	0.00199	5.13	1.08	TOR
872.091	175.29	17.42	19.85	2.43	20.08	21.32	0.00228	5.37	1.16	TOR
835.713	175.29	17.35	19.77	2.42	20.01	21.26	0.00232	5.41	1.17	TOR
805.852	175.29	17.25	19.62	2.37	19.91	21.18	0.00249	5.54	1.21	TOR
758.037	175.29	17.17	19.56	2.39	19.83	21.09	0.00242	5.49	1.19	TOR
713.173	175.29	17.04	19.4	2.36	19.7	20.98	0.00253	5.56	1.21	TOR
682.869	175.29	16.92	19.22	2.3	19.58	20.88	0.00273	5.71	1.26	TOR
661.07	175.29	16.84	19.12	2.28	19.5	20.82	0.00283	5.78	1.28	TOR
646.002	175.29	16.78	19.04	2.26	19.44	20.77	0.00289	5.82	1.29	TOR
623.081	175.29	16.74	19.78	3.04	19.4	20.68	0.0011	4.19	0.81	FLUV
598.378	175.29	16.68	19.78	3.1		20.64	0.00103	4.1	0.79	FLUV
574.258	175.29	16.61	19.79	3.18		20.6	0.00095	3.98	0.76	FLUV
560.767	175.29	16.55	19.81	3.26		20.57	0.00088	3.88	0.73	FLUV
540.257	175.29	16.51	19.8	3.29		20.55	0.00085	3.83	0.72	FLUV
525.655	175.29	16.46	19.81	3.35		20.53	0.0008	3.75	0.7	FLUV
511.889	175.29	16.42	19.82	3.4		20.51	0.00077	3.7	0.68	FLUV
493.76	175.29	16.39	19.81	3.42		20.49	0.00075	3.67	0.68	FLUV
487.299	175.29	16.34	19.82	3.48		20.48	0.00071	3.59	0.66	FLUV
459.606	175.29	16.53	19.19	2.66	19.19	20.4	0.0017	4.87	1	CRITI
439.558	175.29	16.25	18.45	2.2	18.91	20.29	0.00318	6.01	1.36	TOR
429.974	175.29	16.18	18.34	2.16	18.84	20.25	0.00335	6.12	1.39	TOR
419.746	175.29	15.88	17.87	1.99	18.54	20.16	0.00442	6.71	1.59	TOR
406.688	175.29	16.05	18.42	2.37	18.71	19.98	0.0025	5.54	1.21	TOR
392.791	175.29	16.02	18.39	2.37	18.68	19.95	0.0025	5.54	1.21	TOR
381.945	175.29	15.97	18.32	2.35	18.63	19.91	0.00257	5.59	1.22	TOR
366.527	175.29	15.95	18.34	2.39	18.61	19.87	0.00242	5.49	1.19	TOR
349.549	175.29	15.88	18.22	2.34	18.54	19.82	0.00258	5.6	1.23	TOR
332.932	175.29	15.81	18.12	2.31	18.47	19.77	0.00271	5.7	1.26	TOR
313.161	175.29	15.74	18.03	2.29	18.4	19.71	0.00278	5.74	1.27	TOR
290.523	175.29	15.65	17.91	2.26	18.31	19.64	0.0029	5.83	1.3	TOR
275.532	175.29	15.56	17.78	2.22	18.22	19.58	0.00309	5.95	1.34	TOR
264.651	175.29	15.5	17.69	2.19	18.16	19.55	0.00323	6.04	1.37	TOR
242.664	175.29	15.41	17.58	2.17	18.07	19.47	0.0033	6.09	1.38	TOR
223.919	175.29	15.35	17.52	2.17	18.01	19.41	0.0033	6.09	1.38	TOR
211.186	175.29	15.27	17.4	2.13	17.93	19.37	0.00351	6.21	1.42	TOR
189.258	175.29	15.22	17.39	2.17	17.88	19.28	0.0033	6.08	1.38	TOR

168.998	175.29	15.16	17.33	2.17	17.82	19.22	0.0033	6.08	1.38	TOR
146.732	175.29	14.97	17.05	2.08	17.63	19.12	0.00379	6.38	1.47	TOR
130.716	175.29	14.85	16.89	2.04	17.51	19.05	0.00403	6.51	1.52	TOR
119.024	175.29	14.84	16.95	2.11	17.5	18.97	0.00365	6.3	1.45	TOR
100.681	175.29	14.78	16.89	2.11	17.44	18.91	0.00365	6.3	1.45	TOR
90.537	175.29	14.6	16.61	2.01	17.26	18.85	0.00427	6.64	1.56	TOR
74.98	175.29	14.55	16.57	2.02	17.21	18.79	0.0042	6.6	1.55	TOR
57.74	175.29	14.49	16.51	2.02	17.15	18.72	0.00416	6.58	1.54	TOR
41.36	175.29	14.42	16.45	2.03	17.08	18.65	0.00415	6.57	1.54	TOR
24.152	175.29	14.36	16.39	2.03	17.02	18.58	0.0041	6.55	1.53	TOR
0	175.29	14.29	16.35	2.06	16.95	18.47	0.00391	6.44	1.49	TOR

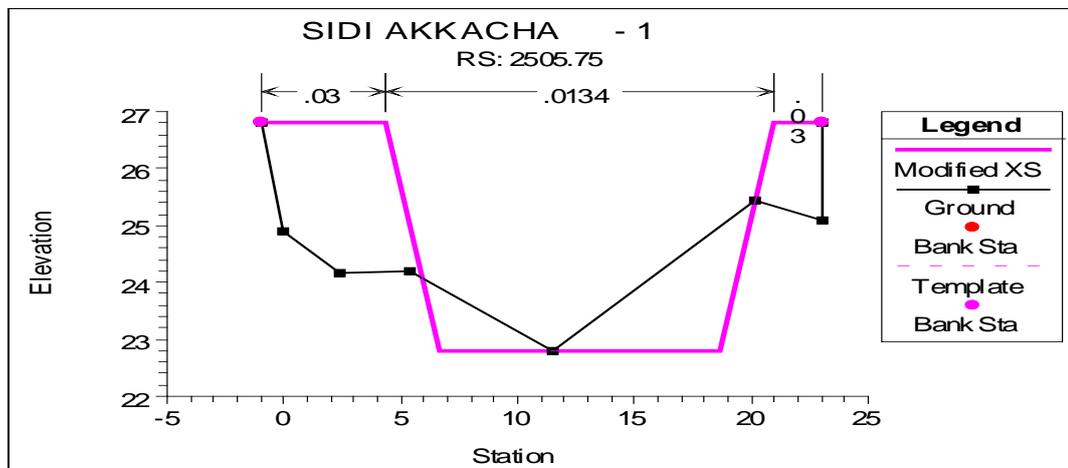


Figure IV.12 : dessin d'oued Sidi Akacha aménagé en béton armé.

Commentaire :

On constate que le régime torrentiel domine le long de notre canal, vu la pente faible du projet.

Alors qu'on remarque un régime fluvial au niveau du premier méandre (profil N°(2505.75-2433.75) ,(1592.49) et(623.081-487.299)avec création d'un ressaut hydraulique, qui n'influe pas fortement sur la stabilité du canal.

Les vitesses d'écoulement varient entre 2.69 à 6.76 (m/s), sachant que la vitesse critique

Tableau IV.6 : le résultat de la simulation d'Oued MEKHFI en canal trapézoïdal en béton armé (voir annexe 07).

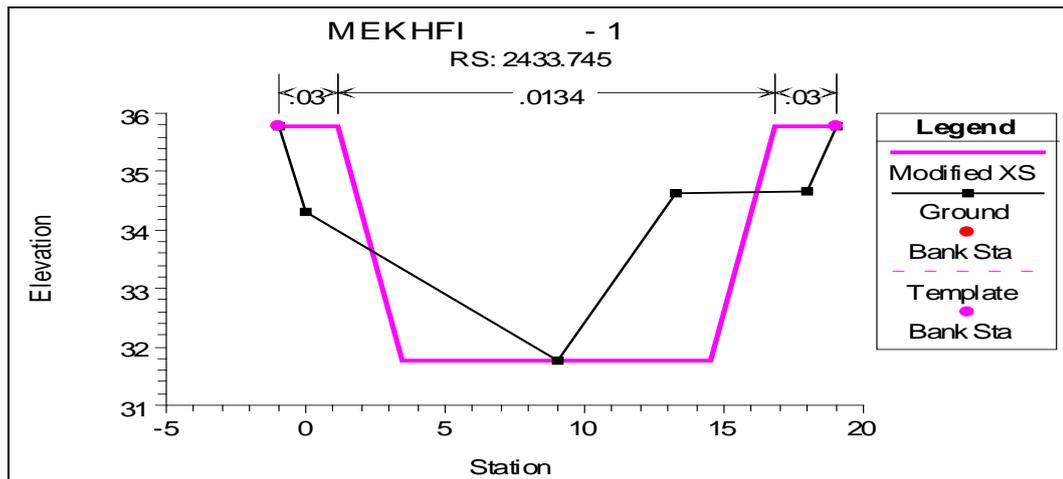


Figure IV.13 : dessin d'oued Mekhfi aménagé en béton armé.

Commentaire :

On constate que le régime torrentiel domine le long de notre canal, vu la pente faible du projet.

Alors qu'on remarque un régime fluvial au niveau du premier méandre (profil N° (1789.25-1738.05) ,(1103.59-897.954) et(1509.27-1337.65) et(298.468-0)avec création d'un ressaut hydraulique, qui n'influe pas fortement sur la stabilité du canal.

Les vitesses d'écoulement varient entre 2.35 à 6.88 (m/s), sachant que la vitesse critique d'écoulement dans un canal pareil (trapézoïdal en béton armé) est de (6 à 10 m/s).

Tableau IV.7 : le résultat de la simulation d'Oued SIDI HAMMAD en canal trapézoïdal en béton armé (voir annexe 08).

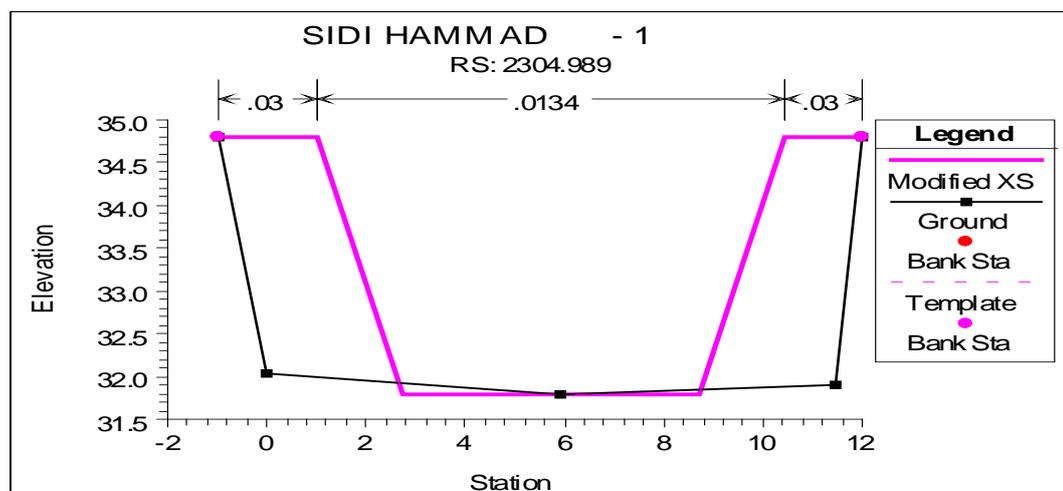


Figure IV.14 : dessin d'oued Sidi Hammad aménagé en béton armé.

Commentaire :

On constate que le régime torrentiel domine le long de notre canal, vu la pente faible du projet.

Alors qu'on remarque un régime fluvial au niveau du premier méandre (profil N° (1122.87-874.894) ,(332.95-0) avec création d'un ressaut hydraulique, qui n'influe pas fortement sur la stabilité du canal.

Les vitesses d'écoulement varient entre 1.97 à 5.96 (m/s), sachant que la vitesse critique d'écoulement dans un canal pareil (trapézoïdal en béton armé) est de (6 à 10m/s).

IV.7.1.4. Deuxième variante d'aménagements

On propose comme un deuxième aménagement de protection par un canal trapézoïdal en gabion pour protéger la zone d'équipements (habita, équipements) assez proche de l'oued, située en rive droite contre le débordement certain de l'oued en cet endroit.

a-Utilisations du gabion

Les gabions servent à la construction d'ouvrages efficaces et relativement peu coûteux pour la descente et la retenue des eaux. En agriculture, ils servent notamment à aménager :

- des chutes le long de cours d'eau et près de ponceaux pour adoucir les pentes abruptes et protéger contre l'érosion
- des chutes pour déverser des voies d'eau dans les fossés collecteurs.

Parmi les autres utilisations toutefois moins courantes qu'en agriculture, notons la protection des berges des cours d'eau et l'édification des murs de soutènement pour protéger contre l'érosion les flancs de coteaux.

A la prochaine crue, les gabions amont seront protégés et les gabions aval seront emportés, donc, certains gabions en fonction de leur position et de leur taille ont un rôle structurant pour l'ensemble des classes de taille permettant que s'organise une armature de surface, appelée pavage.

b- Avantages du gabion

On peut se procurer des gabions de tailles différentes pour qu'ils conviennent parfaitement à la dénivellation quelles que soient les dimensions de la chute.

- 1) Les gabions coûtent peu surtout si des pierres de champs sont disponibles.
- 2) Ils sont moins coûteux que les déversoirs en roche, surtout si les pierres doivent être apportées par camion

- 2) Ils sont faciles à transporter, à assembler et à installer.
- 3) Les gabions ont pour effet de réduire les dénivelées du canal, ce qui favorise le dépôt du sol et la croissance du couvert végétal.
- 4) Ils sont flexibles et permettent donc à l'ouvrage de se contracter et de se détendre avec le gel et le dégel sans pour autant l'endommager.
- 5) Ils nécessitent peu d'entretien et peuvent demeurer en place comme n'importe quel ouvrage permanent.

c-Inconvénients du gabion

- 1) Les pierres à gabion (75 à 125 mm) peuvent être difficiles à obtenir dans certaines carrières.
- 2) Le grillage du gabion n'est pas disponible partout et peut se détériorer après quelques années.
- 3) L'utilisation de gabions se limite aux zones où l'écoulement est intermittent et où le drainage n'est pas très important.

d-Choix de la valeur du coefficient de rugosité K_s de la formule Manning-Strickler

Nous allons utiliser la formule de Manning-Strickler pour déterminer coefficient de rugosité n $K_s=1/n$, et pour le coefficient des grains K_s nous utilisons la formule :

$$K_s = 21/d_{50}^{1/6}$$

Tableau IV.8 : les dimensions et la vitesse admissible pour les gabions.

Type	Thickness (m)	Filling Stones (mm)		* Critical velocity (m/s)	* Limit velocity (m/s)
		stone size	d_{50}		
Reno Mattress	0.15 - 0.17	70 - 100	85	3.5	4.2
		70 - 150	110	4.2	4.5
	0.23 - 0.25	70 - 100	85	3.6	5.5
		70 - 150	120	4.5	6.1
	0.30	70 - 120	100	4.2	5.5
		100 - 150	125	5.0	6.4
Gabions	0.50	100 - 200	150	5.8	7.6
		120 - 250	190	6.4	8.0

D.B.Simms, Reno, 1983

Critical velocity : la vitesse critique en m/s.

Limite velocity : la vitesse admissible en m/s.

Donc d'après le tableau nous allons utiliser les gabions de 100-200 mm de diamètre ($d_{50}=150\text{mm}$).

Comme nous optons pour une section trapézoïdale en gabion, le coefficient de rugosité n , est de l'ordre de $0.035 \text{ (s/m}^{1/3}\text{)}$, alors on aura $K_S=30\text{m}^{1/3}/\text{s}$.

e-Choix de la largeur du fond

La largeur de fond est tirée à partir de levé topographique qui est égale :

-Oued sidi Akacha : 14m ;(2505.75-0).

-Oued Mekhfi : 13m (2433.75-972.234) ;10m (952.585-453.021) ; 13m (448.229-0).

-Oued Sidi hammad : 4m (2304.989-1863.59) ; 6m (1821.53-874.894) ; 4m (835.102-410.805) ; 6m (406.076-0).

IV.7.1.5.Dimensionnement

Les caractéristiques du canal trapézoïdal sont :

Fruit de talus $m = 0.577$;(la section la plus avantageuse)

La Hauteur :

-Oued sidi Akacha : 4m ;(2505.75-0).

-Oued Mekhfi : 3.5m (2433.75-972.234) ;3m (952.585-453.021) ;3.5m (448.229-0).

-Oued Sidi hammad : 2m (2304.989-1863.59) ; 2m (1821.53-874.894) ; 2m (835.102-410.805) ; 3m (406.076-0).

Le calcul sera effectué à l'aide du logiciel de simulation HEC-RAS (version 4.0.0 March 2008).

Les résultats de calcul sont introduits dans le tableau suivant :

Tableau. IV.9.les résultat de la simulation d'oued Sidi Akacha en canal trapézoïdal en gabion

Profil	Débit tot (m3/s)	prof.fond (m)	Elév.eaux (m)	H.d'eaux (m)	Elév .critique (m)	Elév .L.Enegi (m)	penne (m/m)	vitesse (m/s)	Froude	Régime Eco
2505.75	175.29	22.8	26.3	3.5		26.74	0.003001	2.94	0.53	FLUV
2467.961	175.29	22.68	26.19	3.51		26.63	0.00298	2.94	0.53	FLUV
2435.062	175.29	22.58	26.09	3.51		26.53	0.002974	2.94	0.53	FLUV
2433.745	175.29	22.59	26.16	3.57		26.4	0.002257	2.91	0.54	FLUV
2396.722	175.29	22.46	25.83	3.37		26.31	0.003401	3.07	0.56	FLUV
2368.726	175.29	22.38	25.72	3.34		26.21	0.003477	3.1	0.57	FLUV
2341.682	175.29	22.3	25.62	3.32		26.12	0.003551	3.12	0.58	FLUV
2319.194	175.29	22.23	25.54	3.31		26.04	0.003603	3.13	0.58	FLUV
2290.193	175.29	22.14	25.42	3.28		25.93	0.003687	3.16	0.59	FLUV
2255.598	175.29	22.04	25.28	3.24		25.8	0.003856	3.21	0.6	FLUV
2232.77	175.29	21.97	25.18	3.21		25.72	0.00397	3.24	0.61	FLUV
2194.02	175.29	21.85	25	3.15		25.56	0.00423	3.31	0.63	FLUV
2158.223	175.29	21.75	24.79	3.04		25.39	0.004758	3.45	0.66	FLUV
2117.868	175.29	21.57	24.81	3.24		25.34	0.00384	3.2	0.6	FLUV
2076.747	175.29	21.41	24.66	3.25		25.18	0.00383	3.2	0.6	FLUV
2051.236	175.29	21.31	24.56	3.25		25.08	0.00382	3.2	0.6	FLUV
2024.647	175.29	21.2	24.46	3.26		24.98	0.003784	3.19	0.59	FLUV
2005.234	175.29	21.12	24.39	3.27		24.9	0.003757	3.18	0.59	FLUV
1974.713	175.29	21	24.27	3.27		24.78	0.003736	3.17	0.59	FLUV
1948.08	175.29	20.89	24.17	3.28		24.68	0.003686	3.16	0.59	FLUV
1909.946	175.29	20.74	24.04	3.3		24.54	0.00364	3.15	0.58	FLUV
1881.39	175.29	20.39	24.02	3.63		24.42	0.002671	2.83	0.5	FLUV
1863.281	175.29	20.51	23.88	3.37		24.36	0.003383	3.07	0.56	FLUV
1838.38	175.29	20.44	23.79	3.35		24.28	0.003453	3.09	0.57	FLUV
1819.229	175.29	20.39	23.72	3.33		24.21	0.003534	3.11	0.57	FLUV
1796.442	175.29	20.33	23.63	3.3		24.13	0.003643	3.15	0.58	FLUV
1776.754	175.29	20.27	23.55	3.28		24.06	0.003709	3.17	0.59	FLUV
1755.167	175.29	20.21	23.46	3.25		23.98	0.003826	3.2	0.6	FLUV
1731.359	175.29	20.15	23.35	3.2		23.89	0.004027	3.26	0.61	FLUV
1679.72	175.29	19.87	23.18	3.31		23.68	0.003603	3.13	0.58	FLUV
1662.378	175.29	19.78	23.12	3.34		23.61	0.003474	3.1	0.57	FLUV
1645.213	175.29	19.68	23.08	3.4		23.55	0.003298	3.04	0.56	FLUV
1619.313	175.29	19.55	23.01	3.46		23.46	0.003116	2.98	0.54	FLUV
1592.485	175.29	19.05	23.03	3.98		23.35	0.002048	2.51	0.44	FLUV
1570.84	175.29	19.29	22.87	3.58		23.29	0.002773	2.87	0.51	FLUV
1543.01	175.29	19.14	22.82	3.68		23.21	0.002552	2.78	0.49	FLUV
1524.438	175.29	19.08	22.77	3.69		23.16	0.002519	2.77	0.49	FLUV
1498.425	175.29	19	22.71	3.71		23.1	0.002482	2.76	0.48	FLUV
1483.343	175.29	18.96	22.67	3.71		23.06	0.002477	2.76	0.48	FLUV
1470.457	175.29	18.92	22.64	3.72		23.02	0.002458	2.75	0.48	FLUV
1453.05	175.29	18.87	22.6	3.73		22.98	0.002442	2.74	0.48	FLUV
1444.356	175.29	18.83	22.58	3.75		22.96	0.002397	2.73	0.48	FLUV
1439.455	175.29	18.82	22.57	3.75		22.94	0.002359	2.72	0.48	FLUV
1414.033	175.29	18.82	22.48	3.66		22.88	0.002587	2.8	0.49	FLUV
1398.379	175.29	18.75	22.45	3.7		22.84	0.002505	2.77	0.49	FLUV
1389.114	175.29	18.7	22.43	3.73		22.81	0.002435	2.74	0.48	FLUV
1367.178	175.29	18.67	22.37	3.7		22.76	0.002501	2.77	0.49	FLUV

1348.288	175.29	18.61	22.32	3.71		22.71	0.002469	2.75	0.48	FLUV
1325.799	175.29	18.56	22.27	3.71		22.65	0.002485	2.76	0.49	FLUV
1286.442	175.29	18.51	22.15	3.64		22.55	0.002639	2.82	0.5	FLUV
1243.512	175.29	18.41	22.03	3.62		22.44	0.002686	2.83	0.5	FLUV
1188.496	175.29	18.3	21.86	3.56		22.29	0.002828	2.88	0.52	FLUV
1147.997	175.29	18.16	21.76	3.6		22.17	0.002744	2.85	0.51	FLUV
1114.552	175.29	18.06	21.66	3.6		22.08	0.002722	2.85	0.51	FLUV
1081.63	175.29	17.98	21.57	3.59		21.99	0.002754	2.86	0.51	FLUV
1057.173	175.29	17.9	21.51	3.61		21.92	0.002717	2.85	0.51	FLUV
1028.243	175.29	17.84	21.42	3.58		21.84	0.00278	2.87	0.51	FLUV
1007.814	175.29	17.76	21.37	3.61		21.78	0.002712	2.84	0.51	FLUV
988.675	175.29	17.71	21.32	3.61		21.73	0.002719	2.85	0.51	FLUV
963.947	175.29	17.66	21.24	3.58		21.66	0.002778	2.87	0.51	FLUV
932.766	175.29	17.6	21.14	3.54		21.57	0.002875	2.9	0.52	FLUV
899.308	175.29	17.52	21.04	3.52		21.48	0.002932	2.92	0.53	FLUV
872.091	175.29	17.42	20.98	3.56		21.41	0.002074	2.88	0.52	FLUV
835.713	175.29	17.35	20.89	3.54		21.32	0.002899	2.91	0.52	FLUV
805.852	175.29	17.25	20.8	3.55		21.23	0.002855	2.89	0.52	FLUV
758.037	175.29	17.17	20.63	3.46		21.09	0.003097	2.98	0.54	FLUV
713.173	175.29	17.04	20.49	3.45		20.95	0.003136	2.99	0.54	FLUV
682.869	175.29	16.92	20.41	3.49		20.85	0.003039	2.96	0.53	FLUV
661.07	175.29	16.84	20.34	3.5		20.78	0.002992	2.94	0.53	FLUV
646.002	175.29	16.78	20.3	3.52		20.73	0.002943	2.92	0.53	FLUV
623.081	175.29	16.74	20.22	3.48		20.67	0.003051	2.96	0.54	FLUV
598.378	175.29	16.68	20.14	3.46		20.59	0.003114	2.98	0.54	FLUV
574.258	175.29	16.61	20.06	3.45		20.52	0.003136	2.99	0.54	FLUV
560.767	175.29	16.55	20.02	3.47		20.47	0.003074	2.97	0.54	FLUV
540.257	175.29	16.51	19.95	3.44		20.41	0.00317	3	0.55	FLUV
525.655	175.29	16.46	19.9	3.44		20.36	0.003158	3	0.54	FLUV
511.889	175.29	16.42	19.86	3.44		20.32	0.003172	3	0.55	FLUV
493.76	175.29	16.39	19.79	3.4		20.26	0.003291	3.04	0.56	FLUV
487.299	175.29	16.34	19.78	3.44		20.24	0.003177	3	0.55	FLUV
459.606	175.29	16.53	19.43	2.9		20.1	0.005506	3.62	0.71	FLUV
439.558	175.29	16.25	19.42	3.17		19.97	0.004142	3.29	0.62	FLUV
429.974	175.29	16.18	19.39	3.21		19.93	0.003966	3.24	0.61	FLUV
419.746	175.29	15.88	19.43	3.55		19.86	0.002858	2.9	0.52	FLUV
406.688	175.29	16.05	19.28	3.23		19.8	0.003911	3.22	0.6	FLUV
392.791	175.29	16.02	19.21	3.19		19.75	0.004072	3.27	0.62	FLUV
381.945	175.29	15.97	19.16	3.19		19.7	0.004046	3.26	0.61	FLUV
366.527	175.29	15.95	19.06	3.11		19.64	0.00439	3.35	0.64	FLUV
349.549	175.29	15.88	18.99	3.11		19.56	0.004425	3.36	0.64	FLUV
332.932	175.29	15.81	18.91	3.1		19.49	0.004453	3.37	0.64	FLUV
313.161	175.29	15.74	18.81	3.07		19.4	0.004596	3.41	0.65	FLUV
290.523	175.29	15.65	18.7	3.05		19.3	0.004754	3.43	0.66	FLUV
275.532	175.29	15.56	18.63	3.07		19.22	0.004572	3.4	0.65	FLUV
264.651	175.29	15.5	18.6	3.1		19.18	0.003281	3.37	0.64	FLUV
242.664	175.29	15.41	18.51	3.1		19.09	0.004436	3.36	0.64	FLUV
223.919	175.29	15.35	18.41	3.06		19.01	0.004632	3.41	0.65	FLUV
211.186	175.29	15.27	18.36	3.09		18.94	0.004481	3.38	0.64	FLUV

189.258	175.29	15.22	18.21	2.99		18.84	0.005009	3.51	0.68	FLUV
168.998	175.29	15.16	18.05	2.89		18.72	0.005616	3.64	0.72	FLUV
146.732	175.29	14.97	17.97	3		18.59	0.004974	3.5	0.68	FLUV
130.716	175.29	14.85	17.91	3.06		18.5	0.004651	3.42	0.66	FLUV
119.024	175.29	14.84	17.8	2.96		18.44	0.005152	3.54	0.69	FLUV
100.681	175.29	14.78	17.66	2.88		18.34	0.005675	3.66	0.72	FLUV
90.537	175.29	14.6	17.67	3.07		18.26	0.004607	3.41	0.65	FLUV
74.98	175.29	14.55	17.58	3.03		18.19	0.004788	3.45	0.67	FLUV
57.74	175.29	14.49	17.48	2.99		18.11	0.005013	3.51	0.68	FLUV
41.36	175.29	14.42	17.39	2.97		18.02	0.005139	3.54	0.69	FLUV
24.152	175.29	14.36	17.26	2.9	16.69	17.93	0.005562	3.63	0.71	FLUV
0	175.29	14.29	16.61	2.32	16.61	17.7	0.011378	4.62	1.01	TOR

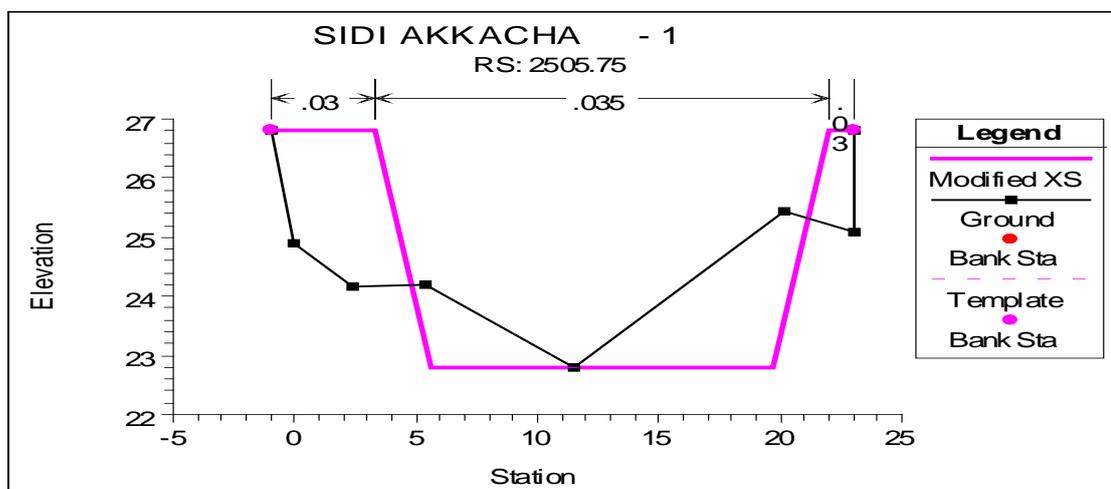


Figure IV.15 : dessin d'oued Sidi Akacha aménagé en Gabion.

Tableau. V.10. Simulation d'oued Mekhfi en canal trapézoïdal en gabion (voir annexe 09).

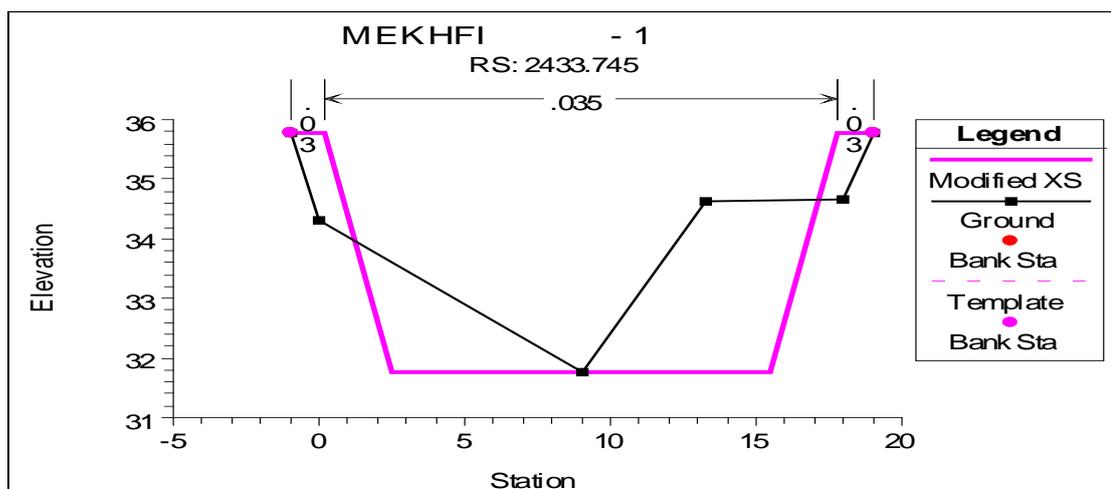


Figure IV.16 : dessin d'oued Mekhfi aménagé en Gabion.

Tableau. IV.11. les résultat de la simulation d'oued Sidi Hammad en canal trapézoïdal en gabion (voir annexe 10).

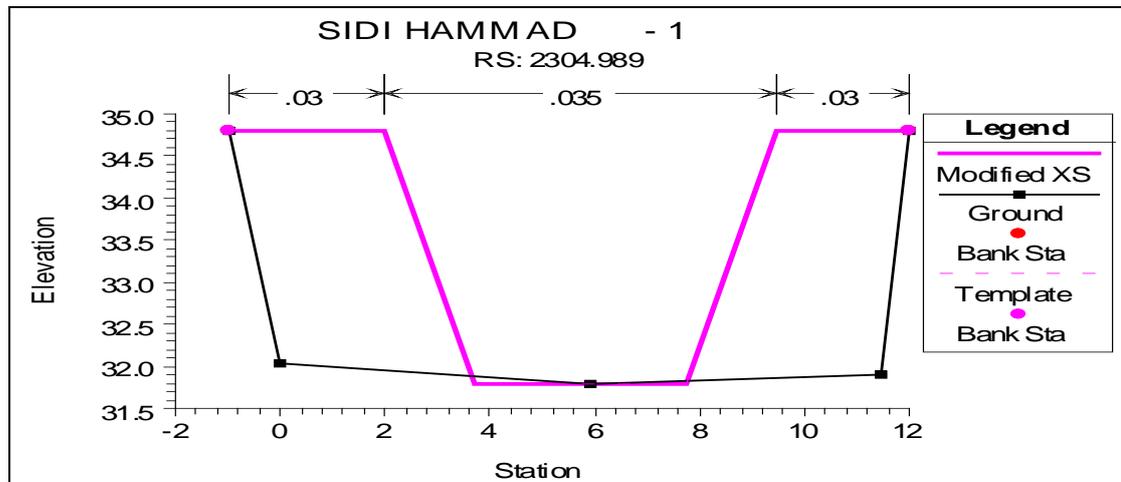


Figure IV.17 : dessin d'oued Sidi Hammad aménagé en Gabion.

IV.7.1.6. Vérification des vitesses d'écoulement

La vitesse d'écoulement:

-Sidi Akacha varie entre 2.18 et 4.62 m/s, Mekhfi varie entre 2.19 et 3.29 m/s et Sidi Hammad varie entre 1.27 et 3.31 m/s toujours inférieur à la vitesse admissible pour le gabion (5,8-7,6 m/s),

Tableau IV.12 : Vitesse admissible de l'érosion des parois

Sol ou revêtement	Vitesse admissible
Maçonnerie (avec h = 0.5 – 1.5 m)	7,4-10
Gabions	5,8-7,6
Béton (avec h = 0.5 – 2.5 m)	14-20

IV.7.1.7. Choix de la variante

Dans notre choix on va tenir compte de :

- La vitesse minimale pour éviter l'érosion des berges.
- La profondeur minimale à l'aval pour minimiser les déblais
- un régime fluvial ou proche de ce dernier.
- un nombre de Froude inférieur à 2.5 pour éviter les ouvrages d'amortissements.

D'après ces critères les variantes la plus adéquate est la deuxième.

CONCLUSION

En général, l'aménagement d'un oued exige une mobilisation de moyens (matériels, humains) pour éviter les périodes d'étiage de plusieurs années, donc pour cela nous choisissons le gabion

CHAPITRE V :
ESTIMATION
QUANTITATIVE ET
FINANCIÈRE DU
SYSTÈME DE

Introduction

Estimation quantitative et financière du système a pour but de déterminer le cout de projet nécessaire de ce travail.

Dans ce chapitre nous allons faire une comparaison quantitative et financière entre les deux variantes précédentes (chapitre 5).

V.1.Détermination des différents volumes

V.1.1. Volume des déblais des tranchées

Le volume de déblai « V_d » sera calculée par l’outil informatique (logiciels Auto-cad et covadis), le principe est d’introduire la forme de canal, cette dernière se glisse suivant le profil en long de projet de l’amont jusqu’à l’aval.

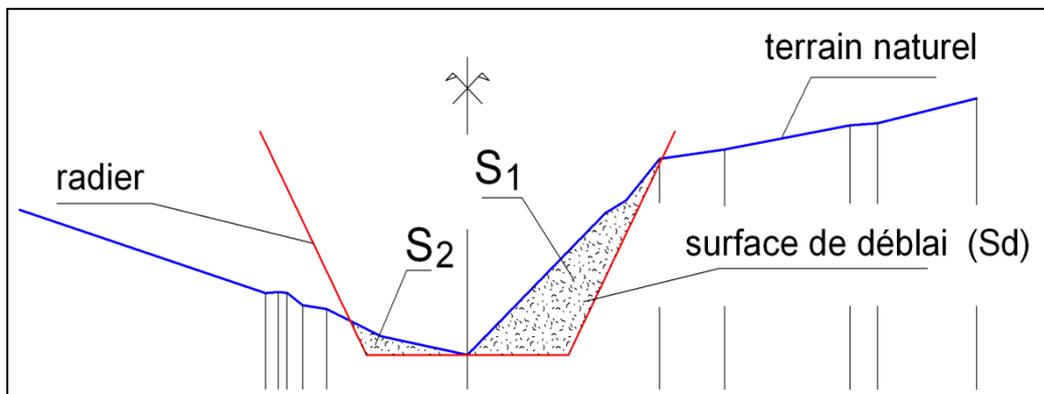


Figure V.1 : calcul de déblai

Le volume de déblai est :

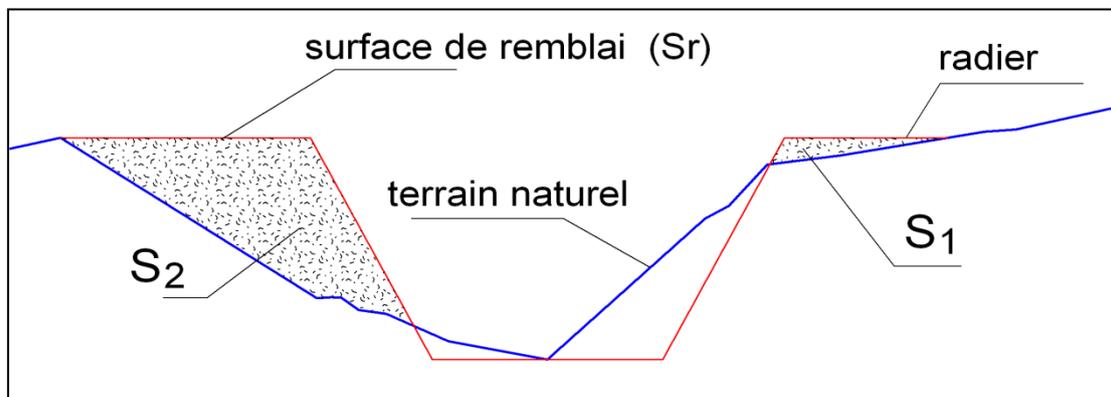
$$V_d = [S_1 + S_2] \times L \dots\dots\dots(V.1)$$

V_d : volume de déblai en m^3 .

L : Longueur totale de la tranchée en (m).

V.1.2. Volume des remblais des tranchées

C’est le même principe pour calculer le volume de déblai « V_r ».



FigureV.2 : calcul de remblai

Le volume de remblai est : $V_r = [S_1 + S_2] \times l \dots\dots\dots(V.2)$

V_r : volume remblai en m^3 .

l : Longueur totale de la tranchée en (m).

V.2.Travaux de terrassement (Première variante)

Après avoir calculer les dimensions du canal à projeter le logiciel Hec-ras nous permet d'avoir les volumes du terrassement qui sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau. V.1.Estimation Travaux de terrassement (oued Akacha)

	Nom de l'oued	N° de oued	Les sections	Volume des déblais	Volume des remblais
1	oued Sidi Akacha	1	2505.75 to 2467.961	700	449
2	oued Sidi Akacha	1	2467.961 to 2435.062	834	251
3	oued Sidi Akacha	1	2435.062 to 2433.745	814	518
4	oued Sidi Akacha	1	2433.745 to 2396.722	565	460
5	oued Sidi Akacha	1	2396.722 to 2368.726	587	241
6	oued Sidi Akacha	1	2368.726 to 2341.682	564	274
7	oued Sidi Akacha	1	2341.682 to 2319.194	372	281
8	oued Sidi Akacha	1	2319.194 to 2290.193	483	327
9	oued Sidi Akacha	1	2290.193 to 2255.598	663	331
10	oued Sidi Akacha	1	2255.598 to 2232.77	534	215
11	oued Sidi Akacha	1	2232.77 to 2194.02	814	423
12	oued Sidi Akacha	1	2194.02 to 2158.223	424	525
13	oued Sidi Akacha	1	2158.223 to 2117.868	65	107
14	oued Sidi Akacha	1	2117.868 to 2076.747	386	606
15	oued Sidi Akacha	1	2076.747 to 2051.236	214	434
16	oued Sidi Akacha	1	2051.236 to 2024.647	263	406
17	oued Sidi Akacha	1	2024.647 to 2005.234	212	273
18	oued Sidi Akacha	1	2005.234 to 1974.713	317	495
19	oued Sidi Akacha	1	1974.713 to 1948.08	365	364
20	oued Sidi Akacha	1	1948.08 to 1909.946	617	414
21	oued Sidi Akacha	1	1909.946 to 1881.39	451	302
22	oued Sidi Akacha	1	1881.39 to 1863.281	348	189
23	oued Sidi Akacha	1	1863.281 to 1838.38	615	257
24	oued Sidi Akacha	1	1838.38 to 1819.229	471	187
25	oued Sidi Akacha	1	1819.229 to 1796.442	406	241
26	oued Sidi Akacha	1	1796.442 to 1776.754	289	239
27	oued Sidi Akacha	1	1776.754 to 1755.167	306	284
28	oued Sidi Akacha	1	1755.167 to 1731.359	346	308
29	oued Sidi Akacha	1	1731.359 to 1679.72	1027	597
30	oued Sidi Akacha	1	1679.72 to 1662.378	297	214
31	oued Sidi Akacha	1	1662.378 to 1645.213	208	236
32	oued Sidi Akacha	1	1645.213 to 1619.313	466	291
33	oued Sidi Akacha	1	1619.313 to 1592.485	731	148
34	oued Sidi Akacha	1	1592.485 to 1570.84	583	76
35	oued Sidi Akacha	1	1570.84 to 1543.01	570	112
36	oued Sidi Akacha	1	1543.01 to 1524.438	391	57
37	oued Sidi Akacha	1	1524.438 to 1498.425	612	113
38	oued Sidi Akacha	1	1498.425 to 1483.343	429	67

39	oued Sidi Akacha	1	1483.343 to 1470.457	436	52
40	oued Sidi Akacha	1	1470.457 to 1453.05	607	80
41	oued Sidi Akacha	1	1453.05 to 1444.356	292	38
42	oued Sidi Akacha	1	1444.356 to 1439.455	165	10
43	oued Sidi Akacha	1	1439.455 to 1414.033	895	2
44	oued Sidi Akacha	1	1414.033 to 1398.379	362	101
45	oued Sidi Akacha	1	1398.379 to 1389.114	120	109
46	oued Sidi Akacha	1	1389.114 to 1367.178	290	251
47	oued Sidi Akacha	1	1367.178 to 1348.288	335	193
48	oued Sidi Akacha	1	1348.288 to 1325.799	493	236
49	oued Sidi Akacha	1	1325.799 to 1286.442	816	466
50	oued Sidi Akacha	1	1286.442 to 1243.512	789	419
51	oued Sidi Akacha	1	1243.512 to 1188.496	873	610
52	oued Sidi Akacha	1	1188.496 to 1147.997	655	560
53	oued Sidi Akacha	1	1147.997 to 1114.552	537	364
54	oued Sidi Akacha	1	1114.552 to 1081.63	646	268
55	oued Sidi Akacha	1	1081.63 to 1057.173	519	222
56	oued Sidi Akacha	1	1057.173 to 1028.243	475	357
57	oued Sidi Akacha	1	1028.243 to 1007.814	265	297
58	oued Sidi Akacha	1	1007.814 to 988.675	247	287
59	oued Sidi Akacha	1	988.675 to 963.947	298	379
60	oued Sidi Akacha	1	963.947 to 932.766	238	680
61	oued Sidi Akacha	1	932.766 to 899.308	436	685
62	oued Sidi Akacha	1	899.308 to 872.091	571	509
63	oued Sidi Akacha	1	872.091 to 835.713	519	769
64	oued Sidi Akacha	1	835.713 to 805.852	266	472
65	oued Sidi Akacha	1	805.852 to 758.037	566	646
66	oued Sidi Akacha	1	758.037 to 713.173	650	544
67	oued Sidi Akacha	1	713.173 to 682.869	458	402
68	oued Sidi Akacha	1	682.869 to 661.07	337	321
69	oued Sidi Akacha	1	661.07 to 646.002	262	183
70	oued Sidi Akacha	1	646.002 to 623.081	421	233
71	oued Sidi Akacha	1	623.081 to 598.378	397	261
72	oued Sidi Akacha	1	598.378 to 574.258	411	308
73	oued Sidi Akacha	1	574.258 to 560.767	232	171
74	oued Sidi Akacha	1	560.767 to 540.257	393	194
75	oued Sidi Akacha	1	540.257 to 525.655	353	141
76	oued Sidi Akacha	1	525.655 to 511.889	350	140
77	oued Sidi Akacha	1	511.889 to 493.76	436	173
78	oued Sidi Akacha	1	493.76 to 487.299	151	55
79	oued Sidi Akacha	1	487.299 to 459.606	593	285
80	oued Sidi Akacha	1	459.606 to 439.558	351	212
81	oued Sidi Akacha	1	439.558 to 429.974	163	98
82	oued Sidi Akacha	1	429.974 to 419.746	199	117
83	oued Sidi Akacha	1	419.746 to 406.688	267	132
84	oued Sidi Akacha	1	406.688 to 392.791	293	118
85	oued Sidi Akacha	1	392.791 to 381.945	240	74
86	oued Sidi Akacha	1	381.945 to 366.527	474	49
87	oued Sidi Akacha	1	366.527 to 349.549	707	0
88	oued Sidi Akacha	1	349.549 to 332.932	681	2

89	oued Sidi Akacha	1	332.932 to 313.161	785	4
90	oued Sidi Akacha	1	313.161 to 290.523	701	3
91	oued Sidi Akacha	1	290.523 to 275.532	329	1
92	oued Sidi Akacha	1	275.532 to 264.651	252	9
93	oued Sidi Akacha	1	264.651 to 242.664	512	56
94	oued Sidi Akacha	1	242.664 to 223.919	361	81
95	oued Sidi Akacha	1	223.919 to 211.186	204	55
96	oued Sidi Akacha	1	211.186 to 189.258	339	79
97	oued Sidi Akacha	1	189.258 to 168.998	328	82
98	oued Sidi Akacha	1	168.998 to 146.732	477	86
99	oued Sidi Akacha	1	146.732 to 130.716	435	45
100	oued Sidi Akacha	1	130.716 to 119.024	272	42
101	oued Sidi Akacha	1	119.024 to 100.681	294	107
102	oued Sidi Akacha	1	100.681 to 90.537	196	43
103	oued Sidi Akacha	1	90.537 to 74.98	365	24
104	oued Sidi Akacha	1	74.98 to 57.74	384	43
105	oued Sidi Akacha	1	57.74 to 41.36	354	63
106	oued Sidi Akacha	1	41.36 to 24.152	332	78
107	oued Sidi Akacha	1	24.152 to 0	422	119

Tableau. V.2. Estimation Travaux de terrassement (oued Mekhfi) Voir annexe 11.

Tableau. V.3. Estimation Travaux de terrassement (oued Sidi Hammad) Voir annexe 12.

Tableau. V.4. Volume total des travaux (déblais, remblais).

Oued	Sidi akkacha	Mekhfi	Sidi Hammad
Déblais (m ³)	47211	32590	36838
Remblais (m ³)	25607	24117	3779
VOL NET (m ³)	21604	8473	33059

V. 2.1 Travaux de génie civil

Une estimation du devis de notre projet nécessite une estimation des travaux de génie civil, à partir des dimensions de notre canal pour chaque section on a pu avoir le volume du béton armé de notre projet :

$$\text{VOL béton armé} = (13406 + 12412 + 5878) \text{ M}^3.$$

V.2.2 Devis de la première variante

A partir des volumes des travaux on peut conclure un devis estimative pour la première variante :

Tableau. V.5. Devis de la première variante

Désignation	Travaux	Unité	Quantité	Prix	Montant (DA)
-------------	---------	-------	----------	------	--------------

	Aménagements			Unitaire (DA)	
Terrassement Canal	Déblais	M ³	63136	900.00	56822400.00
	Béton Armé	M ³	31696	32000.00	1014272000.00
	Le montant total				

Arrêtée la présente facture a la somme de Un milliard Soixante-onze million Quatre vingt quatorze mille quatre cent dinars.

V.3 Travaux de terrassement (Deuxième variante).

Après avoir calculer les dimensions du canal à projeter le logiciel Hec-ras nous permet d'avoir les volumes du terrassement qui sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau. V.6. Estimation Travaux de terrassement (oued Sidi Akacha)

	Nom de l'oued	N° de oued	Les sections	Volume des déblais	Volume des remblais
1	oued Sidi Akacha	1	2505.75 to 2467.961	894	341
2	oued Sidi Akacha	1	2467.961 to 2435.062	1035	189
3	oued Sidi Akacha	1	2435.062 to 2433.745	1011	374
4	oued Sidi Akacha	1	2433.745 to 2396.722	730	328
5	oued Sidi Akacha	1	2396.722 to 2368.726	744	175
6	oued Sidi Akacha	1	2368.726 to 2341.682	706	200
7	oued Sidi Akacha	1	2341.682 to 2319.194	473	202
8	oued Sidi Akacha	1	2319.194 to 2290.193	617	229
9	oued Sidi Akacha	1	2290.193 to 2255.598	845	236
10	oued Sidi Akacha	1	2255.598 to 2232.77	659	158
11	oued Sidi Akacha	1	2232.77 to 2194.02	1002	302
12	oued Sidi Akacha	1	2194.02 to 2158.223	553	368
13	oued Sidi Akacha	1	2158.223 to 2117.868	88	74
14	oued Sidi Akacha	1	2117.868 to 2076.747	532	422
15	oued Sidi Akacha	1	2076.747 to 2051.236	294	310
16	oued Sidi Akacha	1	2051.236 to 2024.647	357	287
17	oued Sidi Akacha	1	2024.647 to 2005.234	287	193
18	oued Sidi Akacha	1	2005.234 to 1974.713	421	355
19	oued Sidi Akacha	1	1974.713 to 1948.08	471	257
20	oued Sidi Akacha	1	1948.08 to 1909.946	809	300
21	oued Sidi Akacha	1	1909.946 to 1881.39	598	220
22	oued Sidi Akacha	1	1881.39 to 1863.281	439	135
23	oued Sidi Akacha	1	1863.281 to 1838.38	746	188
24	oued Sidi Akacha	1	1838.38 to 1819.229	571	134
25	oued Sidi Akacha	1	1819.229 to 1796.442	514	166
26	oued Sidi Akacha	1	1796.442 to 1776.754	376	169
27	oued Sidi Akacha	1	1776.754 to 1755.167	397	202
28	oued Sidi Akacha	1	1755.167 to 1731.359	453	224
29	oued Sidi Akacha	1	1731.359 to 1679.72	1277	435
30	oued Sidi Akacha	1	1679.72 to 1662.378	370	148
31	oued Sidi Akacha	1	1662.378 to 1645.213	272	163

32	oued Sidi Akacha	1	1645.213 to 1619.313	586	204
33	oued Sidi Akacha	1	1619.313 to 1592.485	909	98
34	oued Sidi Akacha	1	1592.485 to 1570.84	734	44
35	oued Sidi Akacha	1	1570.84 to 1543.01	753	72
36	oued Sidi Akacha	1	1543.01 to 1524.438	521	38
37	oued Sidi Akacha	1	1524.438 to 1498.425	779	72
38	oued Sidi Akacha	1	1498.425 to 1483.343	528	46
39	oued Sidi Akacha	1	1483.343 to 1470.457	526	38
40	oued Sidi Akacha	1	1470.457 to 1453.05	725	59
41	oued Sidi Akacha	1	1453.05 to 1444.356	351	28
42	oued Sidi Akacha	1	1444.356 to 1439.455	201	7
43	oued Sidi Akacha	1	1439.455 to 1414.033	1089	0
44	oued Sidi Akacha	1	1414.033 to 1398.379	452	69
45	oued Sidi Akacha	1	1398.379 to 1389.114	159	74
46	oued Sidi Akacha	1	1389.114 to 1367.178	384	169
47	oued Sidi Akacha	1	1367.178 to 1348.288	427	133
48	oued Sidi Akacha	1	1348.288 to 1325.799	607	170
49	oued Sidi Akacha	1	1325.799 to 1286.442	1005	340
50	oued Sidi Akacha	1	1286.442 to 1243.512	1010	296
51	oued Sidi Akacha	1	1243.512 to 1188.496	1159	446
52	oued Sidi Akacha	1	1188.496 to 1147.997	852	425
53	oued Sidi Akacha	1	1147.997 to 1114.552	711	270
54	oued Sidi Akacha	1	1114.552 to 1081.63	836	194
55	oued Sidi Akacha	1	1081.63 to 1057.173	659	166
56	oued Sidi Akacha	1	1057.173 to 1028.243	613	263
57	oued Sidi Akacha	1	1028.243 to 1007.814	348	216
58	oued Sidi Akacha	1	1007.814 to 988.675	323	210
59	oued Sidi Akacha	1	988.675 to 963.947	392	276
60	oued Sidi Akacha	1	963.947 to 932.766	323	516
61	oued Sidi Akacha	1	932.766 to 899.308	545	526
62	oued Sidi Akacha	1	899.308 to 872.091	683	415
63	oued Sidi Akacha	1	872.091 to 835.713	634	608
64	oued Sidi Akacha	1	835.713 to 805.852	362	330
65	oued Sidi Akacha	1	805.852 to 758.037	754	451
66	oued Sidi Akacha	1	758.037 to 713.173	850	385
67	oued Sidi Akacha	1	713.173 to 682.869	586	287
68	oued Sidi Akacha	1	682.869 to 661.07	423	233
69	oued Sidi Akacha	1	661.07 to 646.002	333	134
70	oued Sidi Akacha	1	646.002 to 623.081	537	166
71	oued Sidi Akacha	1	623.081 to 598.378	512	188
72	oued Sidi Akacha	1	598.378 to 574.258	516	229
73	oued Sidi Akacha	1	574.258 to 560.767	291	122
74	oued Sidi Akacha	1	560.767 to 540.257	495	131
75	oued Sidi Akacha	1	540.257 to 525.655	430	101
76	oued Sidi Akacha	1	525.655 to 511.889	423	103
77	oued Sidi Akacha	1	511.889 to 493.76	534	125
78	oued Sidi Akacha	1	493.76 to 487.299	188	39
79	oued Sidi Akacha	1	487.299 to 459.606	738	209
80	oued Sidi Akacha	1	459.606 to 439.558	457	157
81	oued Sidi Akacha	1	439.558 to 429.974	214	73

82	oued Sidi Akacha	1	429.974 to 419.746	252	87
83	oued Sidi Akacha	1	419.746 to 406.688	336	97
84	oued Sidi Akacha	1	406.688 to 392.791	371	86
85	oued Sidi Akacha	1	392.791 to 381.945	302	48
86	oued Sidi Akacha	1	381.945 to 366.527	583	27
87	oued Sidi Akacha	1	366.527 to 349.549	858	0
88	oued Sidi Akacha	1	349.549 to 332.932	828	0
89	oued Sidi Akacha	1	332.932 to 313.161	943	0
90	oued Sidi Akacha	1	313.161 to 290.523	838	0
91	oued Sidi Akacha	1	290.523 to 275.532	414	0
92	oued Sidi Akacha	1	275.532 to 264.651	323	0
93	oued Sidi Akacha	1	264.651 to 242.664	645	13
94	oued Sidi Akacha	1	242.664 to 223.919	460	29
95	oued Sidi Akacha	1	223.919 to 211.186	270	20
96	oued Sidi Akacha	1	211.186 to 189.258	461	25
97	oued Sidi Akacha	1	189.258 to 168.998	435	27
98	oued Sidi Akacha	1	168.998 to 146.732	598	30
99	oued Sidi Akacha	1	146.732 to 130.716	533	15
100	oued Sidi Akacha	1	130.716 to 119.024	338	14
101	oued Sidi Akacha	1	119.024 to 100.681	374	41
102	oued Sidi Akacha	1	100.681 to 90.537	250	16
103	oued Sidi Akacha	1	90.537 to 74.98	471	6
104	oued Sidi Akacha	1	74.98 to 57.74	492	14
105	oued Sidi Akacha	1	57.74 to 41.36	445	23
106	oued Sidi Akacha	1	41.36 to 24.152	421	29
107	oued Sidi Akacha	1	24.152 to 0	542	45

Tableau. V.7.Estimation Travaux de terrassement (oued Mekhfi) Voir annexe 13.

Tableau. V.8.Estimation Travaux de terrassement (oued Sidi Hammad) Voir annexe 14.

Tableau. V.9.Volume total des travaux (déblais, remblais).

Oued	Sidi akacha	Mekhfi	Sidi Hammad
Déblais (m ³)	59791	39731	26595
Remblais (m ³)	18127	18072	5990
VOL NET (m ³)	41664	21659	20605

V.3.1 Travaux de génie civil

Une estimation du devis de notre projet nécessite une estimation des travaux de génie civil, à partir des dimensions de notre canal pour chaque section on a pu avoir le volume du gabion de notre projet :

$$\text{VOL gabion} = (32173 + 29789 + 15496) \text{ M}^3$$

V.3.2. Devis de la deuxième variante

A partir des volumes des travaux on peut conclure un devis estimative pour la deuxième variante :

Tableau V.10.Devis de la deuxième variante

Désignation	Travaux Aménagements	Unité	Quantité	Prix Unitaire (DA)	Montant (DA)
Terrassement Canal	Déblais	M ³	83928	900.00	75535200.00
	gabion	M ³	77458	3000.00	232374000.00
	Le montant total				307909200.00

Arrêtée la présente facture a la somme de Trois cent Sept million Neuf cent Neuf mille Deux Cent dinars.

Conclusion

Après cette étude des deux variantes et d'après les devis estimatifs des deux variantes, on a choisi la protection avec un canal trapézoïdale en gabion. Car c'est la plus économique ainsi que son efficacité.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

La protection contre l'inondation est de Protéger les vies humaines ; Protéger les biens publics et privés ; Désenclaver la ville à protéger ; Créer des nouveaux espaces pour l'urbanisme et promouvoir le développement local.

C'est pour ces multiples raisons que nous nous sommes occupés de cette question qui pour la moindre négligence et pour un minimum d'inattention, risque de porter atteinte à l'homme et à l'environnement dans lequel il évolue.

Pour pallier au problème d'inondation qui se pose dans la ville des eucalyptus, nous avons d'abord commencé par une présentation de la zone d'étude afin de situer les endroits les plus vulnérables. Une évaluation des débits a été réalisée pour un dimensionnement adéquat du système d'évacuation.

Par la suite, un aménagement adéquat après une étude de variantes qui nous avons fait par le logiciel HEC-RAS, et son organisation de chantier ont été proposés pour la protection de la ville contre ce phénomène destructif.

Enfin pour un aménagement aussi important, nous avons proposé une estimation quantitative et financière du système de protection contre les inondations.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Benaouadj, A(2011):Contribution à l'étude des inondations dans la vallée du M'Zab (Wilaya de Ghardaïa). Mémoire de Magister. ENSH Algérie.134p.

Bourrier, R (1991):Les réseaux d'assainissement, calculs applications perspectives. Edition Lavoisier, collection Tec & Doc. Paris, France. 810p.

Graf W. H., Altinakar M. S (2000):Hydraulique fluviale : écoulement et phénomènes de transport dans les canaux a géométrie, Volume 16, Traité de Génie Civil, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Presse polytechnique et universitaire romanes. 628p.

Lencastre, A,(2008).Hydraulique générale,université nouvelle-lisbonne-Portugal. 633p.

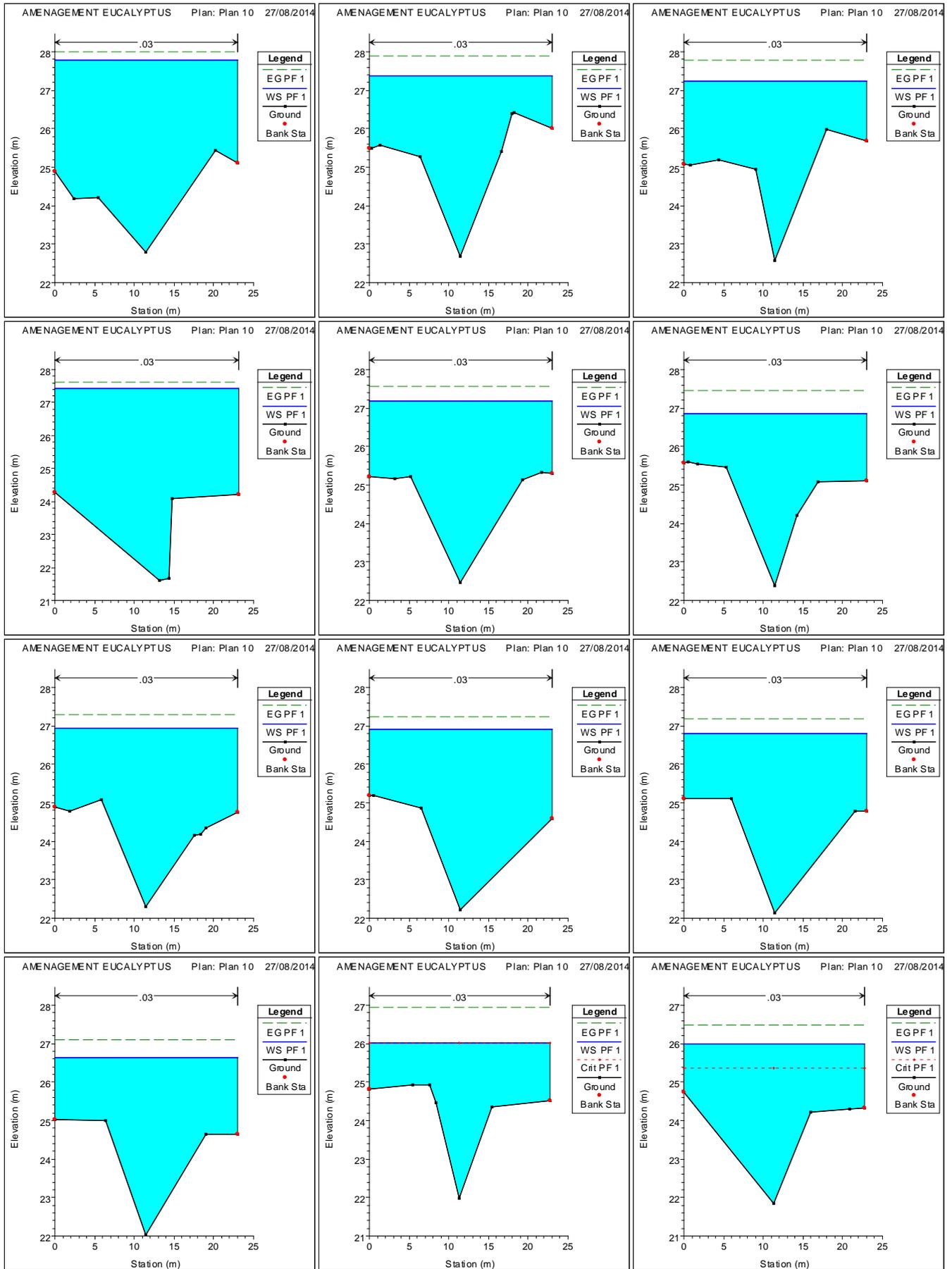
Soil Conservation Service (SCS) National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology.SCS, US department of Agriculture. Washington, Etat-Unis.(1972)

Touaibia, B (2004):Manuel pratique d'hydrologie. Edition Madani. Blida. Algérie..166p.

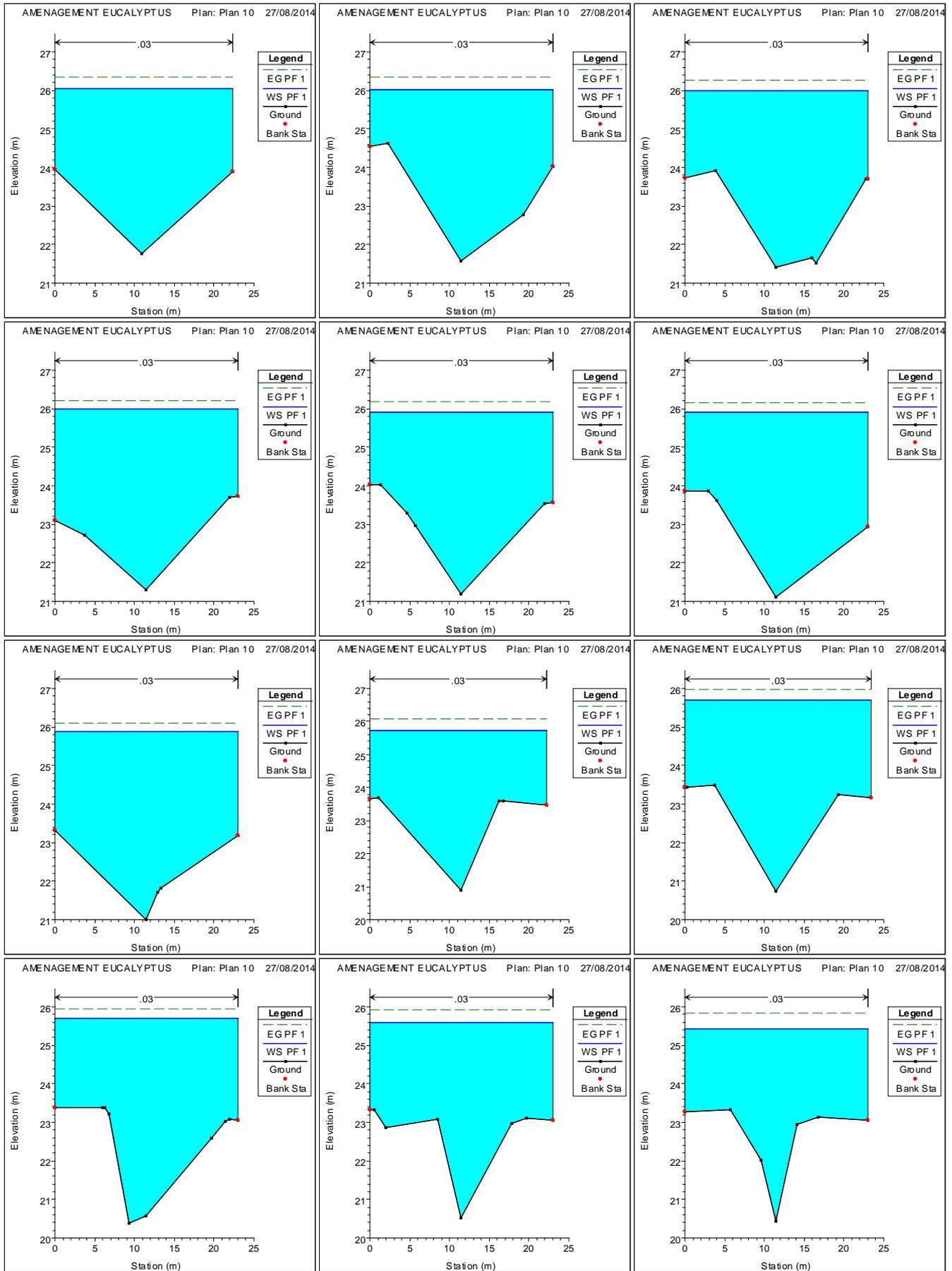
Hydraulique générale –Armando Lancastre-p537-abaque128-Canaux trapézoïdaux.

ANNEXES

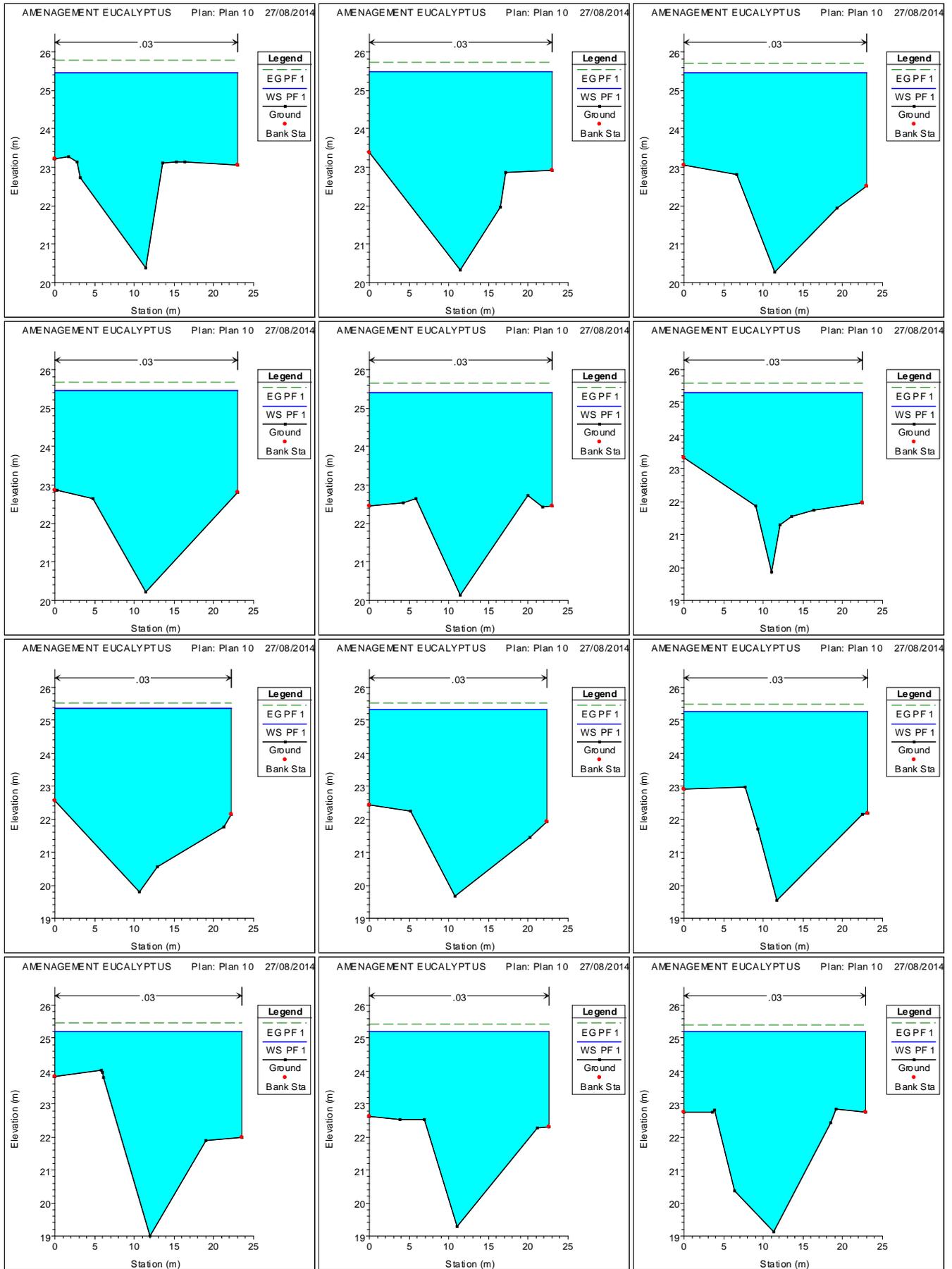
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



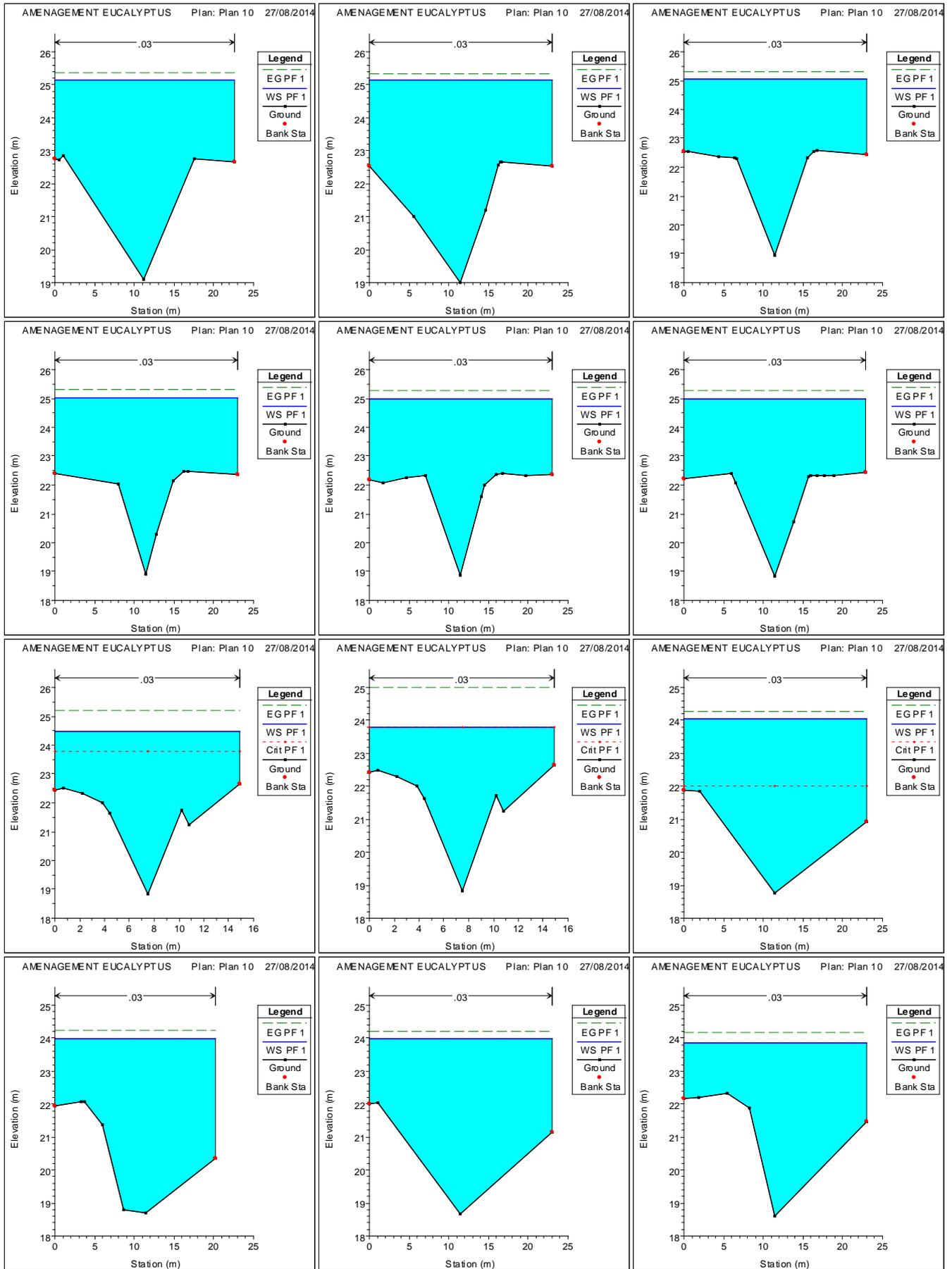
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



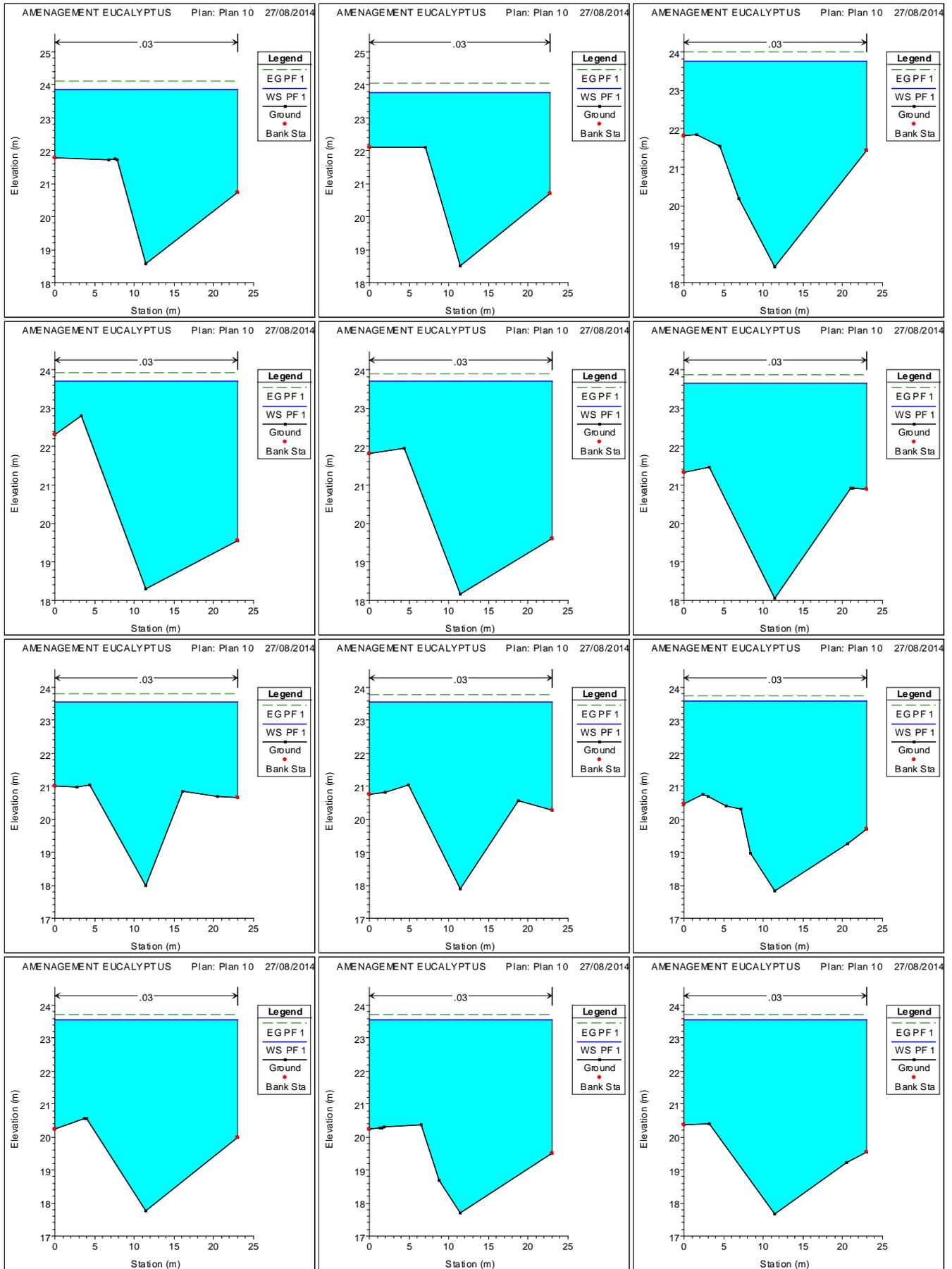
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



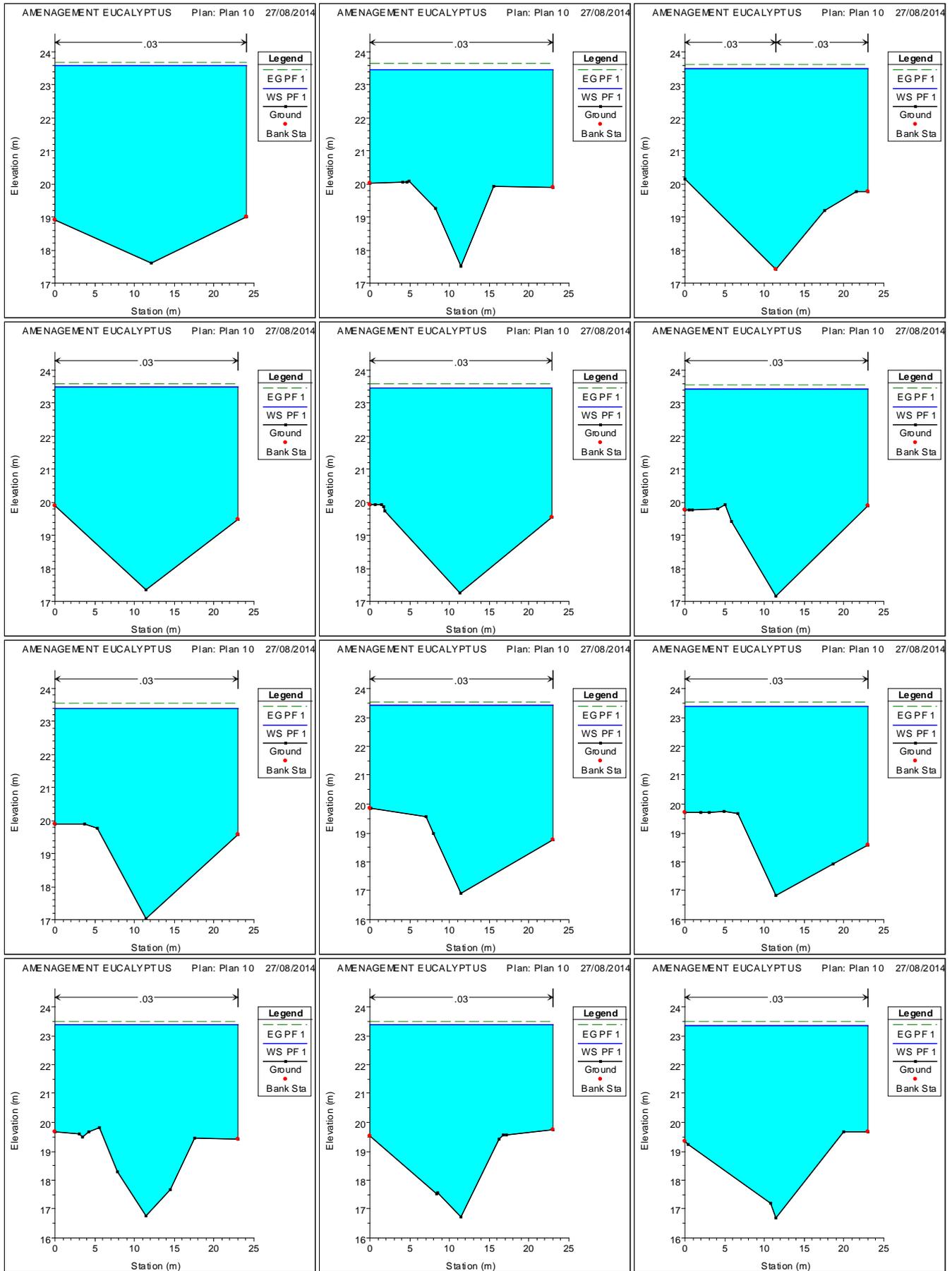
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



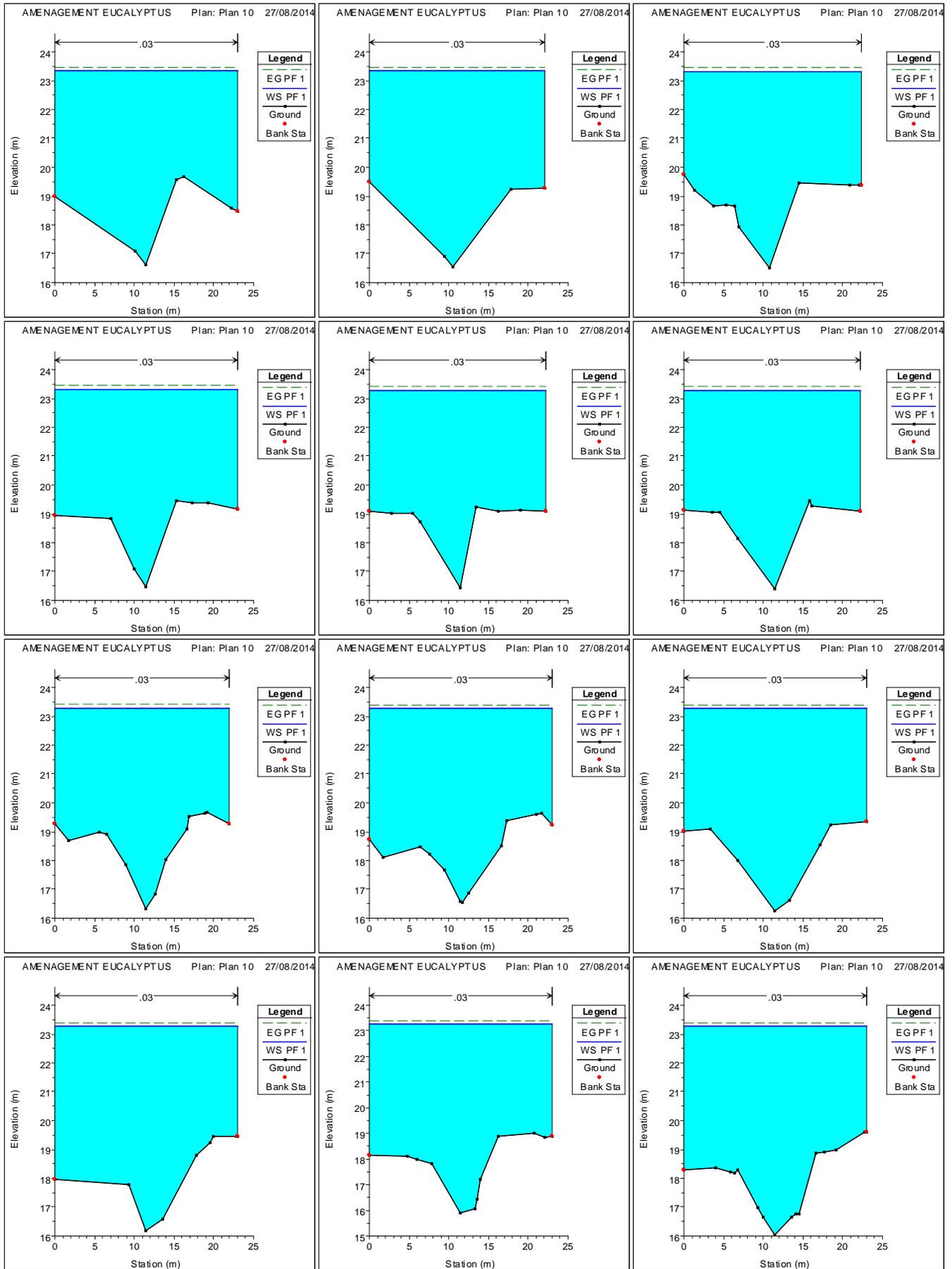
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



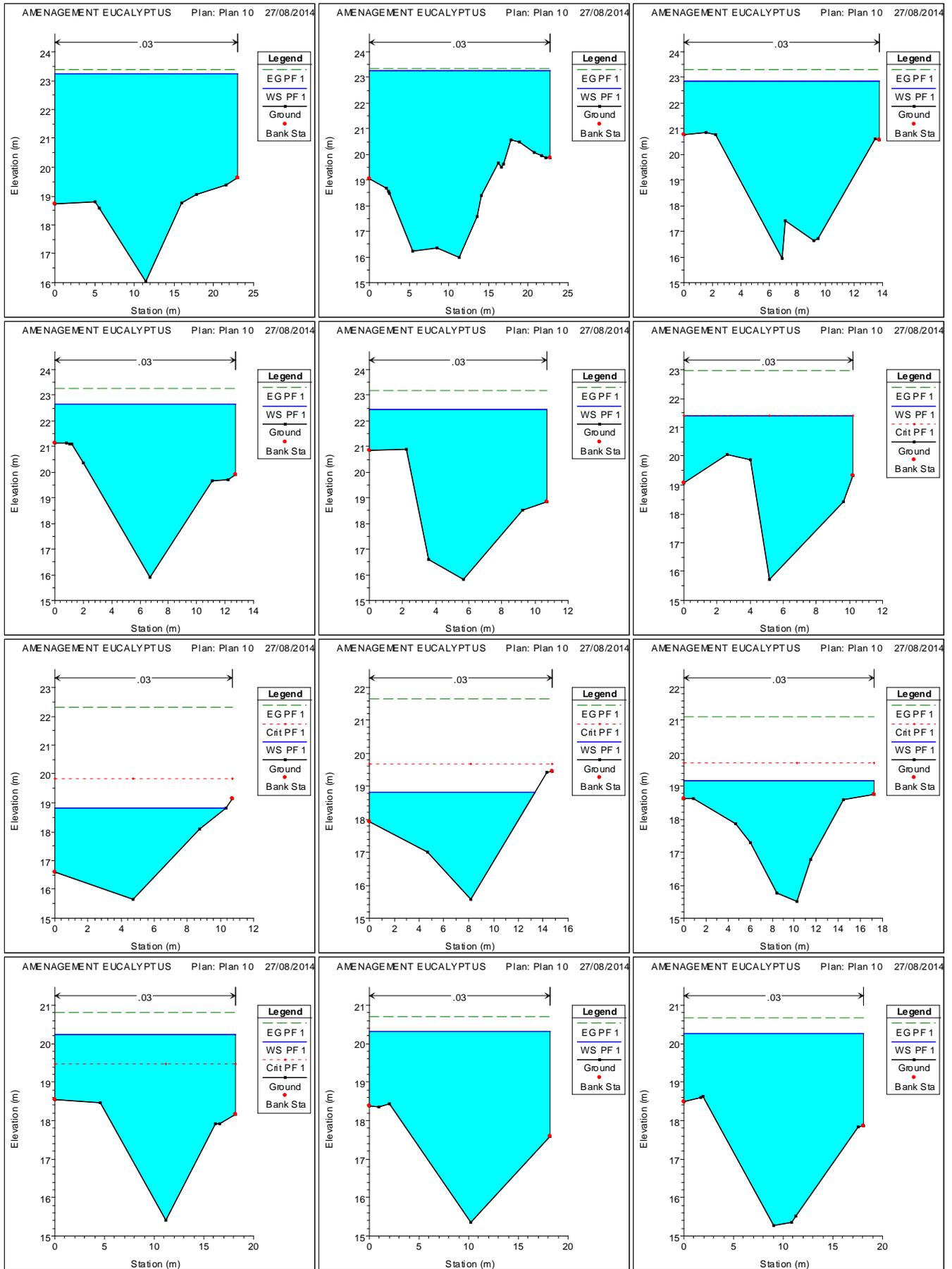
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



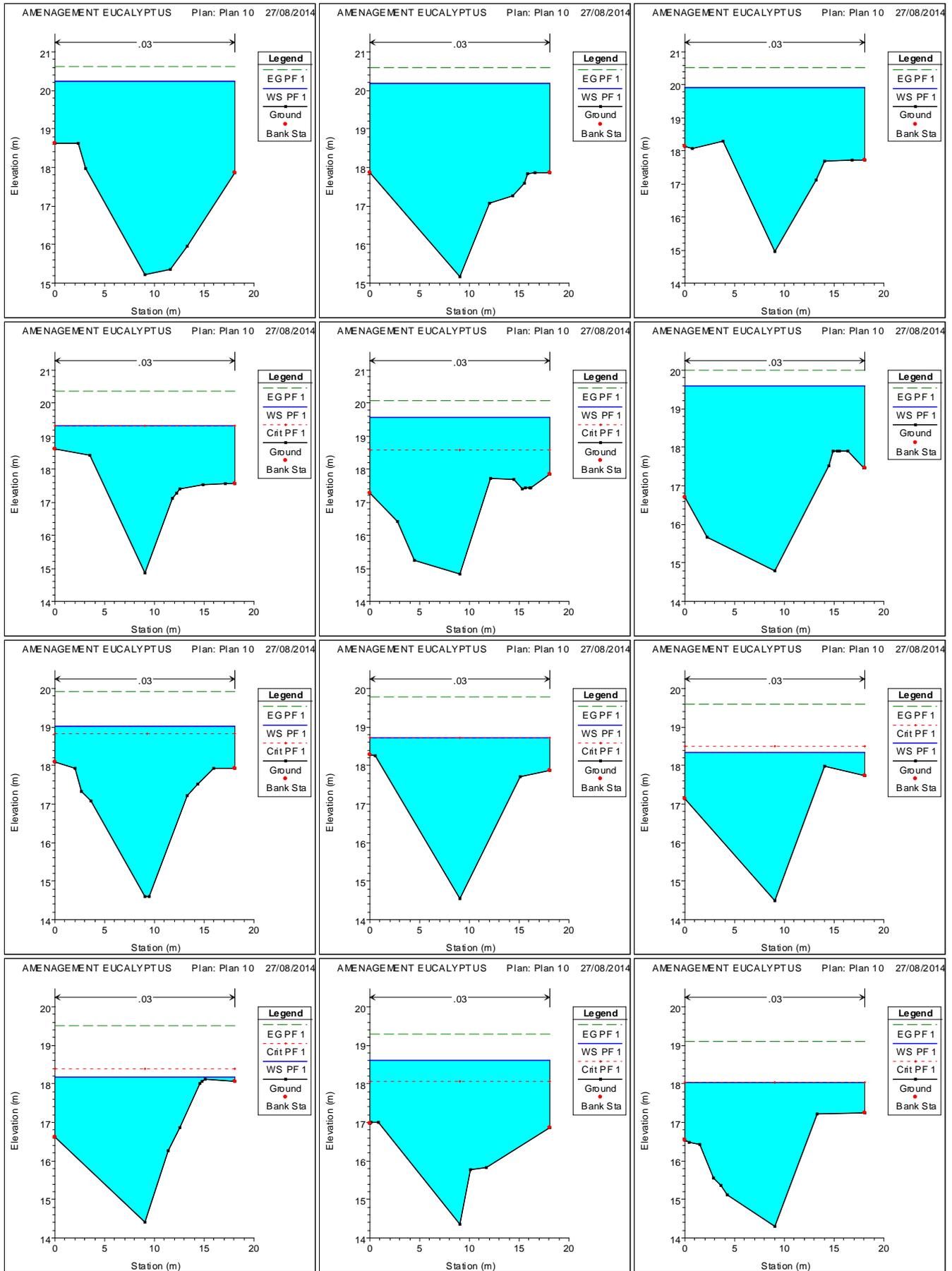
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



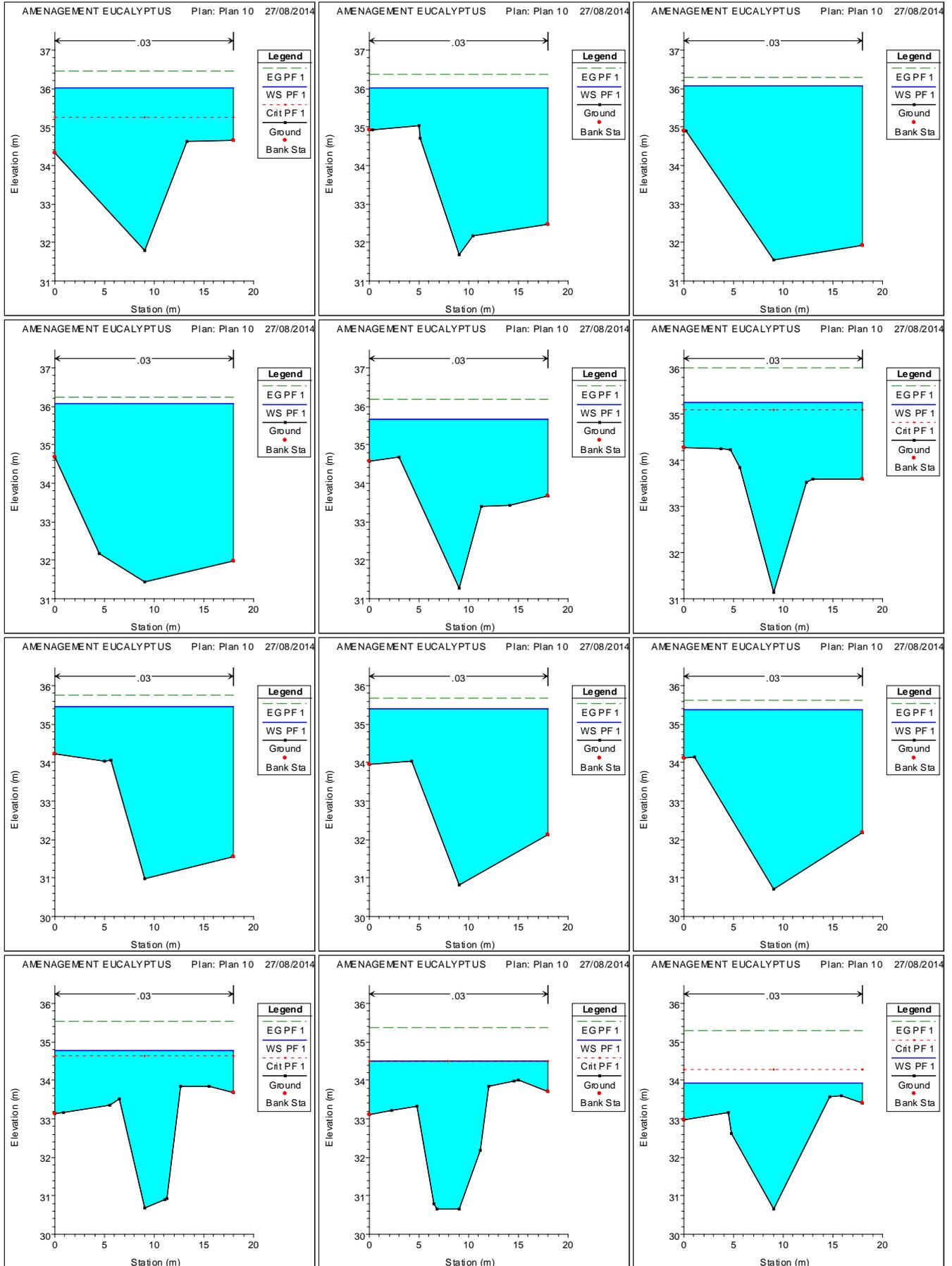
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



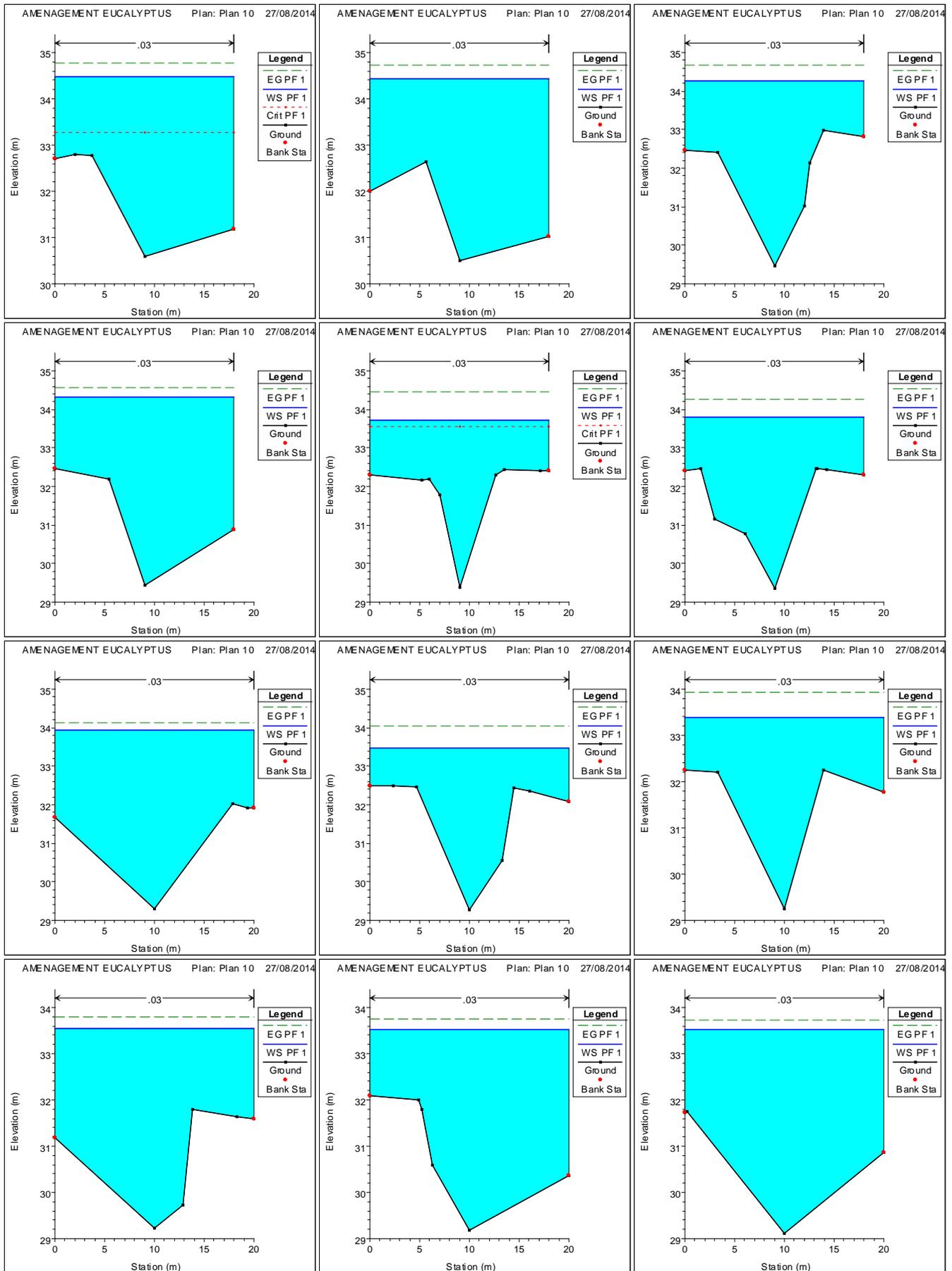
ANNEXE N°01 : Simulation d'oued Sidi Akacha à son état naturel.



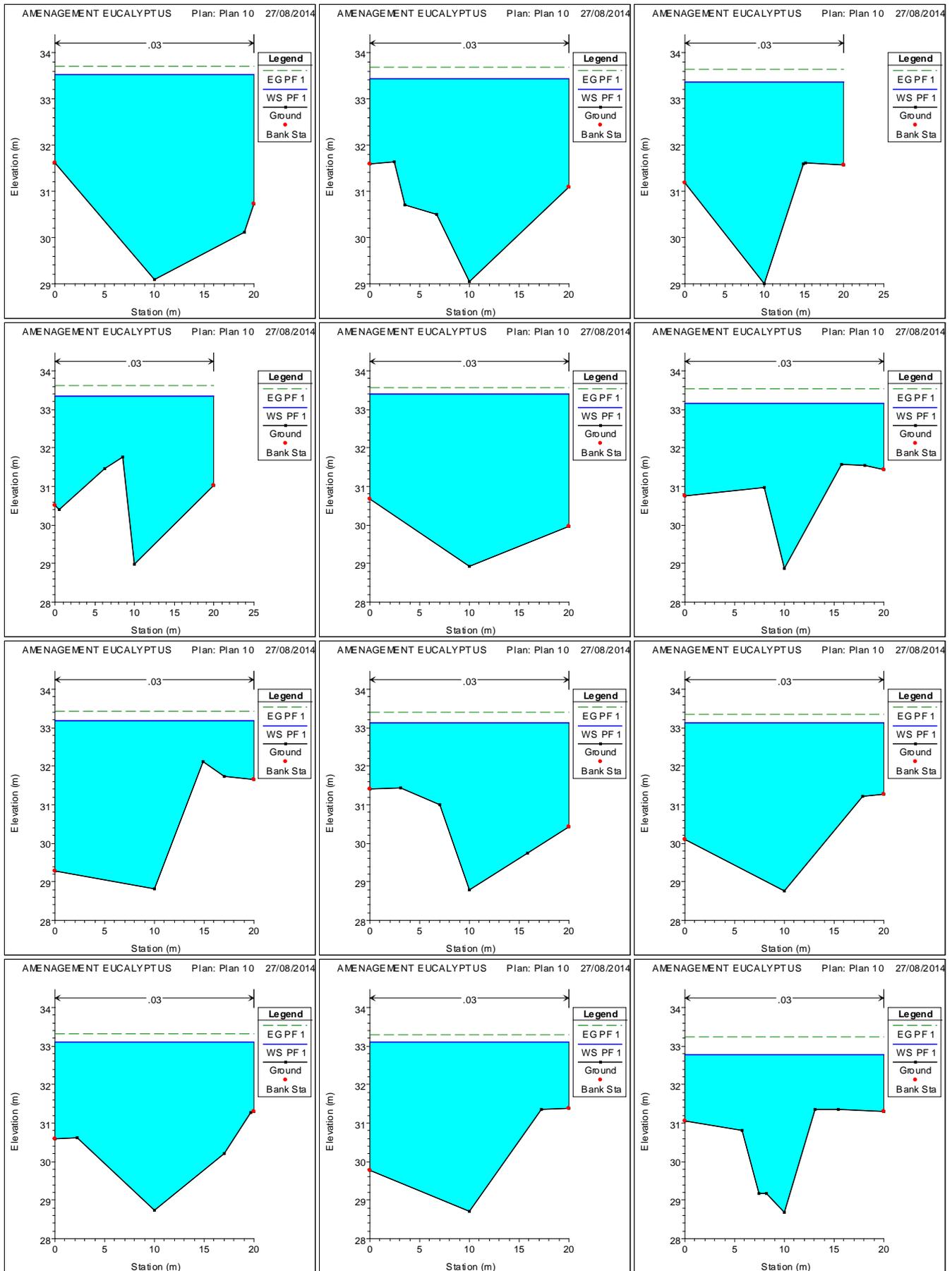
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



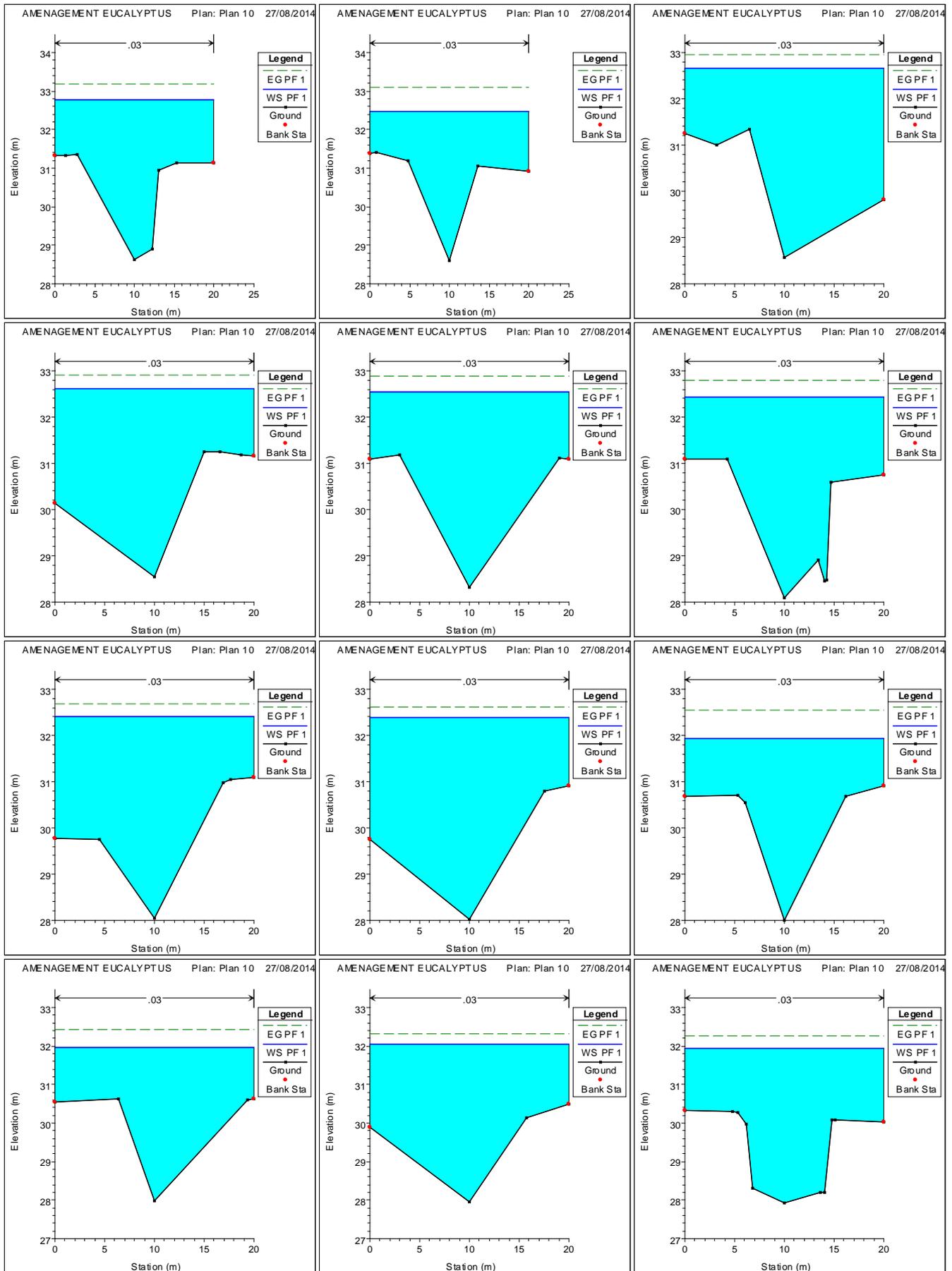
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



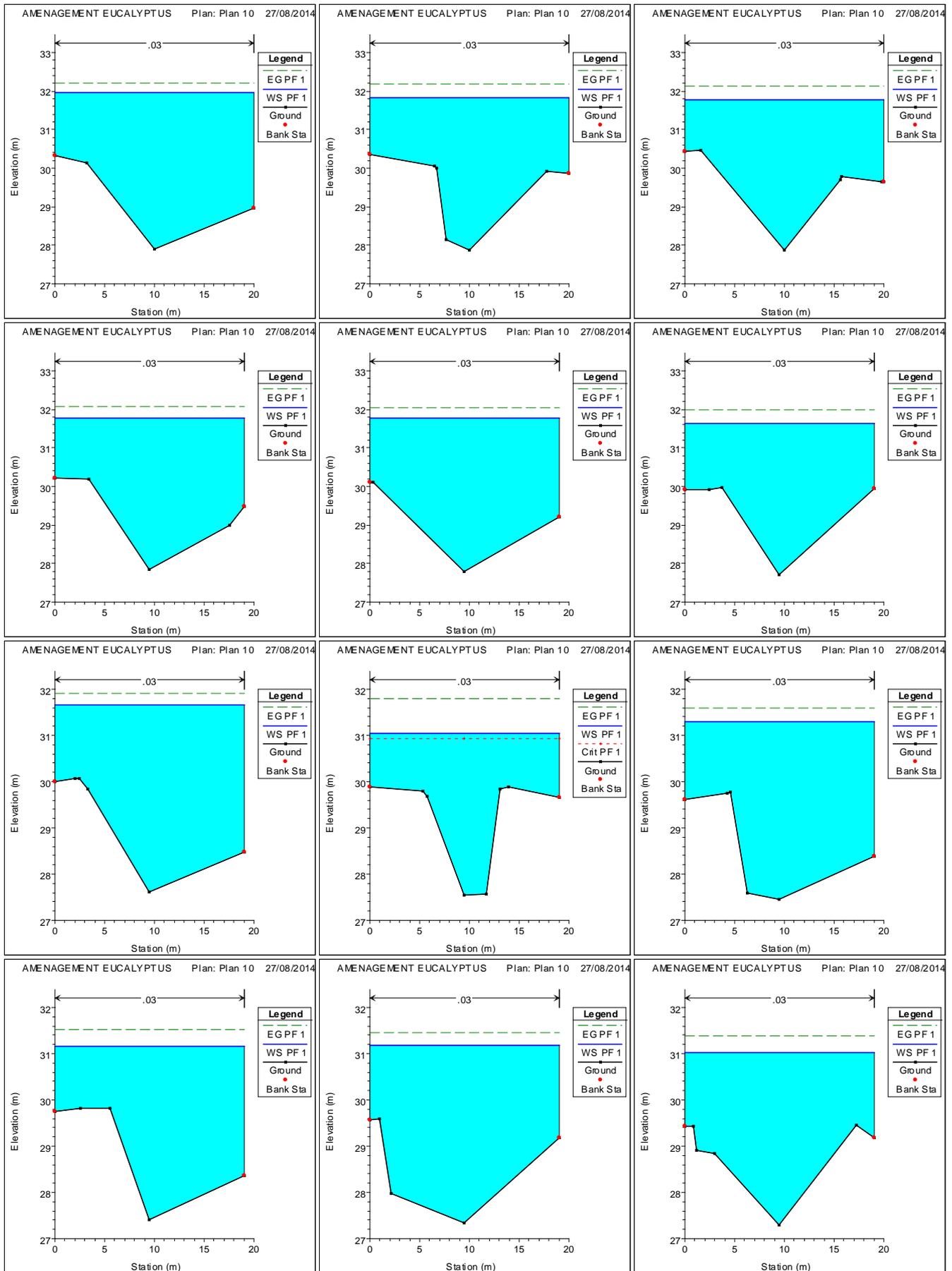
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



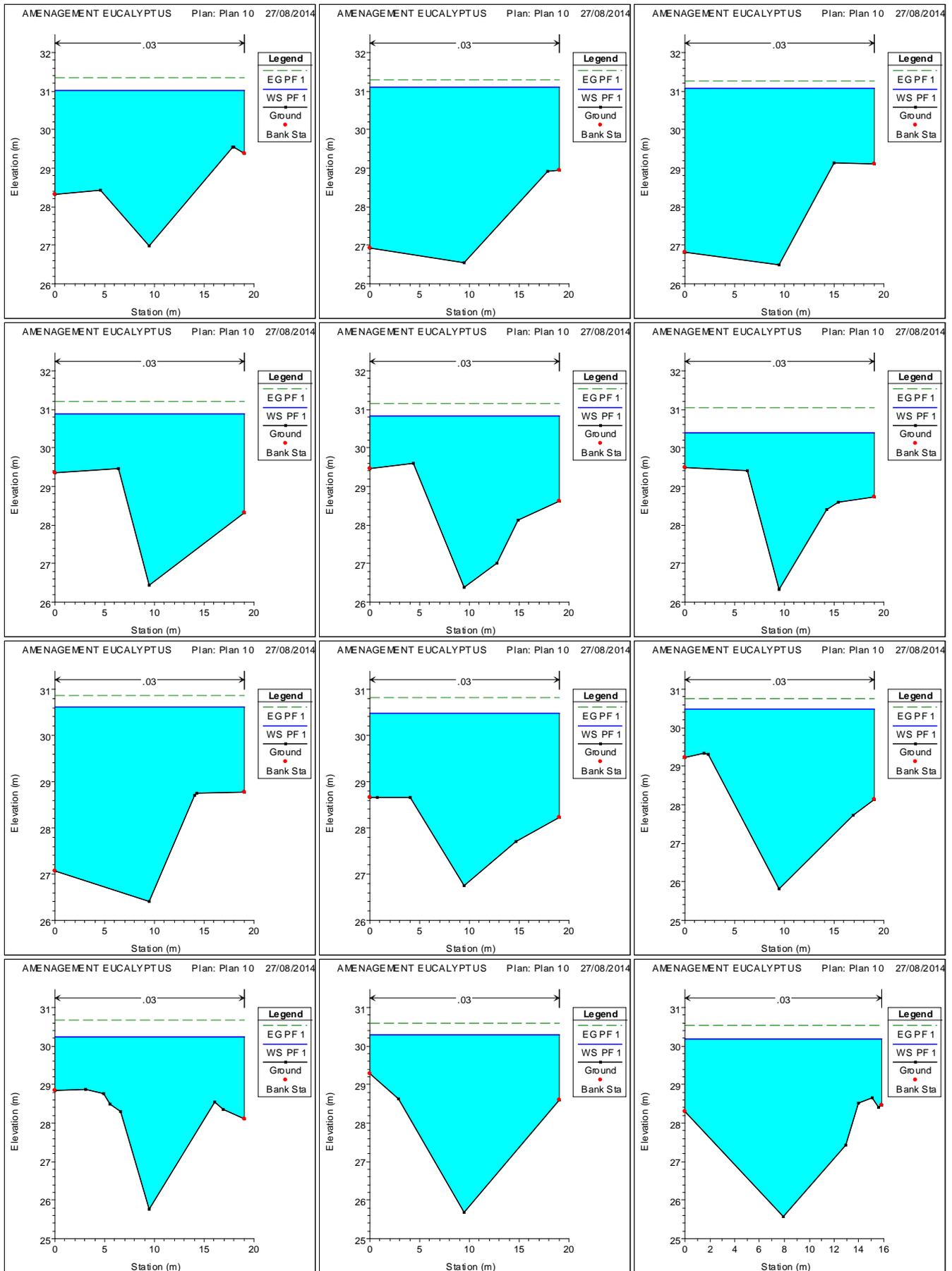
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



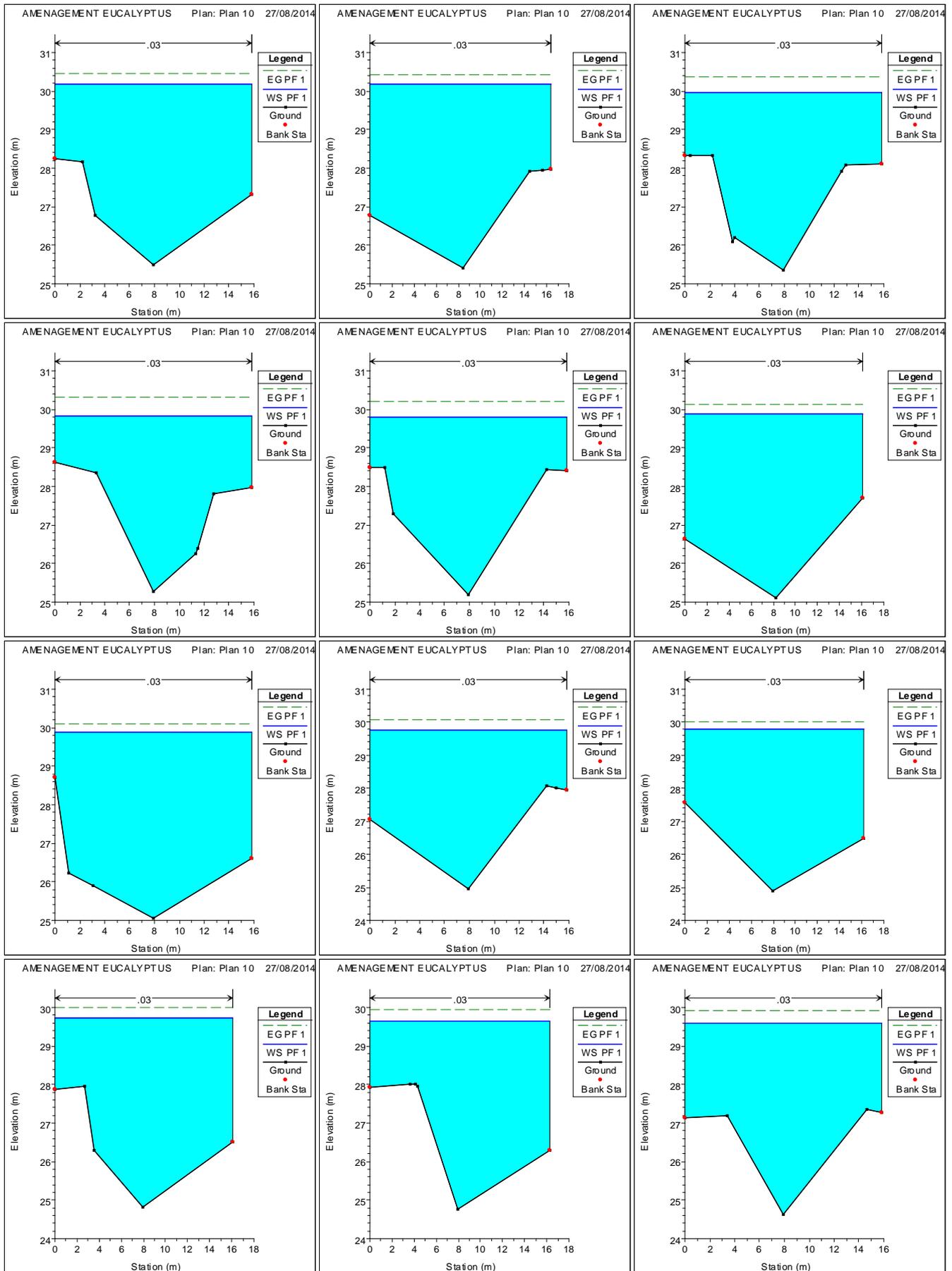
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



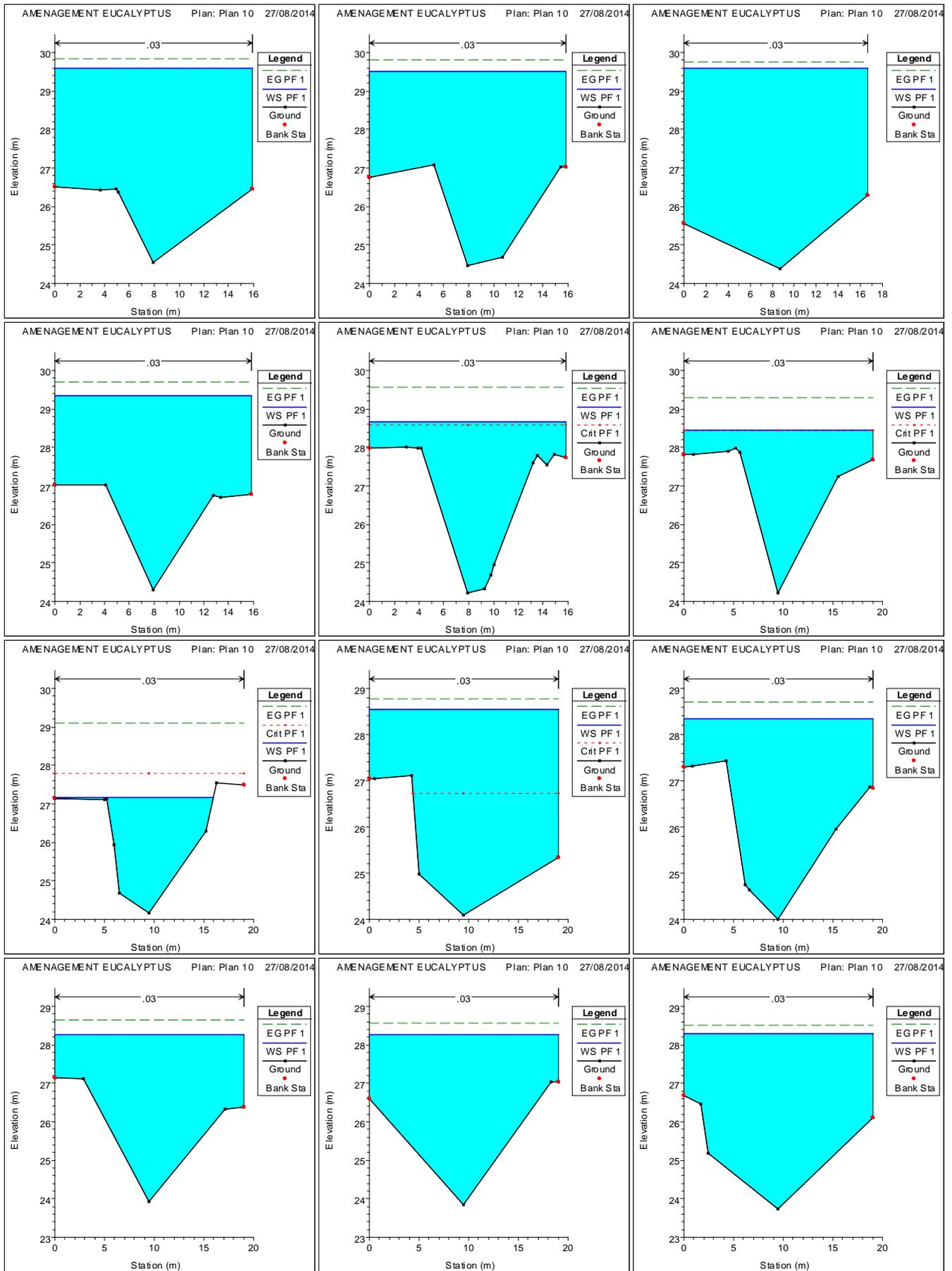
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



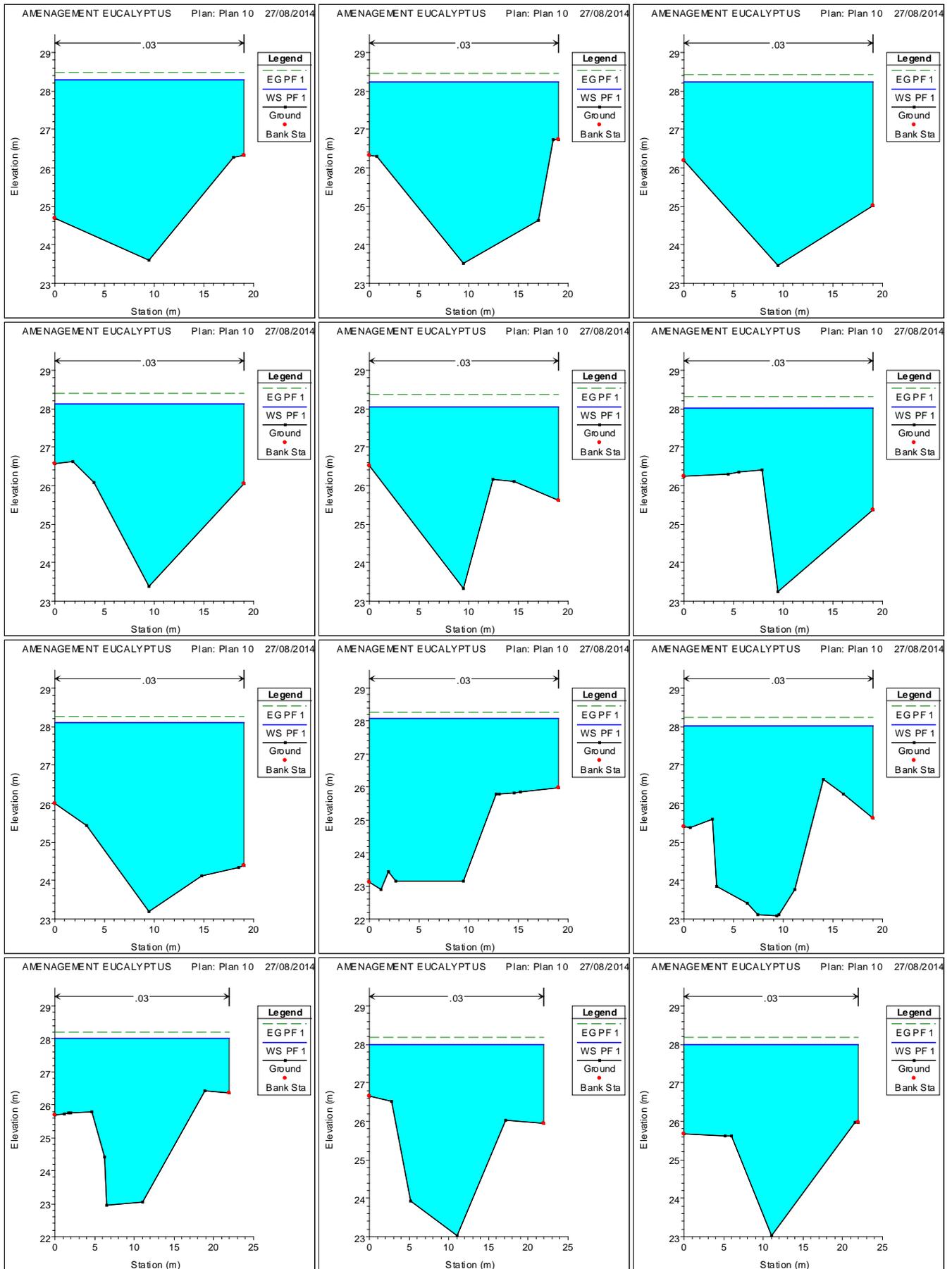
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



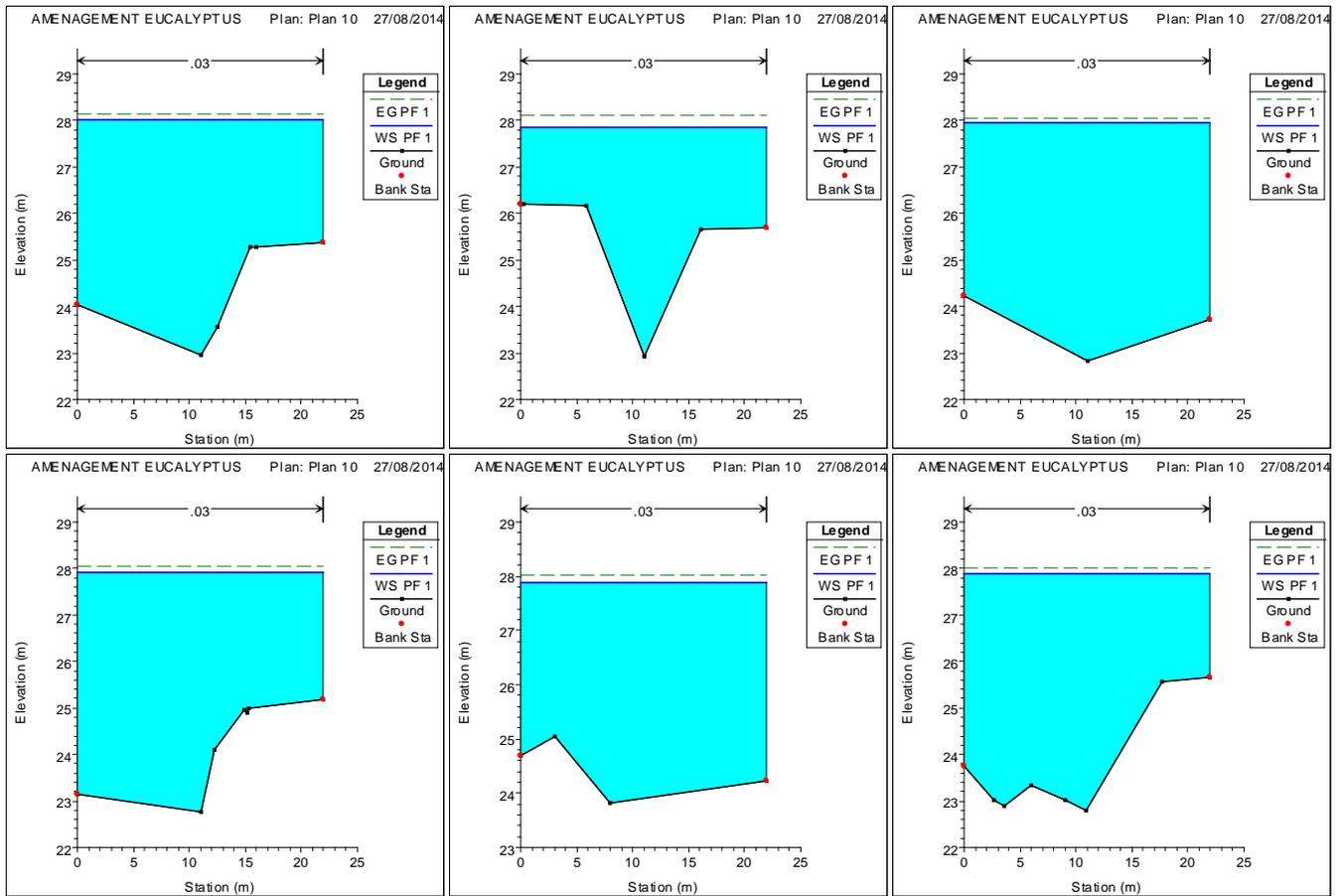
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



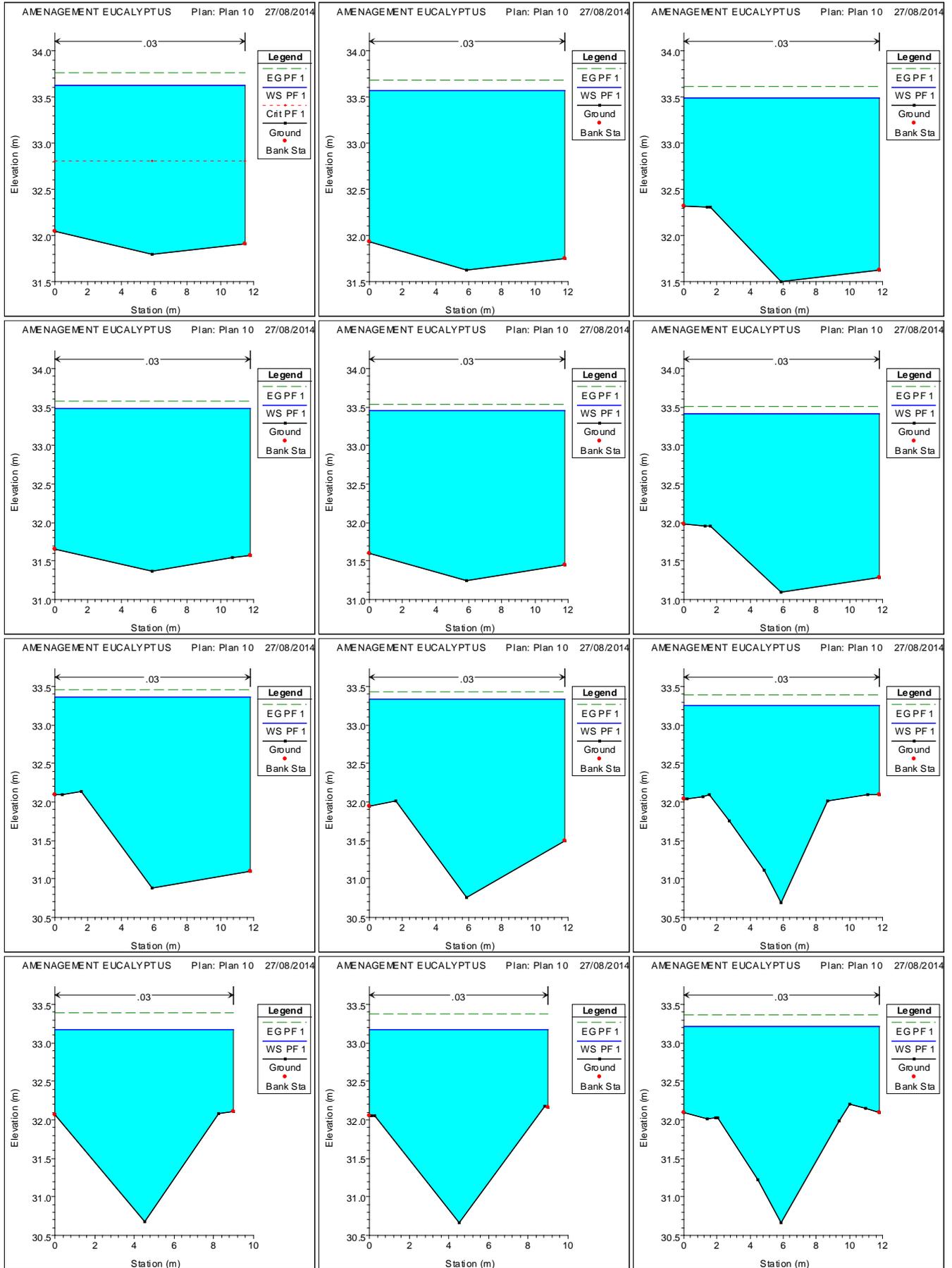
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



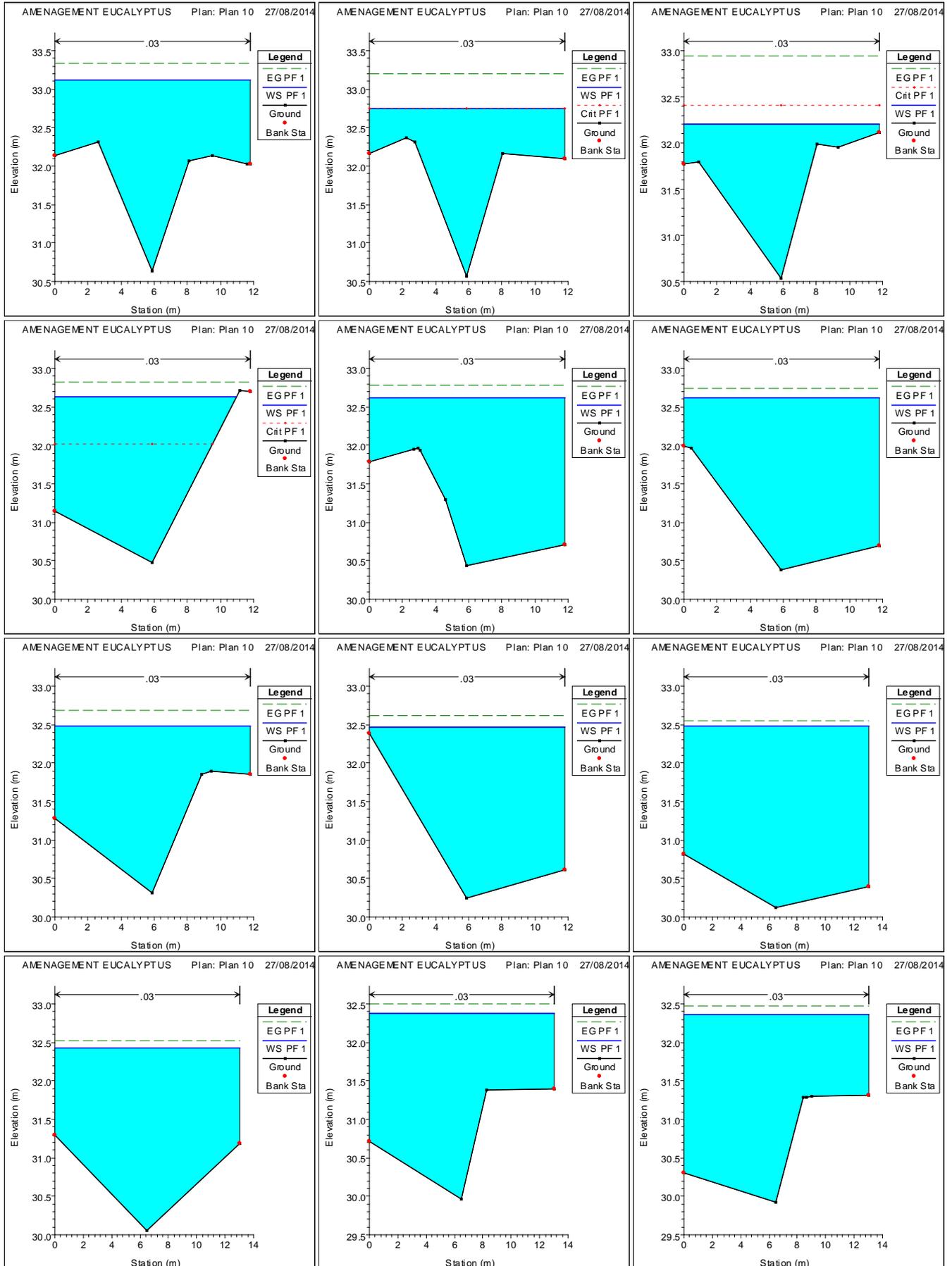
ANNEXE N°02 : Simulation d'oued Mekhfi à son état naturel.



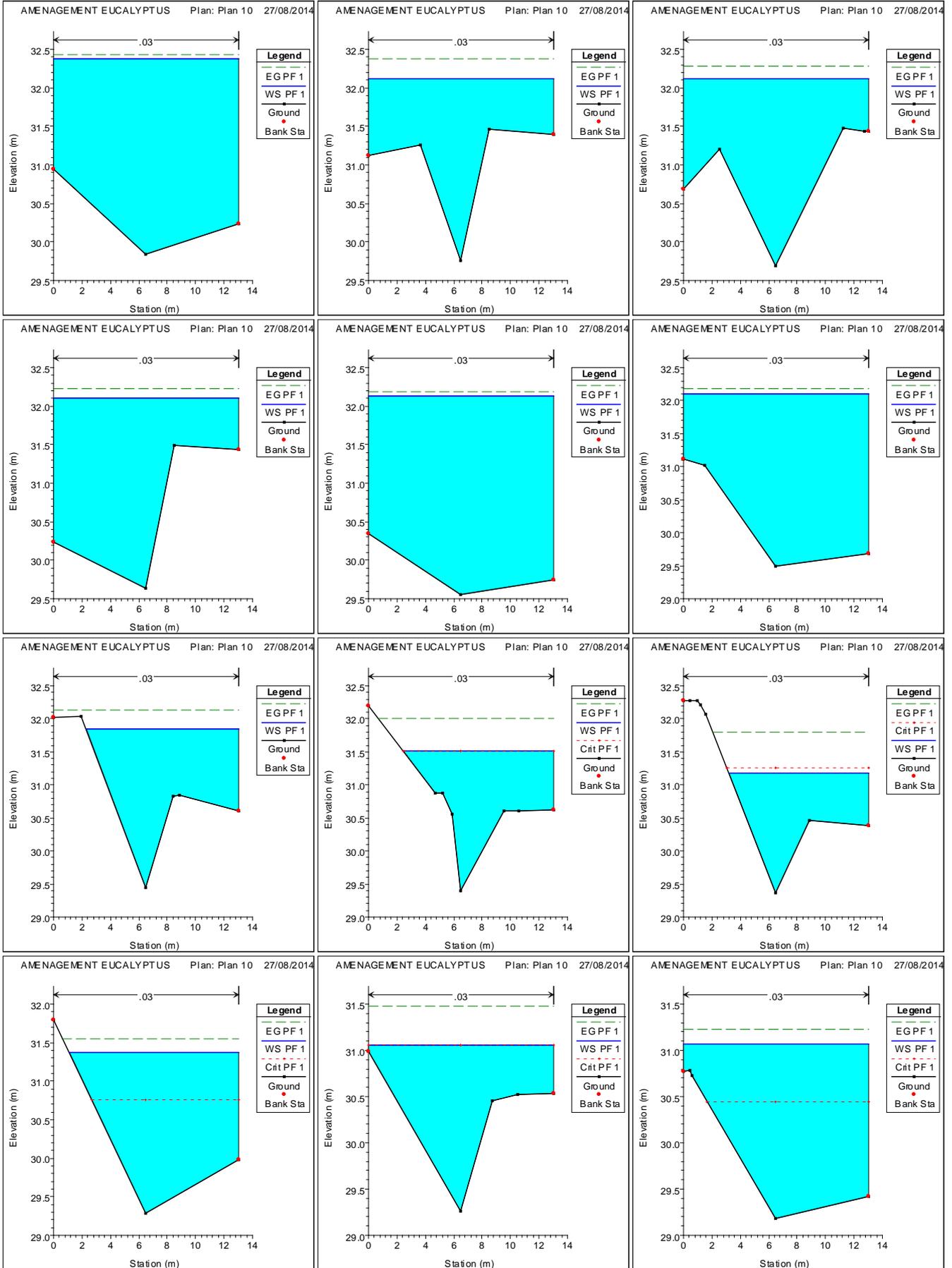
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



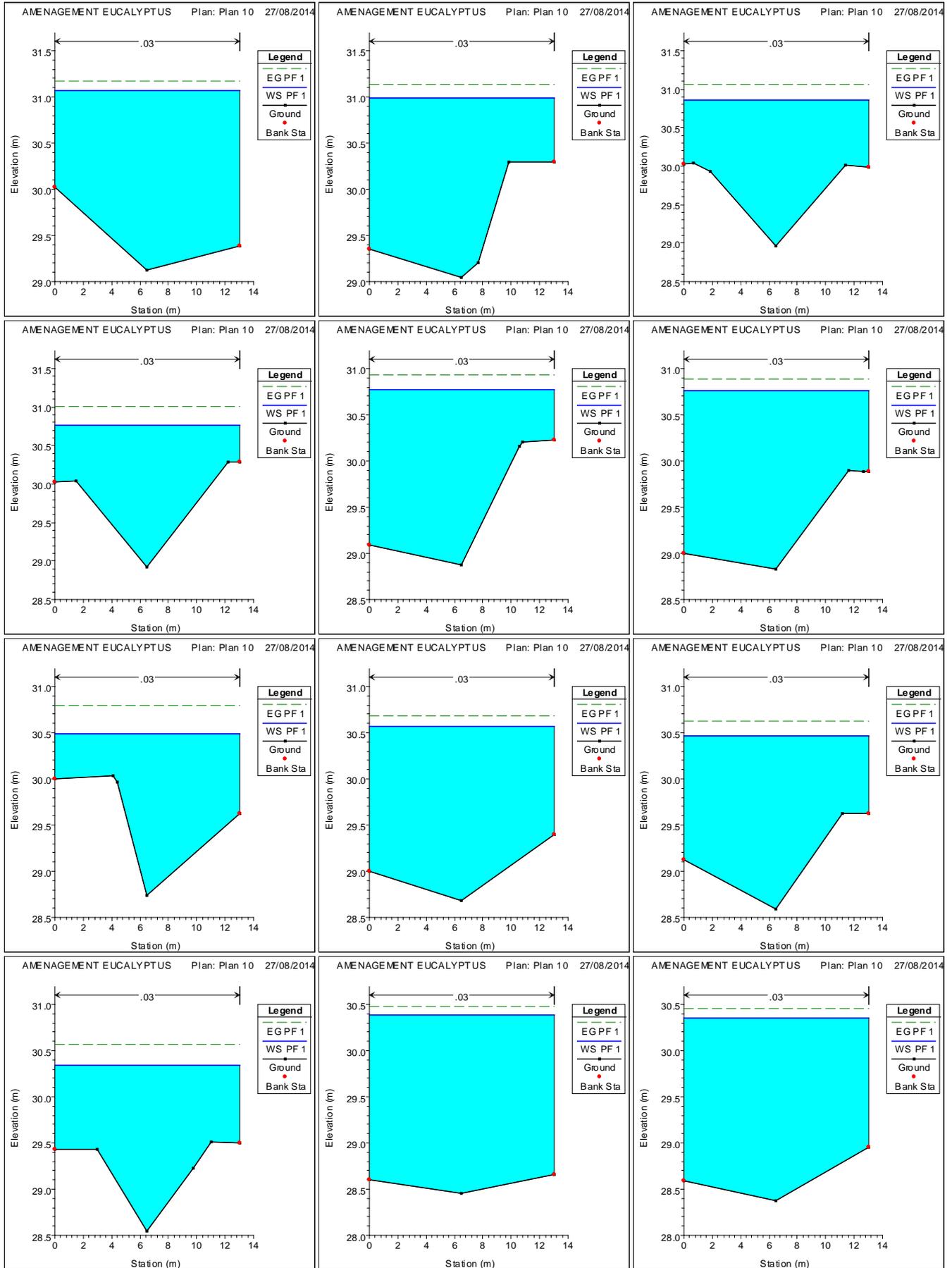
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



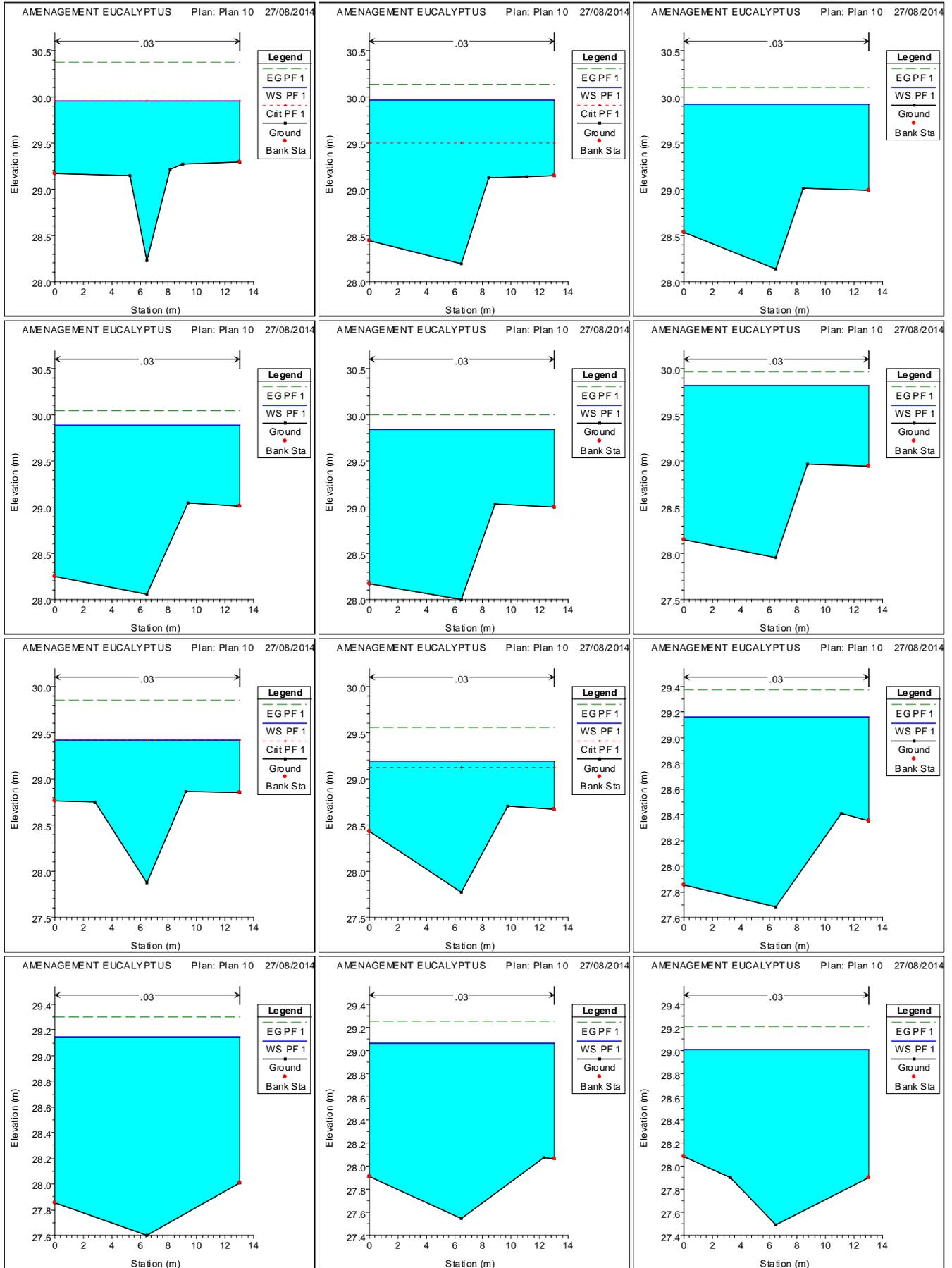
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



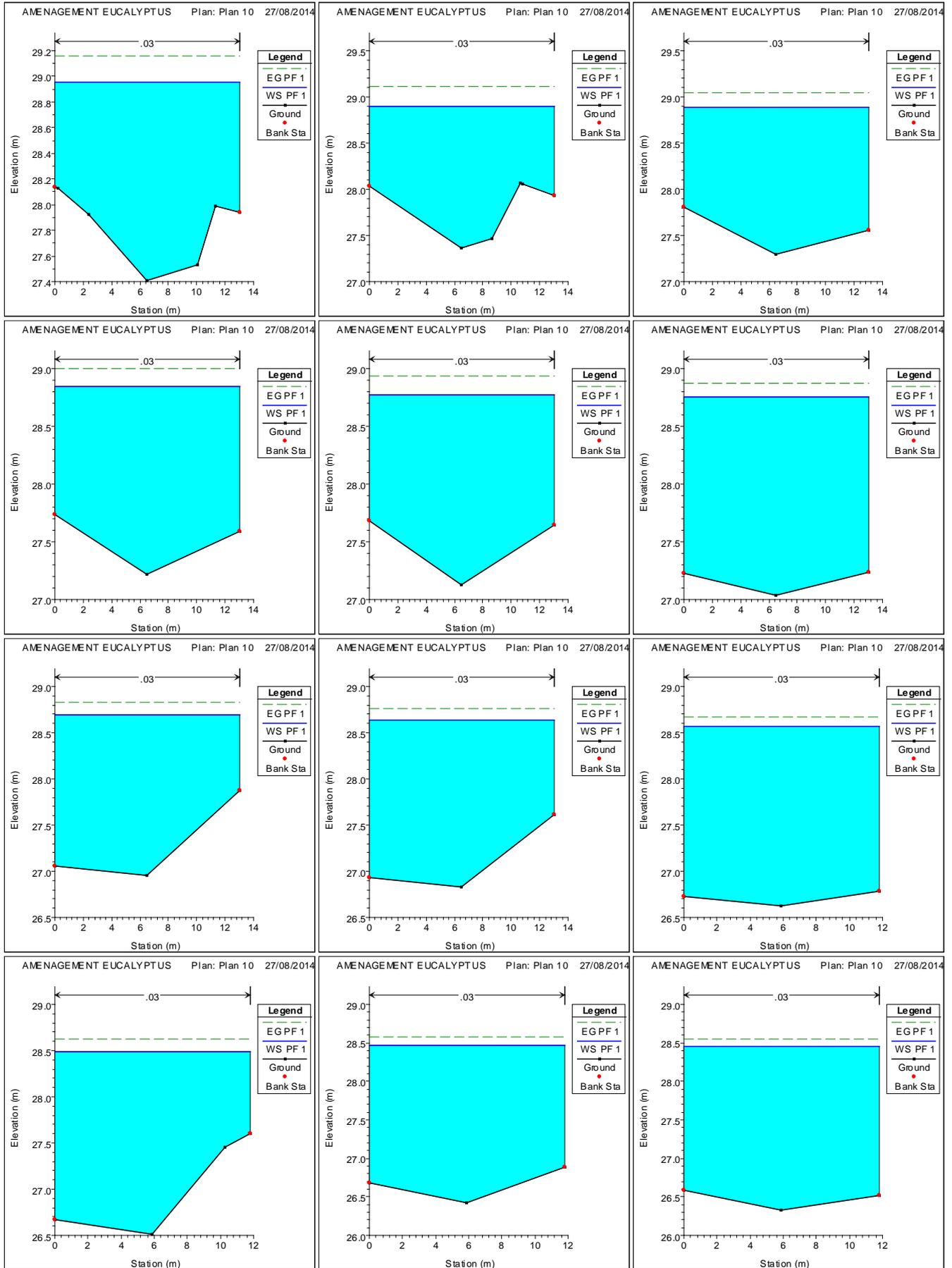
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



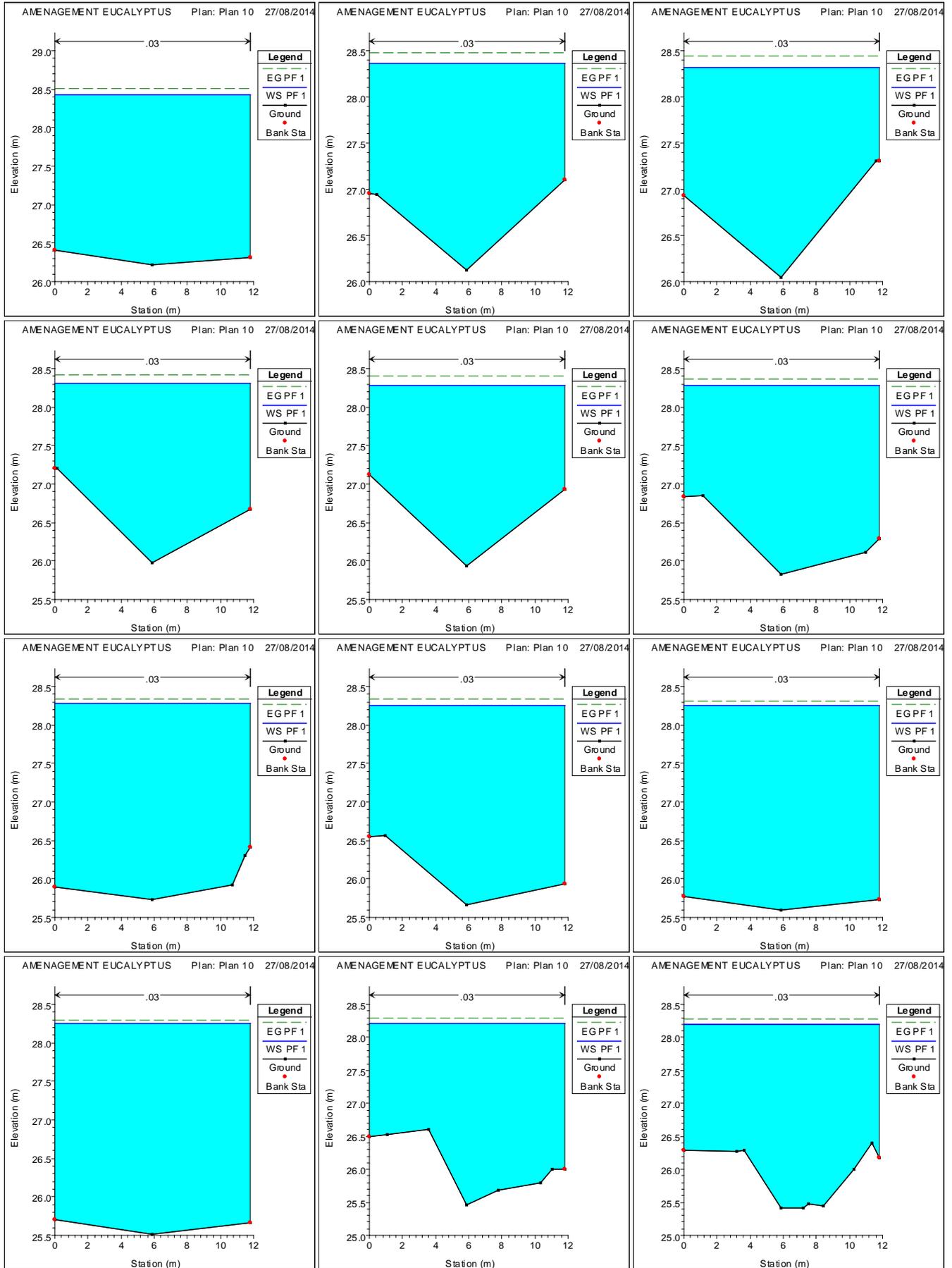
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



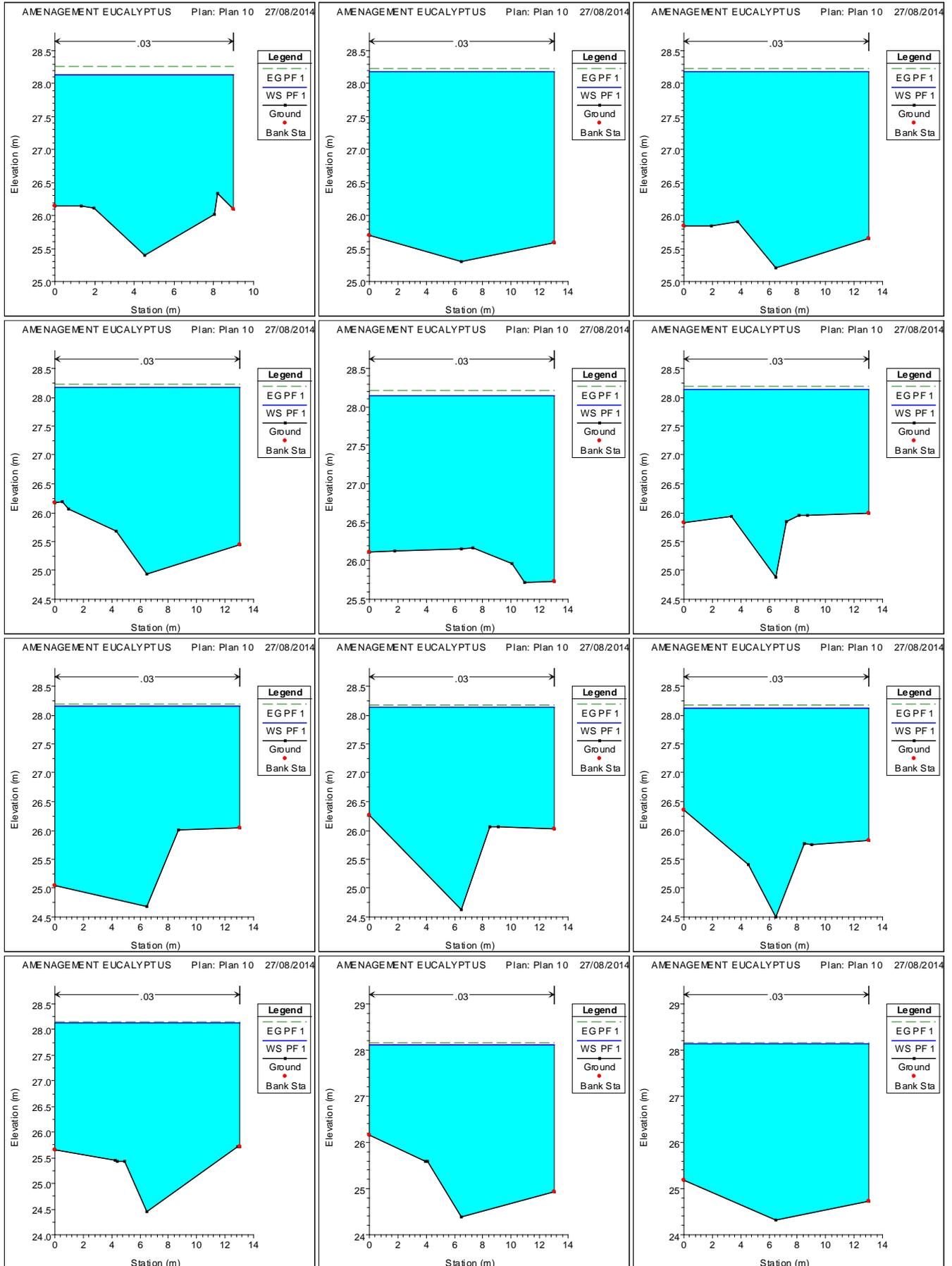
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



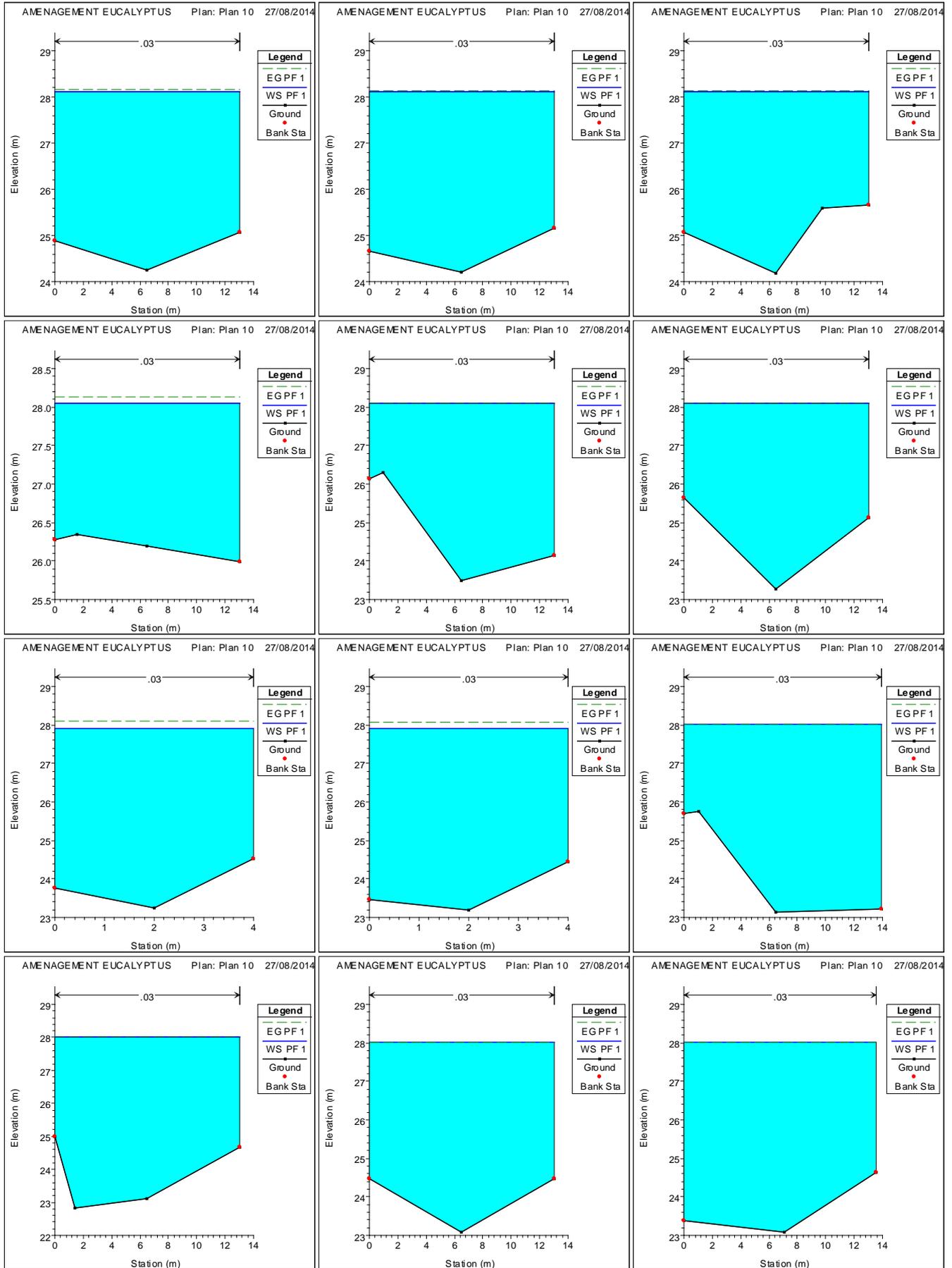
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



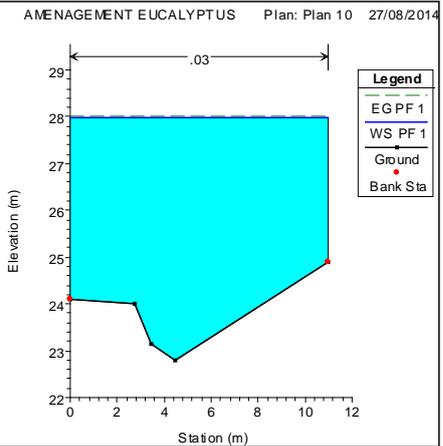
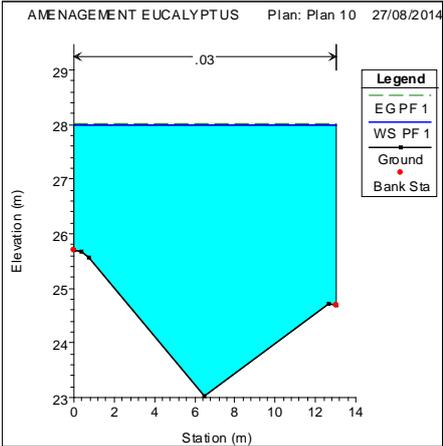
ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



ANNEXE N°03 : Simulation d'oued Sidi Hammad à son état naturel.



ANNEXE N°04 : Série d'observations des précipitations moyennes, mensuelles et annuelles du poste Pluviométrique de BARAKI (02 14 21).

N° d'Ordre	Année d'obsrvt	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Total Annuel
01	1972	46.6	79.9	50.1	180.6	139.8	302.3	84.3	51.2	1.1	49.3	11.3	2.70	999.2
02	1973	107.3	23.40	27.8	182.7	10.4	176.6	147.6	82.9	0.7	7.1	0.2	0.00	766.7
03	1975	14.50	23.20	267.2	47.3	137.9	119	3.9	5.00	25.6	2.00	11.3	7.00	663.9
04	1979	80.60	114	194.3	52.3	157.2	28.00	94.5	122.5	9.4	0.40	0.00	4.70	857.9
05	1980	0.50	74.10	80.4	230.8	52.1	58.2	44.8	45.6	21.8	5	0.00	16.0	629.3
06	1981	2.80	87.70	14.9	70.1	177.1	111.2	24.00	17.4	60.1	15.7	0.00	0.00	581.0
07	1982	5.00	4.30	112.4	89.4	0.00	51.9	10.3	4.60	4.00	0.00	1.40	1.50	284.8
08	1983	0.00	11.80	35.2	80.1	115.1	71.2	55.2	26.00	83.00	15	0.00	0.00	492.6
09	1984	20.6	194.9	45.8	124.8	83.2	36.00	168.5	13.1	67.00	1.00	0.00	0.20	755.1
10	1985	31.2	22.10	115.5	50	72.5	55.3	144.6	29.00	1.10	10.9	44.2	0.00	576.4
11	1986	105.7	31.5	135.3	175.1	96.6	106.9	25.2	0	17.9	10.6	35.8	0	740.6
12	1987	80.8	70.90	108.9	61.3	41.9	55.6	50.2	26.4	20.00	32.2	0.00	0.00	548.2
13	1988	35.00	16.00	56.5	191.7	32.2	23.4	24.9	125.1	2.90	2.9	2.1	29.0	541.7
14	1989	26.50	13.60	20.6	22.8	65.6	0.00	50.8	63.3	45.90	6.00	20.5	0.00	335.6
15	1991	2.30	108.5	52.4	18.1	156.4	33.00	58.1	75.1	56.80	22.4	2.3	0.00	585.4
16	1992	4.90	78.90	133.1	82.1	23.8	60.7	31.00	66.8	47.90	0.00	2.7	1.40	533.3
17	1993	28.30	39.30	102.8	107.4	116.2	46.7	1.10	65.1	5.50	0.00	0.00	0.00	512.4
18	1994	95.10	63.90	33.4	85.6	188.1	62.00	38.7	94.2	16.70	14.6	0.00	15.0	707.3
19	1995	16.30	16.80	56.5	41.4	102.4	173	63.6	153.7	31.70	35	9.5	2.00	701.9
20	1996	35.60	77.40	59.4	46.5	37.00	20.3	8.10	55.3	22.80	4.3	2.9	26.6	396.2
21	1997	48.60	41.90	185.5	85.1	27.9	45.1	50.1	67.1	150.2	0.00	0.00	2.00	703.5
22	1998	10.50	29.20	116.1	62.2	116.8	145.7	83.2	10.4	0.00	5.7	0.00	1.50	581.3
23	1999	44.90	14.70	163	175.4	9.2	2.70	15.1	21.00	24.3	0.00	0.00	0.00	470.3
24	2000	13.30	33.70	68.1	41.3	135.4	93.1	1.90	31.9	10.8	0.7	0.00	0.50	430.7
25	2001	65.40	45.30	53	54.2	28.1	22.8	33.9	64.3	7.50	0.8	1.80	24.4	401.5
26	2002	7.40	24.00	93.4	115.9	182.7	102.3	11.1	78.8	13.00	0.00	8.2	2.90	639.7
27	2003	25.40	37.40	48.2	115.8	109.3	39.8	84.5	57.7	115.5	38.1	0.00	0.00	671.7
28	2004	2.30	33.60	125	166.1	86.3	119.7	49.8	24.00	1.90	0.00	0.40	1.50	610.6
29	2005	0.90	53.90	123.7	77.3	141.2	103.2	25.3	2.60	55.00	0.00	0.00	13.8	596.9
30	2006	24.40	4.10	24.8	205.7	22.2	60.9	130.8	59.3	2.80	10.5	0.00	12.6	558.1
31	2007	26.40	115.6	247.1	100.3	21.3	21.8	52.4	19.3	55.9	2.6	11.6	0.00	674.3

Source ANRH Bir Mourad Rais.

Tableau.Résultat de la simulation de l'oued Mekhfi à son état naturel

Oued Mekhfi	Oued Sta	Q Total	C.Min oued	N.eau	N. critique	N.L. énergie	P.L. énergie	V	S. mouillé	L. mouillé	N. Froude	Obsrvt
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		
1	2433.745	131.4	31.78	36.02	35.26	36.5	0.003	2.9	45.3	18	0.58	Déb
1	2408.586	131.4	31.67	36.01		36.4	0.002	2.63	50	18	0.5	Déb
1	2386.364	131.4	31.54	36.07		36.3	0.001	2.04	64.4	18	0.34	Déb
1	2357.233	131.4	31.43	36.07		36.3	7E-04	1.86	70.6	18	0.3	Déb
1	2332.753	131.4	31.28	35.67		36.2	0.004	3.17	41.5	18	0.67	Déb
1	2302.838	131.4	31.14	35.24	35.1	36	0.008	3.84	34.2	18	0.89	Déb
1	2271.022	131.4	30.97	35.46		35.8	0.002	2.38	55.3	18	0.43	Déb
1	2225.561	131.4	30.81	35.39		35.7	0.002	2.38	55.2	18	0.43	Déb
1	2201.146	131.4	30.7	35.39		35.6	0.001	2.18	60.3	18	0.38	Déb
1	2184.132	131.4	30.67	34.76	34.64	35.5	0.009	3.89	33.8	18	0.91	Déb
1	2168.952	131.4	30.66	34.51	34.51	35.4	0.01	4.15	31.6	18	1	Déb
1	2165.33	131.4	30.66	33.93	34.27	35.3	0.019	5.17	25.4	18	1.39	Déb
1	2158.821	131.4	30.58	34.47	33.27	34.8	0.002	2.46	53.3	18	0.46	Déb
1	2131.39	131.4	30.51	34.43		34.7	0.002	2.41	54.5	18	0.44	Déb
1	2108.974	131.4	29.46	34.26		34.7	0.003	2.83	46.4	18	0.56	Déb
1	2078.678	131.4	29.43	34.32		34.6	0.001	2.16	60.9	18	0.37	Déb
1	2061.495	131.4	29.39	33.72	33.56	34.5	0.008	3.81	34.5	18	0.88	Déb
1	2038.246	131.4	29.35	33.8		34.3	0.003	3.02	43.5	18	0.62	Déb
1	2011.585	131.4	29.31	33.93		34.1	0.001	2.05	64.1	20	0.37	Déb
1	1986.298	131.4	29.28	33.47		34.1	0.006	3.37	39	20	0.77	Déb
1	1965.092	131.4	29.26	33.39		33.9	0.005	3.26	40.4	20	0.73	Déb
1	1950.074	131.4	29.22	33.56		33.8	0.001	2.21	59.5	20	0.41	Déb
1	1916.093	131.4	29.18	33.52		33.8	0.001	2.14	61.3	20	0.39	Déb
1	1898.751	131.4	29.12	33.52		33.7	1E-03	1.99	66	20	0.35	Déb
1	1872.674	131.4	29.08	33.52		33.7	8E-04	1.88	70	20	0.32	Déb
1	1855.321	131.4	29.05	33.44		33.7	0.001	2.13	61.8	20	0.39	Déb
1	1837.969	131.4	29.01	33.37		33.6	0.002	2.31	56.9	20	0.44	Déb
1	1820.869	131.4	28.98	33.35		33.6	0.002	2.3	57.2	20	0.43	Déb
1	1806.623	131.4	28.94	33.41		33.6	7E-04	1.74	75.7	20	0.28	Déb
1	1789.247	131.4	28.87	33.15		33.5	0.003	2.7	48.6	20	0.55	Déb
1	1754.445	131.4	28.83	33.19		33.4	0.001	2.13	61.8	20	0.39	Déb
1	1738.048	131.4	28.79	33.12		33.4	0.002	2.28	57.6	20	0.43	Déb
1	1706.927	131.4	28.76	33.13		33.3	0.001	2	65.6	20	0.35	Déb
1	1692.827	131.4	28.73	33.11		33.3	0.001	2.03	64.6	20	0.36	Déb
1	1675.597	131.4	28.7	33.09		33.3	0.001	2.01	65.5	20	0.35	Déb
1	1658.373	131.4	28.67	32.77		33.2	0.004	3.02	43.5	20	0.65	Déb
1	1645.99	131.4	28.64	32.78		33.2	0.003	2.81	46.8	20	0.59	Déb
1	1629.12	131.4	28.61	32.48		33.1	0.006	3.45	38.1	20	0.8	Déb
1	1616.69	131.4	28.57	32.65		33	0.002	2.44	53.9	20	0.47	Déb
1	1598.665	131.4	28.54	32.61		32.9	0.002	2.47	53.2	20	0.48	Déb
1	1580.641	131.4	28.31	32.54		32.9	0.002	2.59	50.6	20	0.52	Déb
1	1548.381	131.4	28.09	32.44		32.8	0.003	2.66	49.3	20	0.54	Déb

ANNEXE 05

Oued Mekhfi	Oued Sta	Q Total	C.Min oued	N.eau	N. critique	N.L. énergie	P.L. énergie	V	S. mouillé	L. mouillé	N. Froude	Obsrvt
1	1509.272	131.4	28.04	32.41		32.7	0.002	2.36	55.7	20	0.45	Déb
1	1464.736	131.4	28.02	32.38		32.6	0.001	2.15	61.1	20	0.39	Déb
1	1447.519	131.4	28	31.94		32.5	0.005	3.42	38.5	20	0.79	Déb
1	1430.301	131.4	27.98	31.97		32.4	0.003	2.96	44.4	20	0.63	Déb
1	1414.623	131.4	27.95	32.05		32.3	0.002	2.35	56	20	0.45	Déb
1	1389.221	131.4	27.92	31.95		32.3	0.002	2.54	51.8	20	0.5	Déb
1	1366.272	131.4	27.9	31.98		32.2	0.001	2.15	61.1	20	0.39	Déb
1	1356.091	131.4	27.88	31.82		32.2	0.003	2.66	49.4	20	0.54	Déb
1	1337.651	131.4	27.86	31.78		32.1	0.002	2.62	50.2	20	0.53	Déb
1	1318.306	131.4	27.84	31.76		32.1	0.002	2.49	52.7	19	0.48	Déb
1	1300.616	131.4	27.79	31.77		32	0.001	2.29	57.5	19	0.42	Déb
1	1286.039	131.4	27.7	31.64		32	0.002	2.66	49.3	19	0.53	Déb
1	1256.348	131.4	27.62	31.65		31.9	0.001	2.27	57.8	19	0.42	Déb
1	1228.65	131.4	27.55	31.05	30.93	31.8	0.008	3.82	34.4	19	0.91	Déb
1	1207.279	131.4	27.46	31.3		31.6	0.002	2.34	56.1	19	0.44	Déb
1	1180.586	131.4	27.4	31.15		31.5	0.003	2.7	48.7	19	0.54	Déb
1	1159.557	131.4	27.35	31.19		31.5	0.001	2.26	58.1	19	0.41	Déb
1	1136.994	131.4	27.3	31.02		31.4	0.002	2.7	48.6	19	0.54	Déb
1	1119.598	131.4	26.98	31.03		31.3	0.002	2.46	53.4	19	0.47	Déb
1	1103.585	131.4	26.54	31.11		31.3	7E-04	1.82	72.4	19	0.3	Déb
1	1081.989	131.4	26.49	31.07		31.3	9E-04	1.94	67.6	19	0.33	Déb
1	1059.35	131.4	26.44	30.89		31.2	0.002	2.52	52.1	19	0.49	Déb
1	1036.71	131.4	26.38	30.82		31.2	0.002	2.59	50.8	19	0.51	Déb
1	1012.24	131.4	26.34	30.4		31.1	0.006	3.56	37	19	0.81	Déb
1	989.326	131.4	26.4	30.62		30.9	0.001	2.19	60.1	19	0.39	Déb
1	972.234	131.4	26.76	30.48		30.8	0.002	2.63	50.1	19	0.52	Déb
1	952.585	131.4	25.83	30.49		30.8	0.002	2.32	56.8	19	0.43	Déb
1	913.72	131.4	25.77	30.23		30.7	0.003	2.94	44.7	19	0.61	Déb
1	897.954	131.4	25.68	30.29		30.6	0.002	2.41	54.5	19	0.45	Déb
1	873.954	131.4	25.58	30.18		30.5	0.002	2.66	49.3	15.8	0.48	Déb
1	845.753	131.4	25.49	30.19		30.5	0.001	2.35	56	15.8	0.4	Déb
1	820.503	131.4	25.42	30.18		30.4	0.001	2.2	59.7	16.4	0.37	Déb
1	802.209	131.4	25.36	29.98		30.4	0.002	2.81	46.8	15.8	0.52	Déb
1	784.286	131.4	25.27	29.82		30.3	0.003	3.12	42.1	15.8	0.61	Déb
1	758.661	131.4	25.2	29.79		30.2	0.003	2.91	45.2	15.8	0.55	Déb
1	740.557	131.4	25.12	29.89		30.1	0.001	2.17	60.5	16.1	0.36	Déb
1	720.872	131.4	25.05	29.89		30.1	9E-04	2.06	63.7	15.8	0.33	Déb
1	699.636	131.4	24.97	29.76		30.1	0.002	2.49	52.8	15.8	0.43	Déb
1	677.569	131.4	24.89	29.79		30	0.001	2.12	62	16.2	0.35	Déb
1	654.754	131.4	24.82	29.73		30	0.001	2.24	58.7	16.1	0.37	Déb
1	633.172	131.4	24.75	29.64		30	0.002	2.46	53.4	16.3	0.43	Déb
1	612.343	131.4	24.63	29.58		29.9	0.002	2.55	51.6	15.8	0.45	Déb
1	581.856	131.4	24.55	29.6		29.8	0.001	2.17	60.5	15.9	0.36	Déb
1	558.092	131.4	24.46	29.52		29.8	0.002	2.35	55.9	15.8	0.4	Déb

ANNEXE 05

Oued Mekhfi	Oued Sta	Q Total	C.Min oued	N.eau	N. critique	N.L. énergie	P.L. énergie	V	S. mouillé	L. mouillé	N. Froude	Obsrvt
1	532.016	131.4	24.38	29.58		29.7	6E-04	1.78	73.9	16.6	0.27	Déb
1	504.901	131.4	24.31	29.34		29.7	0.002	2.64	49.8	15.8	0.47	Déb
1	481.452	131.4	24.23	28.67	28.58	29.6	0.009	4.15	31.6	15.8	0.94	Déb
1	453.021	131.4	24.21	28.44	28.44	29.3	0.009	4.08	32.2	19	1	Déb
1	448.229	131.4	24.17	27.16	27.79	29.1	0.028	6.19	21.2	16	1.72	Déb
1	434.142	131.4	24.09	28.55	26.72	28.8	0.001	2.1	62.6	19	0.37	Déb
1	407.436	131.4	24	28.34		28.7	0.003	2.72	48.3	19	0.55	Déb
1	376.769	131.4	23.92	28.27		28.6	0.002	2.69	48.9	19	0.53	Déb
1	350.735	131.4	23.84	28.27		28.6	0.002	2.41	54.6	19	0.45	Déb
1	323.623	131.4	23.73	28.29		28.5	0.001	2.06	63.7	19	0.36	Déb
1	298.468	131.4	23.61	28.29		28.5	8E-04	1.88	69.8	19	0.31	Déb
1	269.074	131.4	23.51	28.24		28.4	9E-04	1.98	66.4	19	0.34	Déb
1	246.042	131.4	23.45	28.24		28.4	8E-04	1.86	70.5	19	0.31	Déb
1	230.893	131.4	23.39	28.13		28.4	0.001	2.27	57.9	19	0.42	Déb
1	215.772	131.4	23.32	28.06		28.4	0.002	2.46	53.5	19	0.47	Déb
1	197.953	131.4	23.25	28.03		28.3	0.002	2.43	54	19	0.46	Déb
1	181.165	131.4	23.2	28.09		28.3	8E-04	1.85	71.1	19	0.3	Déb
1	168.764	131.4	22.9	28.09		28.3	8E-04	1.81	72.6	19	0.3	Déb
1	155.34	131.4	23.08	28.01		28.2	0.001	2.1	62.5	19	0.37	Déb
1	138.636	131.4	22.94	28.03		28.2	1E-03	1.88	70	22	0.34	Déb
1	120.549	131.4	23.04	28		28.2	0.001	1.94	67.8	22	0.35	Déb
1	104.222	131.4	23.03	27.99		28.2	9E-04	1.87	70.1	22	0.33	Déb
1	87.895	131.4	22.95	28.02		28.1	5E-04	1.55	85	22	0.25	Déb
1	65.561	131.4	22.92	27.84		28.1	0.002	2.29	57.4	22	0.45	Déb
1	42.207	131.4	22.82	27.95		28	3E-04	1.31	100	22	0.2	Déb
1	26.956	131.4	22.77	27.92		28	5E-04	1.47	89.4	22	0.23	Déb
1	12.86	131.4	23.83	27.88		28	6E-04	1.64	80.2	22	0.27	Déb
1	0	131.4	22.8	27.89		28	5E-04	1.52	86.5	21.9	0.24	Déb

ANNEXE 06

Tableau.Résultat de la simulation de l'oued Sidi-Hammad à son état naturel

Oued sidi- Hammad	Oued Sta	Q Total	C.Min oued	N.eau	N. critiq ue	N.L. éner gie	P.L. énergie	v	S. mouillé	L. mouillé	N. Fro ude	Obsr vt
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		
1	2304.99	31.83	31.79	33.63	32.81	33.76	0.00152	1.59	20	11.46	0.4	Déb
1	2250.62	31.83	31.62	33.57		33.68	0.00121	1.47	21.69	11.8	0.4	Déb
1	2206.88	31.83	31.5	33.49		33.62	0.00152	1.58	20.08	11.8	0.4	Déb
1	2176.82	31.83	31.37	33.48		33.57	0.00097	1.36	23.39	11.8	0.3	Déb
1	2146.9	31.83	31.25	33.45		33.54	0.00085	1.3	24.4	11.8	0.3	Déb
1	2106.85	31.83	31.09	33.41		33.51	0.00094	1.35	23.54	11.8	0.3	Déb
1	2057.02	31.83	30.88	33.37		33.46	0.00088	1.32	24.07	11.8	0.3	Déb
1	2027.25	31.83	30.76	33.34		33.43	0.00091	1.35	23.63	11.8	0.3	Déb
1	2004.23	31.83	30.69	33.25		33.4	0.00189	1.7	18.7	11.8	0.4	Déb
1	2003.17	31.83	30.68	33.18		33.39	0.0025	2.03	15.67	9	0.5	Déb
1	2000.71	31.83	30.67	33.17		33.38	0.00246	2.03	15.71	9	0.5	Déb
1	1999.91	31.83	30.66	33.21		33.36	0.00187	1.7	18.69	11.8	0.4	Déb
1	1992.29	31.83	30.63	33.12		33.34	0.00359	2.06	15.44	11.8	0.6	Déb
1	1973.3	31.83	30.57	32.75	32.75	33.2	0.01156	2.99	10.66	11.8	1	Déb
1	1958.75	31.83	30.53	32.21	32.4	32.94	0.02305	3.79	8.4	11.8	1.4	Déb
1	1941.4	31.83	30.48	32.63	32.01	32.83	0.00257	1.96	16.23	11.01	0.5	Déb
1	1924.99	31.83	30.43	32.62		32.78	0.00211	1.75	18.23	11.8	0.5	Déb
1	1909.68	31.83	30.38	32.62		32.74	0.00139	1.56	20.45	11.8	0.4	Déb
1	1887.51	31.83	30.32	32.48		32.69	0.0031	2.01	15.85	11.8	0.6	Déb
1	1863.59	31.83	30.24	32.47		32.61	0.00174	1.69	18.88	11.8	0.4	Déb
1	1821.53	31.83	30.12	32.48		32.55	0.00062	1.15	27.56	13	0.3	Déb
1	1797.64	31.83	30.05	32.43		32.53	0.001	1.37	23.22	13	0.3	Déb
1	1771.56	31.83	29.97	32.38		32.49	0.00148	1.52	20.92	13	0.4	Déb
1	1755.56	31.83	29.92	32.37		32.47	0.00113	1.39	22.92	13	0.3	Déb
1	1727.7	31.83	29.84	32.37		32.44	0.00058	1.14	28.03	13	0.3	Déb
1	1700.89	31.83	29.76	32.12		32.38	0.00531	2.26	14.1	13	0.7	Déb
1	1679.76	31.83	29.69	32.12		32.28	0.00232	1.76	18.1	13	0.5	Déb
1	1658.42	31.83	29.63	32.1		32.23	0.00172	1.59	20.05	13	0.4	Déb
1	1634.42	31.83	29.56	32.13		32.19	0.00047	1.05	30.28	13	0.2	Déb
1	1613.17	31.83	29.49	32.11		32.17	0.00064	1.17	27.18	13	0.3	Déb
1	1599.2	31.83	29.45	31.84		32.13	0.00492	2.38	13.37	10.7	0.7	Déb
1	1584.14	31.83	29.4	31.51	31.51	32	0.01153	3.12	10.19	10.54	1	Déb
1	1569.4	31.83	29.36	31.18	31.27	31.8	0.01477	3.5	9.09	9.8	1.2	Déb
1	1545.57	31.83	29.29	31.37	30.76	31.55	0.00241	1.88	16.92	11.91	0.5	Déb
1	1534.72	31.83	29.26	31.05	31.05	31.48	0.01051	2.89	11	13	1	Déb
1	1509.86	31.83	29.18	31.07	30.45	31.23	0.00213	1.74	18.28	13	0.5	Déb
1	1487.76	31.83	29.12	31.06		31.18	0.00131	1.48	21.47	13	0.4	Déb
1	1466.12	31.83	29.05	30.99		31.14	0.00205	1.7	18.69	13	0.5	Déb
1	1435.03	31.83	28.96	30.86		31.06	0.00305	1.95	16.31	13	0.6	Déb
1	1422.41	31.83	28.92	30.76		31.01	0.00432	2.19	14.51	13	0.7	Déb
1	1404.98	31.83	28.87	30.77		30.93	0.00227	1.76	18.06	13	0.5	Déb

ANNEXE 06

Oued sidi- Hammad	Oued Sta	Q Total	C.Min oued	N.eau	N. critique	N.L. énergie	P.L. énergie	V	S. mouillé	L. mouillé	N. Fro ude	Obsr vt
1	1391.14	31.83	28.83	30.77		30.89	0.00155	1.56	20.42	13	0.4	Déb
1	1363.89	31.83	28.74	30.48		30.8	0.00662	2.48	12.86	13	0.8	Déb
1	1342.68	31.83	28.68	30.56		30.68	0.00139	1.51	21.1	13	0.4	Déb
1	1312.06	31.83	28.59	30.47		30.62	0.00213	1.73	18.36	13	0.5	Déb
1	1295.39	31.83	28.54	30.35		30.57	0.00388	2.1	15.19	13	0.6	Déb
1	1265.02	31.83	28.45	30.39		30.48	0.00096	1.33	24.02	13	0.3	Déb
1	1237.73	31.83	28.37	30.35		30.45	0.00105	1.37	23.18	13	0.3	Déb
1	1222.61	31.83	28.23	29.95	29.95	30.38	0.01136	2.89	11.02	13	1	Déb
1	1209.56	31.83	28.19	29.96	29.5	30.14	0.00282	1.88	16.97	13	0.5	Déb
1	1195.22	31.83	28.14	29.92		30.1	0.00271	1.86	17.16	13	0.5	Déb
1	1174.82	31.83	28.06	29.89		30.04	0.00225	1.75	18.22	13	0.5	Déb
1	1159.38	31.83	28	29.85		30.01	0.00235	1.77	18.02	13	0.5	Déb
1	1144.35	31.83	27.95	29.81		29.97	0.0023	1.76	18.13	13	0.5	Déb
1	1122.87	31.83	27.87	29.42	29.42	29.85	0.01099	2.9	10.97	13	1	Déb
1	1098.43	31.83	27.77	29.19	29.13	29.56	0.00852	2.69	11.82	13	0.9	Déb
1	1072.6	31.83	27.68	29.17		29.37	0.00351	2.02	15.74	13	0.6	Déb
1	1052.91	31.83	27.6	29.14		29.3	0.00233	1.78	17.92	13	0.5	Déb
1	1033.53	31.83	27.55	29.07		29.25	0.00289	1.91	16.7	13	0.5	Déb
1	1019.15	31.83	27.49	29.01		29.21	0.00322	1.98	16.1	13	0.6	Déb
1	1004.21	31.83	27.41	28.95		29.16	0.00332	2	15.9	13	0.6	Déb
1	992.82	31.83	27.36	28.9		29.12	0.00374	2.07	15.35	13	0.6	Déb
1	972.789	31.83	27.29	28.88		29.04	0.00223	1.75	18.14	13	0.5	Déb
1	953.717	31.83	27.22	28.84		29	0.00221	1.75	18.18	13	0.5	Déb
1	926.285	31.83	27.13	28.77		28.93	0.00232	1.78	17.86	13	0.5	Déb
1	899.592	31.83	27.04	28.76		28.87	0.00144	1.51	21.04	13	0.4	Déb
1	874.894	31.83	26.96	28.69		28.83	0.00187	1.66	19.19	13	0.4	Déb
1	835.102	31.83	26.83	28.63		28.76	0.00151	1.54	20.6	13	0.4	Déb
1	776.49	31.83	26.62	28.57		28.68	0.00114	1.43	22.22	11.8	0.3	Déb
1	742.482	31.83	26.51	28.48		28.62	0.00172	1.66	19.2	11.8	0.4	Déb
1	714.688	31.83	26.42	28.47		28.58	0.00114	1.44	22.05	11.8	0.3	Déb
1	687.565	31.83	26.33	28.45		28.54	0.00093	1.34	23.73	11.8	0.3	Déb
1	654.39	31.83	26.22	28.43		28.51	0.00077	1.26	25.26	11.8	0.3	Déb
1	627.928	31.83	26.13	28.36		28.48	0.00129	1.52	20.93	11.8	0.4	Déb
1	601.256	31.83	26.04	28.32		28.45	0.00137	1.56	20.44	11.8	0.4	Déb
1	584.616	31.83	25.98	28.31		28.42	0.00114	1.46	21.78	11.8	0.3	Déb
1	568.224	31.83	25.93	28.29		28.4	0.0012	1.49	21.35	11.8	0.4	Déb
1	540.161	31.83	25.83	28.28		28.36	0.00085	1.31	24.23	11.8	0.3	Déb
1	515.169	31.83	25.73	28.28		28.34	0.00052	1.11	28.61	11.8	0.2	Déb
1	496.74	31.83	25.67	28.26		28.33	0.00065	1.19	26.65	11.8	0.3	Déb
1	472.218	31.83	25.59	28.26		28.31	0.00044	1.04	30.5	11.8	0.2	Déb
1	450.464	31.83	25.52	28.25		28.3	0.00042	1.02	31.18	11.8	0.2	Déb
1	428.879	31.83	25.46	28.21		28.29	0.00075	1.25	25.54	11.8	0.3	Déb
1	410.805	31.83	25.41	28.2		28.27	0.00064	1.19	26.83	11.8	0.3	Déb
1	406.076	31.83	25.39	28.14		28.26	0.00125	1.56	20.45	9	0.3	Déb

ANNEXE 06

Oued sidi- Hammad	Oued Sta	Q Total	C.Min oued	N.eau	N. critique	N.L. énergie	P.L. énergie	V	S. mouillé	L. mouillé	N. Fro ude	Obsr vt
1	391.622	31.83	25.3	28.19		28.23	0.0003	0.9	35.3	13	0.2	Déb
1	377.589	31.83	25.21	28.18		28.22	0.00035	0.94	33.74	13	0.2	Déb
1	361.584	31.83	24.94	28.18		28.22	0.0003	0.9	35.32	13	0.2	Déb
1	354.643	31.83	25.72	28.14		28.21	0.00067	1.16	27.36	13	0.3	Déb
1	332.95	31.83	24.89	28.14		28.2	0.00047	1.03	30.81	13	0.2	Déb
1	311.465	31.83	24.69	28.14		28.18	0.00028	0.87	36.55	13	0.2	Déb
1	294.97	31.83	24.63	28.13		28.18	0.00039	0.98	32.4	13	0.2	Déb
1	268.256	31.83	24.5	28.12		28.17	0.00038	0.97	32.74	13	0.2	Déb
1	253.833	31.83	24.44	28.12		28.16	0.00025	0.85	37.47	13	0.2	Déb
1	240.455	31.83	24.39	28.12		28.15	0.00022	0.81	39.31	13	0.2	Déb
1	223.931	31.83	24.32	28.12		28.15	0.00014	0.7	45.33	13	0.1	Déb
1	206.355	31.83	24.26	28.12		28.15	0.00014	0.7	45.52	13	0.1	Déb
1	194.656	31.83	24.21	28.12		28.14	0.00013	0.69	46.29	13	0.1	Déb
1	183.829	31.83	24.19	28.11		28.14	0.00019	0.77	41.15	13	0.1	Déb
1	170.733	31.83	25.99	28.04		28.13	0.00097	1.32	24.16	13	0.3	Déb
1	158.388	31.83	23.5	28.09		28.11	0.00013	0.68	47.09	13	0.1	Déb
1	145.949	31.83	23.28	28.08		28.11	0.00011	0.65	48.81	13	0.1	Déb
1	139.877	31.83	23.25	27.91		28.09	0.00204	1.89	16.85	4	0.3	Déb
1	135.592	31.83	23.2	27.91		28.08	0.00192	1.84	17.33	4	0.3	Déb
1	120.937	31.83	23.15	28.01		28.03	7.5E-05	0.55	57.57	13.91	0.1	Déb
1	113.741	31.83	22.84	28.01		28.03	6.8E-05	0.55	58.26	13	0.1	Déb
1	74.32	31.83	23.09	28.01		28.02	8.1E-05	0.58	54.91	13	0.1	Déb
1	49.975	31.83	23.08	28.01		28.02	6.3E-05	0.52	60.74	13.58	0.1	Déb
1	17.439	31.83	23.03	28		28.02	0.00011	0.64	49.52	13	0.1	Déb
1	0	31.83	22.8	27.99		28.02	0.00013	0.69	46.13	11	0.1	Déb

ANNEXE 07

Tableau : le résultat de la simulation d'Oued MEKHFI en canal trapézoïdal en béton armé

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév.critique	Elév.L.Enegi	penne	vitesse	Froude	Régime Eco
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)		
2433.75	131.4	31.78	34.11	2.33	34.11	35.17	0.00177	4.56	1	CRITI
2408.59	131.4	31.67	33.79	2.12	34	35.1	0.00239	5.06	1.16	TOR
2386.36	131.4	31.54	33.55	2.01	33.87	35.02	0.00285	5.37	1.26	TOR
2357.23	131.4	31.43	33.41	1.98	33.76	34.93	0.003	5.46	1.3	TOR
2332.75	131.4	31.28	33.19	1.91	33.61	34.84	0.00339	5.69	1.37	TOR
2302.84	131.4	31.14	33.02	1.88	33.47	34.73	0.00358	5.8	1.41	TOR
2271.02	131.4	30.97	32.81	1.84	33.3	34.6	0.00384	5.93	1.46	TOR
2225.56	131.4	30.81	32.66	1.85	33.14	34.43	0.00377	5.9	1.45	TOR
2201.15	131.4	30.7	32.53	1.83	33.03	34.33	0.00385	5.94	1.46	TOR
2184.13	131.4	30.67	32.58	1.91	33	34.23	0.00339	5.69	1.37	TOR
2168.95	131.4	30.66	32.73	2.07	32.99	34.11	0.00262	5.22	1.21	TOR
2165.33	131.4	30.66	32.74	2.08	32.99	34.11	0.00256	5.18	1.2	TOR
2158.82	131.4	30.58	32.57	1.99	32.91	34.08	0.00298	5.45	1.29	TOR
2131.39	131.4	30.51	32.51	2	32.84	34	0.00292	5.41	1.28	TOR
2108.97	131.4	29.46	30.95	1.49	31.79	33.77	0.00758	6.43	2.01	TOR
2078.68	131.4	29.43	31.03	1.6	31.76	33.45	0.00601	6.88	1.8	TOR
2061.5	131.4	29.39	31.04	1.65	31.72	33.3	0.00544	6.66	1.72	TOR
2038.25	131.4	29.35	31.08	1.73	31.68	33.12	0.00466	6.33	1.6	TOR
2011.59	131.4	29.31	31.15	1.84	31.64	32.94	0.00382	5.92	1.45	TOR
1986.3	131.4	29.28	31.27	1.99	31.61	32.77	0.00294	5.43	1.28	TOR
1965.09	131.4	29.26	31.35	2.09	31.59	32.7	0.00254	5.16	1.2	TOR
1950.07	131.4	29.22	31.31	2.09	31.55	32.66	0.00251	5.14	1.19	TOR
1916.09	131.4	29.18	31.3	2.12	31.51	32.61	0.00242	5.08	1.17	TOR
1898.75	131.4	29.12	31.34	2.22	31.45	32.52	0.00207	4.82	1.08	TOR
1872.67	131.4	29.08	31.29	2.21	31.41	32.49	0.00211	4.85	1.1	TOR
1855.32	131.4	29.05	31.26	2.21	31.38	32.46	0.00211	4.85	1.1	TOR
1837.97	131.4	29.01	31.22	2.21	31.34	32.42	0.0021	4.85	1.09	TOR
1820.87	131.4	28.98	31.19	2.21	31.31	32.39	0.0021	4.85	1.09	TOR
1806.62	131.4	28.94	31.16	2.22	31.27	32.34	0.00207	4.82	1.09	TOR
1789.25	131.4	28.87	31.41	2.54	31.2	32.29	0.00133	4.15	0.88	FLUV
1754.45	131.4	28.83	31.36	2.53	31.16	32.25	0.00136	4.17	0.88	FLUV
1738.05	131.4	28.79	31.36	2.57	31.12	32.21	0.00129	4.1	0.86	FLUV
1706.93	131.4	28.76	31.1	2.34	31.09	32.15	0.00175	4.55	1	CRITI
1692.83	131.4	28.73	31.07	2.34	31.06	32.12	0.00174	4.54	1	CRITI
1675.6	131.4	28.7	31.04	2.34	31.03	32.09	0.00174	4.54	1	CRITI
1658.37	131.4	28.67	31.01	2.34	31	32.06	0.00174	4.54	1	CRITI
1645.99	131.4	28.64	30.98	2.34	30.97	32.03	0.00174	4.54	1	CRITI
1629.12	131.4	28.61	30.94	2.33	30.94	32	0.00177	4.56	1	CRITI
1616.69	131.4	28.57	30.79	2.22	30.9	31.97	0.00206	4.81	1.08	TOR
1598.67	131.4	28.54	30.76	2.22	30.87	31.94	0.00206	4.81	1.08	TOR
1580.64	131.4	28.31	30.24	1.93	30.64	31.85	0.00329	5.64	1.35	TOR
1548.38	131.4	28.09	29.93	1.84	30.42	31.72	0.00385	5.94	1.46	TOR

ANNEXE 07

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév.critique	Elév.L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
1509.27	131.4	28.04	30.75	2.71	30.37	31.51	0.00109	3.87	0.8	FLUV
1464.74	131.4	28.02	30.57	2.55		31.44	0.00132	4.14	0.87	FLUV
1447.52	131.4	28	30.54	2.54		31.42	0.00133	4.15	0.88	FLUV
1430.3	131.4	27.98	30.52	2.54		31.4	0.00134	4.16	0.88	FLUV
1414.62	131.4	27.95	30.5	2.55		31.37	0.00133	4.14	0.88	FLUV
1389.22	131.4	27.92	30.46	2.54		31.34	0.00134	4.15	0.88	FLUV
1366.27	131.4	27.9	30.42	2.52	30.23	31.31	0.00138	4.19	0.89	FLUV
1356.09	131.4	27.88	30.4	2.52		31.29	0.00137	4.18	0.89	FLUV
1337.65	131.4	27.86	30.37	2.51	30.19	31.27	0.00139	4.21	0.9	FLUV
1318.31	131.4	27.84	30.17	2.33	30.17	31.23	0.00177	4.56	1	CRITI
1300.62	131.4	27.79	30.01	2.22	30.12	31.19	0.00206	4.81	1.08	TOR
1286.04	131.4	27.7	29.8	2.1	30.03	31.14	0.00248	5.12	1.18	TOR
1256.35	131.4	27.62	29.73	2.11	29.95	31.05	0.00243	5.08	1.17	TOR
1228.65	131.4	27.55	29.67	2.12	29.88	30.98	0.00242	5.08	1.17	TOR
1207.28	131.4	27.46	29.79	2.33	29.79	30.85	0.00177	4.56	1	CRITI
1180.59	131.4	27.4	29.64	2.24	29.73	30.8	0.00201	4.77	1.07	TOR
1159.56	131.4	27.35	29.6	2.25	29.68	30.75	0.00198	4.75	1.06	TOR
1136.99	131.4	27.3	29.56	2.26	29.63	30.7	0.00197	4.74	1.06	TOR
1119.6	131.4	26.98	28.84	1.86	29.31	30.59	0.00371	5.86	1.43	TOR
1103.59	131.4	26.54	29.81	3.27	28.87	30.31	0.00058	3.12	0.59	FLUV
1081.99	131.4	26.49	29.81	3.32		30.29	0.00056	3.06	0.57	FLUV
1059.35	131.4	26.44	29.81	3.37		30.27	0.00053	3.01	0.56	FLUV
1036.71	131.4	26.38	29.81	3.43		30.25	0.0005	2.95	0.55	FLUV
1012.24	131.4	26.34	29.81	3.47		30.24	0.00048	2.92	0.54	FLUV
989.326	131.4	26.4	29.76	3.36		30.23	0.00053	3.02	0.56	FLUV
972.234	131.4	26.76	29.09	2.33	29.09	30.15	0.00177	4.57	1.01	TOR
952.585	131.4	25.83	29.43	3.6	27.94	29.73	0.0003	2.42	0.44	FLUV
913.72	131.4	25.7	29.43	3.73		29.71	0.00027	2.32	0.41	FLUV
897.954	131.4	25.65	29.43	3.78		29.7	0.00026	2.29	0.4	FLUV
873.954	131.4	25.58	28.38	2.8	28.38	29.59	0.00186	4.88	1	CRITI
845.753	131.4	25.48	28.08	2.6	28.28	29.52	0.00238	5.31	1.13	TOR
820.503	131.4	25.4	28.1	2.7	28.2	29.42	0.00211	5.1	1.07	TOR
802.209	131.4	25.34	28.1	2.76	28.14	29.35	0.00196	4.97	1.03	TOR
784.286	131.4	25.28	27.95	2.67	28.08	29.31	0.0022	5.17	1.09	TOR
758.661	131.4	25.2	27.95	2.75	28	29.22	0.00199	4.99	1.04	TOR
740.557	131.4	25.14	27.8	2.66	27.94	29.17	0.0022	5.17	1.09	TOR
720.872	131.4	25.08	27.79	2.71	27.88	29.1	0.00208	5.07	1.06	TOR
699.636	131.4	25.01	27.81	2.8	27.81	29.02	0.00186	4.88	1	CRITI
677.569	131.4	24.94	27.6	2.66	27.74	28.97	0.00222	5.19	1.09	TOR
654.754	131.4	24.86	27.63	2.77	27.66	28.87	0.00195	4.95	1.03	TOR
633.172	131.4	24.79	27.46	2.67	27.59	28.82	0.0022	5.17	1.09	TOR
612.343	131.4	24.73	27.43	2.7	27.53	28.75	0.00211	5.1	1.07	TOR
581.856	131.4	24.63	27.24	2.61	27.43	28.67	0.00236	5.3	1.13	TOR
558.092	131.4	24.55	27.26	2.71	27.35	28.57	0.00207	5.06	1.06	TOR
532.016	131.4	24.47	27.27	2.8	27.27	28.48	0.00186	4.88	1	CRITI

ANNEXE 07

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév.critique	Elév.L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
504.901	131.4	24.38	27.02	2.64	27.18	28.41	0.00228	5.23	1.11	TOR
481.452	131.4	24.3	27.05	2.75	27.1	28.32	0.00199	4.99	1.04	TOR
453.021	131.4	24.21	26.85	2.64	27.01	28.24	0.00226	5.22	1.1	TOR
448.229	131.4	24.17	25.51	1.34	26.28	28.1	0.00763	6.14	2.02	TOR
434.142	131.4	24.13	25.5	1.37	26.24	27.96	0.00701	6.94	1.94	TOR
407.436	131.4	24.05	25.49	1.44	26.16	27.72	0.00606	6.62	1.82	TOR
376.769	131.4	23.95	25.45	1.5	26.06	27.49	0.00528	6.33	1.7	TOR
350.735	131.4	23.87	25.42	1.55	25.98	27.32	0.00471	6.1	1.61	TOR
323.623	131.4	23.79	25.39	1.6	25.9	27.16	0.00421	5.88	1.53	TOR
298.468	131.4	23.71	26.44	2.73	25.82	27	0.00075	3.3	0.67	FLUV
269.074	131.4	23.62	26.45	2.83		26.96	0.00067	3.18	0.64	FLUV
246.042	131.4	23.55	26.45	2.9		26.94	0.00061	3.08	0.61	FLUV
230.893	131.4	23.51	26.45	2.94		26.92	0.00058	3.04	0.6	FLUV
215.772	131.4	23.46	26.46	3		26.91	0.00055	2.97	0.58	FLUV
197.953	131.4	23.41	26.46	3.05		26.9	0.00052	2.92	0.56	FLUV
181.165	131.4	23.35	26.47	3.12		26.88	0.00048	2.85	0.55	FLUV
168.764	131.4	23.32	26.47	3.15		26.87	0.00047	2.82	0.54	FLUV
155.34	131.4	23.27	26.47	3.2		26.86	0.00044	2.76	0.52	FLUV
138.636	131.4	23.22	26.48	3.26		26.85	0.00042	2.71	0.51	FLUV
120.549	131.4	23.17	26.48	3.31		26.84	0.0004	2.67	0.5	FLUV
104.222	131.4	23.12	26.48	3.36		26.83	0.00038	2.62	0.48	FLUV
87.895	131.4	23.07	26.48	3.41		26.82	0.00036	2.57	0.47	FLUV
65.561	131.4	23	26.49	3.49		26.81	0.00034	2.51	0.46	FLUV
42.207	131.4	22.93	26.49	3.56		26.79	0.00032	2.45	0.44	FLUV
26.956	131.4	22.88	26.49	3.61		26.79	0.0003	2.41	0.43	FLUV
12.86	131.4	22.84	26.49	3.65		26.78	0.00029	2.38	0.42	FLUV
0	131.4	22.8	26.49	3.69		26.77	0.00028	2.35	0.42	FLUV

ANNEXE 08

Tableau: le résultat de la simulation d'Oued SIDI HAMMAD en canal trapézoïdal en béton armé

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H. d'eaux	Elév critique	Elév.L .Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)		
2304.99	31.83	31.79	33.76	1.97	33.76	34.54	0.00249	3.92	1.01	TOR
2250.62	31.83	31.6	33.43	1.83	33.57	34.37	0.00319	4.29	1.14	TOR
2206.88	31.83	31.45	33.34	1.89	33.42	34.2	0.00287	4.13	1.08	TOR
2176.82	31.83	31.34	33.16	1.82	33.31	34.11	0.00324	4.31	1.15	TOR
2146.9	31.83	31.23	33.12	1.89	33.2	33.98	0.00285	4.12	1.08	TOR
2106.85	31.83	31.09	32.92	1.83	33.06	33.86	0.00316	4.28	1.13	TOR
2057.02	31.83	30.92	32.84	1.92	32.89	33.67	0.0027	4.03	1.05	TOR
2027.25	31.83	30.81	32.66	1.85	32.78	33.57	0.00307	4.23	1.11	TOR
2004.23	31.83	30.73	32.59	1.86	32.7	33.49	0.00299	4.19	1.1	TOR
2003.17	31.83	30.73	32.59	1.86	32.7	33.49	0.00299	4.19	1.1	TOR
2000.71	31.83	30.72	32.59	1.87	32.69	33.48	0.00297	4.18	1.1	TOR
1999.91	31.83	30.72	32.59	1.87	32.69	33.48	0.00295	4.17	1.09	TOR
1992.29	31.83	30.69	32.57	1.88	32.66	33.45	0.00292	4.15	1.09	TOR
1973.3	31.83	30.63	32.51	1.88	32.6	33.38	0.00289	4.14	1.08	TOR
1958.75	31.83	30.57	32.5	1.93	32.54	33.32	0.00266	4.01	1.04	TOR
1941.4	31.83	30.51	32.46	1.95	32.48	33.26	0.00257	3.96	1.02	TOR
1924.99	31.83	30.46	32.42	1.96	32.43	33.21	0.00254	3.94	1.02	TOR
1909.68	31.83	30.4	32.26	1.86	32.37	33.16	0.00299	4.19	1.1	TOR
1887.51	31.83	30.32	32.22	1.9	32.29	33.07	0.00281	4.09	1.07	TOR
1863.59	31.83	30.24	31.25	1.01	31.74	32.88	0.00819	5.66	1.89	TOR
1821.53	31.83	30.1	31.24	1.14	31.6	32.48	0.0055	4.94	1.56	TOR
1797.64	31.83	30.02	31.23	1.21	31.52	32.32	0.00457	4.64	1.43	TOR
1771.56	31.83	29.93	31.17	1.24	31.43	32.2	0.00413	4.48	1.36	TOR
1755.56	31.83	29.88	31.15	1.27	31.38	32.12	0.00383	4.37	1.31	TOR
1727.7	31.83	29.79	31.1	1.31	31.29	32.01	0.00351	4.24	1.26	TOR
1700.89	31.83	29.7	31.01	1.31	31.2	31.92	0.00351	4.24	1.26	TOR
1679.76	31.83	29.63	30.94	1.31	31.13	31.85	0.00351	4.24	1.26	TOR
1658.42	31.83	29.56	30.87	1.31	31.06	31.78	0.00351	4.24	1.26	TOR
1634.42	31.83	29.48	30.79	1.31	30.98	31.7	0.00351	4.24	1.26	TOR
1613.17	31.83	29.41	30.72	1.31	30.91	31.63	0.00351	4.24	1.26	TOR
1599.2	31.83	29.36	30.67	1.31	30.86	31.58	0.0035	4.23	1.26	TOR
1584.14	31.83	29.31	30.62	1.31	30.81	31.53	0.0035	4.23	1.26	TOR
1569.4	31.83	29.26	30.57	1.31	30.76	31.48	0.0035	4.23	1.26	TOR
1545.57	31.83	29.19	30.54	1.35	30.69	31.39	0.00317	4.09	1.2	TOR
1534.72	31.83	29.15	30.5	1.35	30.65	31.35	0.00314	4.07	1.19	TOR
1509.86	31.83	29.07	30.42	1.35	30.57	31.27	0.00313	4.07	1.19	TOR
1487.76	31.83	28.99	30.42	1.43	30.49	31.16	0.00262	3.83	1.09	TOR
1466.12	31.83	28.92	30.38	1.46	30.42	31.09	0.00244	3.73	1.05	TOR

ANNEXE 08

1435.03	31.83	28.82	30.21	1.39	30.32	31	0.00284	3.94	1.14	TOR
1422.41	31.83	28.78	30.18	1.4	30.28	30.96	0.0028	3.92	1.13	TOR
1404.98	31.83	28.72	30.14	1.42	30.22	30.9	0.00268	3.86	1.1	TOR
1391.14	31.83	28.67	30.12	1.45	30.17	30.84	0.00252	3.77	1.07	TOR
1363.89	31.83	28.58	29.98	1.4	30.08	30.76	0.00277	3.9	1.12	TOR
1342.68	31.83	28.51	29.94	1.43	30.01	30.68	0.00264	3.83	1.1	TOR
1312.06	31.83	28.41	29.91	1.5	29.91	30.58	0.00222	3.61	1.01	TOR
1295.39	31.83	28.36	29.8	1.44	29.86	30.53	0.00258	3.81	1.08	TOR
1265.02	31.83	28.26	29.66	1.4	29.76	30.44	0.0028	3.92	1.13	TOR
1237.73	31.83	28.16	29.52	1.36	29.66	30.35	0.0031	4.06	1.18	TOR
1222.61	31.83	28.11	29.47	1.36	29.61	30.3	0.00306	4.04	1.18	TOR
1209.56	31.83	28.07	29.43	1.36	29.57	30.26	0.00306	4.04	1.18	TOR
1195.22	31.83	28.02	29.39	1.37	29.52	30.21	0.00301	4.02	1.17	TOR
1174.82	31.83	27.96	29.33	1.37	29.46	30.15	0.00301	4.02	1.17	TOR
1159.38	31.83	27.91	29.28	1.37	29.41	30.1	0.00299	4	1.16	TOR
1144.35	31.83	27.86	29.24	1.38	29.36	30.05	0.00295	3.99	1.16	TOR
1122.87	31.83	27.78	29.45	1.67	29.28	29.97	0.00156	3.19	0.85	FLUV
1098.43	31.83	27.7	29.45	1.75		29.92	0.00133	3.02	0.79	FLUV
1072.6	31.83	27.62	29.45	1.83		29.87	0.00115	2.87	0.73	FLUV
1052.91	31.83	27.55	29.46	1.91		29.84	0.00101	2.73	0.69	FLUV
1033.53	31.83	27.49	29.46	1.97		29.81	0.00091	2.63	0.65	FLUV
1019.15	31.83	27.44	29.46	2.02		29.79	0.00084	2.55	0.63	FLUV
1004.21	31.83	27.39	29.46	2.07		29.78	0.00077	2.48	0.6	FLUV
992.82	31.83	27.35	29.46	2.11		29.76	0.00072	2.42	0.58	FLUV
972.789	31.83	27.29	29.46	2.17		29.74	0.00066	2.34	0.56	FLUV
953.717	31.83	27.22	29.47	2.25		29.72	0.00059	2.25	0.53	FLUV
926.285	31.83	27.13	29.47	2.34		29.7	0.00051	2.14	0.49	FLUV
899.592	31.83	27.04	29.47	2.43		29.68	0.00045	2.05	0.46	FLUV
874.894	31.83	26.94	29.47	2.49		29.67	0.0004	1.97	0.44	FLUV
835.102	31.83	26.83	28.8	1.97	28.8	29.58	0.00249	3.91	1.01	TOR
776.49	31.83	26.63	28.45	1.82	28.6	29.4	0.00325	4.32	1.15	TOR
742.482	31.83	26.52	28.35	1.83	28.49	29.29	0.00317	4.28	1.13	TOR
714.688	31.83	26.43	28.26	1.83	28.4	29.2	0.00316	4.28	1.13	TOR
687.565	31.83	26.34	28.18	1.84	28.31	29.1	0.00314	4.26	1.13	TOR
654.39	31.83	26.23	28.07	1.84	28.2	28.99	0.0031	4.25	1.12	TOR
627.928	31.83	26.14	27.99	1.85	28.11	28.9	0.00306	4.23	1.11	TOR
601.256	31.83	26.05	27.91	1.86	28.02	28.81	0.00302	4.2	1.11	TOR
584.616	31.83	25.99	27.86	1.87	27.96	28.75	0.00297	4.18	1.1	TOR
568.224	31.83	25.94	27.81	1.87	27.91	28.7	0.00296	4.17	1.1	TOR
540.161	31.83	25.84	27.77	1.93	27.81	28.59	0.00265	4.01	1.04	TOR
515.169	31.83	25.76	27.72	1.96	27.73	28.51	0.00253	3.94	1.01	TOR

ANNEXE 08

496.74	31.83	25.7	27.58	1.88	27.67	28.46	0.00289	4.14	1.08	TOR
472.218	31.83	25.62	27.52	1.9	27.59	28.37	0.00282	4.1	1.07	TOR
450.464	31.83	25.54	27.49	1.95	27.51	28.29	0.00256	3.96	1.02	TOR
428.879	31.83	25.47	27.34	1.87	27.44	28.23	0.00295	4.17	1.09	TOR
410.805	31.83	25.41	26.24	1.83	26.76	28.04	0.01074	5.96	1.17	TOR
406.076	31.83	25.38	26.21	1.83	26.73	27.99	0.01049	5.91	1.14	TOR
391.622	31.83	25.29	26.15	1.86	26.64	27.82	0.00952	5.72	1.05	TOR
377.589	31.83	25.2	26.07	1.87	26.55	27.68	0.00895	5.61	1.79	TOR
361.584	31.83	25.1	25.99	1.89	26.45	27.53	0.00839	5.49	1.63	TOR
354.643	31.83	25.05	25.94	1.89	26.4	27.48	0.00839	5.49	1.73	TOR
332.95	31.83	24.92	26.74	1.82	25.85	26.85	0.00123	2.45	0.88	FLUV
311.465	31.83	24.78	26.75	1.97		26.84	0.00118	2.33	0.86	FLUV
294.97	31.83	24.68	26.76	2.08		26.84	0.00115	2.26	0.84	FLUV
268.256	31.83	24.51	26.76	2.11		26.83	0.00112	2.15	0.83	FLUV
253.833	31.83	24.42	26.76	2.34		26.83	0.00111	2.1	0.81	FLUV
240.455	31.83	24.33	26.77	2.34		26.82	0.00191	2.05	0.79	FLUV
223.931	31.83	24.23	26.77	2.34		26.82	0.00101	2.01	0.78	FLUV
206.355	31.83	24.11	26.77	2.35		26.82	0.00191	2.95	0.76	FLUV
194.656	31.83	24.04	26.77	2.33		26.82	0.00184	2.93	0.72	FLUV
183.829	31.83	23.97	26.77	2.35		26.81	0.00177	2.9	0.7	FLUV
170.733	31.83	23.89	26.77	2.33		26.81	0.00172	2.87	0.68	FLUV
158.388	31.83	23.81	26.77	2.34		26.81	0.00166	2.84	0.64	FLUV
145.949	31.83	23.73	26.78	2.11		26.81	0.00159	2.82	0.61	FLUV
139.877	31.83	23.69	26.78	2.17		26.81	0.00151	2.81	0.55	FLUV
135.592	31.83	23.66	26.78	2.25		26.81	0.00145	2.8	0.49	FLUV
120.937	31.83	23.57	26.78	2.34		26.81	0.0014	2.77	0.48	FLUV
113.741	31.83	23.52	26.78	2.43		26.81	0.00101	2.76	0.44	FLUV
74.32	31.83	23.27	26.78	2.46		26.8	0.00191	2.7	0.41	FLUV
49.975	31.83	23.12	26.78	2.48		26.8	0.00101	2.66	0.40	FLUV
17.439	31.83	22.91	26.78	2.47		26.8	0.00191	2.62	0.39	FLUV
0	31.83	22.8	26.78	2.38		26.8	0.00184	2.6	0.37	FLUV

ANNEXE 09

Tableau. les résultat de la simulation d'oued Mekhfi en canal trapézoïdal en gabion

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév .critique	Elév .L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)		
2433.745	131.4	31.78	34.73	2.95	33.89	35.2	0.003955	3.03	0.59	FLUV
2408.586	131.4	31.68	34.63	2.95		35.1	0.003953	3.03	0.59	FLUV
2386.364	131.4	31.59	34.54	2.95		35.01	0.003943	3.03	0.59	FLUV
2357.233	131.4	31.48	34.43	2.95		34.89	0.003977	3.04	0.6	FLUV
2332.753	131.4	31.38	34.33	2.95		34.8	0.003964	3.03	0.6	FLUV
2302.838	131.4	31.26	34.21	2.95		34.68	0.003956	3.03	0.59	FLUV
2271.022	131.4	31.13	34.08	2.95		34.55	0.003936	3.02	0.59	FLUV
2225.561	131.4	30.95	33.91	2.96		34.37	0.00393	3.02	0.59	FLUV
2201.146	131.4	30.86	33.81	2.95		34.28	0.00397	3.03	0.6	FLUV
2184.132	131.4	30.79	33.74	2.95		34.21	0.003958	3.03	0.59	FLUV
2168.952	131.4	30.73	33.68	2.95		34.15	0.003959	3.03	0.59	FLUV
2165.33	131.4	30.71	33.67	2.96		34.13	0.003934	3.02	0.59	FLUV
2158.821	131.4	30.69	33.64	2.95		34.11	0.003969	3.03	0.6	FLUV
2131.39	131.4	30.58	33.53	2.95		34	0.003963	3.03	0.6	FLUV
2108.974	131.4	30.49	33.44	2.95		33.91	0.003958	3.03	0.59	FLUV
2078.678	131.4	30.37	33.32	2.95		33.79	0.003957	3.03	0.59	FLUV
2061.495	131.4	30.3	33.25	2.95		33.72	0.003947	3.03	0.59	FLUV
2038.246	131.4	30.21	33.16	2.95		33.63	0.003959	3.03	0.59	FLUV
2011.585	131.4	30.1	33.05	2.95		33.52	0.003937	3.02	0.59	FLUV
1986.298	131.4	30	32.95	2.95		33.42	0.003934	3.02	0.59	FLUV
1965.092	131.4	29.92	32.87	2.95		33.34	0.003958	3.03	0.59	FLUV
1950.074	131.4	29.86	32.81	2.95		33.28	0.003955	3.03	0.59	FLUV
1916.093	131.4	29.72	32.68	2.96		33.14	0.003927	3.02	0.59	FLUV
1898.751	131.4	29.65	32.61	2.96		33.07	0.003918	3.02	0.59	FLUV
1872.674	131.4	29.55	32.51	2.96		32.97	0.003933	3.02	0.59	FLUV
1855.321	131.4	29.48	32.44	2.96		32.9	0.003924	3.02	0.59	FLUV
1837.969	131.4	29.41	32.37	2.96		32.83	0.003916	3.02	0.59	FLUV
1820.869	131.4	29.34	32.3	2.96		32.77	0.003901	3.02	0.59	FLUV
1806.623	131.4	29.29	32.24	2.95		32.71	0.003937	3.02	0.59	FLUV
1789.247	131.4	29.22	32.18	2.96		32.64	0.003929	3.02	0.59	FLUV
1754.445	131.4	29.08	32.04	2.96		32.5	0.003913	3.02	0.59	FLUV
1738.048	131.4	29.01	31.98	2.97		32.44	0.003885	3.01	0.59	FLUV
1706.927	131.4	28.89	31.85	2.96		32.32	0.00389	3.01	0.59	FLUV
1692.827	131.4	28.83	31.8	2.97		32.26	0.003868	3.01	0.59	FLUV
1675.597	131.4	28.77	31.73	2.96		32.19	0.00391	3.02	0.59	FLUV
1658.373	131.4	28.7	31.66	2.96		32.13	0.003897	3.01	0.59	FLUV
1645.99	131.4	28.65	31.62	2.97		32.08	0.00389	3.01	0.59	FLUV
1629.12	131.4	28.58	31.55	2.97		32.01	0.003869	3.01	0.59	FLUV
1616.69	131.4	28.53	31.5	2.97		31.96	0.003861	3	0.59	FLUV
1598.665	131.4	28.46	31.43	2.97		31.89	0.00386	3	0.59	FLUV
1580.641	131.4	28.39	31.36	2.97		31.82	0.003857	3	0.59	FLUV
1548.381	131.4	28.26	31.24	2.98		31.7	0.003831	3	0.59	FLUV

ANNEXE 09

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév .critique	Elév .L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
1509.272	131.4	28.11	31.09	2.98		31.55	0.003829	3	0.59	FLUV
1464.736	131.4	27.93	30.92	2.99		31.38	0.003775	2.98	0.58	FLUV
1447.519	131.4	27.86	30.86	3		31.31	0.003753	2.98	0.58	FLUV
1430.301	131.4	27.79	30.79	3		31.24	0.00373	2.97	0.58	FLUV
1414.623	131.4	27.73	30.74	3.01		31.18	0.003723	2.97	0.58	FLUV
1389.221	131.4	27.63	30.64	3.01		31.09	0.003699	2.96	0.58	FLUV
1366.272	131.4	27.54	30.56	3.02		31	0.003676	2.95	0.57	FLUV
1356.091	131.4	27.5	30.52	3.02		30.96	0.003665	2.95	0.57	FLUV
1337.651	131.4	27.42	30.46	3.04		30.89	0.003606	2.94	0.57	FLUV
1318.306	131.4	27.35	30.39	3.04		30.82	0.003605	2.93	0.57	FLUV
1300.616	131.4	27.28	30.32	3.04		30.76	0.003578	2.93	0.57	FLUV
1286.039	131.4	27.22	30.27	3.05		30.7	0.003547	2.92	0.56	FLUV
1256.348	131.4	27.1	30.17	3.07		30.6	0.003477	2.9	0.56	FLUV
1228.65	131.4	26.99	30.08	3.09		30.5	0.003414	2.88	0.55	FLUV
1207.279	131.4	26.9	30.01	3.11		30.42	0.00334	2.86	0.55	FLUV
1180.586	131.4	26.8	29.92	3.12		30.33	0.003294	2.85	0.54	FLUV
1159.557	131.4	26.72	29.85	3.13		30.26	0.003248	2.83	0.54	FLUV
1136.994	131.4	26.63	29.78	3.15		30.19	0.003181	2.81	0.54	FLUV
1119.598	131.4	26.56	29.73	3.17		30.13	0.003123	2.79	0.53	FLUV
1103.585	131.4	26.49	29.69	3.2		30.08	0.003048	2.77	0.52	FLUV
1081.989	131.4	26.41	29.62	3.21		30.01	0.002996	2.75	0.52	FLUV
1059.35	131.4	26.32	29.56	3.24		29.94	0.002917	2.73	0.51	FLUV
1036.71	131.4	26.23	29.5	3.27		29.87	0.002829	2.7	0.51	FLUV
1012.24	131.4	26.13	29.44	3.31		29.8	0.002721	2.66	0.5	FLUV
989.326	131.4	26.04	29.38	3.34		29.74	0.002631	2.63	0.49	FLUV
972.234	131.4	25.97	29.34	3.37		29.69	0.002553	2.61	0.48	FLUV
952.585	131.4	25.89	29.3	3.41		29.64	0.002465	2.57	0.47	FLUV
913.72	131.4	25.74	29.22	3.48		29.54	0.002312	2.52	0.46	FLUV
897.954	131.4	25.68	29.18	3.5		29.5	0.002255	2.5	0.45	FLUV
873.954	131.4	25.58	29.14	3.56		29.45	0.002143	2.45	0.44	FLUV
845.753	131.4	25.49	28.91	3.42		29.36	0.003449	2.96	0.55	FLUV
820.503	131.4	25.41	28.82	3.41		29.27	0.003482	2.97	0.55	FLUV
802.209	131.4	25.35	28.75	3.4		29.2	0.0035	2.98	0.55	FLUV
784.286	131.4	25.29	28.69	3.4		29.14	0.003514	2.98	0.55	FLUV
758.661	131.4	25.21	28.59	3.38		29.05	0.003565	3	0.56	FLUV
740.557	131.4	25.15	28.53	3.38		28.99	0.003587	3	0.56	FLUV
720.872	131.4	25.08	28.46	3.38		28.92	0.00359	3.01	0.56	FLUV
699.636	131.4	25.01	28.38	3.37		28.84	0.003623	3.02	0.56	FLUV
677.569	131.4	24.94	28.29	3.35		28.76	0.003676	3.03	0.57	FLUV
654.754	131.4	24.87	28.2	3.33		28.68	0.003751	3.05	0.57	FLUV
633.172	131.4	24.8	28.12	3.32		28.6	0.003813	3.07	0.58	FLUV
612.343	131.4	24.73	28.03	3.3		28.52	0.003867	3.08	0.58	FLUV
581.856	131.4	24.63	27.9	3.27		28.4	0.003979	3.12	0.59	FLUV
558.092	131.4	24.55	27.8	3.25		28.3	0.004073	3.14	0.6	FLUV
532.016	131.4	24.47	27.68	3.21		28.19	0.004251	3.19	0.61	FLUV

ANNEXE 09

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév .critique	Elév .L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
504.901	131.4	24.38	27.54	3.16		28.08	0.00444	3.24	0.62	FLUV
481.452	131.4	24.3	27.42	3.12		27.97	0.004635	3.29	0.63	FLUV
453.021	131.4	24.21	27.24	3.03		27.83	0.005103	3.4	0.66	FLUV
448.229	131.4	24.17	27.4	3.23		27.74	0.002516	2.56	0.48	FLUV
434.142	131.4	24.13	27.37	3.24		27.7	0.002504	2.56	0.48	FLUV
407.436	131.4	24.05	27.3	3.25		27.63	0.002465	2.54	0.48	FLUV
376.769	131.4	23.95	27.23	3.28		27.56	0.002392	2.52	0.47	FLUV
350.735	131.4	23.87	27.17	3.3		27.49	0.002344	2.5	0.46	FLUV
323.623	131.4	23.79	27.11	3.32		27.43	0.0023	2.48	0.46	FLUV
298.468	131.4	23.71	27.06	3.35		27.37	0.002243	2.46	0.45	FLUV
269.074	131.4	23.62	27	3.38		27.3	0.002183	2.44	0.45	FLUV
246.042	131.4	23.55	26.95	3.4		27.25	0.002137	2.42	0.44	FLUV
230.893	131.4	23.51	26.92	3.41		27.21	0.002121	2.42	0.44	FLUV
215.772	131.4	23.46	26.89	3.43		27.18	0.00208	2.4	0.44	FLUV
197.953	131.4	23.41	26.85	3.44		27.14	0.002051	2.39	0.44	FLUV
181.165	131.4	23.35	26.82	3.47		27.11	0.001997	2.37	0.43	FLUV
168.764	131.4	23.32	26.8	3.48		27.08	0.001987	2.36	0.43	FLUV
155.34	131.4	23.27	26.77	3.5		27.05	0.001939	2.34	0.42	FLUV
138.636	131.4	23.22	26.74	3.52		27.02	0.001904	2.33	0.42	FLUV
120.549	131.4	23.17	26.71	3.54		26.98	0.001874	2.31	0.42	FLUV
104.222	131.4	23.12	26.68	3.56		26.95	0.001837	2.3	0.41	FLUV
87.895	131.4	23.07	26.65	3.58		26.92	0.001801	2.28	0.41	FLUV
65.561	131.4	23	26.62	3.62		26.88	0.001745	2.26	0.4	FLUV
42.207	131.4	22.93	26.58	3.65		26.83	0.001693	2.24	0.4	FLUV
26.956	131.4	22.88	26.56	3.68		26.81	0.001654	2.22	0.39	FLUV
12.86	131.4	22.84	26.53	3.69		26.78	0.001627	2.2	0.39	FLUV
0	131.4	22.8	26.52	3.72		26.76	0.001598	2.19	0.39	FLUV

ANNEXE 10

Tableau. les résultat de la simulation d'oued Sidi Hammad en canal trapézoïdal en gabion

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév .critique	Elév .L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)		
2304.989	31.83	31.79	33.71	1.92	33.02	33.92	0.003408	2.05	0.5	FLUV
2250.618	31.83	31.62	33.51	1.89		33.73	0.003581	2.08	0.52	FLUV
2206.881	31.83	31.5	33.32	1.82		33.56	0.004017	2.17	0.54	FLUV
2176.822	31.83	31.37	33.21	1.84		33.44	0.003927	2.15	0.54	FLUV
2146.9	31.83	31.25	33.09	1.84		33.32	0.003905	2.15	0.54	FLUV
2106.849	31.83	31.09	32.93	1.84		33.17	0.003871	2.14	0.54	FLUV
2057.015	31.83	30.88	32.75	1.87		32.98	0.003694	2.11	0.52	FLUV
2027.251	31.83	30.76	32.64	1.88		32.87	0.00361	2.09	0.52	FLUV
2004.229	31.83	30.69	32.55	1.86		32.78	0.003734	2.11	0.53	FLUV
2003.165	31.83	30.68	32.55	1.87		32.78	0.003689	2.1	0.52	FLUV
2000.709	31.83	30.67	32.54	1.87		32.77	0.003683	2.1	0.52	FLUV
1999.908	31.83	30.66	32.54	1.88		32.76	0.003633	2.09	0.52	FLUV
1992.287	31.83	30.63	32.51	1.88		32.74	0.003617	2.09	0.52	FLUV
1973.299	31.83	30.57	32.44	1.87		32.67	0.003699	2.11	0.52	FLUV
1958.745	31.83	30.53	32.38	1.85		32.61	0.003834	2.13	0.53	FLUV
1941.397	31.83	30.48	32.3	1.82		32.54	0.004008	2.17	0.54	FLUV
1924.99	31.83	30.43	32.23	1.8		32.48	0.004186	2.2	0.56	FLUV
1909.68	31.83	30.38	32.16	1.78		32.41	0.004365	2.23	0.57	FLUV
1887.514	31.83	30.32	32.03	1.71		32.31	0.004935	2.33	0.6	FLUV
1863.589	31.83	30.24	31.87	1.63		32.18	0.00583	2.46	0.65	FLUV
1821.525	31.83	30.12	31.77	1.65		31.96	0.00332	1.94	0.51	FLUV
1797.638	31.83	30.04	31.69	1.65		31.88	0.003314	1.94	0.5	FLUV
1771.56	31.83	29.95	31.6	1.65		31.79	0.003286	1.93	0.5	FLUV
1755.564	31.83	29.9	31.55	1.65		31.74	0.00331	1.94	0.5	FLUV
1727.702	31.83	29.81	31.46	1.65		31.65	0.003333	1.94	0.51	FLUV
1700.89	31.83	29.72	31.37	1.65		31.56	0.003328	1.94	0.51	FLUV
1679.756	31.83	29.65	31.3	1.65		31.49	0.003331	1.94	0.51	FLUV
1658.419	31.83	29.58	31.22	1.64		31.42	0.00334	1.95	0.51	FLUV
1634.417	31.83	29.5	31.14	1.64		31.34	0.003344	1.95	0.51	FLUV
1613.17	31.83	29.43	31.07	1.64		31.27	0.003353	1.95	0.51	FLUV
1599.202	31.83	29.38	31.03	1.65		31.22	0.003329	1.94	0.51	FLUV
1584.144	31.83	29.33	30.98	1.65		31.17	0.003331	1.94	0.51	FLUV
1569.404	31.83	29.28	30.93	1.65		31.12	0.003324	1.94	0.51	FLUV
1545.57	31.83	29.2	30.85	1.65		31.04	0.003319	1.94	0.51	FLUV
1534.721	31.83	29.16	30.81	1.65		31	0.00329	1.94	0.5	FLUV
1509.861	31.83	29.08	30.73	1.65		30.92	0.003309	1.94	0.5	FLUV
1487.759	31.83	29.01	30.66	1.65		30.85	0.003337	1.94	0.51	FLUV
1466.117	31.83	28.93	30.58	1.65		30.77	0.003279	1.93	0.5	FLUV
1435.03	31.83	28.83	30.48	1.65		30.67	0.003299	1.94	0.5	FLUV
1422.406	31.83	28.79	30.44	1.65		30.63	0.003311	1.94	0.5	FLUV
1404.975	31.83	28.73	30.38	1.65		30.57	0.003296	1.94	0.5	FLUV
1391.136	31.83	28.68	30.34	1.66		30.53	0.003263	1.93	0.5	FLUV
1363.886	31.83	28.59	30.25	1.66		30.44	0.003256	1.93	0.5	FLUV

ANNEXE 10

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév .critique	Elév .L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
1342.681	31.83	28.52	30.18	1.66		30.37	0.00325	1.93	0.5	FLUV
1312.059	31.83	28.42	30.08	1.66		30.27	0.003244	1.93	0.5	FLUV
1295.386	31.83	28.37	30.02	1.65		30.21	0.00328	1.93	0.5	FLUV
1265.021	31.83	28.26	29.93	1.67		30.11	0.003195	1.92	0.5	FLUV
1237.731	31.83	28.17	29.84	1.67		30.03	0.003172	1.91	0.49	FLUV
1222.611	31.83	28.12	29.79	1.67		29.98	0.003158	1.91	0.49	FLUV
1209.557	31.83	28.08	29.75	1.67		29.94	0.003169	1.91	0.49	FLUV
1195.223	31.83	28.03	29.71	1.68		29.89	0.003138	1.9	0.49	FLUV
1174.819	31.83	27.96	29.64	1.68		29.83	0.003096	1.9	0.49	FLUV
1159.38	31.83	27.91	29.6	1.69		29.78	0.003082	1.89	0.49	FLUV
1144.347	31.83	27.86	29.55	1.69		29.73	0.003058	1.89	0.49	FLUV
1122.869	31.83	27.79	29.48	1.69		29.67	0.00303	1.88	0.48	FLUV
1098.434	31.83	27.71	29.41	1.7		29.59	0.002989	1.87	0.48	FLUV
1072.595	31.83	27.62	29.34	1.72		29.51	0.0029	1.85	0.47	FLUV
1052.909	31.83	27.56	29.28	1.72		29.46	0.002882	1.85	0.47	FLUV
1033.534	31.83	27.49	29.23	1.74		29.4	0.00279	1.83	0.46	FLUV
1019.148	31.83	27.44	29.19	1.75		29.36	0.002731	1.82	0.46	FLUV
1004.206	31.83	27.39	29.15	1.76		29.32	0.002681	1.81	0.46	FLUV
992.82	31.83	27.36	29.12	1.76		29.29	0.002684	1.81	0.46	FLUV
972.789	31.83	27.29	29.07	1.78		29.23	0.00259	1.79	0.45	FLUV
953.717	31.83	27.23	29.02	1.79		29.18	0.002531	1.77	0.44	FLUV
926.285	31.83	27.13	28.96	1.83		29.11	0.002364	1.73	0.43	FLUV
899.592	31.83	27.05	28.9	1.85		29.05	0.002282	1.71	0.42	FLUV
874.894	31.83	26.96	28.85	1.89		28.99	0.002126	1.67	0.41	FLUV
835.102	31.83	26.83	28.77	1.94		28.91	0.001935	1.62	0.39	FLUV
776.49	31.83	26.62	28.54	1.92		28.75	0.003394	2.04	0.5	FLUV
742.482	31.83	26.51	28.42	1.91		28.64	0.003441	2.05	0.51	FLUV
714.688	31.83	26.41	28.33	1.92		28.54	0.003411	2.05	0.5	FLUV
687.565	31.83	26.32	28.23	1.91		28.45	0.003434	2.05	0.51	FLUV
654.39	31.83	26.21	28.12	1.91		28.33	0.003472	2.06	0.51	FLUV
627.928	31.83	26.13	28.02	1.89		28.24	0.00358	2.08	0.52	FLUV
601.256	31.83	26.04	27.92	1.88		28.14	0.003634	2.09	0.52	FLUV
584.616	31.83	25.98	27.86	1.88		28.08	0.003639	2.09	0.52	FLUV
568.224	31.83	25.93	27.8	1.87		28.02	0.00373	2.11	0.53	FLUV
540.161	31.83	25.84	27.68	1.84		27.92	0.003889	2.14	0.54	FLUV
515.169	31.83	25.75	27.58	1.83		27.82	0.003973	2.16	0.54	FLUV
496.74	31.83	25.69	27.5	1.81		27.74	0.004124	2.19	0.55	FLUV
472.218	31.83	25.61	27.38	1.77		27.64	0.004403	2.24	0.57	FLUV
450.464	31.83	25.54	27.27	1.73		27.54	0.004798	2.3	0.59	FLUV
428.879	31.83	25.47	27.13	1.66		27.43	0.005437	2.41	0.63	FLUV
410.805	31.83	25.41	26.98	1.57		27.32	0.006533	2.79	0.69	FLUV
406.076	31.83	25.39	26.94	1.55		27.29	0.006764	3.31	0.7	FLUV
391.622	31.83	25.3	26.99	1.69		27.17	0.003031	1.88	0.48	FLUV
377.589	31.83	25.21	26.96	1.75		27.13	0.002713	1.81	0.46	FLUV
361.584	31.83	25.11	26.93	1.82		27.09	0.002393	1.74	0.43	FLUV

ANNEXE 10

Profil	Débit tot	prof.fond	Elév.eaux	H.d'eaux	Elév .critique	Elév .L.Enegi	pente	vitesse	Froude	Régime Eco
354.643	31.83	25.06	26.92	1.86		27.07	0.002234	1.7	0.42	FLUV
332.95	31.83	24.93	26.89	1.96		27.02	0.001895	1.61	0.39	FLUV
311.465	31.83	24.79	26.86	2.07		26.98	0.001576	1.51	0.35	FLUV
294.97	31.83	24.68	26.84	2.16		26.95	0.001365	1.49	0.33	FLUV
268.256	31.83	24.51	26.82	2.31		26.91	0.001101	1.45	0.3	FLUV
253.833	31.83	24.42	26.81	2.39		26.9	0.000985	1.43	0.28	FLUV
240.455	31.83	24.33	26.8	2.47		26.88	0.000883	1.41	0.27	FLUV
223.931	31.83	24.23	26.79	2.56		26.87	0.000785	1.39	0.26	FLUV
206.355	31.83	24.12	26.79	2.67		26.85	0.000691	1.37	0.28	FLUV
194.656	31.83	24.04	26.78	2.74		26.84	0.000631	1.46	0.29	FLUV
183.829	31.83	23.97	26.78	2.81		26.83	0.000584	1.45	0.3	FLUV
170.733	31.83	23.89	26.77	2.77		26.83	0.000535	1.43	0.32	FLUV
158.388	31.83	23.81	26.78	2.97		26.81	0.000267	1.41	0.37	FLUV
145.949	31.83	23.73	26.48	2.75		26.81	0.000264	1.39	0.37	FLUV
139.877	31.83	23.69	26.41	2.72		26.81	0.00024	1.37	0.38	FLUV
135.592	31.83	23.66	26.4	2.74		26.81	0.000242	1.35	0.40	FLUV
120.937	31.83	23.57	26.32	2.75		26.8	0.000219	1.33	0.39	FLUV
113.741	31.83	23.53	26.31	2.78		26.8	0.000209	1.32	0.38	FLUV
74.32	31.83	23.27	26.04	2.77		26.79	0.000158	1.31	0.37	FLUV
49.975	31.83	23.12	25.77	2.65		26.79	0.000136	1.30	0.36	FLUV
17.439	31.83	22.91	25.77	2.86		26.78	0.000107	1.29	0.34	FLUV
0	31.83	22.8	25.64	2.87		26.78	0.000103	1.27	0.32	FLUV

ANNEXE 11

Tableau.Estimation Travaux de terrassement (oued Mekhfi).Première Variante.

	Nom de l'oued	N° de oued	Les sections	Volume des déblais	Volume des remblais
1	oued Mekhfi	2	2433.745 to 2408.586	432	201
2	oued Mekhfi	2	2408.586 to 2386.364	282	241
3	oued Mekhfi	2	2386.364 to 2357.233	179	348
4	oued Mekhfi	2	2357.233 to 2332.753	327	209
5	oued Mekhfi	2	2332.753 to 2302.838	706	149
6	oued Mekhfi	2	2302.838 to 2271.022	644	254
7	oued Mekhfi	2	2271.022 to 2225.561	711	451
8	oued Mekhfi	2	2225.561 to 2201.146	331	204
9	oued Mekhfi	2	2201.146 to 2184.132	310	110
10	oued Mekhfi	2	2184.132 to 2168.952	360	76
11	oued Mekhfi	2	2168.952 to 2165.33	76	20
12	oued Mekhfi	2	2165.33 to 2158.821	91	63
13	oued Mekhfi	2	2158.821 to 2131.39	253	396
14	oued Mekhfi	2	2131.39 to 2108.974	372	208
15	oued Mekhfi	2	2108.974 to 2078.678	588	181
16	oued Mekhfi	2	2078.678 to 2061.495	372	111
17	oued Mekhfi	2	2061.495 to 2038.246	571	71
18	oued Mekhfi	2	2038.246 to 2011.585	426	170
19	oued Mekhfi	2	2011.585 to 1986.298	423	208
20	oued Mekhfi	2	1986.298 to 1965.092	470	138
21	oued Mekhfi	2	1965.092 to 1950.074	249	152
22	oued Mekhfi	2	1950.074 to 1916.093	382	460
23	oued Mekhfi	2	1916.093 to 1898.751	162	246
24	oued Mekhfi	2	1898.751 to 1872.674	184	398
25	oued Mekhfi	2	1872.674 to 1855.321	142	249
26	oued Mekhfi	2	1855.321 to 1837.969	204	208
27	oued Mekhfi	2	1837.969 to 1820.869	260	233
28	oued Mekhfi	2	1820.869 to 1806.623	152	255
29	oued Mekhfi	2	1806.623 to 1789.247	209	271
30	oued Mekhfi	2	1789.247 to 1754.445	571	490
31	oued Mekhfi	2	1754.445 to 1738.048	222	250
32	oued Mekhfi	2	1738.048 to 1706.927	340	443

ANNEXE 11

33	oued Mekhfi	2	1706.927 to 1692.827	112	202
34	oued Mekhfi	2	1692.827 to 1675.597	144	249
35	oued Mekhfi	2	1675.597 to 1658.373	246	214
36	oued Mekhfi	2	1658.373 to 1645.99	224	113
37	oued Mekhfi	2	1645.99 to 1629.12	309	150
38	oued Mekhfi	2	1629.12 to 1616.69	212	150
39	oued Mekhfi	2	1616.69 to 1598.665	243	256
40	oued Mekhfi	2	1598.665 to 1580.641	242	193
41	oued Mekhfi	2	1580.641 to 1548.381	496	245
42	oued Mekhfi	2	1548.381 to 1509.272	601	348
43	oued Mekhfi	2	1509.272 to 1464.736	529	511
44	oued Mekhfi	2	1464.736 to 1447.519	257	171
45	oued Mekhfi	2	1447.519 to 1430.301	316	147
46	oued Mekhfi	2	1430.301 to 1414.623	214	177
47	oued Mekhfi	2	1414.623 to 1389.221	277	306
48	oued Mekhfi	2	1389.221 to 1366.272	221	317
49	oued Mekhfi	2	1366.272 to 1356.091	104	144
50	oued Mekhfi	2	1356.091 to 1337.651	223	218
51	oued Mekhfi	2	1337.651 to 1318.306	206	237
52	oued Mekhfi	2	1318.306 to 1300.616	147	233
53	oued Mekhfi	2	1300.616 to 1286.039	135	177
54	oued Mekhfi	2	1286.039 to 1256.348	293	372
55	oued Mekhfi	2	1256.348 to 1228.65	349	333
56	oued Mekhfi	2	1228.65 to 1207.279	253	261
57	oued Mekhfi	2	1207.279 to 1180.586	246	391
58	oued Mekhfi	2	1180.586 to 1159.557	172	303
59	oued Mekhfi	2	1159.557 to 1136.994	156	297
60	oued Mekhfi	2	1136.994 to 1119.598	173	206
61	oued Mekhfi	2	1119.598 to 1103.585	132	229
62	oued Mekhfi	2	1103.585 to 1081.989	168	350
63	oued Mekhfi	2	1081.989 to 1059.35	311	287
64	oued Mekhfi	2	1059.35 to 1036.71	392	193
65	oued Mekhfi	2	1036.71 to 1012.24	485	170
66	oued Mekhfi	2	1012.24 to 989.326	377	250
67	oued Mekhfi	2	989.326 to 972.234	168	250

ANNEXE 11

68	oued Mekhfi	2	972.234 to 952.585	288	176
69	oued Mekhfi	2	952.585 to 913.72	950	152
70	oued Mekhfi	2	913.72 to 897.954	391	50
71	oued Mekhfi	2	897.954 to 873.954	333	109
72	oued Mekhfi	2	873.954 to 845.753	169	224
73	oued Mekhfi	2	845.753 to 820.503	133	285
74	oued Mekhfi	2	820.503 to 802.209	132	173
75	oued Mekhfi	2	802.209 to 784.286	184	91
76	oued Mekhfi	2	784.286 to 758.661	269	113
77	oued Mekhfi	2	758.661 to 740.557	125	161
78	oued Mekhfi	2	740.557 to 720.872	75	261
79	oued Mekhfi	2	720.872 to 699.636	113	226
80	oued Mekhfi	2	699.636 to 677.569	133	235
81	oued Mekhfi	2	677.569 to 654.754	113	264
82	oued Mekhfi	2	654.754 to 633.172	175	222
83	oued Mekhfi	2	633.172 to 612.343	212	181
84	oued Mekhfi	2	612.343 to 581.856	255	287
85	oued Mekhfi	2	581.856 to 558.092	192	247
86	oued Mekhfi	2	558.092 to 532.016	149	352
87	oued Mekhfi	2	532.016 to 504.901	206	335
88	oued Mekhfi	2	504.901 to 481.452	349	96
89	oued Mekhfi	2	481.452 to 453.021	487	82
90	oued Mekhfi	2	453.021 to 448.229	97	16
91	oued Mekhfi	2	448.229 to 434.142	251	70
92	oued Mekhfi	2	434.142 to 407.436	437	139
93	oued Mekhfi	2	407.436 to 376.769	635	102
94	oued Mekhfi	2	376.769 to 350.735	490	93
95	oued Mekhfi	2	350.735 to 323.623	369	113
96	oued Mekhfi	2	323.623 to 298.468	249	171
97	oued Mekhfi	2	298.468 to 269.074	285	193
98	oued Mekhfi	2	269.074 to 246.042	230	140
99	oued Mekhfi	2	246.042 to 230.893	211	91
100	oued Mekhfi	2	230.893 to 215.772	307	67
101	oued Mekhfi	2	215.772 to 197.953	407	95
102	oued Mekhfi	2	197.953 to 181.165	286	123

ANNEXE 11

103	oued Mekhfi	2	181.165 to 168.764	153	136
104	oued Mekhfi	2	168.764 to 155.34	208	130
105	oued Mekhfi	2	155.34 to 138.636	277	119
106	oued Mekhfi	2	138.636 to 120.549	290	116
107	oued Mekhfi	2	120.549 to 104.222	277	112
108	oued Mekhfi	2	104.222 to 87.895	243	214
109	oued Mekhfi	2	87.895 to 65.561	441	258
110	oued Mekhfi	2	65.561 to 42.207	361	336
111	oued Mekhfi	2	42.207 to 26.956	118	328
112	oued Mekhfi	2	26.956 to 12.86	207	284
113	oued Mekhfi	2	12.86 to 0	194	235

Tableau.Estimation Travaux de terrassement (oued Sidi Hammad).Première Variante.

	Nom de l'oued	N° de oued	Les sections	Volume des déblais	Volume des remblais
1	oued Sidi Hammad	3	2304.989 to 2250.618	1167	6
2	oued Sidi Hammad	3	2250.618 to 2206.881	893	12
3	oued Sidi Hammad	3	2206.881 to 2176.822	611	9
4	oued Sidi Hammad	3	2176.822 to 2146.9	637	5
5	oued Sidi Hammad	3	2146.9 to 2106.849	805	9
6	oued Sidi Hammad	3	2106.849 to 2057.015	913	16
7	oued Sidi Hammad	3	2057.015 to 2027.251	504	11
8	oued Sidi Hammad	3	2027.251 to 2004.229	326	18
9	oued Sidi Hammad	3	2004.229 to 2003.165	11	1
10	oued Sidi Hammad	3	2003.165 to 2000.709	21	2
11	oued Sidi Hammad	3	2000.709 to 1999.908	8	1
12	oued Sidi Hammad	3	1999.908 to 1992.287	85	10
13	oued Sidi Hammad	3	1992.287 to 1973.299	188	36
14	oued Sidi Hammad	3	1973.299 to 1958.745	160	25
15	oued Sidi Hammad	3	1958.745 to 1941.397	231	18
16	oued Sidi Hammad	3	1941.397 to 1924.99	246	14
17	oued Sidi Hammad	3	1924.99 to 1909.68	250	11
18	oued Sidi Hammad	3	1909.68 to 1887.514	338	16
19	oued Sidi Hammad	3	1887.514 to 1863.589	285	32
20	oued Sidi Hammad	3	1863.589 to 1821.525	604	47
21	oued Sidi Hammad	3	1821.525 to 1797.638	390	24
22	oued Sidi Hammad	3	1797.638 to 1771.56	359	64
23	oued Sidi Hammad	3	1771.56 to 1755.564	223	53
24	oued Sidi Hammad	3	1755.564 to 1727.702	434	58
25	oued Sidi Hammad	3	1727.702 to 1700.89	349	95
26	oued Sidi Hammad	3	1700.89 to 1679.756	202	100
27	oued Sidi Hammad	3	1679.756 to 1658.419	238	85
28	oued Sidi Hammad	3	1658.419 to 1634.417	371	65
29	oued Sidi Hammad	3	1634.417 to 1613.17	356	28
30	oued Sidi Hammad	3	1613.17 to 1599.202	154	54
31	oued Sidi Hammad	3	1599.202 to 1584.144	107	92
32	oued Sidi Hammad	3	1584.144 to 1569.404	106	83
33	oued Sidi Hammad	3	1569.404 to 1545.57	221	90

ANNEXE 12

34	oued Sidi Hammad	3	1545.57 to 1534.721	121	34
35	oued Sidi Hammad	3	1534.721 to 1509.861	325	68
36	oued Sidi Hammad	3	1509.861 to 1487.759	364	33
37	oued Sidi Hammad	3	1487.759 to 1466.117	356	35
38	oued Sidi Hammad	3	1466.117 to 1435.03	447	66
39	oued Sidi Hammad	3	1435.03 to 1422.406	163	30
40	oued Sidi Hammad	3	1422.406 to 1404.975	242	41
41	oued Sidi Hammad	3	1404.975 to 1391.136	222	27
42	oued Sidi Hammad	3	1391.136 to 1363.886	409	74
43	oued Sidi Hammad	3	1363.886 to 1342.681	330	55
44	oued Sidi Hammad	3	1342.681 to 1312.059	511	54
45	oued Sidi Hammad	3	1312.059 to 1295.386	244	40
46	oued Sidi Hammad	3	1295.386 to 1265.021	513	59
47	oued Sidi Hammad	3	1265.021 to 1237.731	526	37
48	oued Sidi Hammad	3	1237.731 to 1222.611	239	47
49	oued Sidi Hammad	3	1222.611 to 1209.557	194	47
50	oued Sidi Hammad	3	1209.557 to 1195.223	238	35
51	oued Sidi Hammad	3	1195.223 to 1174.819	341	45
52	oued Sidi Hammad	3	1174.819 to 1159.38	259	33
53	oued Sidi Hammad	3	1159.38 to 1144.347	251	35
54	oued Sidi Hammad	3	1144.347 to 1122.869	327	55
55	oued Sidi Hammad	3	1122.869 to 1098.434	359	56
56	oued Sidi Hammad	3	1098.434 to 1072.595	438	36
57	oued Sidi Hammad	3	1072.595 to 1052.909	372	15
58	oued Sidi Hammad	3	1052.909 to 1033.534	369	13
59	oued Sidi Hammad	3	1033.534 to 1019.148	264	12
60	oued Sidi Hammad	3	1019.148 to 1004.206	266	11
61	oued Sidi Hammad	3	1004.206 to 992.82	197	7
62	oued Sidi Hammad	3	992.82 to 972.789	364	10
63	oued Sidi Hammad	3	972.789 to 953.717	364	8
64	oued Sidi Hammad	3	953.717 to 926.285	511	14
65	oued Sidi Hammad	3	926.285 to 899.592	519	10
66	oued Sidi Hammad	3	899.592 to 874.894	483	9
67	oued Sidi Hammad	3	874.894 to 835.102	860	14
68	oued Sidi Hammad	3	835.102 to 776.49	1374	6

ANNEXE 12

69	oued Sidi Hammad	3	776.49 to 742.482	702	5
70	oued Sidi Hammad	3	742.482 to 714.688	555	5
71	oued Sidi Hammad	3	714.688 to 687.565	577	2
72	oued Sidi Hammad	3	687.565 to 654.39	727	1
73	oued Sidi Hammad	3	654.39 to 627.928	525	5
74	oued Sidi Hammad	3	627.928 to 601.256	453	11
75	oued Sidi Hammad	3	601.256 to 584.616	279	7
76	oued Sidi Hammad	3	584.616 to 568.224	274	7
77	oued Sidi Hammad	3	568.224 to 540.161	485	10
78	oued Sidi Hammad	3	540.161 to 515.169	497	4
79	oued Sidi Hammad	3	515.169 to 496.74	375	2
80	oued Sidi Hammad	3	496.74 to 472.218	505	2
81	oued Sidi Hammad	3	472.218 to 450.464	481	0
82	oued Sidi Hammad	3	450.464 to 428.879	416	10
83	oued Sidi Hammad	3	428.879 to 410.805	234	26
84	oued Sidi Hammad	3	410.805 to 406.076	32	10
85	oued Sidi Hammad	3	406.076 to 391.622	150	21
86	oued Sidi Hammad	3	391.622 to 377.589	222	16
87	oued Sidi Hammad	3	377.589 to 361.584	231	23
88	oued Sidi Hammad	3	361.584 to 354.643	100	29
89	oued Sidi Hammad	3	354.643 to 332.95	284	127
90	oued Sidi Hammad	3	332.95 to 311.465	262	79
91	oued Sidi Hammad	3	311.465 to 294.97	183	59
92	oued Sidi Hammad	3	294.97 to 268.256	232	132
93	oued Sidi Hammad	3	268.256 to 253.833	137	66
94	oued Sidi Hammad	3	253.833 to 240.455	147	48
95	oued Sidi Hammad	3	240.455 to 223.931	215	42
96	oued Sidi Hammad	3	223.931 to 206.355	252	32
97	oued Sidi Hammad	3	206.355 to 194.656	164	25
98	oued Sidi Hammad	3	194.656 to 183.829	133	37
99	oued Sidi Hammad	3	183.829 to 170.733	143	142
100	oued Sidi Hammad	3	170.733 to 158.388	130	117
101	oued Sidi Hammad	3	158.388 to 145.949	111	19
102	oued Sidi Hammad	3	145.949 to 139.877	28	14
103	oued Sidi Hammad	3	139.877 to 135.592	5	14

ANNEXE 12

104	oued Sidi Hammad	3	135.592 to 120.937	109	28
105	oued Sidi Hammad	3	120.937 to 113.741	100	4
106	oued Sidi Hammad	3	113.741 to 74.32	502	27
107	oued Sidi Hammad	3	74.32 to 49.975	312	26
108	oued Sidi Hammad	3	49.975 to 17.439	324	99
109	oued Sidi Hammad	3	17.439 to 0	90	85

ANNEXE 13

Tableau.Estimation Travaux de terrassement (oued Mekhfi) Deuxieme Variante.

	Nom de l'oued	N° de oued	Les sections	Volume des déblais	Volume des remblais
1	oued Mekhfi	2	2433.745 to 2408.586	542	112
2	oued Mekhfi	2	2408.586 to 2386.364	352	146
3	oued Mekhfi	2	2386.364 to 2357.233	244	207
4	oued Mekhfi	2	2357.233 to 2332.753	400	121
5	oued Mekhfi	2	2332.753 to 2302.838	820	87
6	oued Mekhfi	2	2302.838 to 2271.022	724	165
7	oued Mekhfi	2	2271.022 to 2225.561	790	296
8	oued Mekhfi	2	2225.561 to 2201.146	381	129
9	oued Mekhfi	2	2201.146 to 2184.132	360	69
10	oued Mekhfi	2	2184.132 to 2168.952	424	46
11	oued Mekhfi	2	2168.952 to 2165.33	92	12
12	oued Mekhfi	2	2165.33 to 2158.821	109	39
13	oued Mekhfi	2	2158.821 to 2131.39	284	255
14	oued Mekhfi	2	2131.39 to 2108.974	293	185
15	oued Mekhfi	2	2108.974 to 2078.678	366	283
16	oued Mekhfi	2	2078.678 to 2061.495	249	153
17	oued Mekhfi	2	2061.495 to 2038.246	425	107
18	oued Mekhfi	2	2038.246 to 2011.585	289	231
19	oued Mekhfi	2	2011.585 to 1986.298	299	282
20	oued Mekhfi	2	1986.298 to 1965.092	381	187
21	oued Mekhfi	2	1965.092 to 1950.074	192	180
22	oued Mekhfi	2	1950.074 to 1916.093	275	502
23	oued Mekhfi	2	1916.093 to 1898.751	109	250
24	oued Mekhfi	2	1898.751 to 1872.674	104	384
25	oued Mekhfi	2	1872.674 to 1855.321	99	232
26	oued Mekhfi	2	1855.321 to 1837.969	173	189
27	oued Mekhfi	2	1837.969 to 1820.869	233	205
28	oued Mekhfi	2	1820.869 to 1806.623	125	220
29	oued Mekhfi	2	1806.623 to 1789.247	186	237
30	oued Mekhfi	2	1789.247 to 1754.445	565	425
31	oued Mekhfi	2	1754.445 to 1738.048	229	206
32	oued Mekhfi	2	1738.048 to 1706.927	370	338
33	oued Mekhfi	2	1706.927 to 1692.827	134	145

ANNEXE 13

34	oued Mekhfi	2	1692.827 to 1675.597	179	177
35	oued Mekhfi	2	1675.597 to 1658.373	304	152
36	oued Mekhfi	2	1658.373 to 1645.99	283	77
37	oued Mekhfi	2	1645.99 to 1629.12	398	101
38	oued Mekhfi	2	1629.12 to 1616.69	271	101
39	oued Mekhfi	2	1616.69 to 1598.665	322	173
40	oued Mekhfi	2	1598.665 to 1580.641	321	130
41	oued Mekhfi	2	1580.641 to 1548.381	605	181
42	oued Mekhfi	2	1548.381 to 1509.272	730	262
43	oued Mekhfi	2	1509.272 to 1464.736	727	350
44	oued Mekhfi	2	1464.736 to 1447.519	369	111
45	oued Mekhfi	2	1447.519 to 1430.301	448	91
46	oued Mekhfi	2	1430.301 to 1414.623	328	109
47	oued Mekhfi	2	1414.623 to 1389.221	482	192
48	oued Mekhfi	2	1389.221 to 1366.272	422	201
49	oued Mekhfi	2	1366.272 to 1356.091	199	89
50	oued Mekhfi	2	1356.091 to 1337.651	419	131
51	oued Mekhfi	2	1337.651 to 1318.306	417	133
52	oued Mekhfi	2	1318.306 to 1300.616	335	120
53	oued Mekhfi	2	1300.616 to 1286.039	294	90
54	oued Mekhfi	2	1286.039 to 1256.348	623	198
55	oued Mekhfi	2	1256.348 to 1228.65	685	179
56	oued Mekhfi	2	1228.65 to 1207.279	517	139
57	oued Mekhfi	2	1207.279 to 1180.586	558	211
58	oued Mekhfi	2	1180.586 to 1159.557	416	146
59	oued Mekhfi	2	1159.557 to 1136.994	437	134
60	oued Mekhfi	2	1136.994 to 1119.598	382	107
61	oued Mekhfi	2	1119.598 to 1103.585	237	139
62	oued Mekhfi	2	1103.585 to 1081.989	244	228
63	oued Mekhfi	2	1081.989 to 1059.35	426	181
64	oued Mekhfi	2	1059.35 to 1036.71	546	112
65	oued Mekhfi	2	1036.71 to 1012.24	685	96
66	oued Mekhfi	2	1012.24 to 989.326	572	145
67	oued Mekhfi	2	989.326 to 972.234	366	135
68	oued Mekhfi	2	972.234 to 952.585	427	107

ANNEXE 13

69	oued Mekhfi	2	952.585 to 913.72	919	158
70	oued Mekhfi	2	913.72 to 897.954	382	51
71	oued Mekhfi	2	897.954 to 873.954	483	39
72	oued Mekhfi	2	873.954 to 845.753	404	81
73	oued Mekhfi	2	845.753 to 820.503	219	172
74	oued Mekhfi	2	820.503 to 802.209	212	109
75	oued Mekhfi	2	802.209 to 784.286	285	51
76	oued Mekhfi	2	784.286 to 758.661	408	51
77	oued Mekhfi	2	758.661 to 740.557	195	89
78	oued Mekhfi	2	740.557 to 720.872	118	149
79	oued Mekhfi	2	720.872 to 699.636	178	124
80	oued Mekhfi	2	699.636 to 677.569	211	140
81	oued Mekhfi	2	677.569 to 654.754	189	165
82	oued Mekhfi	2	654.754 to 633.172	261	143
83	oued Mekhfi	2	633.172 to 612.343	302	112
84	oued Mekhfi	2	612.343 to 581.856	372	171
85	oued Mekhfi	2	581.856 to 558.092	272	144
86	oued Mekhfi	2	558.092 to 532.016	219	223
87	oued Mekhfi	2	532.016 to 504.901	296	217
88	oued Mekhfi	2	504.901 to 481.452	491	56
89	oued Mekhfi	2	481.452 to 453.021	683	54
90	oued Mekhfi	2	453.021 to 448.229	114	13
91	oued Mekhfi	2	448.229 to 434.142	251	71
92	oued Mekhfi	2	434.142 to 407.436	437	142
93	oued Mekhfi	2	407.436 to 376.769	635	104
94	oued Mekhfi	2	376.769 to 350.735	490	94
95	oued Mekhfi	2	350.735 to 323.623	369	116
96	oued Mekhfi	2	323.623 to 298.468	249	176
97	oued Mekhfi	2	298.468 to 269.074	285	200
98	oued Mekhfi	2	269.074 to 246.042	230	144
99	oued Mekhfi	2	246.042 to 230.893	211	91
100	oued Mekhfi	2	230.893 to 215.772	307	67
101	oued Mekhfi	2	215.772 to 197.953	407	95
102	oued Mekhfi	2	197.953 to 181.165	286	123
103	oued Mekhfi	2	181.165 to 168.764	153	136

ANNEXE 13

104	oued Mekhfi	2	168.764 to 155.34	208	130
105	oued Mekhfi	2	155.34 to 138.636	277	119
106	oued Mekhfi	2	138.636 to 120.549	290	117
107	oued Mekhfi	2	120.549 to 104.222	277	112
108	oued Mekhfi	2	104.222 to 87.895	243	214
109	oued Mekhfi	2	87.895 to 65.561	441	263
110	oued Mekhfi	2	65.561 to 42.207	361	341
111	oued Mekhfi	2	42.207 to 26.956	118	328
112	oued Mekhfi	2	26.956 to 12.86	207	287
113	oued Mekhfi	2	12.86 to 0	194	237

ANNEXE 14

Tableau. V.8.Estimation Travaux de terrassement (oued Sidi Hammad).Deuxieme variante.

	Nom de l'oued	N° de oued	Les sections	Volume des déblais	Volume des remblais
1	oued Sidi Hammad	3	2304.989 to 2250.618	12	850
2	oued Sidi Hammad	3	2250.618 to 2206.881	21	649
3	oued Sidi Hammad	3	2206.881 to 2176.822	15	444
4	oued Sidi Hammad	3	2176.822 to 2146.9	9	466
5	oued Sidi Hammad	3	2146.9 to 2106.849	22	581
6	oued Sidi Hammad	3	2106.849 to 2057.015	51	643
7	oued Sidi Hammad	3	2057.015 to 2027.251	41	347
8	oued Sidi Hammad	3	2027.251 to 2004.229	56	220
9	oued Sidi Hammad	3	2004.229 to 2003.165	3	7
10	oued Sidi Hammad	3	2003.165 to 2000.709	6	10
11	oued Sidi Hammad	3	2000.709 to 1999.908	2	5
12	oued Sidi Hammad	3	1999.908 to 1992.287	30	56
13	oued Sidi Hammad	3	1992.287 to 1973.299	99	129
14	oued Sidi Hammad	3	1973.299 to 1958.745	66	109
15	oued Sidi Hammad	3	1958.745 to 1941.397	49	154
16	oued Sidi Hammad	3	1941.397 to 1924.99	39	170
17	oued Sidi Hammad	3	1924.99 to 1909.68	30	175
18	oued Sidi Hammad	3	1909.68 to 1887.514	45	233
19	oued Sidi Hammad	3	1887.514 to 1863.589	53	235
20	oued Sidi Hammad	3	1863.589 to 1821.525	55	489
21	oued Sidi Hammad	3	1821.525 to 1797.638	43	268
22	oued Sidi Hammad	3	1797.638 to 1771.56	101	243
23	oued Sidi Hammad	3	1771.56 to 1755.564	78	154
24	oued Sidi Hammad	3	1755.564 to 1727.702	89	301
25	oued Sidi Hammad	3	1727.702 to 1700.89	146	242
26	oued Sidi Hammad	3	1700.89 to 1679.756	163	139
27	oued Sidi Hammad	3	1679.756 to 1658.419	138	164
28	oued Sidi Hammad	3	1658.419 to 1634.417	97	259
29	oued Sidi Hammad	3	1634.417 to 1613.17	46	248
30	oued Sidi Hammad	3	1613.17 to 1599.202	89	106
31	oued Sidi Hammad	3	1599.202 to 1584.144	146	71
32	oued Sidi Hammad	3	1584.144 to 1569.404	134	69
33	oued Sidi Hammad	3	1569.404 to 1545.57	155	143

ANNEXE 14

34	oued Sidi Hammad	3	1545.57 to 1534.721	57	78
35	oued Sidi Hammad	3	1534.721 to 1509.861	112	218
36	oued Sidi Hammad	3	1509.861 to 1487.759	54	251
37	oued Sidi Hammad	3	1487.759 to 1466.117	59	249
38	oued Sidi Hammad	3	1466.117 to 1435.03	117	306
39	oued Sidi Hammad	3	1435.03 to 1422.406	53	108
40	oued Sidi Hammad	3	1422.406 to 1404.975	70	163
41	oued Sidi Hammad	3	1404.975 to 1391.136	45	154
42	oued Sidi Hammad	3	1391.136 to 1363.886	115	281
43	oued Sidi Hammad	3	1363.886 to 1342.681	84	228
44	oued Sidi Hammad	3	1342.681 to 1312.059	87	352
45	oued Sidi Hammad	3	1312.059 to 1295.386	67	167
46	oued Sidi Hammad	3	1295.386 to 1265.021	96	358
47	oued Sidi Hammad	3	1265.021 to 1237.731	54	370
48	oued Sidi Hammad	3	1237.731 to 1222.611	69	167
49	oued Sidi Hammad	3	1222.611 to 1209.557	69	136
50	oued Sidi Hammad	3	1209.557 to 1195.223	53	167
51	oued Sidi Hammad	3	1195.223 to 1174.819	70	240
52	oued Sidi Hammad	3	1174.819 to 1159.38	53	183
53	oued Sidi Hammad	3	1159.38 to 1144.347	54	178
54	oued Sidi Hammad	3	1144.347 to 1122.869	90	230
55	oued Sidi Hammad	3	1122.869 to 1098.434	96	250
56	oued Sidi Hammad	3	1098.434 to 1072.595	62	307
57	oued Sidi Hammad	3	1072.595 to 1052.909	26	263
58	oued Sidi Hammad	3	1052.909 to 1033.534	22	261
59	oued Sidi Hammad	3	1033.534 to 1019.148	21	186
60	oued Sidi Hammad	3	1019.148 to 1004.206	21	185
61	oued Sidi Hammad	3	1004.206 to 992.82	14	136
62	oued Sidi Hammad	3	992.82 to 972.789	21	255
63	oued Sidi Hammad	3	972.789 to 953.717	15	257
64	oued Sidi Hammad	3	953.717 to 926.285	26	360
65	oued Sidi Hammad	3	926.285 to 899.592	18	369
66	oued Sidi Hammad	3	899.592 to 874.894	16	343
67	oued Sidi Hammad	3	874.894 to 835.102	38	526
68	oued Sidi Hammad	3	835.102 to 776.49	30	870

ANNEXE 14

69	oued Sidi Hammad	3	776.49 to 742.482	17	508
70	oued Sidi Hammad	3	742.482 to 714.688	18	398
71	oued Sidi Hammad	3	714.688 to 687.565	10	418
72	oued Sidi Hammad	3	687.565 to 654.39	8	530
73	oued Sidi Hammad	3	654.39 to 627.928	17	375
74	oued Sidi Hammad	3	627.928 to 601.256	32	312
75	oued Sidi Hammad	3	601.256 to 584.616	20	191
76	oued Sidi Hammad	3	584.616 to 568.224	20	188
77	oued Sidi Hammad	3	568.224 to 540.161	31	336
78	oued Sidi Hammad	3	540.161 to 515.169	13	356
79	oued Sidi Hammad	3	515.169 to 496.74	7	269
80	oued Sidi Hammad	3	496.74 to 472.218	9	365
81	oued Sidi Hammad	3	472.218 to 450.464	2	352
82	oued Sidi Hammad	3	450.464 to 428.879	25	302
83	oued Sidi Hammad	3	428.879 to 410.805	33	214
84	oued Sidi Hammad	3	410.805 to 406.076	7	43
85	oued Sidi Hammad	3	406.076 to 391.622	17	147
86	oued Sidi Hammad	3	391.622 to 377.589	19	185
87	oued Sidi Hammad	3	377.589 to 361.584	29	197
88	oued Sidi Hammad	3	361.584 to 354.643	33	85
89	oued Sidi Hammad	3	354.643 to 332.95	147	236
90	oued Sidi Hammad	3	332.95 to 311.465	96	224
91	oued Sidi Hammad	3	311.465 to 294.97	73	155
92	oued Sidi Hammad	3	294.97 to 268.256	163	189
93	oued Sidi Hammad	3	268.256 to 253.833	81	110
94	oued Sidi Hammad	3	253.833 to 240.455	60	119
95	oued Sidi Hammad	3	240.455 to 223.931	52	176
96	oued Sidi Hammad	3	223.931 to 206.355	39	206
97	oued Sidi Hammad	3	206.355 to 194.656	31	134
98	oued Sidi Hammad	3	194.656 to 183.829	47	108
99	oued Sidi Hammad	3	183.829 to 170.733	165	106
100	oued Sidi Hammad	3	170.733 to 158.388	137	104
101	oued Sidi Hammad	3	158.388 to 145.949	30	107
102	oued Sidi Hammad	3	145.949 to 139.877	21	28
103	oued Sidi Hammad	3	139.877 to 135.592	21	6

ANNEXE 14

104	oued Sidi Hammad	3	135.592 to 120.937	44	110
105	oued Sidi Hammad	3	120.937 to 113.741	7	102
106	oued Sidi Hammad	3	113.741 to 74.32	42	484
107	oued Sidi Hammad	3	74.32 to 49.975	39	264
108	oued Sidi Hammad	3	49.975 to 17.439	133	262
109	oued Sidi Hammad	3	17.439 to 0	112	63