

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT : Aménagement et Génie Hydraulique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Hydraulique

THEME DU PROJET :

**ETUDE DE PROTECTION DE LA COMMUNE D'OULED HAMLIA A L'AVANT DE LA
RETENUE COLLINAIRE DRIMIL CONTRE DES INONDATIONS**

(W. OUM EL BOUAGHI).

PRESENTE PAR :
ZINAI KHALID

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M.K.MIHOUBI	Professeur	Président
D.DJOUDAR	Maître de conférences (B)	Examinatrice
A.ADDOU	Maître Assistante (A)	Examinatrice
I.ZAIBAK	Maître Assistant (A)	Examineur
N.SAIL	Maître Assistante (A)	Promotrice

Session : Janvier ; 2017

Remerciement

Au terme de cette modeste étude, je tiens à remercier :

- ▶ *Ma promotrice : M^{dme}. SAIL, qui m'a beaucoup
aider par ses orientations et ses précieux
Conseils pour l'élaboration de cette étude.*
- ▶ *Tous les enseignants de l'école nationale supérieure
d'hydraulique qui ont participé à ma formation,*
- ▶ *A ceux qui ont contribué à l'élaboration de cette
étude de près ou de loin.*

Dédicace

Je dédie ce travail :

- ▶ *A mes chers parents aux qui je dois toute la reconnaissance et respect.*
- ▶ *A ceux qui ma porter soutien et aide : mes frères et sœurs.*
- ▶ *A tous mes amis de l'ENSH à qui je garde des amitiés indéfectibles en particulier : Housseem, Hichem, Soufien, Akrem , Chama,...*
- ▶ *A tous les étudiants de l'ENSH (Année 2015/2016).*
- ▶ *A tous mes amis de sport*
à tous et à toutes, je dédie ce travail.

ملخص

إن الهدف الرئيسي من دراستنا هذه ، هو حماية مدينة أولاد حملة المتواجدة بولاية أم البواقي ضد الفيضانات. و من هذا المنطلق حاولنا أن نقدم حلا تقنيا للمشكلة التي أثارها سكان مدينة أولاد حملة والمتمثلة في فيضان القنوات والتلوث من مياه الصرف الصحي.

و بناء على ذلك قمنا باختيار أحسن أساليب الحماية، المتمثلة في تهيئة الوادي وذلك باستعمال إحدى الطرق الحديثة المستعملة بكثرة في هذا المجال.

Résumé

L'objectif principal de notre étude est la protection de la ville d'Ouled Hamla w.Oum El Bouaghi contre les inondations. De ce fait, nous allons proposer une solution technique pour résoudre les problèmes soulevés par les habitants d'Ouled Hamla à savoir les inondations des canaux et la pollution due aux eaux usées.

Nous avons choisi les moyens de protections en utilisant l'une des méthodes modernes les plus utilisables dans ce domaine.

Abstract

The main objective of our study is the protection of the city of Ouled Hamla w.Oum El Bouaghi against flooding. We will try to give a technical solution to the problem raised by the inhabitants of Ouled Hamla (Flood Canal, pollution from sewage). For that we choose the means of protection which is the amenagement of the valley using one of the modern methods mostly used in this domain.

Sommaire

Introduction générale :	01
Chapitre I: Généralités sur les inondations	02
I-1- Introduction :	03
I. 2: Les inondations :	03
I. 2. 1 : Définition :	03
I. 3: Les crues :	04
I. 3. 1 : Définition :	04
I.3.2 Présentation générale du risque inondation	04
I.3.2.1 La présence de l'eau : l'aléa	04
I.3.2.1.1 L'inondation d'origine fluviale	04
I.3.2.1.2 L'inondation par la mer	06
I.3.2.2 La présence de l'homme : les enjeux	08
I.3.3 Processus conduisant aux crues et aux inondations	08
I.3.3.1 Définition et types de crues	08
I.3.3.2 La formation des crues et des inondations	08
I.3.3.3 Principaux processus physiques responsables de la variation du niveau marin	09
I.3.4 Les facteurs aggravant les risques	10
I.3.5 Les conséquences des inondations	11
Chapitre II: Etude hydrologique	13
II 1 Introduction :	14
II. 2. Localisation de zone d'étude:	15
II. 3. Topographie et hydrographie :	16
II.3.1Caractéristiques physico- géographiques des bassins versants	17
II.3.1.1Superficie des bassins versants	17
II.3.1.2 Longueur des talwegs principaux	17
II.3.1.3 Les altitudes minimales et maximales	19
II.3.1.4 Les altitudes moyennes	20

II.4. Hydrologie :	23
II.4.1 Climatologie	23
II.4.1.1 Stations de référence	23
II.4.1.2. Données climatologiques du projet	23
II.4.1.2.1 Température de l'air	23
II.4.1.2.2 Humidité de l'air	26
II.4.1.2.3 Ensoleillement	27
II.4.1.2.4 Précipitations	28
II.4.1.3 Autre phénomènes climatiques	33
II.4.2 Détermination des crues de projet	35
II.4.2.1 Le temps de concentration	36
II.4.2.1.1 Formule de Giandotti	36
II.4.2.1.2 Formule de Témez	36
II.4.2.2 Pluies journalières maximales	37
II.4.2.3 Pluie de courte durée	50
II.4.2.4 Débit maximum de projet	50
II.4.2.4.1 La relation de Turazza	50
II.4.2.4.2 Formule de Giandotti forme 1	51
II.4.2.4.3 Formule de Giandotti forme 2	52
Chapitre III: Etude géologique	54
III 1. Géomorphologie de la région :	55
III .2 .Géologie régionale :	56
III .2 . 1 .La nappe néritique constantinoise :	56
III .2 .2 .Le complexe broyé triasique :	56
III .3 .Sismicité de la région :	57

Chapitre IV: Etude Hydraulique	59
IV. 1. Reconnaissance de terrain :	60
IV. 2. Rappel de l'expertise :	60
IV. 3. Implantation des axes de l'aménagement :	65
IV. 4. Calcul hydraulique de l'aménagement :	67
IV. 5. Description des ouvrages :	74
Chapitre V: Etude De Stabilité	77
V.1. Définition d'un Mur de soutènement :	78
V.2 .Constitution des Mur de soutènement.	78
V.2.1. Elément constitutifs :	78
V.3. Divers types de mur de soutènement :	79
V.4. Calcule de stabilité du mur :	62
▪ les forces verticales :	62
▪ les forces horizontales :	62
V.4.1. Stabilité au renversement :	63
V.4.2.Stabilité au poinçonnement :	64
V.4.3. Stabilité au glissement :	64
V.5. Ferrailage des éléments du mur :	84
▪ Ferrailage de rideau :	84
▪ Ferrailage de la semelle :	86
▪ Calcule de ferrailage de semelle :	86
▪ Ferrailage de la bêche :	88
V.6. Stabilité de mur en gabion :	89
V.6.1. stabilité au renversement :	89
V.6.2. stabilité au poinçonnement :	89
V.6.3. stabilité au glissement :	89

Chapitre VI: Organisation De Chantier	90
VI.1 Introduction	91
VI.2 Installations du chantier	91
VI.2.1 Installations destinées au personnel	91
VI-2-2 Installations destinées au stockage des matériaux	91
VI-2-3 Installations destinées à la réparation des engins	91
VI-2-4 Installations pour la préfabrication	92
VI-3 SUCCESSION DES OPERATIONS DU CHANTIER	92
a- Travaux préparatoires	92
b- Exécution de l'ouvrage	92
VI-5 TECHNOLOGIE DES PRINCIPAUX TRAVAUX	92
VI-5-1 Travaux de terrassement	92
VI.6. Murs latéraux de l'aménagement	92
VI.6.1. BETON	92
VI.6.2. Gabions	93
VI.6.3 Mise en place du béton	93
VI.6.4. Entretien du béton mis en place	94
VI.7. Volumes des travaux	95
VI.8. Rendement des différents engins	95
 Chapitre VII: Protection Et Securieté De Travail	 97
VII.1. Introduction :	98
VII.2. Les Causes Des Accidents :	99
VII. 3. Les Actions Et Conditions Dangereuses :	99
VII.4.Organisation de la prévention des accidents du travail:	100
VII.5. Conclusion	102
Conclusion générale	103
Bibliographie	107
Annexes	109

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II. 1: Superficies des bassins versants-----	18
Tableau II. 2: Longueur des talwegs principaux-----	18
Tableau II. 3: Altitudes minimales-----	19
Tableau II. 4: Altitudes maximales-----	19
Tableau II. 5 : Altitudes maximales-----	20
Tableau II. 6 : Tableau récapitulatif du résultat de l'altitude moyenne-----	21
Tableaux II. 7: Principales caractéristiques des bassins versants-----	22
Tableaux II. 8: Station de référence-----	23
Tableau II. 9: Températures moyennes à Oum El Bouaghi-----	24
Tableau II. 10: Températures maximales et minimales à Oum El Bouaghi-----	25
Tableau II. 11: Humidités moyennes mensuelle à Oum El Bouaghi-----	26
Tableau II. 12: Insolation mensuelles (Station d'Oum El Bouaghi) -----	27
Tableau II. 13: Station de Fourchi-----	28
Tableau II. 14: Précipitation mensuelle observée (station de Fourchi) -----	28
Tableau II. 15: Série pluviométrique de la station de Fourchi-----	31
Tableau II. 16: Les précipitations (en %) à la station de Fourchi-----	32
Tableau II. 17: Tableau récapitulatif des autres phénomènes climatiques-----	35
Tableau II. 18: Temps de concentration (Tc) de Giandotti-----	36
Tableau II. 19: Temps de concentration (Tc) de Témez-----	37
Tableau II. 20: Tableau récapitulatif des résultats du temps de concentration-----	37
Tableau II. 21: Temps de concentration du projet (Tc) -----	37
Tableau II. 22: Valeurs des pluies maximales journalières annuelles Station de_Fourchi-----	38
Tableau II. 23: Ajustement à une loi de Gumbel-----	39
Tableau II. 24: Pluies journalières maximales de différentes fréquences-----	40
Tableau II. 25: Ajustement à une loi log-normale-----	43
Tableau II. 26: Pluies journalières maximales de différentes fréquences-----	45
Tableau II. 27: Ajustement à une loi de Gauss (loi normale) -----	47

Tableau II. 28: Pluies journalières maximales de différentes fréquences-----	48
Tableau II. 29: Tableau récapitulatif des résultats de calcul de P_{jmax} -----	49
Tableau II. 30: Pluies journalières maximales de différentes fréquences-----	49
Tableau II. 31: Pluies de courte durée de différentes fréquences-----	50
Tableau II. 32: Débits maximums de Turazza-----	51
Tableau II. 33: Débits maximums de Giandotti forme 1-----	52
Tableau II. 34: Débits maximums de Giandotti forme 2-----	52
Tableau II. 35: Tableau récapitulatif des résultats de débits maximums-----	52
Tableau II. 36: Débits maximums de la Chaabat-----	53
Tableau II. 37: Débit maximum de projet-----	53

LISTE DES FIGURES

Figure I. 1: Schéma présentant le lit mineur et le lit majeur d'un cours d'eau-----	4
Figure I. 2: Schéma présentant les différents types de la morphologie des cours d'eau-----	5
Figure II. 1: Localisation de la zone d'étude-----	15
Figure II. 2: Schéma présentant la location de la zone d'étude-----	16
Figure II. 3: Schéma de la zone d'étude (Extrait de carte : 1/50000) -----	17
Figure II. 4: Courbe hypsométrique du bassin versant ($BV_{Chaabat}$) -----	21
Figure II. 5: Distribution mensuelle des températures moyennes-----	24
Figure II. 6: Distribution mensuelle des températures maximales et minimales-----	25
Figure II. 7: Distribution mensuelle de l'humidité moyenne à Oum El Bouaghi-----	26
Figure II. 8: Distribution mensuelle de l'ensoleillement à Oum El Bouaghi-----	27
Figure II. 9: Extrait de carte pluviométrique de l'ANRH(1993) -----	29
Figure II. 10: Répartition mensuelle des précipitations (en %) à la station de Fourchi-----	32
Figure II. 11: Ajustement à une loi de Gumbel-----	40
Figure II. 12: Ajustement à une loi Log-Normale-----	45
Figure II. 13: Ajustement à une loi Normale-----	48
Figure III. 1: Carte géologique de la zone étudié -Echelle : 1 /200.000-----	57

LISTE DES PLANCHES

Planche I : vue en plan de l'aménagement oued Drimil (canal A).

Planche II : vue en plan de l'aménagement oued Drimil (canal A) (suite).

Planche III : vue en plan de l'aménagement oued Drimil (canal B et C).

Planche IV : profil en long de l'oued Drimil.

Planche V : coupes en travers de l'oued Drimil.

Planche VI : coupes en travers de l'oued Drimil(suite).

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

Les inondations peuvent se définir comme l'envahissement par l'eau de lieux terrestres habituellement émergés. Plusieurs causes et des processus complexes aboutissent à ce phénomène, dont l'ampleur peut conduire à une catastrophe majeure. On considère que les inondations sont responsables de plus de 60% de mortalité totale.

Trois types peuvent être distingués : les crues plus ou moins cycliques des fleuves, les crues subites et les inondations liées aux tempêtes cycloniques ou aux cyclones. On peut ajouter un quatrième type d'envahissement des eaux sur les terres émergées dont l'histoire du climat offre des exemples : celui qui est dû à l'avancée des mers sur les bordures continentales basses, consécutivement à un réchauffement climatique. Si ce phénomène est lent et ne risque pas de surprendre les populations concernées, il n'en reste pas moins qu'il aurait, s'il se produisait de nos jours, des conséquences socio-économiques considérables.

Ouled Hamla est une ville touchée par ce phénomène destructible dans certain lieux qu'on classe vulnérable. Les inondations que subit cette ville sont de type torrentiel, qui sont dues à de fortes averses de pluies ou des orages violents sur de petits bassins versants représentant des reliefs accidentés comparables à celle de Bougaa.

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

CHAPITRE I

Chap. I : Généralités sur les inondations**I .1 .Introduction :**

Une inondation est un fléau naturel, l'un des plus récurrents dans le monde et qui affecte de nombreuses populations. Cette fréquence est notamment liée à la multiplicité des causes qui peuvent provoquer une inondation. Quant aux conséquences, les dommages causés par une inondation ne sont jamais moindres.

Par définition, une inondation est le résultat du débordement d'un plan d'eau. Par extension, on parle également d'inondation quand de fortes pluies font rompre des barrages hydrauliques.

I. 2: Les inondations :**I. 2. 1 : Définition :**

Une inondation est une submersion (rapide ou lente) d'une zone pouvant être habitée ; elle correspond au débordement des eaux lors de la crue. Ce débordement est dû à une augmentation du débit du cours d'eau provoquée par des pluies importantes en durée et/ou en intensité. Elle se traduit par un recouvrement d'eau, qui déborde du lit mineur, lors d'une crue, et occupe le lit majeur d'un cours d'eau.

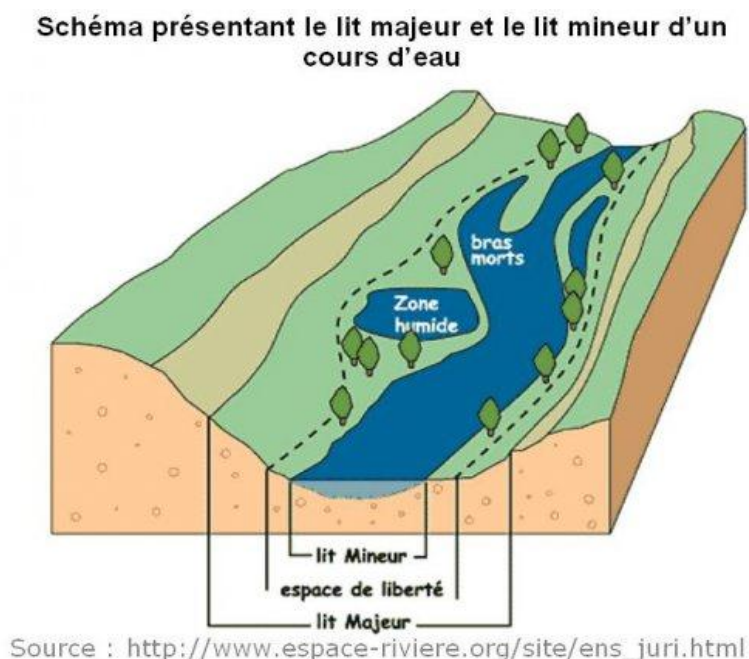


Fig. I. 1 : Schéma présentant le lit mineur et le lit majeur d'un cours d'eau

I. 3: Les crues :

I. 3. 1 : Définition :

La crue correspond à la montée des eaux d'un cours d'eau, l'inondation au phénomène qui en résulte, l'eau débordant, se répandant sur les terrains alentours. Elle est due à des précipitations en forte quantité, auxquelles peut s'ajouter un sol imperméable ou devenu imperméable suite à une sécheresse importante : le sol n'absorbe plus la quantité d'eau qui lui parvient.

Mais ce phénomène peut également être accentué par des causes :

- 🌿 humaines directes (drainage, imperméabilisation des sols ...),
- 🌿 humaines indirectes (changement climatique).

I .3.2 Présentation générale du risque inondation :

Le risque inondation est ainsi la conséquence de deux composantes : la présence de l'aléa (l'eau) ainsi que de celle de l'homme (les enjeux).

I .3.2.1 La présence de l'eau : l'aléa

I .3.2.1.1 L'inondation d'origine fluviale :

Sur le territoire national, la majorité des cours d'eau (rivières, fleuves) ont une morphologie qui s'organise en trois lits (cf. figure ci-dessous) :

- Le lit mineur (L 1) qui est constitué par le lit ordinaire du cours d'eau, pour le débit d'étiage ou pour les crues fréquentes (crues annuelles : T 1)
- Le lit moyen (L 2), sous certains climats, on peut identifier un lit moyen. Pour les crues de période de 1 à 10 ans, l'inondation submerge les terres bordant la rivière et s'étend dans le lit moyen. Il correspond à l'espace alluvial ordinairement occupé par la ripisylve, sur lequel s'écoulent les crues moyennes (T 2)
- Le lit majeur (L 3) qui comprend les zones basses situées de part et d'autre du lit mineur, sur une distance qui va de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Sa limite est celle des crues exceptionnelles (T 3). On distingue les zones d'écoulement, au voisinage du lit mineur ou des chenaux de crues, où le courant a une forte vitesse, et les zones d'expansion de crues ou de stockage des eaux, où les vitesses sont faibles. Ce stockage est fondamental, car il permet le laminage de la crue (réduction du débit et de la vitesse de montée d'eaux à l'aval).
- Hors du lit majeur, le risque d'inondation fluviale est nul (ce qui n'exclut pas le risque d'inondation par ruissellement pluvial, en zone urbanisée notamment). On différencie sur les cartes les terrasses alluviales anciennes, qui ne participent plus aux crues mais sont le témoin de conditions hydrauliques ou climatiques disparues. Leurs caractéristiques permettent d'y envisager un redéploiement des occupations du sol sensibles hors des zones inondables.

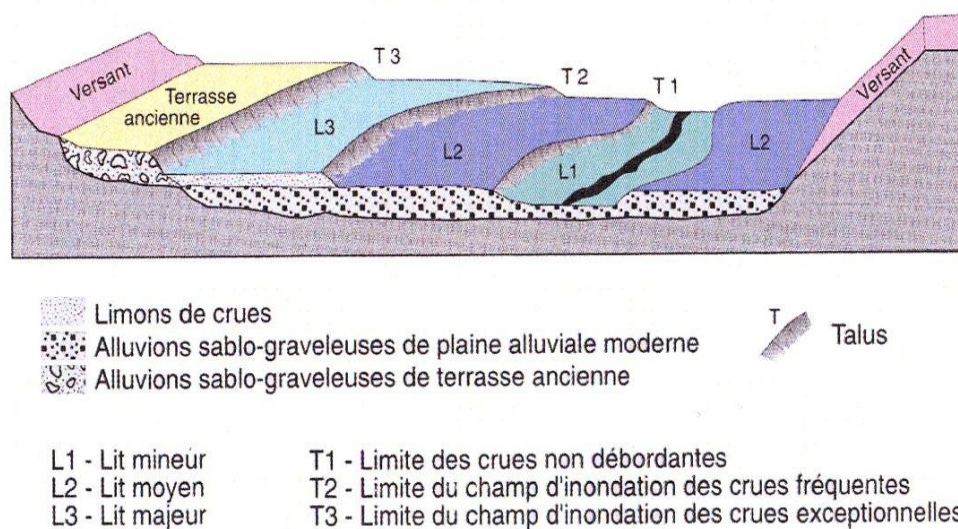


Fig. I. 2 : Schéma présentant les différents types de la morphologie des cours d'eau

(Source : www.google.com)

Cette distinction des lits topographiques de la rivière est possible par l'approche hydro géomorphologique, reconnue et développée depuis 1996, qui a pour objectif l'étude du fonctionnement hydraulique par analyse de la structure des vallées. Il s'agit, par diverses techniques telles que la photo-interprétation, la photogrammétrie et l'observation de terrain, d'une méthode d'interprétation du terrain naturel identifiant les éléments structurants du bassin versant susceptibles de modifier l'écoulement des eaux de crue.

En territoire urbain densément peuplé ou les enjeux sont majeurs, cette approche peut faire l'objet d'études complémentaires telle que la modélisation hydraulique filaire (ou bidirectionnelle) qui consiste à modéliser le débit centennal calculé à défaut de crue historique supérieure. Par l'intermédiaire de cette méthode, on peut établir les hauteurs d'eau, les vitesses et les sens d'écoulement des eaux pour une crue de référence grâce à des profils en travers du cours d'eau ou des casiers successifs. Le croisement de ces deux critères permet d'obtenir la cartographie représentative des différents degrés d'aléa.

I .3.2.1.2 L'inondation par la mer :

Toutes les communes possédant une façade maritime ou en arrière des étangs sont exposées au risque de submersion marine. La submersion marine désigne une inondation temporaire de la zone côtière par la mer ou par un étang, dans des conditions météorologiques extrêmes (forte dépression atmosphérique, vent violent, forte houle,... etc.), associées à des phénomènes naturels plus réguliers (marée astronomique, variation de température de l'eau, flux hydrique régulier, inversion des vents jour/nuit,..... etc.).

On observe plusieurs types de submersion :

- ☐ Par formation de brèches permettant à l'eau de s'engouffrer. Elles peuvent apparaître sur un ouvrage ou suite à l'érosion progressive des cordons dunaires par le vent ou par l'agression de la houle.
 - ☐ Par débordement t. Le niveau d'eau atteint dépasse celui de l'ouvrage ou l'altimétrie des terrains en front de mer est trop faible pour empêcher la pénétration de l'eau.
 - ☐ Par franchissement par « paquet de mer » (effet du déferlement des vagues).
- L'emprise des terres impactées s'organise suivant le schéma suivant et se décompose en plusieurs zones :

- une zone de déferlement qui est la surface à l'intérieur de laquelle la houle est modifiée à l'approche de la côte. Elle est constituée par les entités morphologiques directement soumises à l'impact des vagues : le cordon dunaire, la plage vive et la plage immergée. Le déferlement induit une dissipation d'énergie importante pouvant entraîner des dégâts importants par choc mécanique des vagues.
- une zone de submersion par occupation constituée de l'arrière-plage et de la lagune ou l'aléa induit par le déferlement est réduite.

I.3.2.2 La présence de l'homme : Les enjeux

En s'implantant dans le lit majeur, l'homme s'est donc installé dans la rivière elle-même. Or cette occupation a une double conséquence : elle crée le risque en exposant des personnes et des biens aux inondations et aggrave l'aléa en modifiant les conditions d'écoulement de l'eau. De même, en s'installant sur les façades littorales, l'homme s'expose aux effets de la mer et l'anthropisation de certains secteurs a pu conduire à aggraver les aléas en modifiant les phénomènes naturels d'évolution des côtes.

Pour ce qui concerne le risque de submersion marine, les enjeux à prendre en compte sont de trois types :

- ☐ Les espaces non ou peu urbanisés,
- ☐ Les lidos,
- ☐ Les espaces urbanisés définis sur la base de la réalité physique existante.

À l'exception des campings existants, les espaces non ou peu urbanisés présentent par nature une faible vulnérabilité humaine et économique dans la mesure où peu de biens et de personnes y sont exposés. Cependant, dans la mesure où ces zones sont susceptibles de permettre l'extension de la submersion marine et de ralentir les écoulements dynamiques, il convient de ne pas les ouvrir à l'urbanisation. D'autre part, il est primordial de ne pas exposer en zone inondable de nouveaux enjeux humains et économiques. Les lidos constituent des zones fragiles par leur faible largeur, d'autant plus que leur vulnérabilité est aggravée par la présence d'infrastructures. Les espaces urbanisés comprennent les centres urbains, les voies de communications, les activités, les équipements sensibles ou stratégiques pour la gestion de la crise.

I .3.3 Processus conduisant aux crues et aux inondations :

I .3.3.1 Définition et types de crues :

« Inondations » et « crues » sont des termes fréquemment sujets à confusion. Or ces dernières présentent des caractéristiques bien différentes. En effet, une crue n'occasionne pas systématique une inondation et réciproquement !

La crue est une augmentation rapide et temporaire du débit d'un cours d'eau au-delà d'un certain seuil. Elle est décrite à partir de trois paramètres : le débit, la hauteur d'eau et la vitesse du courant. Ces paramètres sont conditionnés par les précipitations, l'état du bassin versant et les caractéristiques du cours d'eau (profondeur, largeur de la vallée). Ces caractéristiques naturelles peuvent être aggravées par la présence d'activités humaines. En fonction de l'importance des débits, une crue peut être contenue dans le lit mineur ou déborder dans le lit moyen ou majeur.

L'inondation est une submersion, rapide ou lente, d'une zone située hors du lit mineur du cours d'eau. On distingue plusieurs types d'inondations :

- On parle d'inondation de plaine pour désigner la montée lente des eaux en région de plaine. Elle se produit 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.
- La crue torrentielle correspond quant à elle à la montée rapide (généralement dans les six heures suivant l'averse) des eaux dans les vallées encaissées et les gorges suite à des pluies intenses sur une courte période.
- L'inondation côtière se produit en zone littorale par la mer, par un cours d'eau ou par combinaison des deux.
- L'inondation par ruissellement urbain, sur les espaces urbains et périurbains, suite à des précipitations orageuses violentes et intenses qui provoquent une saturation des réseaux d'évacuation et ruissellent alors sur les sols imperméabilisés.

I .3.3.2 La formation des crues et des inondations :

Différents éléments participent à la formation et à l'augmentation des débits d'un cours d'eau :

- L'eau mobilisable qui peut correspondre à la fonte de neiges ou de glaces au moment d'un redoux, de pluies répétées et prolongées ou d'averses relativement courtes qui peuvent toucher la totalité de petits bassins versants de quelques

kilomètres carrés. Ce cas ne concerne pas, ou seulement très marginalement, nos cours d'eau méditerranéens.

- Le ruissellement dépend de la nature du sol et de son occupation en surface. Il correspond à la part de l'eau qui n'a pas été interceptée par le feuillage, qui ne s'est pas évaporée et qui n'a pas pu s'infiltrer, ou qui ressurgit après infiltration (phénomène de saturation du sol).
- Le temps de concentration correspond à la durée nécessaire pour qu'une goutte d'eau ayant le plus long chemin hydraulique à parcourir parvienne jusqu'à l'exutoire. Il est donc fonction de la taille et de la forme du bassin versant, de la topographie et de l'occupation des sols.
- La propagation de la crue (eau de ruissellement) a tendance à se rassembler dans un axe drainant ou elle forme une crue qui se propage vers l'aval. La propagation est d'autant plus ralentie que le champ d'écoulement est plus large et que la pente est plus faible.
- Le débordement se produit quand il y a propagation d'un débit supérieur à celui que peut évacuer le lit mineur. Nos régions sont évidemment concernées par le ruissellement, très fort en cas d'épisodes cévenols ou l'infiltration est très faible compte tenu du caractère diluvien des pluies. Le faible temps de concentration rend la propagation rapide et la prévision délicate. Les secteurs proches du littoral (mer ou étang) peuvent également subir des inondations par l'accumulation et l'interaction de phénomènes physiques extrêmes (dépression atmosphérique, vent, houle, ...).

I .3.3.3 Principaux processus physiques responsables de la variation du niveau marin :

Le phénomène de submersion se produit sous l'action de processus physiques se manifestant de manière extrême (forte dépression atmosphérique, vent violent, forte houle), associés à des phénomènes naturels plus réguliers (marée astronomique, variation de température de l'eau, flux hydrique régulier, inversion des vents jour/nuits).

- La pression atmosphérique : la masse d'eau est couverte par une masse d'air dont les caractéristiques (vitesse de déplacement, température, densité, ...) varient au cours du temps. La pression exercée sur la masse d'eau varie et induit un déplacement vertical du niveau marin.

- Le vent : il pousse les masses d'eau en surface et induit un basculement du plan d'eau à la cote qui se traduit par une élévation ou un abaissement du niveau marin selon sa direction.
- La houle : elle se traduit notamment par un déplacement vers la cote de la masse d'eau qui, s'il n'est pas totalement compensé par des courants partiellement orientés vers le large, induit une élévation du niveau marin.
- La marée astronomique : elle se traduit par des variations régulières du niveau marin.

Le jet de rive (à l'échelle temporelle de la propagation d'une vague) : la houle et le vent de mer projettent sur la plage émergée des vagues dont la propagation et la destruction à terre dépendent fortement des caractéristiques de cette vague dans l'avant-cote, de la nature du substrat et de la morphologie de la plage. Cette propagation correspond à des variations haute-fréquence du niveau marin à la cote.

I .3.4 Les facteurs aggravants les risques

Les facteurs aggravants sont presque toujours liés à l'intervention de l'homme. Ils résultent notamment de :

- L'implantation des personnes et des biens dans le champ d'inondation : non seulement l'exposition aux risques est augmentée mais, de plus, l'imperméabilisation des sols due à l'urbanisation favorise le ruissellement au détriment de l'infiltration et augmente l'intensité des écoulements. L'exploitation des sols a également une incidence : la présence de vignes (avec drainage des eaux de pluie sur les pentes) ou de champs de maïs plutôt que des prairies contribue à un écoulement plus rapide et diminue le temps de concentration des eaux vers l'exutoire.
- La défaillance potentielle des dispositifs de protection (barrages, digues, merlons, remblais, ...) : le rôle de ces dispositifs est limité. Leur efficacité et leur résistance sont fonction de leur mode de construction, de leur gestion et de leur entretien, ainsi que de la crue de référence pour laquelle ils ont été dimensionnés. En outre, la rupture ou la submersion d'une digue expose davantage la plaine alluviale aux inondations que si elle n'était pas protégée. En cas de rupture par exemple, l'effet de vague génère est d'autant plus dévastateur.

Par ailleurs, les structures naturelles comme les cordons dunaires n'ont pas vocation à faire office d'ouvrage de protection et ne relèvent d'ailleurs pas de la réglementation relative à la sécurité des ouvrages hydrauliques. Leur impact sur les écoulements doit être pris en compte, mais ces cordons ne peuvent pas être considérés comme des ouvrages de protection résistant à la tempête de référence.

□ Le transport et le dépôt de produits indésirables : il arrive que l'inondation emporte puis abandonne sur son parcours des produits polluants ou dangereux, en particulier en zone urbaine. C'est pourquoi il est indispensable que des précautions particulières soient prises concernant leur stockage.

□ La formation et la rupture d'embâcles : les matériaux flottants transportés par le courant (arbres, buissons, caravanes, véhicules, ...) s'accumulent en amont des passages étroits au point de former des barrages qui surélèvent fortement le niveau de l'eau et, en cas de rupture, provoquent une onde puissante et dévastatrice en aval.

□ La surélévation de l'eau en amont des obstacles : la présence de ponts, remblais ou murs dans le champ d'écoulement provoque une surélévation de l'eau en amont et sur les côtes qui accentue les conséquences de l'inondation (accroissement de la durée de submersion, création de remous et de courants, ...)

I .3.5 Les conséquences des inondations

□ La mise en danger des personnes : Le danger se manifeste par le risque d'être emporté ou noyé en raison de la hauteur d'eau ou de la vitesse d'écoulement, ainsi que par la durée de l'inondation qui peut conduire à l'isolement de foyers de population. C'est pourquoi il est indispensable de disposer d'un système d'alerte (annonce de crue) et d'organiser l'évacuation des populations surtout si les délais sont très courts, en particulier lors de crues rapides ou torrentielles.

□ L'interruption des communications : en cas d'inondation, il est fréquent que les voies de communication (routes, voies ferrées, ...) soient coupées, interdisant les déplacements des personnes, des véhicules voire des secours. Par ailleurs, les réseaux enterrés ou de surface (téléphone, électricité, ...) peuvent être perturbés. Or, tout ceci peut avoir des conséquences graves sur la diffusion de l'alerte, l'évacuation des populations, l'organisation des secours et le retour à la normale.

□ Les dommages aux biens et aux activités : les dégâts occasionnés par les inondations peuvent atteindre des degrés divers, selon que les biens ont été simplement mis en contact avec l'eau (traces d'humidité sur les murs, dépôts de boue)

ou qu'ils ont été exposés à des courants ou coulées puissants (destruction partielle ou totale). Les dommages mobiliers sont plus courants, en particulier en sous-sol et rez-de-chaussée.

Les activités et l'économie sont également touchées en cas d'endommagement du matériel, pertes agricoles, arrêt de la production, impossibilité d'être ravitaillé, ... En cas d'inondation causée par la mer, la salinité de l'eau ainsi que les sédiments marins véhiculés sur les terres habituellement émergées causent des dommages supplémentaires, notamment sur les terres agricoles. En front de mer, l'effet mécanique du déferlement peut causer des dégâts matériels importants.

CHAPITRE II

Chap. II : Etude hydrologique

II. 1. Introduction :

La présente étude est relative au projet d'aménagement d'Oued Drimil à l'aval de la retenue collinaire Drimil pour la protection du centre urbain d'Ouled Hamla contre les inondations.

Deux sous bassins versant ont été délimités pour lesquels nous projetons le système d'évacuation des eaux de ruissellement du bassin versant Est et les eaux laminées de la retenue collinaire par l'aménagement d'un tronçon d'Oued Drimil en direction de l'aval. (Voir annexe : plan d'aménagement).

L'étude hydrologique consistera particulièrement au :

- Recueil et analyse des données d'observation
- Traitement et analyse statistique des données
- Détermination des différents paramètres relatifs aux bassins versant étudiés
- Statistiques des pluies maximales journalières de différentes fréquences
- Calcul des débits maximum de projet

II. 2. Localisation de la zone d'étude :

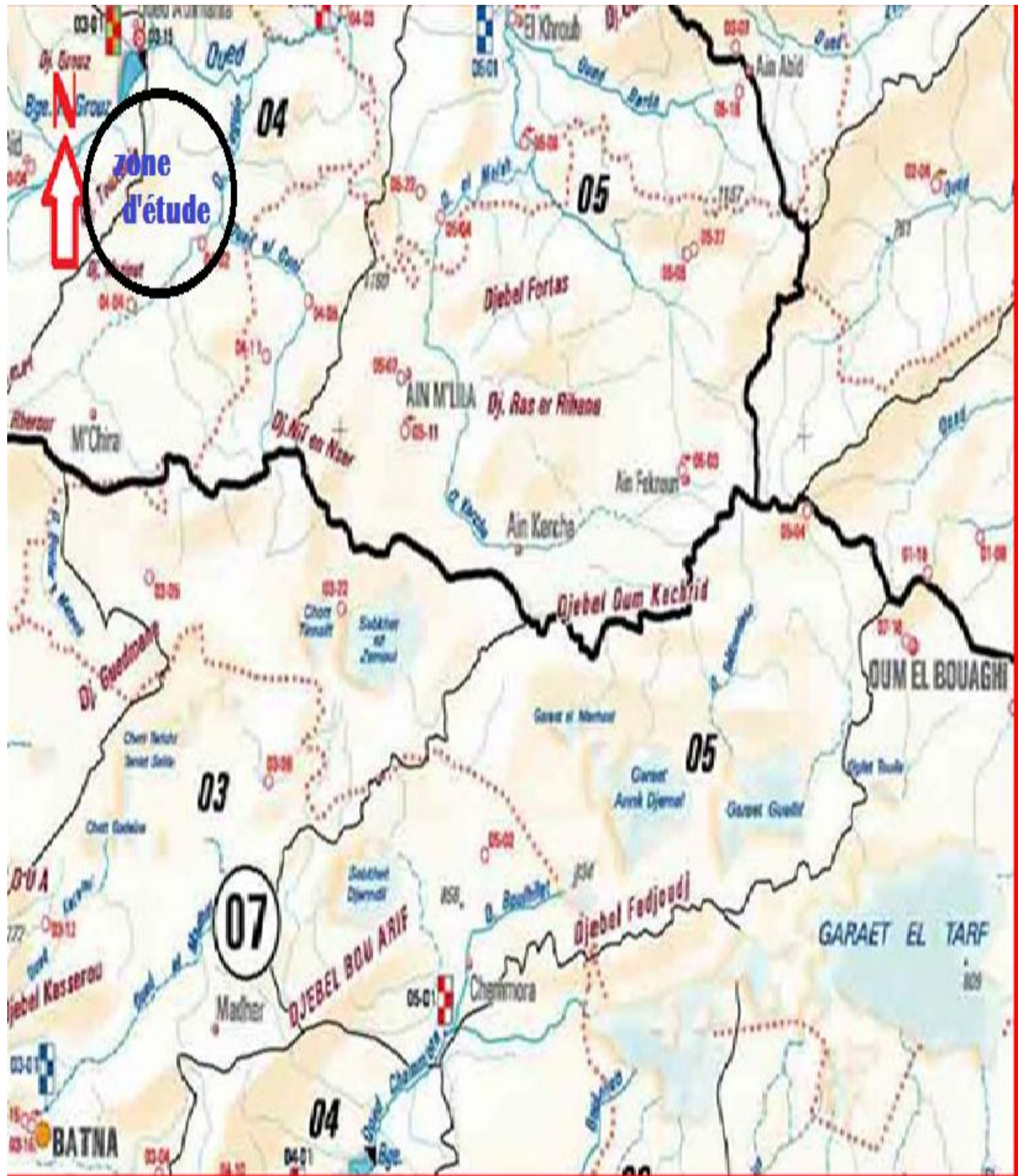


Fig. II. 1 : Localisation de la zone d'étude (échelle : 1/50000)

Comme le montre l'image ci-dessous, la région d'étude se situe entre DJ. Nif en Nser et Oued Ouni à l'Est de Ain M'Lila. Lors des crues le centre d'Ouled Hamla est inondé par Oued Drimil qui prend naissance des altitudes de Dj. Guelaat Ouled El Hadj (1371 m), Dj.Teloualt (1286 m), K^{at} el Bentaga (1081 m), K^{at} el Aine (1062 m) et K^{at} el Oust (1006 m).



Fig. II. 2 : Schéma présentant la location de la zone d'étude (échelle : 1/50000)

II. 3. Topographie:

La zone d'étude est montrée par la figure ci-après qui donne une représentation assez réaliste de la topographie de la zone d'étude.

La carte d'état-major qui a servi de support est à échelle 1/50 000.

Carte d'Ain M'Lila n°120.

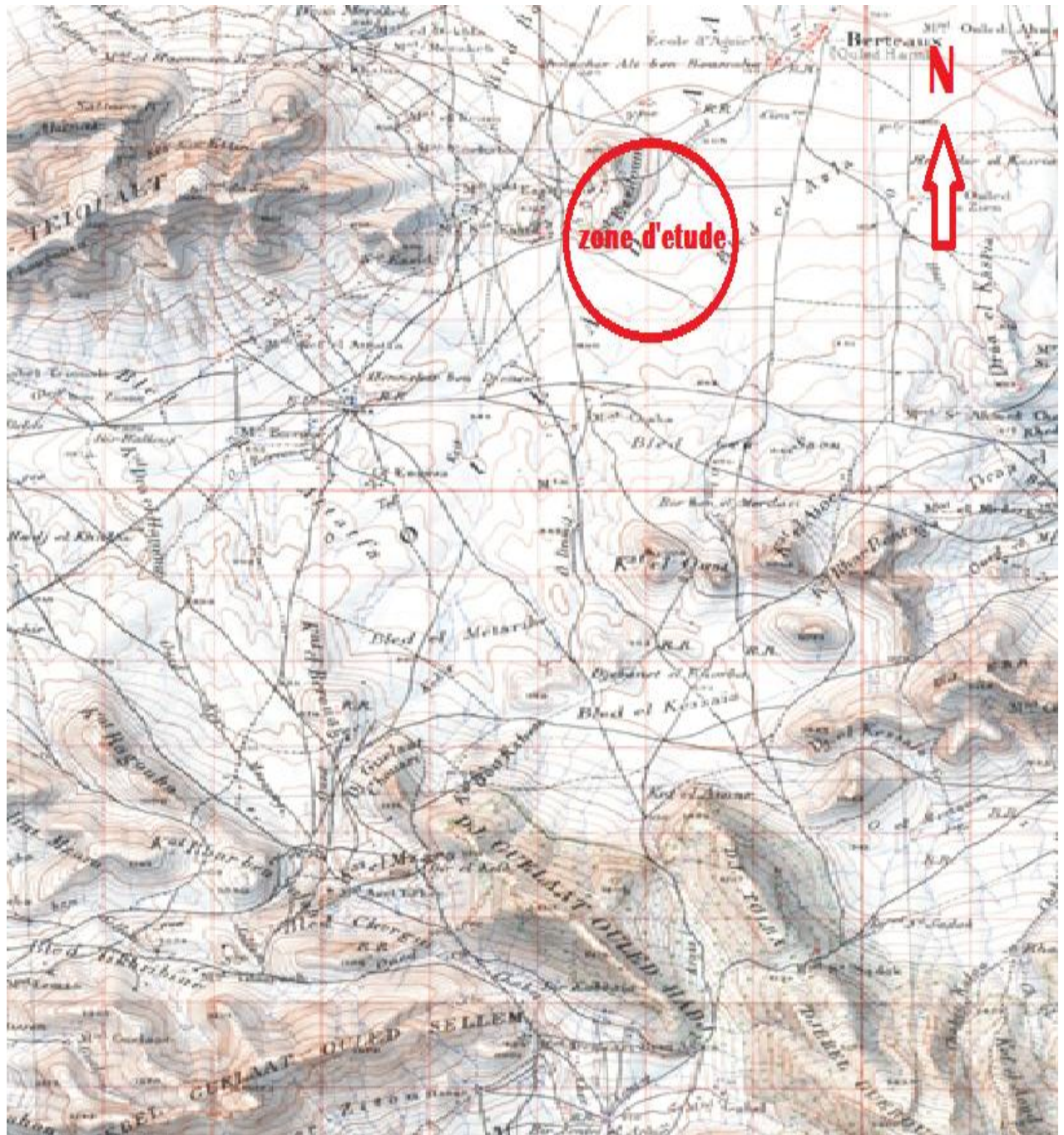


Fig. II. 3: Schéma de la zone d'étude
(Extrait de carte : 1/50000)

II. 3.1 Caractéristiques physico- géographiques des bassins versants

Sur la base de la carte topographique de Ain M'Lila à l'échelle 1/50 000 ont été calculées les différents paramètres morphologiques.

II. 3.1.1 Superficie des bassins versants

Définie comme la totalité de la surface topographique drainée par un cours d'eau principal, et ses affluents cette surface est séparée par une ligne de partage des eaux.

Dans la figure ci-après sont représentés les bassins versants et ses affluents. La planimétrie de la surface de différents bassin versant a été évaluée à:

Tableau II. 1 : Superficies des bassins versants

N° du bassin versant	Superficie du bassin versant en Km ²
BV (retenue collinaire)	37,8
BV (chaabat)	8,7

II .3.1.2 Longueur des talwegs principaux

Elle est mesurée sur l'extrait de carte d'état-major et évaluée à:

Tableau II. 2 : Longueur des talwegs principaux

N° du bassin versant	Longueur des talwegs principaux (km)
BV (retenue collinaire)	10,9
BV (chaabat)	6,7

La suite de l'étude tiendra compte seulement du bassin versant de la chaabat, du fait que le débit de crue du bassin versant de la retenue sera celui du débit laminé centennal de l'évacuateur de crues soit $Q_{lam1\%} = 71 \text{ m}^3/\text{s}$

II .3.1.3 Les altitudes minimales et maximales

Tirées directement de la carte d'état-major.

BV2 est le bassin versant de la Ch^{at} Est qui déverse dans le tronçon à aménager d'Oued Drimil.

Tableau II. 3 : Altitudes minimales

N° du sous bassin versant	Altitudes minimales (m)
BV_(chaabat)	800

Tableau II. 4 : Altitudes maximales

N° du sous bassin versant	Altitudes maximales (m)
BV_(chaabat)	1081

II .3.1.4 Les altitudes moyennes

Dans la figure 3.2 est représentée la courbe hypsométrique du BV.

L'altitude moyenne est calculée par la relation suivante:

$$H_{moy} = \frac{\sum H_i \times S_i}{S_t}$$

Où ;

H_i et S_i : sont respectivement la hauteur (en m) et la superficie (en Km²) comprise entre deux courbes de niveau successives.

S_t : surface totale du bassin versant en Km²

Tableau II. 5 : Tableau de calcul de l'altitude moyenne (BV_{Chaabat})

B.V(Chaabat)

Altitude(m)		Superficie partielle		Δh_i (m)	$\Delta h_i \times S_i$ (m*km ²)	Altitude(m)	Superficie max	
		S_i (km ²)	%				km ²	%
800	850	3,84	43,94	825,00	3168,00	1081	0,00	0
850	900	3,26	37,30	875,00	2852,50	1050	0,02	0
900	950	1,06	12,13	925,00	980,50	1000	0,15	2
950	1000	0,43	4,92	975,00	419,25	950	0,58	7
1000	1050	0,13	1,49	1025,00	133,25	900	1,64	19
1050	1100	0,02	0,23	1065,50	21,31	850	4,90	56
S		8,74				800	8,74	100
				Somme	7574,81			
				Hmoy	867			

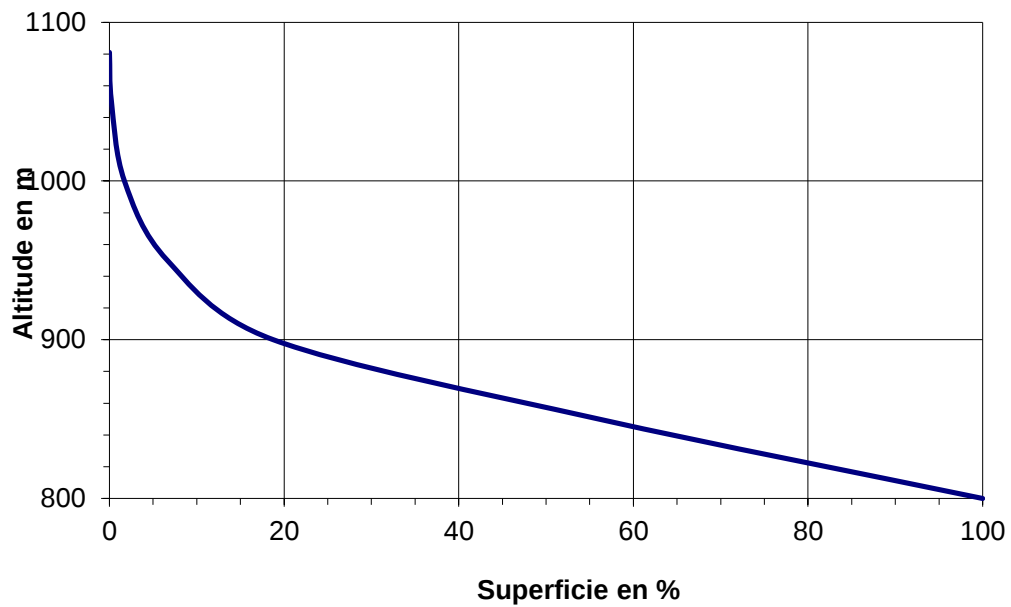


Fig. II. 4 : Courbe hypsométrique du bassin versant (BV_{Chabaat})

Les valeurs de H max et H min sont tirées directement de la carte d'Ain M' Lila à échelle 1/50000.

Tableau II. 6 : Tableau récapitulatif du résultat de l'altitude moyenne

N° du sous bassin versant	Altitude moyenne (m)
BV _(chabaat)	867

Tableau II. 7 : Principales caractéristiques des bassins versants.

Principales caractéristiques	Superficie du bassin versant	Longueur du talweg	H max	H moye	H min	Tc	Dénivelée brute :Db H max-Hmin	Pente brute :i I = 0.1Db/Lp
Unité	(Km²)	(Km)	(m, NGA)	(m, NGA)	(m, NGA)	(Heure)	(m)	(%)
BV_(retenue collinaire)	37.8	10.9	1371	907	815	4.05	556	5.10
BV_(chaabat)	8.7	6.7	1081	887	800	2.63	281	4.19

II. 4 .Hydrologie :

II .4.1 Climatologie

II .4.1.1 Stations de référence

L'objectif de l'étude climatologique est de fournir des données concernant le climat, données nécessaires pour la conception de l'aménagement ou de certains ouvrages.

Compte tenu du manque de stations climatologiques dans la zone du projet, on a eu recours aux observations faites à la station d'Oum El Bouaghi qui se trouve au sud-est de la zone d'étude.

Tableau II. 8 : Station de référence

Nom de la station	Latitude	Longitude	Altitude	Période
Oum El Bouaghi	70658 E	355236 m	998 m	1991-2006

II .4.1.2. Données climatologiques du projet

II .4.1.2.1. Température de l'air

En Algérie, la présence du Sirocco, un vent chaud et sec qui vient du Sahara, est caractéristique d'un vent de sud-est extrêmement chaud et sec d'origine saharienne. Les températures maximales ont pour origine ce phénomène particulier, qui est accompagné par une humidité qui s'en trouve réduite.

Dans le Tableau II. 9 sont portées les températures moyennes annuelles à la station d'**Oum El Bouaghi** pour une période de 15 années.

Tableau II. 9 : Températures moyennes à Oum El Bouaghi

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T °C	5,6	6,65	10,35	12,8	18,1	23,05	26,3	25,9	21,1	17,3	10,8	6,95	15,4

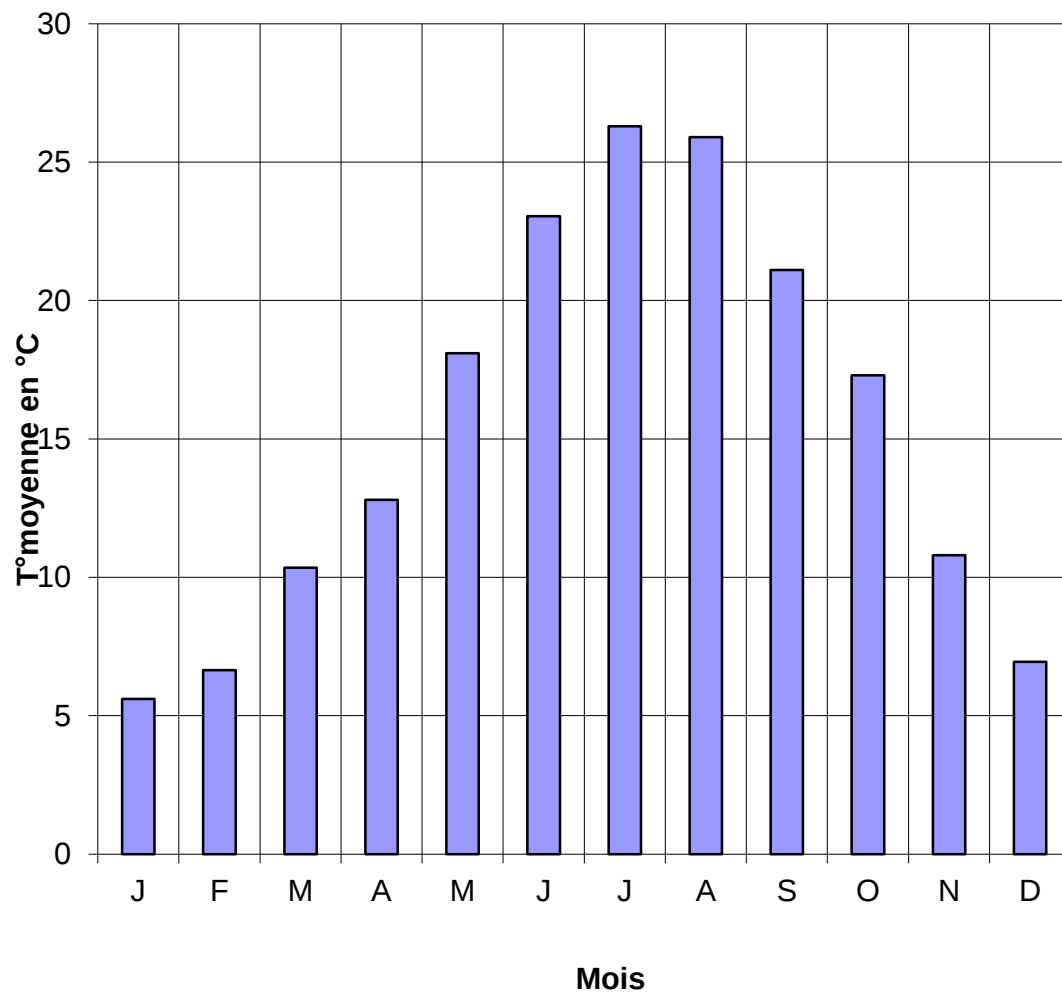


Figure II. 5: Distribution mensuelle des températures moyennes de la station
D'Oum El Bouaghi

Les températures minimales et maximales mensuelles sont indiquées dans le Tableau II. 10

Tableau II. 10 : Températures maximales et minimales à Oum El Bouaghi

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Moy
$T_{\min}$ °C	14,94	10,44	5,35	2,35	1,36	1,57	3,60	5,65	10,81	14,86	17,01	17,83	8,81
$T_{\max}$ °C	27,55	22,73	16,33	11,83	10,98	12,62	15,18	17,98	24,71	30,09	33,40	33,45	21,40

La température maximale absolue peut atteindre l'ordre de 37.2 °C pendant les mois de juillet et août. Les températures minimales peuvent descendre sous 0° C.

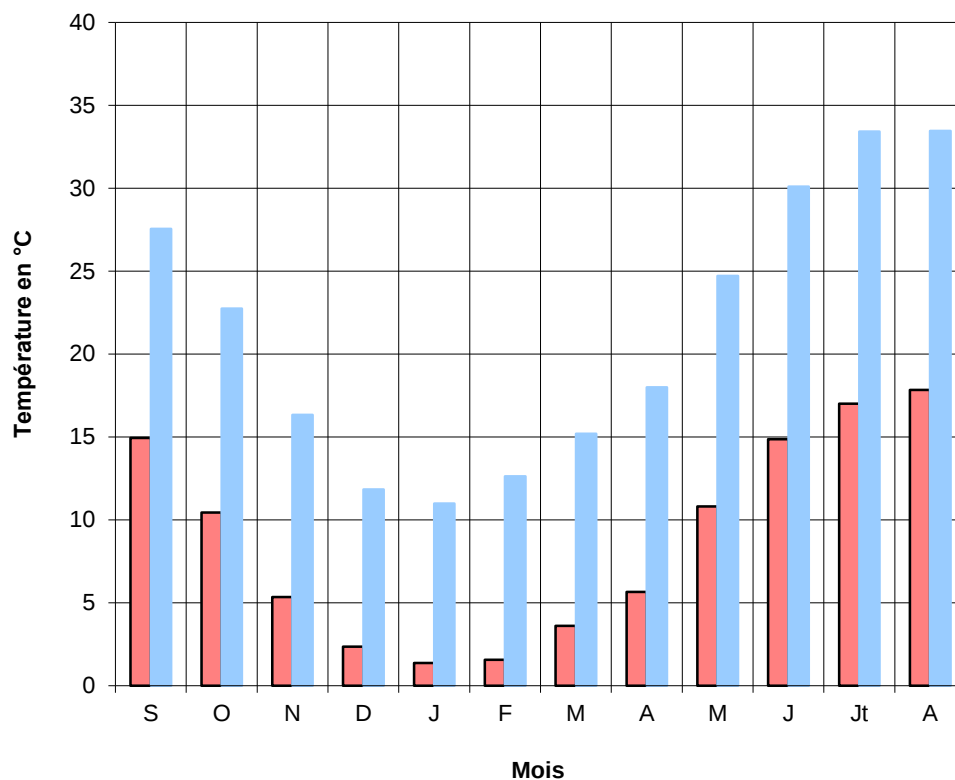


Figure II. 6: Distribution mensuelle des températures maximales et minimales de la station D'Oum El Bouaghi

II .4.1.2.2 Humidité de l'air

Dans le Tableau II. 11 sont mentionnées les valeurs des humidités mensuelles pour la station d'Oum El Bouaghi.

Tableau II. 11 : Humidités moyennes mensuelle à Oum El Bouaghi

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Moyenne %	77,80	73,06	66,05	66,30	58,59	50,70	47,23	49,96	61,71	65,31	73,90	79,46	64

L'humidité moyenne inter annuelle à Oum El Bouaghi est de 64 %.

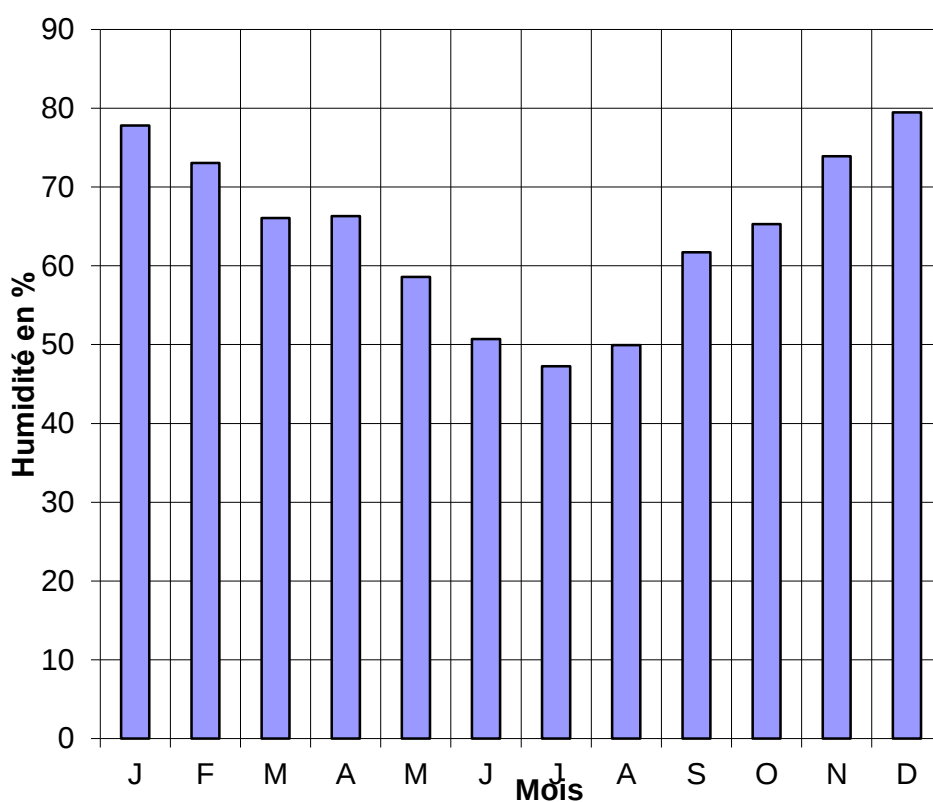


Figure II. 7: Distribution mensuelle de l'humidité moyenne à Oum El Bouaghi

II .4.1.2.3 Ensoleillement

L'ensoleillement moyen a été mesuré à Oum El Bouaghi pour une période de 13 ans (1994 - 2006). La nébulosité a été mesurée à une ancienne station (étude GEC 1971) et la radiation totale a été calculée par FAO (1984) sur base des observations de la période de l'ensoleillement.

Tableau II. 12 : Insolation mensuelles (Station d'Oum El Bouaghi)[1994-2006]

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ensoleillement Total en heure	161,3	182,35	237,2	244,25	275	293,55	337,75	298,7	243,2	227,35	175,1	152,15

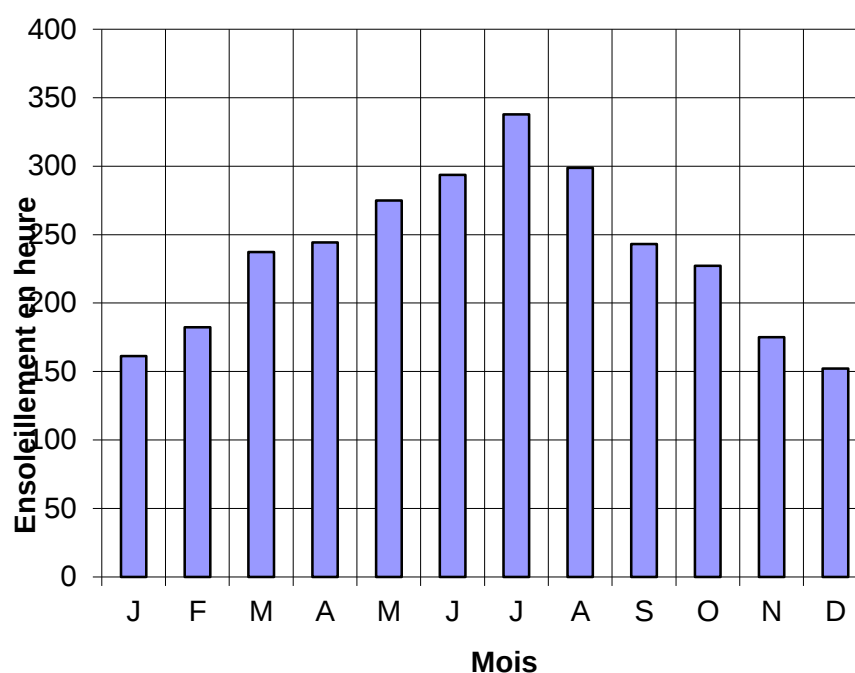


Figure II. 8: Distribution mensuelle de l'ensoleillement
A Oum El Bouaghi

II .4.1.2.4 Précipitations

L'étude des précipitations porte sur les moyennes mensuelles et annuelles. Compte tenu que la station pluviométrique de **Fourchi** se situe non loin de la zone d'étude est considérée dans l'étude. Cette station a l'avantage de présenter une série longue et récente.

La station pluviométrique la plus proche de la région d'étude est donc la station de Fourchi (code 100511) qui est la plus représentative, tant pour sa période d'observation que pour sa proximité de notre zone d'étude.

La carte pluviométrique établie par l'ANRH dans le cadre du projet PNUD (1993) est également prise en compte

Tableau II. 13 : Station de Fourchi

Nom	Code	Coordonnées			Années d'observations
		X (km)	Y (km)	Z (m, NGA)	
Fourchi	100511	849.85	306.60	775	32

Les années d'observation ont été traitées en tenant compte de toute la série avec les années sans lacune soit 22 années d'observation.

La série observée à la station de Fourchi est portée dans le tableau II. 14

Tableau II. 14 : Précipitation mensuelle observée (station de Fourchi)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Août	Moye
P en mm	39,97	28,92	27,30	34,08	32,67	31,52	39,48	35,95	39,16	18,87	6,05	14,43	350,33
P en %	11,41	8,25	7,79	9,73	9,33	9,00	11,27	10,26	11,18	5,39	1,73	4,12	100,00

- Selon la carte de l'ANRH (1993) la ville d'Ain M'Lila se situe entre les isohyètes 350 et 400 et la zone à protéger se situe aux alentours de l'isohyètes 350.

- A partir des données observées à Fourchi, la valeur moyenne annuelle des précipitations est égale à **350.33 mm**

Dans le cadre de notre étude, nous prendrons en considération la valeur moyenne de **350 mm**, qui nous paraît la plus probable pour rendre compte d'une part de la pluviométrie de la zone d'étude.

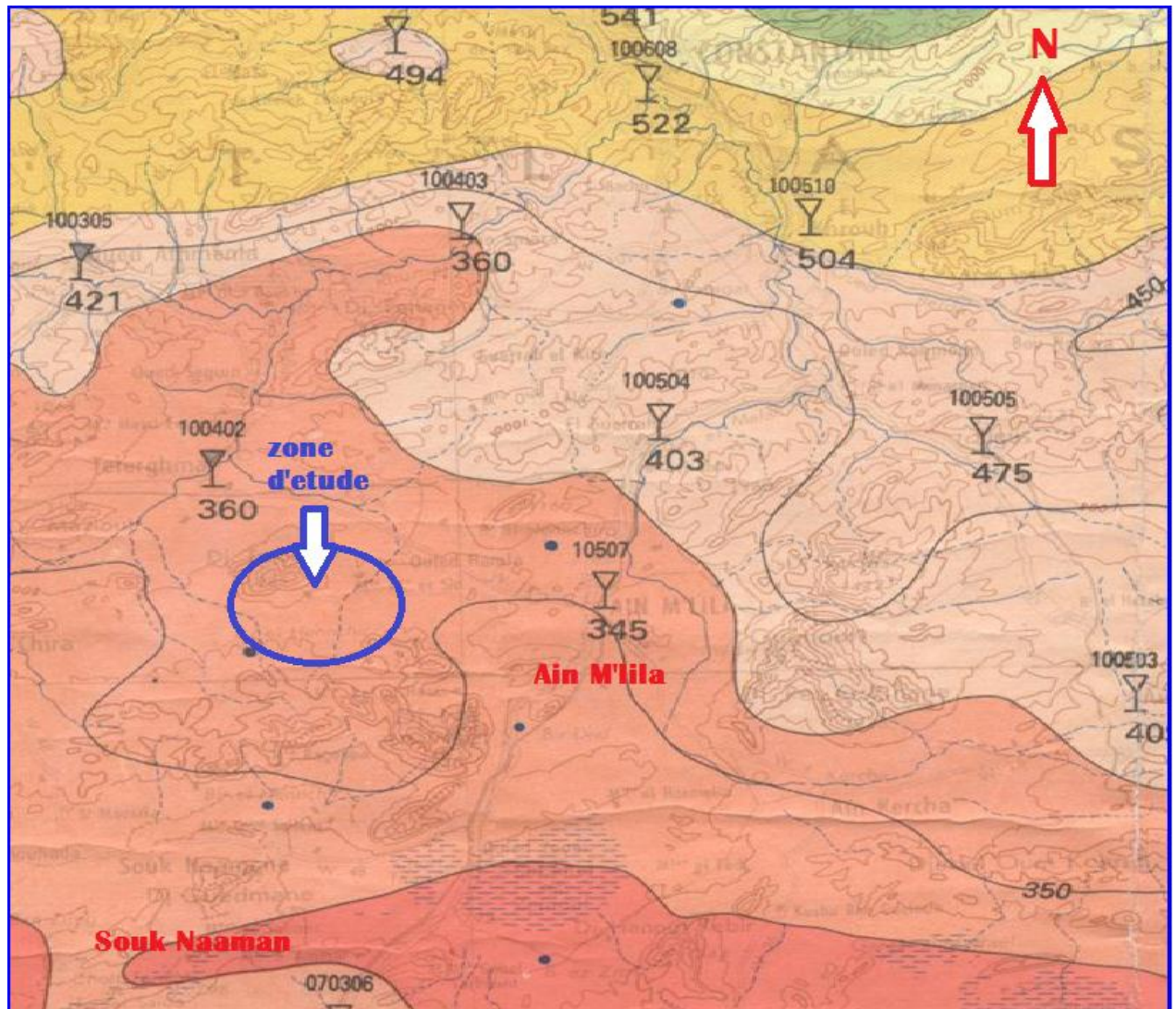


Fig. II. 9 : Extrait de carte pluviométrique de l'ANRH(1993)

Tableau II. 15 : Série pluviométrique de la station de Fourchi (code 10-05-11)_Années d'observation avec lacunes [1968-2000]

An	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
1968				36,2	54,1	11,3	51,3	2,8	15,9		8,5	11,1	
1969	62,3	73,3	15,5	42,6	26	9	25	72	43	0	0	0	368,7
1970	0	37,9	0	23,7	40,5	37,5	25	5,1	27,3	0	11,7	1,4	210,1
1971	150,3	44	27,5	16,4	79,7	23,2	35,2	72,8	43,4	10	3,8	23,9	530,2
1972	70,2	66,9	8		58,4	23,2	74,6	28,4	9,5	31,7	0	70	
1973	24,7	23,5	4,1	33,2	2,8	18,1	26	18	10,1	15	0	0	175,5
1974	14,5	27	23,3	12	14,5	47,7	49,5	14,9	64,5	0	0	7,3	275,2
1975	49,8	3,7	34,4	7,3	10	34	56,9	59,9	72,8	80,2	23	12,2	444,2
1976	0	42,2	48,2	18,7	5,5	0	5,5	32,6		3,1	0	48,3	
1977	0	2,6	58,6		23,2	32,9	25	39,3	39,1	1,6	3,5	61	
1978	3,2	53,6	6,8	8,1	14,2	57,3	32,2	145,9	21	23,5	4,6	0	370,4
1979	84,1	20,1	19,2	14,2	27,9	44,5	50,7	26,4	77,5	2,9	0	3	370,5
1980	22,2	2,1	24,6	104,4	14,1		37,3	21	8,6	33,7	0	14,7	
1981	27,9	31,4	7	32,5	38,7	26,2	52,7	44,1	42,6	18,4	0		
1982	3,8	43	48	46,4	2	5,2	23,9	1,6	10,3	4	1	19,2	208,4
1983	1,5	10	11,4	24,4	55,4	115,4	21						
1984							119,1	19,2	78,4	0	2,2	1	
1985	33,9	16	20	20,6	23,5	10,5	77,3	21,7	32,9	1,8	3	12	273,2

1986	108,1	20,8	34,6	36,1	18,3	67,1	46,9	16,4	48,5	2,7	18,2	2,7	420,4
1987	6,9	15,7	25,8	9,2	22	26,6	27,4	25,2	43,6	44,8	4,6	3,5	255,3
1988	14,8	4	22,3	70,6	16,5		22,8	41,1	11,9	47	17,5	9,2	
1989	50,1	33,5	1,6	7,1	47		21,7	36		16	10,5	9,2	
1990	33,4	3	65,4	41,5	10,1	20,5	71,9	60,4	77,4	8,9	10	1,6	404,1
1991	29	80	17,5	15,2	34,1	43	70,7	67,5	79,1	7	15,3	5	463,4
1992	10,5	6,5	79,7	125,6		36,6	35,7	9	39,4	13,6	15	10	
1993	5	11,5	9,3	81,2	32,5	20,3	13,2	31,4	14,4	0	0	6	224,8
1994	30,2	72,3	4,5	23	85	9	52,5	15,5	11,8	62	0	4	369,8
1995	188,7	37	32	22	122	136	46	58	66	35	34	15	791,7
1996	8	9	2,5	12	30,2	10	34	40,3	6	26,5	4	4,5	187
1997	35,6	50,8	72,6	50,2	3,3	23,9	28	47,8	48,7	23	0,6	17,7	402,2
1998	69	23,5	94	24	43,2	9,5	17	26	8	33,6	2,7	25,9	376,4
1999	55	12	17,8	18	7,6	5	15	13,7	87	39	0	44	314,1
2000	46,5	19,5	10,1	46,1	50,5	10,5	12	36,5	36	0	0	4	271,7

Tableau II. 16 : Les précipitations (en %) à la station de Fourchi

Mois	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	Moy
P en %	11,46	8,30	7,84	9,78	9,38	9,05	11,32	10,31	11,23	5,44	1,78	4,11	100

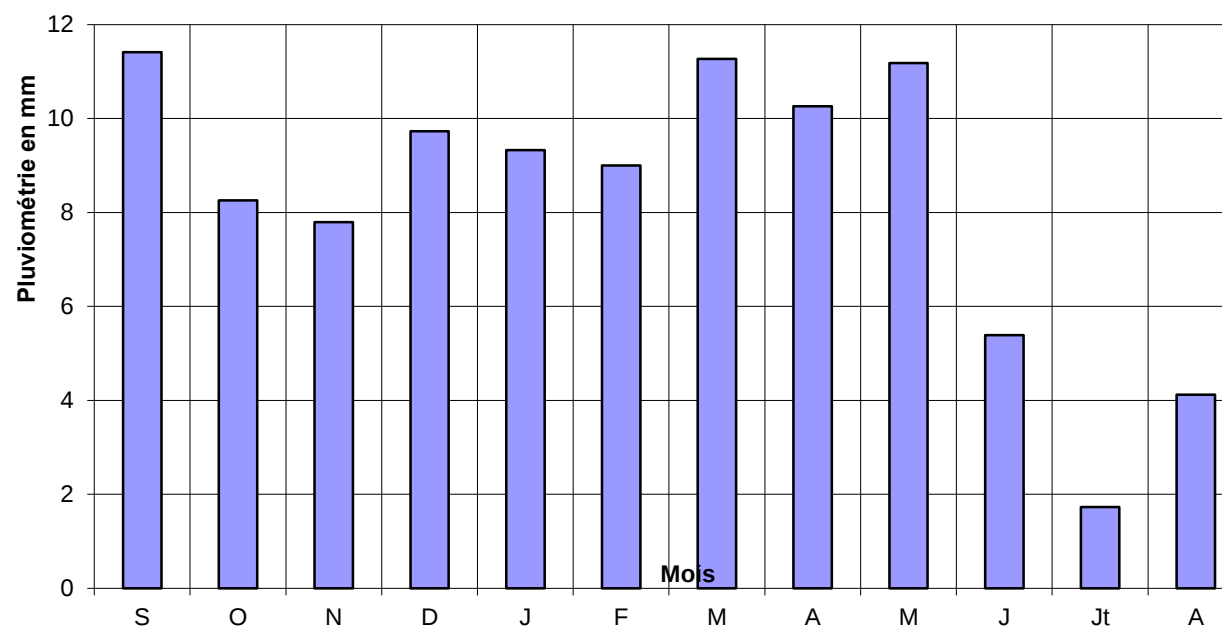


Fig. II. 10: Répartition mensuelle des précipitations (en %) à la station de Fourchi

II .4.1.3 Autre phénomènes climatiques

Tableau II. 17: Tableau récapitulatif des autres phénomènes climatiques

Années	Données	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
1992	Vent.Moy	0,4	0,5	1,6	1,8	0,7	2,1	1,8	2,1	1,8	1,7	1,8	1,8	1,5
	Neige	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gelée	15	6	2	0	0	0	0	0	0	0	5	7	35
	Sirocco	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3
1993	Vent.Moy	1,2	2,2	2,1	2	2	1,9	2,2	2,4	3,2	2,5	1,8	2	2,1
	Neige	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gelée	0	1	8	7	5	0	0	0	0	1	1	3	26
	Sirocco	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
1994	Vent.Moy	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	6,5
	Neige	3,3	3	2,3	3,7	2,2	2,7	1	1,4	2,6	1,2	1,2	1,4	26
	Grêle	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sirocco	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1995	Vent.Moy	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
	Neige	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gelée	10	1	4	5	0	0	0	0	0	0	0	7	27
	Sirocco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	Vent.Moy	1,9	3,0	1,6	2,7	1,4	1,1	1,8	1,5	1,7	1,7	2,0	2,7	1,9
	Neige	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9
	Grêle	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Gelée	7	9	8	1	0	0	0	0	0	0	2	6	33
	Sirocco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	Vent.Moy	1,7	1,2	1,6	2,6	2,0	2,2	2,1	1,6	0,8	0,9	1,6	1,7	1,7
	Neige	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Grêle	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

	Gelée	5	7	7	2	0	0	0	0	0	0	0	6	27
	Sirocco	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
1998	Vent.Moy	1,0	0,9	1,7	1,6	1,5	0,9	0,7	1,2	1,4	0,7	1,6	1,6	1,2
	Neige	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Gelée	15	17	11	1	0	0	0	0	0	0	4	17	65
	Sirocco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	Vent.Moy	1,3	1,7	2,4	2,5	1,9	2,6	1,9	1,4	2,1	1,6	2,6	2,1	2,0
	Neige	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	12
	Grêle	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
	Gelée	10	8	6	1	0	0	0	0	0	0	7	7	39
	Sirocco	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3

Années	Données	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Jun	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Annuel
2000	Vent.Moy	0,8	2,4	1,8	2,2	1,6	1,3	1,4	1,3	1,5	1,9	1,5	2,0	1,6
	Neige	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
	Gelée	26	10	7	1	0	0	0	0	0	0	3	6	53
	Sirocco	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2001	Vent.Moy	2,4	2,6	2,3	2,3	3,0	2,6	2,9	2,0	1,8	1,3	1,7	1,0	2,2
	Neige	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gelée	7	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	31
	Sirocco	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3
2002	Vent.Moy	0,9	1,6	1,9	2,4	2,1	2,3	2,5	2,1	1,9	1,8	3,1	2,8	2,1
	Neige	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	Grêle	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
	Gelée	17	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	27
	Sirocco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	Vent.Moy	4,9	2,9	2,1	2,1	1,6	1,6	2,2	1,7	1,8	1,9	1,4	2,2	2,2
	Neige	4	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	10
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Gelée	5	7	6	0	0	0	0	0	0	0	1	14	33
	Sirocco	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	0	0	6
2004	Vent.Moy	1,6	1,9	2,1	2,0	2,0	1,5	1,7	1,6	1,6	1,3	1,5	2,0	1,7
	Neige	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	Grêle	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	Gelée	14	17	3	1	0	0	0	0	0	0	5	6	46
	Sirocco	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
2005	Vent.Moy	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Neige	4	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gelée	18	11	4	0	0	0	0	0	0	0	2	10	45
	Sirocco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	Vent.Moy	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	3,1	2,5	2,7	2,0	1,7	1,6	1,8	1,4
	Neige	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Grêle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gelée	13	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	5	31
	Sirocco	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	4

Températures Moyennes : en °C

Précipitations Totales : en mm

Humidités Moyennes : en %

Evaporations Totales : en mm

Insolations Totales : en Heures

II. 4.2 : Détermination des crues de projet

Pour la détermination des crues de différentes fréquences nous devons calculer au préalable:

- 1 le temps de concentration ; Tc, heures
- 2 la pluie maximale journalière de différentes fréquences, Pjmaxf, mm
- 3 la pluie de courte durée de même fréquence, mm

4.2.1 Le temps de concentration

Plusieurs formules ont été utilisées pour l'estimation du temps de concentration du bassin versant :

4.2.1.1 Formule de Giandotti

$$T_c = \frac{4 * (S)^{0.5} + 1.5 * L_p}{0.8 (H_{moye} - H_{min})^{0.5}} \quad (1)$$

Où :

S : surface du bassin versant, km²

L_p : longueur du thalweg principal, km

H_{moye} : altitude moyenne du bassin versant, m

H_{min} : altitude à l'exutoire, m

Tableau II. 18 : Temps de concentration (T_c) de Giandotti

N° du bassin versant	Temps de concentration (heure)
BV_(chaabat)	2.93

4.2.1.2 Formule de Témez

$$T_c = 0.3 [L / (I_r^{1/4})]^{0.76} \quad (2)$$

Où :

T_c : Temps de concentration en heures

L : Longueur de la rivière principale en km

I_r : La pente moyenne de la rivière

Tableau II. 19: Temps de concentration (Tc) de Témez

N° du sous bassin versant	Temps de concentration (heure)
BV_(chaabat)	2.33

Tableau II. 20: Tableau récapitulatif des résultats du temps de concentration

Formules	(Tc) de Giandotti	(Tc) de Témez
Bassin versant	(heure)	(heure)
BV_(chaabat)	2.93	2.33

Commentaire :

Les formules utilisées sont celles recommandées pour le Nord algérien, celles-ci nous donnent des résultats relativement proches. De ce fait nous allons opter pour la moyenne des deux formules utilisées.

Tableau II. 21 : Temps de concentration du projet (Tc)

N° du sous bassin versant	Temps de concentration
BV_(chaabat)	2.63

4.2.2 Pluies journalières maximales

Pour l'étude des précipitations journalières maximales (Pjmax) de différentes fréquences, la série relevée à la station de **Fourchi (code 10-05-11)** est prise en compte.

Tableau II. 22 : Valeurs des pluies maximales journalières annuelles Station de Fourchi (Code 10-05-11)

Numéro	Pjmax	Numéro	Pjmax
1	37	12	16,2
2	19,4	13	42
3	62	14	31
4	19	15	41
5	24	16	31
6	29	17	125
7	60,3	18	18
8	39	19	33,8
9	24	20	40
10	16,8	21	56
11	80	22	25

A l'aide du programme **A - MCIDF** un traitement statistique a été appliqué à la série et plusieurs lois ont été testées :

- Loi de Gumbel
- Loi log normale
- Loi normale

AJUSTEMENT A UNE LOI DE GUMBEL

(Mode = 28.11 gradex = 19.78 taille = 22 et I.C. à 80%)

Taille n=22 Xo=28.11 g=19.78 I.C. à (en%)=80 U Gauss=1,2817

Tableau II. 23 : Ajustement à une loi de Gumbel

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de Classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
37	16,2	1	0,023	-1,331	16,20	1,79	-10,42	9,60
19,4	16,8	2	0,068	-0,988	16,80	8,57	-1,50	15,46
62	18	3	0,114	-0,777	18,00	12,75	3,84	19,20
19	19	4	0,159	-0,609	19,00	16,07	8,00	22,29
24	19,4	5	0,205	-0,462	19,40	18,98	11,53	25,10
29	24	6	0,250	-0,327	24,00	21,65	14,69	27,76
60,3	24	7	0,295	-0,198	24,00	24,19	17,59	30,39
39	25	8	0,341	-0,073	25,00	26,66	20,32	33,04
24	29	9	0,386	0,050	29,00	29,11	22,94	35,76
16,8	31	10	0,432	0,175	31,00	31,57	25,48	38,58
80	31	11	0,477	0,302	31,00	34,08	27,98	41,55
16,2	33,8	12	0,523	0,433	33,80	36,67	30,48	44,70
42	37	13	0,568	0,570	37,00	39,39	33,03	48,08
31	39	14	0,614	0,717	39,00	42,29	35,66	51,75
41	40	15	0,659	0,875	40,00	45,41	38,44	55,80
31	41	16	0,705	1,049	41,00	48,86	41,43	60,32
125	42	17	0,750	1,246	42,00	52,75	44,73	65,49
18	56	18	0,795	1,475	56,00	57,28	48,51	71,57
33,8	60,3	19	0,841	1,753	60,30	62,78	53,04	79,03
40	62	20	0,886	2,115	62,00	69,94	58,85	88,83
56	80	21	0,932	2,650	80,00	80,53	67,33	103,42
25	125	22	0,977	3,773	125,00	102,72	84,90	134,22
				0.001	3,020		87,84	73,14
				0.01	2,330		74,19	62,27
				0.02	1,750		62,72	52,99
				0.05	1,645		60,64	51,29
				0.1	1,280		53,43	45,30

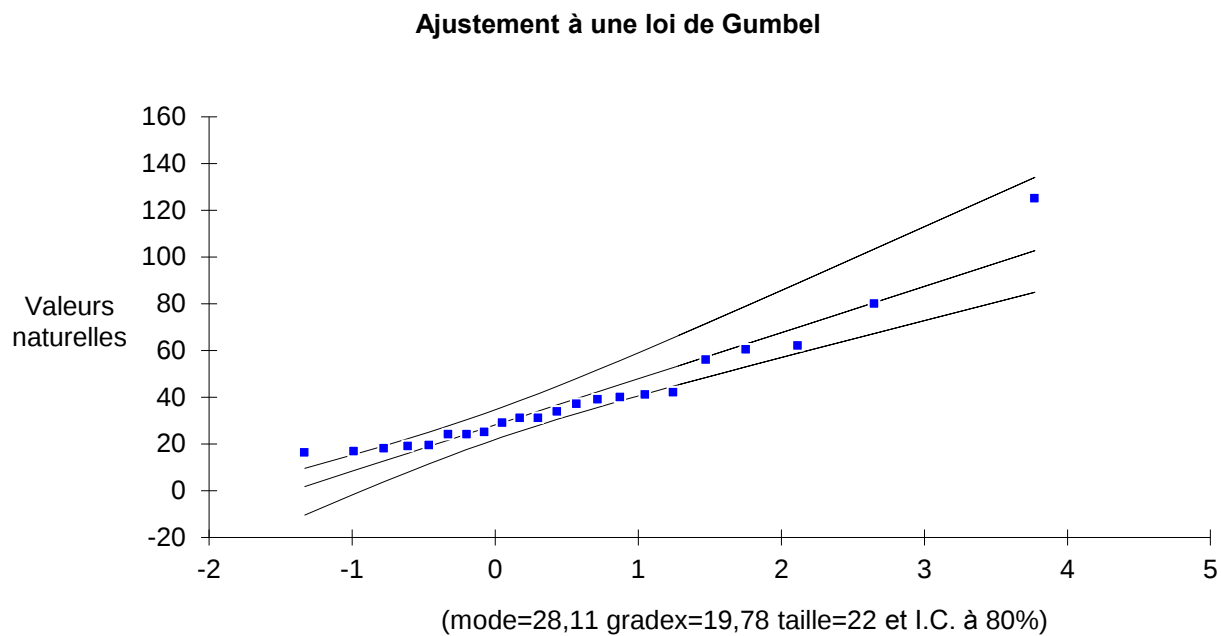


Fig. II. 11: Ajustement à une loi de Gumbel

Tableau II. 24 : Pluies journalières maximales de différentes fréquences

Fréquence en %	0.1	1	2	5	10
Période de retour en année	1000	100	50	20	10
Pjmax de Gumbel En mm	87.84	74.19	62.72	60.64	53.43

AJUSTEMENT A UNE LOI LOG-NORMALE

($x_0=0,00$ Moy.log (x- x_0) = 1,5322 E.T. log(x- x_0)=0.2318 n=22 et I.C. à 80%)

Taille n=22 $x_0=0$ Moy.log(x- x_0)= 1,5322 et. log(x- x_0)= 0,2318

I.C. à (en%)=80 U Gauss=1,282

Tableau II. 25 : Ajustement à une loi log-normale

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variab. réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure	Log (x- x_0)	U	x- x_0 exp	x- x_0 Théo	x- x_0 inf	x- x_0 sup
37	16,2	1	0,023	-2,001	16,20	11,71	8,64	14,60	1,2095	-	16,2	11,70	8,637	14,60
19,4	16,8	2	0,068	-1,490	16,80	15,38	11,96	18,58	1,2253	-	16,8	15,37	11,96	18,57
62	18	3	0,114	-1,208	18,00	17,88	14,29	21,28	1,2553	-	18	17,87	14,28	21,27
19	19	4	0,159	-0,998	19,00	19,99	16,27	23,57	1,2788	-	19	19,98	16,26	23,57
24	19,4	5	0,205	-0,825	19,40	21,92	18,08	25,68	1,2878	-	19,4	21,92	18,08	25,68
									8	0,8253	4	1	2	1

									1,380	-		23,76	19,81	27,71
29	24	6	0,250	-0,674	24,00	23,76	19,81	27,71	2	0,6742	24	2	2	5
									1,380	-		25,56		29,73
60,3	24	7	0,295	-0,537	24,00	25,57	21,50	29,73	2	0,5371	24	5	21,5	1
									1,397	-		27,36	23,17	31,77
39	25	8	0,341	-0,410	25,00	27,37	23,18	31,77	9	0,4095	25	7	6	2
									1,462	-		29,19	24,86	33,87
24	29	9	0,386	-0,288	29,00	29,20	24,86	33,87	4	0,2884	29	5	4	4
									1,491	-		31,07	26,58	36,07
16,8	31	10	0,432	-0,171	31,00	31,08	26,58	36,07	4	0,1714	31	6	3	1
									1,491	-		33,03	28,35	38,39
80	31	11	0,477	-0,057	31,00	33,03	28,35	38,40	4	0,0569	31	5	4	8
									1,528		33,	35,10	30,19	40,89
16,2	33,8	12	0,523	0,057	33,80	35,10	30,20	40,90	9	0,0569	8	2	9	7
									1,568			37,31	32,14	43,62
42	37	13	0,568	0,171	37,00	37,31	32,15	43,62	2	0,1714	37	5	7	1
									1,591			39,71	34,23	46,63
31	39	14	0,614	0,288	39,00	39,72	34,23	46,64	1	0,2884	39	8	2	7
									1,602			42,37	36,49	50,03
41	40	15	0,659	0,410	40,00	42,37	36,50	50,03	1	0,4095	40	2	7	3

									1,612			45,35	39,00	53,93
31	41	16	0,705	0,537	41,00	45,36	39,00	53,93	8	0,5371	41	7	3	3
									1,623					58,52
125	42	17	0,750	0,674	42,00	48,80	41,84	58,53	2	0,6742	42	48,8	41,84	8
									1,748			52,89	45,15	64,12
18	56	18	0,795	0,825	56,00	52,90	45,15	64,13	2	0,8253	56	9	3	8
									1,780		60,	58,01	49,19	71,28
33,8	60,3	19	0,841	0,998	60,30	58,01	49,20	71,29	3	0,9982	3	1	8	8
									1,792			64,86	54,49	81,17
40	62	20	0,886	1,208	62,00	64,87	54,50	81,17	4	1,2075	62	9	8	3
									1,903			75,41	62,41	
56	80	21	0,932	1,490	80,00	75,41	62,41	96,92	1	1,4898	80	4	4	96,92
									2,096			99,06	79,41	134,2
25	125	22	0,977	2,001	125,00	99,06	79,42	134,25	9	2,0009	125	4	7	5

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.
0.001	3,02	170,66	127,1	259,68
0.01	2,33	118,09	92,544	165,94
0.02	1,75	86,651	70,603	114,34
0.05	1,645	81,929	67,189	106,94
0.1	1,28	67,427	56,441	84,935

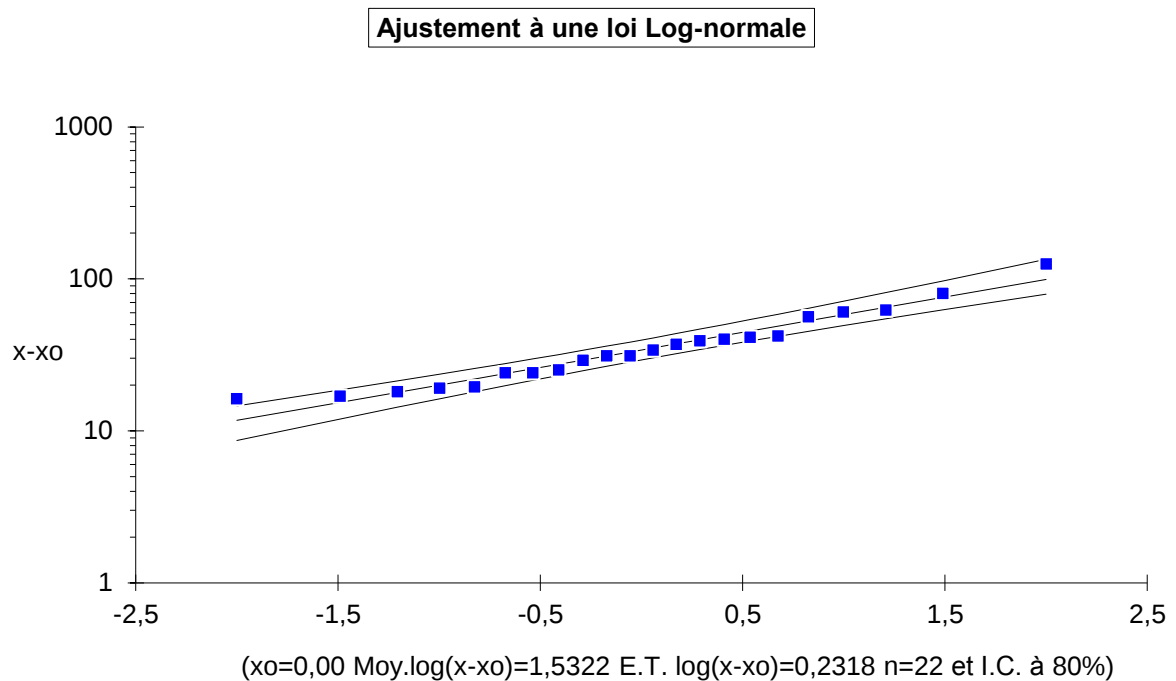


Fig. II. 12: Ajustement à une loi Log-Normale

Tableau II. 26 : Pluies journalières maximales de différentes fréquences

Fréquence en %	0.1	1	2	5	10
Période de retour en année	1000	100	50	20	10
Pjmax (Loi lognormale) En mm	170.66	118.09	86.65	81.93	67.43

AJUSTEMENT A UNE LOI DE GAUSS (LOI NORMALE)

(Moyenne=39,52 Ecart-type=25.35 Taille 22 et I.C. à 80%)

Taille n=22 Moyenne=39,52 Ecart-type=25.35 I.C. à (en%)=80 U Gauss=1,2817

Tableau II. 27: Ajustement à une loi de Gauss (loi normale)

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
37	16,2	1	0,0227	-2,001	16,2000	-	-25,644	-0,7057
19,4	16,8	2	0,0682	-1,490	16,8000	11,2075 1,75093	-10,168	10,74
62	18	3	0,1136	-1,208	18,0000	8 8,90646	-1,7448	17,183
19	19	4	0,1591	-0,998	19,0000	6 14,2149	4,4241	22,043
24	19,4	5	0,2045	-0,825	19,4000	6 18,5974	9,4528	26,119
29	24	6	0,2500	-0,674	24,0000	8 22,4291	13,7931	29,739
60,3	24	7	0,2955	-0,537	24,0000	9 25,9042	17,6773	33,075
39	25	8	0,3409	-0,410	25,0000	8 29,1390	21,2435	36,229
24	29	9	0,3864	-0,288	29,0000	8 32,2111	24,5823	39,273
16,8	31	10	0,4318	-0,171	31,0000	1 35,1769	27,7585	42,258
80	31	11	0,4773	-0,057	31,0000	2 38,0813	30,8225	45,228

						3		
						40,9641		
16,2	33,8	12	0,5227	0,057	33,8000	3	33,8171	48,223
						43,8685		
42	37	13	0,5682	0,171	37,0000	4	36,7873	51,287
						46,8343		
31	39	14	0,6136	0,288	39,0000	4	39,7727	54,463
						49,9063		
41	40	15	0,6591	0,410	40,0000	7	42,8162	57,802
						53,1411		
31	41	16	0,7045	0,537	41,0000	7	45,9706	61,368
						56,6162		
125	42	17	0,7500	0,674	42,0000	6	49,3061	65,252
						60,4479		
18	56	18	0,7955	0,825	56,0000	7	52,9265	69,593
33,8	60,3	19	0,8409	0,998	60,3000	64,8305	57,0028	74,621
						70,1389		
40	62	20	0,8864	1,208	62,0000	9	61,8626	80,79
						77,2945		
56	80	21	0,9318	1,490	80,0000	2	68,3058	89,213
						90,2529		
25	125	22	0,9773	2,001	125,0000	3	79,7511	104,69

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.
0.001	3,02	116,09	102,09	136,03
0.01	2,33	98,60	87,02	114,76
0.02	1,75	83,89	74,16	97,06
0.05	1,645	81,23	71,81	93,89
0.1	1,28	71,98	63,53	82,94

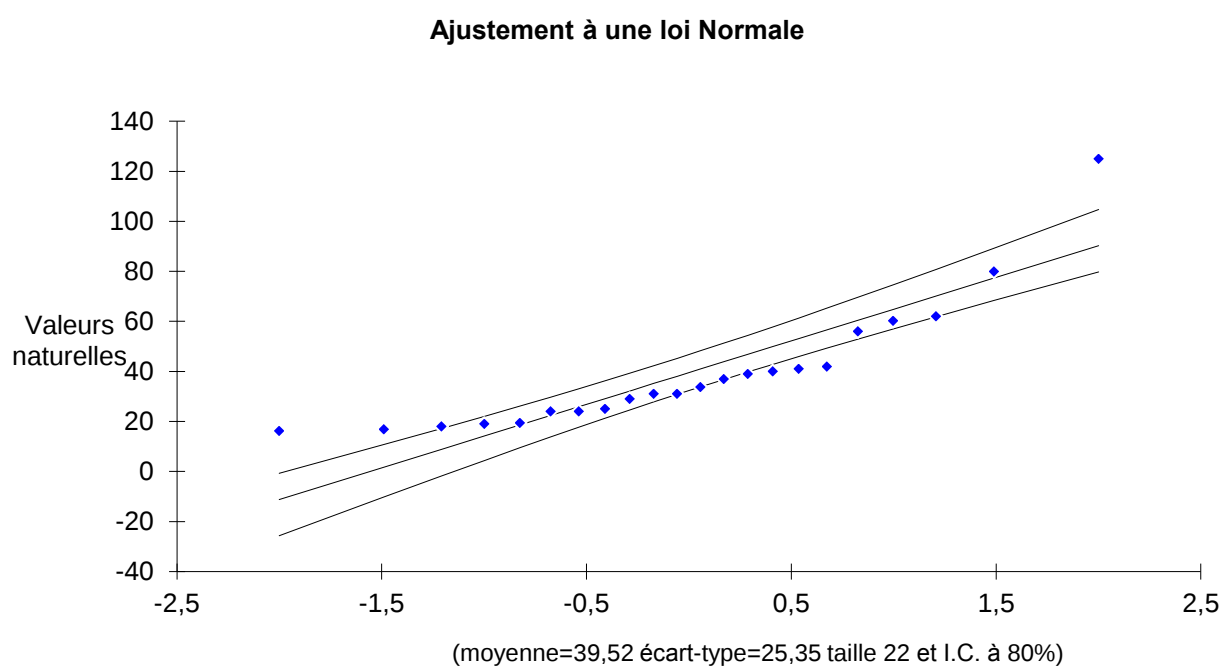


Fig. II. 13: Ajustement à une loi Normale

Tableau II. 28: Pluies journalières maximales de différentes fréquences

Fréquence en %	0.1	1	2	5	10
Période de retour en année	1000	100	50	20	10
Pjmax (Loi normale) En mm	116.09	98.60	83.89	81.23	71.98

Tableau II. 29: Tableau récapitulatif des résultats de calcul de Pjmax

Fréquence en %	0.1	1	2	5	10
Période de retour en année	1000	100	50	20	10
Pjmax de Gumbel En mm	87.84	74.19	62.72	60.64	53.43
Pjmax (Loi lognormale) En mm	170.66	118.09	86.65	81.93	67.43
Pjmax (Loi normale) En mm	116.09	98.60	83.89	81.23	71.98

Commentaire :

D'après les graphes obtenus par les différentes lois on voit que la loi log-normale s'ajuste le mieux, on remarque aussi que les deux courbes des bornes inférieures et extérieures sont plus rapprochées, ce qui nous ramène à opter pour la loi log normale et les valeurs de Pjmax pour différentes fréquences seront celles calculées par cette dernière.

Tableau II. 30: Pluies journalières maximales de différentes fréquences

Fréquence en %	0.1	1	2	5	10
Période de retour en année	1000	100	50	20	10
Pjmax de projet En mm	170.66	118.09	86.65	81.93	67.43

II .4.2.3 Pluie de courte durée

Nous passons des pluies journalières maximales aux pluies de courtes durées de même fréquence

en utilisant la relation suivante : $P_{tc} = P_{jmax} \left(\frac{T_c}{24}\right)^b$ où :

P_{tc} : pluie de courte durée de fréquence donnée, mm

P_{jmax} : pluie journalière maximale de même fréquence, mm

T_c : temps de concentration, heure

b : exposant climatique, $b = 0.3$

Les valeurs des pluies de courte durée sont dans le tableau suivant :

Tableau II. 31 : Pluies de courte durée de différentes fréquences
(Sous bassins de la zone d'étude)

Fréquence (%)		0.1	1	2	5	10
Période de retour (année)		1000	100	50	20	10
Ptc en mm	BV_(chaabat)	86,98	60,19	44,16	41,76	34,37

II .4.2.4 Débit maximum de projet

En l'absence de données hydrométriques (surtout pour les petits bassins versants), l'estimation des débits maximums est faite moyennant les formules valables pour le Nord de l'Algérie, mais dans la mesure du possible à caler par rapport aux oueds observés, pour tester leur fiabilité.

II .4.2.4.1 Relation de Turazza :

La relation de Turazza s'écrit comme suit :

$$Q_{max} = \frac{C \times PTC \times S}{T_c \times 3.6}$$

Où :

C : coefficient de ruissellement =0.9

S : superficie du bassin versant en km²

PTC : pluie de courte durée pour t =Tc, mm

Tc : temps de concentration en heures

Tableau II. 32: Débits maximums de Turazza

Fréquence (%)		0.1	1	2	5	10
Période de retour (année)		1000	100	50	20	10
Qmax de Turazza en (m3/s)	BV_(chaabat)	68	44	30	27	21

II .4.2.4.2 Formule de Giandotti forme 1

$$Q_{inst.}/Q_{moy} = (P_{tc}/P_{jmax}) * 24/T_c$$

Dans laquelle Q_{moy} est le débit moyen qui se calcule comme suit :

$$Q_{moy} = \frac{C_r * P_T * S}{108}$$

Où Cr est le coefficient de grande crue = 0.9 (coefficient fixé par M.Samie).

Les débits de différentes périodes de retour pour les sous bassins étudiés sont portés dans les tableaux suivants :

Tableau II. 33: Débits maximums de Giandotti forme 1

Fréquence (%)		0.1	1	2	5	10
Période de retour (année)		1000	100	50	20	10
Qmax de Giandotti forme 1 en (m3/s)	BV_(chaabat)	29	20	15	14	12

II .4.2.4.3 Formule de Giandotti forme 2

$$\frac{170 * S * (H_{moy} - H_{min})^{1/2}}{4(S)^{1/2} + 1.5(L)} * P_{tc} * 10^{-3}$$

Tableau II. 34: Débits maximums de Giandotti forme 2

Fréquence (%)		0.1	1	2	5	10
Période de retour (année)		1000	100	50	20	10
Qmax de Giandotti forme 2 en (m3/s)	BV_(chaabat)	55	38	28	26	22

Tableau II. 35: Tableau récapitulatif des résultats de débits maximums

	BV_(chaabat)				
	Fréquence en %				
	0.1	1	2	5	10
Formule de Turazza	68	44	30	27	21
Formule de Giandotti I	29	20	15	14	12
Formule de Giandotti II	55	38	28	26	22

En éliminant les valeurs extrêmes (Formules de Giandotti I), les débits maximums du $BV_{(chaabat)}$ seront les valeurs moyennes des deux formules :

Tableau II. 36: Débits maximums de la Chaabat

Fréquence (%)		0.1	1	2	5	10
Période de retour (année)		1000	100	50	20	10
Q_{max} (m3/s)	$BV_{(chaabat)}$	62	41	29	27	22

Commentaire :

Pour le dimensionnement de l'ouvrage (aménagement d'oued), le débit maximum de projet par mesure de sécurité sera celui du débit laminé centennal de la retenue collinaire existante ($Q_{lam1\%} = 71 \text{ m}^3/\text{s}$) augmenté du débit maximum centennal de la chaabat ($Q_{chaabat1\%} = 41 \text{ m}^3/\text{s}$) :

Tableau II. 37: Débit maximum de projet

Fréquence (%)	1
Période de retour (année)	100
$BV_{(chaabat)}$	41
$BV_{(retenue \text{ collinaire})}$	71
Débit de projet (m3/s)	112

$$Q_{max \text{ projet}} = 112 \text{ m}^3/\text{s}$$

CHAPITRE III

Chap. III : Etude géologique

III 1. GEOMORPHOLOGIE DE LA REGION :

Le site à protéger est caractérisé par un petit bassin versant de forme très allongée suivant la direction nord-sud. Son chevelu hydrographique est peu dense et son thalweg Principal s'étale jusqu'aux monts de Djebel Guelaat Ouled Hadj : 1371 m.

Des surfaces de très faible pente près des plaines, dont la pente augmente progressivement en allant vers les zones montagneuses.

Oued Drimil traverse plusieurs zones situées à l'intérieur du bassin versant parmi lesquelles Hennchir ben djenene et bled el métarihe dont le réseau hydrographique s'étant jusqu'au sommet de montagne et Koudiat à savoir :

➤ Thalweg principale :

- Dj. Guelaat chouari 1115 m.
- K at. El mzara 1092 m.
- K at. Ezzitoun.
- Dj. Guel3at Ouled Salam 1377.5 m.

➤ thalweg secondaire :

- Hennchir Ben Djenene, Bir Drimil ET Kef Marzoug jusqu'à Kat. rharben 1059 m.

➤ Le bassin versant :

- Kat Ezzitoun Dj. Teiouaet 1286 m. K at. Dra El Hamour 904 m Kat. Ragouha 1104 m Kat. Rharben 1059 m Dj. Gul3at Ouled Salami Dj. Tolba 1227 m Dj. El Kessaia 1069 m Kat. Bhar Bentaga et retourne à son début k at. Ezzitoun.

Au moment des fortes pluies de printemps ou de gros orages d'août-septembre, les glacis polygéniques nappant les reliefs sont localement le siège d'un écoulement en nappe avec remise en mouvement de nombreux galets et limon superficiel au niveau des zones basses.

III .2 .GEOLOGIE REGIONALE :

Sur le plan litho-stratigraphique, la région est représentée par les formations géologiques suivantes de la plus récente à la plus ancienne :

III .2 . 1 .La nappe néritique constantinoise : Elle est constituée principalement par des formations carbonatées du Jurassique supérieur Au Sénonien transgressif.

- **Quaternaire** : Des éboulis, des alluvions et des formations de pente constituent le Quaternaire.
- **Aptien** : Ce dernier débute par 50 m de calcaires massifs en gros bancs, pour se poursuivre sur 100 à 120 m, par des calcaires micritiques noirs, riches en milliolidés et en débris de Rudistes. Le terme sommital aptien est constitué d'une corniche de 80 à 100 m de calcaires massifs.
- **Barrémien** : Le Barrémien est calcaire-dolomitique présente une puissance de 250 à 300 m.
- **Néocomien** : Il est carbonaté et débute par des calcaires fins et des marnes rosées ou jaunâtres. Il se prolonge par 150 m de calcaires à silex, sauf au Djebel Guerioun et Fortass. Plus à l'Ouest dans les monts d'Ain M'Lila, le Néocomien est uniquement carbonaté et comporte des alternances calcaire-dolomitiques sur 300 m environs.
- **Jurassique sup carbonaté** : Le Jurassique supérieur est essentiellement carbonaté. Il comprend des dolomies noires, largement cristallines, surmontées par une barre de 90 à 100 m de calcaires massifs.

III .2 .2 .Le complexe broyé triasique :

Le Trias correspond aux terrains les plus anciens des zones externes à affleurements connus. Il est essentiellement évaporitique et se présente en épaissements dioptriques et en lames injectées le long de certains accidents parmi les affleurements connus dans le Constantinois.

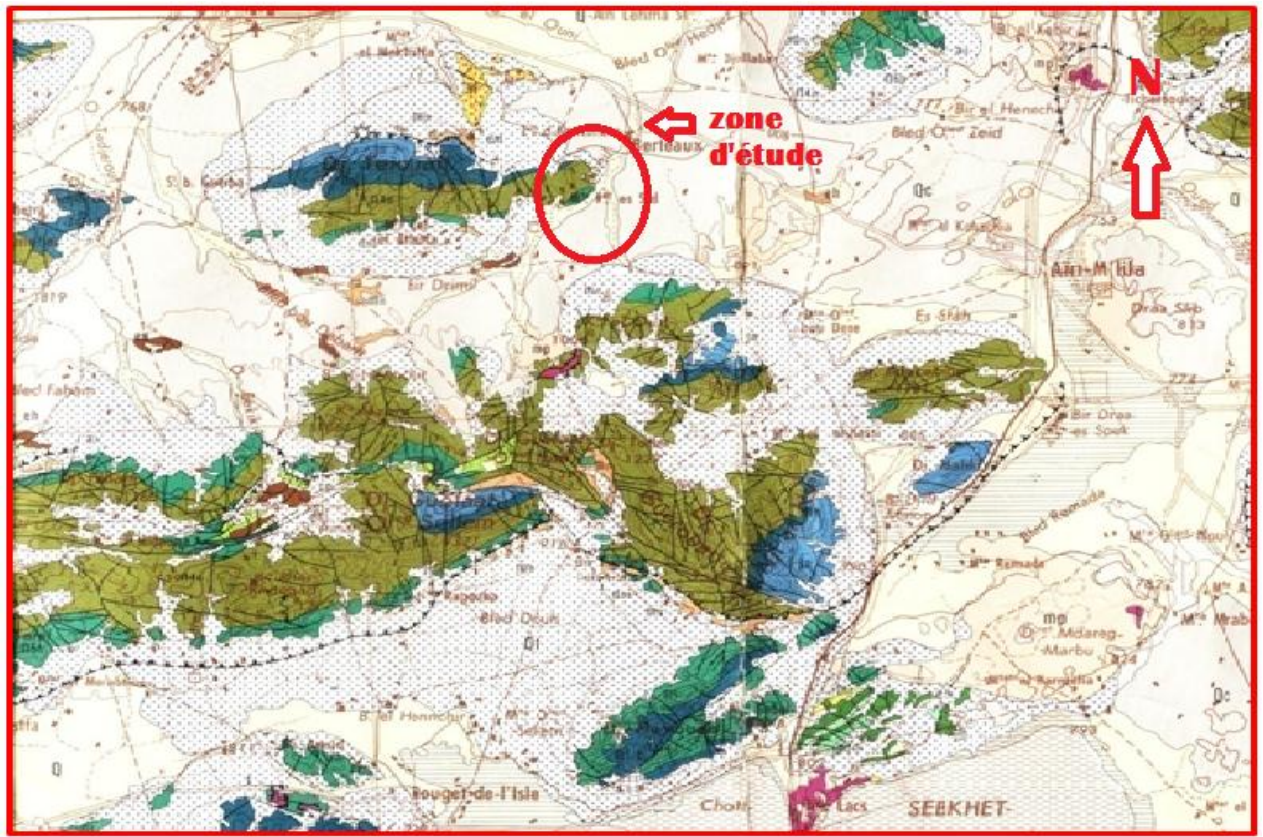


Fig. III. 1 : Carte géologique de la zone étudié -Echelle : 1 /200.000

III .3 .SISMICITE DE LA REGION :

Le tremblement de terre d'El Asnam (1954), confirmant que l'Algérie n'était pas à l'abri de secousses destructives, a attirés l'attention des pouvoirs publics sur la nécessité de règlements parasismiques ayant pour objet d'assurer une certaine protection des personnes et des biens contre les effets des secousses. Les travaux d'une commission technique ont conduit, dès 1954, à préconiser des recommandations provisoires (recommandations A .S. 1955) dans le but d'atténuer les effets des séismes sur les constructions et leur stabilité.

Ces recommandations contiennent ,d'une part des conseils généraux à l'établissement des projets de construction(conception générale des bâtiments, fondations, superstructure), d'autre part des règles de calcul des contraintes qui tiennent compte des forces d'inertie développées dans les constructions par les ondes sismiques.

Depuis, plusieurs règlements parasismiques algériens, plus exigeants, ont été élaborés.

- Dans le cadre de l'élaboration du premier règlement parasismique algérien, une étude a été réalisée en 1978 (Morgat & Shah, 1978) où le catalogue utilisé couvre la période de 1970 – 1975.
- D'autres études plus détaillées ont été réalisées à Chleff (WCC, 1984); à Alger (SWAN, 1998) et à Mascara (CGS, 1999). En outre, plusieurs autres études ont été réalisées par des universitaires et chercheurs algériens et étrangers (Benouar & al 1996, Aoudia & al, 2000; Bouhadad, 2000; Bouhadad & Laouamri, 2002).

Actuellement, la réglementation parasismique algérienne se traduit par le document technique " DTR BC 2-48" dit : « REGLES PARASISMIQUES ALGERIENNES RPA99», dont la première version a été RPA81 qui fut suivie par RPA81 version de 1983 après le séisme de Chleff du 10 Octobre 1980. La troisième version RPA88 a été suivie par la version RPA99

Les règles RPA99 tiennent compte des errements des séismes tels que le tremblement de terre d'Oued Djer (Algérie) en octobre 1988 et celui d'Ain Témouchent le 22 décembre 1999. Ainsi elle introduit 4 sites de sol au lieu des 2 sites (sol meuble et sol ferme) du RPA88. Enfin le RPA99 version 2003, est en vigueur après le séisme du 21 Mai 2003.

Afin de quantifier le danger sismique en terme compris par les ingénieurs, c'est à dire en termes d'accélération, l'approche probabiliste et souvent utilisé (programme de calcul Hazard – Géomatrix, 1993). Cette "accélération" est évaluée comme un pourcentage de l'accélération de la pesanteur "g" que le concepteur pourra intégrer dans ces calculs de stabilité de l'ouvrage.

Actuellement, plusieurs Bureaux d'Etude utilisent le règlement R.P.A.99 version 2003 (Règles Parasismiques Algériennes).

Zone 0: sismicité négligeable.

Zone I : sismicité faible.

Zone II: sismicité moyenne.

Zone III: sismicité élevée.

La wilaya d'Oum El Bouaghi se situe dans la zone II .a, elle est considérée comme une zone de **sismicité moyenne**, dont le coefficient d'accélération sismique pour notre aménagement d'après R.P.A pour un degré d'usage 3 correspond à **0,10**.

CHAPITRE IV

Chap. IV : Calcul hydraulique

IV. 1. Reconnaissance de terrain :

Dans le cadre de l'opération de protection contre les inondations du centre urbain d'Ouled Hamla, la direction de l'hydraulique de la wilaya d'Oum El Bouaghi a lancé une étude d'aménagement d'oued Drimil qui vise à canaliser les eaux de crues d'un sous bassin versant en plus des eaux laminées de la retenue existante vers l'exutoire.

Le projet en question est situé dans la commune d'Ouled Hamla, pour lequel nous avons procédé à plusieurs missions de reconnaissances et inspections du tracé d'oued afin de cerner les différentes contraintes visibles au niveau de la zone d'étude.

D'autres démarches ont été menées auprès de la direction de l'hydraulique et organismes administratifs dans le but de mieux s'informer et collecter des données de base qui vont nous servir à l'établissement du schéma d'aménagement et permettre de préparer les autres missions à savoir : topographie, hydrologie etc.

Le choix technique du tracé d'oued a été décidé sur la base de la reconnaissance sur terrain et sur de nombreux critères parmi lesquels la topographie, géologie, accessibilité, préservation des terrains agricoles..... etc.

A ce stade de l'étude (schéma d'aménagement), nous avons eu une idée assez claire de l'importance de l'aménagement, de ses caractéristiques préliminaires et des contraintes qui doivent être prises en charges durant l'élaboration du projet et pendant la réalisation.

IV. 2. Rappel de l'expertise :

Sur la base de la reconnaissance du terrain et l'étude des différentes cartes existantes, le cheminement d'Oued Drimil en aval de la retenue collinaire Drimil ne présente pas de difficulté majeure sur l'ensemble du tracé (soit 03 Kilomètres environ) ou le profil en long de l'oued se dessine correctement dans sa majeure partie dans un terrain meuble, protégé au fond par un affleurement calcaire à l'amont et des dépôts grossiers (graviers et blocs) charriés du bassin versant à l'aval.



Fig. IV. 1 : Section de l'oued juste à l'aval de la retenue
(Affleurement calcaire du lit d'oued)

Son profil en travers varie moyennement de 10 à 15 m et par endroits à plus de 20 m sur une profondeur ne dépassant pas les 05 m avec des talus abruptes à doux selon la nature du terrain. Ce profil maintient sa section de plus en plus qu'en descend vers l'aval du fait de la faible pente et la nature du terrain.



Fig. IV. 2: Section de l'oued plus à l'aval de la retenue (terrain meuble)

Sur tout le long du tracé d'oued Drimil, le profil (section d'oued) est bien dessiné jusqu'à la limite du pont existant à la limite de la zone urbaine d'Ouled Hamla, nous avons constaté :

- Absence des habitations et de toutes sortes d'ouvrages tout le long d'oued qui peuvent gêner le reprofilage du tracé afin d'éviter le débordement des eaux de crues
- existence de terrains agricoles de part et d'autre du tracé de l'oued à l'exception des derniers trois cent mètres (300 m) environ après du pont existant ou extension d'un tissu urbain du côté droit est en cours.

La présence de particules fines dans le lit de l'oued à l'amont du pont existant indique la faible vitesse d'écoulement



Fig. IV. 3: présence de particules fines dans le lit d'oued

Les éléments charriés du bassin versant de la retenue restent dans la cuvette par contre ceux du sous bassin versant de la chaabat se déposent progressivement tout le long du profil d'oued des plus gros aux plus petits confirmant la faible pente du terrain.

Le pont existant dispose à l'entrée d'une triple section rectangulaire de dimension 4,40 x 2,50 m chacune en béton qui permet d'évacuer les eaux de crues, cependant et compte tenue de la faible pente à l'amont avec un profil non aménagé en plus de l'intervention humaine qui n'est pas moindre dans l'inefficacité de l'ouvrage existant voir même sa dégradation dans le sens ou les ordures de toutes sortes sont déversées directement à l'entrée.



Fig. IV. 4: Entrée du pont existant

A l'aval du pont, l'oued est aménagé en section rectangulaire avec un fond en béton et des parois en maçonnerie sur près de 20 m environ puis devient trapézoïdale en béton avec 7,0 m de large à la base, une pente des talus de 1:2 et une pente longitudinale de 0,55%.

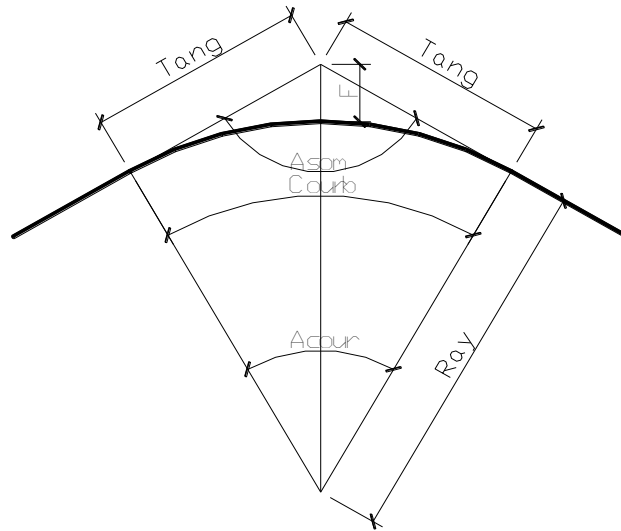


Fig. IV. 5: Vue à l'aval du pont existant

IV. 3. Implantation des axes de l'aménagement :

Pour l'étude de cet aménagement, nous avons dégagé un tracé qui a nécessité une implantation des axes qui servira à l'exécution des travaux sur terrain.

Les éléments de cette implantation sont définis selon le schéma ci-après :



Tang : Tangente

Asom : Angle au sommet

Acourb : Angle de courbure

Courb : Courbure

Ray : Rayon

F: Flèche

Le calcul des éléments de l'implantation des axes est présenté dans le tableau ci-après :

IMPLANTATION DES AXES

Projet : Aménagement Oued Drimil- W. Oum El Bouaghi

Tableau IV. 1: Implantation des axes

N°	Abscisse	Ordonnée	Tang	A.som	A.cour	Courb	Ray	Flèche	D. piq	D. int.T	D. cour	D. cum
A00	873526,17	312662,58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
A01	873591,15	312726,86	5,00	166,96	13,04	9,96	43,75	0,28	91,40	86,40	91,38	91,38
A02	873623,82	312778,60	5,00	163,55	16,45	9,93	34,58	0,36	61,19	51,19	61,14	152,52
A03	873700,81	312846,18	5,00	159,21	20,79	9,89	27,26	0,45	102,44	92,44	102,35	254,87
A04	873719,55	312881,52	3,00	173,76	6,24	5,99	55,00	0,08	40,00	32,00	39,94	294,81
A05	873748,69	312924,43	2,00	176,22	3,78	4,00	60,65	0,03	51,87	46,87	51,87	346,68
A06	873781,68	312966,72	3,00	174,37	5,63	6,00	61,04	0,07	53,64	48,64	53,63	400,31
A07	873807,34	312993,68	5,00	170,28	9,72	9,98	58,80	0,21	37,22	29,22	37,20	437,52
A08	873873,52	313092,30	5,00	163,38	16,62	9,93	34,23	0,36	118,77	108,77	118,72	556,24
A09	873906,17	313197,48	10,00	155,33	24,67	19,69	45,73	1,06	110,13	95,13	109,94	666,18
A10	874011,09	313314,35	5,00	168,35	11,65	9,97	49,01	0,25	157,06	142,06	156,88	823,06
A11	874050,14	313381,27	10,00	149,34	30,66	19,52	36,48	1,30	77,48	62,48	77,22	900,28
A12	874049,67	313449,82	5,00	165,27	14,73	9,94	38,68	0,32	68,55	53,55	68,28	968,57
A13	874066,39	313515,23	5,00	161,14	18,86	9,91	30,10	0,41	67,51	57,51	67,44	1036,01
A14	874084,59	313543,04	15,00	144,10	35,90	29,01	46,31	2,25	33,24	13,24	32,70	1068,71
A15	874080,79	313623,83	5,00	170,07	9,93	9,97	57,57	0,22	80,88	60,88	80,37	1149,08
A16	874062,92	313703,64	15,00	140,81	39,19	28,82	42,14	2,44	81,79	61,79	81,18	1230,26
A17	874089,68	313757,16	5,00	164,69	15,31	9,94	37,20	0,33	59,84	39,84	59,22	1289,48
A18	874119,50	313907,03	10,00	155,37	24,63	19,69	45,81	1,05	152,81	137,81	152,62	1442,10
A19	874195,74	314012,42	5,00	170,20	9,80	9,98	58,31	0,21	130,08	115,08	129,91	1572,01
A20	874352,03	314165,02	2,00	174,80	5,20	4,00	44,05	0,05	218,43	211,43	218,42	1790,43
A21	874420,27	314220,51	5,00	169,75	10,25	9,97	55,76	0,22	87,95	80,95	87,94	1878,37
A22	874490,81	314302,71	5,00	167,47	12,53	9,96	45,55	0,27	108,32	98,32	108,28	1986,66
A23	874519,19	314323,97	10,00	142,67	37,33	19,29	29,60	1,56	35,46	20,46	35,08	2021,74
A24	874530,06	314362,31	5,00	169,88	10,12	9,97	56,49	0,22	39,85	24,85	39,48	2061,22
A25	874534,91	314410,79	2,00	175,61	4,39	4,00	52,18	0,04	48,72	41,72	48,71	2109,93
A26	874537,44	314520,34	5,00	165,36	14,64	9,95	38,92	0,32	109,58	102,58	109,55	2219,48
A27	874548,49	314558,97	5,00	168,48	11,52	9,97	49,56	0,25	40,18	30,18	40,14	2259,62
A28	874570,61	314601,49	3,00	170,94	9,06	5,99	37,87	0,12	47,93	39,93	47,91	2307,52
A29	874593,12	314669,06	8,00	155,87	24,13	15,76	37,42	0,83	71,22	60,22	71,10	2378,62
A30	874610,30	314687,77	10,00	149,63	30,37	19,53	36,84	1,29	25,40	7,40	25,05	2403,67
A31	874621,59	314740,04	10,00	153,97	26,03	19,65	43,27	1,11	53,48	33,48	53,07	2456,73
A32	874671,12	314802,95	10,00	156,32	23,68	19,71	47,70	1,01	80,07	60,07	79,75	2536,49
A33	874819,10	314881,98	60,00	121,24	58,76	109,29	106,58	13,71	167,76	97,76	162,27	2698,75
A34	874829,89	315078,78		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	197,10	137,10	191,74	2890,50

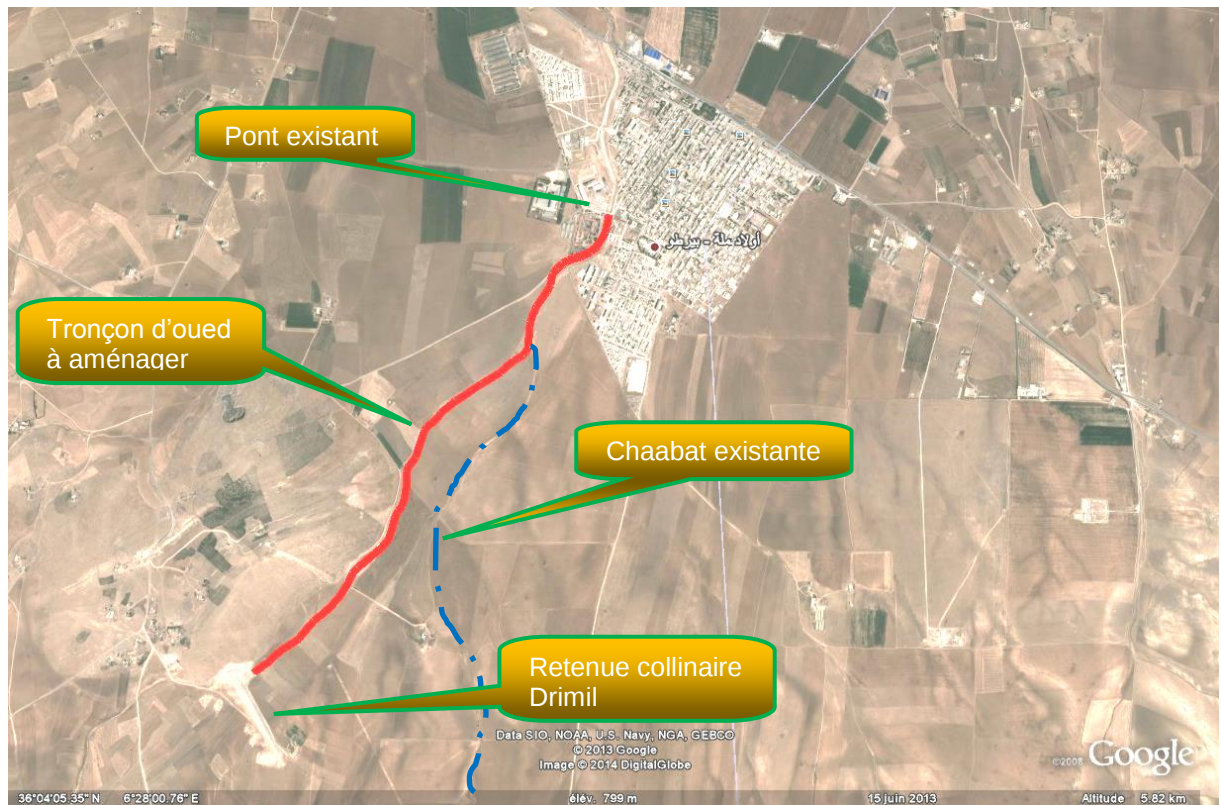


Fig. IV. 6 : Trace d'aménagement d'Oued Drimil

IV. 4. Calcul hydraulique de l'aménagement :

Dans le cadre de l'aménagement d'oued Drimil à l'aval de la retenue collinaire Drimil, nous avons procédé en fonction du débit laminé ($Q_{\text{laminé}} = 71 \text{ m}^3/\text{s}$) et du débit centennal de la chaabat ($Q_{\text{chaabat}} = 41 \text{ m}^3/\text{s}$), étudié au stade de la phase d'exécution, de reprofiler l'oued en tronçons en fonction de la nature du terrain, du débit et la dénivelée existante du fait que l'aménagement est figé entre deux ouvrages existants (retenue collinaire Drimil et le pont existant).

Canal « A »

Le canal « A » prend naissance à partir de la retenue collinaire Drimil et fait raccordement avec le coursier de l'évacuateur de crues et le canal de fuite de la vidange de fond. Il dispose d'une section trapézoïdale en matelas Reno sur une longueur de 2200,00 m avec une largeur de 8,00 m à la base, 1 :1,5 de pente des talus et une hauteur de 2,00 m pour évacuer dans l'ensemble le débit laminé de la retenue collinaire.

Le schéma de calcul de la section du canal « A » est le suivant :

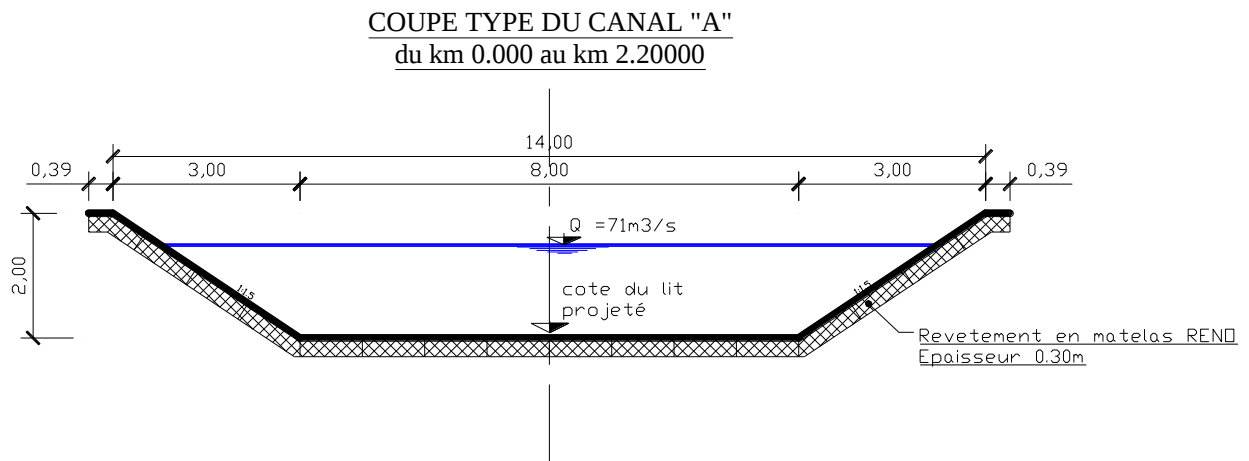


Fig. IV. 7: Coupe type du canal A

Canal « B »

Le canal « B » de section trapézoïdale en matelas Reno sur une longueur de 300,00 m avec une largeur de 10,00 m à la base, 1 :1,5 de pente des talus et une hauteur de 2,50 m pour évacuer dans l'ensemble le débit laminé de la retenue et de la chaabat.

Le schéma de calcul de la section du canal « B » est le suivant :

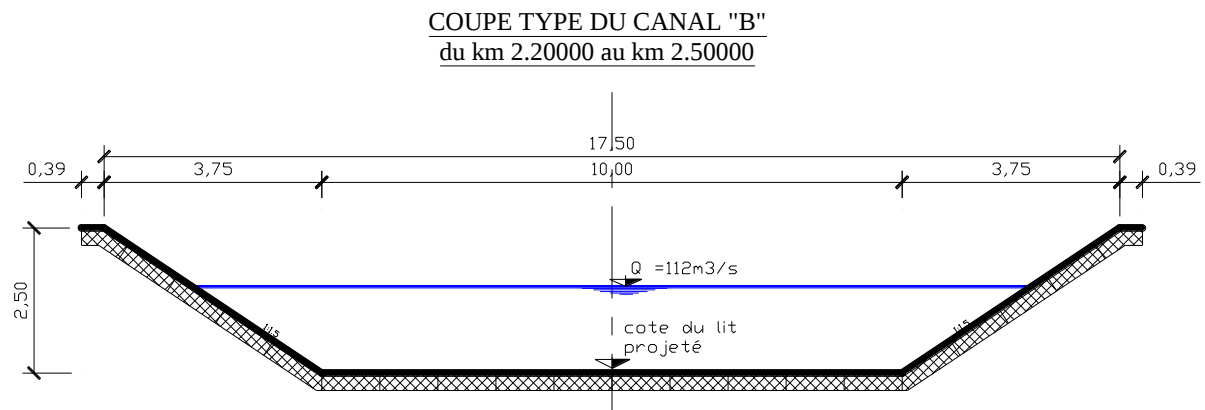


Fig. IV. 8 : Coupe type du canal B

Canal « C »

Le canal « C » de section trapézoïdale en béton armé sur une longueur de 360,50 m avec une largeur de 8,00 m à la base, 1 : 1,5 de pente des talus et une hauteur de 2,50 m pour évacuer dans l'ensemble le débit laminé de la retenue et de la chaabat.

Le schéma de calcul de la section du canal « C » est le suivant :

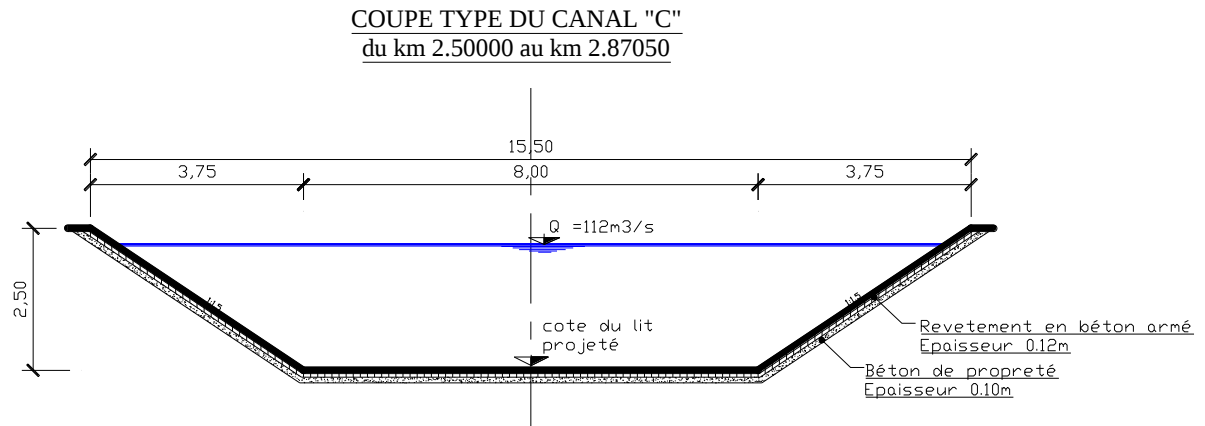


Fig. IV. 9: Coupe type du canal C

Canal « D »

Le canal « D » de section rectangulaire en béton armé sur une longueur de 30,00 m avec une largeur de 14,00 m fait raccordement entre le canal « C » et le pont existant pour évacuer dans l'ensemble le débit qui est de 112 m³/s.

Le schéma de calcul de la section du canal « D » est le suivant :

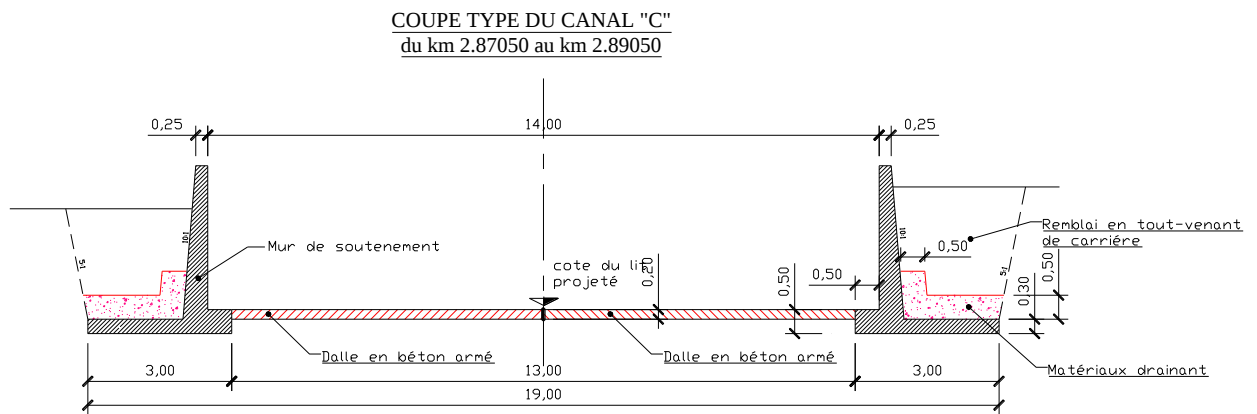


Fig. IV. 10: Coupe type du canal D

Le calcul hydraulique que nous avons effectué avec un programme informatique et selon les débits adoptés, nous a conduits aux résultats présentés aux tableaux ci-après :

Projet : Aménagement Oued Drimil à l'aval de la retenue collinaire Drimil (W.Oum El Bouaghi)

N°	Débit	A	B	C	D	Rug	Pi	Long	H0	Hc	Hi	Vi
1	71.00	0.00	8.00	0.00	1.50	0.0250	0.009	950.00	1.59	1.83	1.59	4.29
2	71.00	0.00	8.00	0.00	1.50	0.0250	0.010	1205.00	1.55	1.83	1.55	4.45
3	112.00	0.00	8.00	0.00	1.50	0.0250	0.010	45.00	1.99	2.39	1.72	6.15
4	112.00	0.00	10.00	0.00	1.50	0.0250	0.005	300.00	2.11	2.15	2.11	4.02
5	112.00	0.00	8.00	0.00	1.50	0.0140	0.005	370.50	1.71	2.39	1.74	6.08
6	112.00	0.00	14.00	0.00	0.00	0.0140	0.005	20.00	1.38	1.93	1.64	4.89

Tronçon N° : 1

Long i	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
Hi	1.83	1.72	1.68	1.66	1.65	1.64	1.63	1.62	1.62	1.61	1.61
Vi	3.61	3.91	4.01	4.07	4.11	4.15	4.17	4.19	4.21	4.22	4.23

Tronçon N° : 2

Long i	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00
Hi	1.59	1.58	1.58	1.57	1.57	1.57	1.56
Vi	4.29	4.32	4.34	4.36	4.37	4.38	4.38

Tronçon N° : 3

Long i	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00
Hi	1.55	1.57	1.59	1.61	1.63	1.65	1.67	1.69	1.70	1.72
Vi	7.03	6.91	6.79	6.69	6.58	6.49	6.40	6.31	6.23	6.15

Tronçon N° : 4

Long i	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00
Hi	1.72	1.75	1.77	1.80	1.83	1.85	1.88	1.90	1.92	1.95	1.97	1.99
Vi	6.15	5.08	4.99	4.90	4.82	4.74	4.66	4.59	4.52	4.45	4.39	4.33

Long i	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00
Hi	2.01	2.03	2.05	2.07	2.08	2.09	2.09
Vi	4.27	4.22	4.17	4.13	4.10	4.07	4.07

Tronçon N° : 5

Long i	0.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00	55.00
Hi	2.11	2.08	2.06	2.04	2.02	2.01	1.99	1.98	1.97	1.96	1.95	1.94
Vi	4.02	4.85	4.92	4.97	5.03	5.07	5.12	5.16	5.20	5.24	5.27	5.31

Long i	60.00	65.00	70.00	75.00	80.00	85.00	90.00	95.00	100.00	105.00	110.00	115.00
Hi	1.93	1.92	1.91	1.90	1.89	1.89	1.88	1.87	1.87	1.86	1.86	1.85
Vi	5.34	5.37	5.40	5.43	5.45	5.48	5.50	5.52	5.55	5.57	5.59	5.61

Long i	120.00	125.00	130.00	135.00	140.00	145.00	150.00	155.00	160.00	165.00	170.00	175.00
Hi	1.85	1.84	1.84	1.83	1.83	1.83	1.82	1.82	1.81	1.81	1.81	1.80
Vi	5.63	5.65	5.66	5.68	5.70	5.71	5.73	5.74	5.76	5.77	5.78	5.80

Long i	180.00	185.00	190.00	195.00	200.00	205.00	210.00	215.00	220.00	225.00	230.00	235.00
Hi	1.80	1.80	1.80	1.79	1.79	1.79	1.79	1.78	1.78	1.78	1.78	1.77
Vi	5.81	5.82	5.83	5.84	5.85	5.86	5.87	5.88	5.89	5.90	5.91	5.92

Long i	240.00	245.00	250.00	255.00	260.00	265.00	270.00	275.00	280.00	285.00	290.00	295.00
Hi	1.77	1.77	1.77	1.77	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.75
Vi	5.93	5.94	5.94	5.95	5.96	5.97	5.97	5.98	5.99	5.99	6.00	6.01

Long i	300.00	305.00	310.00	315.00	320.00	325.00	330.00	335.00	340.00	345.00	350.00	355.00
Hi	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74
Vi	6.01	6.02	6.02	6.03	6.03	6.04	6.04	6.05	6.05	6.06	6.06	6.07

Long i	360.00	365.00	370.00	370.50
Hi	1.74	1.74	1.74	1.74
Vi	6.07	6.08	6.08	6.08

Tronçon N° : 6

Long i	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00
Hi	1.74	1.73	1.72	1.72	1.71	1.70	1.70	1.69	1.69	1.68	1.68	1.67
Vi	6.08	4.62	4.64	4.66	4.68	4.70	4.71	4.73	4.74	4.76	4.77	4.78

Long i	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Hi	1.67	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65	1.64	1.64	1.64
Vi	4.80	4.81	4.82	4.83	4.85	4.86	4.87	4.88	4.89

IV. 5. Description des ouvrages :

Les canaux projetés ont pour but d'évacuer les eaux de crues sans danger à travers le centre urbain d'Ouled Hamla suivant l'itinéraire de l'oued aménagé. Ces eaux proviennent du laminage des crues du bassin versant d'Oued Drimil par le biais de la retenue collinaire Drimil et du bassin versant de la chaabat existante en direction nord vers le centre urbain causant des dégâts matériels en plus de la perturbation de la circulation routière sur la W17 reliant Telerghma à Ain M'Lila.

La description des canaux est la suivante :

Canal « A »

Le canal « A » débute de l'aval de la retenue collinaire Drimil et présente une longueur de 2200,00 m avec une section appropriée à travers des terrains vagues ou agricoles formant ainsi une partie d'oued Drimil. Ce tronçon sera aménagé en section trapézoïdale en matelas Reno qui est un matériau souple et s'adapte avec les terrains en place.

La projection du canal a été établie sur la base de l'itinéraire existant qui ne présente pas de risque majeur en présence de terrains vagues et agricoles et l'absence d'habitations dans le but d'avoir un tracé plus court et par conséquent des vitesses plus appréciable, principalement au niveau de la zone basse.

La capacité d'évacuation du canal « A » est de 71 m³/s qui disposent de plusieurs tronçons selon son profil avec un type de section trapézoïdale en matelas Reno. La longueur totale du canal « A » est de 2200,00 m

Son profil en long a été excavé dans un terrain naturel partiellement rocheux avec un minimum d'excavation possible et dans le but d'avoir une pente suffisante pour évacuer la crue centennale laminée de la retenue collinaire avec une section optimale et des vitesses acceptables. Deux (02) tronçons ont été dégagés :

Tronçon N°	Longueur (m)	Pente (%)	Section
1	950,00	0.90	Trapézoïdale en matelas Reno
2	1250,00	1.00	Trapézoïdale en matelas Reno

Canal « B »

Le canal « B » a été projeté dans le but faire le prolongement du canal « A » pour canaliser les eaux laminées par la retenue collinaire Drimil et le débit de crue de la chaabat existante.

La projection du canal a été établie sur la base de l'itinéraire existant en tenant compte de la pente longitudinale du tracé et le débit total à évacuer afin d'éviter les débordements évitant ainsi leurs effets néfaste et dévastateur.

La capacité d'évacuation du canal « B » est de 112 m³/s qui disposent de deux tronçons selon son itinéraire avec une section trapézoïdale en matelas Reno sur une longueur totale de 300,00 m.

Son profil en long a été excavé dans un terrain naturel principalement meuble à faible pente pour évacuer le débit total avec une section optimale et des vitesses acceptables. Deux (02) tronçons ont été dégagés :

Tronçon N°	Longueur (m)	Pente (%)	Section
1	5.00	0.55	Trapézoïdale en matelas Reno (divergent : B 1=8 m, B 2=10 m)
2	295.00	0.55	Trapézoïdale en matelas Reno (B=10 m)

Canal « C »

Le canal « C » est le prolongement de la partie aval du canal « B » avec une section trapézoïdale en béton armé, évacue toutes les eaux à travers un terrain agricole de faible pente dans la zone urbanisée. Il dispose d'une section trapézoïdale en béton armé avec une largeur de 8,00 m à la base sur une longueur totale de 360,50 m et débite 112 m³/s.

Son profil en long a été dressé de telle sorte qu'il suit au maximum la pente du terrain naturel et épouse le fond du lit naturel dans le but d'éviter les excavations supplémentaires. Deux (02) tronçons ont été dégagés :

Tronçon N°	Longueur (m)	Pente (%)	Section
1	5,00	0.55	Trapézoïdale en béton armé (convergent : B 1=10 m, B 2=8 m)
2	355.50	0.55	Trapézoïdale en béton armé (B=8 m)

Canal « D »

Le canal « D » est un ouvrage nécessaire pour faire le raccordement entre le canal « C » et le pont existant afin d'éviter la submersion de ce dernier. Vu la largeur du pont, le canal a été projeté par éléments indépendant sur une longueur de 30,00 m afin d'économiser le béton. Il est constitué de part et d'autre de murs de soutènements d'une hauteur de 3,00 m et à la base de dalles en béton armé d'une épaisseur de 0,20 m pour évacuer le débit total de 112 m³/s.

Son profil en long a été dressé de telle sorte qu'il suit au maximum la pente du terrain naturel et se raccorde au radier du pont. Deux (02) tronçons ont été dégagés :

Tronçon N°	Longueur (m)	Pente (%)	Section
1	10,00	0.55	Trapézoïdale à rectangulaire en béton armé (divergent : B 1=8 m, B 2=14 m)
2	20,00	0.55	Rectangulaire en béton armé (B= 14 m)

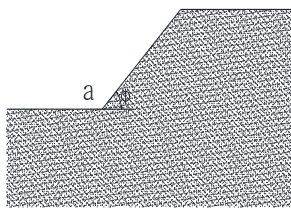
CHAPITRE V

Chap. V : Calcul de stabilité

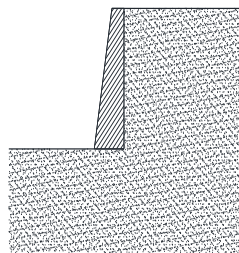
V. 1 : Définition d'un Mur de soutènement :

Il existe une différence de niveaux entre deux points a et b d'un terrain, la ligne de raccordement ab (figV.1) n'est généralement pas verticale ; cette ligne ab fait, avec l'horizontale, un angle ϕ appelé angle du frottement interne des sédiments.

Si l'on désire que la ligne ab soit verticale, ou voisine de la verticale, il est nécessaire de prévoir un ouvrage destiné à maintenir les terres (figV. 2).



FigV.1 : terrain naturel



FigV.2 : mur de soutènement

Cet ouvrage porte le nom de mur de soutènement, il peut être en maçonnerie ou en béton (armé ou non).

V. 2 : Constitution des Mur de soutènement.

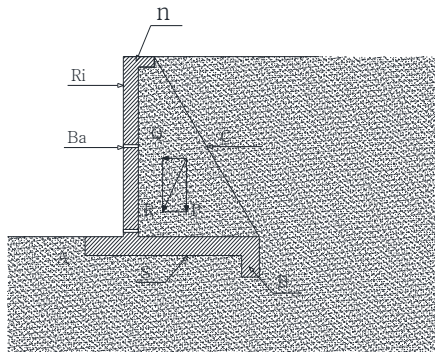
V.2.1. Élément constitutifs :

Un mur de soutènement en béton armé se compose habituellement des éléments suivants (figV. 3) :

- un rideau Ri qui reçoit la poussée des terres et qui est terminée à la partie supérieure par une nervure de raidissement n. Ce rideau prend appui sur les contreforts C et il est généralement muni de barbacanes Ba, à raison d'une barbacane tous les 2 ou 3 m, afin d'éviter l'accumulation des eaux à l'arrière du mur, accumulation qui aurait pour effet de donner des poussées supplémentaires ;

- une semelle S qui sert de fondation à l'ouvrage et qui débord en avant du rideau, jusqu'au point A, de manière à assurer une meilleure répartition des pressions sur le sol. Du côté des terres, la semelle est généralement terminée par une nervure B, appelée bêche, qui, par l'ancrage qu'elle réalise dans le sol, s'oppose au glissement de l'ouvrage, glissement provoqué par la composante horizontale Q de la poussée des terres ;

- des contreforts C, régulièrement espacés, qui sont destinés à solidariser le rideau et la semelle et à maintenir ainsi les positions relatives de ces éléments

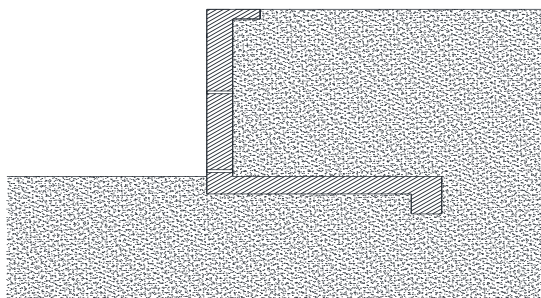


FigV.3 : mur à contreforts

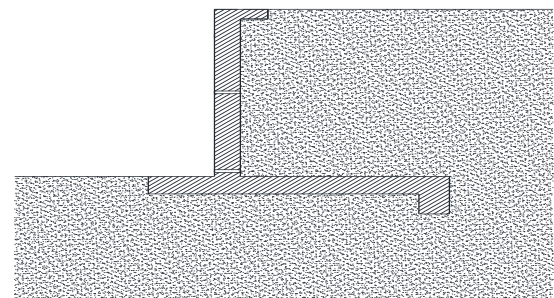
V. 3 : Divers types de mur de soutènement :

Les dispositions générales que nous avons examinées ci-dessus peuvent varier suivant la hauteur du mur. On adopte habituellement les dispositions suivantes :

- a)- Mur de hauteur inférieure à 3 ou 4 m. on peut réaliser soit un mur composé uniquement d'un rideau et d'une semelle intérieure, c'est à dire sans semelle extérieure ni contreforts (figV.4), soit un mur comprenant un rideau, une semelle extérieure et une semelle intérieure (fig V.5).



figV.4 : rideau avec une semelle intérieure



figV.5 : rideau avec une semelle intérieure et extérieure

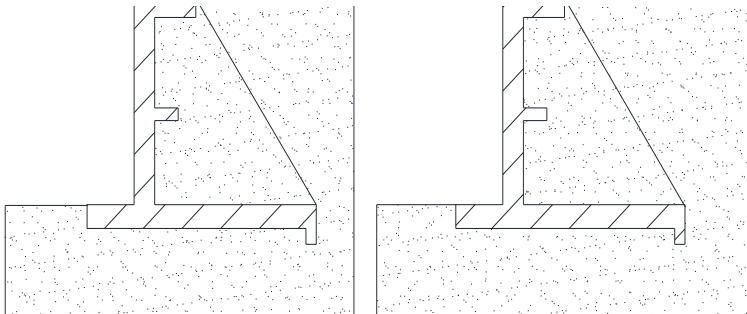
Ce dernier mode de construction présente, par rapport au précédent, les avantages suivantes :

- les terrassements à exécuter (déblais et remblais) sont moins importants puisque la largeur de la semelle intérieure est plus faible ;
- _les efforts sur le terrain sont moins grands et ils sont mieux répartis.

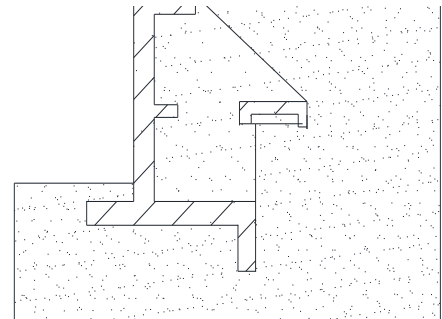
b)- Mur de hauteur supérieure à 3 ou 4 m .On utilise les dispositions représentées sur la figure V.3, c'est –à-dire le mur avec contreforts. Si la distance entre les contreforts est de l'ordre de 2 à 3 m, le rideau sera constitué par une dalle d'épaisseur croissante depuis le sommet jusqu'à la base ; l'épaisseur minimale de la dalle ne sera pas inférieure à 8 ou 10 cm et les dimensions de la nervure de raidissement, en dehors du voile, seront de l'ordre de 15*15 cm

On peut avoir intérêt, surtout si les contreforts sont espacés, à prévoir des poutres intermédiaires horizontales (fig V.6 et V.7) et à faire porter le rideau sur ces poutres. Si les poutres sont régulièrement espacées (fig V.6) le rideau aura une épaisseur et des armatures différentes dans chacun des éléments compris entre deux poutres successives ; si l'on désire que l'épaisseur du rideau et les armatures restent les mêmes du sommet à la base, on réduira l'espacement des poutres à mesure que l'on se rapprochera de la partie inférieure du mur (figV.7)

c)- Mur à semelle intermédiaires. Pour des murs de grande hauteur, on prévoit parfois une semelle intermédiaire (fig V.8). Cette disposition permet de réduire au minimum les terrassements, mais par contre complique la construction.



figV.6&7: mur à poutres intermédiaires horizontales

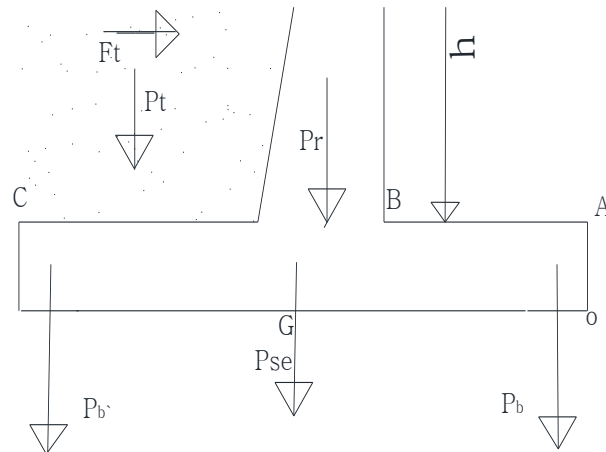


figV.8: mur à semelle intermédiaire

V. 4 : Calcul de stabilité du mur :

En fait le calcul pour une tranche comprise entre deux plans verticaux perpendiculaires au mur et distants de 1 m.

On commence par déterminer les forces agissantes sur le mur (fig V.9) :



figV.9:les forces agissantes sur un mur des soutènement

▪ **les forces verticales :**

- le poids du rideau (P_r).
- le poids de la semelle (P_{se}).
- le poids du remblai supporté par la semelle (P_t).
- le poids des surcharges sur le remblai (P_s).
- le poids de la bêche (P_b).

Tel que le poids volumique de béton $\gamma_b = 2400 \text{ Kg} / \text{m}^3$

▪ **les forces horizontales :**

➤ **la poussée du terre :**

$$F_t = A \times \gamma_t \times \frac{h^2}{2}$$

avec :

-A=coefficient numérique en fonction de l'angle φ du frottement interne des sédiments et de l'inclinaison du remblais au-dessus du plan horizontale passant par le sommet du mur ; tel que :

$$A = tg^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right). \quad \varphi = 25^\circ, \Rightarrow A = 0.171$$

- γ_t = poids spécifique des terres, $\gamma_t = 2000 \text{ Kg} / \text{m}^3$.

- h = hauteur de mur, h = 3.00 m.

➤ la poussée dû à la surcharge :

$$F_s = A \times S \times h$$

Avec :

- s = la surcharge est prise égale à $1 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$.

Le calcul de tous les forces sont reportés dans le tableau suivante :

Les forces	Valeur en (t)	Distance /O(m)	Distance/G(m)
P_r	1.25	1.81	0.31
P_{se}	1.4625	1.975	0
P_b	0.1	0.15	1.35
P'_b	0.1	2.85	1.35
P_t	3.41	2.425	0.75
P_s	1.05	2.425	0.75
F_t	0.53	1.83	0.77
F_s	0.342	2.25	1.15

V. 4. 1. Stabilité au renversement :

Pour que le mur est stable au renversement il faudra vérifier que :

$M_s/M_r > 1.5$ avec :

- M_s : le moment stabilisateur ; c'est le moment par rapport à O de tout les forces verticales.
- M_r : le moment renversant ; c'est le moment de tout les forces horizontales par rapport au O.

A.N : $M_s/M_r = 5.51 > 1.5$.

Donc le mur est stable au renversement.

V.4.2. Stabilité au poinçonnement :

▪ Définition :

Le poinçonnement en mécanique des sol désigné le fait que la contrainte exercée sur le sol dépasse la contrainte que peut supporter le sol appelé σ_{adm} (contrainte admissible du sol).

Sous l'effet de toutes les forces qui s'exercent sur le mur de soutènement il va se créer à sa base des contraintes σ_1 et σ_2 .

Pour que le mur est stable il faut que :

σ_1 et $\sigma_2 \geq 0$; et que σ_1 et $\sigma_2 \leq \sigma_{adm}$, tel que :

$$\sigma_{1;2} = \frac{\sum F_v}{100 \times B} \pm \frac{6 \times M_G}{100 \times B^2} \text{ (bars)} .$$

Avec :

$\sum F_v$: somme des forces verticales (kg).

B : largeur totale de la semelle (cm)

M_G : moment de toutes les forces par rapport à G.

G : centre de gravité de la semelle.

A.N :

$$\sigma_1 = 0.22 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_2 = 0.53 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_1 \text{ et } \sigma_2 \leq \sigma_{adm} = 2 \text{ Kg/cm}^2$$

Donc le mur est stable au poinçonnement.

V.4.3. Stabilité au glissement :

Pour que le mur est stable au glissement il faut que :

$$\frac{F_H}{F_V} \leq f \text{ Avec ;}$$

F_H : somme de toutes les forces horizontales.

F_V : somme de toutes les forces verticales.

$\int$: Coefficient de frottement béton sur terre ; $0,3 \leq \int \leq 0,6$

AN : $F_H/F_V = 0,12 \leq 0,6$.

Donc le mur est stable au glissement.

V.5. Ferrailage des éléments du mur :

▪ Ferrailage de rideau :

Le rideau est calculé comme une console encastrée à la base et soumise aux forces suivantes :

- force de terre F_t .
- Force due à la surcharge F_s .

Le règlement impose de prendre des coefficients de sécurité qui sont :

- 1.35 : pour les charges permanentes.
- 1.5 : pour les charges variables.

le moment à la base du rideau due aux forces extérieures est :

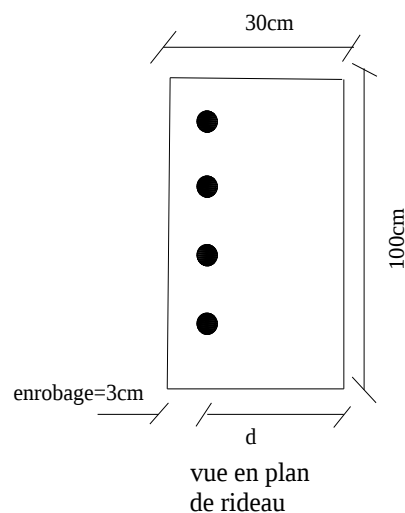
$$M_e = 1.35(M_{FT}) + 1.5(M_{FS})$$

$$= 1.35 \left(A \times \gamma_t \times \frac{h^3}{6} \right) + 1.5 \left(A \times S \times \frac{h^2}{2} \right).$$

A.N : $M_e = 0.99 \text{ t.m}$

- les aciers à

la base de rideau se calculeront sous l'effet de M_e .



En à que :

$$\mu = \frac{M_e}{\bar{\sigma}_{bc} \times b \times d^2} ;$$

$$\alpha = \frac{1 - \sqrt{1 - 2\mu}}{0,8} ;$$

$$\beta = 1 - 0,4 \alpha ;$$

$$A = \frac{M_e}{\sigma_s \times \beta \times d} ;$$

$$\sigma_s = \frac{\int_e}{\gamma_s}$$

Tel que :

Me : en (t.m),

$\bar{\sigma}_{bc}$: Contrainte supporté par les aciers, $\bar{\sigma}_{bc} = 142$ bars ;

A : Section d'acier en (cm²),

$\int_e$: Limite élastique des aciers utilisé, $\int_e = 4000$ MPA ;

γ_s : Coefficient de sécurité des aciers, $\gamma_s = 1.15$

A.N : $\mu = 0.009$, $\alpha = 0.011$,

$$\beta = 0.99, \quad A = 1,06 \text{ cm}^2,$$

les acier nécessaire : $A_{\text{nécessaire}} = \sup. (C_{\text{calculer}}, A_{\text{min}})$

$A_{\text{min}} = 0.5/100$ *(section de béton),

$$A_{\text{min}} = \frac{0.5}{100} \times \frac{(20 + 30) \times 200}{2} = 25 \text{ cm}^2$$

Donc : $A_{\text{nécessaire}} = 25 \text{ cm}^2$

On utilise 1T16 tout les 8cm.

Les armatures des répartitions seront constituées par 4T10 par mètre.

▪ **Ferraillage de la semelle :**

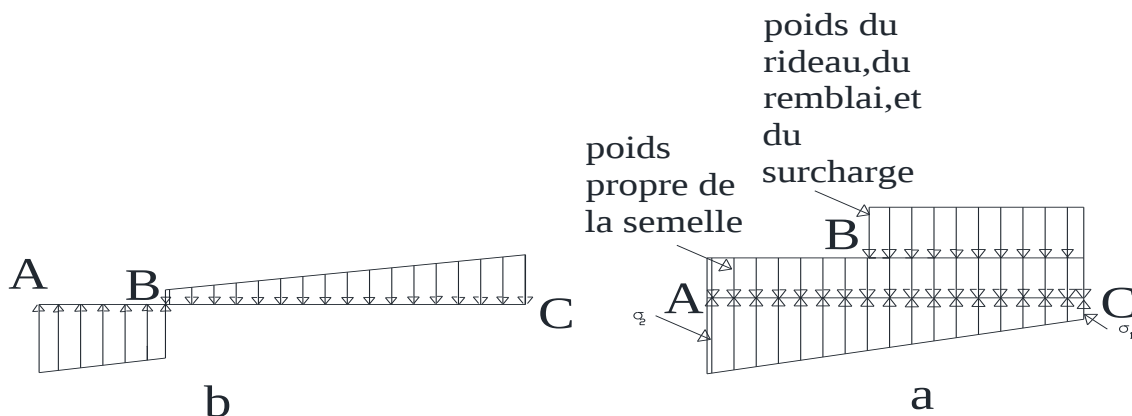
- La semelle est soumise à son poids propre, aux poids de rideau, du remblai, de la surcharge sur le remblai, et à la réaction du sol.

- Le poids propre de la semelle constitue une charge uniformément répartie sur AB et dirigée du haut vers le bas (fig V.10. a).

- Les poids du rideau, du remblai, des surcharges sur le remblai, correspondent à une charge P dirigée du haut vers le bas et que l'on considère comme uniformément répartie sur BC.

La réaction du sol, dirigée du bas vers le haut, a une répartition trapézoïdale ; les valeurs de σ_1 et σ_2 résultent de l'étude de stabilité du mur.

La différence des diagrammes précédents donne le diagramme des charges sur la semelle (fig V.10. b).



figV.10 : ferraillage de la semelle

Pour la détermination des armatures, la partie AC est considérée comme un consol encastrée en C. la partie B C peut considérer comme portant sur le rideau et sur la bêche.

▪ **Calcul de ferraillage de semelle :**

$$\sigma_{se} = \frac{P_{se}}{S_{se}}$$

$$\sigma_{r,t,s} = \frac{P_r + P_t + P_s}{S_{r,t,s}}$$

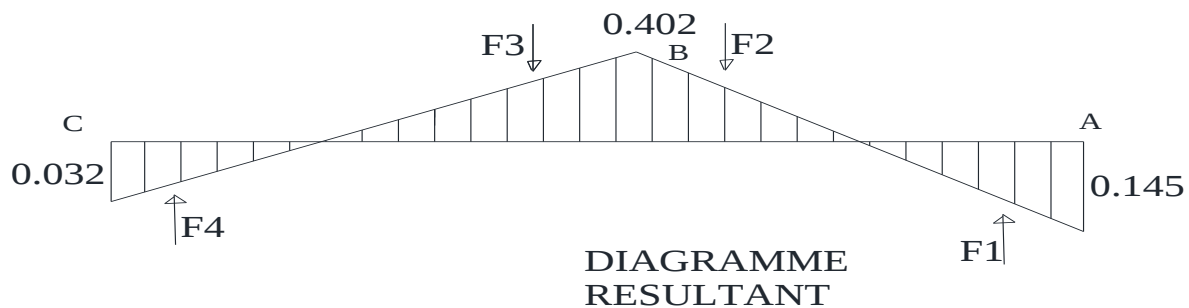
σ_{se} : contrainte due au poids du semelle ,

$\sigma_{r,t,s}$: contrainte due au poids propre de rideau ,poids de terre et le poids de surcharge ,

S_{se} : surface du semelle,

$S_{r,t,s}$: surface qui soumise à ces forces .

A.N: $\sigma_{se} = 0,075 \text{ bar}$; $\sigma_{r,t,s} = 0,423 \text{ bar}$.



Tel que:

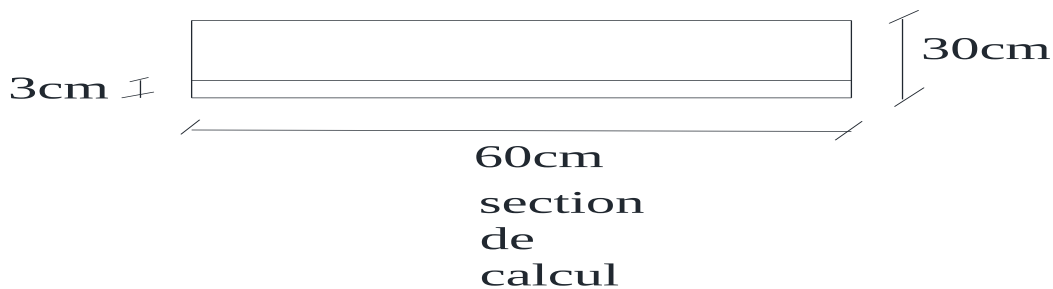
F_i : aire de triangle, i (1...4)

-partie AB :

$F_1 = 319.72 \text{ Kg}$, applique à une distance égale : 45.3 cm

$F_2 = 319.59 \text{ Kg}$, applique à une distance égale : 5.3 cm

Donc : $M_B = 12789.48 \text{ Kg cm}$



A.N :

$$\mu = 0,002 \quad , \quad \alpha = 0,0025 \quad , \quad \beta = 0,999$$

$$A = 0,136 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{nécessaire}} = 9 \text{ cm}^2$$

-partie BC :

$F_3 = 1954,725$, applique à une distance égale à 32,416 cm,

$F_4 = 12,4$, applique à une distance égale à 102,416 cm

$$M_B = 62094,41 \text{ Kg.cm}$$

$$\mu = 0,004 \quad , \quad \alpha = 0,005 \quad , \quad \beta = 0,998$$

$$A = 0,66 \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 20,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{nécessaire}} = 20,25 \text{ cm}^2$$

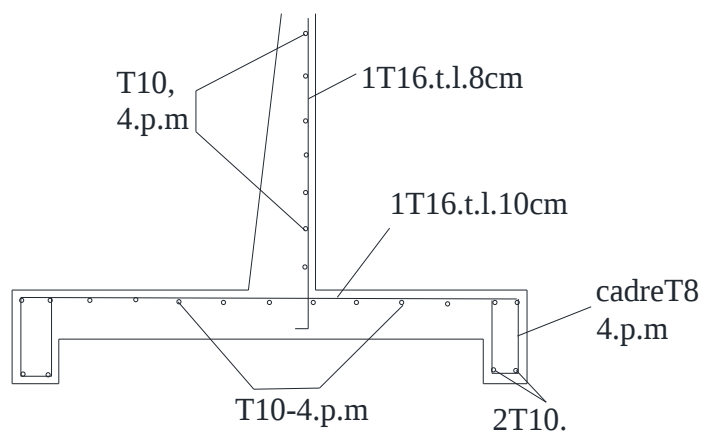
On utilise 1T16 tout les 10 cm.

Les armatures de répartition seront constituées par 4T10 par mètre

▪ **Ferraillage de la bêche :**

La bêche qui, dans le cas envisagé, n'a pas à être étudiée sera armée de 2T10 à la partie supérieure et inférieure.

-Le ferraillage de mur est représenté dans la fig. 11.



figV.11:ferraillage de la bêche

V.6. Stabilité de mur en gabion :

On concédera le mur en gabion comme un mur en béton (voir fig V.11),

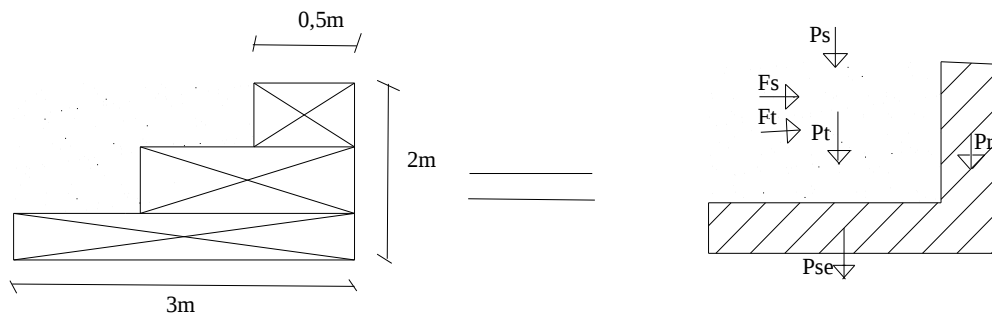


Fig V. 12 :mur de soutènement en gabion

-d'où les forces applique au mur sont :

$$Pr = 3,1 \text{ t}$$

$$Ps = 2,325 \text{ t}$$

$$Pt = 6,2 \text{ t}$$

$$P_{sur} = 2 \text{ t}$$

$$Ft = 0,53 \text{ t}$$

$$Fs = 0,342 \text{ t}$$

V.6.1. stabilité au renversement :

$$Ms = 18,63 \text{ t.m}$$

$$Mr = 0,87 \text{ t.m}$$

$$Mr/Ms = 21,41 > 2$$

Donc le mur est stable au renversement.

V.6.2. stabilité au poinçonnement :

$$M_G = - 132 \text{ t.m}$$

$$\sum F_V = 13,625 \text{ t}$$

$$\sigma_1 = 0,452 \text{ bar}$$

$$\sigma_2 = 0,455 \text{ bar,}$$

$$\sigma_1 \text{ et } \sigma_2 > 0, \quad \sigma_1, \sigma_2 \leq \sigma_{adm} = 2 \text{ bars}$$

Donc le mur est stable au paraçonnement.

V.6.3. stabilité au glissement :

$$F_H/F_V = 0,06 \leq f = 0,6 \quad ,$$

Donc le mur est stable au glissement.

CHAPITRE VI

Chap. VI: Organisation de chantier**VI. 1: Introduction**

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

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

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

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

VI.2 Installations du chantier**VI.2.1 Installations destinées au personnel**

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

VI-2-2 Installations destinées au stockage des matériaux

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

Les aciers doivent être stockés dans des endroits loins 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 Installations pour la préfabrication

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

VI-3 SUCCESSION DES OPERATIONS 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 du canal
- Construction des murs latéraux de l'aménagement;

VI-5 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.

VI-5-1 Travaux de terrassement

Les travaux de terrassement sont exécutés avec le même matériel utilisé pour les voies d'accès (bulldozers, pelles rétro, camions à benne, niveleuses, compacteurs à pneus...)

VI.6. Murs latéraux de l'aménagement

Les murs latéraux sont constitués par des murs de soutènement en béton armé et en gabion

VI.6.1. BETON

Le béton employé devra avoir une résistance à la compression à 28 jours de 180bars.

Les remblais derrière les murs seront compactés à une densité relative de 50%.

- Volume de remblais : 20800m^3
- Volume du béton armé : 1677m^3

VI.6.2. Gabions

La protection en gabion et de 2,00m de longueur et de 1.00m de hauteur le long du canal, les dimensions des gabions seront (1,00 x 2,00 x 50,0 m).

- Volume de déblais : 44200m^3
- Volume du gabion: 7800 m^3

VI.6.3. Mise en place du béton

a) On recherche en effet la compacité et l'étanchéité du béton pour l'obtenir, il est nécessaire de rendre le béton le plus compact possible et de le serrer au maximum dans les coffrages.

Il s'agit en somme de faire tenir une certaine quantité de béton dans un minimum de place, les éléments constitutifs doivent être arrangés de façon à ce qu'ils atteignent le moins de place possible. Cet arrangement peut être réalisé au moyen de la vibration qui est actuellement le procédé de mise en place le plus employé. La mise en place du béton se fait à l'aide des grues.

b) Gabionnage

Les matériaux de remblai de remplissage derrière les gabions doivent être utilisés par l'excavation du lit de l'oued et par déblai qui sera obtenu par l'excavation de la fondation en vue de mettre en place les semelles.

Les matériaux de remplissage des gabions seront constitués par des matériaux locaux qui seront empruntés dans des carrières. Ils seront durs, homogènes et exempts de fissures.

Les matériaux de bloc de remplissage des gabions devront répondre aux prescriptions suivantes :

- Gabion de 1,0m de hauteur

On considérera le volume des éléments situés à l'intérieur de la partie délimitée par des plans parallèles aux parois des gabions et distants de 30cm de celle-ci.

A l'extérieur de ce volume ainsi défini, donc près des mailles de gabions, la plus petite dimension des éléments ne devra pas être inférieure à 120mm.

A l'intérieur de ce volume les éléments pourront avoir des dimensions inférieures à 120mm sans toutefois en descendre en dessous de 80 mm

c) Gabion métallique

Les gabions seront constitués par un grillage à mailles hexagonales double torsion de dimensions 100x100mm le fil de grillage sera en acier doux thomas de 3mm de diamètre exempt de pailles ou autre défaut galvanisé à chaud au zinc pur sur recuit.

Il devra pouvoir satisfaire aux essais de traction d'allongement de flexion d'enroulement de torsion et aux essais chimiques habituels.

Le fil pour coutures tirants, contre voûtement sera identique au fil treillis.

VI.6.4. Entretien du béton mis en place

Le béton mis en œuvre il faut l'entretenir en prenant les précautions suivantes :

1. Il faut protéger le béton contre les déformations mécaniques avant l'acquise de la résistance suffisante;
2. Il faut maintenir le béton humide pendant toute la durée de sa crue (de 20 à 28jours). Mais surtout pendant les premiers jours où on commence à arroser le béton d'habitude de 10 à 12 heures après sa mise en œuvre (en temps chaud et sec) après 3 à 4 heures et on arrose lorsque la température ambiante est supérieure à 5°C chaque 5 à 8heures avec une consommation de l'eau de 6 à 8litres par $1m^2$ de surface du béton.

Et pour diminuer le risque de dessiccation du béton on peut couvrir la surface du béton par une couche des scures du sable humide (de 10cm environ).

a) Maçonnerie

Les pierres et les moellons sont arrosés à grand eau sur le tas de manière à être légèrement humides au moment de l'emploi.

Quant on applique maçonnerie nouvelle sur une maçonnerie ancienne les surface de jonction de celle-ci sont nettoyées, arrosées et au besoin lavées.

Le mortier doit être toujours déposé dans les auges sur des aires en bois, métal ou matière plastique et non, à même les maçonneries. Ces auges ou aires sont abritées par temps pluviaux ou très chaud. Il est interdit de ramollir le béton en y ajoutant de l'eau.

Les moellons sont posés à bain mortier et en liaison. Ils sont placés à la main et serrés par glissement de manière que le mortier efflue à la surface par

tous les joints ils sont frappés et tassés au marteau, ceux qui cassent sont repris, nettoyés et employés avec du nouveau mortier.

Les joints et intervalles, bien garnis de mortier sont remplis d'éclats de pierres enfoncés et serrés de façon que chaque moellon ou éclat soit toujours enveloppé de mortier.

On ne peut garnir pas d'éclats les joints vus. Ces joints ne doivent pas avoir plus de 3cm d'épaisseur.

Volume total de maçonnerie= 980 m³

VI.7. Volumes des travaux

Tab.VI.1 Volumes des travaux

N°	désignation des ouvrages	Quantité (m ³)
1	Déblai: extraction, transport et mise en décharge	34500
2	REMBLAI:	10100
3	Béton armé : dosage 250kg de ciment pour 300 litres de sable et 700 litres de gravier. .	980
4	Gabion : fourniture et mise en place des gabions de toute dimension y compris toutes sujuctions.	4000

VI.8. Rendement des différents engins

• Engin de prélèvement

L'engin utilisé est la "chargeuse- pelleteuse", munie d'une pelle rétro et d'un chargeur. Nous pourrions utiliser aussi l'excavateur; son rendement est

estimé à:

$$R_{ex} = g.n. \frac{K_r.K_u}{K_a},$$

n: nombre de cycles de l'excavateur =3600/T

T: durée d'un cycle= f(distance et volume de la
Carrière);

g: capacité du godet= (2,15 ÷ 2,5 m³) ;

K_r: coefficient de remplissage du godet= (0,8 ÷ 0,9);

K_u: coefficient d'utilisation = (0,7 ÷ 0,9);

K_a: coefficient d'ameublissement du sol = (1,14 ÷ 1,25).

- **Engin de transport**

L'engin le plus souvent utilisé est le camion à benne. Son rendement est estimé à:

$$R_b = 60.Q \cdot \frac{K_i \cdot K_u}{T},$$

Q: capacité du camion benne = (5 ÷ 7) g;

K_i: coefficient d'uniformité de présentation du camion
de charge K_i=0,9;

K_u: coefficient d'utilisation =0,85;

T : durée du cycle de travail = f (chargement, transport,
déchargement, retour à vide).

Le nombre de camions à benne qui doit être utilisé se déduit de la

manière suivante: $n = \frac{R_{ex}}{R_b}$

- **Engin de nivellement**

L'engin qui est utilisé souvent est la niveleuse.

Son rendement est estimé à:

$$R_n = q \cdot n \cdot K_u \cdot K_p$$

Q : volume du sol devant la lame de niveleuse;

n : nombre de cycle pour une opération complète;

K_u: coefficient d'utilisation;

K_p: coefficient de perte du sol.

- **Engin de compactage**

Les engins de compactage sont diversifiés et interviennent suivant la nature du sol à compacter et la profondeur. Leur rendement est évalué suivant

cette formule: $R = K \cdot \frac{V \cdot L \cdot H}{N},$

K: coefficient d'efficience;

V: vitesse du compacteur;

L: largeur traitée;

H: épaisseur de la couche;

N: nombre de passes.

CHAPITRE VII

*CHAP. VII : Protection et sécurité de travail***VII .1: Introduction :**

L'objectif sera donc de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise. Il existe pour cela un certain nombre de dispositifs, de consignes, de règlement dit de « sécurité ».

Il n'y a nul doute que l'une des conditions du développement est la protection du travailleur. La qualité de son travail et son rendement requiert une sécurité maximale. Si l'on ne peut, au stade actuel du développement de l'Algérie, assurer un niveau de vie optimum à tous les citoyens, on peut, par contre essayer de prodiguer à tous ses aspects (sociale, culturelle, économique et physique).

Nul ne peut nier l'importance des problèmes soulevés. Toutefois il semble que les approches développées sur les risques professionnels ne font pas suffisamment ressortir la liaison avec les conditions de travail. Or ce sont bien, celles ci qui déterminent dans une très large mesure, la situation du travailleur et les contraintes auxquelles il est assujéti pour assurer sa tâche. L'homme est soumis à des rythmes biologiques, il varie continuellement. Son travail varie aussi en fonction de ces rythmes, de ces caractéristiques psychophysiologiques et de son environnement.

Lorsqu'on évoque les accidents du travail, on a souvent plus ou moins tendance à penser qu'une seule cause serait à l'origine de la situation. S'agissant de l'accident de travail, on peut l'attribuer soit à la machine, soit à l'homme. Dans l'autre cas, on tente de faire ressortir la part de l'homme et la part de la machine. Ainsi les préoccupations concernant les risques professionnels, ne doivent pas être séparées de l'analyse du travail et les conditions dans lesquelles le travailleur est amené à exécuter son travail. L'analyse des causes d'accident n'a intérêt que si elle met celle-ci en relation avec le travail des opérateurs et on prend place dans un diagnostic général de la situation de travail et de ses effets sur la charge de travail, les risques pour la santé et la sécurité.

VII .2: Les Causes Des Accidents :

L'accident du travail n'est jamais le fait d'un hasard ou de la fatalité.

Les causes sont la somme des différents éléments classés en deux catégories :

Facteur matériel et facteur humain

Le facteur matériel concerne les conditions dangereuses susceptibles d'évoluer au cours du travail.

Les causes d'accident d'origine matérielle proviennent soit :

- De la profession en général et du poste de travail en particulier ;
- De la nature de la forme des matériaux mis en œuvre ;
- Des outils et machines utilisés, implantation, entretien ;
- De l'exécution du travail, difficultés particulières ;
- Du lieu de travail, éclairage, conditions climatiques ;
- Des conditions d'hygiène et de sécurité, ventilation, protection etc...

Par opposition aux conditions dangereuses techniquement et pratiquement décevables, les actions dangereuses dans le travail sont imputables au facteur humain et nécessitant parfois l'intervention de psychologues avertis.

Certaines actions dangereuses sont des réactions psychiques difficilement prévisibles, car chaque être humain est un cas particulier qui réagit différemment, selon les circonstances.

VII .3: Les Actions Et Conditions Dangereuses :

-Intervenir sans précaution sur les machines en mouvement ;

Ex : Graisser un engin en marche.

- Imprudence durant les opérations de stockage et manutention ;

Ex : Passer sous une charge suspendue (lors de la pose des tubes) dans la tranchée.

- Intervenir sans précaution sur des installations sous tension, sous pression ;

Ex : ramasser un outil à proximité d'un conducteur sous tension (dans une station de pompage) ;

- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle ;

Ex : ne pas porter un masque et une paire de gants lors du soudage des conduites ;

- Adopter une position peu sûre ;

Ex : transport du personnel sur la plate –forme d'un camion chargé de gros matériel ;

- Suivre un rythme de travail inadapté ;

Ex : cadence de travail trop rapide ;

- Outillage, engin, équipement en mauvais état ;

Ex : échelle dont les barreaux cassés ont été remplacés par des planches clouées ;

- Défaut dans la conception, dans la construction ;

Ex : installation électrique en fil souple ;

- Eclairage défectueux ;

Ex : éclairage individuel du poste de travail sans éclairage (travaux sur chantier) ;

- Conditions climatiques défavorables.

VII .4: Organisation De La Prévention Des Accidents Du Travail :

L'organisation de la prévention se présente à travers les activités professionnelles du pays comme une immense chaîne de solidarité, composée de multiples maillons, correspondant chacun aux différents services ou personnes intéressées figurés dans l'organigramme ci-après :

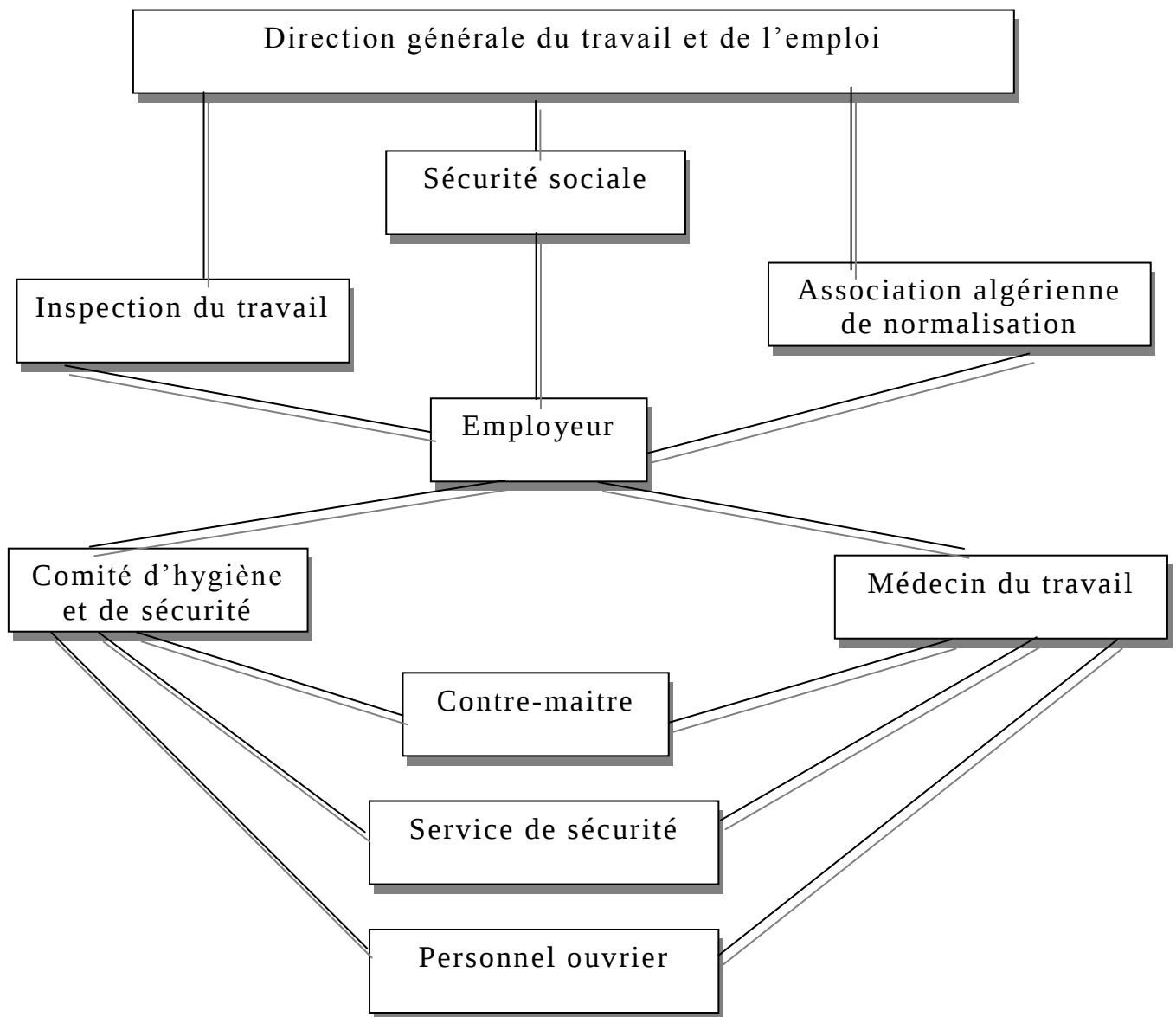


Schéma représentatif de l'organisation de la prévention

Le contremaître constitue le maillon essentiel de la chaîne de prévention des accidents du travail. Vu sous l'angle de la protection du personnel, le rôle du contre-maître revêt trois aspects important, pédagogique, de surveillance, de suggestion.

Parmi les principales fonctions du service de protection :

- Etudes, participation au comité d'hygiène et de sécurité ;
- Exécution, mesures légales d'hygiène et de sécurité (code de travail, réalisations pratiques des suggestions et des études).

- Les mesures de prévention collective sont la suite logique de l'étude de sécurité. Les mesures de prévention collectives peuvent être classées en deux catégories distinctes :
- Respect de la réglementation, la législation, les contrôles techniques ;
- Les moyens techniques (protection des éléments de machines et mécanismes en mouvement) ;

Devant les dangers constatés dans l'exercice de certaines professions ou dans l'emploi de nouveaux produits, la législation a de plus en plus tendance à compléter la prévention collective par des moyens de protection individuelle.

La protection des membres supérieurs est assurée par le port de gants, moufles, maniques, épaulières, doigtiers ;

Protection des membres inférieurs ;

Protection des yeux ;

Protection du tronc ;

Protection de la tête ;

Protection des voies respiratoires.

L'équipement de protection est nécessaire lorsque les risques auxquels est exposé le personnel n'ont pu être éliminés ou supprimés à la source.

Cet équipement doit remplir les conditions suivantes :

- Correspondre au danger considéré ;
- Etre pratique et confortable ;
- Etre solide ;

VII .5 : Conclusion

La prévention devrait tendre à ne plus être conçue comme un correctif et s'appuyer uniquement sur des critères défensifs. Avec les avancées du progrès technique et scientifique, on doit pouvoir en saisir les acquis pour renverser la tendance, c'est à dire faire de la prévention une action offensive pour qu'il n'y ait plus de risques.

A cet effet, il convient d'accorder d'avantage d'intérêt aux aspects éducationnels de l'homme au travail afin de lui permettre une grande maîtrise de l'outil de production et une plus grande adaptation à son environnement

Conclusion générale

Conclusion générale

Suite à l'examen tenu sur la base des différentes phases d'études de l'aménagements d'Oued Drimil à l'aval de la retenue collinaire Drimil dans la commune de Ouled Hamla dans la wilaya d'Oum El Bouaghi, objets de la reconnaissance de terrain et examens des conditions géologiques, hydrologiques, topographiques et techniques d'une part et d'autres part la spécifie de cet aménagement destiné à évacuer les eaux laminées de la retenue collinaire ainsi que les eaux de crues du sous bassin existant pour protéger la zone urbanisée des inondations, nous pouvons conclure ce qui suit :

1. Le tronçon à aménagé d'Oued Drimil draine deux bassins versants celui de la retenue collinaire existante (superficie de 37,8 km²) et de la chaabat (superficie de 8,7 km²).
2. L'aménagement projeté à tenu compte du débit de crue centennial laminé de la retenue collinaire (71 m³ /s) et du débit de crue centennial de la chaabat (4 m³/s).
3. La longueur totale de l'aménagement à partir de la retenue collinaire est de 3,89050 km, dont 2200 m sont aménagés en canal trapézoïdal en matelas Reno de largeur à la base de 8,0 m ;800 m en canal trapézoïdal en matelas Reno de largeur à la base de 10,0 m ;360,50 m en canal trapézoïdal en béton armé de largeur à la base de 8,0 m et 30 m en canal rectangulaire en béton armé de 14 m de large convenable pour se raccorder au pont existant.
4. L'aménagement dans son ensemble, empreinte le cheminement de l'itinéraire de l'écoulement naturel compte tenu de l'unique solution, ce qui permettra de réduire les surcouts de réalisation.

Conclusion générale

Au vu de ce qui précède ,j'ai tenu compte de l'ensemble des données disponibles afin de projeter cet aménagement constitué dans son ensemble sous forme de section trapézoïdale et l'utilisation de deux types de matériaux (matelas Reno et béton armé) qui offre la possibilité d'évacuer les eaux de crue d'Oued Drimil en suivant un itinéraire naturel des eaux de ruissellement vers l'exutoire tout en préservant l'esthétique de la zone urbanisée.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

[1] : ARMANDO LENCASTRE, (1996) Hydraulique générale-Paris.

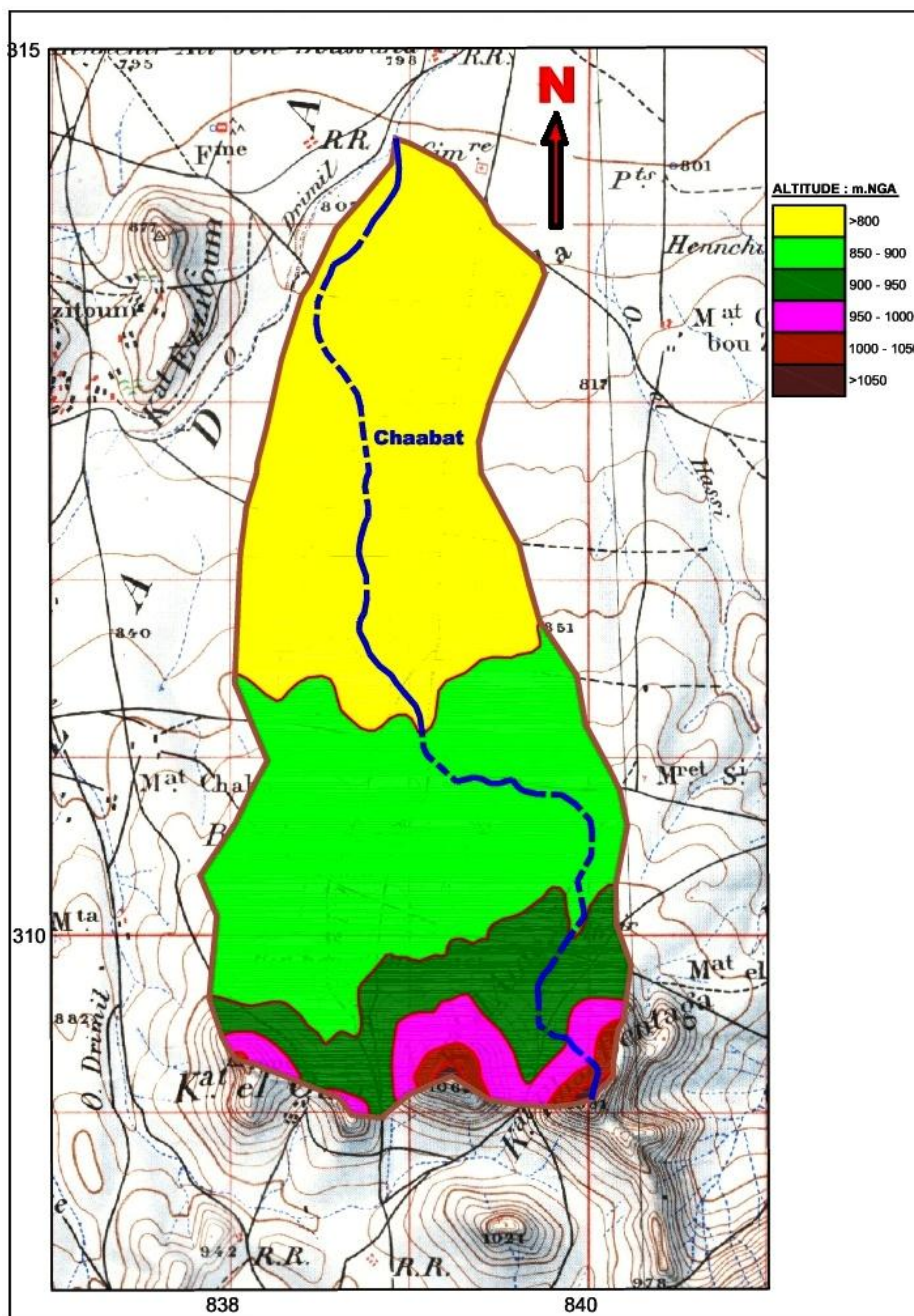
[2] : ARMANDO LENCASTRE, (1985), Hydraulique fluviale-Paris.

[3] : ARMANDO LENCASTRE, (1992) Hydraulique Générale et appliquée-CARLIE –Paris.

[4] : PIERRE CHARON,(1986)Calcul des ouvrages en béton armé suivant les règles B.A.E.L.83-Paris.

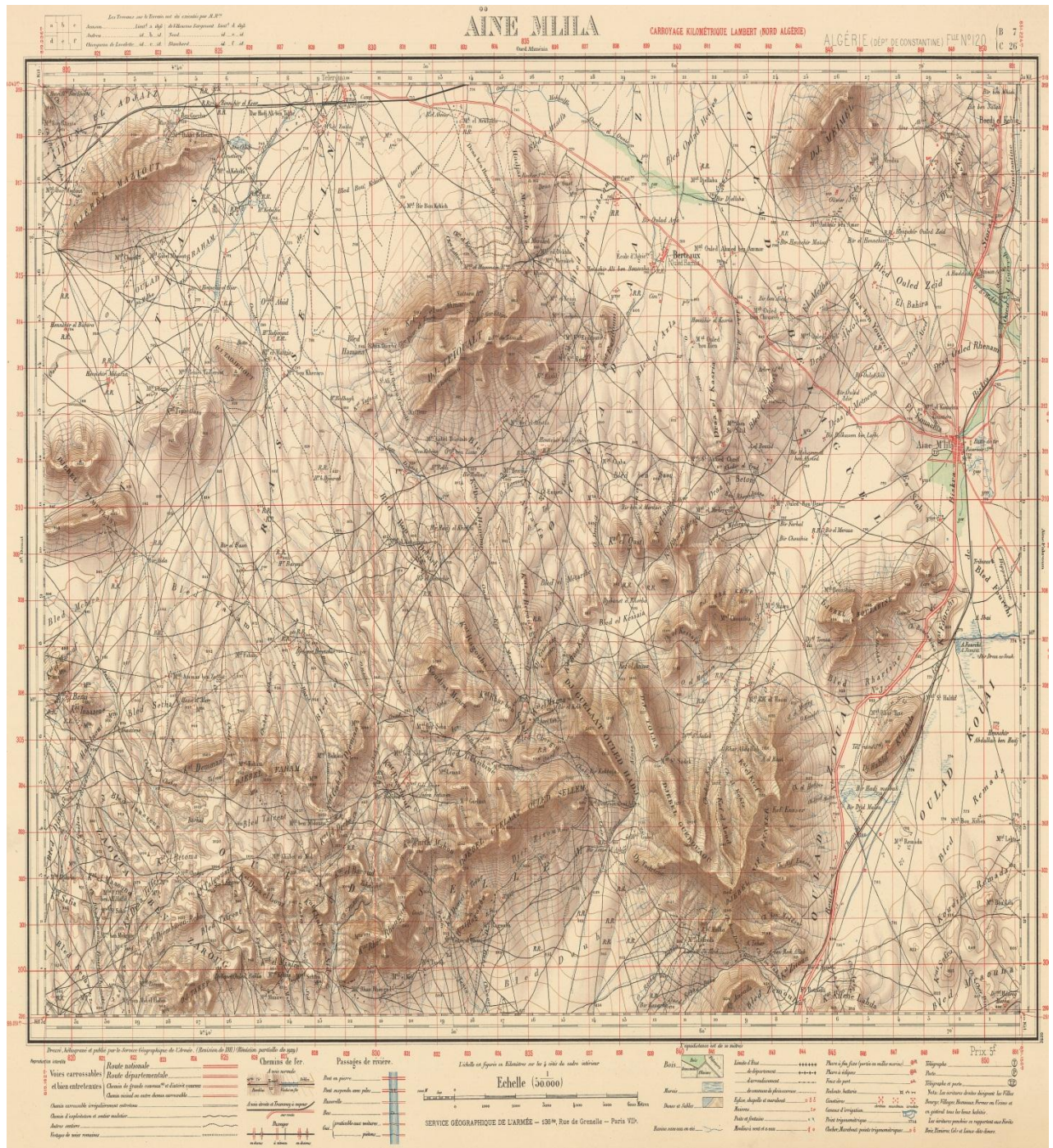
Annexes

Annexes N°2



Hypsométrie du bassin versant

Annexes N°3



Carte topographique AIN M'LILA (échelle : 1 /50000)