

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

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : Conception des Ouvrages Hydrotechniques**

**THEME :**

**PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS  
DE LA VILLE DE BIR CHOUHADA  
(W. OUM EL BOUAGHI)**

**Présenté par :**

**M<sup>r</sup> BELHAMEL ABDELLAH**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>M<sup>r</sup> M.K.MIHOUBI</b>	<b>M C.A</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>r</sup> A.HEBBOUCHE</b>	<b>MA.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> N.HADJ SADOK</b>	<b>MA.A</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>M<sup>r</sup> M.D BENSALAH</b>	<b>MA.A</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>r</sup> M.BOUKHELIFA</b>	<b>MA.B</b>	<b>Examineur</b>
<b>M<sup>me</sup> A.ADDOU</b>	<b>MA.A</b>	<b>Promotrice</b>

**Mars 2014**

# *Dédicaces*

**Je dédie ce modeste travail :**

- ♠ **À mes chers parents ;**
- ♠ **À ma chère femme.**
- ♠ **À mes chères sœurs ;**
  - ♠ **À mes chers frères ;**
  - ♠ **À toute la famille ;**
- ♠ **À tous mes amis.**

## *Remerciement*

*Tout d'abord nous tenons à remercier Allah  
Le clément et le miséricordieux*

*De nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.*

*Nous voudrions exprimer nos vifs remerciements*

*À notre encadreuse madame*

***A. ADDOU***

*Nous voudrions aussi remercier tous les professeurs*

*De l'école nationale supérieure de l'hydraulique*

***MERCI*** *aussi au chef de département de spécialité*

*Que tous les membres du jury trouvent ici l'expression de nos profonds respects pour avoir pris  
la peine d'examiner notre mémoire.*

*Nos remerciements vont également à tous ceux et celles*

*Qui de près ou de loin nous ont apporté aide et encouragement.*

*Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude*

## ملخص:

في عملنا هذا قمنا بدراسة تقنية شاملة من أجل حماية مدينة بئر الشهداء ولاية أم البواقي من الفيضانات. دراستنا هذه تتضمن أساسا ثلاث أجزاء هي:

أولا : دراسة طبوغرافية للمدينة من أجل تحديد منطقة الخطر.

ثانيا : قمنا بتشخيص منشآت الحماية الموجودة.

ثالثا :بعد دراسة جيولوجية وهيدرولوجية معمقة قمنا بإنجاز المشروع مع كافة المنشآت الأساسية والثانوية فتحصلنا على مشروع قابل للإنجاز وملئم لحماية المدينة من الفيضانات.

## RESUME :

L'objectif principal de notre mémoire est l'étude de la protection de que nous avoir la ville de BIR CHOUHADA contre les inondations. C'est dans ce sens, on a déterminé la ligne d'eau pour un débit centennal et délimité les zones inondables.

Tout en prenant en considération les données de la ville (topographie, plan d'urbanisation, climat...), nous avoir a choisis les moyens de protections qui se représentent dans la construction un canal ceinture de forme trapézoïdal qui auraient satisfaire la récolte des eaux de pluie provenant des surfaces hautes des montagnes.

## ABSTRACT:

The main objective of our paper is to study the protection of the city of BIR CHOUHADA against flooding. In this sense, we have determined the water line to a flow Centennial and delineated flood zones.

Taking into account the data of the city (topography, urban development plan, climate ...), we have chosen the means of protection which are in the construction of trapezoidal shape that would satisfy the storage of rainwater caning from the surfaces of high mountains.



# SOMMAIRE

## *I. Présentation de la ville*

I.1. Introduction .....	01
I.2. Evolution historique : .....	01
I.3. Situation géographique .....	01
I.4. Données naturelles du site.....	02
I.4.1. Situation géologique .....	02
I.4.2. Topographie .....	03
I.4.3. Sismicité.....	04
I.5. Situation climatologique.....	04
I.5.1. Température .....	04
I.5.2. Pluviométrie.....	05
I.5.3. Le vent.....	06
I.6. Conclusion .....	06

## *II. Etude Hydrologique*

II.1. Introduction : .....	07
II.2. Caractéristiques morpho-métriques des bassins Versants : .....	07
II.2.1. Définition du bassin versant : .....	07
II.2.2. Morphométrie : .....	07
II.2.2.1. La surface : .....	07
II.2.2.2. Le périmètre : .....	07
II.2.2.3. Indice de compacité de Gravelius : .....	08
II.2.2.4. Le rectangle équivalent : .....	09
II.2.3. Le relief : .....	09

II.2.3.1. Répartition des surfaces et courbe hypsométrique :.....	10
II.2.3.2. Caractéristiques des altitudes :.....	13
II.2.3.3. Les indices de pente :.....	14
II.2.3.3.1. Pente moyenne des sous bassins $I_m$ :.....	14
II.2.3.3.2. Indice de pente globale $I_g$ : .....	14
II.2.3.3.3. Dénivelée spécifique $D_s$ :.....	15
II.2.4. Caractéristiques hydrographiques du bassin versant : .....	16
II.2.4.1. La densité de drainage : .....	17
II.2.4.2. La pente moyenne du cours d'eau principale : .....	17
II.2.4.3. Le temps de concentration :.....	18
II.2.4.4. Vitesse moyenne de ruissellement : .....	19
II.3. Analyse des données pluviométriques : .....	21
II.3.1. Pluie moyenne annuelle :.....	21
II.3.2. Pluies maximales journalières :.....	22
II.3.3. Choix de la loi d'ajustement : .....	23
II.3.3.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL :.....	24
II.3.3.2. Ajustement de la série pluviométrique par la loi Log-Normal ou loi de Galton :.....	29
II.3.3.3 Pluie de courte durée et leurs intensités à différentes Fréquences : .....	33
II.3.3.4. Intensités maximales à différentes Fréquences .....	33
II.4. Evaluation des apports liquides : .....	36
II.5. Etude des crues : .....	37
II.5.1. Application sur les bassins versants : .....	38
II.5.1.1. Formule de Mallet–Gauthier : .....	38
II.5.1.1. Formule de Turazza : .....	39
II.5.1.3. Formule de Giandotti : .....	39
II.5.1.4. Formule de Sokolovski : .....	40

II.5.2. Hydrogrammes des crues :	42
II.6. Conclusion :	47

### *III. DETERMINATION DE LA LIGNE D'EAU ET DE LIMITATION DES ZONES INONDABLES*

III.1. Introduction :	48
III.2. Synthèse et Diagnostique :	48
III.2.1. La partie sud :	48
III.2.2. La partie Nord :	49
III.3. Rappel des données principales (reconnaissance des lieux et collecte des données).....	49
III.3.1. Morphologie de bassin dominant la ville :	49
III.4. Nature d'écoulement dans les canaux :	50
III.4.1. Type d'écoulement de surface :	50
III.4.1.1. Variabilité dans le temps :	50
III.4.1.2. Variabilité dans l'espace :	51
III.4.2. Régime permanent graduellement varié :	52
III.5. Détermination de la ligne d'eau :	53
III.5.1. Caractéristiques des tronçons :	53
III.5.2. Présentation de logiciel HEC-RAS :	54
III.5.2.1 Méthode de calcul en régime permanent de HEC-RAS :	54
III.5.2.2. Construction du modèle :	55
III.5.2.3. Coefficients de perte de charge :	55
III.5.2.4. Conditions aux limites :	55
III.6. Présentation des résultats :	56
III.7. Délimitation des zones inondables.....	66
III.8. Conclusion.....	66

## *IV. ETUDE DE VARIANTE*

IV.1. Introduction :.....	67
IV.2. Choix de la forme de la section.....	67
IV.2.1. Section trapézoïdale.....	67
IV.2.1.1. Avantage.....	67
IV.2.1.2. Inconvénient.....	67
IV.2.2. Section Rectangulaire.....	67
IV.2.2.1. Avantages.....	67
IV.2.2.2. Inconvénients.....	67
IV.2.3. Utilisations du gabion.....	68
IV.2.3.1. Avantages du gabion.....	68
IV.2.3.2. Inconvénients du gabion.....	68
IV.3. Choix de variante.....	69
IV.3.1. Variantes 01.....	69
IV.3.2. Variantes 02.....	69
IV.4. Conclusion.....	69

## *V. Calcul hydraulique*

V.1. Introduction :.....	70
V.2. Variantes proposes :.....	70
V. 3. Dimensionnement des ouvrages proposés :.....	71
V.3.1. Digue de protection contre les inondations : (sous bassin 3).....	71
V.3.1.1. Détermination de la largeur entre les berges et la digue :.....	71
V.3.1.2. Le calcul hydraulique de la nouvelle section :.....	71
V.3.1.3. Présentations des résultats :.....	72
V.3.1.4. Détermination des hauteurs des digues :.....	82

V.3.1.5. Le calcul hydraulique de la nouvelle section avec les digues :.....	83
V.3.1.5.1. Présentations des résultats :.....	83
V.3.1.5.1. Vérification des vitesses admissibles :.....	93
V.4. Conclusion .....	93

## *VI. Organisation de chantier*

VI.1. Introduction .....	94
VI.2. Installations du chantier.....	94
VI.2.1. Installations destinées au personnel .....	94
VI.2.2. Installations destinées au stockage des matériaux .....	94
VI.2.3. Installations destinées à la réparation des engins.....	95
VI.2.4. La préfabrication .....	95
VI.3. Succession des opérations du chantier .....	95
VI.4. Technologie des principaux travaux .....	95
VI.5. Planification .....	97
VI.5.1. Définition .....	97
VI.5.2. Techniques de la planification.....	97
VI.5.2.1. Méthodes basées sur le réseau .....	97
VI.5.2.1.1. Définition du réseau .....	97
VI.5.2.1.2. Construction du réseau .....	98
VI.5.2.1.3. Différentes méthodes basées sur le réseau .....	98
VI.5.2.1.3.1. Méthode C.P.M (méthode du chemin critique) .....	98
VI.5.2.1.3.2. Method P.E.R.T (Program Evaluation and Review Technical).....	99
VI.5.2.1.3.3. Methode P.D.M (Procedure Diagram Methode) .....	99
VI.5.2.2. Méthodes basées sur le graphique :.....	99
VI.5.2.2.1. Méthode linéaire (ligne of balance technic) :.....	99
VI.5.2.2.2. Méthode à barres.....	99

VI.5.3. Les étapes de la planification .....	99
VI.5.4. Choix de la méthode de calcul .....	100
VI. 5.4.1. Les paramètres de la méthode C.P.M .....	100
VI.5.4.2. Chemin critique (C.C) .....	100
VI.5.5. Elaboration du réseau selon la méthode CPM .....	101
VI.6. Détermination des chemins critiques .....	103
VI.7. Conclusion.....	105

# Liste des tableaux

## *I. Présentation de la ville*

Tableau I.1 : Les températures mensuelles.....	05
Tableau I.2 : Les précipitations moyennes mensuelles du poste pluviométrique d'Ain Yagout (070306).....	05
Tableau I.3 : Vitesses moyennes mensuelles des vents.....	06

## *II. Etude Hydrologique*

Tableau II.1 : Le découpage de bassin versant en trois (3) sous bassins.....	07
Tableau II.2 : La superficie des sous bassins versants.....	08
Tableau II.3 : Périmètre des Sous Bassins.....	08
Tableau II.4 : Longueur des talwegs principaux.....	08
Tableau II.5 : Altitudes minimale.....	08
Tableau II.6 : Altitudes maximale.....	08
Tableau II.7 : Les paramètres morpho-métriques des sous bassins.....	09
Tableau II.8 : Répartition en pourcentage de la surface élémentaire du SB.....	11
Tableau II.9 : Répartition en pourcentage de la surface élémentaire du SB2.....	11
Tableau II.10 : Répartition en pourcentage de la surface élémentaire du SB3.....	11
Tableau II.11 : Caractéristiques des altitudes.....	14
Tableau II.12 : Pentes moyennes des sous bassins Im.....	14
Tableau II.13 : Indice de pente globale $I_g$ .....	15
Tableau II.14 : classifications O.R.S.T.O.M.....	15
Tableau II.15 : Dénivelée spécifique $D_s$ .....	16
Tableau II.16 : classifications O.R.S.T.O.M.....	16

TableauII.17 : Les densités de drainage.....	17
TableauII.18 :Les pentes moyennes des cours d'eau principaux.....	18
Tableau II.19 : Les temps de concentration.....	19
Tableau II.20 : Les temps de concentration.....	19
Tableau II.22 : caractéristiques hydromorpho-metriques des sous bassins.....	20
Tableau II.23 : La pluviométrie moyenne mensuelle.....	21
Tableau II.24 : Pluies journalières maximales observées à la station d'Ain Yagout (070306)..	22
TableauII.25 : Caractéristiques de la série avec N= 33 ans.....	23
TableauII.26 : Ajustement à la loi de Gumbel (Station de AinYagout).....	26
Tableau II.27 : Ajustement à la loi de Galton (Station de Ain Yagout).....	30
Tableau II.28 : Pluies maximales journalières fréquentielles.....	33
Tableau II.29 : Pluie de courte durée et leurs intensités à différentes fréquences.....	34
Tableau II.30 : Apports moyens interannuels.....	37
Tableau II.31 : valeur de coefficient de ruissellement C.....	39
Tableau II.32 : Pluies de courte durée et intensité pour le sous bassin SB 1.....	40
Tableau II.33 : Pluies de courte durée et intensité pour le sous bassin SB2.....	40
TableauII.34 : Pluies de courte durée et intensité pour le sous bassin SB3.....	40
Tableau II.35 : Valeurs de coefficient de ruissellement $\alpha$ .....	41
TableauII.36 : Débits de crues au sous bassin n°1.....	41
Tableau II.37 : Débits de crues au sous bassin n°2.....	42
Tableau II.38 : Débits de crues au sous bassin n°3.....	42
TableauII.39 : Les différentes valeurs de $\gamma$ .....	43
Tableau II.40 : Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour sous bassin n°1...43	43
TableauII.41 : Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour sous bassin n°2...44	44
TableauII.42 : Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour sous bassin n°3...45	45

### *III. DETERMINATION DE LA LIGNE D'EAU ET DE LIMITATION DES ZONES INONDABLES*

Tableau III.1 : Caractéristiques de bassin versant pour la zone d'étude.....	49
Tableau III.2 : Récapitulatif des résultats des débits de crues pour le sous- bassin 3 qui concerne la partie sud.....	50
Tableau III.3 : Les caractéristiques des tronçons.....	53
Tableau III.4 : calcul hydraulique du canal.....	64

#### *V. Calcul hydraulique*

Tableau V.1 : Débits calculés de crue.....	70
Tableau V.2 : calcul hydraulique du canal. (Nouvelle section).....	80
Tableau V.3 : calcul hydraulique du canal. (Nouvelle section, avec les digues).....	91

### *VI. Organisation de chantier*

Tableau. VI.1 : Elaboration d'un réseau selon la méthode CPM .....	101
Tableau VI.2 : Détermination des chemins critiques .....	103



# Liste des figures

## *I. Présentation de la vile*

Figure I.1 Situation géographique de la zone d'étude.....	02
FigureI.2 : Carte géologique.....	03
FigureI.3 : Carte de classement des zones sismiques.....	03

## *II. Etude Hydrologique*

FigureII.1 : Courbe Hypsométrique du SB1.....	12
FigureII.2 : Courbe Hypsométrique du SB2.....	12
FigureII.3 : Courbe Hypsométrique du SB3.....	13
Figure II.4 : Ajustement des pluies journalières maximales observées à la station d'Ain YagoutàlaloideGumbel.....	28
Figure II.5 : Ajustement des pluies journalières maximales observées à la station d'Ain Yagoutàlaloilognormal.....	32
Figure II.6 : Courbe Intensité-Durée-Fréquence.....	35
Figure II.7 : Courbe Pluies de courte durée fréquentiel.....	36
FigureII.8 : Hydrogrammes des crues du sous bassin n°1.....	44
FigureII.9 : Hydrogramme de crue du sous bassin n°2.....	45
FigureII.10 : Hydrogrammes des crues du sous bassin n°3.....	47

## *III. DETERMINATION DE LA LIGNE D'EAU ET DE LIMITATION DES ZONES INONDABLES*

Figure III.1: Oued Bir Chouhada.....	48
Figure III.2 : écoulement à surface libre.....	50
Figure III.3 : types d'écoulements (variabilité dans le temps).....	51

Figure III.4 : Type d'écoulement (variabilité dans l'espace).....	51
Figure III.5 : Schéma explicatif des types d'écoulement.....	52
Figure III.6 : Représentation des termes de l'équation d'énergie.....	54
<i>Figure III.7</i> : la hauteur d'eau dans la section 01.....	56
Figure III.8 : la hauteur d'eau dans la section 02.....	56
Figure III.9 : la hauteur d'eau dans la section 03.....	57
Figure III.10 : la hauteur d'eau dans la section 04.....	57
Figure III.11 : la hauteur d'eau dans la section 05.....	58
Figure III.12 : la hauteur d'eau dans la section 06.....	58
Figure III.13 : la hauteur d'eau dans la section 07.....	59
Figure III.14 : la hauteur d'eau dans la section 08.....	59
Figure III.15 : la hauteur d'eau dans la section 09 .....	60
Figure III.16 : la hauteur d'eau dans la section 10.....	60
Figure III.17 : la hauteur d'eau dans la section 11.....	61
Figure III.18 : la hauteur d'eau dans la section 12.....	61
Figure III.19 : la hauteur d'eau dans la section 13.....	62
Figure III.20 : la hauteur d'eau dans la section 14.....	62
Figure III.21 : la hauteur d'eau dans la section 15.....	63
Figure III.22 : La ligne d'eau du canal.....	65
Figure III.23 : la délimitation des zones inondables.....	66

## *V. Calcul hydraulique*

Figure V.1 : la hauteur d'eau dans la section 1.....	72
Figure V.2 : la hauteur d'eau dans la section 02.....	72
Figure V.3 : la hauteur d'eau dans la section 03.....	73
Figure V.4 : la hauteur d'eau dans la section 04.....	73
Figure V.5 : la hauteur d'eau dans la section 05.....	74

Figure V.6 : la hauteur d'eau dans la section 06.....	74
Figure V.7 : la hauteur d'eau dans la section 07.....	75
Figure V.8 : la hauteur d'eau dans la section 08.....	75
Figure V.9 : la hauteur d'eau dans la section 09.....	76
Figure V.10 : la hauteur d'eau dans la section 10.....	76
Figure V.11 : la hauteur d'eau dans la section 11.....	77
Figure V.12 : la hauteur d'eau dans la section 12.....	77
Figure V.13 : la hauteur d'eau dans la section 13.....	78
Figure V.14 : la hauteur d'eau dans la section 14.....	78
Figure V.15 : la hauteur d'eau dans la section 15.....	79
Figure V.16 : La ligne d'eau du canal.....	81
Figure V.17 : Schéma de calcul des hauteurs des digues.....	82
Figure V.18 : la hauteur d'eau dans la section 01.....	83
Figure V.19 : la hauteur d'eau dans la section 02.....	84
Figure V.20 : la hauteur d'eau dans la section 03.....	84
Figure V.21 : la hauteur d'eau dans la section 04.....	85
Figure V.22 : la hauteur d'eau dans la section 05.....	85
Figure V.23 : la hauteur d'eau dans la section 06.....	86
Figure V.24 : la hauteur d'eau dans la section 07.....	86
Figure V.25 : la hauteur d'eau dans la section 08.....	87
Figure V.26 : la hauteur d'eau dans la section 09.....	87
Figure V.27 : la hauteur d'eau dans la section 10.....	88
Figure V.28 : la hauteur d'eau dans la section 11.....	88
Figure V.29 : la hauteur d'eau dans la section 12.....	89
Figure V.30 : la hauteur d'eau dans la section 13.....	89
Figure V.31 : la hauteur d'eau dans la section 14.....	90
Figure V.31 : la hauteur d'eau dans la section 15.....	90

Figure V.33 : La ligne d'eau du canal.....	92
Figure V.34 : schéma général d'une section type.....	93

## *VI. Organisation de chantier*

FigureVI.1 : Bulldozer .....	96
Figure.VI.2 : Pelles rétro.....	96
Figure.VI.3 : Camions à benne et Charger.....	96
Figure.VI.4 : Niveleuses.....	97
Figure VI.5 : Réseau à nœuds.....	102
Figure VI.6 : Diagramme de GANTT.....	104

## **Liste des planches**

planche 01 .....	plan de masse
planche 02 .....	PROFIL EN LONG DU CANAL TN EL BIR ECHOUHADA (W. OUM ELBOUAGHI)
planche 03 .....	PROFIL EN TRAVERS DU CANAL TN EL BIR ECHOUHADA (W. OUM ELBOUAGHI)
planche 04 .....	PROFIL EN LONG DU CANAL APD EL BIR ECHOUHADA (W. OUM ELBOUAGHI)
planche 05 .....	PROFIL EN TRAVERS DU CANAL APD EL BIR ECHOUHADA (W. OUM ELBOUAGHI)



## *Introduction générale :*

Les inondations sont certainement parmi les catastrophes naturelles les plus dévastatrices, qui provoquent non seulement des pertes en vie humaines, mais aussi des dégâts matériels considérables.

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque d'inondation est la conséquence de deux composantes : l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement et l'homme qui s'installe dans l'espace alluvial pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités.

Bir Chouhada est une ville touchée par ce phénomène destructible dans certains lieux qu'on classe vulnérable.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'inondation de cette ville, et de traiter les moyens de protection contre ce phénomène par des aménagements et des ouvrages de protection, mais certains sites représentent des contraintes particulières dues essentiellement à leur emplacement ou à l'occupation non planifiée du sol, donc pour des situations pareils, nous devons recourir à protéger d'avantage les agglomérations en amont. Aussi, il faut assurer le bon fonctionnement de chaque ouvrage une fois exécuté, ainsi que leur maintenance permanente.

# *Chapitre [1]*

*Présentation*  
PRÉSENTATION

*de*  
de

*la ville*  
LA VILLE

**I.1. Introduction :**

Avant tout projet de protection contre les inondations, l'étude du site est nécessaire pour connaître les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs influençant sur la conception du projet. Cette étude consiste à analyser les caractéristiques physiques de la commune (relief, climat, ...).

**I.2. Evolution historique :**

La commune de Bir Chouhada fait partie des 29 communes de la wilaya d'Oum El Bouaghi depuis la dernière réorganisation du territoire national en 1984. Elle dépend administrativement de la daïra de Souk Nâamane.

Le chef-lieu de la commune n'était qu'une petite concentration urbaine qui s'est développée autour du chemin de wilaya N° 48.

Sa création remonte en 1957 et elle a connu deux appellations :

- Le Vasseur de 1957 à 1963.
- Bir Chouhada (puits des martyrs) à partir du 19 Mai 1963 à ce jour, nom d'un puits dans lequel l'armée française y jetait la population indigène qui s'est opposée farouchement au colonisateur durant la révolution. Après la commune est baptisée Bir Chouhada.

**I.3. Situation géographique :**

La commune de BIR CHOUHADA est située à 102 K m à l'Ouest de la ville d'Oum El Bouaghi, chef-lieu de la Wilaya. Administrativement, elle est limitée par :

- Au Nord, la commune de M'CHIRA Wilaya de MILA.
- Au Nord-Ouest, OULED KHLOUF Wilaya de MILA.
- Au Sud, la commune d'AIN DJASSER Wilaya de BATNA.
- Au Sud Est, la commune d'AIN YAGOUT Wilaya de BATNA.
- A l'Est, la commune de SOUK NAAMANE Wilaya de Oum El Bouaghi.



**Figure I.1 :** Situation géographique de la zone d'étude

#### I.4. Données naturelles du site :

##### I.4.1. Situation géologique :

La connaissance de la géologie du site nous permettra de prendre des dispositions nécessaires lors de la réalisation des travaux, par exemple le choix des engins à utiliser et le choix du type de matériaux pour le revêtement de la canalisation. La figure I.2 représente la carte géologique de la zone d'étude.

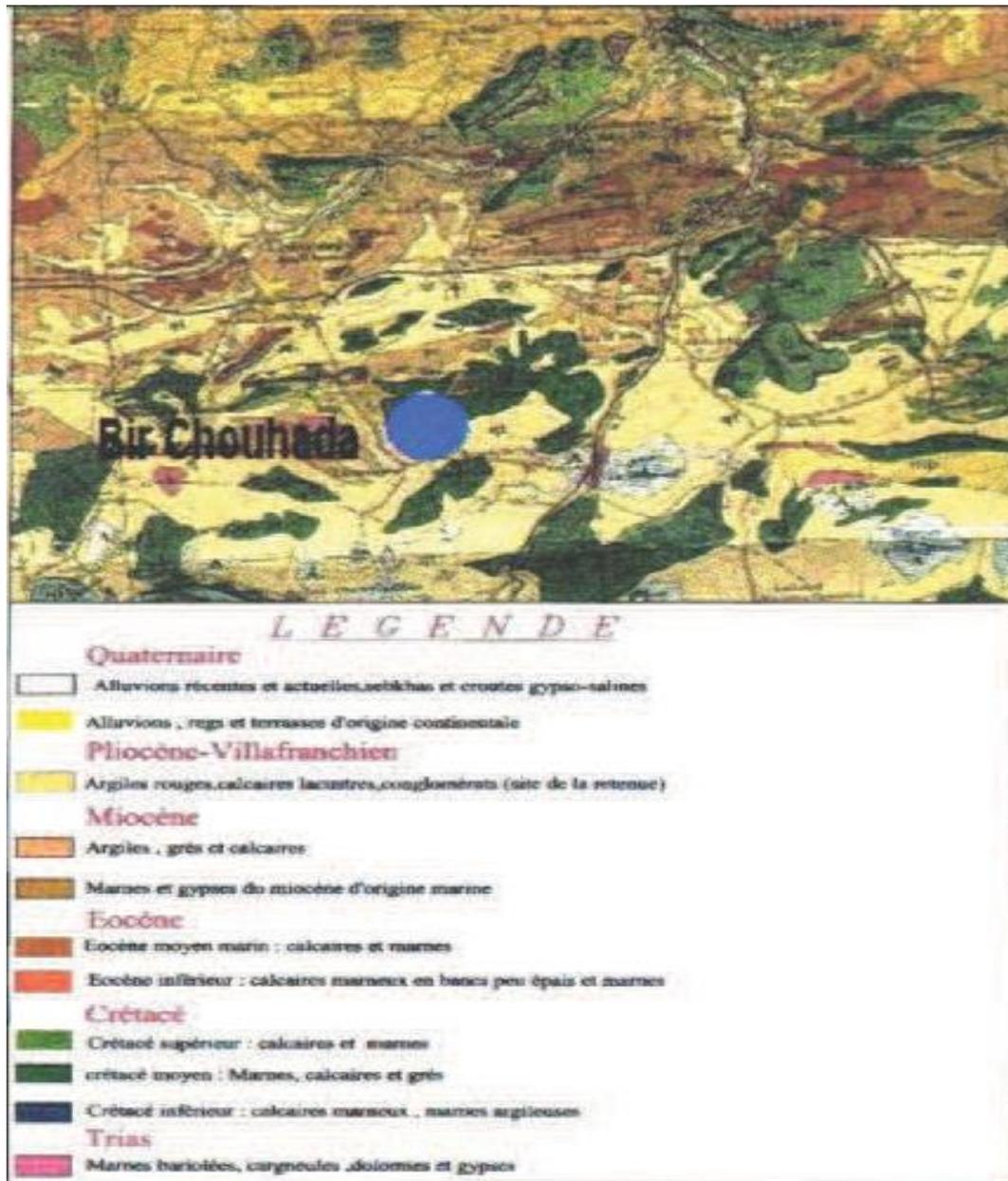


Figure I.2 : Carte géologique

#### I.4.2. Topographie :

La topographie joue un rôle déterminant dans la conception du projet vu que l'évacuation doit s'effectuer généralement par gravité.

Le relief est relativement accidenté notamment entre la cote 846 m et 830 m, ce qui signifie une pente pas assez forte par conséquent la propagation des crues sera plus ou moins importante.

#### I.4.3. Sismicité :

Le centre de Bir Chouhada wilaya d'Oum El Bouaghi est situé dans la zone « I », zone caractérisée par une faible intensité sismique d'après R.P.A.1998.

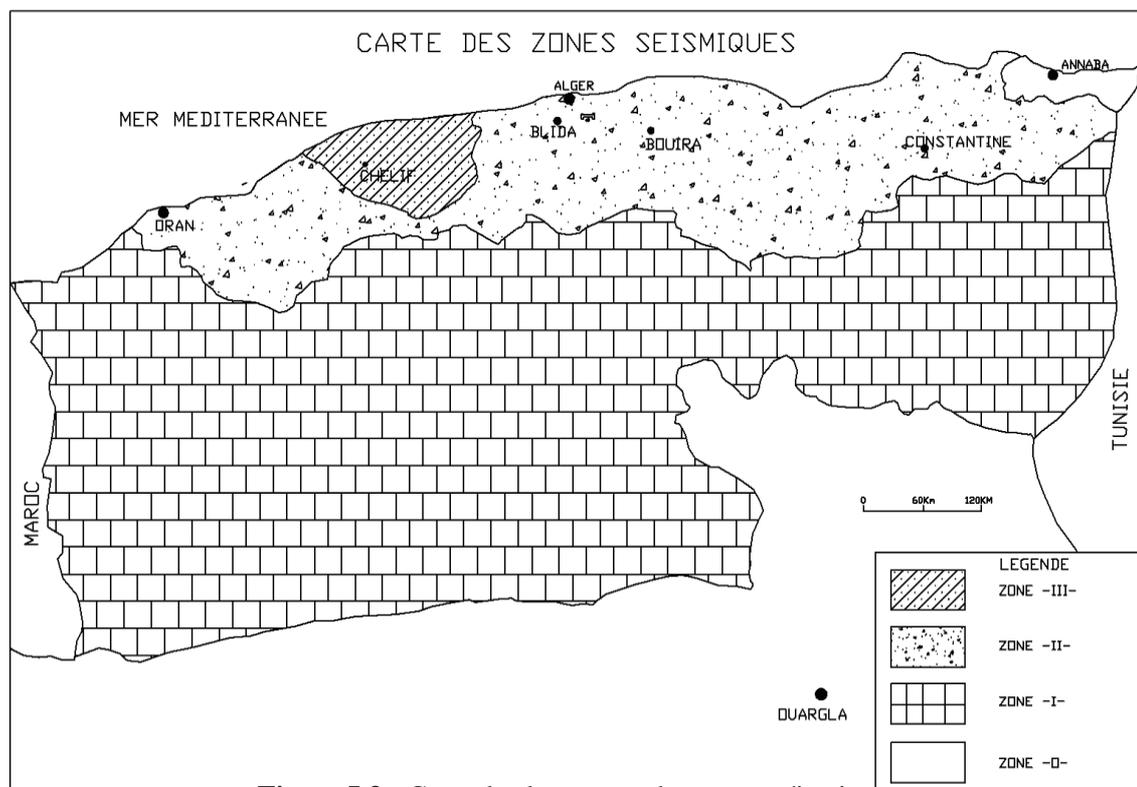


Figure I.3 : Carte de classement des zones sismiques.

**I.5. Situation climatologique :**

Le climat se définit comme étant l'ensemble des phénomènes Météorologiques qui caractérisent l'état de l'atmosphère et de son évolution en un lieu donné.

La zone d'étude est caractérisée par un climat de type semi-aride avec des hivers froids et des étés chauds et secs.

**I.5.1. Température :**

En Algérie, la présence de sirocco, un vent chaud et sec qui vient du Sahara. Les températures maximales ont pour origine ce phénomène particulier, qui est accompagné par une humidité qui s'en trouve réduite. Dans le tableau I.1, on constate que le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne mensuelle de 25,5°C et le mois le plus froid est le mois de Janvier avec une température moyenne mensuelle de 5 ,1°C. La température moyenne annuelle est de 14 °c.

D'après la station d'Oum El Bouaghi (le tableau I.1) représente les températures mensuelles.

**Tableau I.1 : Les températures mensuelles.**

Mois	Ja	F	M	Av	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
------	----	---	---	----	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----

(°c)	5,1	6,2	8,1	11,4	16,2	22	25,5	24,9	20,1	14,2	8,7	6	14
------	-----	-----	-----	------	------	----	------	------	------	------	-----	---	----

(La source l'A.N.R.H de CONSTANTINE)

### I.5.2. Pluviométrie :

La ville de Bir Chouhada située dans une région sèche, la saison des pluies est courte et s'étend pratiquement du mois de Décembre au mois de Mai. Tandis que pour le reste des mois, les pluies aussi rares qu'elles soient, généralement violentes et de courte durée.

La pluviométrie moyenne mensuelle représente dans le tableau suivant :

**Tableau I.2** : Les précipitations moyennes mensuelles du poste pluviométrique d'Ain Yagout (070306)

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moy Anné e
1979-80	54	115,5	6,1	58,7	41,9	2,2	24,7	109	47,1	0	1,5	0	460,7
1980-81	37,3	19,1	0	15,2	25,5	27,7	8,9	8,3	37,7	0	15,9	0	195,6
1981-82	43	43,1	21,7	0	80,5	19,9	55,9	93	68,6	38,5	0	0	464,2
1982-83	38,8	72,4	5,6	47,2	40,5	23,1	82,5	35	19	35	0	39,2	438,3
1983-84	16,5	10	11,3	63,6	8,5	21,9	34,3	25,8	0	24,4	28,1	0	244,4
1984-85	12	32,3	33,5	2,5	20	34,2	26,2	9,1	37,5	0	0	21,9	207,3
1985-86	55,8	0	47,4	15,7	29,5	40,8	48,8	59,1	92,1	55,1	8	12,5	464,8
1986-87	76,4	15,4	63,9	24,4	13,9	0	33,3	54,3	14,4	20,2	0	33	349,2
1987-88	0	0	70,7	5,5	5,7	20,4	17,4	45	12	12,3	0	0	189
1988-89	16	73	0	8	16,7	36,8	9,7	83,2	6,8	14	0	0	264,2
1989-90	91,7	12	3,7	0	23,9	41,6	50,6	33	80,5	0	0	2,7	339,7
1990-91	48	0	28,6	69,4	10	18,3	33,4	17,7	5,7	26,5	0	27,2	284,8
1991-92	27,7	25,7	0	25,8	39,1	28,7	32	60,2	104,9	42,9	7,3	18,8	413,1
1992-93	36,3	55,8	68,8	19,6	0	9,3	16,2	0	4,6	14,7	0	7,2	232,5
1993-94	0	13,2	11,6	13,6	52,3	80,1	60,7	17,9	1,2	8,2	1,5	4	264,3
1994-	5,3	81	6	82,	37,	9,9	114,	20,	58,5	8,6	0	0	424

<b>95</b>				1	2		5	9					
<b>1995-96</b>	24,8	32,1	17,1	14,8	29,2	8,9	76,4	19	6,5	40,6	0	8,9	<b>278,3</b>
<b>1996-97</b>	74,2	28,6	26,4	35,2	8,7	41,2	19	12,3	35,8	0	7	0	<b>288,4</b>
<b>1997-98</b>	7,4	7,9	17,5	7,3	10,4	19,4	22	15,3	39,2	55,4	0	0	<b>201,8</b>
<b>1998-99</b>	14,8	4,3	22,9	60	6,7	15,7	8	27,9	5,2	22,7	0	38,4	<b>226,6</b>
<b>1999-00</b>	24,4	4,3	1,9	9,6	83	0	13,5	30,5	46,6	11,9	0	70,4	<b>296,1</b>
<b>2000-01</b>	22,2	0	34,6	71,2	2,9	20,3	92,4	37,8	55,4	20,8	2,5	6	<b>366,1</b>
<b>2001-02</b>	3,5	54,6	17,6	19,6	34,1	34,7	55	29,1	95,2	20	13,7	0	<b>377,1</b>
<b>2002-03</b>	30,5	12,7	96,1	74,6	16,7	33,1	27,6	5,3	64,6	0	0	71,1	<b>432,3</b>
<b>2003-04</b>	0	7,3	12	42,1	38,1	14,2	29,6	19,6	7	0	10,7	2,1	<b>182,7</b>
<b>2004-05</b>	52,3	45,6	8,5	15,6	59,7	11,3	38,4	18,9	0	29,8	6,9	29,8	<b>316,8</b>
<b>2005-06</b>	53,3	33,7	26,6	26,3	78,7	102,3	52,8	55,5	39,1	22,2	7,3	6,6	<b>504,4</b>
<b>2006-07</b>	9,7	6,3	2,2	11,7	20	5,9	20,6	45,7	2,6	28,5	8,4	3,5	<b>165,1</b>
<b>2007-08</b>	61,7	66,5	53,2	41,8	6	18,2	17,2	64	30,5	5,9	0	8,6	<b>373,6</b>
<b>2008-09</b>	51	11,2	33,6	13,9	39,2	9,4	19,5	12,8	5,6	16,7	8,5	6	<b>227,4</b>
<b>2009-10</b>	52,7	18,5	35,6	60	7,2	1,5	6,3	9,7	155,9	16,3	0	30,2	<b>393,9</b>
<b>2010-11</b>	32,5	3	8,7	31,1	22,7	14,2	4,2	22,5	70,8	0	0	1,5	<b>211,2</b>
<b>Moy</b>	<b>33,6</b>	<b>28,28</b>	<b>24,88</b>	<b>30,88</b>	<b>28,4</b>	<b>23,91</b>	<b>35,99</b>	<b>34,3</b>	<b>39,08</b>	<b>18,5</b>	<b>3,98</b>	<b>13,4</b>	<b>314,93</b>
<b>%</b>	<b>10,7</b>	<b>9,0</b>	<b>7,9</b>	<b>9,8</b>	<b>9,0</b>	<b>7,6</b>	<b>11,4</b>	<b>10,9</b>	<b>12,4</b>	<b>5,9</b>	<b>1,3</b>	<b>4,2</b>	<b>100</b>

(Source l'A.N.R.H de CONSTANTINE)

**I.5.3. Le vent :**

Dans la région, les vents dominants sont de direction Est-ouest, la vitesse moyenne annuelle des vents est de 4,13 m/s. D'après la station d'Oum El Bouaghi le tableau I.3 regroupe les vitesses moyennes mensuelles des vents.

**Tableau I. 3** : Vitesses moyennes mensuelles des vents

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec	Moy
V (m/s)	4,6	4,9	4,3	4,3	4,1	4	4,2	3,8	3,4	3,7	3,9	4,4	4,13

**I.6. Conclusion :**

A travers ce chapitre, nous avons montré les données concernant notre agglomération de point de vue géologique, topographique, géographique, lithologique, climatologique.



# *Chapitre [II]*

*Etude*  
ΕΦΗΜΕΡΑ

*Hydrologique*  
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

## II.1. Introduction :

L'étude hydrologique pour la réalisation d'un ouvrage hydrotechnique révèle d'une importance considérable. Le but est donc de mettre en évidence les paramètres hydrologiques des talwegs qui traversent la ville tels que les débits des crues, les apports des micros bassins qui constituent la base de dimensionnement des ouvrages constituant l'aménagement.

## II.2. Caractéristiques morpho-métriques des bassins Versants :

### II.2.1. Définition du bassin versant :

Le bassin versant est un espace géographique dont les apports hydriques naturels sont alimentés exclusivement par les précipitations, et dont les excès en eaux ou en matières solides transportées par l'eau forment, à un point unique de l'espace, une embouchure ou exutoire.

Le découpage donne trois (3) sous bassins des caractéristiques suivantes :

**Tableau II.1** : Le découpage de bassin versant en trois (3) sous bassins.

Sous Bassins	Nomination d'Oued ou Chaabet
SB1	Chaabet El Taref
SB2	Hamor, chaabet
SB3	Oued Bir Raaiane, Chaabet Fssikh Ben Zaid

### II.2.2. Morphométrie :

Les différents paramètres morpho-métriques du bassin notamment, la forme, l'altitude caractéristique, la pente et le relief, interviennent et souvent d'une façon combinée dans les modalités de l'écoulement, donc il convient de les préciser dès le début dans toute étude.

#### II.2.2.1. La surface :

La surface topographique est le paramètre le plus important, il permet de contrôler l'intensité de plusieurs phénomènes hydrologique (apport ; volume de précipitation ou infiltration) elle est déterminée par l'utile informatique sur la carte topographique.

#### II.2.2.2. Le 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.

**Tableau II.2** : La superficie des sous bassins versants

Sous Bassins	La superficie des sous bassins versants (km <sup>2</sup> )
SB1	11.77
SB2	2.32
SB3	49.14

**Tableau II.3 : Périmètre des Sous Bassins**

Sous Bassins	Périmètre des Sous Bassins (km)
SB1	28.85
SB2	11.88
SB3	49.57

**Tableau II.4 : Longueur des talwegs principaux**

Sous Bassins	Longueur des talwegs principaux (km)
SB1	10.53
SB2	3.41
SB3	16.99

**Tableau II.5 : Altitudes minimale**

Sous Bassins	Altitudes minimale(m)
SB1	824
SB2	828
SB3	824

**Tableau II.6 : Altitudes maximale**

Sous Bassins	Altitudes maximales du bassin versant (m)
SB1	1008
SB2	894
SB3	1020

Les tableaux précédents [II.2, II.3, II.4, II.5, II.6] créent à partir de logiciel Auto CAD.

### II.2.2.3. Indice de compacité de Gravelius :

Indice de Gravelius « $K_C$ » appelé aussi indice de forme, cet indice caractérise la forme du bassin, et exprime l'allongement des sous bassins versants.

$$K_c = \frac{P_{SB}}{2\sqrt{\pi S_{SB}}}$$

Avec :  $P_{SB}$  : Périmètre du sous bassin ;

$S_{SB}$  : Surface du sous bassin.

### II.2.2.4. Le 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 et de la même densité de drainage.

Le rectangle équivalent est caractérisé par la longueur «L» et la largeur «l» définies respectivement par les formules suivantes :

- La longueur du rectangle équivalent :

$$L = \frac{k_c \times \sqrt{s}}{1,128} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1,128}{K_c} \right)^2} \right]$$

- La largeur du rectangle équivalent :

$$l = \frac{k_c \times \sqrt{s}}{1,128} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1,128}{K_c} \right)^2} \right]$$

Les résultats des paramètres morpho-métriques sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau II.7 :** Les paramètres morpho-métriques des sous bassins

Sous Bassins	S (Km <sup>2</sup> )	P (Km)	K <sub>C</sub>	L (Km)	l (Km)
SB1	11.77	28.85	2.354	13.556	0.868
SB2	2.32	11.88	2.184	5.519	0.420
SB3	49.14	49.57	1.98	22.611	2.173

Avec :

- S** : surfaces des bassins versant ;
- P** [Km<sup>2</sup>] : périmètres des bassins versant [Km] ;
- K<sub>C</sub>** : Indice de compacité de Gravelius ;
- L** : La longueur du rectangle équivalent [Km] ;
- l** : La largeur du rectangle équivalent [Km].

### II.2.3. Le relief :

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 caractéristiques suivantes.

#### II.2.3.1. Répartition des surfaces et courbe hypsométrique :

La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son

altitude. Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de surface) du bassin qui se trouve au-dessus (ou au-dessous) de l'altitude représentée en ordonnée. Elle exprime ainsi la superficie du bassin ou le pourcentage de superficie, au-delà d'une certaine altitude.

Les courbes hypsométriques demeurent un outil pratique pour comparer plusieurs bassins entre eux ou les diverses sections d'un seul bassin. Elles peuvent servir à la détermination de la pluie moyenne sur un bassin versant et donnent des indications quant au comportement hydrologique et hydraulique du bassin et de son système de drainage.

a) Les résultats des surfaces partielles des sous bassin par tranche d'altitudes :

**Tableau II.8 :** Répartition en pourcentage de la surface élémentaire du **SB1**

Tranche d'altitude	$\Delta H$ (m)	$H_i$ (m)	Superficie partielle (Km <sup>2</sup> )	Superficie partielle (%)	$H_i \times S_i$	$H_i \times S_i$ Cumulé	Superficie cumulée (%)
<b>824-840</b>	16	832	0.93	7.901	773.76	773.76	7.901
<b>840-860</b>	20	850	0.74	6.287	629	1402.76	14.188
<b>860-880</b>	20	870	1.06	9.006	922.2	2324.96	23.194
<b>880-900</b>	20	890	1.7	14.443	1513	3837.96	37.6389
<b>900-920</b>	20	910	0.99	8.411	900.9	4738.86	46.049
<b>920-940</b>	20	930	0.98	8.326	911.4	5650.26	54.375
<b>940-960</b>	20	950	1.2	10.195	1140	6790.26	64.570
<b>960-980</b>	20	970	2.11	17.926	2046.7	8836.96	82.497
<b>980-1000</b>	20	990	1.74	14.783	1722.6	10559.56	97.281
<b>1000-1008</b>	8	1004	0.32	2.718	321.28	10880.84	100

**Tableau II.9 :** Répartition en pourcentage de la surface élémentaire du **SB2**

Tranche d'altitude	$\Delta H$ (m)	$H_i$ (m)	Superficie partielle (Km <sup>2</sup> )	Superficie partielle (%)	$H_i \times S_i$	$H_i \times S_i$ Cumulé	Superficie cumulée (%)
<b>828-840</b>	12	834	0.75	32.327	625.5	625.5	32.327
<b>840-860</b>	20	850	0.72	31.034	612	1237.5	63.362
<b>860-880</b>	20	870	0.73	31.465	635.1	1872.6	94.827
<b>880-894</b>	14	887	0.12	5.172	106.44	1979.04	100

**Tableau II.10 :** Répartition en pourcentage de la surface élémentaire du **SB3**

Tranche d'altitude	$\Delta H$ (m)	$H_i$ (m)	Superficie partielle (Km <sup>2</sup> )	Superficie partielle (%)	$H_i \times S_i$	$H_i \times S_i$ Cumulé	Superficie cumulée (%)
--------------------	----------------	-----------	---	--------------------------	------------------	-------------------------	------------------------

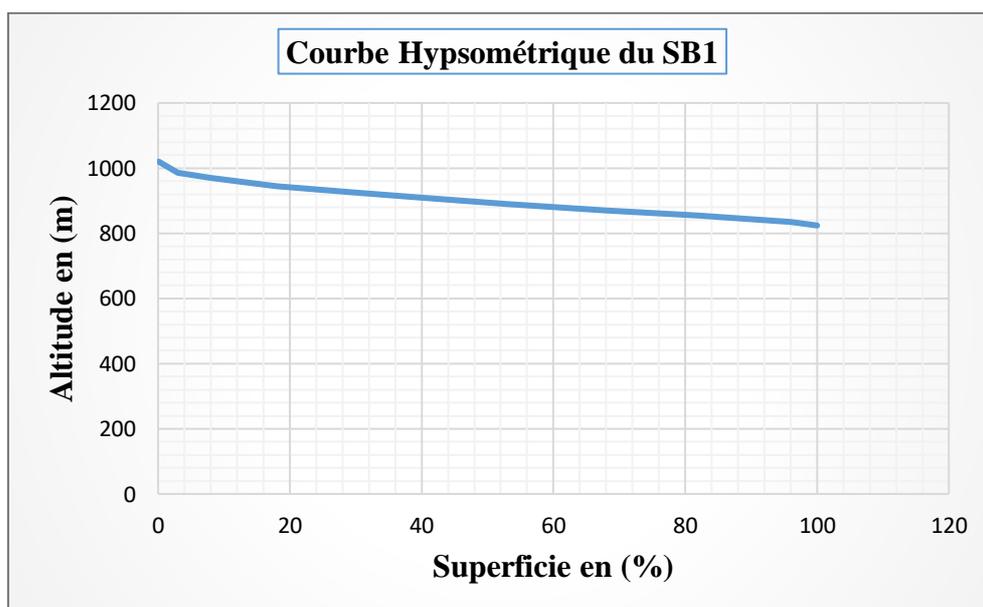
<b>824-840</b>	16	832	2.74	5.575	2279.68	2279.68	5.575
<b>840-860</b>	20	850	5.85	11.904	4972.5	7252.18	17.480
<b>860-880</b>	20	870	10.30	20.960	8961	16213.18	38.441
<b>880-900</b>	20	890	7.82	15.913	6959.8	23172.98	54.354
<b>900-920</b>	20	910	8.30	16.890	7553	30725.98	71.245
<b>920-940</b>	20	930	6.90	14.041	6417	37142.98	85.286
<b>940-960</b>	20	950	5.52	11.233	5244	42386.98	96.520
<b>960-980</b>	20	970	1.49	3.0321	1445.3	43832.28	99.552
<b>980-1000</b>	20	990	0.16	0.325	158.4	43990.68	99.877
<b>1000-1020</b>	20	1010	0.06	0.122	60.6	44051.28	100

Avec :

$\Delta h_i$  : Altitude moyenne entre 2 courbes de niveaux consécutives en (m) ;

$S_i$  : surface partielle comprise entre 2 courbes de niveaux consécutives en (km<sup>2</sup>).

**Les courbes hypsométriques sont représentées par les figures suivantes :**



**Figure II.1** : Courbe Hypsométrique du SB1

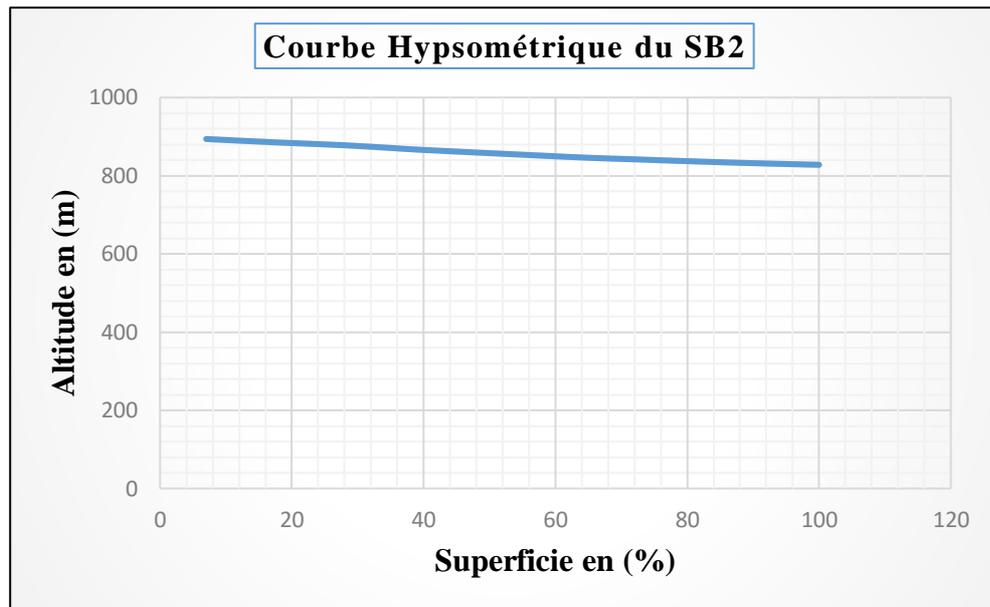


Figure II.2 : Courbe Hypsométrique du SB2

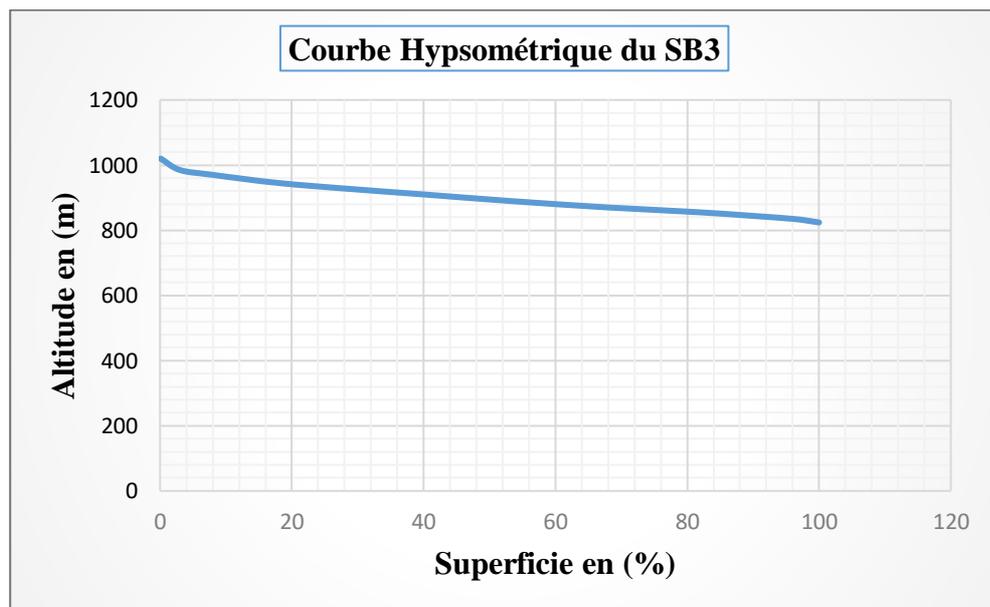


Figure II.3 : Courbe Hypsométrique du SB3

### II.2.3.2. Caractéristiques des altitudes :

Elles sont obtenues directement à partir de la carte topographique.

- L'altitude maximale représente le point le plus élevé du bassin tandis que l'altitude minimale considère le point le plus bas, généralement à l'exutoire.
- L'altitude médiane ou H50% est déterminée sur la courbe hypsométrique.

- L'altitude moyenne  $H_{moy}$  est calculée par la formule suivante :

$$H_{moy} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i H_i}{S}$$

$$H_i = \frac{H_{n+1} + H_n}{2}$$

Avec :

**Hi** : Altitude moyenne entre 2 courbes de niveaux consécutives en(m) ;

**Si** : surface partielle comprise entre 2 courbes de niveaux consécutives en (km<sup>2</sup>) ;

**S** : surface totale du sous bassin en (km<sup>2</sup>).

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.11** : Caractéristiques des altitudes

Sous bassins	SB1	SB2	SB3
$H_{max}$	1008	894	1020
$H_{min}$	824	828	824
$H_{50\%}$	939.5	861.25	904.5
$H_{moy}$	924.45	853.03	896.44

### II.2.3.3. Les indices de pente :

#### II.2.3.3.1. Pente moyenne des sous bassins $I_m$ :

La pente moyenne est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du bassin. Elle est considérée comme une variable indépendante. Elle donne une bonne indication sur le temps de parcours du ruissellement direct (donc sur le temps de concentration  $T_c$ ) et influe directement sur le débit de pointe lors d'une averse.

Elle est donnée par la formule suivante :

$$I_m = \frac{\Delta H (0.5l_1 + l_2 + l_3 + \dots + 0.5l_n)}{S}$$

**Tableau II.12** : Pentes moyennes des sous bassins  $I_m$

Sous bassins	SB1	SB2	SB3
La pente moyenne (m/m)	0.0495	0.0198	0.0255

#### II.2.3.3.2. Indice de pente globale $I_g$ :

Il est défini comme étant le rapport de l'altitude comprise entre 5 % et 95 % de la surface du sous bassin et la longueur du rectangle équivalent. On prend deux points S1, et S2 sur l'axe de l'abscisse telle que 95% de la surface du sous bassin soit comprise entre ces deux valeurs et que 5% de la surface totale du sous bassin soit inférieure à S1 et 5 % soit supérieure à S2.

Les altitudes correspondantes sont lues sur la courbe hypsométrique. L'indice de pente global est donné par la formule suivante :

$$I_g = \frac{D}{L} = \frac{H_5 - H_{95}}{L}$$

**Avec :**

**D :** Dénivelée entre H5% et H95% (m) ;

**L :** longueur du rectangle équivalent (Km) ;

**H5% et H95% :** sont respectivement les altitudes correspondantes à S5 % et S95 %.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau II.13 :** Indice de pente globale  $I_g$

Sous bassins	H5% (m)	H95% (m)	H5%-H95%	L (km)	$I_g$ (m/km)
<b>SB1</b>	1001,75	843,5	158,25	13,5568	11,67
<b>SB2</b>	887,5	836,5	51	5,5197	9,24
<b>SB3</b>	967,25	848	119,25	22,6118	5,27

**Tableau II.14 :** classifications O.R.S.T.O.M

<b>1</b>	Relief très faible	$I_g < 0.002$
<b>2</b>	Relief faible	$0.002 < I_g < 0.005$
<b>3</b>	Relief assez faible	$0.005 < I_g < 0.01$
<b>4</b>	Relief modéré	$0.01 < I_g < 0.02$
<b>5</b>	Relief assez fort	$0.02 < I_g < 0.05$
<b>6</b>	Relief fort	$0.05 < I_g < 0.1$

7	Relief très fort	$0.1 < I_g$
---	------------------	-------------

Cela n'implique que le relief du bassin versant 1 ; est un relief modéré ( $0.01 < I_g < 0.02$  – selon O.R.S.T.O.M), et pour le bassin versant 2 et 3 ; est un relief assez faible ( $0.005 < I_g < 0.01$  – selon O.R.S.T.O.M) (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer).

Cet indice de pente global sert aussi à classer le relief d'un bassin, mais pour permettre une comparaison plus efficace et plus poussée du bassin, du point de vue relief. Il convient de calculer la dénivelée spécifique.

### II.2.3.3. Dénivelée spécifique $D_s$ :

Puisque l'indice de pente globale décroît pour un même bassin lors que la surface augmente, il était donc difficile de comparer des bassins de tailles différentes. La dénivelée spécifique  $D_s$  ne présente pas cet inconvénient.

La dénivelée spécifique est définie par la formule suivante :

$$D_s = I_g * \sqrt{S}$$

Avec :

$I_g$  : Indice de pente globale (m/km) ;

$S$  : Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>) ;

$D_s$  : Dénivelée spécifique (m)

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.15** : Dénivelée spécifique  $D_s$

Sous bassins	SB1	SB2	SB3
Dénivelée spécifique $D_s$	40,05	14,07	36,97

**Tableau II.16** : classifications O.R.S.T.O.M

<b>R1</b>	Relief très faible	$DS < 10m$
<b>R2</b>	Relief faible	$10m < DS < 25m$
<b>R3</b>	Relief assez faible	$25m < DS < 50m$
<b>R4</b>	Relief modéré	$50m < DS < 100m$
<b>R5</b>	Relief assez fort	$100m < DS < 250m$
<b>R6</b>	Relief fort	$250m < DS < 500m$

<b>R7</b>	Relief très fort	DS>500m
-----------	------------------	---------

Cela n'implique que le relief du bassin versant 1 et 3 ; est un relief assez faible  $25m < DS < 50m$  – selon O.R.S.T.O.M), et pour le bassin versant 2 ; est un relief faible  $10m < DS < 25m$  – selon O.R.S.T.O.M) (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer).

#### II.2.4. Caractéristiques hydrographiques du bassin versant :

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. (Voir planche N° I).

##### II.2.4.1. La densité de drainage :

La densité de drainage, est définie comme étant le rapport de la longueur totale de tous les Talwegs  $L_i$  du bassin, et la surface totale  $S$ . Elle reflète la dynamique du bassin, la stabilité du chevelu hydrographique et le type de ruissellement de surface. Elle est exprimée en  $Km/ Km^2$ .

$$D_d = \frac{\sum L_i}{S}$$

Avec :

**Dd** : Densité de drainage [ $km/km^2$ ] ;

$L_i$  : Somme des longueurs de tous les talwegs y compris le talweg principal [ $km$ ] ;

**S** : Superficie du bassin versant [ $km^2$ ] ;

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.17** : Les densités de drainage

Sous bassin	SB1	SB2	SB3
<b>Dd</b> [ $km/km^2$ ]	1,71	1,83	1,54

##### II.2.4.2. La pente moyenne du cours d'eau principale :

La pente moyenne du cours d'eau détermine la vitesse avec laquelle l'eau se rend à l'exutoire du bassin donc le temps de concentration. Cette variable influe sur le débit maximal observé, Une pente abrupte favorise et accélère l'écoulement superficiel, tandis qu'une pente douce ou nulle donne à l'eau le temps de s'infiltrer, entièrement ou une partie, dans le sol.

Le calcul des pentes moyennes et partielles de cours d'eau s'effectue à partir du profil longitudinal du cours d'eau principal et de ses affluents. La méthode la plus fréquemment

utilisée pour calculer la pente longitudinale du cours d'eau consiste à diviser la valeur de différence d'altitude entre les points extrêmes du profil par la longueur totale du cours d'eau.

$$P_{moy} = \frac{\Delta H}{\Delta L}$$

Avec :

$P_{moy}$  : pente moyenne du cours d'eau [m/km] ;

$\Delta H$  : dénivellation entre deux points suffisamment distante[m] ;

$\Delta L$  : longueur du cours d'eau principal [km] ;

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.18** : Les pentes moyennes des cours d'eau principaux

Sous bassin	SB1	SB2	SB3
$P_{moy}$ (m/m)	0,0161	0,0129	0,0082

#### II.2.4.3. Le temps de concentration :

Le temps de concentration  $t_c$  des eaux pour un bassin se définit comme la plus grande durée nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le chemin hydrologique entre un point du bassin et l'exutoire de ce dernier, 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, soit :

$$T_c = \max (\sum (T_h + T_r + T_a))$$

Théoriquement, on estime que  $t_c$  est la durée comprise entre la fin de la pluie nette et la fin du ruissellement. Pratiquement le temps de concentration peut être déduit des mesures sur le terrain ou s'estimer à l'aide de formules le plus souvent empiriques.

- **Formule de GIANDOTTI :**

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \sqrt{H_{\text{moy}} - H_{\text{min}}}}$$

**S** : Surface du bassin versant en [Km<sup>2</sup>] ;

**L** : Longueur du talweg principal en [Km] ;

**H<sub>moy</sub>, H<sub>min</sub>** : Respectivement la hauteur moyenne et minimale du B.V en[m] ;

- **Formule de TÉMEZ :**

$$T_c = \left[ \frac{L}{(I_r)^{1/4}} \right]^{0,76}$$

**T<sub>c</sub>** : temps de concentration en heures.

**L** : Longueur de talwegs principale (Km).

**I<sub>r</sub>** : La pente moyenne de talwegs principale (m/m).

Les résultats des différentes méthodes sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.19** : Les temps de concentration

Formules	SB1	SB2	SB3
GIANDOTTI (h)	6,24	1,14	9,52
TÉMEZ (h)	3,93	1,74	6,43

Sur la base de ces résultats, et la considération du talweg principal, il est recommandé par

l'ANBT d'utiliser la formule de Témez.

**C'est-à-dire :**

**Tableau II.20** : Les temps de concentration

Sous bassin	SB1	SB2	SB3
T <sub>c</sub> (h)	3,93	1,74	6,43

#### II.2.4.4. Vitesse moyenne de ruissellement :

Cette vitesse est donnée par la formule :

$$V_R = \frac{L}{T_c}$$

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

**Tc** : temps de concentration en [heure] ;

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau II.21** : La vitesse de ruissellement

Sous bassin	SB1	SB2	SB3
VR (Km/h)	2,68	1,96	2,64

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau suivant :

**Tableau II.22** : caractéristiques hydromorpho-metriques des sous bassins

Caractéristiques	SB1	SB2	SB3
<b>1-Morphométrie</b>			
Surfaces (Km <sup>2</sup> )	11,77	2,32	49,14
Périmètres (Km)	28.85	11.88	49.57
Longueurs de R-E (Km)	13.5568	5.5197	22.6118
Largeurs de R-E (Km)	0.8682	0.4203	2.1732
<b>2-lesreliefs</b>			
<b>2.1-lesaltitudescaractéristiques</b>			
Altitudes max (m)	1008	894	1020
Altitudes moy (m)	926.93	851.68	896.92
Altitudes min (m)	824	828	824
Altitudes 5% (m)	1001,75	887,5	967,25
Altitudes 95% (m)	843,5	836,5	848
2.2-indicedepenteglobaleIg (m/Km)	11,67	9,24	5,27
2.3-lespentemoyennesdesBVIm (m/m)	0.0495	0.0198	0.0255
<b>3-leréseauhydrographique</b>			
La densité de drainage Dd (Km/Km <sup>2</sup> )	1,71	1,83	1,54
Longueurs des cours d'eau principale (Km)	10.53	3.41	16.99
Pentes moy des cours d'eau principal (m/m)	0,0161	0,0129	0,0082
Temps de concentration (h)	3,93	1,74	6,43
Vitesse moyenne ruissellement (Km/h)	2,68	1,96	2,64

### II.3. Analyse des données pluviométriques :

#### II.3.1. Pluie moyenne annuelle :

Avant d'évaluer les précipitations sur les bassins versant nous avons analysé les données disponibles au niveau de la station pluviométrique.

L'estimation de la pluie moyenne est faite à partir de station pluviométrique d'Ain Yagout (070306).

- Nous donnons les valeurs brutes de la série pluviométrique à partir du tableau ci-dessous :

**Tableau II.23 :** La pluviométrie moyenne mensuelle

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juit	Aout	Année
1979-80	54	115,5	6,1	58,7	41,9	2,2	24,7	109	47,1	0	1,5	0	460,7
1980-81	37,3	19,1	0	15,2	25,5	27,7	8,9	8,3	37,7	0	15,9	0	195,6
1981-82	43	43,1	21,7	0	80,5	19,9	55,9	93	68,6	38,5	0	0	464,2
1982-83	38,8	72,4	5,6	47,2	40,5	23,1	82,5	35	19	35	0	39,2	438,3
1983-84	16,5	10	11,3	63,6	8,5	21,9	34,3	25,8	0	24,4	28,1	0	244,4
1984-85	12	32,3	33,5	2,5	20	34,2	26,2	9,1	37,5	0	0	21,9	207,3
1985-86	55,8	0	47,4	15,7	29,5	40,8	48,8	59,1	92,1	55,1	8	12,5	464,8
1986-87	76,4	15,4	63,9	24,4	13,9	0	33,3	54,3	14,4	20,2	0	33	349,2
1987-88	0	0	70,7	5,5	5,7	20,4	17,4	45	12	12,3	0	0	189
1988-89	16	73	0	8	16,7	36,8	9,7	83,2	6,8	14	0	0	264,2
1989-90	91,7	12	3,7	0	23,9	41,6	50,6	33	80,5	0	0	2,7	339,7
1990-91	48	0	28,6	69,4	10	18,3	33,4	17,7	5,7	26,5	0	27,2	284,8
1991-92	27,7	25,7	0	25,8	39,1	28,7	32	60,2	104,9	42,9	7,3	18,8	413,1
1992-93	36,3	55,8	68,8	19,6	0	9,3	16,2	0	4,6	14,7	0	7,2	232,5
1993-94	0	13,2	11,6	13,6	52,3	80,1	60,7	17,9	1,2	8,2	1,5	4	264,3
1994-95	5,3	81	6	82,1	37,2	9,9	114,5	20,9	58,5	8,6	0	0	424
1995-96	24,8	32,1	17,1	14,8	29,2	8,9	76,4	19	6,5	40,6	0	8,9	278,3
1996-97	74,2	28,6	26,4	35,2	8,7	41,2	19	12,3	35,8	0	7	0	288,4
1997-98	7,4	7,9	17,5	7,3	10,4	19,4	22	15,3	39,2	55,4	0	0	201,8
1998-99	14,8	4,3	22,9	60	6,7	15,7	8	27,9	5,2	22,7	0	38,4	226,6
1999-00	24,4	4,3	1,9	9,6	83	0	13,5	30,5	46,6	11,9	0	70,4	296,1
2000-01	22,2	0	34,6	71,2	2,9	20,3	92,4	37,8	55,4	20,8	2,5	6	366,1
2001-02	3,5	54,6	17,6	19,6	34,1	34,7	55	29,1	95,2	20	13,7	0	377,1

2002-03	30,5	12,7	96,1	74,6	16,7	33,1	27,6	5,3	64,6	0	0	71,1	432,3
2003-04	0	7,3	12	42,1	38,1	14,2	29,6	19,6	7	0	10,7	2,1	182,7
2004-05	52,3	45,6	8,5	15,6	59,7	11,3	38,4	18,9	0	29,8	6,9	29,8	316,8
2005-06	53,3	33,7	26,6	26,3	78,7	102,3	52,8	55,5	39,1	22,2	7,3	6,6	504,4
2006-07	9,7	6,3	2,2	11,7	20	5,9	20,6	45,7	2,6	28,5	8,4	3,5	165,1
2007-08	61,7	66,5	53,2	41,8	6	18,2	17,2	64	30,5	5,9	0	8,6	373,6
2008-09	51	11,2	33,6	13,9	39,2	9,4	19,5	12,8	5,6	16,7	8,5	6	227,4
2009-10	52,7	18,5	35,6	60	7,2	1,5	6,3	9,7	155,9	16,3	0	30,2	393,9
2010-11	32,5	3	8,7	31,1	22,7	14,2	4,2	22,5	70,8	0	0	1,5	211,2
Moy	33,6	28,28	24,8	30,8	28,4	23,91	35,99	34,3	39,08	18,5	3,98	13,4	314,93
%	10,7	9,0	7,9	9,8	9,0	7,6	11,4	10,9	12,4	5,9	1,3	4,2	100

(Source : ANRH)

**II.3.2. Pluies maximales journalières :**

Les pluies maximales journalières de rares fréquences sont des pluies génératrices des crues d'importants débits, contre lesquels il faut protéger l'ouvrage.

**Tableau II.24** : Pluies journalières maximales observées à la station d'Ain Yagout (070306)

Année	P <sub>jmax</sub> (mm)	Année	P <sub>jmax</sub> (mm)	Année	P <sub>jmax</sub> (mm)
1978-79	28,7	1991-92	27,7	2004-05	27,7
1979-80	67,2	1992-93	31,3	2005-06	31,6
1980-81	25,2	1993-94	46,3	2006-07	21,2
1981-82	38,5	1994-95	49,5	2007-08	32,5
1982-83	42,2	1995-96	40,6	2008-09	16,5
1983-84	31,5	1996-97	55,5	2010-11	117
1984-85	21,2	1997-98	33,9	2011-12	43,8
1985-86	28,4	1998-99	23,5		
1986-87	73,2	1999-00	45,3	N	33
1987-88	47,2	2000-01	48,2	N	33
1988-89	48	2001-02	54,5	N	33
1989-90	36,2	2002-03	61,2	P <sub>j moy</sub>	40,97
1990-91	27,2	2003-04	29,6	P <sub>j moy</sub>	40,97
				$\sigma$	19.30

**Tableau II.25 :** Caractéristiques de la série avec N= 33 ans

Caractéristiques	Formules	Valeurs
La somme des P <sub>max,j</sub> en (mm)	$\sum_{i=1}^{n=33} x_i$	<b>1352,1</b>
La moyenne des P <sub>max,j</sub> en(mm)	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n=33} x_i}{n}$	<b>40,97</b>
L'écart type «σ» ; Pour n >30 ans	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=30} (x_i - \bar{x})^2}{n}}$	<b>19,30</b>
L'écart type «σ» ; Pour n >30 ans	$\sigma^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n=30} (x_i - \bar{x})^2}{n}}$	<b>372,39</b>
Coefficient de variation «Cv» : L'exposant climatique	$C_V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$	<b>0.4710</b>
Coefficient de variation «Cv» :	<b>b = 0,30</b>	

L'exposant climatique

**Remarque :**

L'exposant climatique pour notre région (b =0.30) est donné par l'A.N.R.H de Constantine. 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.

• **Procédé d'ajustement :**

- Classer la série des précipitations par ordre croissant.
- Calcul de la fréquence expérimentale.
- Calcul des caractéristiques empiriques de la série de donnée.
- Ajuster graphiquement la loi choisie.

**II.3.3. Choix de la loi d'ajustement :**

Comme il existe plusieurs méthodes d'ajustement des séries pluviométrique, l'efficacité d'une méthode d'estimation dépend de la loi de probabilité, de la taille de l'échantillon et de certaines caractéristiques de l'échantillon. Toutefois, de nombreuses études, autant empiriques que théoriques, ont été menées afin de déterminer dans quelles circonstances une méthode d'estimation la plus efficace pour une loi donnée.

Dans notre étude on va appliquer les deux lois suivant :

- La loi de GUMBEL.
- La loi de GALTON (log-normale).

L'ajustement des pluies maximales journalières sera fait par logiciel «Hydrolabe».

### II.3.3.1. Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL :

Cette loi a une fonction de répartition qui s'exprime selon la formule suivante :

$$F(x) = f(y) = e^{-e^{-y}}$$

Avec :

$y = \frac{1}{\alpha}(x - x_0)$  : Variable réduite de Gumbel.

$\alpha, x_0$  : Coefficient d'ajustement (méthode des moindres carrés) ;

$x_0$  : Paramètre de position (ordonnée à l'origine) ;

$\alpha$  : Paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé aussi «grade x» ; et la loi normale ;

$\frac{1}{\alpha}$  : Pente de la droite de régression ;

$x$  : Variable étudiée ; la précipitation maximale journalière «  $P_{max,j}$  » ;

Cette variable  $x$ , exprimée en fonction de la variable réduite  $y$ , est l'équation de la droite de Gumbel sur papier à probabilité Gumbel.

$$x = \frac{1}{\alpha}y + x_0 ; \quad \text{soit : } P_{max,j} P_{\%} = \left(\frac{1}{\alpha}\right)y + x_0$$

Avant de procéder à l'ajustement il faut suivre les étapes suivantes :

- Classer les valeurs des précipitations par ordre croissant avec attribution d'un rang 1, 2, 3...n.
- Calculer pour chaque valeur de précipitation la fréquence expérimentale par la formule de **HAZEN**.

$$F(x) = \frac{N_i - 0,5}{n}$$

Avec :

$N_i$  : numéro d'ordre ;

$n$  : la taille de l'échantillon. ( $n=33$ ) ;

- Calculer la variable réduite de **GUMBEL** donnée par la formule suivante :

$$y_i = - \ln (- \ln (F(x_i)))$$

- Calculer les paramètres d'ajustement « $\alpha$ » et « $x_0$ ».
- Représenter graphiquement les couples  $(x_i, y_i)$  sur papier **GUMBEL**.

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S = 0,779 S$$

$$x_0 = \bar{x} - \frac{0,577}{\alpha}$$

➤ **Les résultats de calcul :**

- Valeur minimale = 16.50.
- Valeur maximale = 117.
- La moyenne :  $\bar{x} = 40.97$  mm.
- L'écart type :  $S = 19.30$  mm.
- Le coefficient de variation :  $C_v = \frac{S}{\bar{x}} = 0,4710$

➤ **La droite de Gumbel :**

$$\frac{1}{\alpha} = 0,779 \times S$$

**A.N :**

$$\frac{1}{\alpha} = 0,779 \times 19,30 = 15,03 \Rightarrow \alpha = 0,0665$$

$$x_0 = \bar{x} - \frac{0,577}{\alpha} \quad \text{D'où : } x_0 = 40,97 - 0,577/0,0665 \Rightarrow x_0 = 32,29 \text{ mm}$$

Donc la droite de Gumbel devient :

$$P_{max j (P\%)} = 15,03 y + 32,29$$

$$y = - \ln (- \ln F(99\%)) = 4,60$$

$$P_{max j (1\%)} = 15,03 (4,60) + 32,29 = 101,428 \text{ mm}$$

Alors :

$$P_{max j (1\%)} = 102 \text{ mm}$$

**Tableau II.26 :** Ajustement à la loi de Gumbel (Station de AinYagout)

Ajustement  
à une loi de Gumbel

(mode = 32,29  
grade x =15,05  
taille = 33 et  
I.C. à 95%)

Taillen = 33

Xo = 32,29

g = 15,05

I.C. à (en %) = 95

U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
-------------------	------------------	---------------------	-------------------------	------------------	----------------------	------------------	------------------	------------------

28,7	16,5	1	0,015	-1,433	16,5	10,72404	-2,7677	18,25326
67,2	21,2	2	0,045	-1,129	21,2	15,30149	3,90901	22,07814
25,2	21,2	3	0,076	-0,948	21,2	18,0204	7,78868	24,43619
38,5	23,5	4	0,106	-0,808	23,5	20,12357	10,7305	26,31942
42,2	25,2	5	0,136	-0,689	25,2	21,9116	13,1817	27,97034
31,5	27,2	6	0,167	-0,583	27,2	23,50948	15,3267	29,49123
21,2	27,7	7	0,197	-0,485	27,7	24,98263	17,2608	30,93683
28,4	27,7	8	0,227	-0,393	27,7	26,37044	19,0405	32,34103
73,2	28,4	9	0,258	-0,305	28,4	27,69894	20,7022	33,72711
47,2	28,7	10	0,288	-0,219	28,7	28,98672	22,2714	35,11234
48	29,6	11	0,318	-0,136	29,6	30,2479	23,7667	36,51043
36,2	31,3	12	0,348	-0,053	31,3	31,49384	25,2027	37,93284
27,2	31,5	13	0,379	0,030	31,5	32,73414	26,5914	39,38966
27,7	31,6	14	0,409	0,112	31,6	33,97738	27,9431	40,89017
31,3	32,5	15	0,439	0,196	32,5	35,23158	29,2674	42,44335
46,3	33,9	16	0,470	0,280	33,9	36,50461	30,573	44,05826
49,5	36,2	17	0,500	0,367	36,2	37,80448	31,869	45,7445
40,6	38,5	18	0,530	0,455	38,5	39,13974	33,1642	47,51263
55,5	40,6	19	0,561	0,547	40,6	40,51978	34,4681	49,37473
33,9	42,2	20	0,591	0,642	42,2	41,95528	35,7912	51,34501
23,5	43,8	21	0,621	0,742	43,8	43,45877	37,1448	53,44072
45,3	45,3	22	0,652	0,848	45,3	45,04534	38,5422	55,68319
48,2	46,3	23	0,682	0,960	46,3	46,73372	39,9993	58,09956
54,5	47,2	24	0,712	1,080	47,2	48,54778	41,5356	60,72506
61,2	48	25	0,742	1,211	48	50,51894	43,1762	63,60676
29,6	48,2	26	0,773	1,355	48,2	52,69005	44,9543	66,80955
27,7	49,5	27	0,803	1,517	49,5	55,12199	46,9169	70,42636
31,6	54,5	28	0,833	1,702	54,5	57,90593	49,133	74,59707
21,2	55,5	29	0,864	1,920	55,5	61,18786	51,7129	79,5466
32,5	61,2	30	0,894	2,188	61,2	65,22459	54,8491	85,6715
16,5	67,2	31	0,924	2,541	67,2	70,53605	58,93	93,77609
117	73,2	32	0,955	3,068	73,2	78,46524	64,9568	105,9404
43,8	117	33	0,985	4,182	117	95,2355	77,5568	131,8147

## *Chapitre [III]*

*Détermination*

DÉTERMINATION

*de la ligne d'eau et de*

de la ligne d'eau et de

*limitation des zones*

limitation des zones

*inondables*

inondables

**III.1. Introduction :**

Le but de la détermination de la ligne d'eau, est la délimitation de la zone inondable, au long de l'oued au moment des crues. Pour ceci, et à partir des coupes de la section transversale de l'oued ainsi que de débit centennale, on détermine la ligne d'eau et les zones inondables.

**III.2. Synthèse et Diagnostique :****III.2.1. La partie sud :**

Les eaux de crues de la partie Sud se déversent dans un canal de forme trapézoïdale dont une partie aménagée en perré maçonné dont les dimensions sont variables tout le long de canal et on a des dimensions pour une coupe quelconque :

-largeur du fond du canal=2.80 m

-largeur au miroir du canal =6.70 m

-hauteur du canal=1.50m

Le canal est protégé par un parapet de 0.7 m d'hauteur Mais la plus part des temps les eaux de crues se déversent du canal et prend chemin vers la zone urbanisée.

Le tracé naturel du lit d'Oued suscité est tortueux et présente des virages pouvant provoquer des débordements à chaque changement de direction.

Il en est de même pour les rétrécissements de la largeur des lits d'Oued qui peuvent conduire aux mêmes conséquences citées précédemment.



**Figure III.1 :** Oued Bir Chouhada.

**III.2.2. La partie Nord :**

En se basant sur l'étude hydrologique et le diagnostic in-situ, on constate que les eaux de crues de la partie Nord (sous bassin 1 et 2) se déversent directement dans la zone urbanisée avec une existence d'ouvrages de protection contre les eaux de crues, et leurs capacité de drainage est très admissibles et peuvent collectés et drainés les eaux des pluies torrentielles.

Donc pour ce diagnostic on conclut que Le grand risque vient de la partie sud de l'oued existant qui est à l'extrémité de la ville d'environ 200 m.

### III.3. Rappel des données principales (reconnaissance des lieux et collecte des données)

#### III.3.1. Morphologie de bassin dominant la ville :

Les paramètres morphologiques de bassin ont été montrés ci-dessous :

**Tableau III.1 :** Caractéristiques de bassin versant pour la zone d'étude

Caractéristiques		SB3
<b>1- Morphométrie</b>		
Surfaces	(Km <sup>2</sup> )	49,14
Périmètres	(Km)	49.57
Longueurs de R-E	(Km)	22.6118
Largeurs de R-E	(Km)	2.1732
<b>2- Les reliefs</b>		
<b>2.1- Les altitudes caractéristiques</b>		
Altitudes max	(m)	1020
Altitudes moye	(m)	896.92
Altitudes min	(m)	824
Altitudes 5 %	(m)	967,25
Altitudes 95 %	(m)	848
2.2- Indice de pente globale Ig	(m/Km)	5,27
2.3- Les pentes moyennes des BV Im	(m/m)	0.0255
<b>3- Le réseau hydrographique</b>		
La densité de drainage Dd	(Km/Km <sup>2</sup> )	1,54
Longueurs des cours d'eau principale	(Km)	16.99
Pentes moye des cours d'eau principal	(m/m)	0,0082
Temps de concentration	(h)	6 ,43
Vitesse moyenne ruissellement	(Km/h)	2,64

**Tableau III.2 :** Récapitulatif des résultats des débits de crues pour le sous- bassin 3 qui concerne la partie sud

Sous Bassins	Débit de crues (m <sup>3</sup> /s)
--------------	------------------------------------

SB3

134.26

### III.4. Nature d'écoulement dans les canaux :

Les écoulements dans les canaux naturels (rivière) et artificiels (irrigation, assainissement) sont, dans la plupart des cas, des écoulements à surface libre. La surface libre est l'interface entre l'air et l'eau. La pression est égale le plus souvent à la pression atmosphérique.

#### III.4.1. Type d'écoulement de surface :

On peut définir les écoulements suivants la variabilité des caractéristiques hydrauliques Tels que le tirant d'eau et la vitesse en fonction du temps et de l'espace.

##### III.4.1.1. Variabilité dans le temps :

Le mouvement est permanent (ou stationnaire) si les vitesses  $U$  et la profondeur  $h$  restent invariable dans le temps en grandeur et en direction. Le mouvement est non-permanent dans le cas contraire.

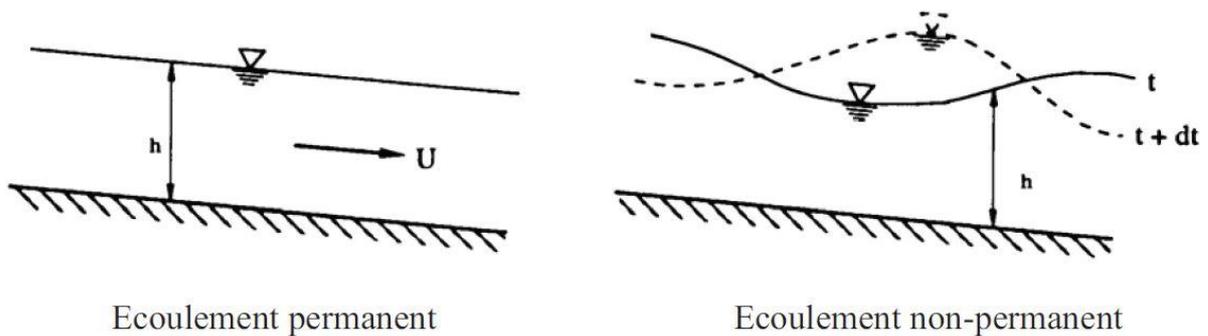


Figure III.3 : types d'écoulements (variabilité dans le temps)

Au sens strict, l'écoulement dans les canaux est rarement permanent. Néanmoins les variations temporelles sont, dans certains cas, suffisamment lentes pour que l'écoulement puisse être considéré comme une succession de régime permanent. On peut alors définir ainsi le régime quasi-permanent.

##### III.4.1.2. Variabilité dans l'espace :

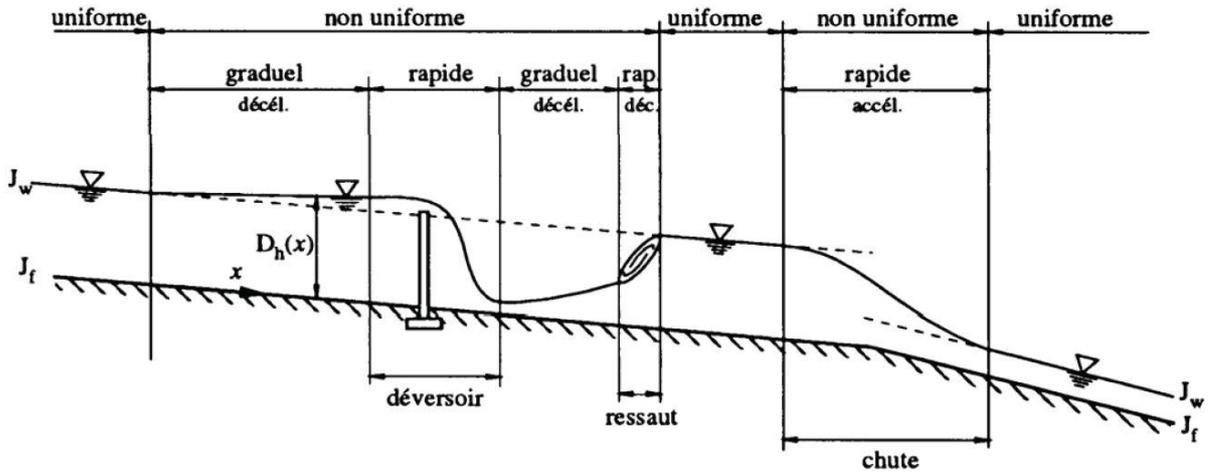


Figure III.4 : Type d'écoulement (variabilité dans l'espace).

- Le mouvement est uniforme si les paramètres caractérisant l'écoulement restent invariables dans les diverses sections du canal. La ligne de la pente du fond est donc parallèle à la ligne de la surface libre.
- Le mouvement est non-uniforme ou varié si les paramètres caractérisant l'écoulement changent d'une section à l'autre. La pente de la surface libre diffère de celle du fond.
- Un écoulement non –uniforme peut être accéléré ou décéléré suivant que la vitesse se croît ou décroît dans le sens du mouvement.
- Lorsque le mouvement est graduellement varié, la profondeur ainsi que les autres paramètres varient lentement d'une section à l'autre.
- Lorsque le mouvement est rapidement varié, les paramètres caractérisant l'écoulement changent brusquement, parfois avec des discontinuités.
- Cela se manifeste en général au voisinage d'une singularité, telle qu'un seuil, un rétrécissement, un ressaut hydraulique ou une chute brusque.

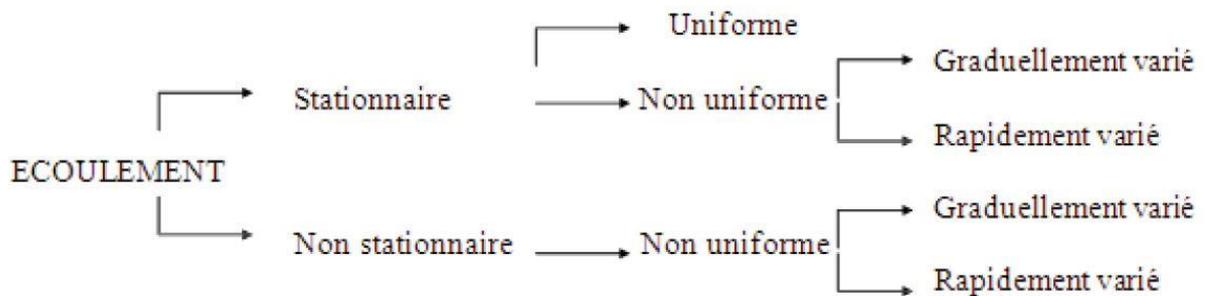


Figure III.5 : Schéma explicatif des types d'écoulement.

\* Pour notre étude on a basé sur le cas plus au moins pratique, celle de l'écoulement stationnaire non uniforme.

#### **II.4.2. Régime permanent graduellement varié :**

Les rivières naturelles ont des caractéristiques assez hétérogènes, tant en ce qui concerne leur profil en long que leurs profils en travers : alternance de hauts fonds (seuils) et de bas-fonds (mouilles), présence ou non de dunes ou de rides, cours rectilignes ou sinueux, végétation sur les berges ou les bancs de sable, mais aussi présence d'ouvrage : ponts, seuils ou digues. Toutes ces hétérogénéités produisent des perturbations de l'écoulement qui s'écartent alors largement du régime uniforme.

Ces perturbations peuvent se faire sentir plusieurs kilomètres de l'ouvrage. C'est le cas par exemple en amont d'un barrage qui barre la rivière et provoque une surélévation de la ligne d'eau ou encore d'un élargissement de la section d'écoulement qui provoque un abaissement de la ligne d'eau. Nous sommes donc très loin des conditions d'écoulement uniforme. Ainsi, un observateur positionné au droit d'un tronçon de rivière en régime permanent devra considérer que les conditions locales qu'il observe peuvent différer de conditions qui se trouvent en dehors de sa zone d'observation.

L'écoulement dépend alors de 'conditions aux limites', intérieures ou plus généralement extérieures à la fenêtre d'observation. Ce type d'écoulement peut apparaître par exemple :

- Dans un canal de gabarit uniforme, à cause d'un seuil qui vient perturber l'écoulement ;
- en rivière à cause d'une modification de gabarit, de la pente ou encore à cause de la présence d'un ouvrage.

Il est alors qualifié de permanent graduellement varié.

#### **III.5. Détermination de la ligne d'eau :**

La détermination de la ligne d'eau concerne la partie sud (la partie d'oued de notre étude) :

##### **III.5.1. Caractéristiques des tronçons :**

Les 15 axes considérés au long d'oued sur 14 tronçons, ont été choisis sur la vue en plan de l'oued ainsi que l'homogénéité des sols du lit du cours d'eau, (on a un canal aménagé en perré maçonné), les caractéristiques des tronçons sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau III.3 : Les caractéristiques des tronçons**

N° Tronçon	Longueur(m)	Pente (m/m)	Observation
---------------	-------------	-------------	-------------

<b>14</b>	87.17	<b>0.000039</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>13</b>	43.17	<b>0.001813</b>	<b>Curviligne</b>
<b>12</b>	149.35	<b>0.001483</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>11</b>	51.38	<b>0.002406</b>	<b>Curviligne</b>
<b>10</b>	117.25	<b>0.003549</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>09</b>	75.72	<b>0.002653</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>08</b>	115.42	<b>0.001533</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>07</b>	109.54	<b>0.007978</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>06</b>	96.74	<b>0.013182</b>	<b>Curviligne</b>
<b>05</b>	93.39	<b>0.004638</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>04</b>	25.58	<b>0.003566</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>03</b>	49.41	<b>0.002783</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>02</b>	76.31	<b>0.007979</b>	<b>Rectiligne</b>
<b>01</b>	<b>68.03</b>	<b>0.002521</b>	<b>Rectiligne</b>

La détermination de la ligne d'eau est faite par le logiciel **HEC-RAS**.

### III.5.2. Présentation de logiciel HEC-RAS :

C'est un logiciel de modélisation monodimensionnel qui a été développé par les US Army Corps of Engineers. HEC-RAS signifie Hydrologic Engineering Center–River Analysis System, soit Centre d'ingénierie en hydrologie–système d'étude des rivières. Il permet de faire des simulations en régimes permanent et transitoire d'une rivière. Il permet aussi de faire une simulation avec des maillages entre les rivières. Il consiste en général à déterminer la hauteur d'eau dans la rivière à chaque débit entrant et aussi quelques variables caractéristiques d'un écoulement fluvial, comme la charge, la vitesse de l'eau, ou autre Enfin un écoulement monodimensionnel donne une valeur unique de chaque variable pour chaque profil entraves du modèle.

#### III.5.2.1 Méthode de calcul en régime permanent de HEC-RAS :

Le calcul de la hauteur d'eau se fait d'une section entraves à une autre à partir de l'équation d'énergie avec un processus itératif. L'équation de l'énergie est la suivante :

$$Y_{2+Z_2} + \frac{\alpha_2 \times V_2^2}{2 \times g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \times V_1^2}{2 \times g} + h_e \dots (1)$$

Avec :

Y1 et Y2, les hauteurs d'eau au niveau des sections,

Z1 et Z2, les côtes du fond du lit de sections,

V1 et V2, les vitesses moyennes au niveau des sections, et des coefficients de vitesse pour chaque section he, les pertes de charge entre les sections 1 et 2.

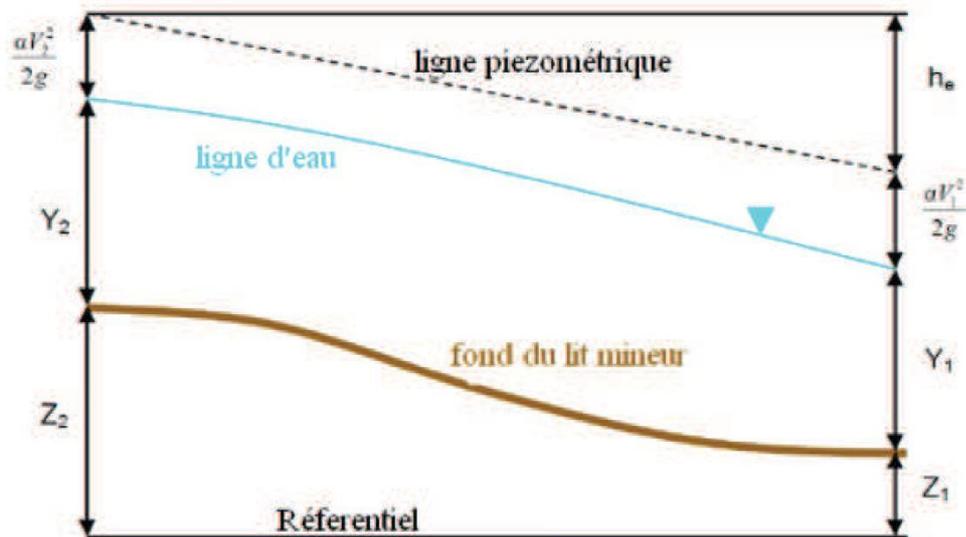


Figure III.6 : Représentation des termes de l'équation d'énergie

Les pertes de charge sont évaluées à partir de la formule de Manning à laquelle sont ajoutées les pertes de charge liées à une contraction nous à une expansion du flux :

$$h_e = l + s_f + c \times \left( \frac{\alpha_2 \times V_2^2}{2 \times g} - \frac{\alpha_1 \times V_1^2}{2 \times g} \right) \dots (2)$$

Avec :

L, la distance entre les deux sections,

Sf, la pente de frottement entre les deux sections,

C, le coefficient de contraction ou d'expansion.

A partir des équations (1) et (2), la hauteur d'eau est déterminée en utilisant une hauteur d'eau connue à l'aval lorsque l'écoulement est fluvial ou à l'amont pour un écoulement torrentiel.

### III.5.2.2. Construction du modèle :

La construction du modèle se fait en plusieurs étapes :

- La saisie de données géométriques (profils en travers et rugosité de chaque section, distance entre les sections et les caractéristiques de chaque ouvrage...)

La saisie des conditions initiales et des conditions aux limites (hauteur d'eau, profondeur critique...ou hydro gramme...selon le régime d'écoulement).

### III.5.2.3. Coefficients de perte de charge :

Nous avons choisi des coefficients de Manning de 0.03.

### III.5.2.4. Conditions aux limites :

Pour la simulation en régime permanent, le débit est constant, la simulation HEC-RAS ne considère qu'un seul débit dans la rivière. Pour la simulation en régime permanent les données sont des débits de référence. Pour la simulation de crue projet, on utilise le débit de pointe de la crue centennale.

Par raison de simplification le régime d'écoulement, est considéré comme fluvial, c'est le cas critique et le plus défavorable Le mode de calcul choisi dépend de ce régime .En effet, la ligne d'eau sera calculée à partir de l'aval .Il convient donc d'indiquer une condition limite aval.

On choisit une pente normale de 0,0034, est la pente moyenne de dernier tronçon de canal.

Le dernier paramètre nécessaire est le débit en entrée pour la crue centennale :

$$Q_{1\%} = 134,26 \text{ m}^3/\text{s}$$

### III.6. Présentation des résultats :

Les sections sont en ordre décroissant de l'amont vers l'aval.

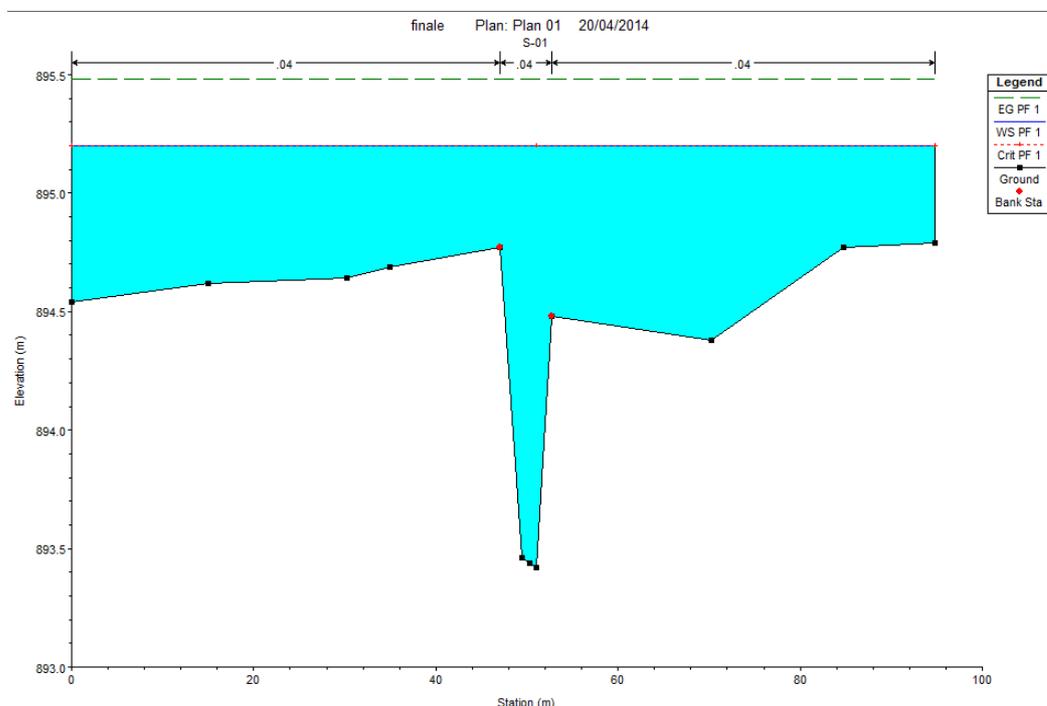


Figure III.7 : la hauteur d'eau dans la section 01

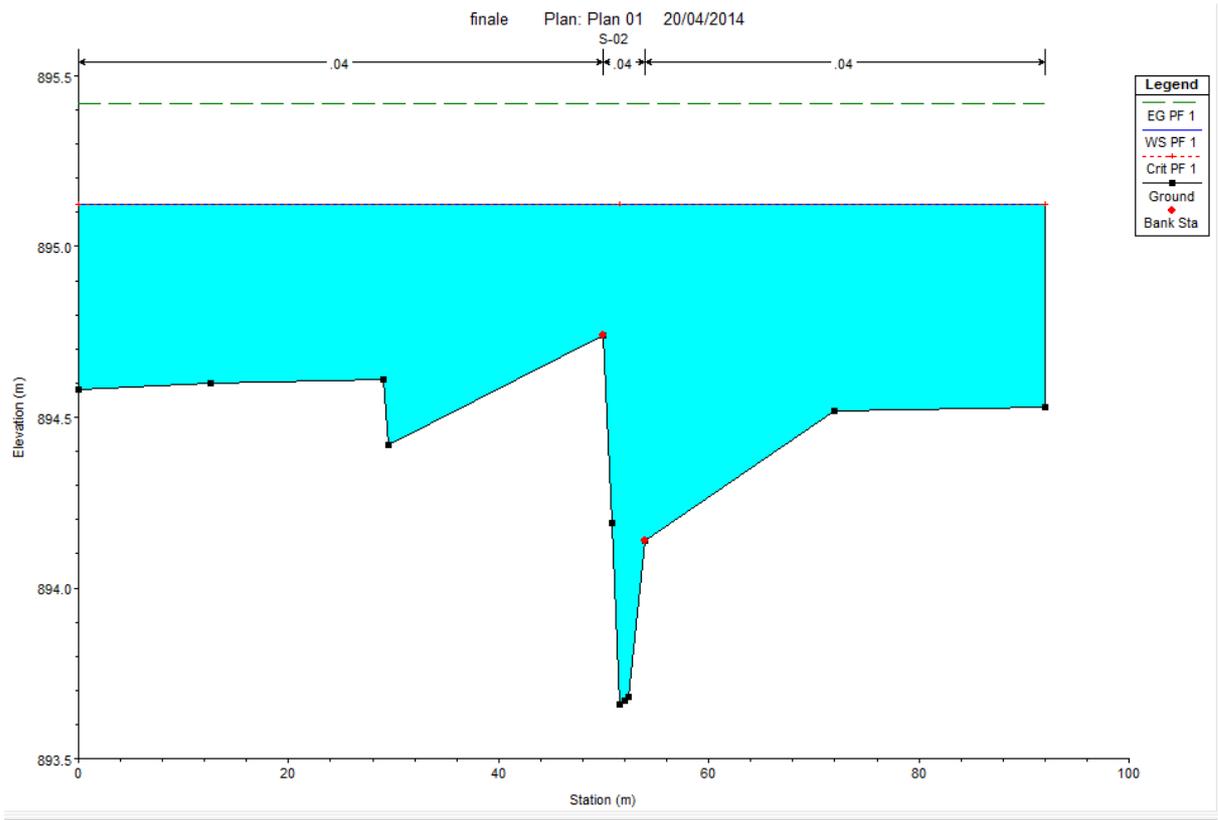
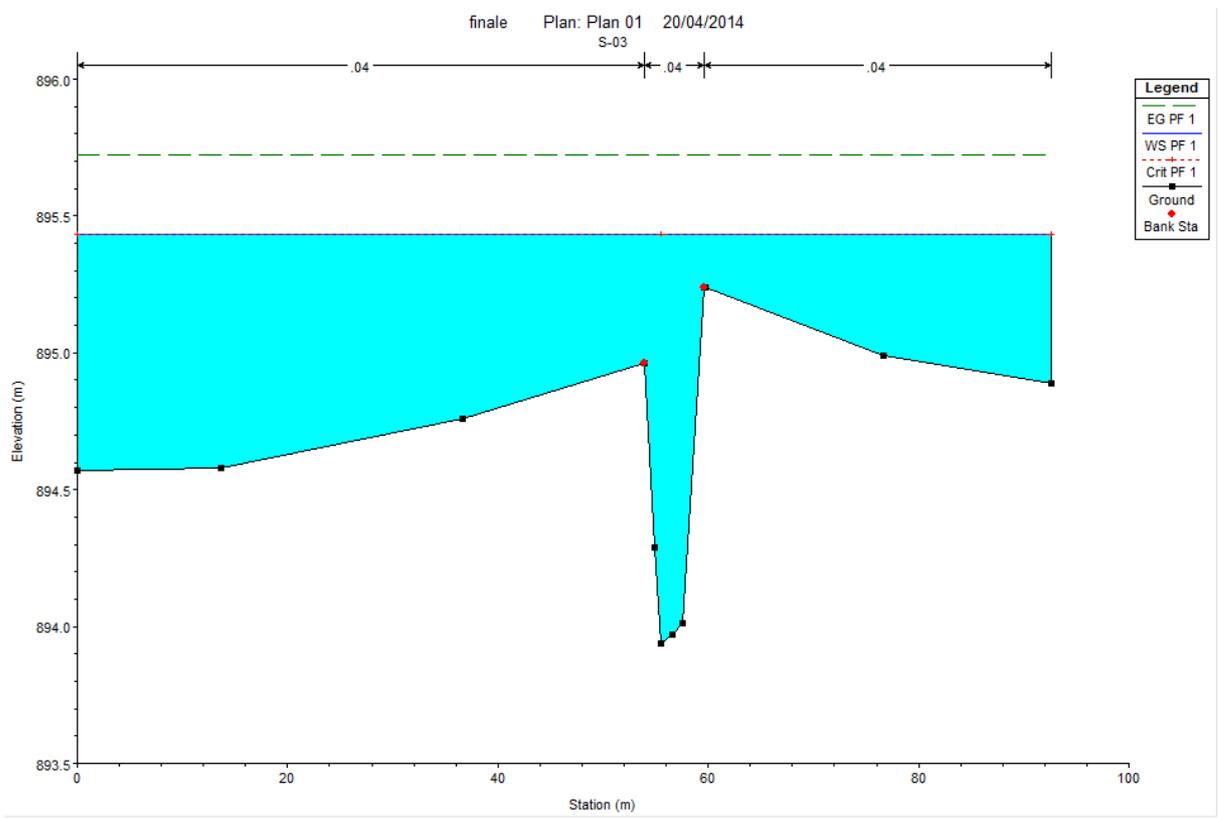
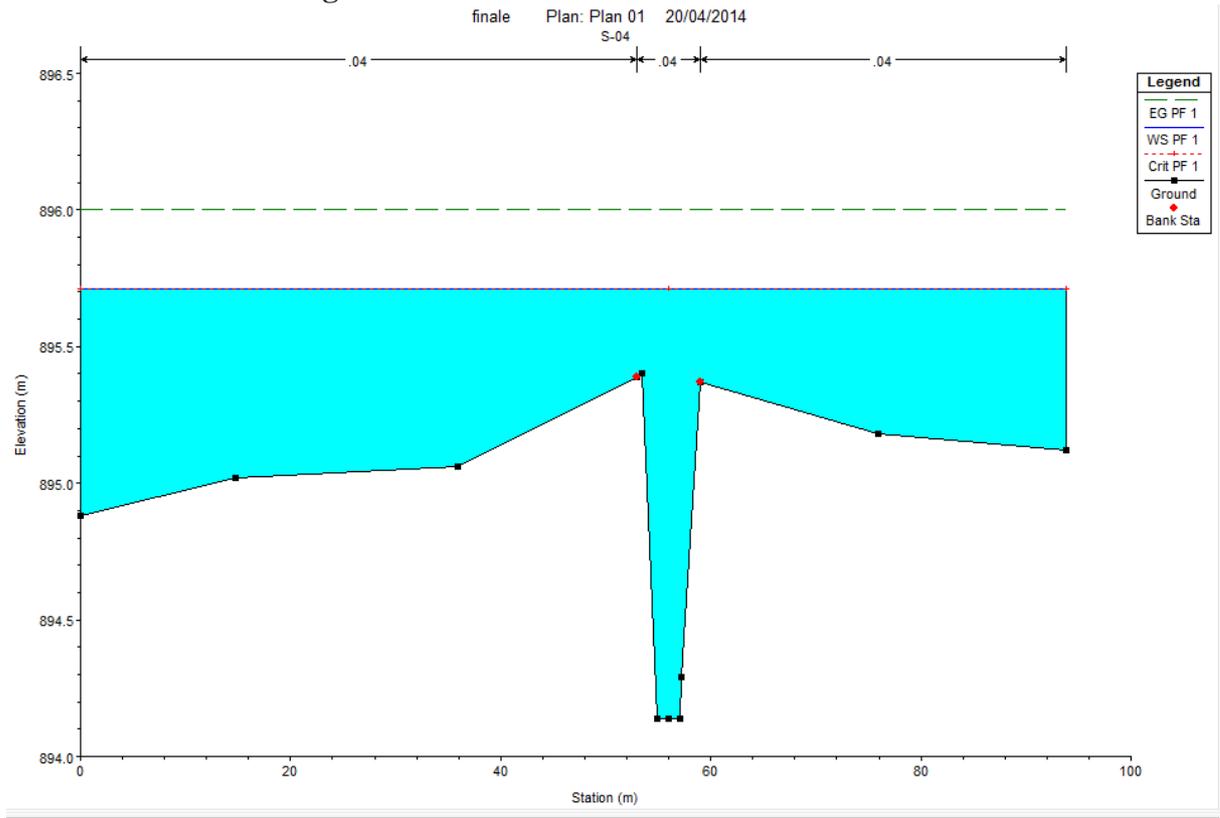


Figure III.8 : la hauteur d'eau dans la section 02



**Figure III.9** : la hauteur d'eau dans la section 03.



**Figure III.10** : la hauteur d'eau dans la section 04

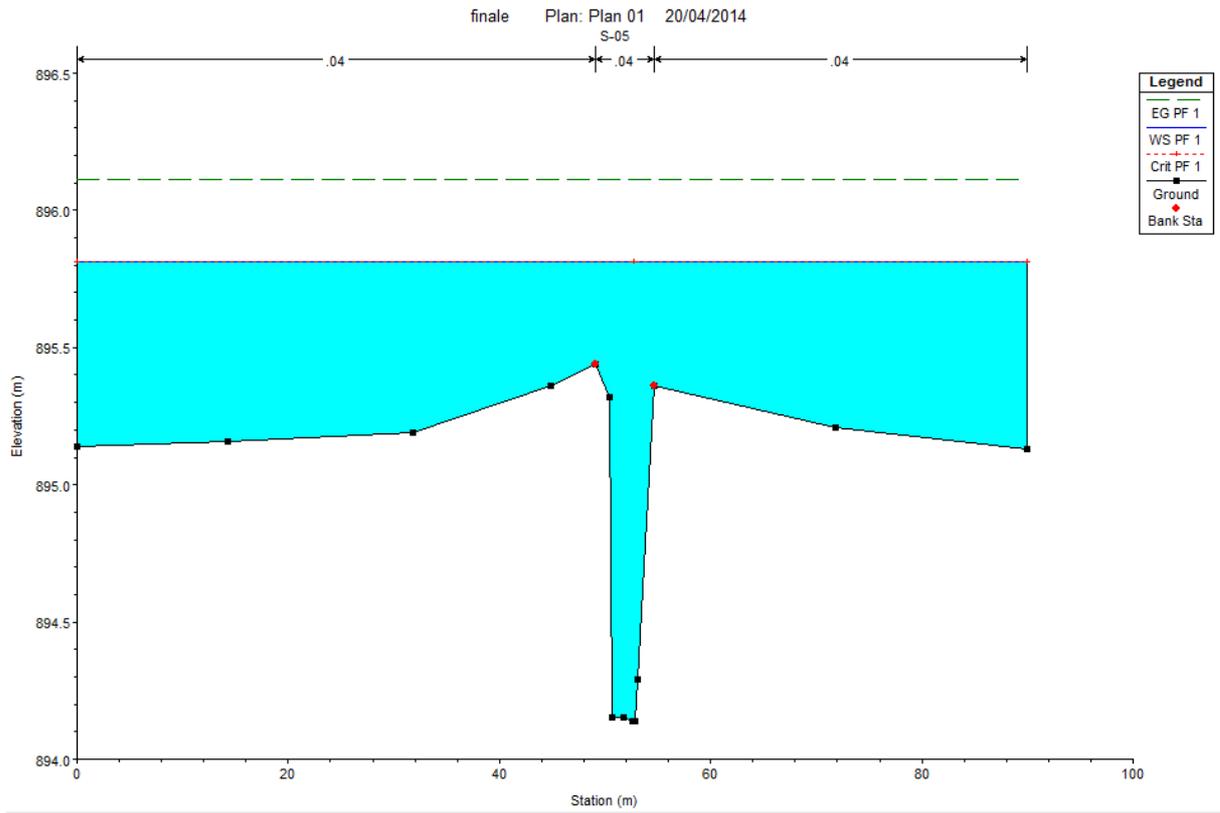


Figure III.11 : la hauteur d'eau dans la section05.

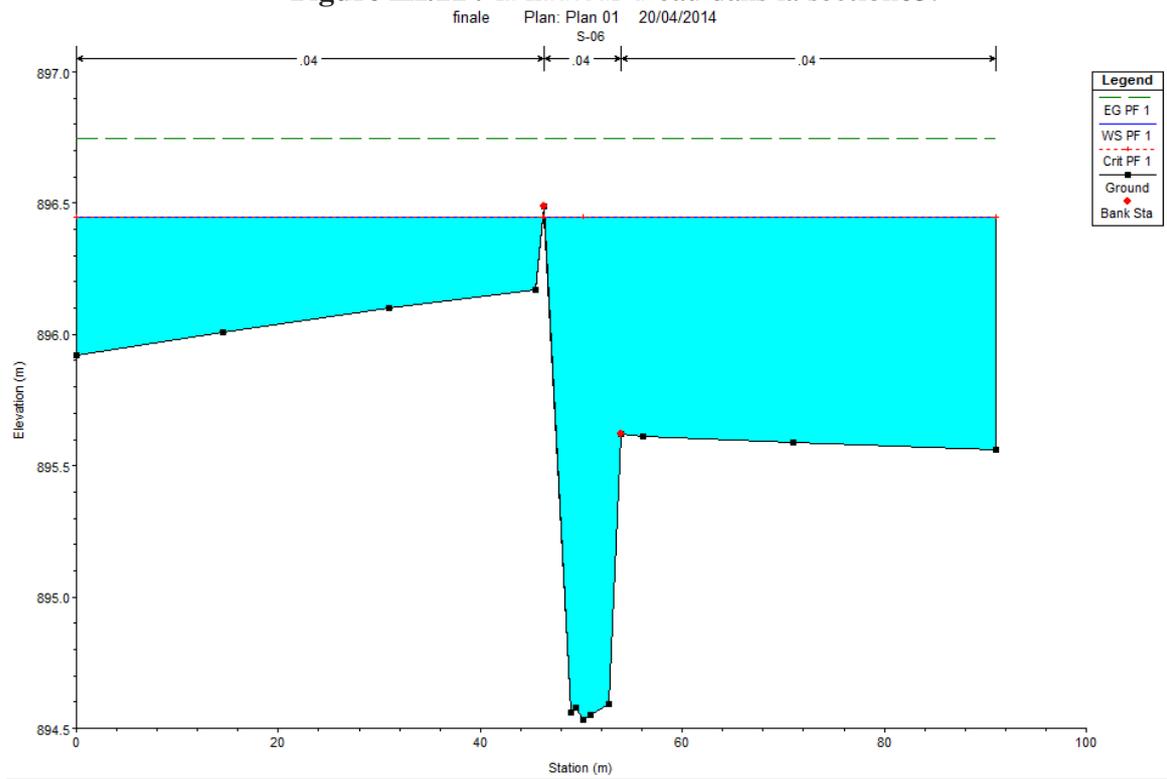


Figure III.12 : la hauteur d'eau dans la section 06.

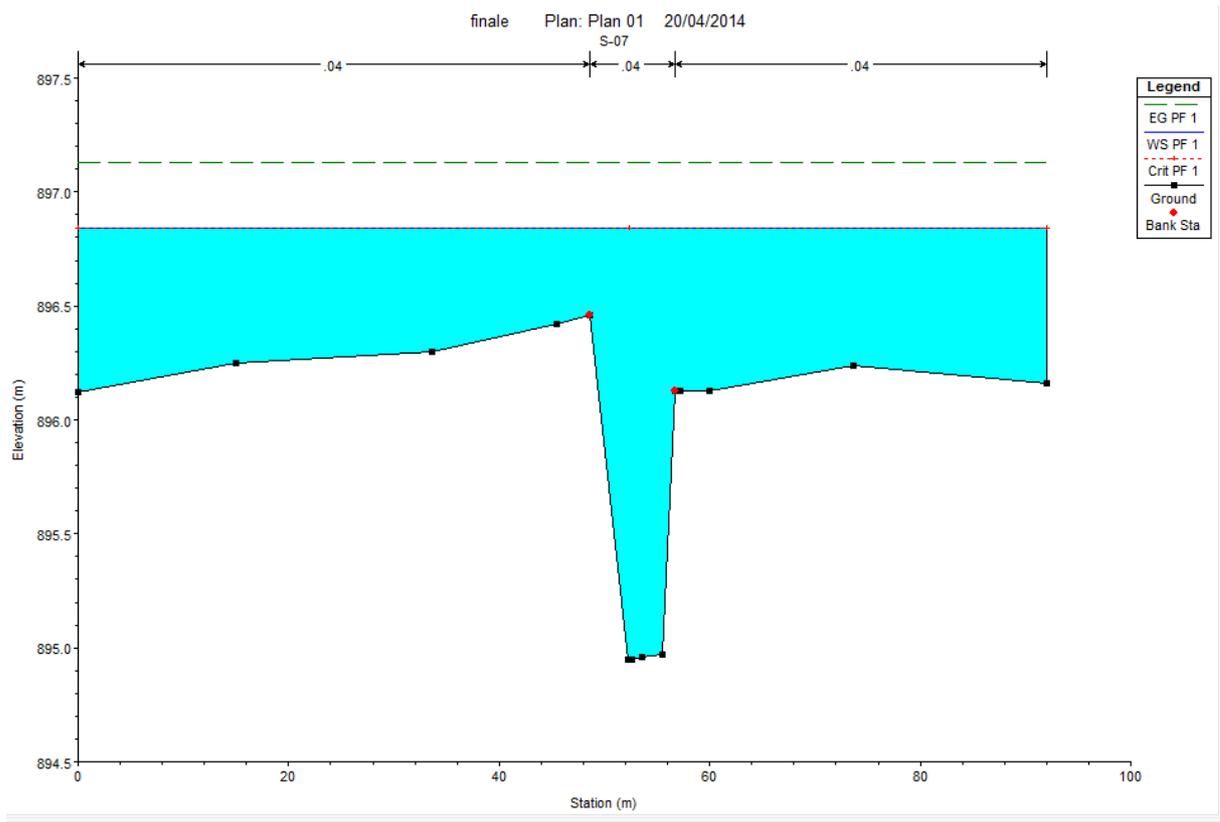


Figure III.13 : la hauteur d'eau dans la section 07.

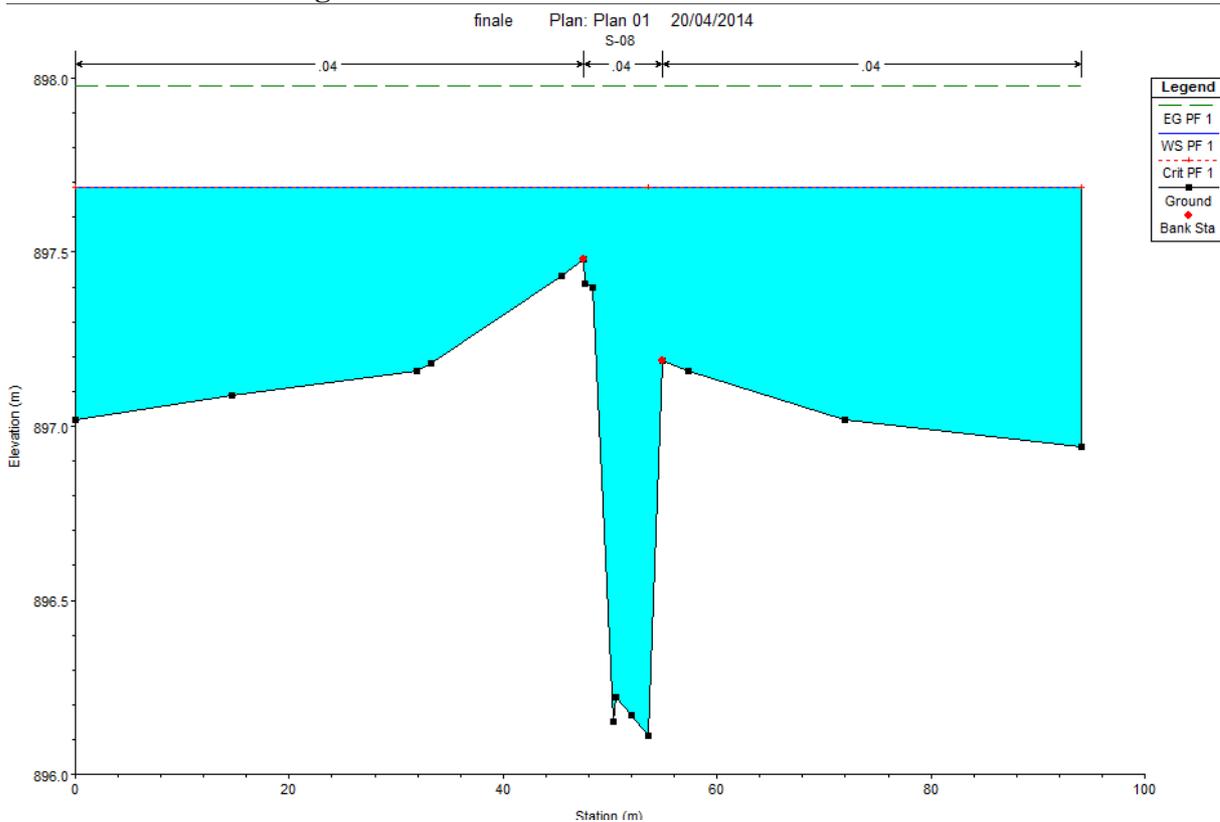


Figure III.14 : la hauteur d'eau dans la section 08.

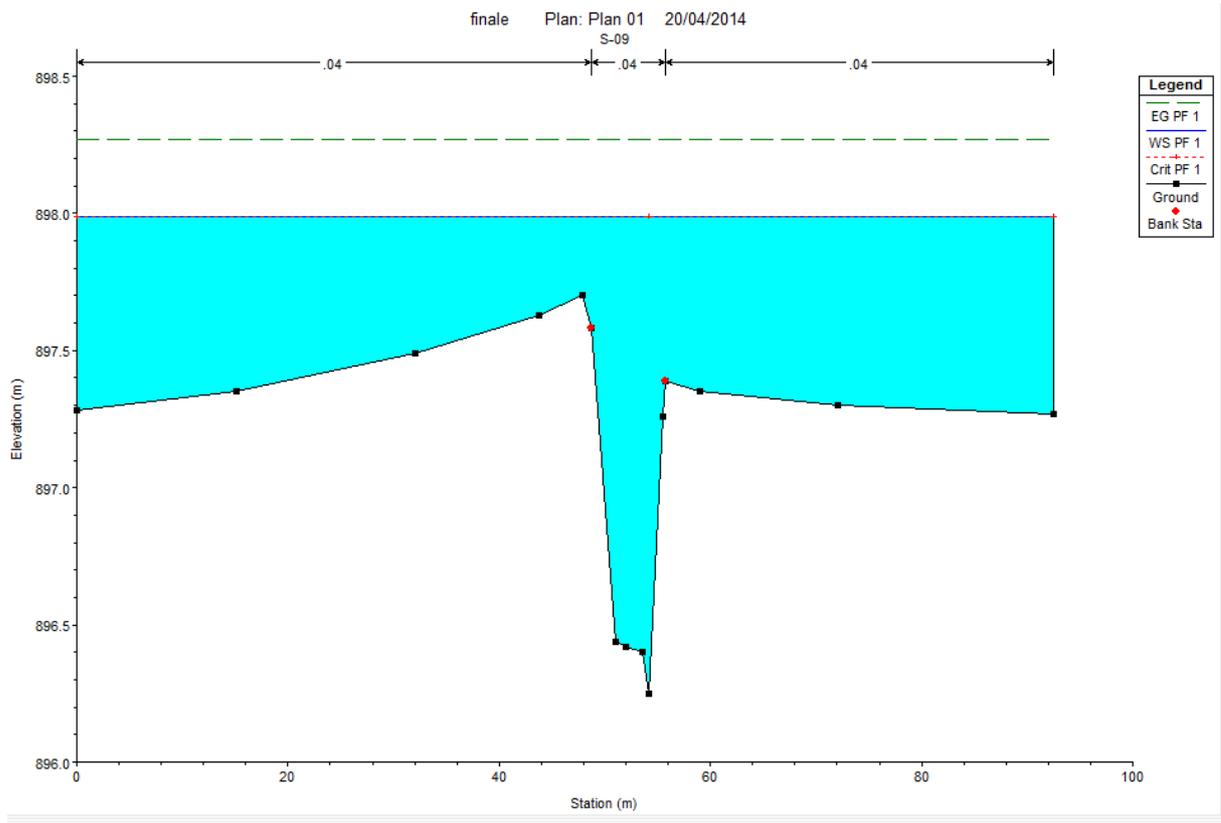


Figure III.15 : la hauteur d'eau dans la section 09

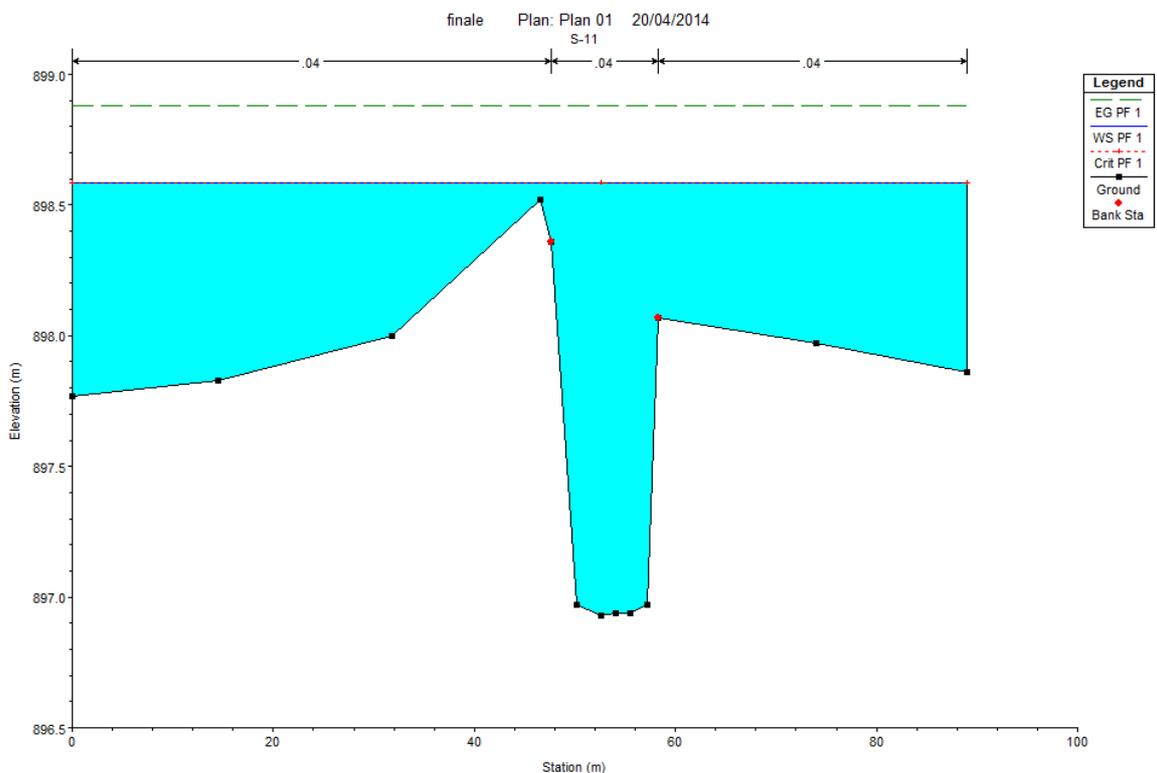


Figure III.17 : la hauteur d'eau dans la section 11

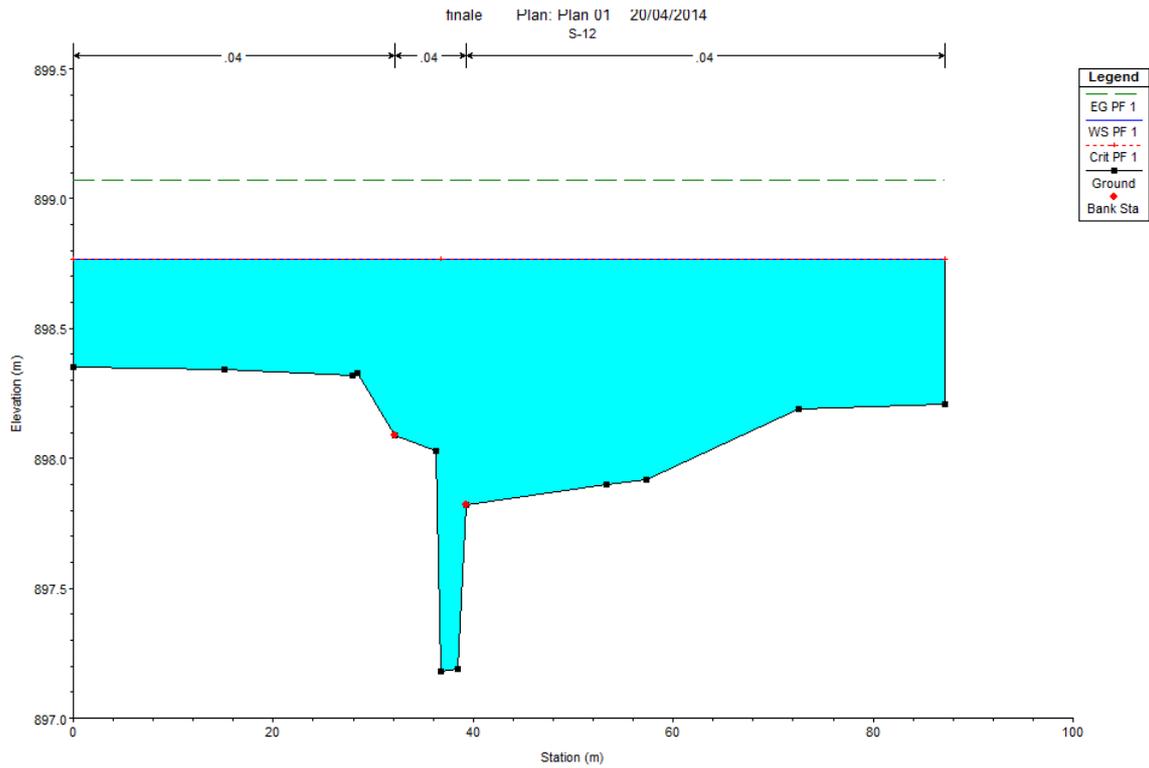


Figure III.18 : la hauteur d'eau dans la section 12

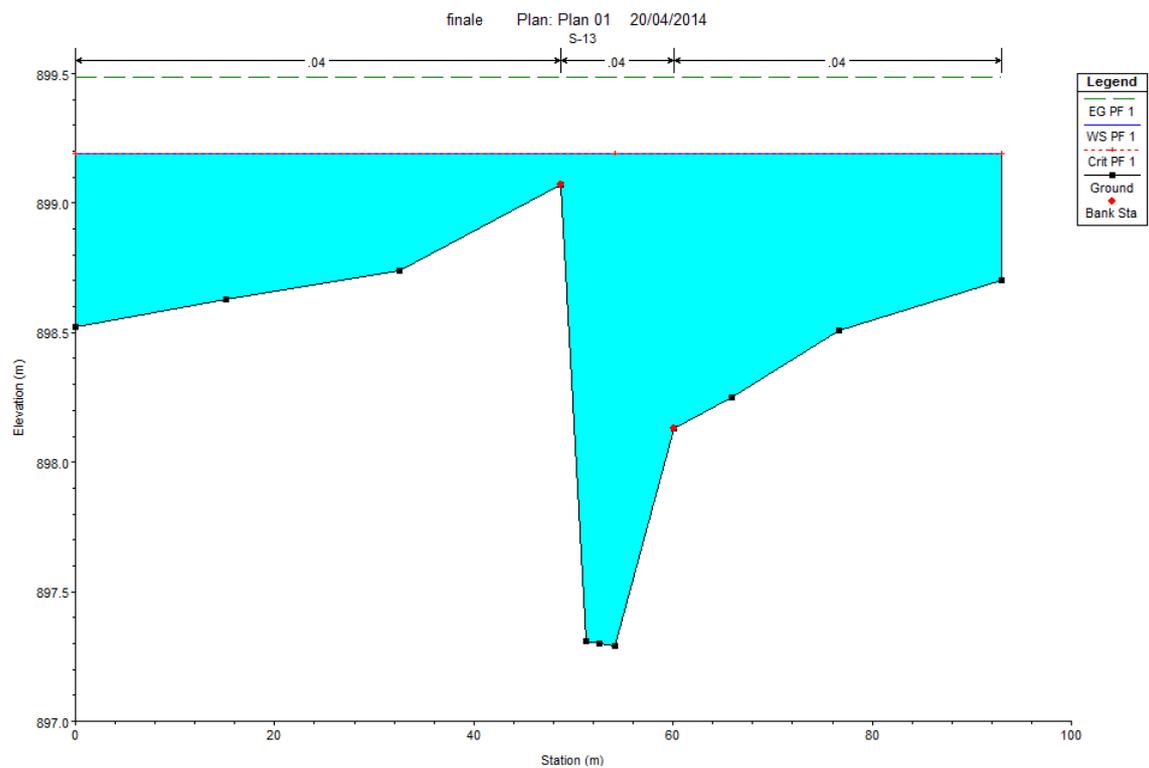


Figure III.19 : la hauteur d'eau dans la section 13

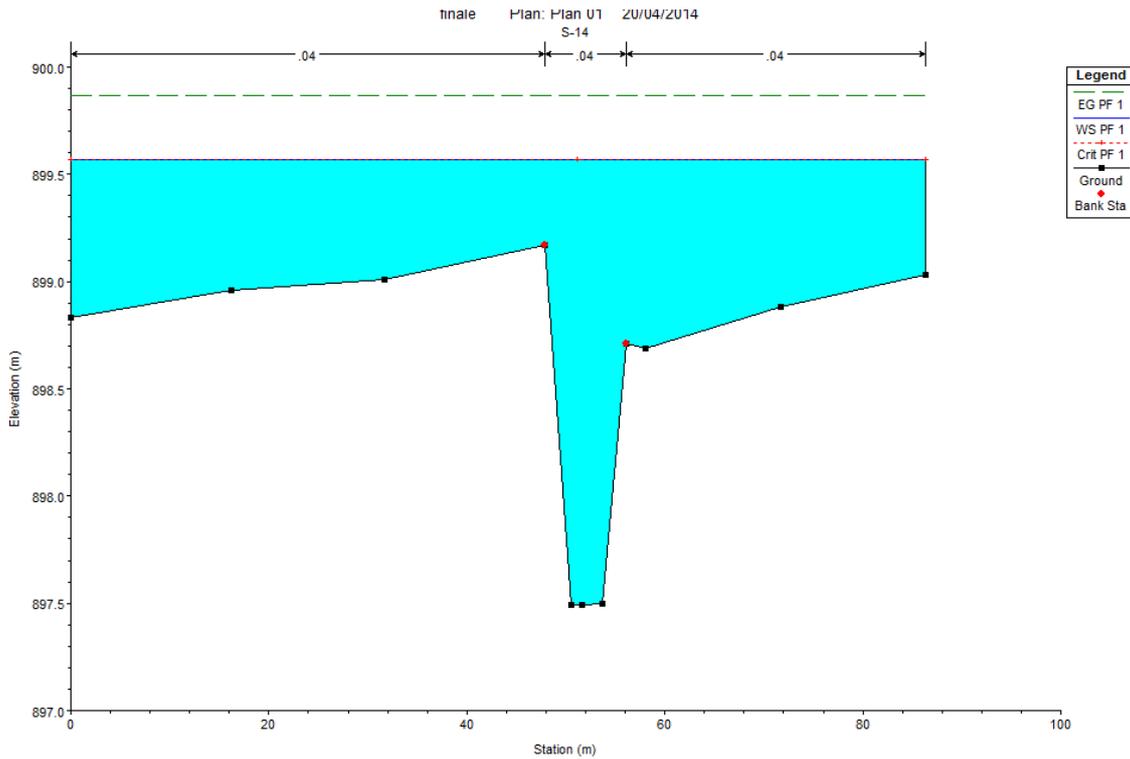


Figure III.20 : la hauteur d'eau dans la section 14

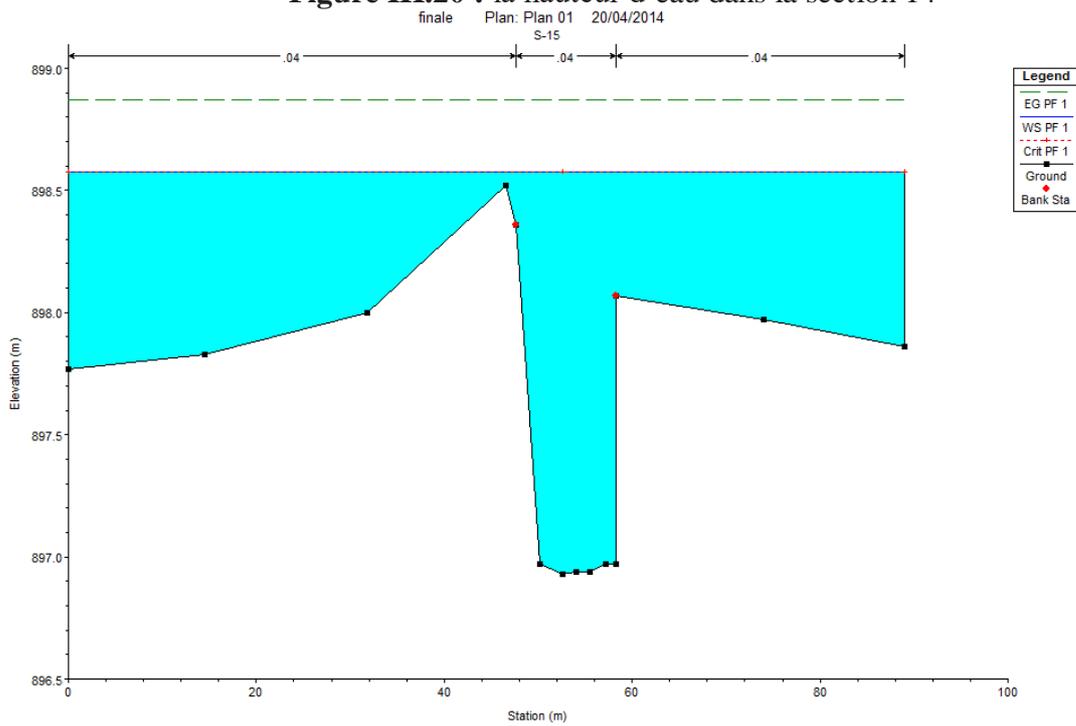


Figure III.21 : la hauteur d'eau dans la section 15.

Tableau III.4 : calcul hydraulique du canal.

River Station	Profile	Q	Min Ch	W.S.	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G.	Vel	Flow	Top
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)
01	100	134.26	894	898.16	894.8	898.18	0.000039	0.5	266.58	88.99
02	100	134.26	895.9	897.89		898.14	0.001813	2.21	60.79	31
03	100	134.26	895	897.8		898.07	0.001483	2.29	58.64	22
04	100	134.26	895	897.42		897.78	0.002406	2.68	50.15	22
05	100	134.26	895	897.16		897.62	0.003549	3.02	44.48	22
06	100	134.26	894.5	896.86		897.24	0.002653	2.75	48.82	22
07	100	134.26	894	896.79		897.06	0.001533	2.3	58.29	22
08	100	134.26	894.2	895.86	895.86	896.66	0.007978	3.97	33.79	21
09	100	134.26	893	894.42	894.66	895.53	0.013182	4.66	28.84	21
10	100	134.26	892.5	894.46	894.16	895.03	0.004638	3.34	40.16	21
11	100	134.26	892	894.15		894.62	0.003566	3.02	44.41	22
12	100	134.26	891.8	894.12		894.52	0.002783	2.79	48.08	22
13	100	134.26	891.8	893.46	893.46	894.26	0.007979	3.97	33.79	21
14	100	134.26	891.02	893.41	892.68	893.79	0.002521	2.71	49.63	22
15	100	134.26	891	892.66	892.66	893.46	0.007984	3.97	33.79	21

- **Min Ch El** : l'altitude minimale de section.

: la surface mouillée.

- **W.S. Elev** : l'altitude de la surface d'eau. (La ligne d'eau).

: largeur au miroir du canal.

- **Crit W.S.** : l'altitude de la surface critique d'eau. (La hauteur critique).

- **E.G. Elev** : l'altitude de la ligne d'énergie.

- **E.G. Slope** : la pente de la ligne d'énergie.

- **Vel Ch nl** : la vitesse de canal.

- **Flow Area**

- **Top Width**

**III.8. Conclusion :**

D'après le profil en long de la ligne d'eau et la figure II.23, on remarque qu'il y a une submersion très importante, ce qui veut dire que la ville de Bir Chouhada est une zone inondable. Pour y remédier, on procède à une étude détaillée, dans le but de protéger la ville de Bir Chouhada contre les inondations.



# *Chapitre [IV]*

*Etude*  
ΕΓΝΩΣ

*de variante*  
α6 ΛΑΜΙΑΣ

### **IV.1. Introduction :**

Nous proposons comme solution dans cette étape de l'étude, des variantes comme les ouvrages suivants : des canaux, mur de soutènement en gabion, Ces ouvrages qui doivent être adaptés aux terrains souvent difficiles, ainsi pour protéger non seulement leur voisinage, mais aussi la totalité de la ville.

### **IV.2. Choix de la forme de la section**

Afin d'optimiser les solutions, des variantes de la forme de la section du canal seront élaborées. Les sections les plus usuelles sont :

- Section trapézoïdale.
- Section rectangulaire

#### **IV.2.1. Section trapézoïdale.**

##### **IV.2.1.1. Avantage :**

- Le faible coût, le revêtement se fait par un béton de faible épaisseur et armé par du treillis soudé (du fait de leur inclinaison, les berges sont auto stables)
- Facilité d'entretien (les sections trapézoïdales offrent de faibles profondeurs).

##### **IV.2.1.2. Inconvénient**

- L'inconvénient majeur de cette section est la largeur des berges qui peut constituer une contrainte de passage à proximité des habitations.

#### **IV.2.2. Section Rectangulaire**

##### **IV.2.2.1. Avantages**

- Par sa faible largeur il convient aux passages étroits.
- Facilité de la pose des dallâtes de couverture ou de grilles.
- La section reste inchangée lors de traversée de route.

##### **IV.2.2.2. Inconvénients**

- Le coût (il est réalisé en béton armé).
- La stabilité du talus est faible.

### IV.2.3. 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 par exemple, 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.

#### IV.2.3.1. 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 :

- Les gabions coûtent peu surtout si des pierres de champs sont disponibles.
- Ils sont moins coûteux que les déversoirs en roche, surtout si les pierres doivent être apportées par camion.
- Ils sont faciles à transporter, à assembler et à installer.
- Les gabions ont pour effet de réduire les dénivelées du canal, ce qui favorise le dépôt du sol et la croissance du couvert végétal.
- 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.
- Ils nécessitent peu d'entretien et peuvent demeurer en place comme n'importe quel ouvrage permanent.

#### IV.2.3.2. Inconvénients du gabion

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

### **IV.3. Choix de variante**

Pour résoudre l'origine du risque, on peut proposer les solutions suivantes :

#### **IV.3.1. Variantes 01**

La première variante consiste en un canal ceinture de forme trapézoïdal, leur ceinture se fait par un mur de protection en gabion avec une semelle d'épaisseur de 50cm et une largeur de 10m de chaque côté (gauche +droite).

La partie de forme trapézoïdale est en béton dosé à  $350 \text{ kg/m}^3$  et d'épaisseur de 10 cm.

#### **IV.3.2. Variantes 02**

La seconde variante consiste en un canal rectangulaire en gabions ; la largeur du canal est de 24 m ; et la hauteur de l'ouvrage est de 3m, y compris la revanche qui est estimée à 50 cm ; les murs sont constitués de caissons grillagés en fil de fer galvanisé est rempli de pierres, les dimensions de des caisses sont conformes aux normes universelles, le radier est constitué de gabion pailles d'épaisseur =50cm, derrière les murs les remblais sont soigneusement compactés.

### **IV.4. Conclusion**

Après l'analyse de notre deux variantes de protection de la ville Bir El Chouhada et pour résoudre l'origine du risque, on propose de projeter un canal trapézoïdale ceinture d'un mur de protection en gabion.

Notre choix est basé sur les éléments suivants :

- Utilisation des matériaux locaux.
- Coté coût (économique)
- Solide
- Efficacité est longue durée.

# *Chapitre [V]*

*Calcul*  
CALCUL

*Hydraulique*  
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

## V.1. Introduction :

Nous proposons comme solution dans cette étape de l'étude aux aléas suscitées, des variantes comme les ouvrages suivants : souvent des canaux, digue de protection en gabion,...etc.

Dans la partie sud des agglomérations. Ces ouvrages qui doivent être adaptés aux terrains souvent difficiles, ainsi pour protéger non seulement leur voisinage, mais aussi la totalité de la ville.

## V.2. Variantes proposes :

Le but de cette étude, est de bien protéger la ville de Bir Chouhada contre les crues. Cette protection consiste à sélectionner les meilleures solutions d'aménagements en tenant compte les conditions naturelles.

Il faut aussi que les solutions proposées soient réalisables de point de vue **technique** et **économique** et qu'elles soient, bien adaptée avec le terrain.

On propose les variantes suivantes :

Pour protéger tout la ville de risque d'inondation du oued, Nous avons proposé de projeter un canal à ciel ouvert de forme trapézoïdale qui auraient satisfaire la récolte des eaux de pluie provenant des surfaces hautes des montagnes et qui auraient aussi satisfaire d'empêchent les eaux de crue de pénétrer dans les régions basses.

Selon l'étude hydrologique les débits calculés de crue sont présentés dans le tableau V.1.

**Tableau V.1** : Débits calculés de crue.

	Sous bassins	Débits (m <sup>3</sup> /s)
SB 3	Q <sub>maxp%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	134,26

Le débit de la crue centennal avec la période de retour 1 fois par 100 années. On a pris pour les calculs hydrauliques le débit de la crue de notre sous bassin.

## V. 3. Dimensionnement des ouvrages proposés :

### V.3.1. Digue de protection contre les inondations : (sous bassin 3)

#### V.3.1.1. Détermination de la largeur entre les berges et la digue :

La détermination des hauteurs des digues est en fonction de la déférence de niveau d'eau (niveau d'eau à côté des berges et niveau d'eau au moment de la crue), lorsque la déférence de niveau dépasse certain limite comme notre cas (7 m), on peut jouer sur la largeur entre les berges de la rivière et la digue pour faire passer le débit. Cette largeur est limité en

fonction de plusieurs facteurs, mais le facteur le plus important est la distance entre la rivière et la zone urbaine, dans notre cas la distance minimale est d'environ 200 m, donc pour cette distance on peut projeter l'emplacement de la digue par rapport à la rivière et la zone urbaine.

La largeur entre la berge de la rive et la digue est définie par rapport à la largeur de godet d'engin de nettoyage puisque il y a le risque d'envasement du canal ce qu'il faut faire le dragage des dépôts et les sédiments....

En tenant compte que la largeur d'engin est varié d'un type à l'autre (de 1,97 m à 2,80 m pour la marque CATERPILLAR'' CAT''), donc pour notre cas on prend la largeur moyenne d'engin 2,50 m La largeur minimale égale au multiple de largeur d'engin donc  $b_{min} = 5$  m. Pour notre cas on prend  $b = 4 * b_{engin}$  donc la largeur entre les berges de la rivière et la digue est égale à 10 mètre.

### **V.3.1.2. Le calcul hydraulique de la nouvelle section :**

Par défaut, HEC-RAS utilise toute la largeur du profil pour faire passer le débit, donc on fait la simulation pour la nouvelle section (le débit et les conditions aux limites restent les mêmes) mais la rugosité change et comme le logiciel HEC-RAS permet de définir 3 zones pour la rugosité : on a pour le lit mineur on a choisit la rugosité de canal actuel (perré maçonné) et pour les 2 côtés du lit majeur on a choisit la rugosité du gabion (0.0225).

V.3.1.3. Présentations des résultats :

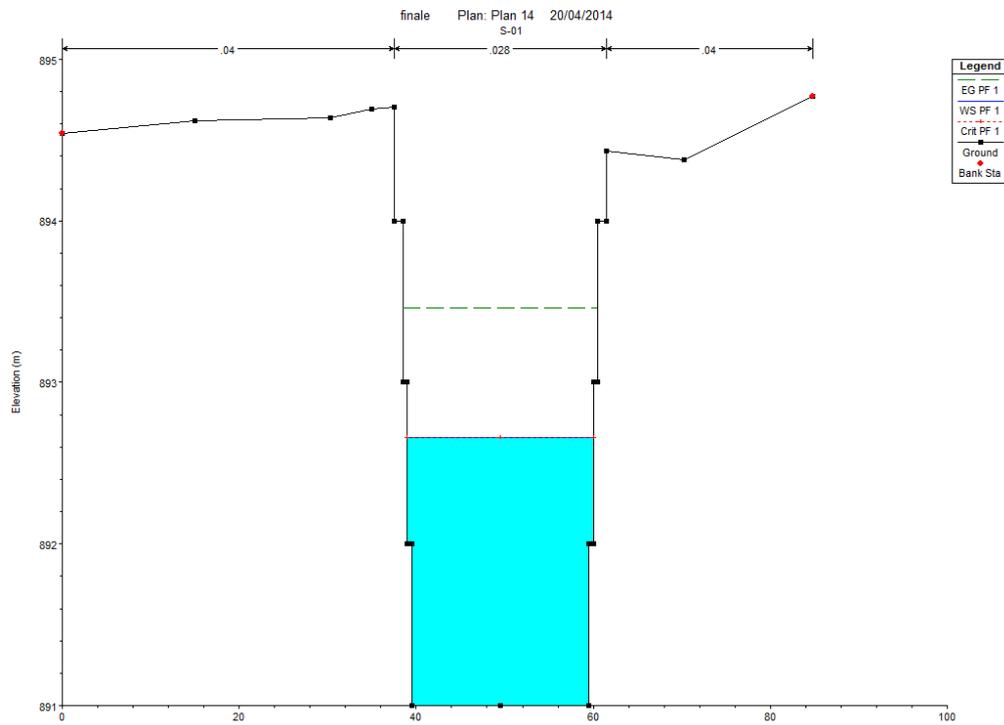


Figure V.1 : la hauteur d'eau dans la section 1.

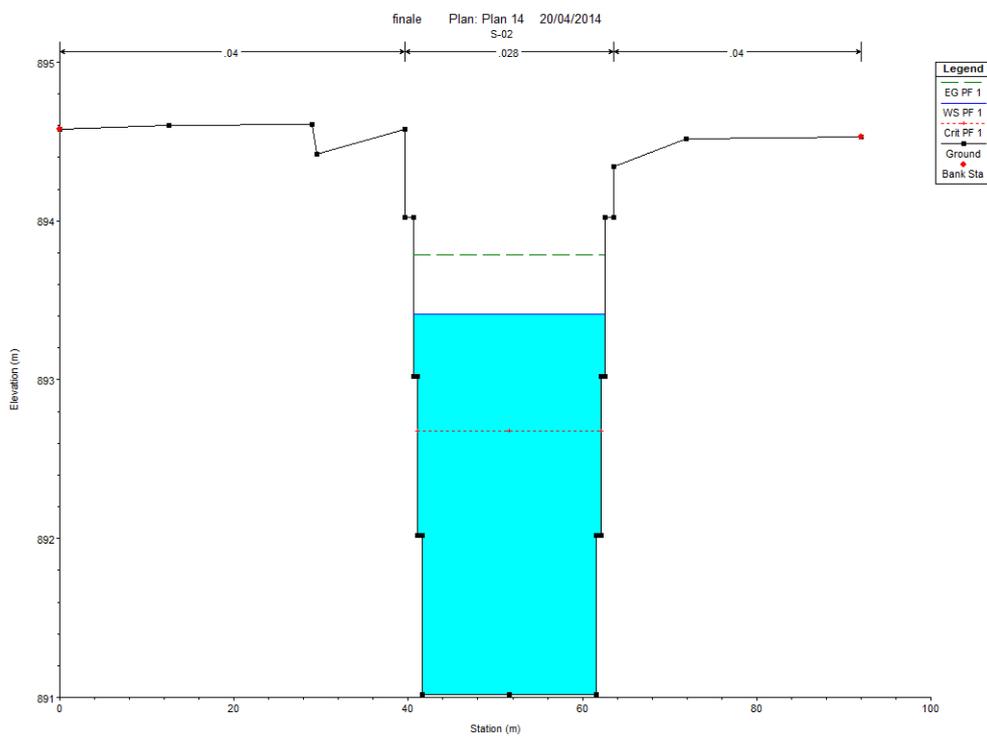


Figure V.2 : la hauteur d'eau dans la section 02.

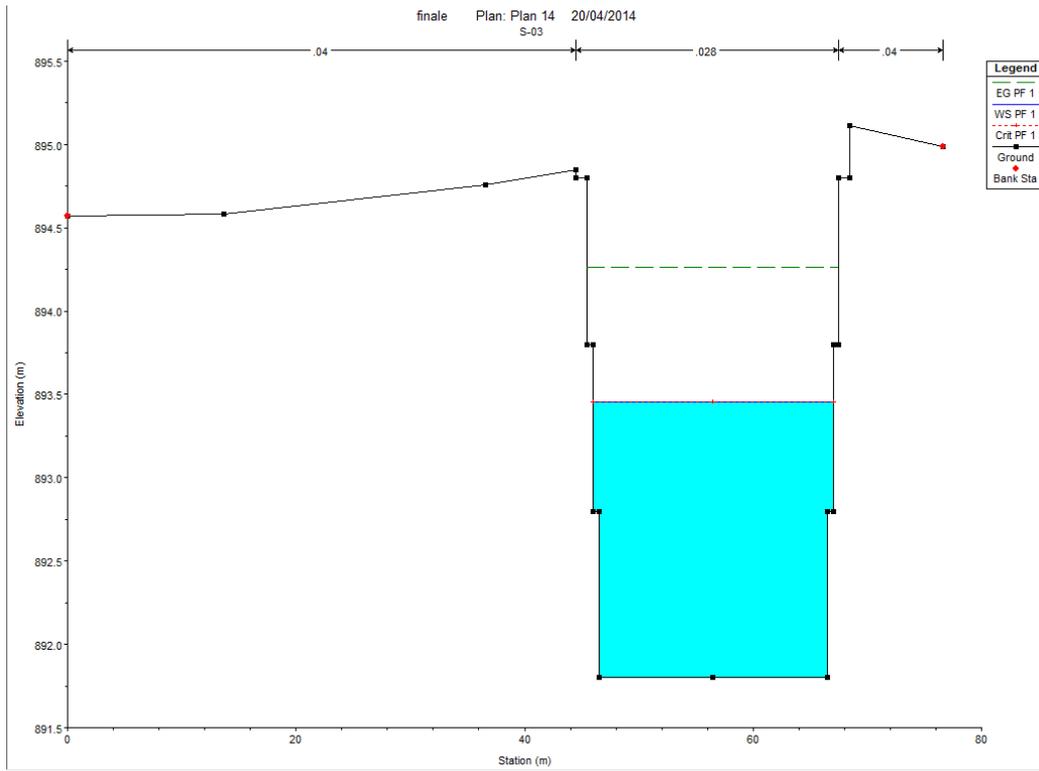


Figure V.3 : la hauteur d'eau dans la section 03.

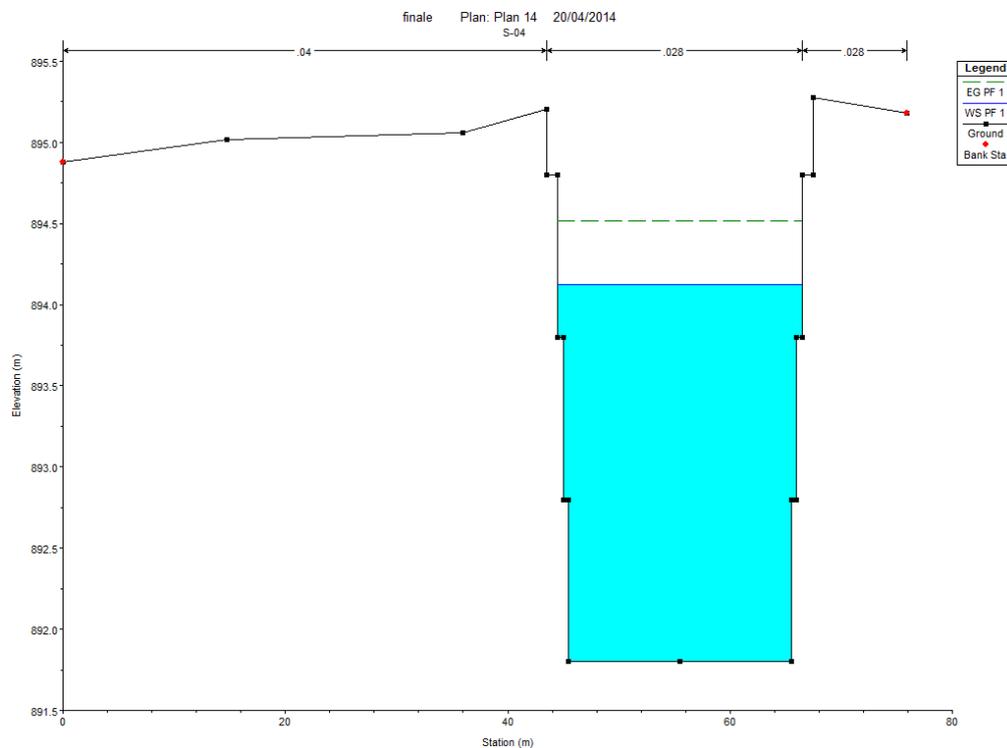


Figure V.4 : la hauteur d'eau dans la section 04.

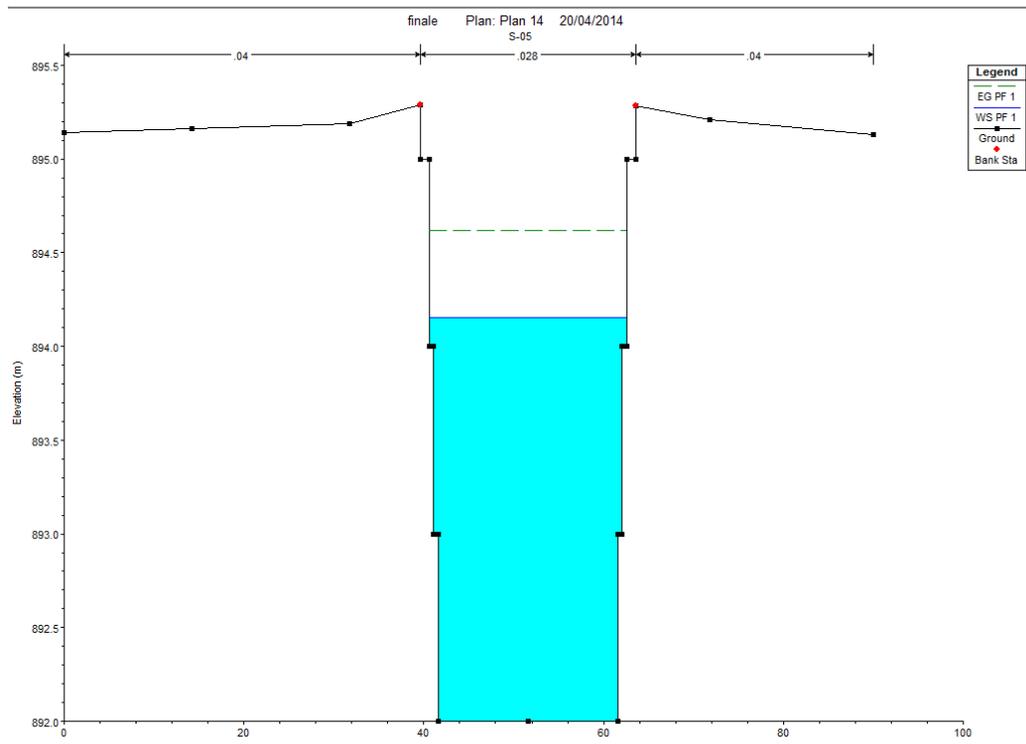


Figure V.5 : la hauteur d'eau dans la section 05.

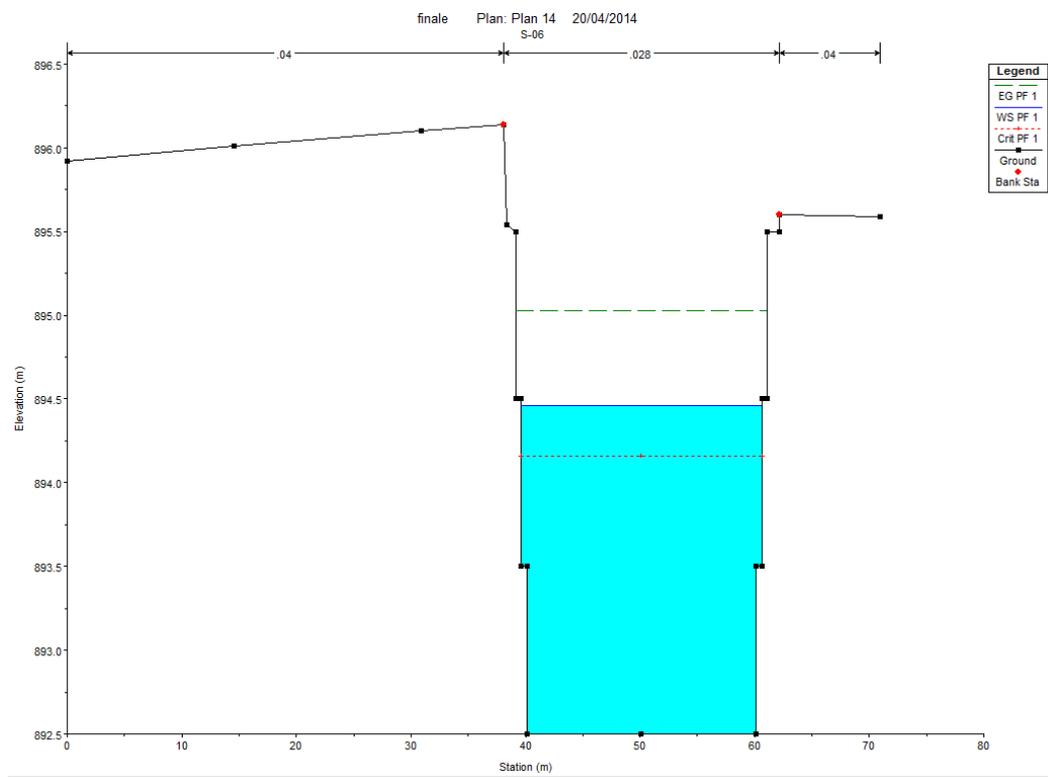


Figure V.6 : la hauteur d'eau dans la section 06.

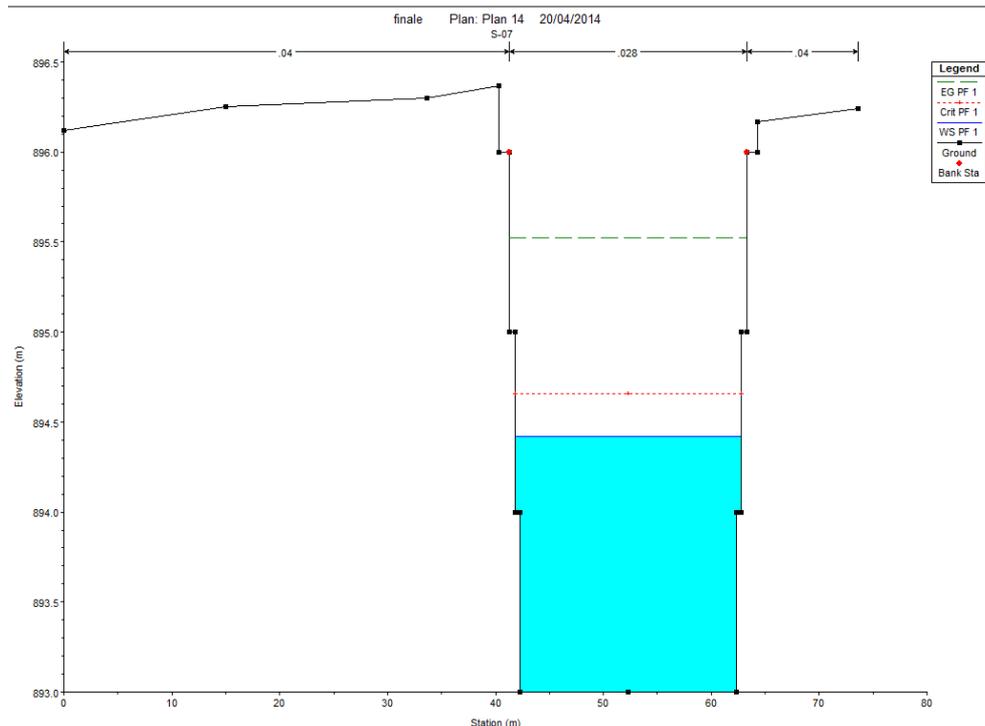


Figure V.7 : la hauteur d'eau dans la section 07.

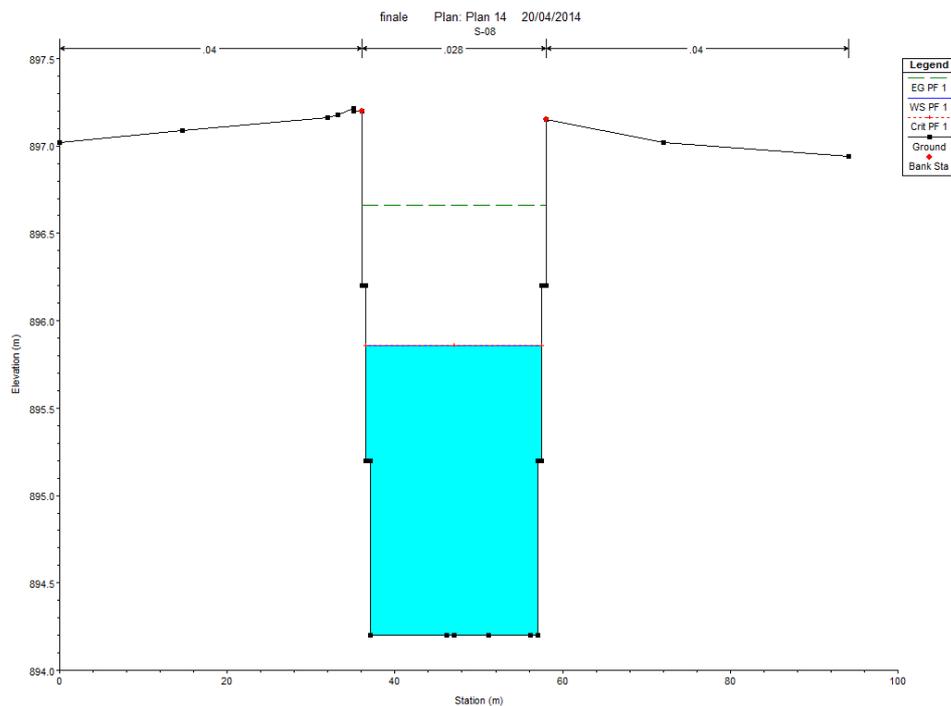


Figure V.8 : la hauteur d'eau dans la section 08.

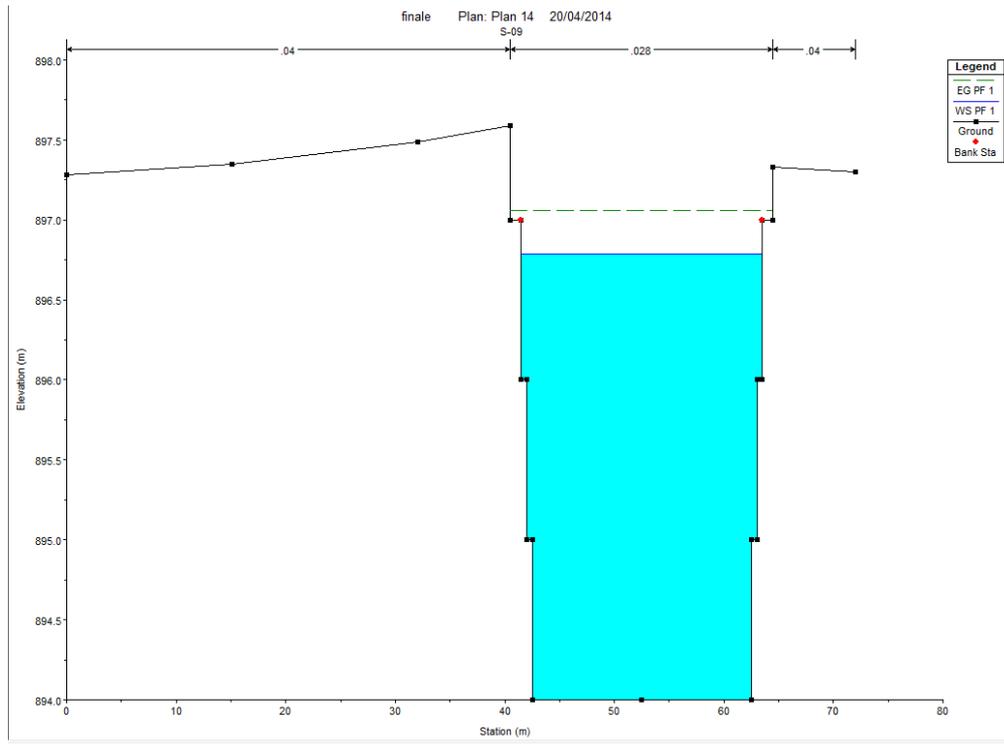


Figure V.9 : la hauteur d'eau dans la section 09.

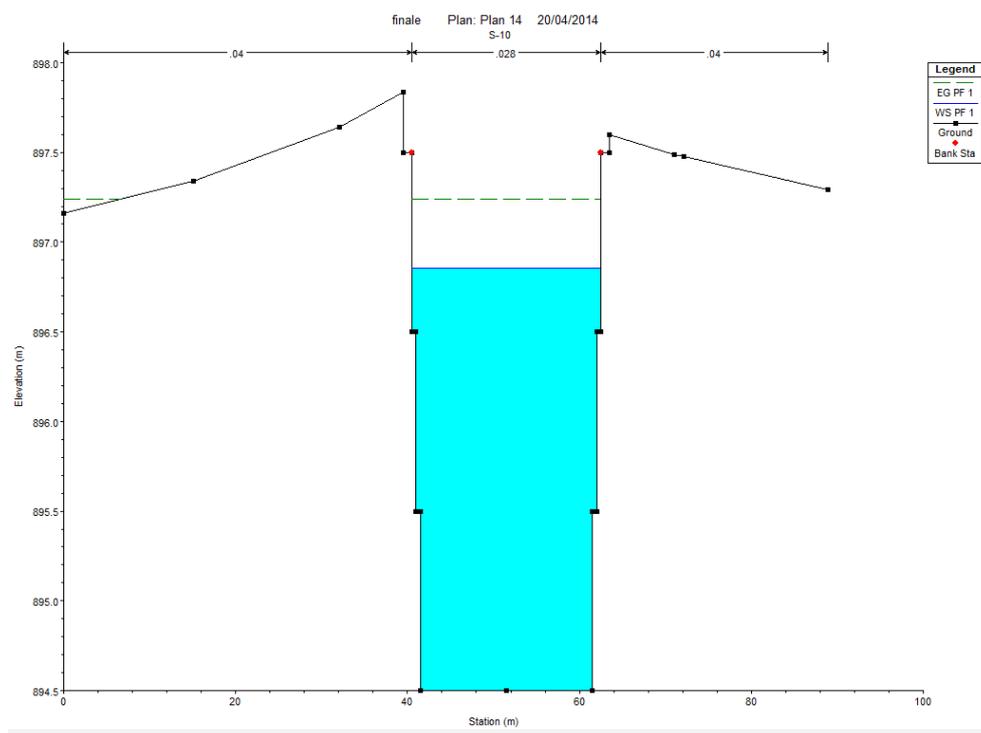


Figure V.10 : la hauteur d'eau dans la section 10.

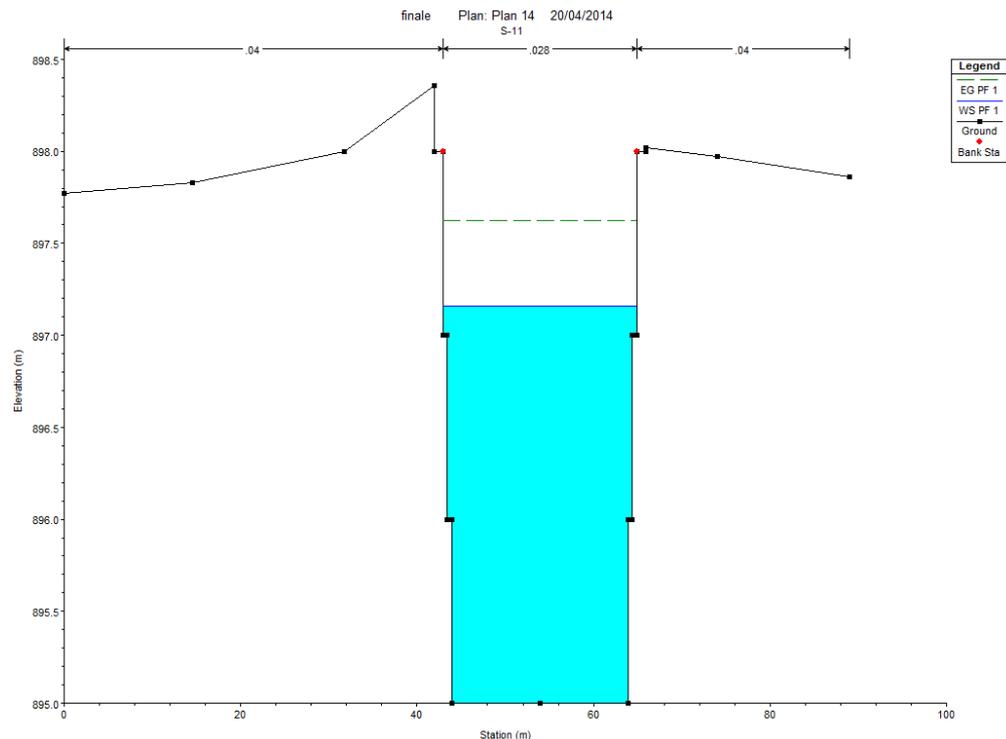


Figure V.11 : la hauteur d'eau dans la section 11.

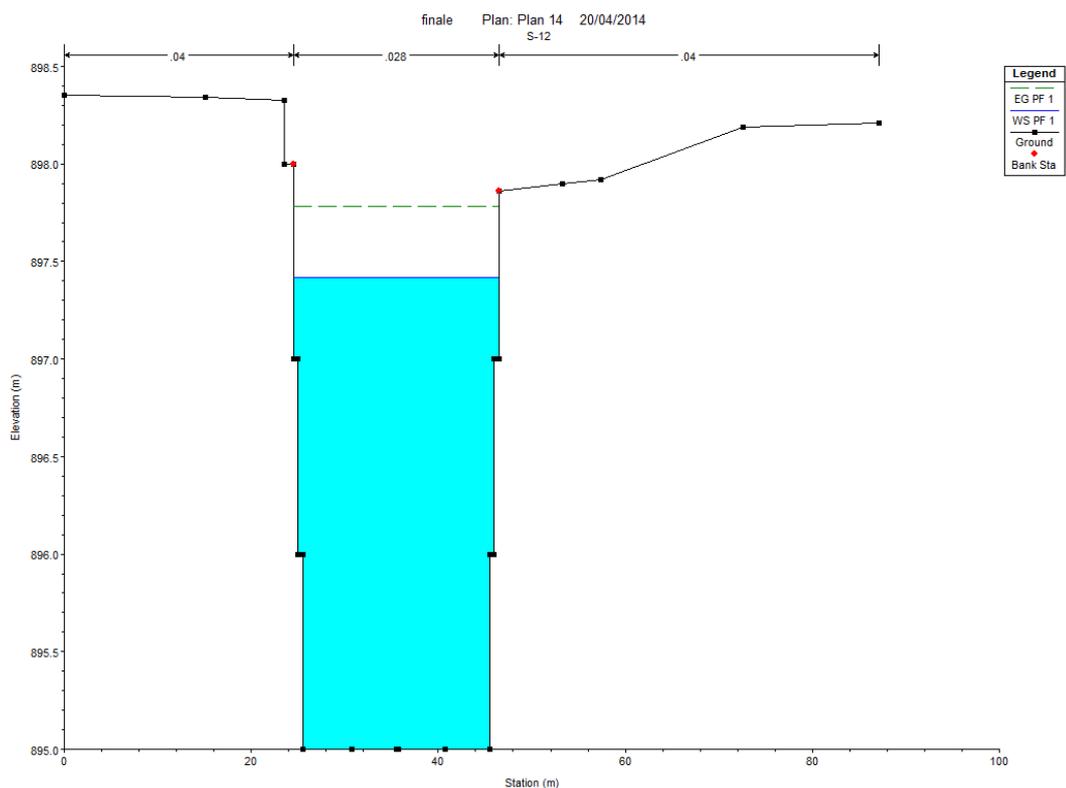


Figure V.12 : la hauteur d'eau dans la section 12

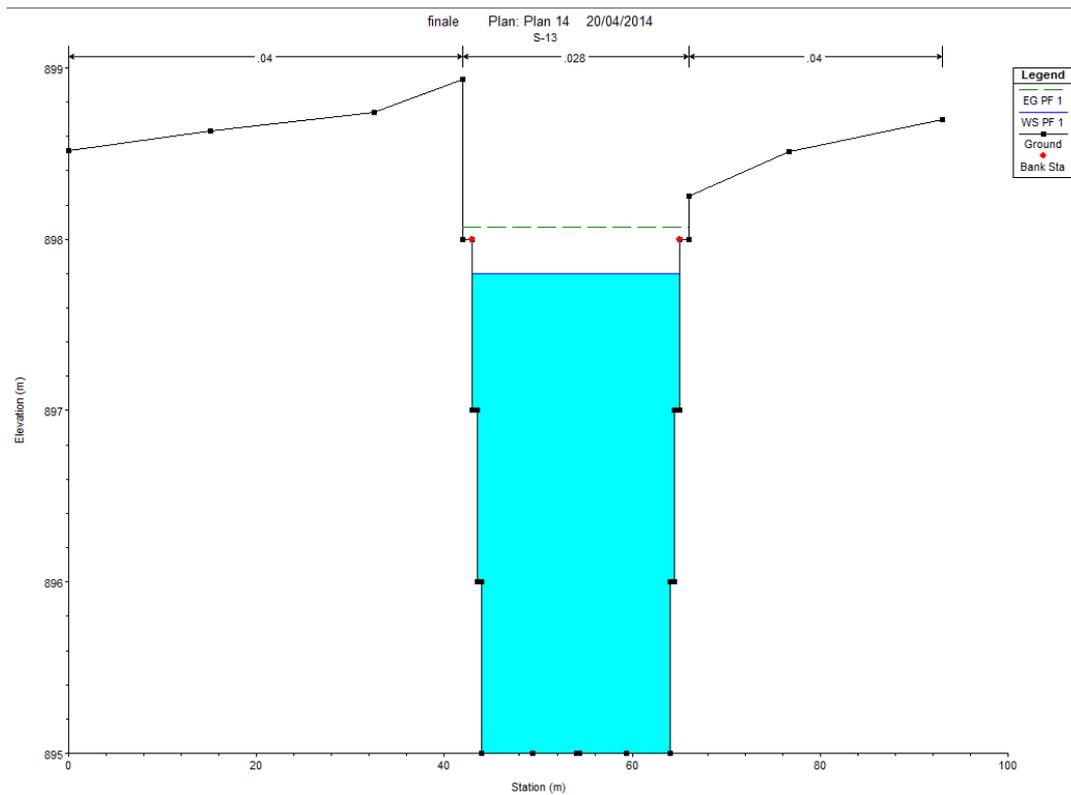


Figure V.13 : la hauteur d'eau dans la section 13.

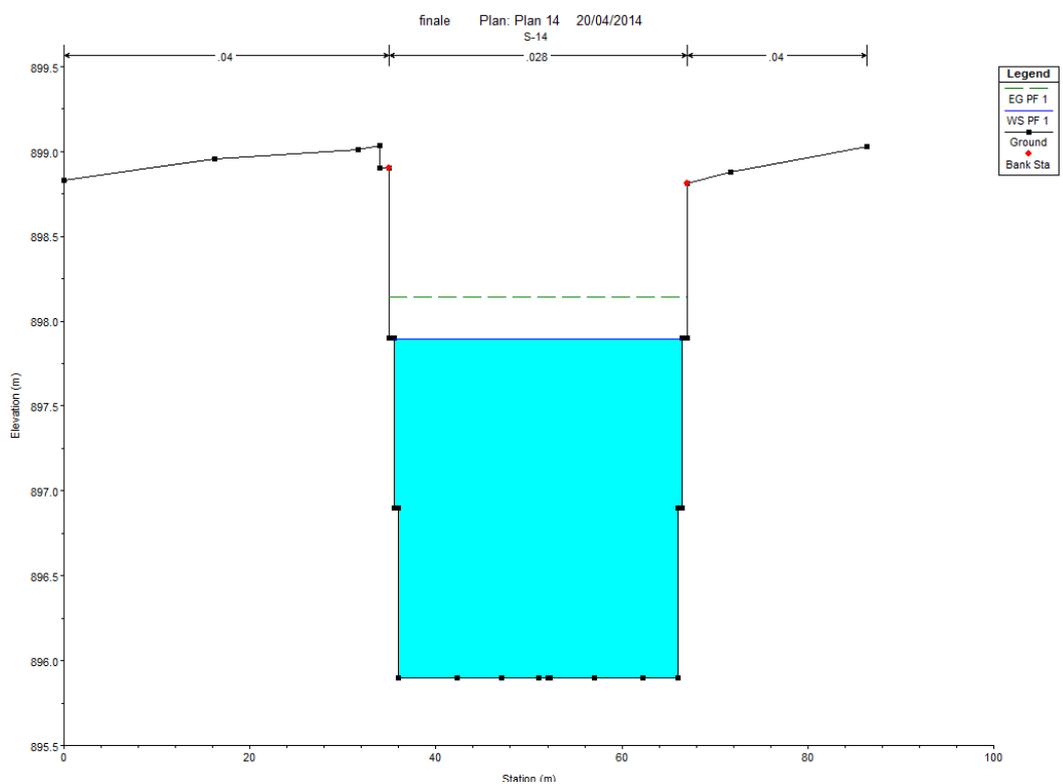


Figure V.14 : la hauteur d'eau dans la section 14

**V.3.1.4. Détermination des hauteurs des digues :**

Dans le but de faciliter la réalisation du projet, on détermine une seule hauteur pour la digue sur toute la longueur de la rivière, cette hauteur est celle de la section la plus inondable.

.Donc d'après la SIMULATION HIC RAC

**V.3.1.5. Le calcul hydraulique de la nouvelle section avec les digues :****V.3.1.5.1. Présentations des résultats :****Tableau V.2 :** calcul hydraulique du canal. (Nouvelle section)

River Station	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G.Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m <sup>2</sup> )	(m)
15	100 ans	<b>134.26</b>	<b>894</b>	<b>898.16</b>	<b>894.8</b>	<b>898.18</b>	<b>0.000039</b>	<b>0.5</b>	<b>266.58</b>	<b>88.99</b>
14	100 ans	<b>134.26</b>	<b>895.9</b>	<b>897.89</b>		<b>898.14</b>	<b>0.001813</b>	<b>2.21</b>	<b>60.79</b>	<b>31</b>
13	100 ans	<b>134.26</b>	<b>895</b>	<b>897.8</b>		<b>898.07</b>	<b>0.001483</b>	<b>2.29</b>	<b>58.64</b>	<b>22</b>
12	100 ans	<b>134.26</b>	<b>895</b>	<b>897.42</b>		<b>897.78</b>	<b>0.002406</b>	<b>2.68</b>	<b>50.15</b>	<b>22</b>
11	100 ans	<b>134.26</b>	<b>895</b>	<b>897.16</b>		<b>897.62</b>	<b>0.003549</b>	<b>3.02</b>	<b>44.48</b>	<b>22</b>
10	100 ans	<b>134.26</b>	<b>894.5</b>	<b>896.86</b>		<b>897.24</b>	<b>0.002653</b>	<b>2.75</b>	<b>48.82</b>	<b>22</b>
9	100 ans	<b>134.26</b>	<b>894</b>	<b>896.79</b>		<b>897.06</b>	<b>0.001533</b>	<b>2.3</b>	<b>58.29</b>	<b>22</b>
8	100 ans	<b>134.26</b>	<b>894.2</b>	<b>895.86</b>	<b>895.86</b>	<b>896.66</b>	<b>0.007978</b>	<b>3.97</b>	<b>33.79</b>	<b>21</b>
7	100 ans	<b>134.26</b>	<b>893</b>	<b>894.42</b>	<b>894.66</b>	<b>895.53</b>	<b>0.013182</b>	<b>4.66</b>	<b>28.84</b>	<b>21</b>
6	100 ans	<b>134.26</b>	<b>892.5</b>	<b>894.46</b>	<b>894.16</b>	<b>895.03</b>	<b>0.004638</b>	<b>3.34</b>	<b>40.16</b>	<b>21</b>

5	100 ans	134.26	892	894.15		894.62	0.003566	3.02	44.41	22
4	100 ans	134.26	891.8	894.12		894.52	0.002783	2.79	48.08	22
3	100 ans	134.26	891.8	893.46	893.46	894.26	0.007979	3.97	33.79	21
2	100 ans	134.26	891.02	893.41	892.68	893.79	0.002521	2.71	49.63	22
1	100 ans	134.26	891	892.66	892.66	893.46	0.007984	3.97	33.79	21

-Min Ch El : l'altitude minimale de section.

-Top Width : largeur au miroir.

-W.S. Elev : l'altitude de la surface d'eau. (La ligne d'eau).

-Flow Area : la surface mouillée.

-Crit W.S. : l'altitude de la surface critique d'eau. (La hauteur critique).

-Vel Ch nl : la vitesse de canal.

-E.G. Elev : l'altitude de la ligne d'énergie.

-E.G. Slope : la pente de la ligne d'énergie.

#### V.3.1.5.1. Vérification des vitesses admissibles :

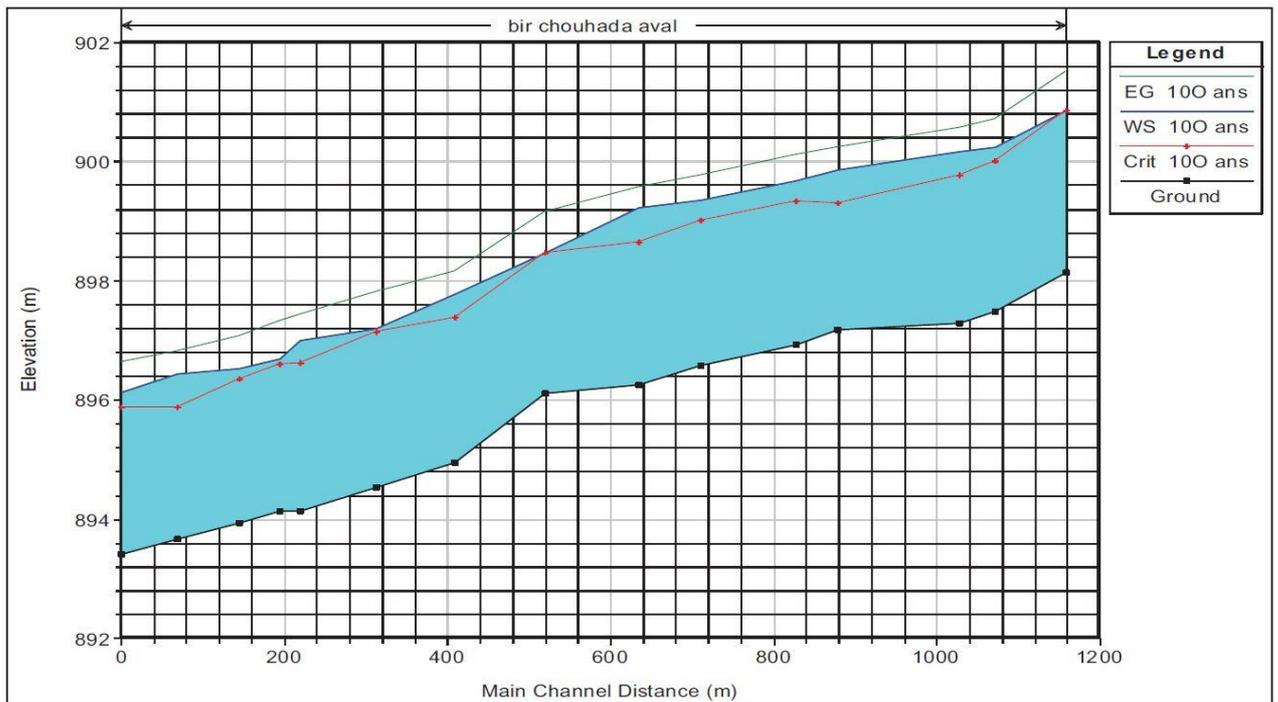
Afin d'éviter la destruction du fond et des berges de l'oued par une action dynamique du courant d'eau, la vitesse de ce dernier ne doit pas dépasser une certaine limite maximale qui dépend :

- Du sol dans lequel passe le canal ou de type de revêtement artificiel.
- Des dimensions de la section transversale du canal.

La vitesse moyenne admissible pour un canal en gabion est :  $v = 4 - 6$  m/s.

A partir de tableau V.3 qui donne les résultats des vitesses pour chaque section transversale, dans les trois cotés (lit mineur, à gauche du lit mineur, à droite du lit mineur) : on constate que les vitesses sur les différentes sections transversales sur l'oued Bir Chouhada ne dépassent pas la vitesse admissible recommandée.

Le schéma est un schéma général d'une section type :



**Figure V.33 : La ligne d'eau du canal.**

#### V.4. Conclusion :

Le système de protection comporte d'un ouvrage hydraulique, un canal ceinture de forme trapézoïdal qui auraient satisfaire la récolte des eaux de pluie provenant des surfaces hautes des montagnes.

Cet ouvrage nécessite une gestion très sérieuse après la réalisation, à cause de son effet sur toutes les activités humaines, et surtout les activités de l'agriculture.

L'entretien des ouvrages doit être effectué après chaque crue pour éviter les problèmes causé par les dépôts.



## *Chapitre [VI]*

# *Organisation de chantier*

## **VI.1. Introduction :**

Le but de l'organisation de chantier est, à cet effet, de réaliser des projets dans des délais courts et à moindres coûts.

L'organisation de chantier consiste à rechercher constamment, la meilleure façon d'utiliser économiquement la main d'œuvre et les autres moyens mis en œuvre pour gérer le chantier.

Afin d'atteindre cet objectif, il est impératif de :

- Définir avec précision les méthodes d'exécution, les modes opératoires permettant la mise en pratique des techniques modernes de construction avec un haut rendement.
- Arrêter en quantité et en qualité le personnel à employer, le coût de la main d'œuvre ayant une incidence importante sur le prix de revient.
- Répartir et coordonner les tâches par la concentration d'une main d'œuvre spécialisée.
- Structurer convenablement les postes de travaux stabilisés pour lesquels, on adoptera une mécanisation de plus en plus poussée.

## **VI.2. Installations du chantier :**

### **VI.2.1. Installations destinées au personnel :**

Ce sont généralement les dortoirs, vestiaires, réfectoires, installations sanitaires et les bureaux de chantier.

### **VI.2.2. Installations destinées au stockage des matériaux :**

Pour les ciments nous utilisons soit des silos, soit des baraquements en bois ou en métal, les agrégats sont stockés en plein air, seulement nous prévoyons un cloisonnement entre les différents types d'agrégats pour éviter leur mélange et de ce fait faciliter le dosage du béton.

Les aciers doivent être stockés dans des endroits loin de la forte humidité (Baraquements, hangars...).

### **VI.2.3. Installations destinées à la réparation des engins :**

Les grosses réparations ne se font généralement pas sur le chantier lui-même, mais il importe de disposer d'un atelier suffisamment bien équipé pour assurer l'entretien courant et les réparations d'urgence des différents matériels.

#### **VI.2.4. La préfabrication :**

Ce sont généralement des hangars munis de matériel nécessaire permettant la réalisation des éléments de l'ouvrage.

#### **VI.3. Succession des opérations du chantier :**

##### **a- Travaux préparatoires :**

Aménagement des pistes de circulation des engins et des aires de stockage de matériaux de construction ;

##### **b- Exécution de l'ouvrage :**

- Excavation des canaux ;
- Construction des canaux ;
- Construction des digues en gabion ;

#### **VI.4. Technologie des principaux travaux :**

Nous prévoyons une route d'accès à tous les ouvrages pendant la construction, les engins utilisés sont :

- Pour l'exécution des déblais et des remblais nous utilisons des bulldozers,
- Pour l'extraction des alluvions nous utilisons des pelles rétro,
- Pour le transport des terres nous utilisons des camions à benne,
- Pour les travaux de finition (régalage et compactage) nous utilisons des niveleuses et des compacteurs à pneus.



**Figure VI.1 : Bulldozer**



**Figure.VI.2 : Pelles rétro**



**Figure.VI.3 : Camions à benne et Charger**



**Figure.VI.4 :** Niveleuses

## **VI.5. Planification :**

### **VI.5.1. Définition :**

C'est une méthode dont dispose le cadre pour rendre son travail efficace, elle consiste :

- L'installation des postes de travail.
- L'observation instantanée.
- L'analyse des tâches.
- Le chronométrage.
- La définition des objectifs et des attributions.
- La simplification des méthodes.
- La stabilisation des postes de travail.

### **VI.5.2. Techniques de la planification :**

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

- Méthodes basées sur le réseau.
- Méthodes basées sur le graphique.

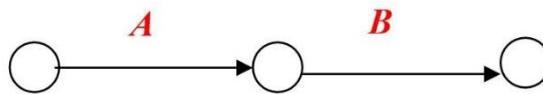
#### **VI.5.2.1. Méthodes basées sur le réseau :**

##### **VI.5.2.1.1. Définition du réseau :**

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux :

### 1. Réseau à flèches :

L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération **A** précède l'opération **B**

### 2. Réseau à nœuds :

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches



L'opération (**B**) ne peut commencer que si l'opération (**A**) est complètement achevée

#### VI.5.2.1.2. Construction du réseau

Pour construire un réseau, il convient d'effectuer les six (6) opérations suivantes :

##### a. Etablissement d'une liste des tâches :

Il s'agit dans cette première phase de procéder à un inventaire très précis et détaillé de toutes les opérations indispensables à la réalisation d'un projet.

##### b. Détermination des tâches antérieures :

Après avoir dressé la liste des tâches à effectuer, il n'est pas toujours facile de construire un réseau car il n'est pas aisé de dire si les tâches antérieures doivent être successives ou convergentes.

c. Construction des graphes partiels.

d. Regroupement des graphes partiels.

e. Détermination des tâches de début de l'ouvrage et de fin de l'ouvrage.

f. Construction du réseau.

#### VI.5.2.1.3. Différentes méthodes basées sur le réseau :

##### VI.5.2.1.3.1. Méthode C.P.M (méthode du chemin critique) :

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

**1<sup>ère</sup> phase** : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré ;

**2<sup>ème</sup> phase** : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour par jour, selon l'unité de temps retenue.

**3<sup>ème</sup> phase** : adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise.

#### **VI.5.2.1.3.2. Method P.E.R.T (Program Evaluation and Review Technical)**

C'est-à-dire technique d'ordonnancement des tâches et contrôle des programmes, c'est une méthode consistant à mettre en ordre sous forme de réseau plusieurs tâches qui grâce à leur chronologie et leur dépendance concourent toutes à l'obtention d'un produit fini.

#### **VI.5.2.1.3.3. Methode P.D.M (Procedure Diagram Methode):**

C'est une méthode basée sur le réseau à nœuds et développe trois (3) relations à savoir :

1. Commencement de l'opération (A) et (B) ;
2. Finition de l'opération (A) et commencement de (B) ;
3. Finition de l'opération (A) et finition de l'opération (B).

#### **VI.5.2.2. Méthodes basées sur le graphique :**

##### **VI.5.2.2.1. Méthode linéaire (ligne of balance technic) :**

Cette méthode est destinée à la planification des projets de construction dont les travaux son répétitifs.

##### **VI.5.2.2.2. Méthode à barres :**

Cette technique consiste à déterminer deux réseaux et un diagramme à barres (plan de travail).

#### **VI.5.3. Les étapes de la planification :**

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes :

✓ **Collection des informations** : L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de notre projet.

✓ **Décomposition du projet** : C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières. Nous attribuons à chaque tâche un responsable et ses besoins en matériels.

✓ **Relations entre les tâches** : Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de la réalisation. L'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

#### VI.5.4. Choix de la méthode de calcul :

Le choix de la méthode de calcul repose essentiellement sur le type d'ouvrage construire. Il est préférable dans le cas où les opérations se suivent comme dans notre cas d'opter pour la méthode **C.P.M.**

##### VI. 5.4.1. Les paramètres de la méthode C.P.M :

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

<b>DCP</b>	<b>TR</b>
<b>DFP</b>	<b>DCPP</b>
<b>DFPP</b>	<b>MT</b>

Avec : **TR** : temps de réalisation.

**DCP** : date de commencement au plus tôt.

**DCPP** : date de commencement au plus tard.

**DFP** : date de finition au plus tôt.

**DFPP** : date de finition au plus tard.

**MT** : marge totale.

$$\text{ET : } \begin{cases} DFP = DCP + TR \\ DCPP = DFPP - TR \end{cases}$$

##### VI.5.4.2. Chemin critique (C.C) :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Donc, pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition

suyvante :

$$C.C \Leftrightarrow \begin{cases} MT = 0 \\ \sum TR_{C.C} = D.T.P \end{cases}$$

##### VI.5.5. Elaboration du réseau selon la méthode CPM :

La méthode du CPM est une méthode de planification, elle a pour objectif de réduire le temps et le coût de réalisation de projet et augmenter le rendement du travail. Pour la

construction du réseau il faut d'abord établir les différentes tâches des travaux. Ces derniers sont reportés dans le tableau suivant :

**Tableau. VI.1** : Elaboration d'un réseau selon la méthode CPM

Les travaux	Opération	Durée
Décapage de la terre végétale et ouverture de piste	A	10jours
Excavation de la tranchée	B	45ours
Remblai	C	15jours
Compactage	D	10 jours
Lit de béton	E	25 jours
Mise en mise en œuvre de gabion	G	60 jours
Le bétonnage	H	90 jours
Travaux de finition	I	10 jours

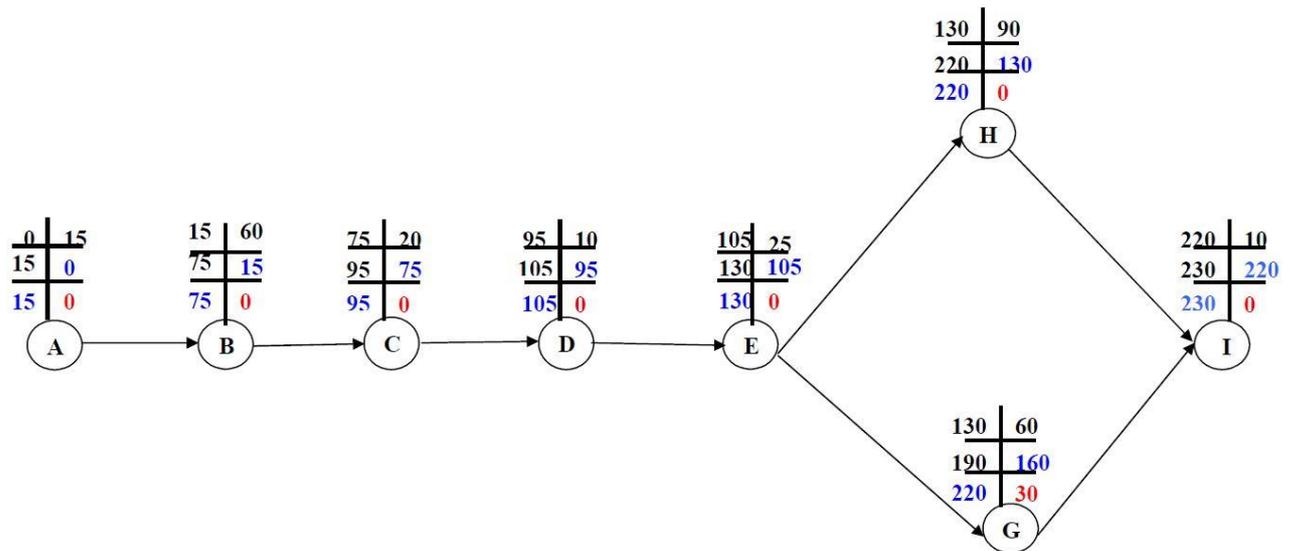


Figure VI.5 : Réseau à nœuds

#### VI.6. Détermination des chemins critiques :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Ainsi on obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

Tableau VI.2 : Détermination des chemins critiques

Opération	TR	D.P		D.F.P		M.T
		D.C.P	D.F.P	D.C.P.P	D.F.P.P	
A	10	0	10	0	10	0
B	45	10	55	10	55	0
C	15	55	70	55	70	0
D	10	70	80	70	80	0
E	25	80	105	80	105	0
G	60	105	165	135	195	<b>30</b>
H	90	105	195	105	195	0
I	10	195	205	195	205	0

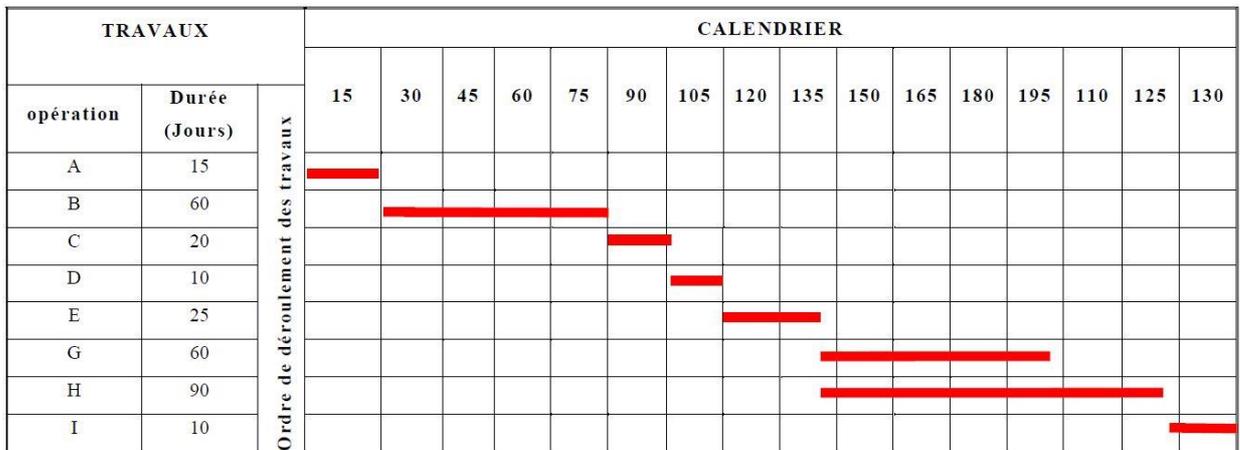


Figure VI.6 : Diagramme de GANTT

### VI.7. Conclusion

D'après ce chapitre, on peut conclure que l'organisation de chantier est nécessaire avant le commencement des travaux, car elle nous permet de définir tous les volumes des travaux nécessaires pour l'élaboration du chantier. D'autre part on peut avoir une information sur le temps de réalisation. L'organisation de chantier définit aussi tous les engins que l'on peut utiliser dans le chantier et le choix final des engins seront basés sur une étude économique.

## *Conclusion générale :*

La présente thèse a fait l'objet d'une étude sur les moyens de protection contre les inondations de la ville de Bir Chouhada.

Le diagnostic de la situation de la ville de Bir Chouhada est basé sur la construction d'un modèle hydraulique et une simulation en régime permanent. Ceci permet de localiser les débordements et de déterminer le débit sortant du canal vers la ville. Il confirme aussi l'insuffisance des dimensions du canal pour évacuer une grande crue centennale étant estimée à  $134,26 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La ville de Bir Chouhada serait noyée avec une hauteur d'eau moyenne de 3,5 m lors du passage de la crue centennale, et étendue sur une grande surface. Les moyens de protections se représentent dans la construction des digues sur les deux rives de l'oued, et aussi construire un canal ceinture de forme trapézoïdal qui auraient satisfaire la récolte des eaux de pluie provenant des surfaces hautes des montagnes dans la partie nord de la ville.

Le types de digue utilisé dans cette région, c'est bien une digue en gabion, celui ci est utiliser à cause de sont coût économique, car il dépend sur les matériaux locaux, est puis il est solide et efficace pendant une long durée.

Enfin, on recommande aux étudiants qui s'intéressent à l'aménagement des oueds de continuer cette étude et faire une simulation en régime transitoire.

# Références bibliographiques

- OUVRAGES:

**JEAN-NOËL SALOMON**, *L'homme face aux crues et aux inondations*

**B . TOUAIBIA** , *MANUEL PRATIQUE D'HYDROLOGIE*. Presses Madani Frères.  
Blida. Algérie , Mars 2004.

**MICHEL CARLIER**, *hydraulique générale et appliquée*

- Cours :

**M. HASSANE**, *cours d'hydraulique 4<sup>eme</sup> année ENSH 2009/2010*.

**B.BENLAOUKLI** . *Cours Organisation de chantier 4<sup>iem</sup> et 5<sup>iem</sup> année ;ENSH Blida* .  
Algérie 2009-2011.