

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

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

OPTION : Conception des Systèmes d'Irrigation et Drainage

### THEME

**ETUDE DE LA PROTECTION DES TERRES AGRICOLES  
DE LA COMMUNE DE MECHERIA (W.NAAMA)  
CONTRE LES INONDATIONS**

Présenté par :

M<sup>elle</sup>: Madjda KHELIL

#### Devant les membres du jury

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M <sup>er</sup> T.KHETTAL	M C. A	Président
M <sup>me</sup> A.AZIEZ	M A. A	Examineur
M <sup>me</sup> D.DJOUDAR	M A. A	Examineur
M <sup>er</sup> D.KOLIAI	Ing en chef	Examineur
M <sup>me</sup> S.LEULMI	M A. A	Examineur
M <sup>me</sup> L. BAHBOUH	M A. A	Promoteur

Septembre 2012

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

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

OPTION : Conception des Systèmes d'Irrigation et Drainage

### THEME

**ETUDE DE LA PROTECTION DES TERRES AGRICOLES  
DE LA COMMUNE DE MECHERIA (W.NAAMA)  
CONTRE LES INONDATIONS**

Présenté par :  
M<sup>elle</sup>: Madjda KHELIL

#### Devant les membres du jury

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M <sup>er</sup> T.KHETTAL	M C. A	Président
M <sup>me</sup> A.AZIEZ	M A. A	Examineur
M <sup>me</sup> D.DJOUDAR	M A. A	Examineur
M <sup>er</sup> D.KOLIAI	Ing en chef	Examineur
M <sup>me</sup> S.LEULMI	M A. A	Examineur
M <sup>me</sup> L. BAHBOUH	M A. A	Promoteur

Septembre 2012

# Dédicace

*A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.*

- *A ma grand-mère : Fatna (hanana), rappelée à Dieu, que la terre lui soit légère.*
- *A mes adorables parents : Med Mansour et Saliha.*
- *A mes frères et mes sœurs.*
- *A mes chères : Mamy Zakhroufa, mama Saida, tata Naima et yamina habib.*
- *A ma nièce : Alia, et sa mère Karima.*
- *A mon fiancé : Hamza.*
- *A ma tante Fraiha et sa belle famille.*
- *A mon oncle ; Meamar et sa jolie famille.*
- *A toute ma famille : Chenouf, Bengharbi, bouhraoua, Regaiag, Habib.*
- *A ma belle-mère Yamina et mes belles sœurs surtout : Sabah et Donia.*
- *A mes copines de chambre : Fatiha, Aicha, Hamida et Meriam .*
- *A tous mes enseignants de l'ENSH.*
- *A mes amis surtout : Assia, Zahra, Fatima zohra, Karima, Djemaa, et Samira.*

*Madjda Zhelil*

# Remerciements

*Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à mes parentes pour avoir contribué à l'élaboration de cette présentation de thèse et à ma formation durant les années d'études.*

*Je remercie également tous mes enseignants et particulièrement M<sup>me</sup> BAHBOUH, M<sup>r</sup> KOLIAI, M<sup>me</sup> AZIEZ M<sup>me</sup> DJOUDAR, M<sup>r</sup> KHETTAL, M<sup>me</sup> LEULMI, pour tous les efforts qu'ils ont faits pour nous les étudiants.*

*Aussi, je me permets d'exprimer tout mon respect au directeur de l'ENSH et tous les travailleurs.*

*Madjda Zhelil*

## ملخص:

في عملنا هذا قمنا بدراسة حول الاراضي الزراعية المتواجدة بدائرة مشرية ولاية النعامة والهدف منها هو حماية هذه الاراضي من الفيضانات القادمة من مدينة مشرية بعد الدراسة التي أجريت فيها من أجل حماية هذه الأخيرة.  
هذه الدراسة تضمنت ثلاثة أجزاء أساسية هي:  
- دراسة هيدرولوجية للحوض وذلك لتحديد منسوب الفيضانات المتوقعة.  
- تحديد أبعاد القنوات التي يتم فيها جريان الفيضانات.  
- وأخيرا قمنا بتحديد مدة إنجاز هذا المشروع.

## Résumé :

Notre mémoire a pour objectif de faire une étude sur les terrains agricoles situant au périmètre communal de Mecheria wilaya de Naama, dont le but est la protection de ces terres contre les inondations provenant du bassin versant de la ville de Mecheria.

Notre étude contient 3 parties fondamentales qui sont :

Etude hydrologique du bassin versant pour quantifier le débit de crue probable. Puis, un dimensionnement des canaux et finalement la détermination de la durée pour la réalisation de ce projet.

## Abstract:

In this dissertation, we have made a on farmland located in the city of Mecheria, state of Naama from floods coming from the basin of Mecheria in order to protect this city.

Our study includes several basic parts :

Hydrological study of the tank in order to determine the expected flood level. Then, Determine the dimensions of the channels in which the flow of flood, finally we have determined the duration and costs of accomplishing this project.

# Table Des Matières

## Introduction générale.

## CHAP I : Généralités sur les inondations

---

I-1. Introduction .....	1
I-2. Les inondations .....	1
I-2-1. Définition .....	1
I-2-2. Typologies.....	5
I-2-3. Causes.....	5
I-2-4. Conséquences.....	5
I-3. Méfaits de la submersion.....	6
I-3-1. Méfaits des inondations sur un sol nu.....	6
I-3-2. Méfaits des inondations sur les cultures agricoles.....	7
I-4. Conclusion.....	8

## CHAP II : Présentation de la ville de Mecheria

---

II-1. Introduction.....	9
II-2. Situation géographique.....	9
II-3. Situation démographique.....	10
II-4. Situation géologique.....	11
II-5. Relief.....	12
II-6. Situation climatique.....	12
A. Pluviométrie.....	13
B. La température.....	16
C. Vent.....	19
D. Gelées.....	19
II-5. Les ressources en eau.....	20
II-6. Réseau hydrographique.....	20
II-7. Conclusion.....	20

## CHAP III: Etude hydrologique

---

III-1. Introduction.....	21
III-2. Caractéristiques physiques et hydrographiques.....	21

III-2-1.Situation.....	21
III-2-2.La surface.....	21
III-2-3.Périmètre.....	21
III-2-4.Longueur du thalweg principal.....	21
III-2-5.La forme.....	21
III-2-5-1. L'indice de compacité de Horton, KH.....	21
III-2-5-2. L'indice de compacité de Gravelius, KC.....	22
III-2-6.Rectangle équivalent .....	22
III-2-7. Coefficient d'allongement.....	23
III-2-8.Etude de relief.....	23
III-2-8-1. Répartition et courbe hypsométrique.....	23
III-2-8-2. Les altitudes caractéristiques.....	25
III-2-8-3. Indice de pente globale (I <sub>g</sub> ).....	26
III-2-8-4. Pente moyenne du bassin versant.....	27
III-2-9. Le réseau d'écoulement.....	27
III-2-9-1. La densité de drainage.....	27
III-2-9-2 La pente moyenne du cours d'eau principale IC.....	27
III-2-9-3 Le temps de concentration.....	27
III-2-9-4. Vitesse moyenne de ruissellement.....	29
III-3.Caracteristiques Climatiques.....	31
III -3-1. Climat .....	31
III-3-2. La Pluviométrie.....	31
III -4.Choix de la loi d'ajustement.....	32
III -4-1.Ajustement par loi de Gumbel.....	33
III -4-2.Ajustement par loi de Galton (Log -Normal).....	34
III-4-3.Pluies de courte durée.....	35
III-5.Les apports.....	37
III-5-1. Apports liquides.....	37
III-5-1-1. Apport moyen interannuel (A <sub>0</sub> ) .....	37
III-5-1-2. Caractéristiques de l'écoulement.....	40
III-5-2. Evaluation des apports solides.....	42
III-6. Etude de crues.....	43
III-6-1. Différentes méthodes d'évaluation des crues.....	43
III-6-2. Application sur le bassin versant.....	44
III-6-2-1. Formule de Mallet Gauthier.....	44

III-6-2-2. Formule de Turazza.....	45
III-6-2-3. Formule de Sokolovski.....	45
III-6-3. Hydrogrammes des crues.....	47
III-7. Conclusion.....	48

## CHAP IV : Diagnostic et Présentation des Aménagements

IV-1. Introduction .....	50
IV-2. Représentation des sites d'intervention .....	50
IV-3. Synthèse et diagnostic.....	50
IV-4. Choix de la forme de la section.....	51
IV-5. Aménagements proposés sur oued Khebazza .....	51
IV-5-1. Généralités et définitions.....	52
IV-5-2. Le curage.....	52
IV-5-3. Le faucardement.....	53
IV-6. Conclusion .....	54

## CHAPV: Calcul hydraulique

V-1. Introduction.....	55
V-2. Les données.....	55
V-2-1. Débits max de crues.....	55
V-2-2. Dimensionnement des ouvrages.....	55
V-3. Généralités.....	56
V-3-1. Calcul hydraulique.....	56
V-3-2. Les canaux à ciel ouvert.....	56
V-3-3. Dimensionnement des canaux.....	56
V-3-3-1. Détermination de coefficient de Chézy.....	57
V-3-4. Les paramètres géométriques.....	58
V-3-4-1. Le choix de la section de meilleure conductivité.....	58
V-3-4-2. Calcul du rayon hydraulique maximal.....	59
V-3-4-3. Forme des profils en travers.....	60
V-3-5. Calcul de la profondeur normal $h_n$ .....	60
V-3-6. Calcul de la profondeur critique $h_{cr}$ .....	61
V-3-6-1. Méthode itérative.....	61
V-3-6-2. Méthode graphique (ou méthode de l'énergie spécifique).....	61
V-3-6-3. Méthode analytique d'AGROSKINE.....	62

V-3-7. Calcul de la pente critique.....	62
V-3-8. Nombre de Froude.....	63
V-3-9. Calcul de la ligne d'eau.....	63
V-3-9-1. Equation de la surface libre de la ligne d'eau.....	63
V-3-9-2. Calcul de la surface d'eau.....	63
V-3-10. Calcul des paramètres de courbure du canal.....	64
V-3-11. Raccordement des canaux.....	64
V-4. Dimensionnement de l'aménagement projeté.....	65
V.4.1. Tronçon 1-2.....	66
V-4.1.1. Pente critique.....	68
V.4.2. Tronçon 2-3.....	70
V-4.2.1. Pente critique.....	72
V.4.3. Tronçon 3-4.....	73
V-4.3.1. Pente critique.....	74
V.4.4. Tronçon 4-5.....	76
V-4.4.1. Pente critique.....	77
V.4.5. Tronçon 5-6.....	79
V-4.5.1. Pente critique.....	80
V-4.8. Calcul de paramètre de courbure du canal.....	82
V-5. Conclusion.....	84

## CHAP VI: Organisation De Chantier

---

VI-1. Introduction.....	85
VI-2. Installations duchantier.....	85
VI-2.1. Installations destinées au personnel.....	85
VI-2.2. Installations destinées au stockage des matériaux.....	85
VI-2.3. Installations destinées à la réparation des engins.....	86
VI-2.4. La préfabrication.....	86
VI-3. Succession des opérations du chantier.....	86
VI-4. Technologie des principaux travaux.....	88
VI-5. Planification.....	88
VI-5-1. Définition.....	88
VI-5-2. Techniques de la planification.....	88
VI-5.2.1. Méthodes basées sur le réseau.....	88
VI-5.2.1.1. Définition du réseau.....	88

VI-5.2.1.2. Construction du réseau.....	89
VI-5.2.1.3. Différentes méthodes basées sur le réseau.....	89
VI-5.2.1.3.1- Méthode C.P.M (méthode du chemin critique).....	89
VI-5.2.1.3.2. Méthode de P.E.R.T (Program Evaluation and Review Technical).....	89
VI-5.2.1.3.3. Méthode P.D.M (Procedure Diagram Methode).....	89
VI-5.2.2. Méthodes basées sur le graphique.....	90
VI-5.2.2.1. Méthode linéaire (ligne of balance technic).....	90
VI-5.2.2.2. Méthode barres.....	90
VI-5.3. Les étapes de laplanification.....	90
VI-5.4. Choix de la méthode de calcul.....	90
VI-5.4.1. Les paramètres de la méthode C.P.M.....	90
VI-5.4.2. Chemin critique (C.C).....	91
VI-5.5. Elaboration du réseau selon la méthode CPM.....	91
VI-5.6. Détermination des chemins critiques.....	93
VI-6. Conclusion.....	95

## **Conclusion générale.**

## **Bibliographie.**

# Liste des tableaux

## CHAP II : Présentation de la ville de Mecheria

Tableau II-1: Evolution de la population future .....	10
Tableau II-2 : Structure de la population par âge et par sexe.....	11
Tableau II-3 : les caractéristiques des stations.....	13
Tableau II-4 : Moyenne des précipitations mensuelles (mm) des deux stations météorologiques.....	13
Tableau II-5 : Moyennes saisonnières des précipitations des deux stations.....	15
Tableau II-6 Données des températures des stations de Mecheria et Naama.....	17
Tableau II-7: Vitesses mensuelles du vent, exprimées en m/s.....	19
Tableau II-8 : Occurrence des gelées en année moyenne.....	19

## CHAP III: Etude hydrologique

Tableau III.1 : Caractéristiques du bassin versant de Mecheria.....	24
Tableau III.2: Calcul de l'altitude moyenne et des surfaces partielles.....	26
Tableau III.3: Les temps de concentration.....	29
Tableau III.4: Récapitulatif des paramètres hydromorphométriques du bassin versant de la zone d'étude.....	30
Tableau III.5 : Caractéristiques De Station Pluviométrique.....	31
Tableau III.6 : Des pluviométries maximal -station de Mecheria.....	32
Tableau III.7: résultat de l'ajustement à la loi de GALTON.....	35
Tableau III.8: Pluies et intensités maximales.....	36
Tableau III.9: Apport moyen interannuel.....	39
Tableau III.10: Les caractéristiques de l'écoulement.....	42
Tableau III.11 : Les apports solides.....	43
Tableau III.12: Valeurs de coefficient de ruissellement C.....	45
Tableau III.13: Débits de crue du BV de Mecheria.....	46
Tableau III.14: Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du	

bassin versant.....	47
---------------------	----

## CHAP V: Calcul hydraulique

Tableau V.1 : paramètres géométriques d'un canal à section trapézoïdale.....	59
Tableau V.2: quelques ordres de grandeur de fruit de talus.....	60
Tableau V.3 : paramètres géométriques d'un canal à section trapézoïdale m=1.....	60
Tableau V.4 : Définition des notations hydrauliques utilisées par le logiciel CANAL21.....	65
Tableau V.5 : Paramètres de calcul du canal t en béton sur le tronçon 1-2.....	66
Tableau V.6: Paramètres de calcul de la pente critique.....	68
Tableau V.7 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 1-2.....	69
Tableau V.8 : Paramètres de calcul du canal en béton sur le tronçon 2-3.....	71
Tableau V.9 : Paramètres de calcul de la pente critique.....	72
Tableau V.10 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 2-3.....	72
Tableau V.11 : Paramètres de calcul du canal en béton sur le tronçon 3-4.....	74
Tableau V.12: Paramètres de calcul de la pente critique.....	74
Tableau V.13 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 3-4.....	75
Tableau V.14: Paramètres de calcul du canal en béton sur le tronçon 4-5.....	76
Tableau V.15: Paramètres de calcul de la pente critique.....	77
Tableau V.16 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 4-5.....	78
Tableau V.17: Paramètres de calcul du canal en béton sur le tronçon 5.6.....	80
Tableau V.18 : Paramètres de calcul de la pente critique.....	81
Tableau V.19: Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 5-6.....	81
Tableau V.20: Paramètres de calcul de la courbure du Canal principale.....	83

## CHAPVI: Organisation de chantier

Tableau VI.1 : les paramètres d'exécution de la méthode C.P.M.....	90
Tableau. VI.2 : Elaboration d'un réseau selon la méthode CPM.....	91
Tableau VI.3 : Détermination des chemins critiques.....	93

# Liste des figures

## CHAP I: Généralités sur les inondations

FigureI-1: Inondation par remontée de nappe phréatique	4
Figure I-2: les inondations par stagnation des eaux pluviales	4
FigureI-3 : rupture d'une protection	5
FigureI-4 : submersion d'un terrain agricole	7

## CHAP II: Présentation de la ville de Mecheria

Figure II.1: Localisation géographique de la commune de Mecheria	9
FigureII-2 : Station de Mecheria (1991 – 2011)	14
Figure II-3 : Station de Naama (1991 - 2011)	15
Figure II-4 : Station de Mecheria	16
Figure II-5 Station de Naama	16
FigureII-6 : Courbe des températures maximales mensuelles	18
Figure II-7 : Courbe des températures minimales mensuelles	18

## CHAP III: Etude hydrologique

Figure III .1: Courbe hypsométrique du bassin versant	25
Figure III.2: ajustement de la loi de GAMBEL	33
Figure III.3: ajustement de la loi de Galton	34
Figure III.4: Courbes intensité-durée-fréquence	37
Fig.III.5 : Hydrogrammes des crues du BV de Mecheria	48

## CHAP V: Calcul hydraulique

FigureV-1: canal à forme trapézoïdale	58
FigureV-2 : l'énergie spécifique en fonction de profondeur	62
Figure V-3 : Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 1-2	67
Figure V-4: Schéma hydraulique complète du tronçon 1-2	68
Figure V-5: Graphe de la ligne d'eau du tronçon 1-2	69
Figure V.6 : Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 2-3	70
Figure V.7 : Schéma hydraulique complète du tronçon 2-3	71
Figure V.8 : Graphe de la ligne d'eau du tronçon 2-3	73
Figure V.9: Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 3-4	74
Figure V.10 : Schéma hydraulique complète du tronçon 3-4	74
Figure V-11 : Graphe de la ligne d'eau du tronçon 3-4	75

Figure V.12: Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 4-5	76
Figure V.13: Schéma hydraulique complète du tronçon 4-5	77
Figure V.14 : Graphe de la ligne d'eau du tronçon 4-5	78
Figure V.15: Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 5-6	79
Figure V.16 :Schéma hydraulique complète du tronçon 5.6	80
Figure V.17: Graphe de la ligne d'eau du tronçon 5-6	82
Figure V-18. Canal trapézoïdal en béton	83

## *CHAPIV: Organisation de chantier*

Figure VI.1 : Bulldoze.....	86
Figure VI.2 : Pelles rétro.....	87
Figure VI.3 : Camions à benne et Charger.....	87
Figure VI.4: Niveleuses.....	87
Figure VI. 5 : Réseau à nœuds.....	92
Figure VI. 6 : Diagramme de GANTT.....	94

## *Introduction générale*

Dans leur totalité, les cultures agricoles ne s'accroissent pas de l'excès d'eau, quelque soit la forme de celui-ci. Fort de cette certitude, l'aménageur hydro-agricole doit prendre toutes les mesures nécessaires afin de soustraire son périmètre de ce phénomène, qui se peut produire sous deux formes :

\_Excès d'eau dans la couche active du sol et au-delà ;

\_stagnation d'une hauteur d'eau à la surface du sol, faisant suite au premier cas mentionné si les apports sont assez conséquents comme les crues des cours d'eau ; ce dernier cas est appelé « submersion » ou plus communément « inondation ».

Une inondation est la conséquence de l'incapacité de la section du lit d'un cours d'eau de véhiculer un débit devenu brusquement trop important par rapport à son débit moyen, suite à des apports abondants (apports pluviométriques, fonte des neiges....).

Dans ce cas précis, le projeteur devra étudier la meilleure solution à adopter. Il pourra ainsi trouver, après étude sérieuse, la variante optimale parmi plusieurs, dont l'élargissement de la section du lit du cours d'eau (recalibrage du cours d'eau) et la construction de remparts sur les berges (construction de digues).

Après un bref aperçu sur les terres agricoles concernées, les causes des inondations et les dégâts que celles-ci peuvent provoquer, et suite aux dernières inondations de la ville de Mecheria survenues en septembre 2008, l'organisme nationale de contrôle technique de la construction hydraulique a demandé au « C.T.H » de Naama d'établir une étude de protection de la ville et non pas des terrains agricoles.

Comme la ville de Mecheria se situe en contrebas de DJEBEL ANTAR et les terrains agricoles en aval de la ville donc ces derniers reçoivent l'essentiel des ruissellements d'eau pluviale et les eaux collectées par les infrastructures de protection de la ville contre les inondations.

De cette raison, on a pensé de faire une étude complète selon les données de base telle que l'étude hydrologique qui permettra de déterminer les bases d'une étude technique et choisir ainsi la solution la plus optimale, sur la base de considérations économiques.

# Chapitre I

Généralités sur les inondations

# ***CHAP I : Généralités sur les inondations***

## **I-1. Introduction**

*L'Algérie est confrontée aux phénomènes de crues et d'inondations qui sont plus fréquents que les séismes .Ces phénomènes provoquent des catastrophes plus destructrices et occasionnent d'importants dégâts humains et matériels.*

*Il n'existe pas des régions susceptibles d'être prémunies contre de tels risques en raison de leur caractère imprévisible.*

## **I-2. Les inondations <sup>[2]</sup>**

### **I-2-1.Définition**

*Une inondation est un débordement d'un cours d'eau, le plus souvent en crue, qui submerge les terrains voisins. Des inondations peuvent aussi se produire en amont des cours d'eau, suite à la génération de quantités importantes de ruissellement au niveau de terres cultivées par exemple. Ce ruissellement donne alors lieu à une inondation boueuse.*

### **I-2-2.Typologies**

- **La montée lente des eaux en région de plaine**

*Les inondations de plaine se produisent lorsque la rivière sort lentement de son lit mineur et inonde la plaine pendant une période relativement longue.*

*La rivière occupe son lit moyen et éventuellement son lit majeur. Après une ou plusieurs années pluvieuses, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise : on parle d'inondation par remontée de nappe phréatique. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés. Sa dynamique lente perdure plusieurs semaines.*



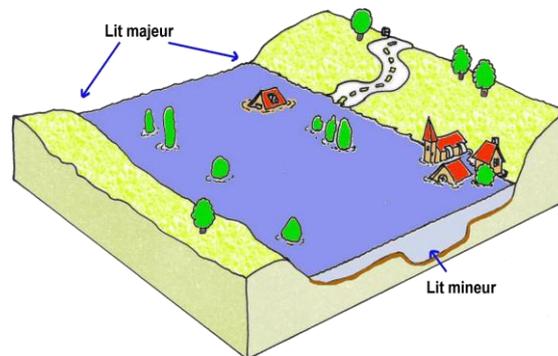
**Figure I-1:**

Inondation par remontée de nappe phréatique

- **Par stagnation d'eaux pluviales**

*Liée à une capacité insuffisante d'infiltration, d'évacuation des sols ou du réseau d'eaux pluviales lors de pluies anormales.*

*-Cruée lente sur un bassin versant à faible pente.*



**Figure I-2:** les inondations par stagnation des eaux pluviales

- **Par rupture d'ouvrages (digues, barrages, levées) :**

*Ces inondations comprennent également les inondations par rupture d'ouvrages de protection (brèches dans les digues) et les inondations dans les estuaires. Ces dernières résultent de la conjonction de la crue des fleuves, de fortes marées et de situations dépressionnaires (régime de tempête).*



**FigureI-3** : rupture d'une protection

### **I-2-3.Causes**

*Elles peuvent avoir de nombreuses causes cumulables :*

- **causes naturelles**, liées aux aléas climatiques et phénomènes météorologiques ou à un événement naturel (glissement de terrain) qui empêche l'écoulement habituel de l'
- **causes anthropiques directes** : le drainage, l'irrigation, l'imperméabilisation et la dégradation des sols, certaines pratiques agricoles intensives peuvent accélérer le ruissellement de l'eau et en limiter l'infiltration.
- **causes humaines directes** : établissements d'écluses, de barrages permettant certes la navigation et le transport fluvial, mais diminuant la pente naturelle du cours d'eau, absence de gestion et de coordination des barrages à l'approche des crues, et pour la même raison avec les mêmes effets, retenue importante du dernier bief avant évacuation vers la mer.
- **causes humaines indirectes** liées aux modifications climatiques globales (émissions de gaz à effet de serre).

### **I-2-4.Conséquences**

*Les inondations, notamment dans les pays pauvres, font souvent beaucoup de victimes et de dégât matériels. Elles sont responsables de 40 % des accidents mortels dû aux catastrophes naturelles dans le monde. Mais, dans certaines régions du globe, les inondations font partie du cycle naturel des saisons. Durant plus de deux millénaires, les crues du Nil ont fait prospérer la civilisation égyptienne et de nombreuses zones tropicales sont encore tributaires des crues annuelles et des moussons qui fertilisent et irriguent les cultures, en reconstituant des réserves d'eau pour la saison sèche.*

### **I-3. Méfaits de la submersion**

*Nous considérons ces méfaits sous deux angles, à savoir :*

*-sur un sol non encore ensemencé*

*-sur les cultures agricoles*

*Dans le cas précis de cette étude, les inondations peuvent se produire de deux manières différentes :*

*-une remontée de la nappe phréatique jusqu'à la surface du sol, empêchant toute infiltration et rendant ainsi possible l'accumulation des eaux arrivant après ce stade.*

*-des apports d'intensité supérieure à la perméabilité du sol, ce qui favorise une stagnation de l'eau.*

### **I-3-1. Méfaits des inondations sur un sol nu**

*La constitution d'un plan d'eau sur un sol aura comme premier effet de l'isoler de l'atmosphère. Cette isolation a plusieurs conséquences néfastes sur l'équilibre du sol, liées au manque d'aération.*

*-L'activité des micro-organismes, à laquelle l'oxygène est essentiel, se trouve ainsi sensiblement réduite, sinon inexistante. Freinée dans son évolution, la matière organique ne pourra plus jouer son rôle dans les phénomènes d'échanges et celui structurant du sol.*

*-Le sol gorgé d'eau perdra sa structure, et celle qui lui fait places est massive. Dans ce cas, l'expression « sol lourd » prend tout son sens : le sol devient difficile à travailler. Selon certains auteurs, la force à développer pour les labours et les façons culturales est 25 à 30% supérieure à celle qu'aurait exigée un sol dans des conditions normales.*

*-Le masse d'eau, avec un séjour plus ou moins prolongé sur le sol, peut être à l'origine d'un tassement de celui-ci.*

### **I-3-2. Méfaits des inondations sur les cultures agricoles**

*Les inondations peuvent causer d'importants dégâts sur les cultures. Tout d'abord, l'excès d'humidité dans le sol peut entraîner le pourrissement des racines. Mais avant ce stade, le manque d'aération du sol réduit considérablement ou même met fin à une fonction essentielle de la plante ; la respiration, dont on sait qu'elle se fait en majeure partie par les racines.*

*D'autre part, si on est comme dans notre cas en présence de sols lourds, avec une structure massive, les racines des jeunes pousses ont beaucoup de mal à progresser dans le sol.*

*Toutes ces contraintes sur les plantes font que la récolte obtenue est moins bonne, en quantité et en qualité. Les chutes de rendement observées dépendent du type de culture, de son stade développement et de durée de la submersion.*

*Salamin (hongrois), d'après les relevés de plusieurs chercheurs, a établi un tableau dans ce sens.*

*Comme exemple, on peut lire dans ce tableau que pour la pomme de terre, en Mars et en Avril, 30% de la récolte optimale peut être perdue en seulement 3 jours de submersion. En 7 jours de submersion pour la même culture et au même stade, 80% de la récolte est perdue.*



**FigureI-4 :** submersion d'un terrain agricole

#### **I-4. Conclusion**

En résumé, tous les arguments évoqués vont dans un même sens, celui de considérer la lutte contre la submersion des terres agricoles comme une priorité dans tout projet d'aménagement hydro-agricole où ce problème existe. En effet, le but principal dans tel projet étant d'obtenir la plus-value la plus importante tout en gardant la capacité de production du sol, des chutes de rendement importantes ne peuvent être tolérées, surtout quand on sait que les investissements consentis dans ce sens peuvent être largement et rapidement recouverts par le gain de récolte ainsi obtenu.

# Chapitre II

Présentation de la ville de  
Mecheria

## CHAP II : Présentation de la ville de Mecheria

### II-1. Introduction

*La présentation de la zone d'étude est une phase prépondérante qui consiste à la description du site des points de vue géologiques, hydrologiques, démographiques, climatiques et hydrauliques. La collecte complète des données fiables est donc nécessaire pour mener à bien le projet.*

### II-2. Situation géographique

*La ville de MECHERIA wilaya de NAAMA fait partie de la zone des **hauts plateaux**, est située à 331 Km au sud d'Oran par la route nationale (N°6) sur un plateau steppique à 1100 m au pied du Djebel ANTAR (1720 m).*

*Elle est limitée :*

- *au Nord par la commune de El Biodh.*
- *au Sud par la commune de Naama.*
- *à l'Est par la commune de Tousmouline.*
- *à l'Ouest par les communes de Mekmene Ben Amar et Ain Ben Khellil.*

#### Localisation géographique

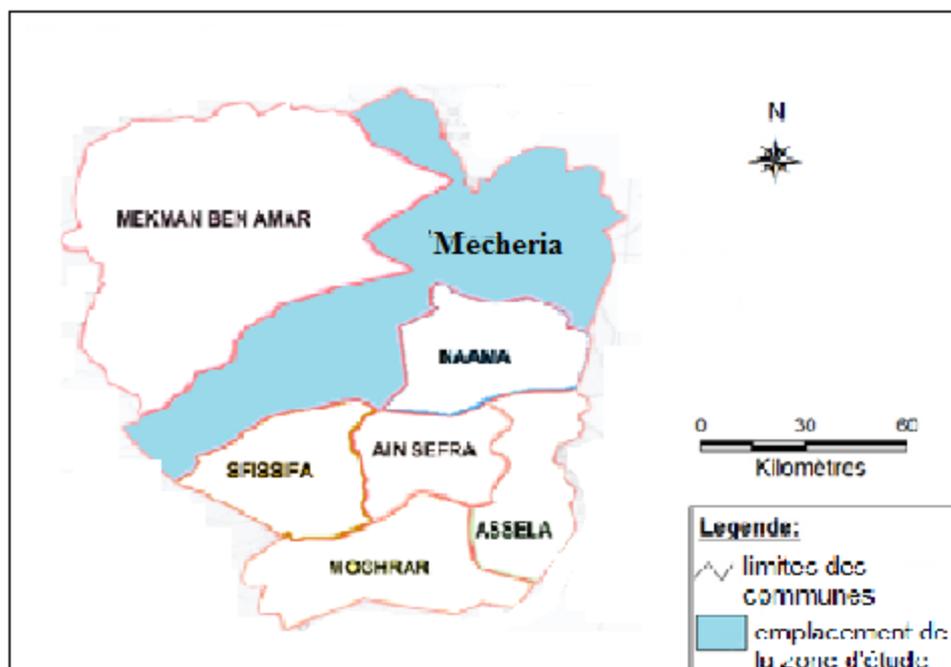


Figure II.1: Localisation géographique de la commune de Mecheria

### II-3. Situation démographique :

*Mecheria est une commune de vocation pastorale dont la population a évolué avec un rythme de croissance relativement lent (2%) depuis 1966, et ce, comparativement avec la moyenne de la wilaya ;*

*D'après le Département de Planification et d'Aménagement de Territoire (D.P.A.T) de la wilaya de Naama ; c'est une valeur constante même durant l'an 2003 jusqu'à 2025, car nous supposons que le chef-lieu connaîtra une certaine stabilité, en améliorant la périphérie du chef-lieu (agglomération secondaire et zone éparsée), en urbanisation, en équipements et infrastructures de base, et par conséquent mettre fin à l'exode rural.*

*La population de MECHERIA connaîtra une tendance dans son évolution future suivant la formule du taux d'accroissement exponentielle.*

Avec :

**P** = Population projetée ;

**P<sub>o</sub>** = Population résidente à l'année considérée comme référence ;

**n** = Nombre d'année séparant l'année de référence et l'année prise en compte ;

**T** = taux d'accroissement ;

*Sur la base du taux d'accroissement recommandé ultérieurement, l'évolution et la structure par âge et par sexe de la population de MECHERIA se situe de la manière suivante :*

$$P = P_o (1+T)^n$$

**Tableau II-1:** Evolution de la population future

Années	A.C.L	Taux d'Acc %
2003	59600	2.00
2012	71240	2.00
2017	80000	2.00
2025	92000	2.00

Source d'information: A.P.C

**TableauII-2 :** Structure de la population par âge et par sexe :

Tranches d'âge	Masculin	Féminin	Total	Masculin	Féminin	Total
----------------	----------	---------	-------	----------	---------	-------

(Ans)	Pop.	%	Pop.	Pop.	%	Pop.
0 – 4	643	9.2	587	8.4	1230	17.6
5 – 9	650	9.3	515	7.37	1165	16.67
10 – 14	548	7.84	547	7.83	1095	15.67
15 – 19	308	4.41	301	4.31	609	8.72
20 - 24	279	3.99	371	5.31	650	9.3
25 – 29	144	2.06	258	3.69	402	5.75
30 – 34	204	2.92	207	2.96	41	5.88
35 – 39	132	1.89	155	2.21	287	4.1
40 – 44	133	1.90	133	1.90	266	3.8
45 – 49	126	1.80	110	1.57	236	3.37
50 – 54	84	1.20	36	0.51	120	1.71
55 – 59	60	0.85	58	0.83	118	1.68
60 - 64	50	0.71	60	0.85	110	1.56
65 et plus	192	2.74	91	1.30	283	4.04
Total	3553	50.81	3429	49.04	6982	100

**Source d'information:** A.P.C de Mecheria (2011).

- \* cette étude statistique est faite seulement pour un échantillon de la population de la daïra de Mecheria.

## II-4. Situation géologique

*La région exploré est limitée au nord-ouest par Djebel Antar, au Sud-est par l'anticlinal de Horchaia qui se prolonge vers l'anticlinal de Touajeur.*

*L'anticlinal de Djebel Antar est constitué par des dolomies et des calcaires dolomitiques très dures et très compacts .*

*Les terrains de MECHERIA se situent dans la partie occidentale des hauts plateaux, ces terrains se caractérisent par une structure à deux étages :*

- *Un Mésozoïque (Jurassique - Crétacé) fortement plissé à la base.*
- *Un étage présenté par la puissante formation Néogène-Quaternaire, des couches presque horizontales au sommet.*

*Après les formations de base qui sont plissées, il y a un arrêt (une période de transgression) c'est la transgression Néogène- Pliocène.*

*Du néogène observe sur tout le territoire, du sable brun à grains fins avec des bancs d'argiles et calcaires lacustres. Dans certains points l'épaisseur du Néogène est de 250 m a 260 m ; les*

dépôts Quaternaires sont présentés par des limons bruns avec une forte croûte calcaire d'origine chimique (Carapace calcaire)

## II-5. Relief

*Le relief de la région de MECHERIA appartient aux Hauts plateaux entre l'Atlas tellien et l'atlas saharien, caractérisée par les monts comme celles des Ksour et par les forêts de chêne, pins d'Alep, Alfa.*

## II-6. Situation climatique

*Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère, l'humidité, la pluie, la température, le vent...etc. C'est l'élément naturel sur lequel l'homme n'aucune influence directe à l'exception de cas particuliers tels que les irrigations par exemple.*

*C'est un facteur déterminant pour le développement des plantes, de la formation et de l'évolution des sols. Ces principales composantes ont une influence importante sur l'érosion (Jacques Gréco, 1966).*

*Le climat est un phénomène complexe. Son influence sur les rendements des cultures et la réussite d'un aménagement de l'environnement n'est pas à démontrer.*

*Au niveau du territoire national, on distingue quatre grandes zones climatiques entre ses deux limites extrêmes (La mer et le désert) :*

- \* La zone littorale : Au climat chaud et humide. Elle s'étend du niveau de la mer jusqu'à 100 m d'altitude.*
- \* La zone des montagnes telliennes : Elle est tempérée sur ses versants Nord et froide et fraîche sur les versants Sud et en altitude.*
- \* La zone des hauts plateaux et des hautes plaines : Elle est sèche et aride. Elle est caractérisée par des extrêmes, et y est marquée par des froids rigoureux et des chaleurs excessives.*
- \* La zone saharienne : Elle se distingue par des pluies rares et irrégulières.*

*Les données climatiques sur la zone d'étude sont relevées à partir des enregistrements au niveau des deux stations de la wilaya de Naama ; Naama et Mecheria. Le tableau suivant représente les caractéristiques des stations citées précédemment.*

**Tableau II-3** : les caractéristiques des stations

Caractéristiques	Altitude	Longitude	Latitude	Période	Précipitation	M	m
------------------	----------	-----------	----------	---------	---------------	---	---

Stations	(m)	Degrés(°)	Degrés(°)	(Année)	(mm)	(°C)	(°C)
Mecheria	1149	00°16'W	33°33'N	1991-2011	255.59	36.4	2.5
Naama	1166	00°18'W	33°16'N	1991-2011	230.3	35.9	1.1

**Source :** centre climatologique nationale Dar El Beida (résumé annuel du temps en Algérie).

*N.B :* \* Précipitations moyennes annuelles

\* *M (°C) :* Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud.

\* *m (°C) :* Moyennes des températures minimales du mois le plus froid.

### **A. Pluviométrie :**

*La pluviométrie est parmi les principales composantes du climat qui contribue à la désertification des zones arides. En fait l'aridité est une conséquence d'un déficit de précipitation par rapport à l'évapotranspiration durant une période plus ou moins longue de l'année.*

**Tableau II-4 :** Moyenne des précipitations mensuelles (mm) des deux stations météorologiques :

mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	P(mm) année
Mecheria	17.6	37.5	57.5	21.2	15.7	13.2	7.0	7.0	23.2	21.0	20.5	14.7	255.6
Naama	11.7	19.7	52.5	15.3	10.5	17.6	4.6	12.5	21.8	33.8	20.4	10.0	230.3

**Source :** centre climatologique nationale Dar El Beida (résumé annuel du temps en Algérie).

Pour la station de Mecheria : La période d'observation : 1991-2011

Pour la station de Naama : La période d'observation : 1991 -2011

➤ Pluviométrie hivernale : (Décembre, Janvier, Février) :

Mecheria : 69,8 mm

Naama : 41,4mm

➤ Pluviométrie printanière ( Mars, Avril, Mai) :

Mecheria : 94,4mm

Naama : 78,3 mm

➤ Pluviométrie estivale (Juin, Juillet, Août) :

Mecheria : 27.2 mm

Naama : 34,7 mm

➤ Pluviométrie automnale (Spt., Oct., Nov.) :

Mecheria : 64,7 mm

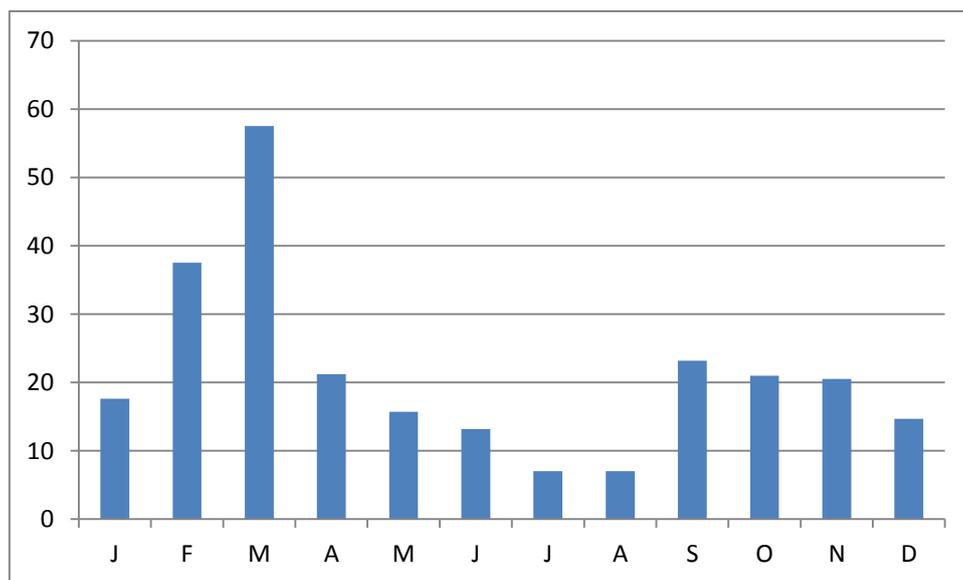
Naama : 76 mm

*La répartition saisonnière des pluies est marquée pour la station de Mecheria par les prédominances des pluies de printemps et d'hiver, et les pluies d'automne sont aussi importants, par contre, on remarque une prédominance des pluies de printemps et d'automne pour la station de Naama et une baisse de pluie hivernale.*

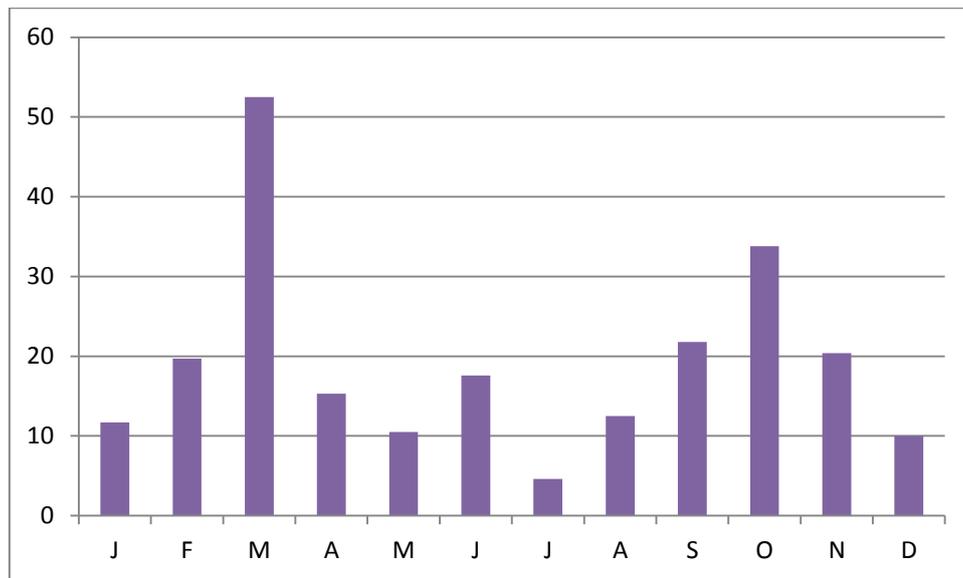
*\* On observe aussi une baisse nette des pluies estivales pour les deux stations.*

*Annuellement la région de Mecheria reçoit environ 256 mm de pluie par an, et la région de Naama 230 mm/an.*

#### Les précipitations moyennes mensuelles :



**FigureII-2 : Station de Mecheria (1991 – 2011)**



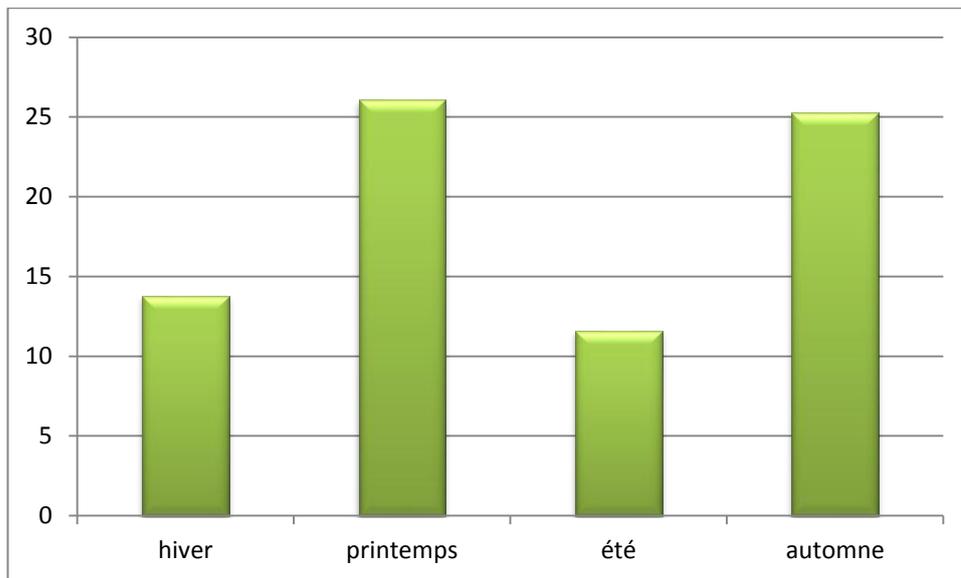
**Figure II-3 : Station de Naama (1991 - 2011)**

**Tableau II-5 : Moyennes saisonnières des précipitations des deux stations : (mm)**

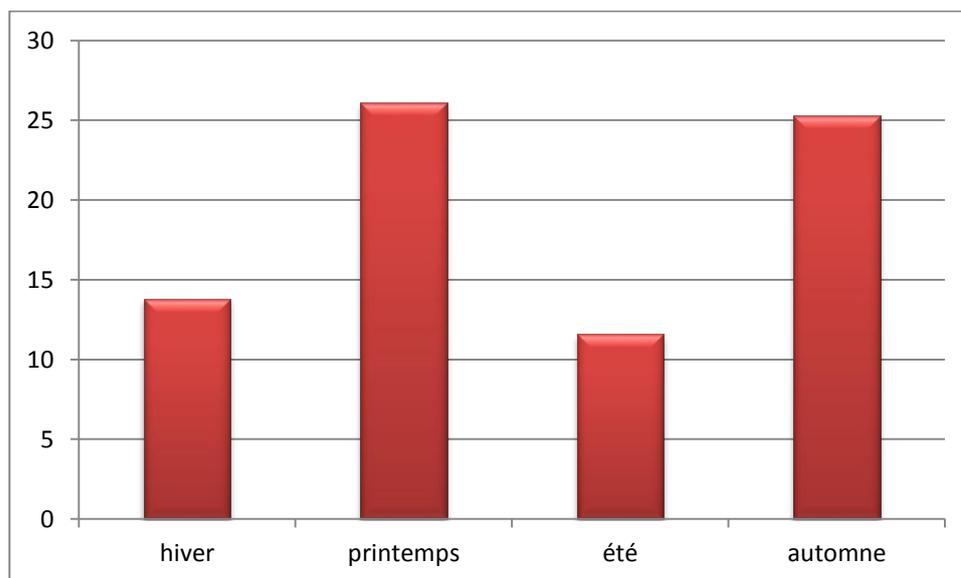
Station	Période	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Mecheria	1991-2011	23.3	31.5	9	21.6
Naama	1991-2011	13.8	26.1	11.6	25.3

Notre zone d'étude est caractérisée par des précipitations faibles et irrégulières. La répartition est souvent capricieuse.

Les précipitations moyennes saisonnières :



**Figure II-4 : Station de Mecheria**



**Figure II-5 Station de Naama**

## **B. La température**

*La température, est le second facteur constitutif du climat influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (Greco., 1966).*

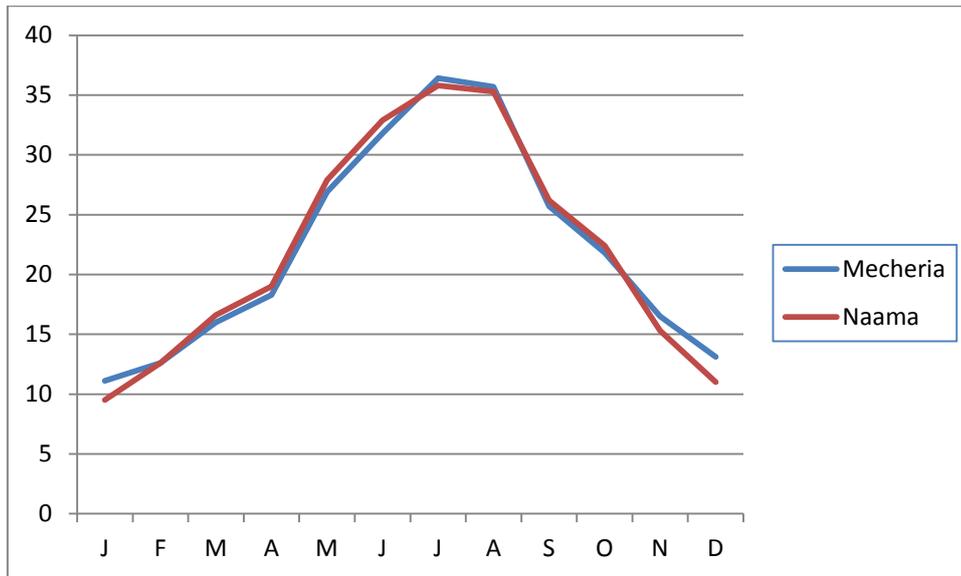
*Seules les valeurs ayant une signification biologique sont prises en considération : Températures moyennes mensuelles, moyennes des maximales du mois le plus chaud (M), moyennes des minima du mois le plus froid (m), et l'amplitude thermique (M -m), toutes valeurs ces sont regroupées dans le tableau suivant :*

**Tableau II-6** Données des températures des stations de Mecheria et Naama

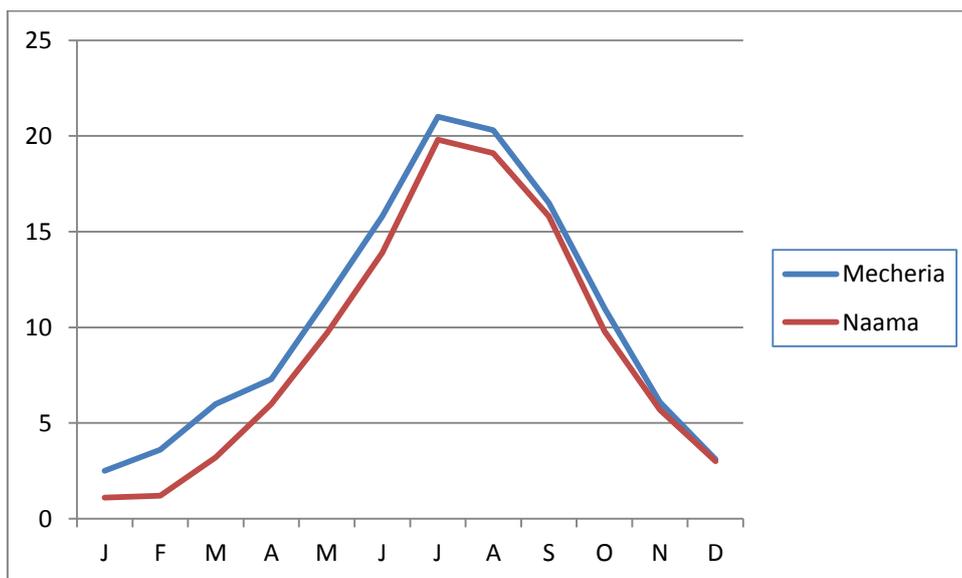
STATION	MECHERIA			NAAMA		
	1991 – 2011			1991 - 2011		
Paramètre Mois	M°C	m°C	(M+m)/2	M°C	m°C	(M+m)/2
Janvier	11.1	2.5	6.8	9.5	1.1	5.3
Février	12.6	3.6	8.1	12.6	1.2	6.9
Mars	16.0	6.0	11.0	16.6	3.2	9.9
Avril	18.3	7.3	12.8	19.0	6.0	12.5
Mai	26.9	11.5	19.2	27.9	9.7	18.8
Juin	31.8	15.8	23.8	32.9	13.9	23.4
Juillet	36.4	21.0	28.7	35.8	19.8	27.8
Août	35.7	20.3	28.0	35.3	19.1	27.2
Septembre	25.7	16.5	21.1	26.2	15.8	21.0
Octobre	21.8	11.0	16.4	22.4	9.8	16.1
Novembre	16.5	6.1	11.3	15.3	5.7	10.5
Décembre	13.1	3.1	8.1	11.0	3.0	7.0
Moyenne	22.1	10.3	16.2	22.0	9.0	15.5

SOURCE : O.N.M (Office National de la Météorologie de NAAMA).

- À partir des valeurs notées dans le tableau précédent on trace les graphes des températures maximales ; minimales pour Mecheria et Naama.



**FigureII-6 :** Courbe des températures maximales mensuelles



**Figure II-7 :** Courbe des températures minimales mensuelles

### **C. Vent**

*Les vents jouent un rôle important car ils conditionnent le choix de l'orientation géographique du site d'implantation. En effet, leurs directions, leurs intensités, et leurs fréquences interviennent dans la propagation des poussières lors de la phase de construction de la station d'épuration et des odeurs lors de la phase d'exploitation de la station d'épuration.*

*Il s'agit d'un facteur important dans l'élaboration du système de protection de la station d'épuration, car le vent se détermine par sa vitesse et sa direction.*

*Les vents d'hiver soufflent de direction Nord et Nord-Ouest tandis que ceux d'été et d'automne sont de directions inverses. Ils sont chauds et secs. Ces derniers sont responsables par leur action de dessiccation et d'accroissement de l'évaporation associée à la sécheresse estivale très prononcée et prolongée au niveau de la région provoquant ainsi une dégradation de la végétation.*

**Tableau II-7:** Vitesses mensuelles du vent, exprimées en *m/s*

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mo y.
V <sub>moy</sub> (m/s)	3,5	3,44	3,43	4,14	3,69	4,08	3,7	3,91	3,79	3,35	3,85	3,86	3,8

Source : O.N.M. carte des vents de l'Algérie valorisation (1999) 209-214 N.

## **D. Gelées**

**Tableau II-8 :** Occurrence des gelées en année moyenne

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
jours	0.3	0.1	0.0	0.0	12.0	8.5	2.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	23.6

Source : ONM- Station de Mecheria

*C'est en janvier et février que l'on registres le maximum de jours de gelées, où leurs fréquences est légèrement supérieure à 20 jours durant ces deux mois.*

*Les maximums d'apparition de ce phénomène sont relevés pendant la fin des mois d'hiver avec presque 10 jours en cette période de l'année.*

## **II-5. Les ressources en eau**

*L'hydrologie de la wilaya de Naama est fortement conditionnée par la topographie et la nature du relief caractérise par une dissymétrie entre le flanc nord et sud. Les eaux superficielles sont temporaires et circulent en direction de deux bassins fermés, le chott El Gharbi à l'ouest et le chott Chergui à l'est. La circulation des eaux superficielles obéit à une orientation générale du sud-est au nord-est.*

*La présence de l'eau dans le sol liée à la nature des formations lithologiques. Le périmètre du projet est constitué de faciès argileux et gypseux susceptible d'emmagasiner des nappes d'eau.*

## **II-6. Réseau hydrographique**

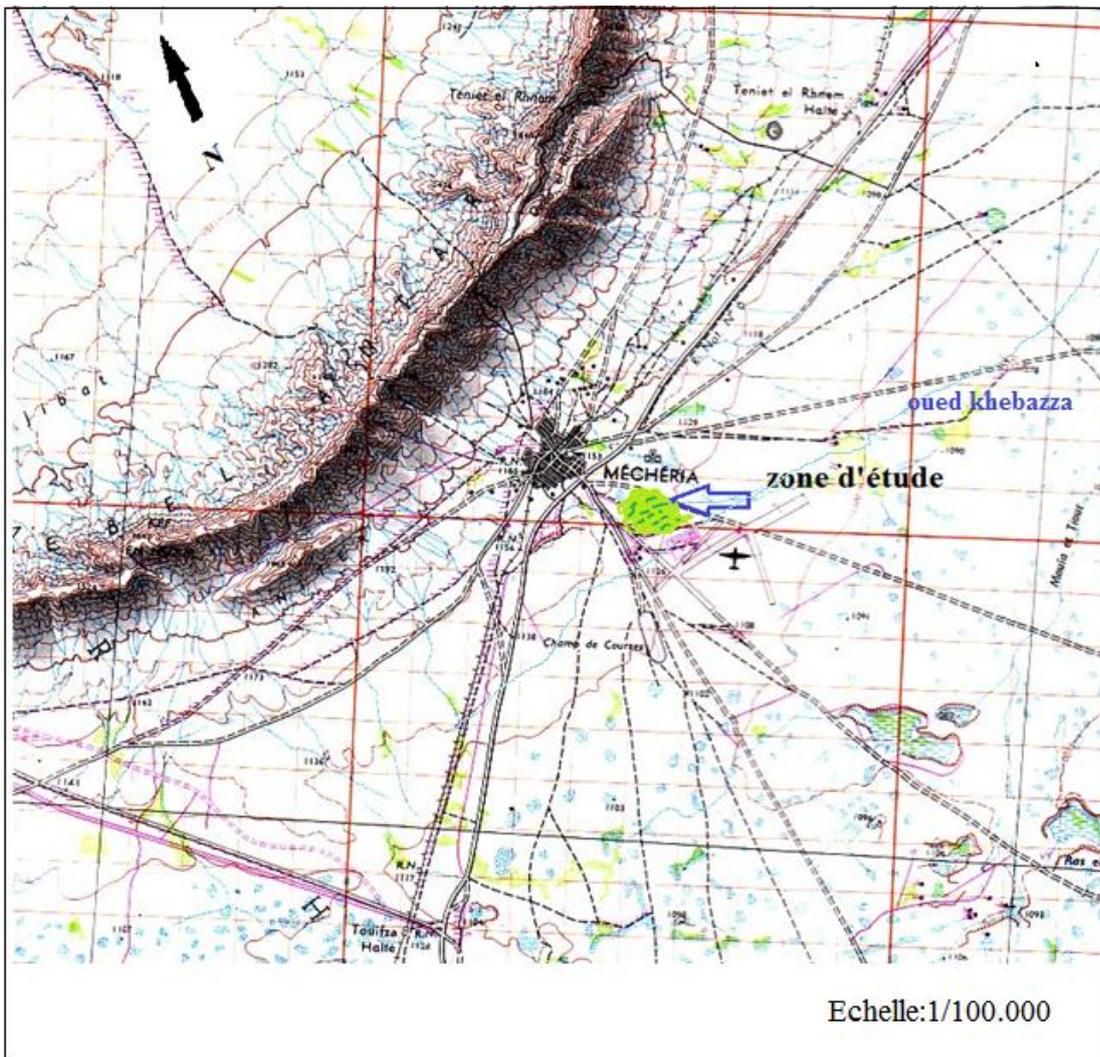
*Le réseau hydrographique est défini comme étant l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels, permanents ou temporaires, qui participent à l'écoulement. C'est l'une des caractéristiques les plus importantes du bassin.*

### Description :

*-Il s'agit d'un bassin versant de très faible importance (environ 11 KM<sup>2</sup>) traversé par 15 Chaabats avec une très forte pente (soit plus de 30% par endroit).*

*- Le bassin versant est dénudé, ce qui favorise le ruissellement par rapport à l'infiltration d'autant plus qu'il s'agit de terrain peu perméable.*

*-La forte pente des Chaabats va générer une vitesse d'écoulement des eaux assez importante et par conséquent une convergence très rapide des écoulements d'eau des Chaabats vers le tissu urbain et les terrains agricoles.*



**Figure 1 :** Situation de la zone d'étude

## II-7. Conclusion

*La lecture des données climatiques, géologiques et hydrographiques, nous permet de décrire la ville de Mecheria en gros et fait ressortir qu'après la protection faite au niveau de la ville, les terrains agricoles sont sujettes au déversement des eaux pluviales en cas de crues et en périodes pluvieuses. L'étude de l'aménagement dans les chapitres suivants a pour objectif l'évacuation de ces eaux pluviales.*

# Chapitre III

Etude hydrologique

### **III-1. Introduction**

L'étude hydrologique est une étape importante dans tout projet de protection contre les inondations. Le but est de mettre en évidence les paramètres hydrologiques du cours d'eau principal tels que les débits des crues, les apports du bassin versant (apports liquides et solides) qui constituent la base de dimensionnement des ouvrages constituant l'aménagement.

Celle-ci a pour but de déterminer les caractéristiques hydrologiques nécessaires à l'étude hydrotechnique prochaine de l'aménagement d'une protection des terrains agricoles de Mecheria.

### **III-2. Caractéristiques physiques et hydrographiques <sup>[3]</sup>**

#### **III-2-1.Situation**

La zone d'étude se situe dans le périmètre communal de la commune de Mecheria.

#### **III-2-2.La surface**

La superficie du bassin versant a été planimétrie sur la carte topographique de Mecheria à l'échelle : 1/100.000.

#### **III-2-3.Périmètre**

Le périmètre du bassin versant est obtenu directement à l'aide d'un curvimètre sur la même carte et à la même échelle.

#### **III-2-4.Longueur du thalweg principal :**

Mesurer au curvimètre, L=6 km.

#### **III-2-5.La forme**

Deux caractéristiques de forme nous intéressent :

##### **III-2-5-1. L'indice de compacité de Horton, KH**

L'indice de compacité de Horton exprime le rapport de la largeur moyenne du bassin versant à la longueur du cours d'eau principal.

Il se calcule par la relation :

$$k_H = \frac{S}{L^2}$$

S = l'aire totale du bassin de drainage (km<sup>2</sup>);

L = longueur du cours d'eau principal (km).

### III-2-5-2. L'indice de compacité de Gravelius, $K_C$

L'indice de compacité est un coefficient exprimant la forme du bassin versant, il est donné par la formule suivante:

$$K_C = \frac{0.28P}{\sqrt{S}}$$

P : Périmètre du bassin versant.

S : surface du bassin versant.

Donc l'indice de compacité trouvé est nettement supérieur à 1 donc notre bassin est allongé.

### III-2-6. Rectangle équivalent

Les dimensions du rectangle équivalent sont déterminées par les formules suivantes (ROCHE, 1963) :

**La longueur L :**

$$L = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} \left[ 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

**La largeur l :**

$$l = \frac{K_c \sqrt{S}}{1,12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1,12}{K_c} \right)^2} \right]$$

Avec :

KG : Indice de compacité de Gravelius,

S : Superficie du bassin versant en km,

L : Longueur du rectangle équivalent en km,

l : Largeur du rectangle équivalent en km.

### III-2-7. Coefficient d'allongement

Ce coefficient est obtenu par la relation :

$$Ca = L^2 / S$$

L : la longueur du talweg principal

S : la superficie du bassin versant.

### III-2-8. Etude de relief

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

#### III-2-8-1. Répartition et courbe hypsométrique

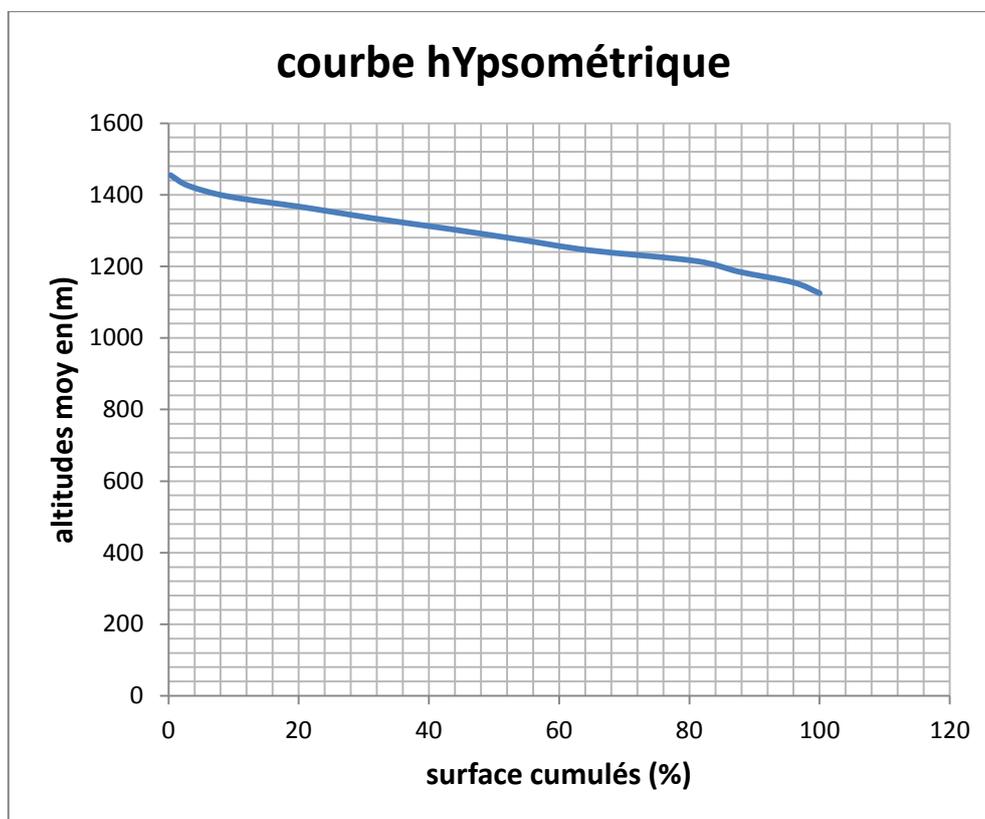
La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin, donc du relief. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude. Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de surface) du bassin qui se trouve au-dessus (ou au-dessous) 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.

**Tableau III.1 : Caractéristiques du bassin versant de Mecheria**

<i>Tranche d'altitude (m)</i>	<b>Surface partielle <math>S_i</math></b>	<b>Surfaces cumulées (Km<sup>2</sup>)</b>	
		<b>Surfaces cumulées <math>\sum S_i</math></b>	<b>Pourcentage cumulé <math>S_i/S_T(\%)</math></b>
<b>1470-1440</b>	<b>0.032</b>	<b>0.032</b>	<b>0.3</b>
<b>1440-1410</b>	<b>0.31</b>	<b>0.342</b>	<b>3.11</b>
<b>1410-1380</b>	<b>0.68</b>	<b>1.022</b>	<b>9.29</b>
<b>1380-1350</b>	<b>1.27</b>	<b>2.29</b>	<b>20.82</b>
<b>1350-1320</b>	<b>1.14</b>	<b>3.43</b>	<b>31.18</b>

<b>1320-1290</b>	<b>1.3</b>	<b>4.73</b>	<b>43.0</b>
<b>1290-1260</b>	<b>1.204</b>	<b>5.93</b>	<b>53.91</b>
<b>1260-1230</b>	<b>1.18</b>	<b>7.11</b>	<b>64.63</b>
<b>1230-1200</b>	<b>1.8</b>	<b>8.91</b>	<b>81.0</b>
<b>1200-1170</b>	<b>0.73</b>	<b>9.64</b>	<b>87.64</b>
<b>1170-1140</b>	<b>0.92</b>	<b>10.56</b>	<b>96.0</b>
<b>1140-1110</b>	<b>0.44</b>	<b>11</b>	<b>100</b>



*Figure III .1: Courbe hypsométrique du bassin versant de Mecheria*

### III-2-8-2. Les altitudes caractéristiques

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 bas (généralement à l'exutoire).
- L'altitude médiane ou  $H_{50\%}$  est déterminée sur la courbe hypsométrique.

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

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

Les résultats des paramètres du relief du bassin versant de la région d'étude sont résumés dans le tableau suivant :

**Tableau III.2:** Calcul de l'altitude moyenne et des surfaces partielles

Tranche d'altitude	Surface entre courbe(Km <sup>2</sup> )		Surfaces cumulées(Km <sup>2</sup> )		Elévation Moyenne $H_i$	$H_i \times S_i$
	Surface partielle $S_i$	Pourcentage partiel $S_i/S_T(\%)$	Surfaces cumulées $\sum S_i$	Pourcentage cumulé $S_i/S_T(\%)$		
1470-1440	0.032	0.29	0.032	0.3	1455	46.56
1440-1410	0.31	2.82	0.342	3.11	1425	441.75
1410-1380	0.68	6.18	1.022	9.29	1395	948.6
1380-1350	1.27	11.54	2.29	20.82	1365	1733.55
1350-1320	1.14	10.36	3.43	31.18	1335	1521.9
1320-1290	1.3	11.82	4.73	43.0	1305	1696.5
1290-1260	1.204	10.95	5.93	53.91	1275	1535.1
1260-1230	1.18	10.73	7.11	64.63	1245	1469.1
1230-1200	1.8	16.36	8.91	81.0	1215	2178
1200-1170	0.73	6.63	9.64	87.64	1185	865.05
1170-1140	0.92	8.36	10.56	96.0	1155	1062.6
1140-1110	0.44	4.0	11	100	1125	495
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</b>				<b>13993.71</b>

➔  $H_{moy} = 13993.71 / 11 = 1272.15$

### III-2-8-3. Indice de pente globale (Ig)

Les altitudes correspondantes sont lues la courbe hypsométrique .Il et 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)

#### III-2-8-4. Pente moyenne du bassin versant

Elle est donnée par la formule suivante :

$$I_m = \frac{\Delta H.(0,5l_1 + l_2 + l_3 + \dots + 0,5l_n)}{S} = 32.72\%$$

#### III-2-9. Le réseau d'écoulement

Le réseau hydrographique (réseau d'écoulement) 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 l'une des caractéristiques les plus importantes du bassin. Le réseau hydrographique peut prendre une multitude de formes.

##### III-2-9-1. La densité de drainage

Elle est donnée par la formule suivante :

$$D_d = \frac{\sum Li}{S} = 2.44$$

##### III-2-9-2 La pente moyenne du cours d'eau principale IC

Elle est donnée par la formule suivante :

$$I_C = \frac{\Delta H}{\Delta L} = 3.7(m/m)$$

##### III-2-9-3 Le temps de concentration

Le temps de concentration  $T_C$  des eaux sur un bassin versant se définit comme le maximum de 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 se ruisselle.
- $T_r$  : Temps de ruissellement ou d'écoulement c'est le temps qui correspond à la durée d'écoulement de l'eau à la surface ou dans les premiers horizons de sol jusqu'à un système de collecte (cours d'eau naturel, collecteur).
- $T_a$  : Temps d'acheminement c'est le temps mis par l'eau pour se déplacer dans le système de collecte jusqu'à l'exutoire.

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

$$T_C = \max. \left[ \sum (T_h + T_r + T_a) \right]$$

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 de mesures sur le terrain ou s'estimer à l'aide des formules empiriques suivantes :

**a) Formule de GIANDOTTI**

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{\text{moy}} - H_{\text{min}}}}$$

**Avec :**

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

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

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

**b) Formule de KIRPICH**

$$T_c = \left( \frac{0.87 \cdot L}{H_{\text{max}} - H_{\text{min}}} \right)^{0.386}$$

**D'où :**

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

$H_{\text{max}}$  ;  $H_{\text{min}}$  : respectivement la hauteur maximale et minimale du BV en [m].

c) *Formule de TEMEZ :*

$$T_c = 0,3 \left[ \frac{L}{I^{1/4}} \right]^{0,76}$$

*I* : Pente moyenne du thalweg principal (m/m)

*L* : Longueur du thalweg principal (km)

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau suivant :

*Tableau III.3: Les temps de concentration*

<b>FORMULES</b>	<b><i>T<sub>c</sub></i></b>
<i>GIANDOTTI</i>	<i>0,10</i>
<i>TEMEZ</i>	<i>0,43</i>
<i>KIRPICH</i>	<i>2,80</i>

*Commentaire :*

On prend la valeur de KIRPICH puisque elle est la valeur la plus grande, pour des raisons de sécurité.

#### **III-2-9-4. Vitesse moyenne de ruissellement**

Cette vitesse est donnée par la formule :

$$V_R = \frac{L}{T_c} = 2.14(km/h)$$

Le tableau ci-dessous présente les différents paramètres hydromorphométriques des deux sous bassins versants de la zone d'étude.

*Tableau III.4: Récapitulatif des paramètres hydromorphométriques*

du bassin versant de la zone d'étude

<b>CARACTERISTIQUES</b>	<b>BV</b>
<b>1- Morphométrie</b>	
<i>Surfaces</i> (Km <sup>2</sup> )	11
<i>Périmètres</i> (Km)	17.75
<i>Longueurs de R-E</i> (Km)	7.40
<i>Largeurs de R-E</i> (Km)	1.47
<i>Indice de compacité de Horton (KH)</i>	0.31
<i>Indice de compacité de Gravelius (Kc)</i>	1.50
<i>Coefficient d'allongement (Ca)</i>	3.27
<b>2- Les reliefs</b>	
• <i>Les altitudes caractéristiques</i>	
<i>Altitudes max</i> (m)	1470
<i>Altitudes moy</i> (m)	1272.15
<i>Altitudes min</i> (m)	1110
<b>3- Le réseau hydrographique</b>	
<i>Densité de drainage Dd</i> (Km/Km <sup>2</sup> )	2.44
<i>Longueurs du talweg principal</i> (Km)	6.0
<i>Pente moyenne de bassin versant (%)</i>	2.07
<i>Pente moyenne du cours d'eau principal (m/m)</i>	3.7
<i>Indice de pente globale ( Ig )</i>	9.14
<i>Temps de concentration</i> (h)	2.80
<i>Vitesse moyenne ruissellement</i> (Km/h)	2.14

### III-3. Caractéristiques Climatiques

#### III -3-1. Climat

*La région est caractérisée par un climat sec et aride.*

*La température moyenne est de 17°C.*

*La température maximale  $T_{max}$  = 36.4°C (Aout).*

*La température minimale  $T_{min}$  = 2.2°C (janvier).*

#### III-3-2. La Pluviométrie

##### Stations et données disponibles :

*Dans le bassin versant de Mecheria, se trouve une station d'enregistrement.*

*L'étude de précipitations s'appuiera donc sur les données observées au niveau de cette station, ses caractéristiques sont les suivantes :*

**Tableau III.5 : Caractéristiques De Station Pluviométrique**

<i>Nom de la station</i>	<i>Altitude (m)</i>	<i>Longitude Degrés(°)</i>	<i>Latitude Degrés(°)</i>	<i>P (mm)</i>	<i>b</i>
<i>Mecheria</i>	1149	00°16'W	33°33'N	255.60	0.35

Où :

- *P : Pluie moyenne annuelle mm.*
- *b : Exposant climatique de la région.*

**Tableau : III.6 : Des pluviométries maximal -station de Mecheria**

N	année	Pluie journalière max (mm)
01	1978	18.8
02	1979	24.2
03	1980	31
04	1981	24
05	1982	33.8
06	1983	18.1
07	1984	14.8
08	1985	53.8
09	1986	26.7
10	1987	19.8
11	1988	36.4
12	1989	20.7
13	1990	28.9
14	1991	51.5
15	1992	42.8
16	1993	18.8
17	1994	22.6
18	1995	28.5
19	1996	38.5
20	1997	26
21	1998	24.2
22	1999	70.4
23	2000	24.5
24	2001	22
25	2002	53
26	2003	38.4
27	2004	32.5
28	2005	43.5
29	2006	45.8
30	2007	32.1
31	2008	31.5
32	2009	47.7
33	2010	34.1
35	2011	54.7

### III -4.Choix de la loi d'ajustement <sup>[7]</sup>

*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.*

Les lois d'ajustement sont nombreuses et le choix d'une se fait d'abord par un ajustement graphique ensuite par un test de dispersion.

L'ajustement des pluies maximales journalières sera traiter par le logiciel "HYFRAN". On a utilisé les deux lois suivantes :

"

1)-la loi de *GUMBEL*

2)-la loi de *GALTON (log-normal)*.

Les graphes des ajustements :

### III -4-1.Ajustement par loi de Gumbel :

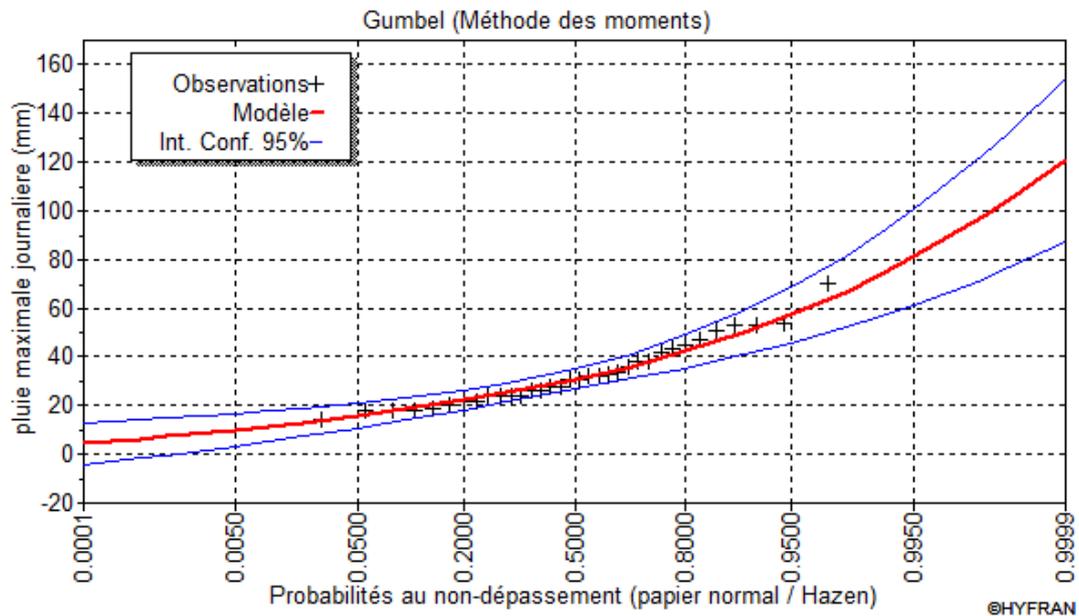
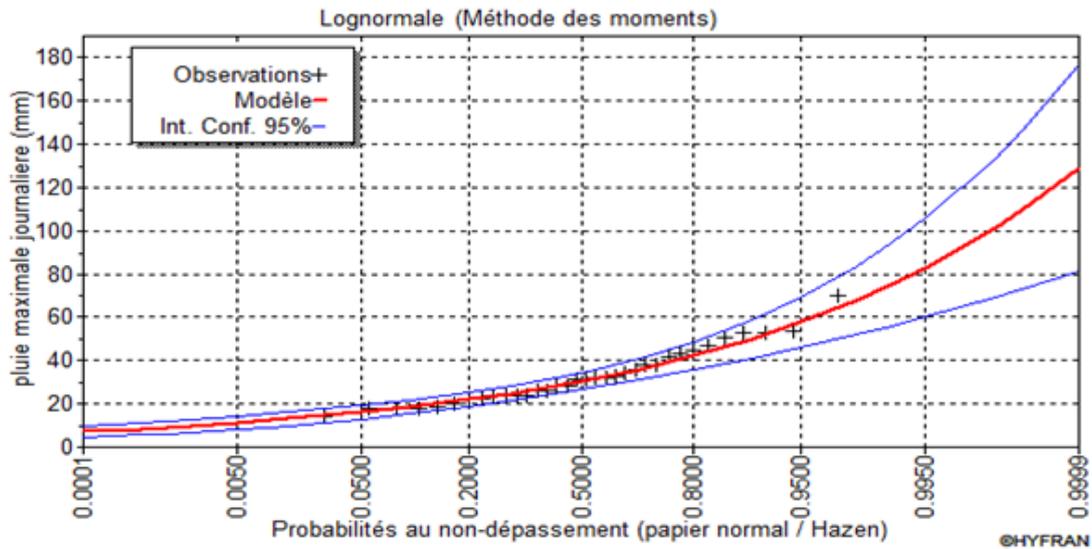


Figure III.2: ajustement de la loi de GAMBEL

### III -4-2.Ajustement par loi de Galton (Log -Normal) :



**Figure III.3:** ajustement de la loi de Galton

*La comparaison des deux graphes obtenus par le logiciel " HYFRAN" permet de choisir la loi de Galton.*

**Quantiles :**

$q = F(X)$  (probabilité au non dépassement)

$T = 1 / (1-q)$

*Log normale (Maximum de vraisemblance)*

**Tableau III.7:** résultat de l'ajustement à la loi de GALTON.

<i>Période de retour (ans)</i>	<i>Probabilité (q)</i>	<i>P<sub>max j p%</sub>(mm)</i>	<i>Ecart type</i>	<i>Intervalle de confiance 95%</i>
1000	0.9990	101	13,3	69,1-133
100	0.9900	75.2	13,3	56,2-94,3
50	0.9800	67.7	13,3	52,0-83,4
20	0.9500	57.8	13,3	46,1-69,4
10	0.9000	50.2	13,3	41,3-59,1
5	0.8000	42.3	13,3	35.9-48,8

### III-4-3. Pluies de courte durée :

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

$$P_{ct} = P_{\max, j} \left( \frac{t}{24} \right)^b$$

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

$$I_t = \frac{P_{ct}}{t}$$

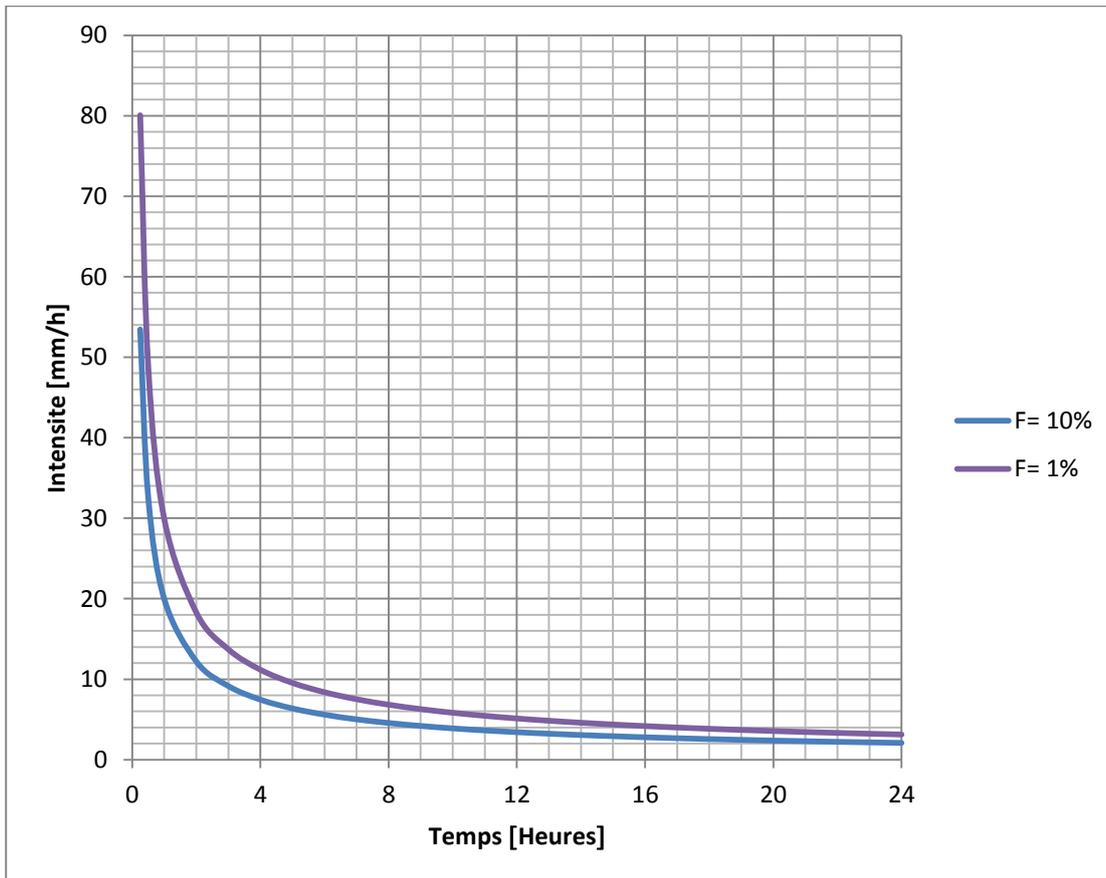
Les précipitations et les intensités maximales pour différentes durées sont représentées au tableau suivant :

L'ajustement nous a permis d'avoir les résultats regroupés dans le tableau III.9 :

**Tableau III.8:** Pluies et intensités maximales de durée  $t$  (h) et de période retour

<i>Période de</i>	<i>100</i>	<i>50</i>	<i>20</i>	<i>10</i>	<i>5</i>

<b>Retour</b>										
<b>T(h)</b>	<b>Pct (mm)</b>	<b>It (mm /h)</b>	<b>Pc t(mm)</b>	<b>It (mm /h)</b>						
0,25	20,02	80,06	18,02	72,08	15,38	61,54	13,36	53,44	11,26	45,03
0,5	24,47	48,94	22,03	44,06	18,81	37,62	16,34	32,67	13,77	27,53
1	29,92	29,92	26,94	26,94	23,00	23,00	19,97	19,97	16,83	16,83
2	36,58	18,29	32,93	16,47	28,12	14,06	24,42	12,21	20,58	10,29
3	41,15	13,72	37,04	12,35	31,63	10,54	27,47	9,16	23,14	7,71
4	44,73	11,18	40,26	10,07	34,38	8,59	29,86	7,46	25,16	6,29
5	47,72	9,54	42,96	8,59	36,67	7,33	31,85	6,37	26,84	5,37
6	50,31	8,38	45,29	7,55	38,67	6,44	33,58	5,60	28,30	4,72
7	52,61	7,52	47,36	6,77	40,43	5,78	35,12	5,02	29,59	4,23
8	54,68	6,84	49,23	6,15	42,03	5,25	36,50	4,56	30,76	3,84
9	56,58	6,29	50,94	5,66	43,49	4,83	37,77	4,20	31,83	3,54
10	58,34	5,83	52,52	5,25	44,84	4,48	38,94	3,89	32,82	3,28
11	59,97	5,45	53,99	4,91	46,10	4,19	40,04	3,64	33,74	3,07
12	61,51	5,13	55,37	4,61	47,27	3,94	41,06	3,42	34,60	2,88
13	62,95	4,84	56,67	4,36	48,38	3,72	42,02	3,23	35,41	2,72
14	64,32	4,59	57,90	4,14	49,44	3,53	42,94	3,07	36,18	2,58
15	65,62	4,37	59,07	3,94	50,44	3,36	43,80	2,92	36,91	2,46
16	66,86	4,18	60,19	3,76	51,39	3,21	44,63	2,79	37,61	2,35
17	68,04	4,00	61,26	3,60	52,30	3,08	45,42	2,67	38,27	2,25
18	69,18	3,84	62,28	3,46	53,17	2,95	46,18	2,57	38,91	2,16
19	70,27	3,70	63,27	3,33	54,01	2,84	46,91	2,47	39,53	2,08
20	71,33	3,57	64,21	3,21	54,82	2,74	47,61	2,38	40,12	2,01
21	72,34	3,44	65,13	3,10	55,60	2,65	48,29	2,30	40,69	1,94
22	73,33	3,33	66,01	3,00	56,36	2,56	48,95	2,22	41,25	1,87
23	74,28	3,23	66,87	2,91	57,09	2,48	49,58	2,16	41,78	1,82
24	75,20	3,13	67,70	2,82	57,80	2,41	50,20	2,09	42,30	1,76



**Figure III.4:** Courbes intensité-durée-fréquence.

### III-5. Les apports

#### III-5-1. Apports liquides

##### III-5-1-1. Apport moyen interannuel ( $A_0$ )

A défaut de toute donnée hydrométrique dans les différents bassins versants, l'apport moyen interannuel sera estimé par l'utilisation des formules empiriques.

##### a) Formule de SAMIE

$$A = L_e \cdot S$$



Où :

$L_e$  : lame d'eau écoulee (mm).

$P$  : précipitation moyenne (m).

$S$  : la superficie en  $\text{Km}^2$  du bassin versant.

##### b) Formule de DERY II

$$A = 0.513 \cdot P^{2.683} \cdot Dd \cdot S^{0.842}$$

Où :

$A$  : apport moyen interannuel (en  $hm^3$ ).

$P$  : précipitation moyenne (m).

$S$  : superficie (en  $Km^2$ ).

**c) Formule de MEDINGER:**

$$A = L_e \cdot S$$

Où :

$$L_e = 1.024(P - 0.26)^2$$

$P$  : précipitation moyenne (m).

$L_e$ : lame d'eau écoulée (mm).

**d) Formule de CHAUMONT**

$$A = L_e \cdot S$$

Mais, cette relation donne le coefficient de ruissellement par la relation suivante :

$$C_e = 0.6(1 - 10^{-0.36P^2}),$$

avec :

$P$  : précipitation moyenne (m).

- La lame d'eau écoulée est donnée par la relation :  $L_e = P \cdot C_e$

**e) Formule de COUTAGNE**

$$A = L_e \cdot S$$

- Elle donne le déficit décaulent  $D$  tel que:

$$D = P^2 - \lambda P^2$$

Avec :

$$\lambda = \frac{1}{0.8 + 0.14T_0}$$

$T_0$ : température moyenne dans la zone d'étude.  $T_0 = 18^\circ c$ .

- La lame d'eau écoulée est alors : .

**f) Formule de TURC**

$$A = L_e \cdot S$$

$$L_e = P - \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

**Avec :**

$$L = 300 + 25T_0 + 0.05 (T_0)^3.$$

$T_0$ : température moyenne dans la zone d'étude.

**j) Formule de l'ANRH**

L'apport moyen interannuel est donnée par :

$$A_0 = 0.915 \cdot \bar{P}^{-2.684} \cdot S^{0.842}$$

**Avec :**

$P$  : précipitation moyenne ( $m$ ).

$S$ : superficie (*en*  $Km^2$ ).

Les résultats des apports moyens interannuels dans le tableau suivant :

**Tableau III.9: Apport moyen interannuel.**

Formule	$A_0$ (M m <sup>3</sup> )
ANRH	0.15
TURC	0.147
SAMIE	0.10
CHAUMONT	0.06
MEDINGER	0.012
CAUTAGNER	0.014
DERY II	0.281

$$A_{\text{moy}} = \frac{0.1 + 0.281 + 0.012 + 0.06 + 0.014 + 0.147 + 0.15}{7} = 0.11 \text{Mm}^3$$

**Commentaire :**

On prend la valeur calculée par la formule de SAMIE puisque elle est proche à la valeur moyenne des 7 formules empiriques.

### **III-5-1-2. Caractéristiques de l'écoulement**

#### **a) Module de l'écoulement ( $M_e$ )**

Il est donné par :

$$M_e = \frac{A_0}{T}$$

**Avec :**

$A_0$  : Apport moyen annuel [litres].

$T$  : Temps d'une année en [secondes] " $T = 31.536.10^6$  secondes".

#### **b) Module de l'écoulement relatif ou spécifique ( $M_0$ )**

On a :

$$M_0 = \frac{M_e}{S}$$

**D'où :**

$M_e$  : Module de l'écoulement [l/s].

$S$  : Superficie du bassin [ $Km^2$ ].

#### **c) Lame d'eau écoulee ( $L_e$ )**

On a :

$$L_e = \frac{A_0}{S}$$

**Où :**

$A_0$  : Apport moyen annuel [litres].

$S$  : Superficie du bassin.

#### **d) Coefficient de l'écoulement ( $C_e$ )**

Il est donné par :

$$C_e = \frac{L_e}{P_{moy}}$$

**Avec :**

$P_{moy}$  : Pluie moyenne annuelle en [mm].

$L_e$  : Lamme d'eau écoulee en [mm].

e) Coefficient de variation (Cv)

Pour le calcul du coefficient de variation  $C_v$  et en absence d'une série d'observation, on doit utiliser les trois formules empiriques, qui sont :

▪ **Formule de SOKOLOVSKY**

On a :

$$C_v = a - 0.063 \cdot \log_{10}(S + 1)$$

Avec :

$$a = 0.78 - 0.29 \cdot \log_{10}(M_0)$$

$M_0$  : Module de l'écoulement relatif [l/s/km<sup>2</sup>].

▪ **Formule d'OURKGUIPROVODKHOZ**

On a :

$$C_v = \frac{0.7}{M_0^{-0.127}}$$

$M_0$  : Module de l'écoulement relatif [l/s/km<sup>2</sup>].

➤ **Formule de L'ANTONOV**

On a :

$$C_v = \frac{0.7}{(S + 1000)^{0.097}}$$

$S$  : Superficie du bassin en [km<sup>2</sup>]

Les résultats des caractéristiques d'écoulement sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau.III.10:** Les caractéristiques de l'écoulement

	$S$ (Km <sup>2</sup> )	$A_0$ (Mm <sup>3</sup> )	$Me$ (L/S)	$M_0$ (L/S/Km <sup>2</sup> )	$Le$ (mm)	$Ce$	$Cv$		
							<b>F-SOKO</b>	<b>F-OURK</b>	<b>F-ANTO</b>
<b>BV</b>	11	0.1	37.39	4.86	153.34	0.27	0.52	0.86	0.36

## Commentaire

On prend les valeurs de la formule de *SOKOLOVSKY* parce qu'elles sont proches à la valeur

	$S (km^2)$	$Le (mm)$	$Es (T/Km2/an)$	$Vs (m3/ans)$
<b>BV</b>	11	153.34	744.6	4089.9

moyenne des  
trois des  
formules

empiriques.

### III-5-2. Evaluation des apports solides

Le manque de données de mesure du transport solide nous ramène à accepter toute méthode empirique qui nous permet l'ordre de grandeur acceptable de l'écoulement solide

#### ➤ *Formule de TIXERONT*

C'est la formule la plus utilisée en Algérie pour l'évaluation du taux d'abrasion :

$$E_s = a.L_e^{0.15}$$

Où :  $E_s$  : taux d'abrasion (t/km<sup>2</sup>/an).

$L_e$  : lame d'eau ruisselée en (mm).

$a$  : coefficient empirique qui varie en fonction de la perméabilité du terrain.

En tenant compte du poids spécifique moyen des sédiments  $\gamma=1.4 T/m^3$ .

$$V_s = \frac{E_s \cdot S}{\gamma}$$

Les résultats des apports solides sont résumés dans le tableau ci-dessous :

*Tableau.III.11 : Les apports solides*

### III-6. Etude de crues

#### III-6-1. Différentes méthodes d'évaluation des crues

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

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

**a). Méthodes historiques**

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

**b). Méthodes empiriques**

Relations établies entre le débit et la surface du bassin versant la pluie et la période de retour comme les formules de Greager. Fuller. Snyder. Possenti, ..., etc

**c). Courbes enveloppes**

Les pointes de crues maximales observées dans une région de caractéristiques hydrologiques homogènes sont reportées en fonctions de la surface du bassin versant permettant de tracer une courbe enveloppée (Francu-Rodier. Chaumont...).

**d). Méthodes probabilistes**

Analyse des débits afin de déterminer la loi de probabilité à laquelle ils répondent (Gumbel. Galton. Pearson III. Log Pearson III).

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

**e). Méthodes déterministes**

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

**f). Méthode de l'hydrogramme unitaire**

Basée sur un travail de dépouillement averse – crues (version de Sherman). Dans notre étude, on a utilisé les méthodes empiriques seulement.

### **III-6-2. Application sur le bassin versant**

Partant des données morphologiques et pluviométriques existantes, une évaluation des débits de pointes des crues sera faite à partir de formules empiriques (*Mallet – Gauthier, Giandotti, Turazza et Sokolovski*). Ces relations sont celles qui traitent au mieux les petits bassins versants.

### III-6-2-1. Formule de *Mallet Gauthier*

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

$$Q_{max, p\%} = \frac{C \cdot S \cdot (H_{moy} - H_{min})^{1/2}}{4 \cdot S^{1/2} + 1,5 \cdot L} \cdot P_{tc}$$

Avec :

S : surface en km<sup>2</sup>,

H<sub>moy</sub> : altitude moyenne en m,

H<sub>min</sub> : altitude minimale en m,

L : longueur du cours d'eau principale en km,

C : Coefficient topographique variant entre 0.066 et 0.166,

Pour des bassins de topographie accidenté c=0.166.

### III-6-2-2. Formule de *Turazza*

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

$$Q_{max, p\%} = \frac{C \cdot \bar{i}_{tc} \cdot A}{3.6}$$

Avec :

A : Surface du bassin versant

$\bar{i}_{tc}$  : Intensité moyenne maximale des précipitations pendant une durée égale au temps de concentration en mm/h. Ce paramètre est calculé dans le tableau.III.7.

C : coefficient de ruissellement de la crue considérée pour une probabilité P%

**Tableau.III.12: Valeurs de coefficient de ruissellement C**

<b>Fréquence %</b>	1	2	5	10	20	50
<b>Période de Retour</b>	100	50	20	10	5	2
<b>C</b>	0.8	0.75	0.55	0.6	0.7	0.75

### III-6-2-3. Formule de Sokolovski

Le débit maximum probable est donné par la formule suivante :

$$Q_{\max, p\%} = 0,28 \cdot \frac{X_{p\% tc} \cdot \alpha_{p\%} \cdot S \cdot f}{t_m = t_c}$$

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

$$\alpha_{p\%} = \frac{\sqrt{Pct\%} - \sqrt{H_0}}{\sqrt{Pct\%} + \sqrt{H_0}}$$

D'où :

$S$  : Surface du bassin versant en Km<sup>2</sup>.

$f$  : Coefficient de forme de la crue.

$T_c$  : Temps de concentration du bassin versant en h.

$X_{p\%, tc}$  : précipitation en mm de probabilité p% correspondant à un temps  $t_c$ .

$H_0$  : la perte d'eau initial ( $H_0=7mm$ ).

$0.28$  : coefficient de changement d'unité.

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

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

Pour :

- $S \leq 50km^2$  , on a :  $\gamma = 2$
- des petits bassins non boisé et sol peu perméable, on a :  $\gamma = 2 \div 2.5$
- bassin boisé et sol perméable, on a :  $\gamma = 3 \div 4$

Sachant que notre bassin versant a une surface inférieure à 50 Km<sup>2</sup> on prend  $\gamma = 2$ , alors :

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

Les débits de crues du bassin versant calculés par les différentes formules sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau.III.13:** Débits de crue du BV de Mecheria

<i>Période de retour</i>	<i>Formule de Mallet Gauthier</i>	<i>Formule de Turazza</i>	<i>Formule de Sokolovsky</i>
<i>an</i>	$(m^3/s)$	$(m^3/s)$	$(m^3/s)$
<b>100</b>	27.870	35.741	20.194
<b>50</b>	25.719	30.457	17.235
<b>20</b>	22.563	24.627	13.444
<b>10</b>	19.845	20.142	10.666
<b>5</b>	16.690	15.970	7.941

### Discussion des résultats

- Les valeurs du débit obtenu en utilisant la formule de Turazza et celle de Mallet–Gauthier sont très proches pour les différentes périodes de retour. En plus, on remarque que la formule de Sokolovski donne de faibles valeurs de débits.

Donc, en raison de sécurité, on retiendra les valeurs trouvées par la formule de Turazza.

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

### III-6-3. Hydrogrammes des crues

Les Hydrogrammes de crues pour diverses fréquences sont évalués par la méthode de **Sokolovski** qui assimile l'hydrogramme à deux équations paraboliques.

$$1. \text{ La montée de la crue : } Q_{\max} = Q_{\max p} \left[ \frac{t}{t_m} \right]^n$$

$$2. \text{ La décrue : } Q_{\max} = Q_{\max p} \left[ \frac{t_d - t}{t_d} \right]^m$$

Avec :

$t_m$  : temps de montée de la crue.

$t_d$  : temps de la décrue.

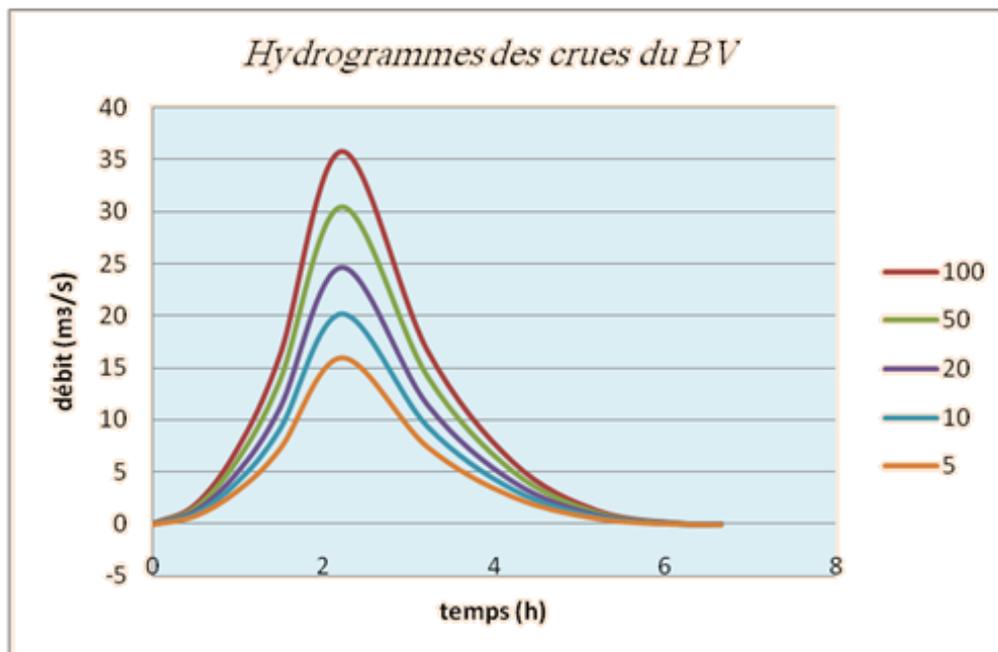
$m, n$  : puissance des équations  $m = 2, n = 3$ .

$t_m = t_c$  et  $t_d = \gamma \cdot t_c$  ; On prend  $\gamma = 2$ .

Les débits de crues des différentes périodes de retour du bassin versant sont donnés aux tableaux suivants ainsi que les Hydrogrammes correspondants.

**Tableau.III.14:** Hydrogrammes des crues de différentes périodes de retour du bassin versant

Période de retour	100	50	20	10	5
T(h)	Q1%	Q2%	Q5%	Q10%	Q20%
0	0	0	0	0	0
0.5	1.808	1.541	1.246	1.019	0.808
1	7.232	6.163	4.983	4.076	3.232
1.5	16.273	13.867	11.213	9.171	7.271
<b>2.223</b>	<b>35.740</b>	<b>30.457</b>	<b>24.627</b>	<b>20.142</b>	<b>15.970</b>
3.223	16.641	14.181	11.467	9.379	7.436
4.223	5.951	5.072	4.101	3.354	2.659
5.223	1.230	1.048	0.847	0.693	0.549
6.223	0.03608	0.031	0.025	0.020	0.016
6.669	0.000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000



**Fig.III.5 :** Hydrogrammes des crues du BV de Mecheria

### **III-7. Conclusion**

La présente étude hydrologique a pour objectif la quantification des apports liquides de différentes périodes de retour (5, 10, 20, 50 et 100 ans), y compris les hydrogrammes de crues correspondants en vue de la conception et du dimensionnement conformes des ouvrages d'aménagement de protection contre les inondations.

Pour ce faire et compte tenu de l'absence des données de jaugeages (bassins non jaugés), notre calcul basée seulement sur les formules empiriques usuelles communément utilisées en Algérie.

Dans ce chapitre, on a constaté aussi que la loi de Log normal est la meilleure pour faire l'ajustement que la loi de Gumbel.

On considère en même temps la crue centennale comme la crue de projet vu son importance et la hauteur de débordement qu'elle engendre donc, on opte pour le débit de dimensionnement de 1% et on adopte un débit maximal de crue centennale donné par la formule de *Turazza* par raison de sécurité.

Finalement, une évaluation plus ou moins variée a permis de fixer les valeurs des crues qui traversant les terrains agricoles de la ville de Mecheria ont permis de dimensionner les ouvrages proposés pour protéger contre les inondations ces terrains.

# Chapitre IV

Diagnostic et présentation des  
aménagement

## ***CHAP IV : Diagnostic et Présentation des Aménagements***

### ***IV-1. Introduction***

L'objectif principal de cette étude est de protéger les terrains agricoles de la commune de Mecheria contre les inondations.

Cette protection consiste à sélectionner les meilleures solutions d'aménagements compte tenu des conditions naturelles. Mais aussi, il faut que les solutions, soient réalisables au point de vue technique et économique. Aussi, bien adaptées avec le terrain et ses conditions principalement la topographie et la géologie.

### ***IV-2. Représentation des sites d'intervention***

L'étude de l'aménagement projeté dans la zone d'étude concerne en particulier l'intervention à l'amont des terrains agricoles jusqu'à l'oued Khebazaz pour évacuer les eaux pluviales collectées par les infrastructures de protection de la ville de Mecheria contre les inondations.

- **Oued Khebazza** : cette oued qui provient d'EL Bayadh et passe à côté de la commune de Tousmouline à l'est de Mecheria a une superficie importante du bassin versant (environ = 7.6 km<sup>2</sup>).

### ***IV-3. Synthèse et diagnostic***

Vu l'importance des risques qui menacent les terrains agricoles de Mecheria et l'amplitude des inondations causées par la forte pente et le rejet de la collecte des eaux de la ville (du point de vue dégât matériel et dégât sur la santé publique), il y a lieu d'intervenir pour remédier à cet effet et apporter des solutions afin de diminuer le degré de risque.

### \* Solution

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

1. Réalisation d'un ouvrage de réception des eaux, qui raccorde l'exutoire de protection de la ville avec l'ouvrage de protection proposé pour notre problème.
2. Réalisation d'un canal trapézoïdal posé à l'amont des terrains agricoles L=519.08m (mesurer à l'aide de la carte topographique 1/100.000 par interpolation).
3. Etablir des opérations d'entretien dans l'oued khebazza tel que le curage, le faucardement....

#### ***IV-4. 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.

Mais puisque il s'agit pas des constructions, on utilisera que la section trapézoïdale.

#### ***➤ La Section Trapézoïdale***

- Avantages

- 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).

- Inconvénient

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

#### ***IV-5. Aménagements proposés sur oued Khebazza :***

Compte tenu des conditions géologiques, des matériaux locaux et de la topographie, nous avons proposé de faire des travaux d'entretien :

### ***Entretien de l'oued*** <sup>[4]</sup> :

#### **IV-5-1. Généralités et définitions :**

Après aménagement, un Oued est capable de véhiculer un débit nettement supérieur à ce qu'il fut avant les travaux, pour une durée limitée. Sur le plan " capacité de transport " en effet, l'Oued a tendance à retourner à son état initial à la suite de l'encombrement de son lit, dû à diverses causes :

- Eboulement des berges
- Végétation abondante.
- Divers détritiques par les riverains
- Résidus déversés par les usines
- Divers autres matériaux amenés par les eaux

Devant un tel problème l'état d'esprit qui doit animer le projeteur et les utilisateurs est le Souci de conserver autant que possible l'état de l'Oued .plusieurs dizaines d'années après la réalisation des travaux, semblable à celui que l'aménagement lui a conféré. C'est là l'objectif du curage et du faucardement comme suit :

**Le curage** est l'opération qui consiste à nettoyer régulièrement un cours d'eau dans le but de restituer à son lit la section que les matières solides ont occupée.

**Le faucardement** consiste à couper les herbes qui poussent sur les berges, et qui peuvent gêner considérablement l'écoulement.

#### **IV-5-2. Le curage :**

Il est conseillé de procéder au curage sur tout le cours d'eau, ou à défaut sur un assez long tronçon.

Si on se contente en effet d'une faible longueur, l'écoulement sera certes amélioré sur le tronçon curé mais restera globalement médiocre. On aura alors dépensé de l'argent obtenir un résultat insignifiant.

La fréquence avec laquelle les travaux de curage doivent être entrepris dépend de l'importance du cours d'eau et de la nature même de ces travaux.

On procèdera à un simple dévasement plus fréquemment qu'à une remise état des berges.

Différents types de machines peuvent être utilisés pour le curage, mais certains ont un rendement relativement faible, les machines les plus utilisées sont les pelles dragline, avec un godet spécial.

#### **IV-5-3. Le faucardement :**

Pour procéder au faucardement, plusieurs moyens existent, outils manuels, lame faucheuse mécanique, faux, croissant, faucard, la plupart de ces appareils sont portés sur des embarcations ; la méthode est alors dénommée faucardement mécanique ou faucardement proprement dit.

#### **Les appareils les plus pratiques pour le faucardement mécanique dans les cours d'eau sont :**

- Les bateaux faucardeurs à la lame de faucheuse en tête.
- Les bateaux faucardement à faucard en V trainé.

Les herbes coupées sont évacuées vers l'exutoire.

L'inconvénient majeur du faucardement mécanique tient du fait que l'appareil utilisé n'assure pas l'enlèvement des herbes coupées ainsi que l'extraction des racines. Enlever les herbes manuellement tendrait à annihiler les avantages que comporte l'aspect mécanique de la coupe, et par conséquent à augmenter le coût global de l'opération.

Il existe de méthodes de destruction chimique des herbes aquatiques, en utilisant des herbicides. Cette méthode revient nettement moins chère que le faucardement mécanique .mais son application doit être rigoureuse et exécutée par un agent qualifié. Les incidences des produits chimiques sur l'eau et le milieu sont en effet fâcheuses si les précautions, les règles et recommandations relatives à l'emploi de l'herbicide utilisé ne sont pas respectés.

En général, il est convenu que les risques de pollutions sont réels, mais les effets immédiats sur l'eau et l'éventuelle faune aquatique ne sont pas très graves.

Il existe des effets secondaires qui disparaissent au bout de quelques semaines, et des effets résiduels qui peuvent encore être ressentis deux à trois mois après l'application de l'herbicide.

#### ***IV-6. Conclusion***

Après l'analyse et le diagnostic sur les ouvrages de protection et d'évacuation des eaux pluviales provenant du bassin versant de la région de Mecheria et pour résoudre l'origine du risque, on propose de projeter un canal trapézoïdale et cela pour augmenter la capacité et le rendement d'évacuation d'eau et faire travaux d'entretien du l'oued.

# Chapitre V

Calcul hydraulique

## V-1. Introduction

L'écoulement de l'eau à surface libre est un phénomène beaucoup plus compliqué que l'écoulement en charge parce que la présence d'une surface libre entraîne les variations des sections liquides suivant la longueur du courant même en cas d'obstacles insignifiants. Il exige l'étude des processus de formation des chaâbas ...etc. L'écoulement à surface libre peut être permanent ou non permanent, uniforme ou non uniforme.

Dans ce chapitre on n'examine que l'écoulement permanent.

## V-2. Les données

### V-2-1. Débits max de crues

*Tableau. V.1 : Crue de projet pour différentes périodes de retour*

	<b>Décennale</b> <b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Cinquantennale</b> <b>(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Centennale</b> <b>(m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>BV</b>	20.142	30.457	35.741

### V-2-2. Dimensionnement des ouvrages

Pour le dimensionnement du canal, il nous faut un débit de dimensionnement qui est en fonction de la période de retour. Nous avons opté une période de retour de **100ans**, au quel, il faut ajouter le débit correspondant aux apports solides. Toutefois ce débit est négligeable devant le débit de crue probable mais on ajoute une hauteur qui correspond ou compense ce débit dans le dimensionnement du canal.

Le dimensionnement proprement dit, consiste à calculer en écoulement à surface libre la hauteur d'eau dans le canal en fixant sa largeur, selon les valeurs trouvées, on augmente ou on diminue la largeur. A cette hauteur d'eau dite «Normale» s'ajoute une revanche qui est prise comme mesure de sécurité.

Donc, les paramètres clés pour le dimensionnement sont :

- La hauteur normale,
- La hauteur critique,
- Le régime d'écoulement.

## V-3. Généralités <sup>[1]</sup>

### V-3-1. Calcul hydraulique

Le calcul hydraulique s'inspire de la règle des valeurs extrêmes (débit et vitesse d'écoulement). Donc, les canaux doivent satisfaire les conditions de l'évacuation rapide et continue de toutes les quantités d'eaux dans le but d'assurer une protection suffisante contre les inondations.

### V-3-2. Les canaux à ciel ouvert

On appelle canal, un système de transport dans lequel l'eau s'écoule et dont la surface libre est soumise à la pression atmosphérique. Le profil de meilleure conductivité est le profil qui véhicule le débit maximum. Pour un canal de pente "J" et de coefficient de rugosité "n", la section qui véhicule le débit maximum est celle où le rayon hydraulique est maximal, et la section est minimale. Parmi toutes les formes de section, la semi-circulaire est celle qui satisfait au rayon hydraulique maximum.

Dans les conditions techniques de réalisation, la forme semi-circulaire sera plus coûteuse que celle de forme trapézoïdale qui présente des avantages de simplicité de réalisation.

### V-3-3. Dimensionnement des canaux <sup>[6]</sup>

La formule de calcul principale pour un écoulement permanent uniforme de l'eau est la formule de Chézy :

La vitesse moyenne du courant sous la forme suivant :

$$V = C \cdot \sqrt{R \times I}$$

En utilisant le rapport suivant :

$$Q = V \times S, \quad \text{on obtient :}$$

$$Q = CS \cdot \sqrt{R \times I}$$

**Avec :**

C : coefficient de Chézy ( $m^{0.5}/s$ ),

S : section mouillée ( $m^2$ ),

$R_h$  : rayon hydraulique  $R_h = S/P$  (m),

I : pente de fond du canal (mm).

### V-3-3-1. Détermination de coefficient de Chézy

En utilisant les formules empiriques pour la détermination du coefficient de Chézy :

#### a- Formule de PAVLOVSKI

$$C = \frac{1}{n} R^{1/y}$$

Avec :

R : rayon hydraulique,

n : la rugosité,

y : est un exposant déterminé soit d'après la relation complète :

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0.10)$$

Soit d'après les égalités simplifiées :

$$y = 1.5\sqrt{n} \quad \text{si } R < 1\text{m}$$

$$y = 1.3\sqrt{n} \quad \text{si } R > 1\text{m}$$

#### b- Formule d'AGROSKINE

$$C = \frac{1}{n} + 17.72 \log R$$

#### c- Formule de MANING-STRICKLER

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

La formule de MANING-STRICKLER permet de transformer la formule de Chézy pour obtenir :

$$V = K_s \cdot R_h^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Avec :

Ks : coefficient de rugosité de STRICKLER, dépend de la nature du matériau du canal :

- Ks = 25 pour un lit naturel,
- Ks = 40 pour le cas d'enrochement ou gabionnage,
- Ks = 70 pour le cas du Béton,
- Ks = 100 pour le cas du PVC.

### V-3-4. Les paramètres géométriques

#### V-3-4-1. Le choix de la section de meilleure conductivité

Parmi toutes les formes de section, on a la forme semi-circulaire (qui nous donne le rayon hydraulique maximum).

Les paramètres géométriques sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau. V.2 : Paramètres géométriques d'une section semi-circulaire

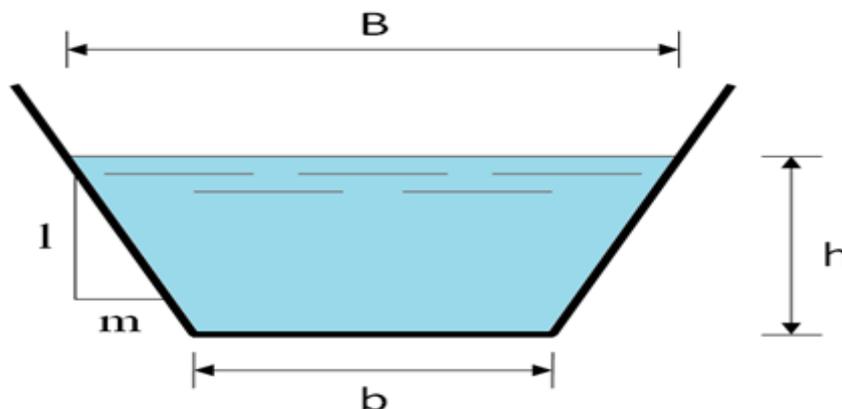
La section	Paramètre		
	S	P	R
Semi-circulaire	$\pi \times r^2 / 2$	$\pi \times r$	$r/2 = h/2$

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

A cet effet notre **choix portera sur la section trapézoïdale**, dont les caractéristiques sont reportées dans le tableau suivant.

#### Canal à section trapézoïdale:

La géométrie d'un canal à section trapézoïdale permet de véhiculer un débit maximum par rapport les autres sections en plus la variation de la hauteur d'eau est faible pour changement de débit.



**FigureV-1:** canal à forme trapézoïdale

Où :

m : Le fruit des talus,  $m = \cotg \varphi$ .

h : Le tirant d'eau maximum (pour  $Q_{\max}$ ), en mètres.

B : La largeur supérieure du canal, (m).

b : La largeur inférieure du canal,(m).

On définit la surface mouillée  $S_m$  et le périmètre mouillé  $P_m$  par :

$$S_m = h. (b + m.h )$$

$$P_m = b + 2.h. \sqrt{1 + m^2}$$

### V-3-4-2.Calcul du rayon hydraulique maximal:

Sachant que:

$$R_h = S_m / P_m$$

Alors:

Le rayon hydraulique sera max pour une valeur de  $P_{min}$ .

Le périmètre soit min pour  $dP = 0$ .

On a:

$$dS = h db + (b + m.h ) dh = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$dP = db + 2 (1 + m^2)^{0.5} dh = 0 \dots\dots\dots(2)$$

Les équations (1) et (2) donnent :

$$b = 2h (1 + m^2)^{1/2} - m$$

Avec cette valeur de b on trouve que :

$$R_h = \frac{h}{2}$$

Alors les paramètres géométriques d'un canal à section trapézoïdale sont les suivantes :

**TableauV-1** : paramètres géométriques d'un canal à section trapézoïdale de largeur (b) et de profondeur (h) avec un fruit de talus « m »

Désignation	Expression
b (m)	$2h (\sqrt{1 + m^2} - m)$
B (m)	$b + 2mh$
S (m <sup>2</sup> )	$h (b + mh)$
P (m)	$b + 2h \sqrt{1 + m^2}$
$R_h$	$\frac{h.(b + mh)}{b + 2h.\sqrt{1 + m^2}}$

### V-3-4--3. Forme des profils en travers :

Les canaux en terre ou revêtus sont toujours trapézoïdaux et épousent des pentes de talus variables selon la nature de terrain.

*Tableau V-2: quelques ordres de grandeur de fruit de talus.*

Nature de terrain	Fruit de talus « m »
Rocheux	0,25
Rocheux plus ou moins désagrégé	0,5
Argile dur	0,75
Argilo-sablonneux	1
Terrain ordinaire	1,5
Gravier talus de déblais ordinaire	2
Très sablonneux	3

D'après la nature du terrain de notre zone d'étude on prend **m = 1**.

*Tableau V-3 : paramètres géométriques d'un canal à section trapézoïdale (m=1) de largeur (b) et de profondeur (h).*

Désignation	Expression
b (m)	2h
S (m <sup>2</sup> )	h. b
P (m)	b + 2h = 4h
R <sub>h</sub>	$\frac{S}{P} = \frac{h}{2}$

### V-3-5. Calcul de la profondeur normal h<sub>n</sub>

Pour la détermination de h<sub>n</sub>, on utilise la méthode itérative.

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

$$Q = S.C.\sqrt{R}.\sqrt{I}$$

Donc, on fixe la valeur de (H) et on donne des valeurs à (b) et on détermine Q jusqu'à une valeur de débit très proche ou égale au  $Q_n$

Par la suite, on trace la courbe :  $Q = f(b)$  et on détermine la valeur de b(m) correspondante à  $Q_n$ , C'est à- dire, on cherche b (m) pour le débit  $Q_{max}$ .

### V-3-6. Calcul de la profondeur critique $h_{cr}$

Le calcul de  $h_{cr}$  se fait aussi par plusieurs méthodes, on cite trois méthodes qui sont :

- la méthode itérative.
- la méthode graphique.
- la méthode d'AGROSKINE.

#### 3-6-1. Méthode itérative :

Cette méthode consiste à tirer la valeur de  $h_{cr}$  qui correspond à  $Q^2/g$

Donc on tire la valeur de  $(S^3/B) = Q^2/g$  et on tire par un tableur la valeur de  $h_{cr}$  qui lui correspond.

Sachant que :

$$\frac{\alpha \times Q^2 \times B_{cr}}{g \times S_{cr}^3} = 1$$

Avec :  $\alpha=1$ .

#### V-3-6-2. Méthode graphique (ou méthode de l'énergie spécifique)

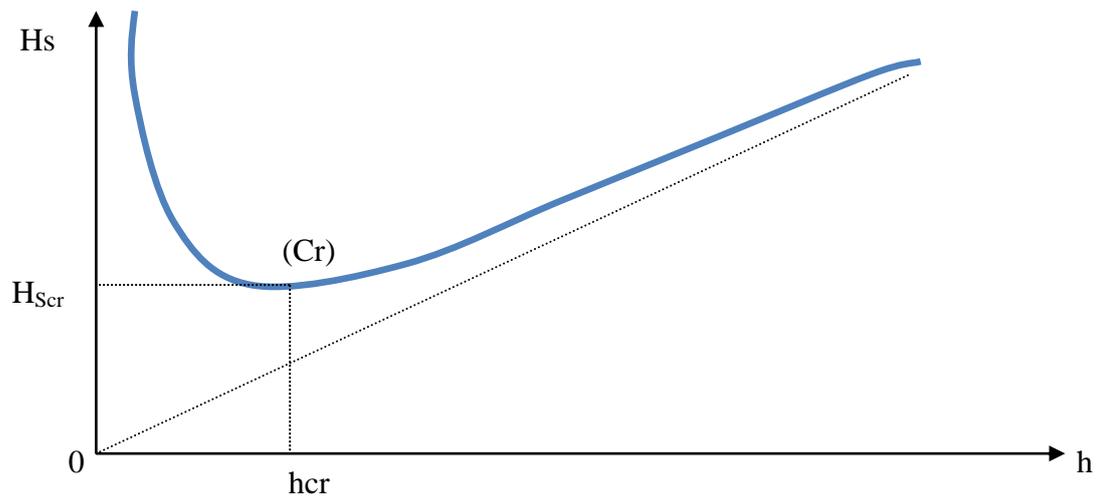
La méthode graphique est basée sur le graphe de l'énergie en fonction de h.

Et puisque la valeur de  $h_{cr}$  est la valeur qui corresponde à une énergie spécifique minimale. Donc on construit le graphe :  $H_s = f(h)$ , sachant que :  $H_s = E_p + E_c$ ,

D'où :

$E_p$  : Energie potentielle est égale à h, ( $E_p = h$ ),

$E_c$  : Energie cinétique et égale à ; ( $E_c = V^2/2g$ ).



FigureV-2 : l'énergie spécifique en fonction de profondeur

### V-3-6-3. Méthode analytique d'AGROSKINE

La méthode d'AGROSKINE utilise la formule suivante :

La condition de criticité :

$$\frac{\alpha \times Q^2 \times B_{cr}}{g \times S_{cr}^3} = 1$$

Avec :

$\alpha$  : coefficient d'énergie cinétique dans la pratique on prend  $\alpha = 1$ .

$B$  : largeur du plan d'eau en surface,

$g$  : l'accélération gravitaire prise égale 9,81.

Pour un canal trapézoïdale :

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{g \cdot b^2}}$$

### V-3-7. Calcul de la pente critique

La pente critique correspond à la profondeur critique.

La pente critique est donnée par la formule suivante :

$$Q = C \cdot S_{cr} \cdot \sqrt{R_h \cdot I_{cr}}$$

Donc :

$$I_{cr} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot S_{cr}^2 \cdot R_h}$$

### V-3-8. Nombre de Froude

C'est le rapport entre les forces de gravité et celles d'inertie ou:

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}}$$

Le rôle du nombre de Froude est de permettre le classement des écoulements comme suit :

- écoulement fluvial  $Fr < 1$   $\Rightarrow h_{cr} < h_n$
- écoulement torrentiel  $Fr > 1$   $\Rightarrow h_{cr} > h_n$
- écoulement critique  $Fr = Fr = 1$   $\Rightarrow h_{cr} = h_n$

### V-3-9. Calcul de la ligne d'eau

#### V-3-9-1. Equation de la surface libre de la ligne d'eau

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

En se basant sur l'équation d'énergie :

$$H = z + \frac{V^2}{2g} + h \dots \dots \dots (*)$$

Et sur l'équation de la continuité :

$$Q = V \cdot S$$

Dérivant l'équation (\*) par rapport à dx, on trouve :

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

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

On trouve :

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

#### V-3.9.2. Calcul de la surface d'eau

Pour le tracé de la surface d'eau, on doit passer par l'intégration de l'équation (\*\*).

On peut distinguer pour cela 3 méthodes de calcul :

- La méthode par approximation successive.
- La méthode par intégration directe.
- La méthode par intégration graphique.

### V-3-10. Calcul des paramètres de courbure du canal

Compte tenu de la topographie du terrain naturel, le canal d'évacuation d'eaux pluviales présente des courbures aux plusieurs points. Une courbe qui se trouve dans un canal rectiligne provoque un changement de direction de l'écoulement.

Le débit  $Q$ , la vitesse moyenne  $U$  et la surface  $S$  restent constants à travers la courbe. La répartition de la profondeur  $h$  ( $y$ ) donne toutefois une pente transversale et la force centrifuge qui s'exerce sur l'écoulement en courbe provoque une surélévation  $\Delta H$  sur le bord extérieur.

L'expression de  $\Delta H$  est donnée par :

$$\Delta H = \frac{V^2}{g} \cdot \text{Log} \left( 1 + \frac{L}{R} \right)$$

Avec :

$L$  : Largeur, (m)

$R$  : Rayon de courbure, (m)

Hauteur d'eau au niveau du coude :  $H_f = H + \frac{\Delta H}{2}$

### V-3-11. Raccordement des canaux

La différence des largeurs entre deux tronçons différents nécessite la réalisation d'un ouvrage de raccordement (selon la section) pour maintenir les conditions de bon écoulement. Son estimation est établie par la relation :

$$L = \frac{b_2 - b_1}{2 \text{tg} \beta}, \text{ m}$$

D'où :

$L$  : Longueur du raccordement, (m).

$b_2, b_1$ , Largeur du premier et deuxième tronçon, (m).

$\beta$ : Angle du divergent, en degrés.

#### Remarque :

1- Pour notre étude, on va utiliser le logiciel "**CANAL 21**" dont le principe de calcul est basé sur la première méthode (La méthode par approximation successive).

Ce logiciel permet trois types d'études différents :

1) Etude d'une section transversale de bief :

- calcul des paramètres hydrauliques liés à la section.

- Etude de l'écoulement uniforme dans la section.

2) Etude d'un ouvrage considéré isolément :

- déversoir (surface libre).
- vanne ou orifice (en charge).

3) Etude de la ligne d'eau en écoulement permanent dans un "canal" complexe, constitué d'éléments divers. (Biefs, ouvrages...).

2- Pour la détermination des pentes de projet, on s'est basé sur le levé topographique de la ville de Mecheria, qui nous a permis de tracer les profils en long de chaque tronçon.

Tableau. V.4 : Définition des notations hydrauliques utilisées par le logiciel CANAL21

<i>Notation</i>	<i>Élément correspondant</i>	<i>Unités (S.I.)</i>
<i>F</i>	<i>Nombre de Froude</i>	<i>/</i>
<i>G</i>	<i>Accélération de la pesanteur</i>	<i>m.s<sup>-2</sup></i>
<i>H</i>	<i>Charge</i>	<i>m</i>
<i>H<sub>s</sub></i>	<i>Énergie spécifique</i>	<i>m</i>
<i>H<sub>sc</sub></i>	<i>Énergie spécifique critique</i>	<i>m</i>
<i>I</i>	<i>Pente du fond</i>	<i>m/m</i>
<i>J</i>	<i>Perte de charge linéaire par unité de longueur</i>	<i>m/m</i>
<i>K</i>	<i>Coefficient de Strickler</i>	<i>U.S.I.</i>
<i>L</i>	<i>Largeur au plafond (rectangle)</i>	<i>m</i>
<i>LM</i>	<i>Largeur au miroir</i>	<i>m</i>
<i>PM</i>	<i>Périmètre mouillé</i>	<i>m</i>
<i>Q</i>	<i>Débit</i>	<i>m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup></i>
<i>RH</i>	<i>Rayon hydraulique</i>	<i>m</i>
<i>S</i>	<i>Section en travers</i>	<i>m<sup>2</sup></i>

#### V-4. Dimensionnement des aménagement projetés

Le Canal est calculé pour drainer les eaux pluviales provenant du bassin versant de la ville de Mecheria pour un débit centennale  $Q_{1\%} = 35.741 \text{ m}^3/\text{s}$

Pour ce bassin versant, la variante retenue est un canal trapézoïdal en béton armé.

$$Q = CS \cdot \sqrt{R \times I}$$

Avec :

- La pente moyenne est de 2.07% sur un linéaire de 519.08m.
- $K_s$  : coefficient de rugosité de STRICKLER, dépend de la nature du matériau du canal.  
 $K_s = 70$  pour le cas du béton.

#### 4.1. Tronçon 1-2

Données de base :

$L = 23.00\text{m}$

$b = 3\text{m}$

$Q = 35.741 \text{ m}^3/\text{s}$

$P_C = b + 2h = 3 + 2 \times 2.437 = 7.694\text{m}$

$n = 0.014$

$I = 0.047$

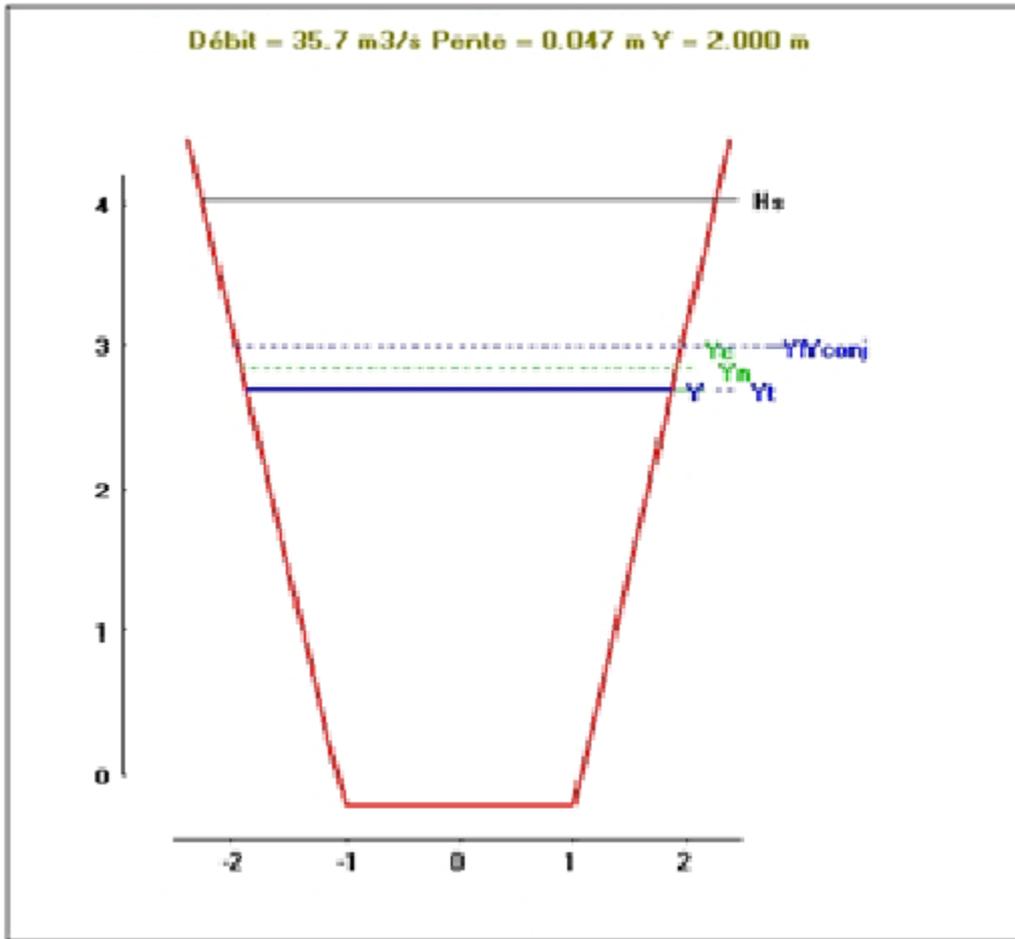
$S_C = b \cdot h = 3 \cdot 2.437 = 7.311 \text{ m}^2$

$R_h = S/P = 7.311/7.694 = 0.95 \text{ m}$

$C = 1/n \cdot R^{1/6} = (1/0.014) \times 0.95^{1/6} = 70.82$

*Tableau. V.5 : Paramètres de calcul du canal t en béton sur le tronçon 1-2*

Section	larg	Rugo	Pente	haute	Géométriques				Hydrauliques						
					Hs	Lm	P <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	Rh	V	Fr	Hsc	Y <sub>c</sub>	Y <sub>n</sub>	L bief
Trapèze	3	70	0.047	2	4.20	3	6.403	5.104	0.79	13.05	1.714	3.665	2.43	1.073	23m



*Figure V-3 : Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 1-2*

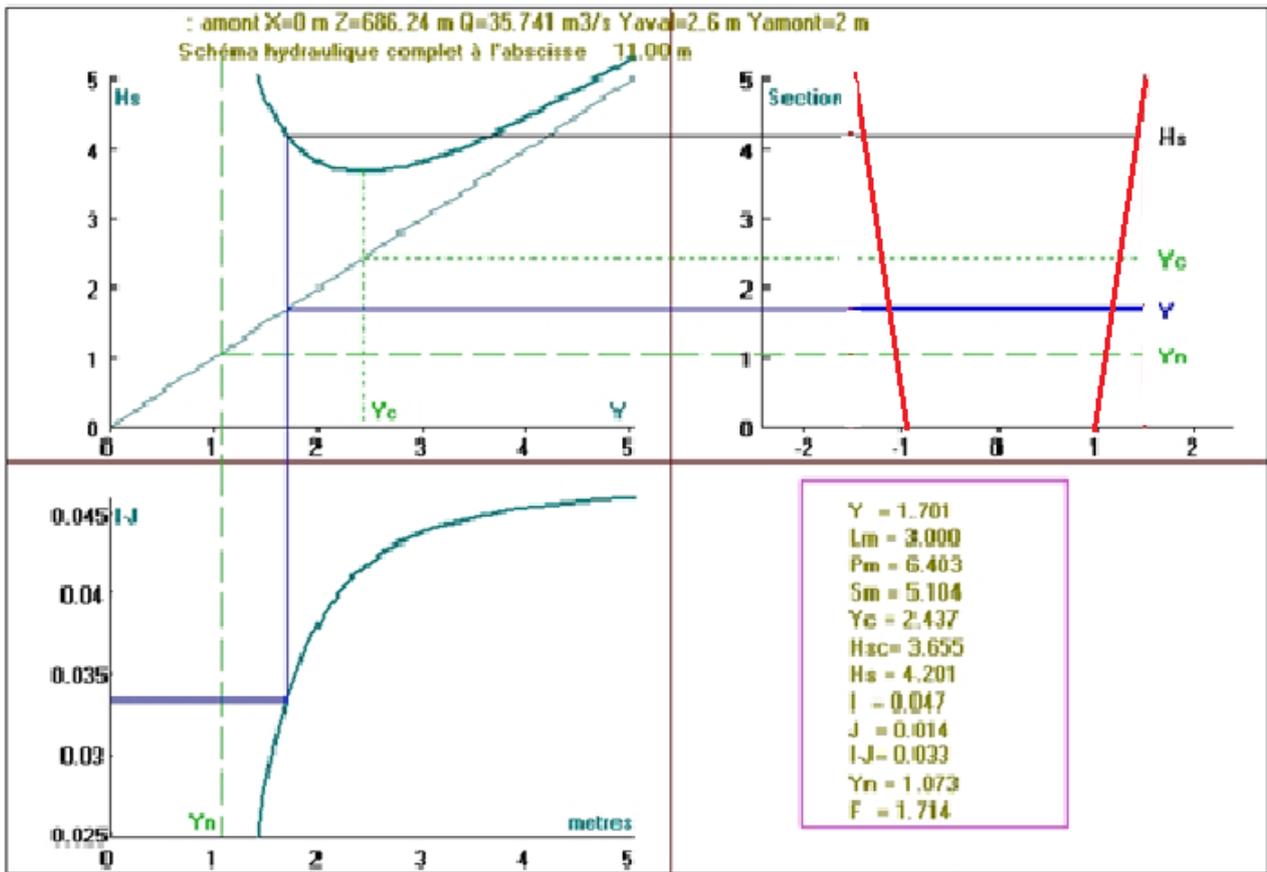


Figure V.4: Schéma hydraulique complète du tronçon 1-2

#### V-4.1.1. Pente critique

$$I_{cr} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot S_{cr}^2 R_h}$$

Tableau. V.6: Paramètres de calcul de la pente critique

$S_{cr}$ (m <sup>2</sup> )	$P_{cr}$ (m)	$R_{cr}$ (m)	$C_{cr}$	$I_{cr}$
7.311	7.694	0.95	70.82 avec n=0,014	5‰

Tableau. V.7 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 1-2

Canal 21: résultats							
Débit =35.741 m <sup>3</sup> /s							
Choix topo = amont							
Descriptif de la ligne d'eau							
x	Y	V	J	H	Hs	F	reg
m	m	m/s	m/m	m	m		
0	2	5.957	0.0089	690.049	3.809	1.345	tor
4.6	1.839	6.48	0.0111	690.002	3.979	1.526	tor
9.2	1.734	6.87	0.0129	689.947	4.14	1.666	tor
13.8	1.657	7.192	0.0145	689.884	4.293	1.784	tor
18.4	1.595	7.47	0.0161	689.814	4.439	1.888	tor
23	1.544	7.715	0.0175	689.737	4.578	1.982	tor

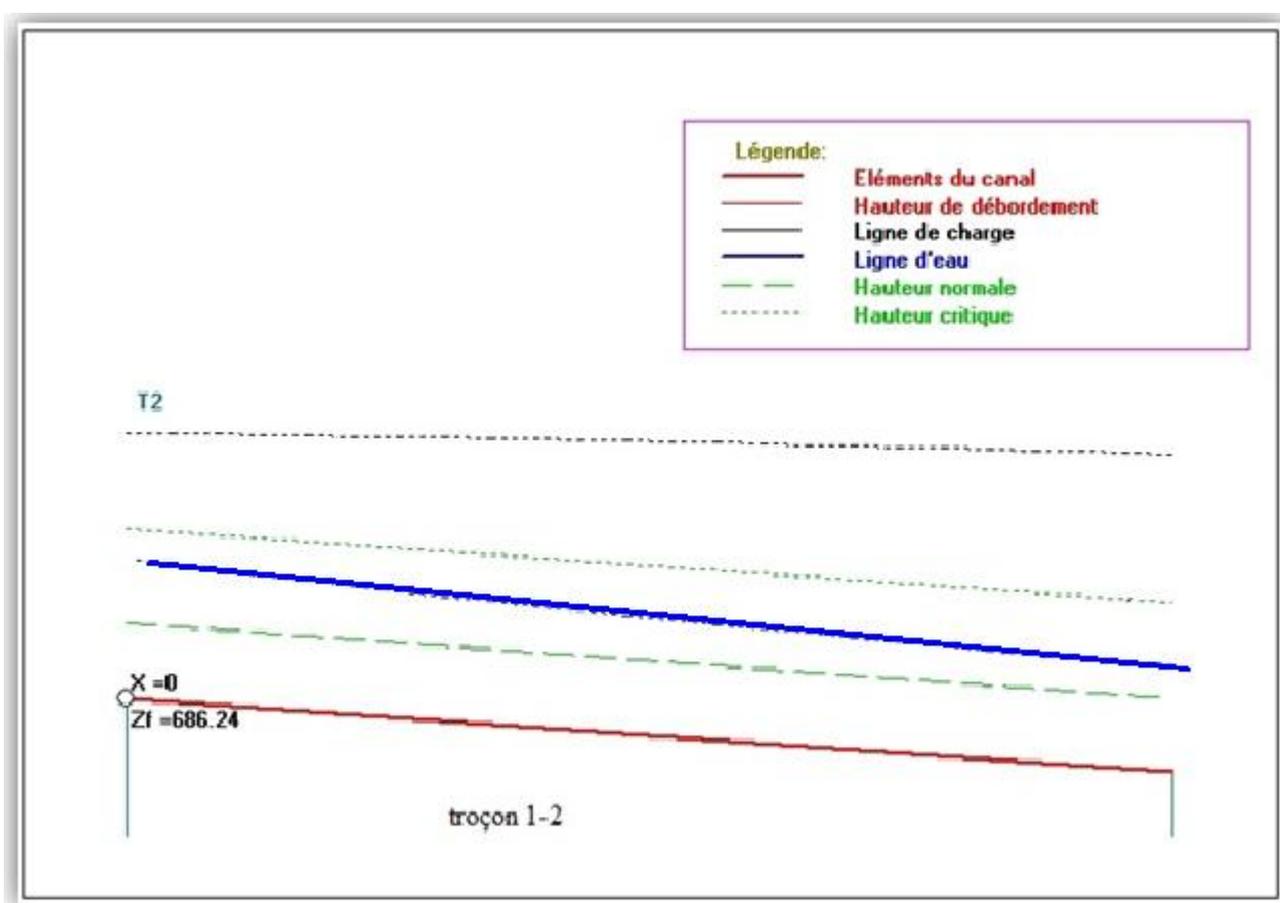


Figure V-5: Graphe de la ligne d'eau du tronçon 1-2

#### 4.2. Tronçon 2-3

Données de base :  $L = 189.00\text{m}$

$b = 3\text{m}$

$Q = 35.741\text{ m}^3/\text{s}$

$S_c = b \times h = 3 \times 2.437 = 7.311\text{ m}^2$

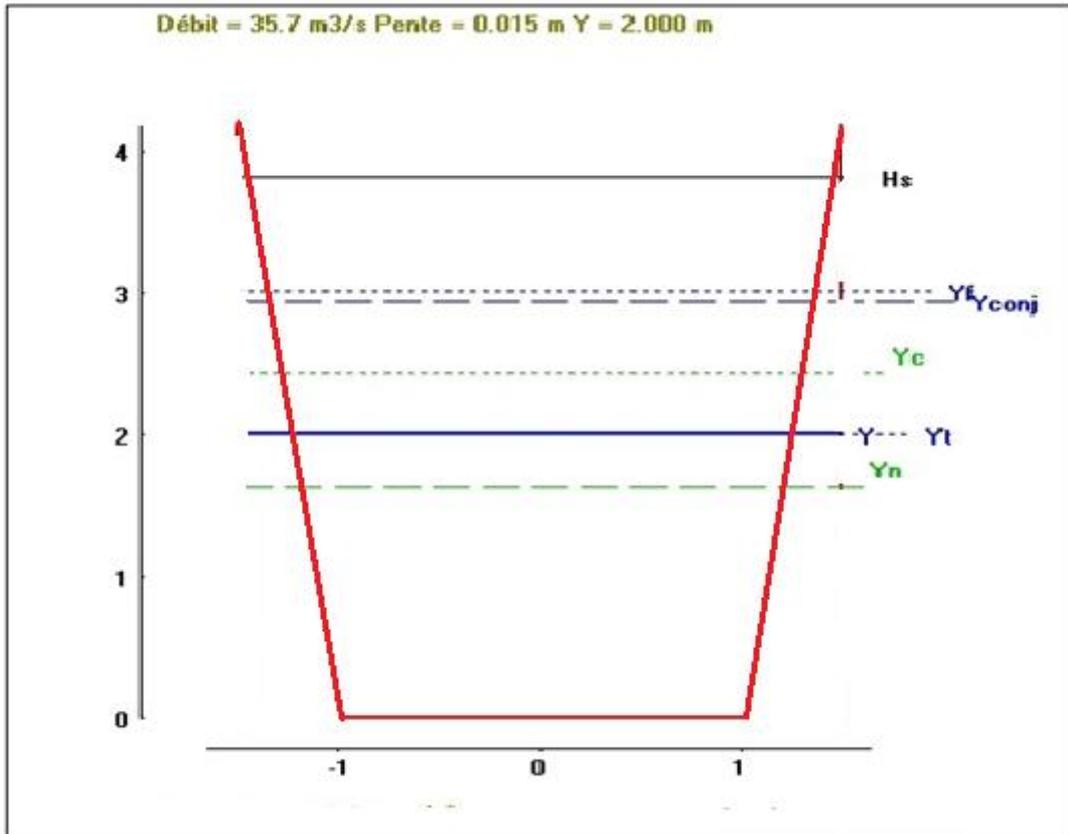
$P_c = b + 2h = 3 + 2 \times 2.437 = 7.694\text{m}$

$R = S/P = 7.311/7.694 = 0.95\text{ m}$

$n = 0.014$

$C = 1/n \cdot R^{1/6} = (1/0.014) \times 0.95^{1/6} = 70.82$

$I = 0.015$



*Figure V.6 : Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 2-3*

Tableau. V.8 : Paramètres de calcul du canal trapézoïdal en béton sur le tronçon 2-3

Section	larg	Rugos	Pente	haute	Géométriques			Hydrauliques						L bief	
					b	K	I	Y	Hs	Lm	P <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	Rh		V
trapèze	3	70	+0.01	2	4.46	3	6.175	4.76	+0.77	7.2	+1.90	3.65	2.4	1.636	189

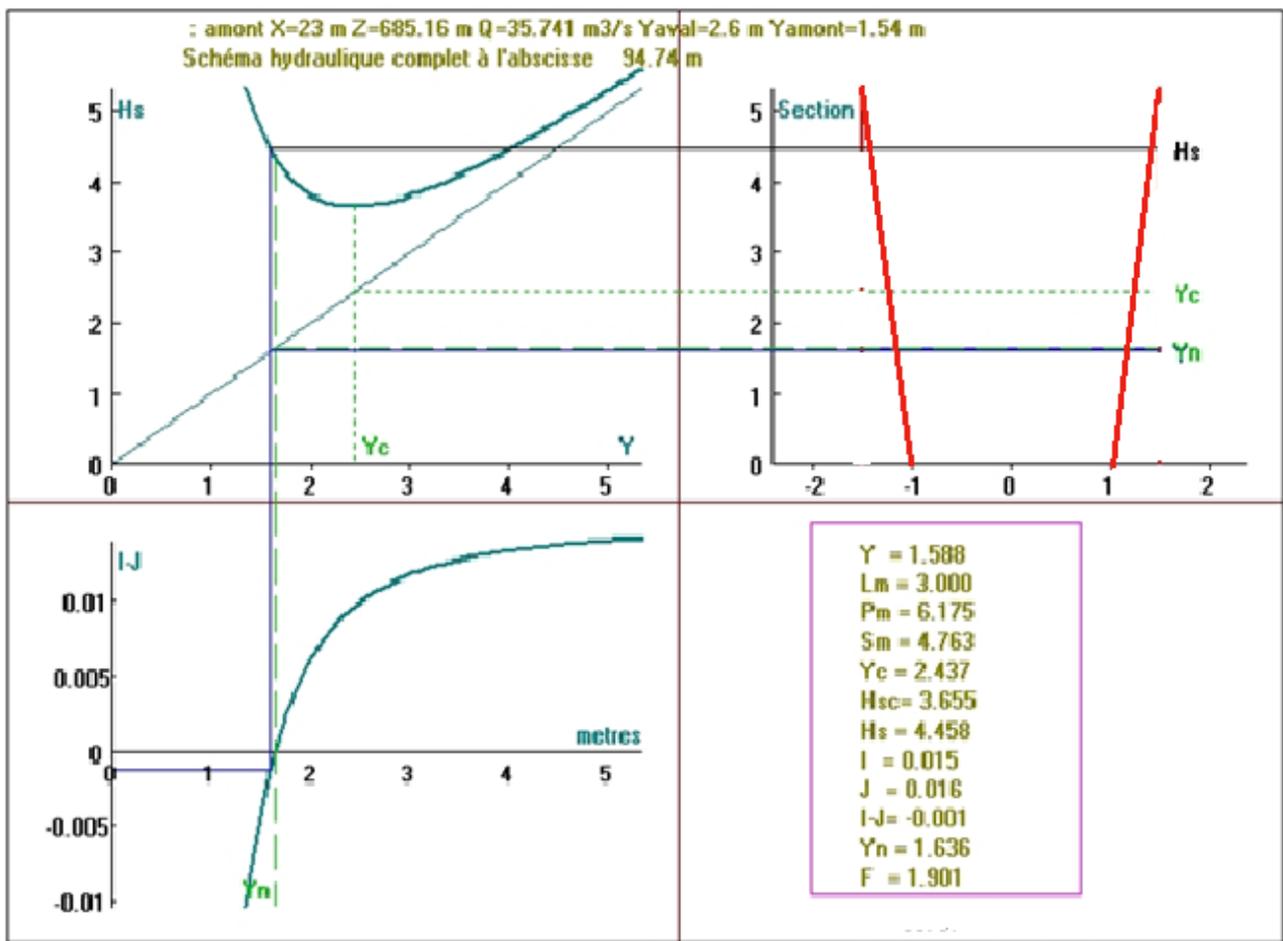


Figure V.7 : Schéma hydraulique complète du tronçon 2-3

### V-4.2.1. Pente critique

$$I_{cr} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot S_{cr}^2 R_h}$$

Tableau. V.9 : Paramètres de calcul de la pente critique

$S_{cr}$ (m <sup>2</sup> )	$P_{cr}$ (m)	$R_{cr}$ (m)	$C_{cr}$	$I_{cr}$
7.311	7.694	0.95	70.82 avec n=0,014	5‰

Tableau. V.10 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 2-3

Canal 21: résultats							
Débit =35.741 m <sup>3</sup> /s							
Choix topo = amont							
Descriptif de la ligne d'eau							
X	Y	V	J	H	Hs	F	reg
M	m	m/s	m/m	m	m		
23	1.54	7.736	0.0176	689.75	4.59	1.99	tor
60.76	1.569	7.595	0.0168	689.102	4.509	1.936	tor
98.52	1.589	7.496	0.0162	688.48	4.453	1.898	tor
136.28	1.604	7.427	0.0158	687.876	4.416	1.872	tor
174.04	1.614	7.38	0.0155	687.285	4.39	1.855	tor
211.8	1.621	7.348	0.0154	686.701	4.373	1.842	tor

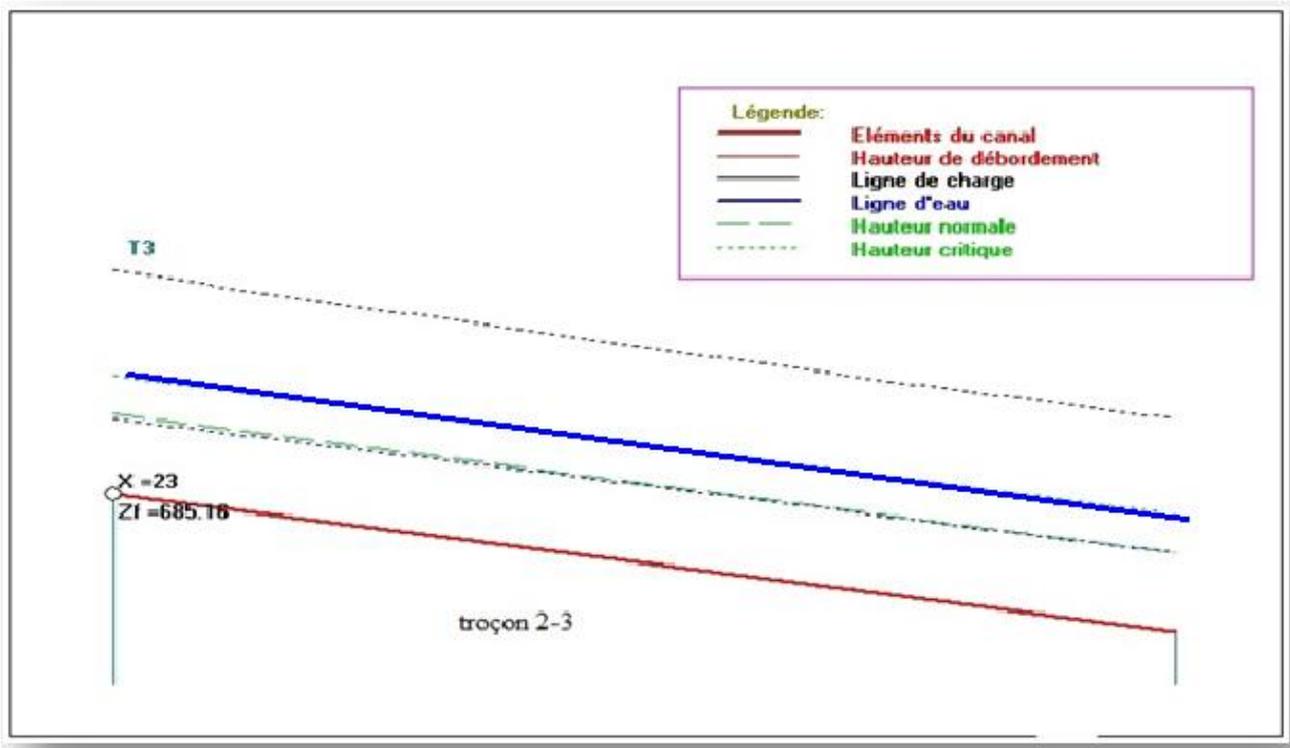


Figure V.8 : Graphe de la ligne d'eau du tronçon 2-3

#### 4.3. Tronçon 3-4

Données de base :  $L = 74.44\text{m}$

$Q = 35.741 \text{ m}^3/\text{s}$

$P_C = b + 2h = 3 + 2 \times 2.437 = 7.694\text{m}$

$n = 0.014$

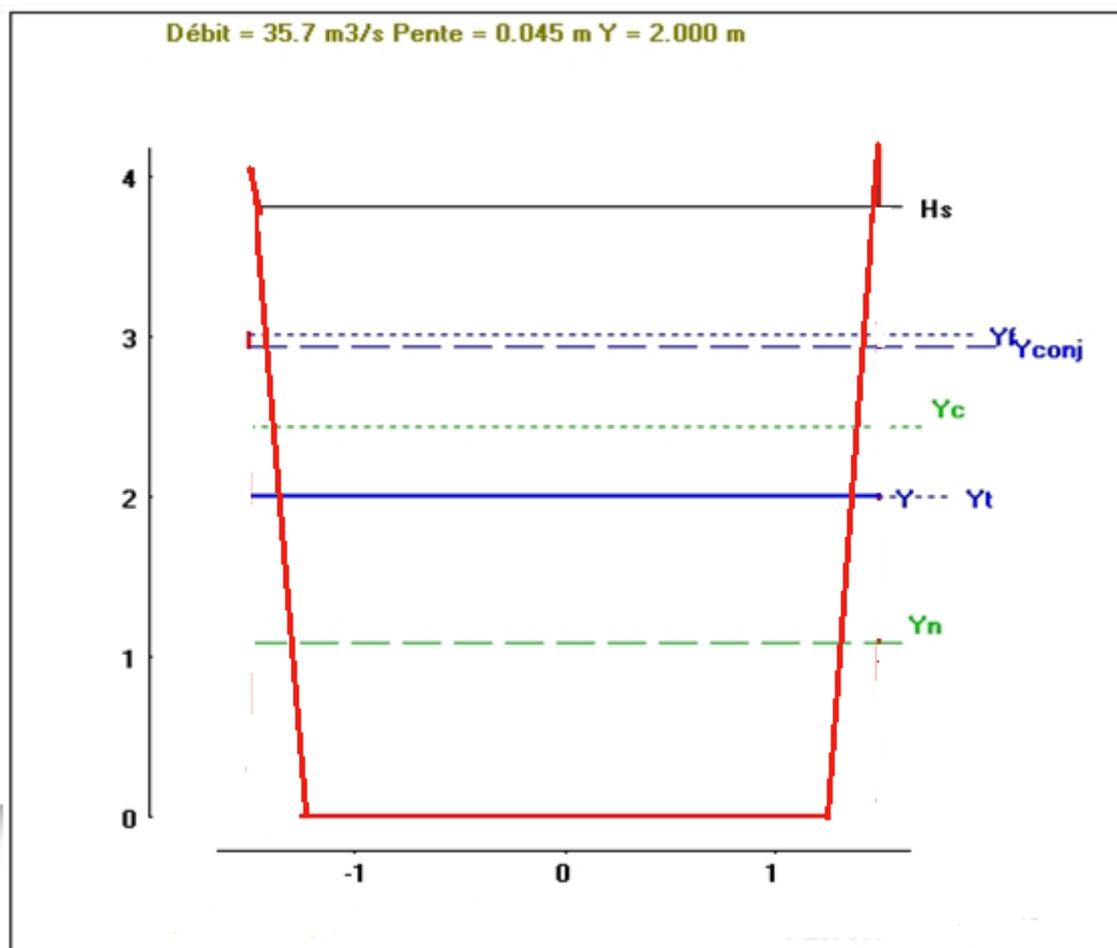
$I = 0.045$

$b = 3\text{m}$

$S_C = bxh = 3 \times 2.437 = 7.311 \text{ m}^2$

$R = S/P = 7.311/7.694 = 0.95 \text{ m}$

$C = 1/n \cdot R^{1/6} = (1/0.014) \times 0.95^{1/6} = 70.82$



*Figure V.9: Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 3-4*

Tableau. V.11 : Paramètres de calcul du canal trapezoidal en béton sur le tronçon 3-4

Sectio	Géométriques					Hydrauliques					L				
	larg	Rugo	Pente	haute	Hs	Lm	P <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	Rh	V		Fr	Hsc	Y <sub>c</sub>	Y <sub>n</sub>
trapèze	3	70	+0.045	2	4.39	3	6.226	4.839	+0.77	12.5	+1.85	3.65	2.4	1.09	74.4

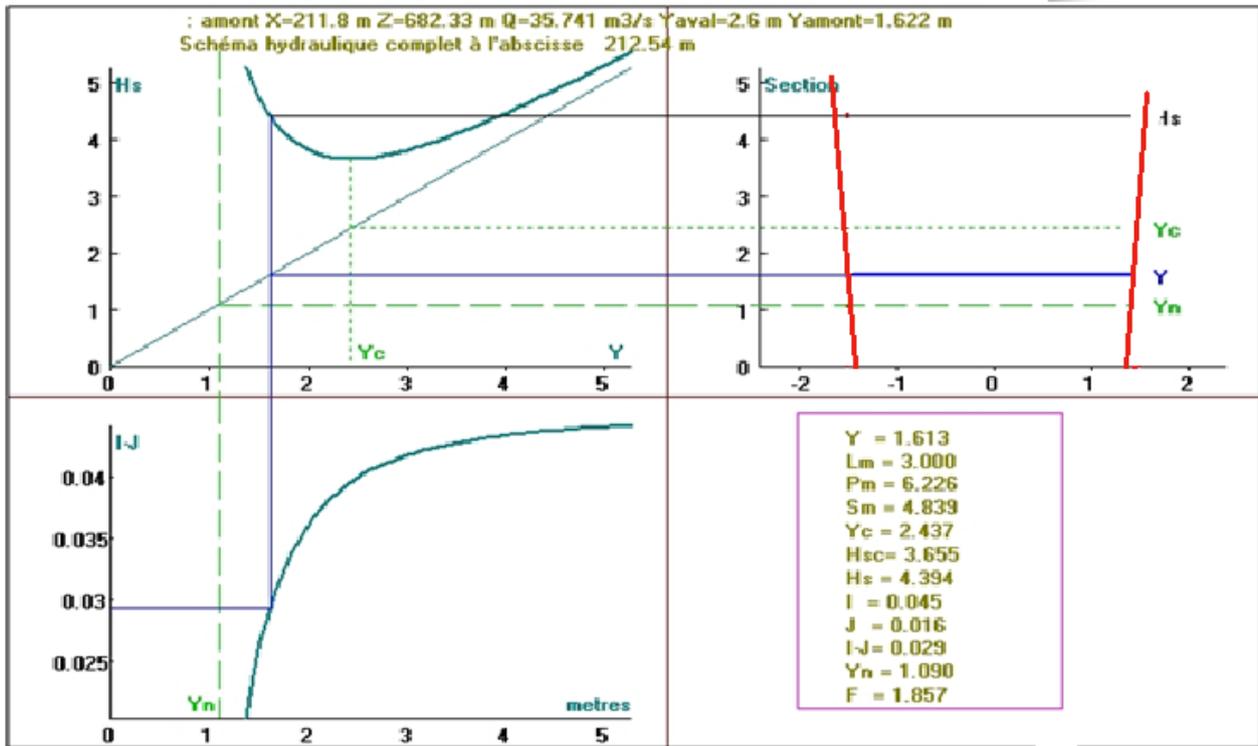


Figure V.10 : Schéma hydraulique complète du tronçon 3-4

V-4.3.1. Pente critique

$$I_{cr} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot S_{cr}^2 R_h}$$

Tableau. V.12: Paramètres de calcul de la pente critique

S <sub>cr</sub> (m <sup>2</sup> )	P <sub>cr</sub> (m)	R <sub>cr</sub> (m)	C <sub>cr</sub>	I <sub>cr</sub>
7.311	7.694	0.95	70.82 avec n=0,014	5‰

Tableau. V.13 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 3-4

Canal 21: résultats							
Débit =35.741 m <sup>3</sup> /s							
Choix topo = amont							
Descriptif de la ligne d'eau							
x	Y	V	J	H	Hs	F	reg
m	m	m/s	m/m	m	m		
211.8	1.622	7.345	0.0154	686.702	4.372	1.841	tor
226.69	1.481	8.047	0.0196	686.441	4.781	2.111	tor
241.58	1.39	8.568	0.0231	686.122	5.132	2.32	tor
256.46	1.327	8.976	0.0262	685.754	5.434	2.488	tor
271.35	1.28	9.304	0.0289	685.343	5.693	2.625	tor
286.24	1.245	9.572	0.0313	684.894	5.914	2.739	tor

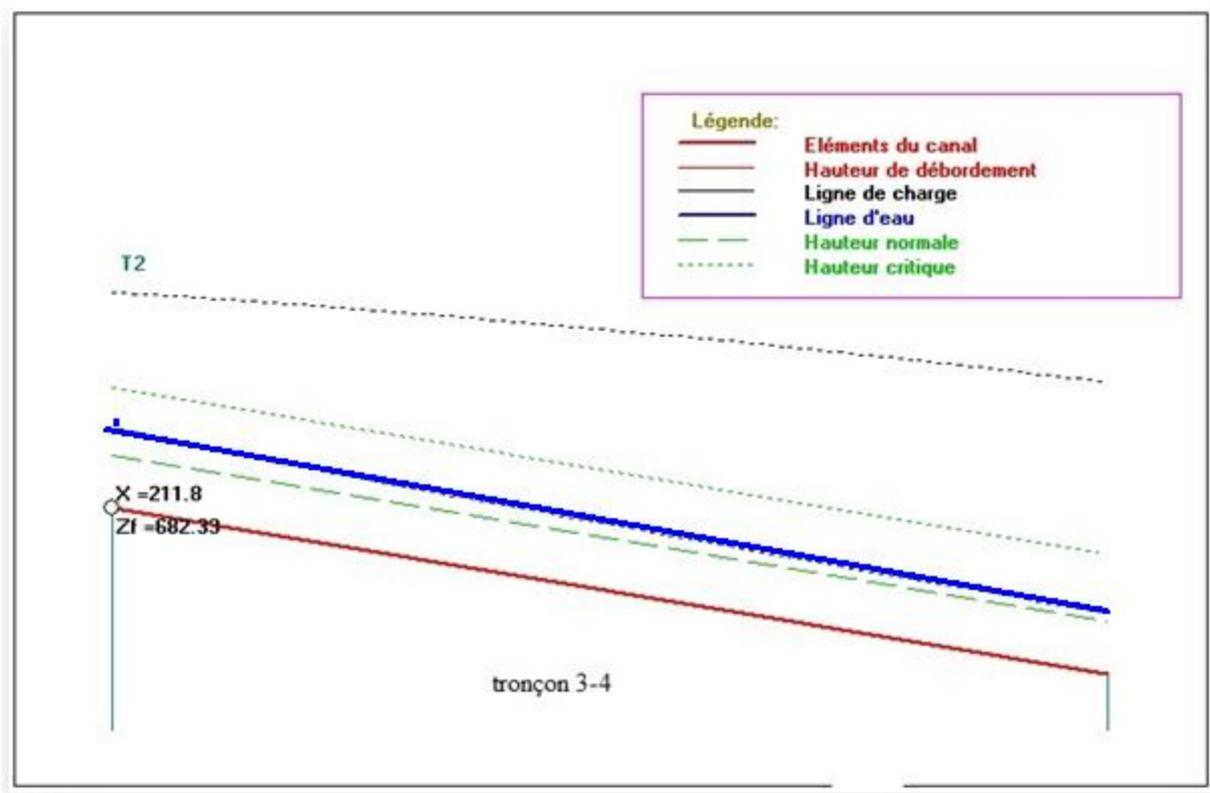


Figure V-11 : Graphe de la ligne d'eau du tronçon 3-4

4.4. Tronçon 4-5

Données de base : L= 157.00m

b = 3m

Q=35.741 m<sup>3</sup>/s

S<sub>C</sub>=bxh = 3x2.437=7.311 m<sup>2</sup>

P<sub>C</sub>= b+2h = 3+ 2x2.437= 7.694m

R=S/P =7.311/7.694=0.95 m

n= 0.014

C=1/n.R<sup>1/6</sup> = (1/0.014)x0.95<sup>1/6</sup>=70.82

I= 0.01

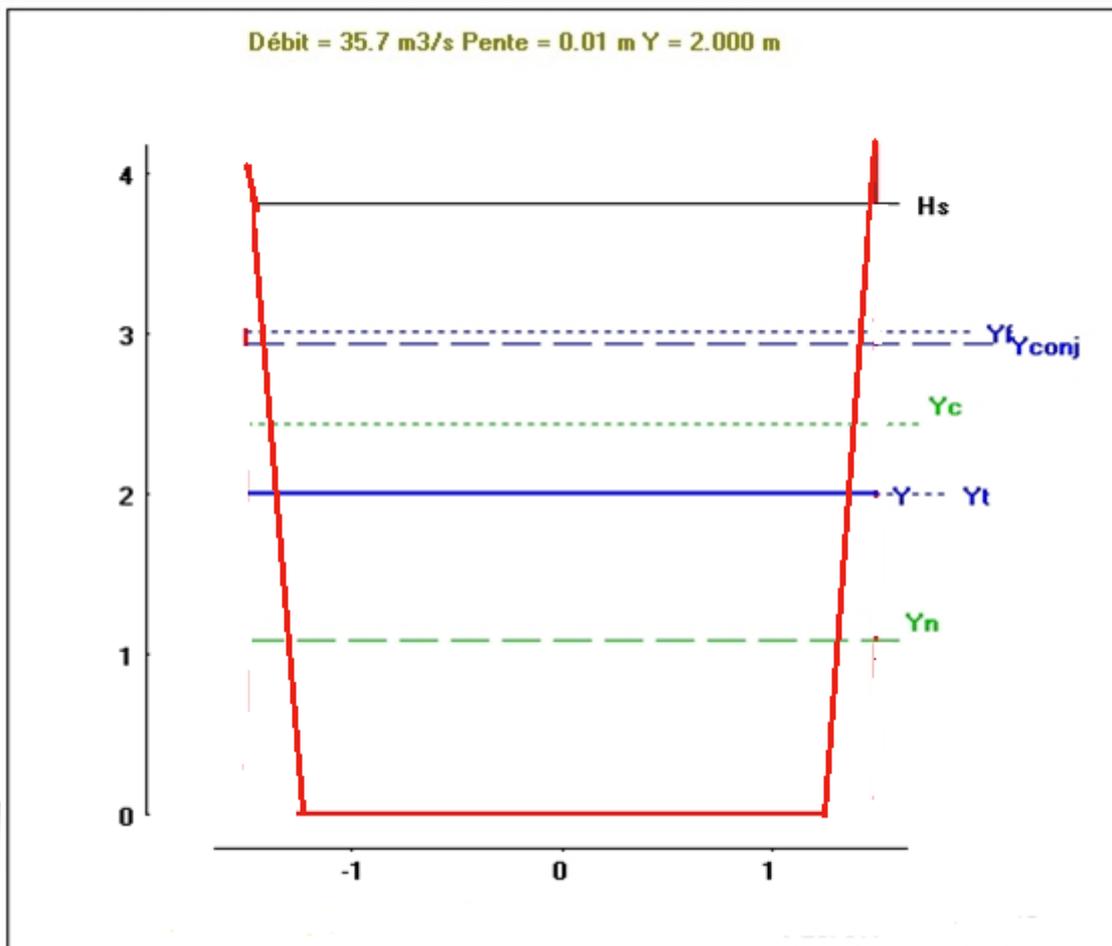


Figure V.12: Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 4-5

Tableau. V.14: Paramètres de calcul du canal trapézoïdal en béton sur le tronçon 4-5

sectio	larg	Rugo	Pente	haute	Géométriques				Hydrauliques						
					Lm	P <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	Rh	V	Fr	Hsc	Y <sub>c</sub>	Y <sub>n</sub>	L	
trapèze	3	70	+0.01	2	5.88	3	5.5	3.75	+0.6	5.41	+2.72	3.65 5	2.4 3	1.91	157 m

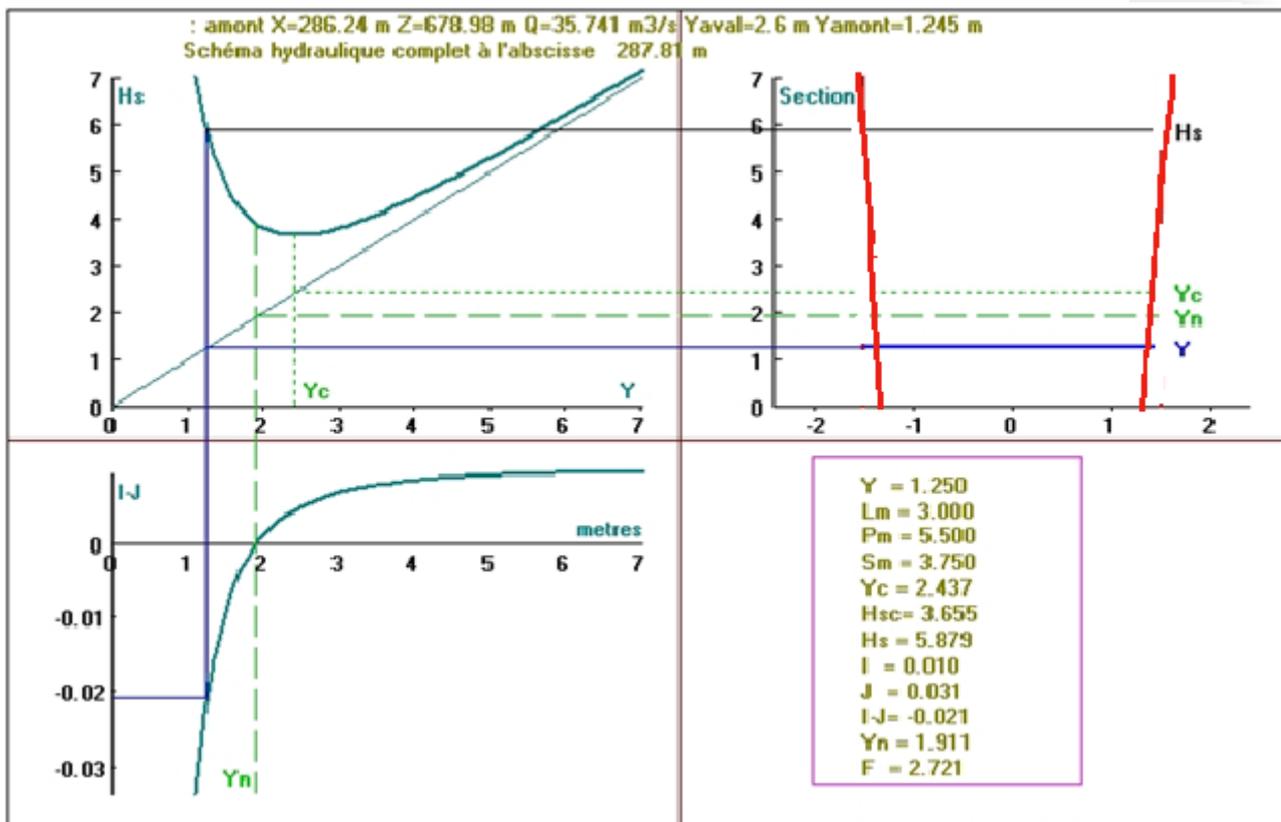


Figure V.13: Schéma hydraulique complète du tronçon 4-5

#### V-4.4.1. Pente critique

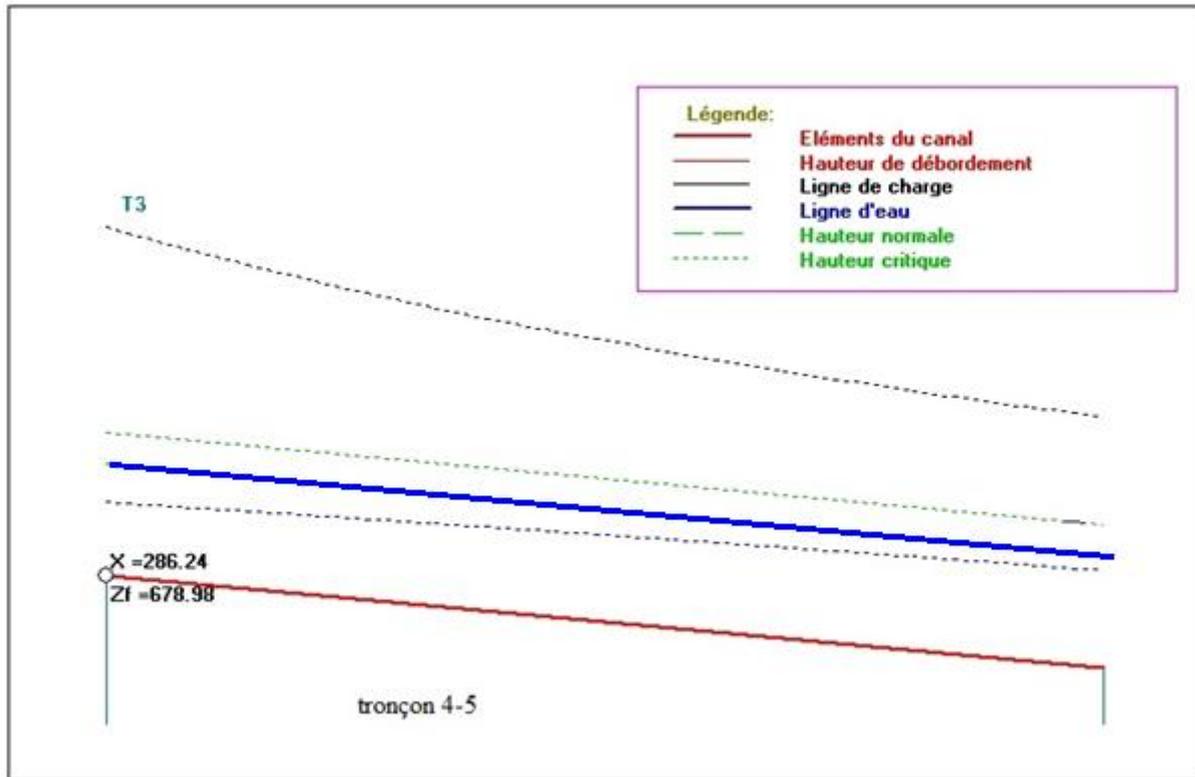
$$I_{cr} = \frac{Q^2}{C_{cr}^2 \cdot S_{cr}^2 R_h}$$

Tableau. V.15: Paramètres de calcul de la pente critique

$S_{cr}$ (m <sup>2</sup> )	$P_{cr}$ (m)	$R_{cr}$ (m)	$C_{cr}$	$I_{cr}$
7.311	7.694	0.95	70.82 avec n=0,014	5‰

Tableau. V.16 : Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 4-5

<b>Canal 21: résultats</b>							
<b>Débit =35.741 m<sup>3</sup>/s</b>							
<b>Choix topo = amont</b>							
<b>Descriptif de la ligne d'eau</b>							
<b>x</b>	<b>Y</b>	<b>V</b>	<b>J</b>	<b>H</b>	<b>Hs</b>	<b>F</b>	<b>reg</b>
<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m/s</b>	<b>m/m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>		
286.24	1.245	9.569	0.0312	684.892	5.912	2.738	tor
317.63	1.345	8.858	0.0253	684.01	5.344	2.438	tor
349.03	1.439	8.279	0.0211	683.285	4.933	2.204	tor
380.42	1.525	7.81	0.0181	682.672	4.634	2.019	tor
411.82	1.603	7.431	0.0158	682.142	4.418	1.874	tor
443.21	1.671	7.13	0.0142	681.672	4.262	1.761	tor



*Figure V.14 : Graphe de la ligne d'eau du tronçon 4-5*

#### 4.5. Tronçon 5-6

Données de base :  $L = 75.64\text{m}$

$Q = 35.741 \text{ m}^3/\text{s}$

$P_c = b + 2h = 3 + 2 \times 2.437 = 7.694\text{m}$

$n = 0.014$

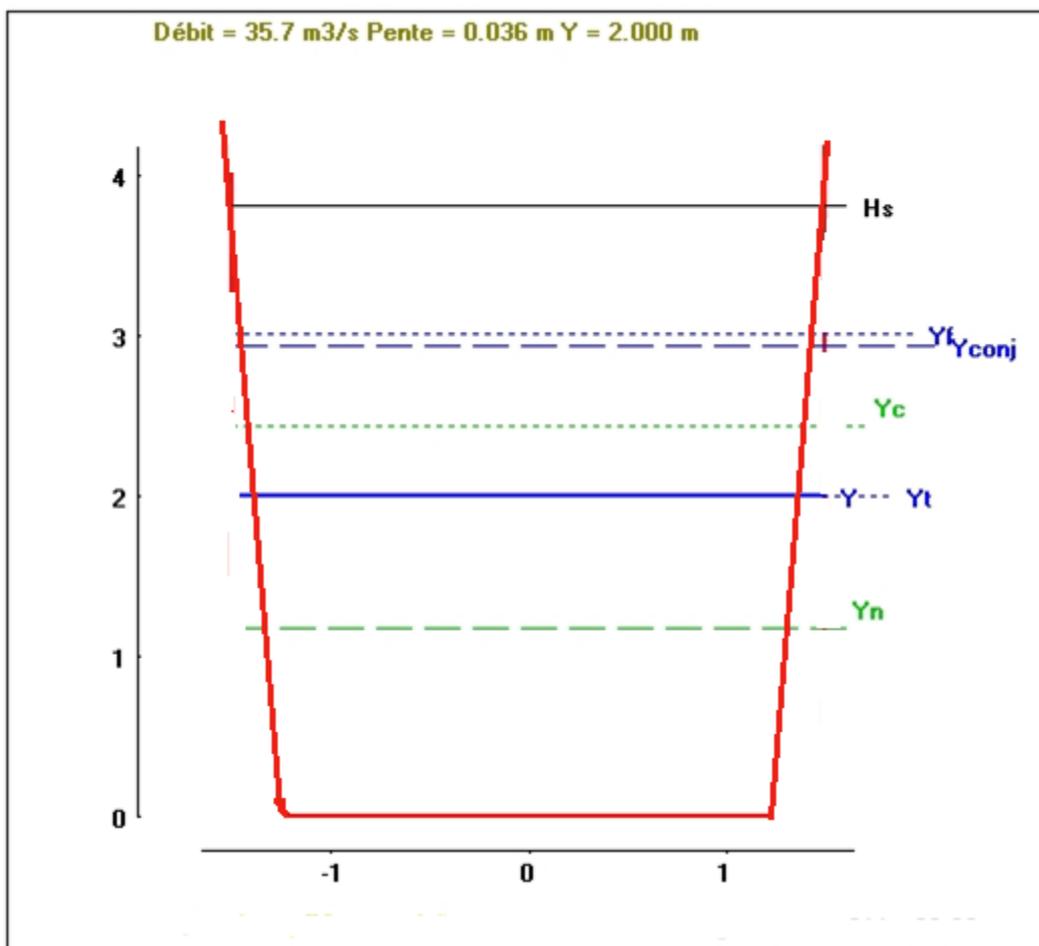
$I = 0.036$

$b = 3\text{m}$

$S_c = bxh = 3 \times 2.437 = 7.311 \text{ m}^2$

$R = S/P = 7.311/7.694 = 0.95 \text{ m}$

$C = 1/n.R^{1/6} = (1/0.014) \times 0.95^{1/6} = 70.82$



*Figure V.15: Caractéristiques du canal trapézoïdal du tronçon 5-6*

Tableau. V.17: Paramètres de calcul du canal trapézoïdal en béton sur le tronçon 5.6

sectio	larg	Rugo	Pente	haute	Géométriques			Hydrauliques							
					Hs	Lm	P <sub>m</sub>	S <sub>m</sub>	Rh	V	Fr	Hsc	Y <sub>c</sub>	Y <sub>n</sub>	L
Trapèze	3	70	+0,045	2	4.27	3	6,327	4.990	+0,78	12.7	+1,77	3,655	2,43	1,182	75,6

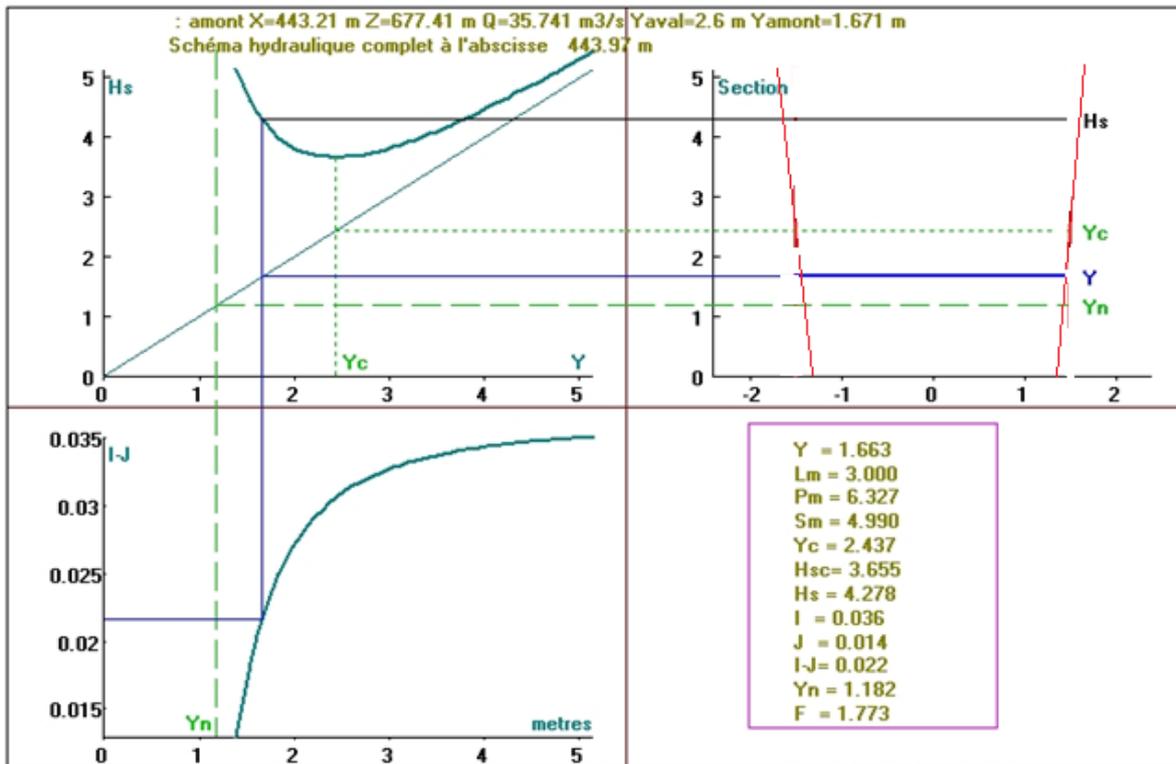


Figure V.16 : Schéma hydraulique complète du tronçon 5-6

#### V-4.5.1. Pente critique

$$I_{cr} = \frac{Q^2}{C^2 \cdot S_{cr}^2 R_h}$$

Tableau. V.18 : Paramètres de calcul de la pente critique

<b>S<sub>cr</sub> (m<sup>2</sup>)</b>	<b>P<sub>cr</sub> (m)</b>	<b>R<sub>cr</sub> (m)</b>	<b>C<sub>cr</sub></b>	<b>I<sub>cr</sub></b>
7.311	7.694	0.95	70.82 avec n=0,014	<b>5‰</b>

*Tableau. V.19: Paramètre de la ligne d'eau du tronçon 5-6*

<b>Canal 21: résultats</b>							
<b>Débit =35.741 m<sup>3</sup>/s</b>							
<b>Choix topo = amont</b>							
<b>Descriptif de la ligne d'eau</b>							
<b>x</b>	<b>Y</b>	<b>V</b>	<b>J</b>	<b>H</b>	<b>Hs</b>	<b>F</b>	<b>reg</b>
<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m/s</b>	<b>m/m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>		
443.21	1.671	7.13	0.0142	681.672	4.262	1.761	tor
458.34	1.548	7.696	0.0174	681.432	4.567	1.975	tor
473.47	1.467	8.12	0.02	681.149	4.828	2.14	tor
488.59	1.409	8.454	0.0223	680.828	5.052	2.274	tor
503.72	1.366	8.722	0.0243	680.475	5.243	2.383	tor
518.85	1.332	8.942	0.026	680.094	5.407	2.473	tor

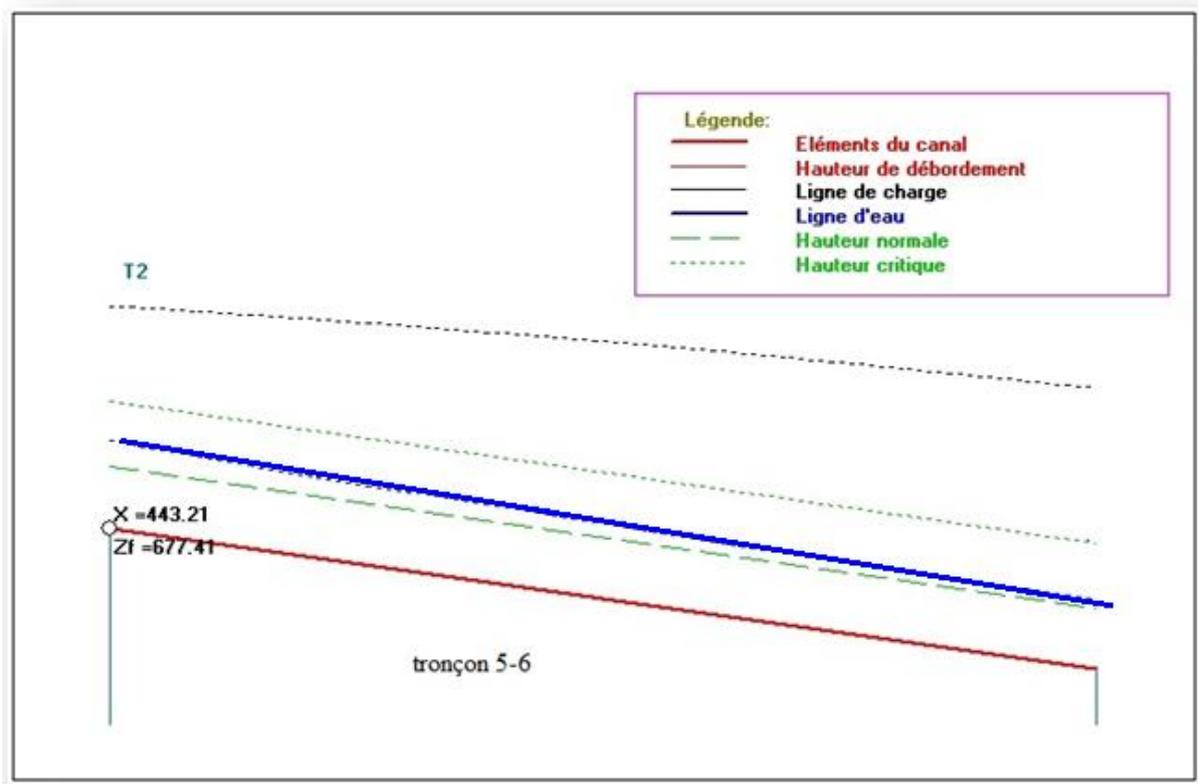


Figure V.17: Graphe de la ligne d'eau du tronçon 5-6

#### V-4.8. Calcul de paramètre de courbure du canal

Pour le canal on ajoute à la hauteur au point de courbure une revanche de sécurité :

$$\Delta H = \frac{V^2}{g} \cdot \text{Log} \left( 1 + \frac{L}{R} \right)$$

Avec :

$L$  : Largeur du canal

$V$  : vitesse d'écoulement,  $m/s$

$$H_f = H + \frac{\Delta H}{2}$$

Tableau. V.20: Paramètres de calcul de la courbure du Canal principale



Dans ce chapitre, nous avons abordé le côté hydraulique à savoir le dimensionnement du canal d'évacuation d'eaux pluviales provenant de l'infrastructure de la ville de Mecheria aux terrains agricoles. Nous avons suivi une méthode de calcul déjà expliquée au préalable. Donc l'addition des débits d'eaux pluviales dans un canal, ainsi, la pente du tronçon qui nous a permis de procéder le dimensionnement du canal après un calcul précis.

Le tracé est constitué d'aménagements d'évacuation des eaux pluviales par un canal trapézoïdal en béton armé.

Enfin, Pour assurer un bon fonctionnement du système d'évacuation, nous insistons, et attirons l'attention des responsables, sur la nécessité de procéder au nettoyage et au curage du dispositif projeté, après chaque pluie et avant l'arrivée des nouvelles pluies.



# Chapitre VI

## Organisation de chantier

## **VI-1. Introduction**

Le but de l'organisation de chantier est la 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 taches 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 <sup>[5]</sup>**

### **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
- Travaux d'entretien de l'oued;

## **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.

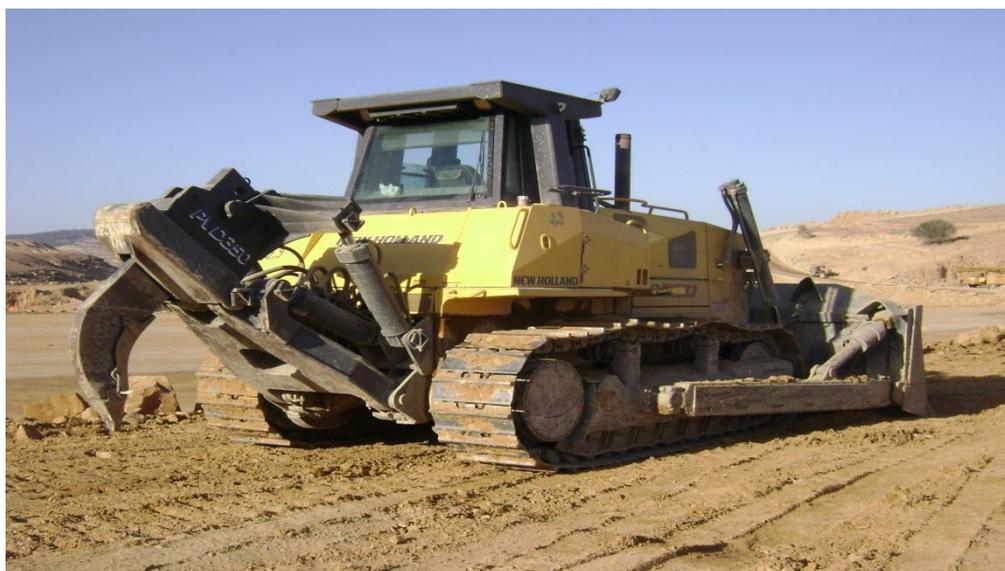


Figure VI.1 : Bulldozer



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 laquelle 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 :

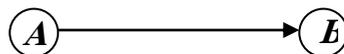
L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



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 dressés 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 du 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. Méthode de 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. Méthode 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.

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

#### 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

suivante :

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

#### 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.02 : Elaboration d'un réseau selon la méthode CPM

Les travaux	Opération	Durée
Décapage de la terre végétale et ouverture de piste	A	15 jours
Excavation de la tranchée	B	60 jours
Remblai en TVO	C	20 jours
Compactage	D	10 jours
Lit de béton propriété	E	25 jours
Mise en œuvre de l'ouvrage de reception	G	60 jours
Le bétonnage	H	90 jours
Compactage des tranches des collecteurs	I	10 jours

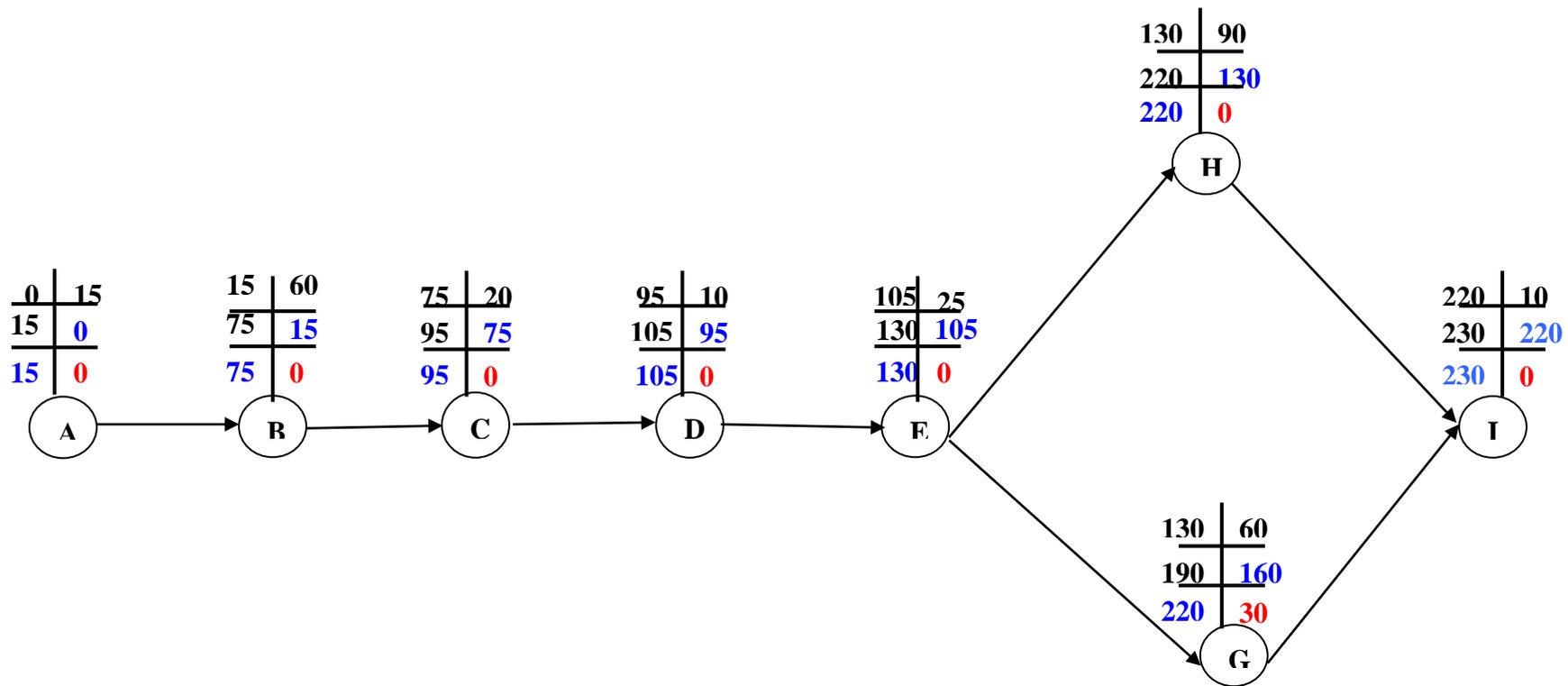


Figure VI. 5 : Réseau à nœuds

### VI-5.6. 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.03 : 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	
<b>A</b>	15	0	15	0	15	0
<b>B</b>	60	15	75	15	75	0
<b>C</b>	20	75	95	75	95	0
<b>D</b>	10	95	105	95	105	0
<b>E</b>	25	105	130	105	130	0
<b>G</b>	60	130	190	160	220	30
<b>H</b>	90	130	220	130	220	0
<b>I</b>	10	220	230	220	230	0

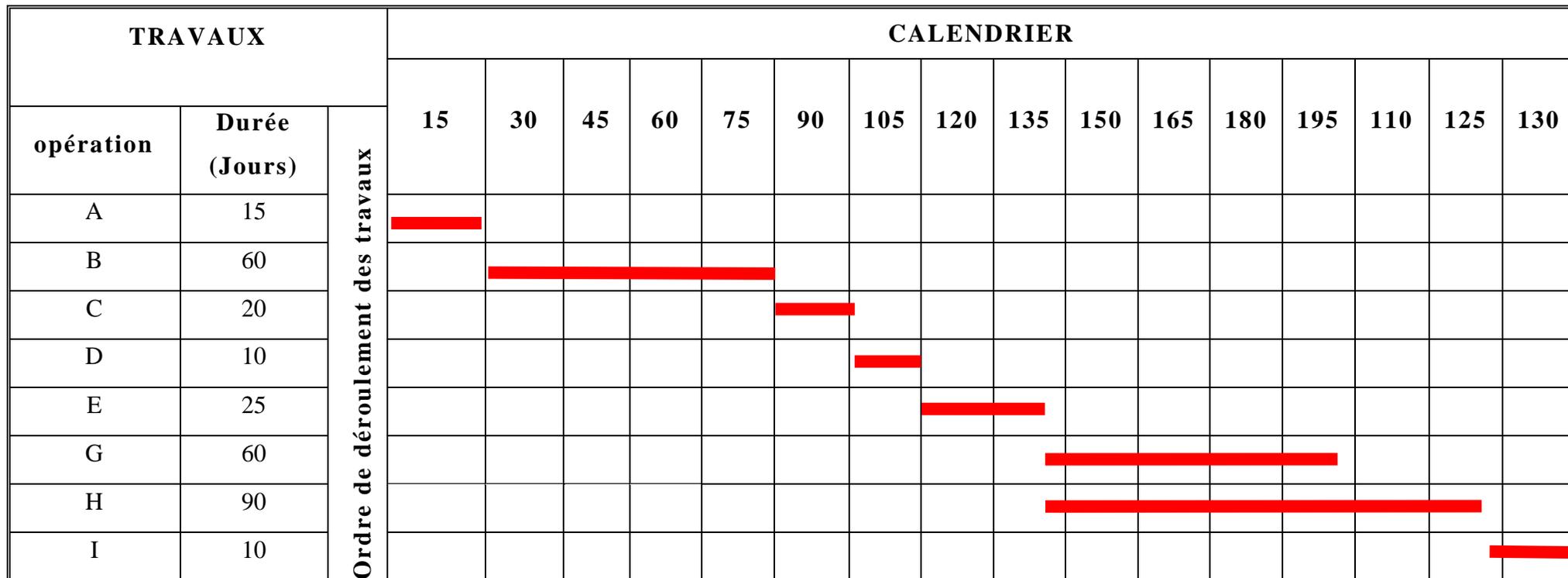


Figure VI. 6 : Diagramme de GANTT

## **VI-6. 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 tout 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 définie 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

## *Conclusion générale*

Les changements climatiques ont provoqués ces dernières années de nombreuses inondations notamment au niveau de la ville de Mecheria.

Des travaux de protection de la ville contre ces inondations ont été réalisés, mais les eaux récoltées sont déversées dans la nature contaminant ainsi les terres agricoles situées en aval.

Notre travail a consisté à canaliser ces eaux récoltées via un ouvrage de réception qu'on a raccordé à un canal trapézoïdal qui permet d'évacuer l'eau vers un exutoire qui est l'oued.

Cette variante nous semble la plus facile à réaliser, il faut néanmoins prévoir un entretien permanent pour curer ce canal.

Il nous semble aussi intéressant de prévoir d'acheminer ces eaux qui ont parfois un volume important, vers un bassin réservoir au lieu d'être perdu dans la nature. Ceci permettra l'irrigation de ces terres.

L'efficacité de cette solution reste bien entendu à vérifier sur le terrain.

## *Références Bibliographiques*

### ❖ **Ouvrage :**

[1] Carlier M, 1986 Hydraulique générale et appliquée. Edition Eyrolles. P166.

[2] Ledoux Bruno, 2001 La gestion du risque inondation.

Edition TEC & DOC. P60.

[3] Touaibia B ,2004 Manuel Pratique d'Hydrologie. Presses Madani Frères. Blida. Algérie.

### ❖ **Mémoire de fine d'étude :**

[4] Gaye Aliou, 1993 Étude de protection des terres de la vallée d'oued EL KBIR contre les inondations, ENSH, Blida.

### ❖ **COURS :**

[5] Belouakli B, Cours d'Organisation de chantier 5eme année. ENSH, Blida.

[6] Hassane M, 2009/2010 Cours d'hydraulique 4<sup>eme</sup> année. ENSH, Blida.

[7] Touaibia B, 2010-2011.Cours hydrologie 3<sup>eme</sup> année ; ENSH, Blida.