



République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Akli Mohand Oulhadj



Institut de Technologie
Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme

De licence professionnelle en :

Génie de l'Eau

THÈME :

**Etude hydrologique de Ouad Sébaou
-Wilaya de Tizi-Ouzou-**

Réalisée par :

- MEKKAR Mélissa

Encadre par :

- M^{me} REZIG Amina

Maitre Assistant « IT,Univ -Bouira »

Soutenu devant le jury :

- Président de jury : M. OUNISSI Oussama

Maitre Assistant « IT,Univ -Bouira »

- Examinateur : Mme. BALOUL Djouhra

Maitre Assistant « IT,Univ -Bouira »

Année Universitaire :2021/2022

Remerciements

- † *Avant tout, nous remercions le bon Dieu qui illuminé notre chemin et qui nous a armés de la force et de la sagesse, ainsi que la bonne volonté pour achever ce modeste travail ;*
- † *Je tiens à remercier en premier lieu mon promoteur de mémoire, **Mme REZIG Amina** ses idées, ses conseils et la gentillesse dont elle a fait preuve à mon égard ;*
- † *Je tiens à porter un remerciement général pour toute l'équipe des enseignants de département de Génie de l'Eau*
- † *Je remercie les membres de jury qui mon honoré par leur présence ;*
- † *Je remercie également **Mme. BALOUL DJouhra** et **Mr.DJAFER KHODJA Hakim** pour leur aide ;*
- † *Je ne peux pas oublier dans ces remerciements toute l'équipe de Cosider Canalisation ;*
- † *Je tiens enfin à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire*

Dédicace

Je tien tout d'abord à dédier ce modeste travail à mes très chers parents pour leurs sacrifices et leurs soutiens moral et matériels dont ils ont fait preuve pour que je réussisse tous le long de ma vie et mes études.

Je le dédie à:

✝ *Ma mère qui a beaucoup sacrifiée pour moi et pour l'affection qui m'a toujours portée.*

✝ *Mon père qui m'a tout donné pour que j'atteigne mon but dans son sens spirituel.*

✝ *A mes chers frères et à ma sœur.*

✝ *A ma famille.*

✝ *A mes amies :Mouna, Sarah, Yassmine*

✝ *A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.*

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction Générale	1
<u>Chapitre I : présentation d'entreprise</u>	
Introduction :	2
I Présentation de Cosider canalisation :	2
<i>I.1 Localisation géographique de la direction générale</i>	3
<i>I.2 Stratégie</i>	3
<i>I.3 Les missions</i>	4
<i>I.4 Quelque projet réaliser par l'entreprise</i>	4
<i>I.5 L'organisation</i>	5
<i>I.6 Les clients potentiel</i>	6
Conclusion	6
<u>Chapitre II : présentation de projet</u>	
Introduction :	7
II.1 Présentation de projet	7
<i>II.1.1 Situation du projet</i>	7
<i>II.1.2 Consistante des travaux</i>	7
III.1.2 Consistante des travaux d'urgence : (solution Non retenue)	7
II.1.2.2 Consistante des travaux de la solution définitive : (solution retenue)	8
Conclusion :	10
<u>Chapitre III : Description de bassin versant</u>	
III.1 Situation géographique	11

III.2	Localisation géographique de projet	12
III.3	Caractéristiques géographiques du bassin versant :	12
III.3.1	<i>Caractéristiques de la forme du bassin versant:</i>	13
III.3.2	<i>La carte hypsométrique :</i>	16
III.3.2	<i>Les indice de pente:</i>	19
III.4	Les caractéristiques du réseau hydrographique :	22
III.5	Le temps de concentration (Tc) :	25
III.6	La vitesse Vitesse moyenne de ruissellement :	27
III.7	Données climatiques :	29
III.7.1	<i>La température :</i>	29
III.7.2	<i>L'humidité relative de l'air :</i>	29
III.7.3	<i>L e vent :</i>	30
Conclusion :	31

Chapitre IV :Etude hydrologique

Introduction	31
IV.1 Etude de précipitation.....	31
IV.2 Etude des pluies journalières de différentes fréquences :	32
IV.2.1 <i>Pluies maximale journalières :</i>	32
IV.2.2 <i>Paramètres statistiques de l'échantillon :</i>	32
IV.2.3 <i>Ajustement des pluies maximales journalières :</i>	33
IV.2.3.1 <i>Ajustement à la loi de Gambel par le logiciel « HYFRAN » :</i>	33
IV.2.3.2 <i>Ajustement à la loi log -normale :</i>	36
IV.2.3.3 <i>Ajustement à la loi normale :</i>	38
IV.3.4 <i>Pluie maximale journalière fréquentielle :</i>	40
IV.3 Pluie de courte durée:	41
IV.4.1 <i>Apport liquide :</i>	42

<i>IV.4.2 Variabilité de l'apport :</i>	45
<i>IV.4.3 Etude fréquentielle des apports liquides :</i>	46
IV.5 Etude de crues :	48
IV.5.1 Débits maximums :	48
IV.5.1.1 Débits moyen journalier de différentes fréquences :	48
IV.5.3 hydrogramme de crue :	52
IV.5.3 Choix de la crue de projet :	55
Conclusion :	57
Conclusion Générale.....	59
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

Chapitre III : Description de bassin versant

Tableau III.1: Répartition de la superficie partielle en fonction d'altitude.....	17
Tableau III.2 : calcule de l'altitude moyenne.....	18
Tableau III.3: Classes de pentes (Baize, 1995).....	20
Tableau III.4: Calcule de l'indice de roche.....	21
Tableau III.5 : la classification des reliefs d'après l'ORSTOM.....	22
Tableau III.6: Calcule du temps de concentration	26
Tableau III.7: 1Récapitulation des caractéristiques morpho-métriques du bassin versant d'Oued Sebaou	28
Tableau III.8 : température relative moyenne de 16 C° pour la période la station d'AZAZGA(1989-2005).....	29
Tableau III.9: Moyenne mensuelle de l'humidité (1989-2005).	29
Tableau III.10: Moyenne mensuelles des vitesses du vent	30

Chapitre IIII : Etude hydrologique

Tableau IV.1: Caractéristiques de la station de Tizi OUZOU (période 1979-2018)...	32
Tableau IV.2: Pluies moyenne mensuelle interannuelles de la station de Tizi Ouzou période (1979-2018).....	32
Tableau IV.3: Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel.....	35
Tableau IV.4: Résultats du calcul de l'adéquation.....	35
Tableau IV.5: Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon.....	36
Tableau IV.6: Les résultats de l'ajustement par la loi Log- Normal.....	37
Tableau IV.7: Résultats du calcule d'adéquation.....	37
Tableau IV.8 : Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon.	38
Tableau IV.9: Les résultats d'ajustement par la loi Normale.....	39
Tableau IV.10: Résultats du calcul de l'adéquation.....	39
Tableau IV.11 : Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon.....	40
Tableau IV.12 : Les résultats de calcul de la pluie maximale journalière fréquentielle.....	42

Tableau IV.13: Les résultats de calcul de la pluie de courte durée.....	42
Tableau IV.14: Récapitulatif du calcul de la lame d'eau et de l'apport moyen Annuel.....	45
Tableau IV.15: Distribution moyenne mensuelle des apports.....	45
Tableau IV.16 : Récapitulatif du coefficient de variation.....	47
Tableau IV.17: Les apports liquides de différentes fréquences.....	48
Tableau IV.18: . Distribution des apports de fréquence 80 %.....	48
Tableau IV.19: Débit moyens journaliers de différentes fréquences.....	50
Tableau IV.20: Débit instantanés (relation de GIANDONTTI).....	51
Tableau IV.21 : Valeur de ϕ en fonction de Caractéristique bassin versant.....	51
Tableau IV.22 : Débit instantanés (relation de SOKOLOVSKY).....	51
Tableau IV.23: Débit instantanés (relation de FULLER).....	52
Tableau IV.24 : Débit instantanés (relation de TURAZZA).....	52
Tableau IV.25: Tableau récapitulatif des débits.....	53
Tableau IV.26: hydrogramme de crues de différentes périodes de retours.....	55
Tableau IV.27: Dommages en fonction des crues de projets de calculs.....	57
Tableau IV.28 : critère de choix de la crue de projet.....	57

Liste des Figures

Chapitre I : présentation de de l'entreprise

Figure I.1: le logo de Cosider canalisation.....	2
Figure I.2: Localisation de la direction générale de Cosider canalisation (CHERAGA ; ALGER).....	2
Figure I.3: Organigramme de Cosider Canalisation.....	5

Chapitre III : Description de bassin versant

FigureIII.1: Présentation de la zone d'étude.....	12
FigureIII.2: La carte de délimitation de bassin versant d'oued SEBAOU.....	12
FigureIII.3 Situation géographique de digue sur oued sebaou (Google Earth).....	14
FigureIII.4: La forme du bassin versant en fonction de l'indice de Gravius.....	15
FigureIII.5: Carte hypsométrique de ouad sébaou.....	16
FigureIII.6: Courbe hypsométrique de Ouad Sebaou.....	17
FigureIII.7: la classification des pente 1 du bassin versant oued Sebaou.....	19
FigureIII.8: carte de la classification des Réseaux hydrographiques du bassin vers.....	23
FigureIII.9: Profil topographique du talweg principal obtenu à l'aide de Global Mapper.....	23

Chapitre IV : Etude hydrologique

FigureIV.1: Diagramme représentatif des pluies moyennes mensuelles interannuelles de la station de Tizi Ouzou période (1979-2018).....	33
FigureIV.2: Ajustement a loi de Gumbel (Maximum de vraisemblance).....	36
FigureIV.3: Les résultats de l'ajustement par la loi Log- Normal.....	38
FigureIV.4: : Les résultats de l'ajustement par la loi Normal.....	40
FigureIV.5: la comparaison graphique entre les trois lois (Normale, Gumbel et Log- Normale).....	41
FigureIV.6: Distribution moyenne mensuelle des apports.....	46
FigureIV.7: Représentation graphique de la répartition mensuelle des apports a 80%.....	48

FigureIV.8: Hydrogramme de crue.....	54
FigureIV.9: hydrogramme des crues de différentes période de retours	56

Introduction générale

Introduction Générale

L'hydrologie traite de nombreux aspects de l'eau (eaux de pluie, ruisseaux, mares et étangs, qualité de l'eau), et comprend donc de nombreuses sous-spécialités (ou branches), plus proche de la chimie, de la géologie, de la géographie, de la météorologie, des sciences de la santé(...) et peut mobiliser des savoirs différents (urbanisme, informatique, biologie, etc.).

Au vu des changements climatiques non maîtrisables, il faut d'ores et déjà partir avec une hypothèse ou scénario de zéro précipitation pour 2021/2022, et la quantité d'eau qui viendrait sera stockée en majorité dans les barrages pour avoir une réserve permanente pour assurer l'alimentation en eau potable et la sécurité alimentaire.

Nous avons actuellement de grandes entreprises privées qui peuvent contribuer dans la gestion déléguée et certainement dans beaucoup d'autres domaines dont Cosider ayant attendu vainement le remplissage naturel du barrage de Taksebt, qui n'est désormais qu'à environ 25% de ses capacités qui sont, théoriquement, de 180 millions de m³.

Le présent rapport traite **l'étude hydrologique de Ouad sebaou** qui est une partie indispensable de projet entier .

Le travail organisé comme suit :

- La présentation de l'entreprise ;
- La présentation de projet entier « transfert d'eau de Ouad Sebaou vers barrage de Taksebt » ;
- L'description de bassin versant de Ouad sebaou ;
- L'étude hydrologique .

Et en finira notre travail par un conclusion général .

Chapitre I :

Présentation de l'entreprise

Introduction :

Le but principal du stage de fin d'étude est de découvrir de près le monde professionnel et de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises lors de ma formation à l'Institut « IT-Bouira ».

Après réflexion, je me suis tourné vers le domaine de la recherche technique et de l'AEP. Cela m'a amené à choisir une grande institution comme Cosider Canalisation , plus précisément la division de l'ingénierie hydraulique, la gestion de l'ingénierie hydraulique, à obtenir le plus d'informations possible auprès d'experts dans le domaine et à en apprendre davantage sur la pratique de l'ingénierie hydraulique. Répondre aux entreprises, les enjeux futurs de l'eau.

I Présentation de Cosider canalisation :

Cosider Canalisation, entreprise publique à aspect économique et la filiale la plus importante du Groupe Cosider Spa de part son activité. Issue de la scission de la filiale Cosider Travaux Publics, elle a été créée en janvier 2004.

Construction d'ouvrages destinés au transport d'hydrocarbures liquides ou gazeux par oléoducs, Réalisation de tous types de canalisations hydrauliques, Réalisation d'installations de traitement d'eau potable et d'épuration des eaux usées.

Les ouvrages concentrés tels que les stations de pompage, de compression de gaz ainsi que les stations de traitement, d'épuration et de stockage d'eau figurent également en bonne place dans le plan de charge de Cosider Canalisations.

Pour cela, Cosider Canalisations travaille à enrichir et pérenniser son savoir faire capitalisé depuis une quinzaine d'années , dans une perspective de toujours mieux faire en matière de maîtrise des méthodes et moyens utilisés, et l'objectif permanent d'optimiser les coûts de réalisation des ouvrages et d'assurance dans l'application et l'amélioration de ses processus auprès de ses clients et ses partenaires démontrant la mise en œuvre de méthodes efficaces de travail.



Figure I.1 : le logo de Cosider canalisation

1.1 Localisation géographique de la direction générale



Figure I.2 : Localisation de la direction générale de Cosider canalisation
(CHERAGA ;ALGER)

1.2 Stratégie

COSIDER Canalisations s'appuie sur la stratégie de différenciation qui consiste à mettre en œuvre des moyens et des procédés dans le domaine du

- soudage: système SAW et MIG - MAG, GMAW ou soudage semi - automatique (épaisseurs classiques et fortes épaisseurs)

terrassements particuliers: système de forage horizontal

... autres que le prix pour rendre une activité difficilement comparable de ceux des concurrents.

Les facteurs qui permettent cette stratégie :

- L'Entreprise est bien située sur la courbe des professionnels ;
- L'Entreprise sait contrôler ses activités en amont et en aval
- Effort d'innovation ;
- Degré de maîtrise de la qualité ;
- Information interne et externe performante.

1.3 Les missions

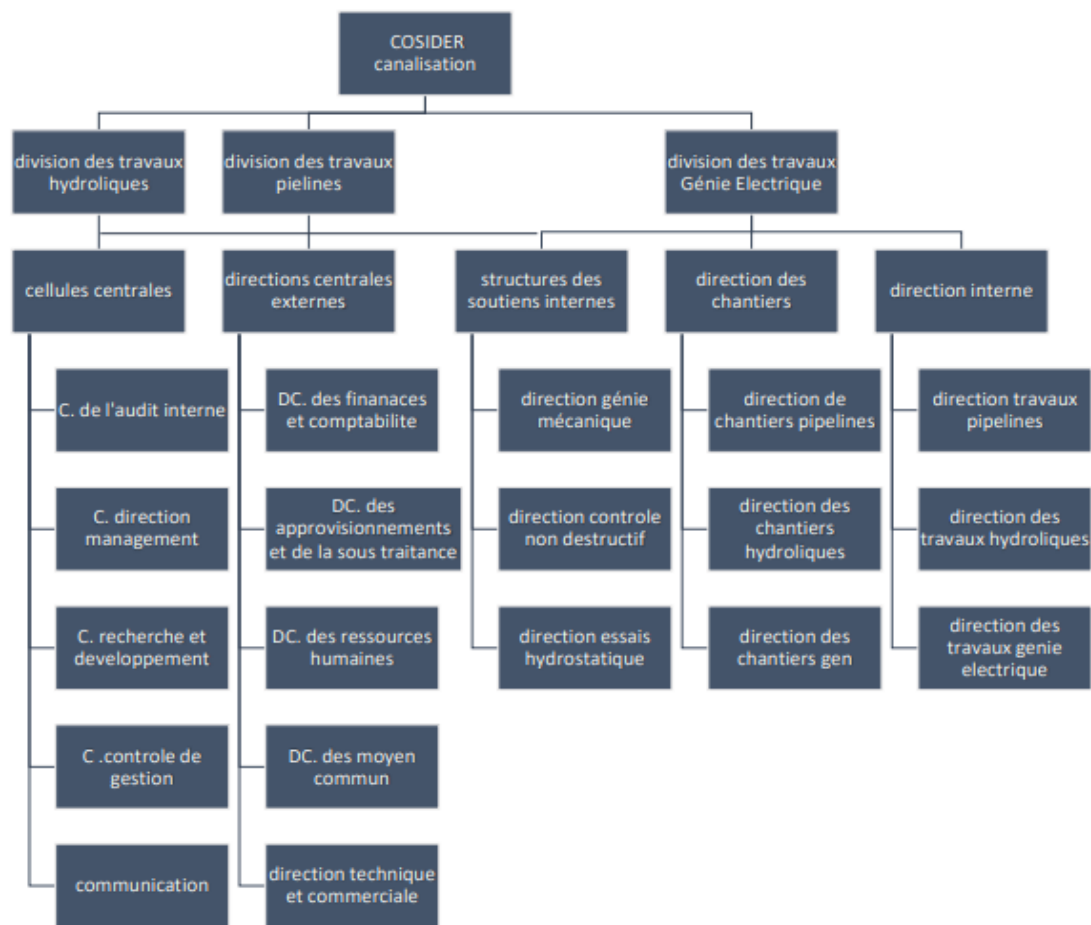
La société est organisée autour de trois missions principales, la construction d'ouvrages destinés au transport par pipelines d'hydrocarbures, la construction de canalisation hydraulique en tubes métalliques, en fonte ductile ou en béton, la construction d'installations hydrauliques de traitement d'eau potable et industrielle, ainsi que le génie-civil des postes de transformation d'énergie électrique et de transport d'énergie électrique.

1.4 Quelque projet réaliser par l'entreprise

- Réalisation en EPC d'ouvrages de transport des hydrocarbures par canalisations:
 - Canalisations de transport ;
 - Postes de coupure gaz - oléo - condensat ;
 - Postes de sectionnement gaz - oléo - condensat ;
 - Terminaux départ - arrivée gaz - oléo - condensat;
 - Postes de comptage gaz - oléo - condensat ;
 - Postes de prélèvement gaz - oléo – condensat.
- Réalisation en EPC d'ouvrages de transport d'eau par canalisations :
- Canalisations d'alimentation en eau potable (acier, fonte ductile, béton, âme-tôle, etc ...) ;
- Canalisations d'assainissement des eaux usées ;
- Canalisations des périmètres irrigués.

- Réalisation en EPC d'ouvrages hydrauliques :
 - Chambres de vannes de ligne
 - Stations de traitement d'eau potable
 - Stations d'épuration des eaux usées ;
 - Réservoirs d'eau ;
 - Stations de pompage.
- Réalisation en EPC d'ouvrages de protection contre les crues des oueds ;
- Réalisation en EPC de centres d'enfouissement techniques et de trie ;
- Réalisation en EPC d'ouvrages de transport d'énergie électrique (aérienne outerraine) ;
- Réalisation en EPC de la pose des fourreaux et câbles à fibres optiques .

1.5 L'organisation



FigureI.1: Organigramme de Cosider Canalisation

1.6 Les clients potentiel

- SONATRACH/TRANSPORT PAR CANALISATIONS
- SONELGAZ/GRTGaz
- ADE (Algérienne Des Eaux)
- ORE WILAYA (Direction des Ressources en eau)
- ONID (Office National de l'Irrigation et du Drainage)
- ONA (Office National de l'Assainissement)
- ANBT (Agence Nationale des Barrages et Transferts)
- SONATRACH/AMONT/PRODUCTION
- MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
- MINISTERE DE L'HABITAT
- NAFTAL
- ANA (Agence Nationale des Autoroutes)
- SONELGAZ/GRT Electricité

Conclusion

Cosider Canalisation m'a ouvert ces portes pour une formation pratique de 3 mois, a acquis une compréhension détaillée de l'industrie hydraulique, de ses acteurs et de ses limites, et l'opportunité de travailler sur l'un de ses grands projet de transfert d'eau.

Chapitre II :

Présentation de Projet

Introduction :

Le présent projet réaliser par Cosider est un transfert d'eau du Oued Sébaou vers le Barrage de Taksebt .Commençant par le captage de l'eau a partir des bassins passent par des station des pompages arrivant au barrage .

II.1 Présentation de projet

L'intervention consiste en captage de l'oued SEBAOU juste à son intersection avec l'oued AISSI, en réalisant un bassin de rétention juste à cette bifurcation qui sera alimenté par un canal en terre d'environ 700 m l en remontant le SEBAOU vers un captage qui sera réalisé avec une digue assurant l'alimentation du canal d'amené et le déversement vers le cours d'eau naturel.

Le bassin de rétention jouera le rôle d'une bache de stockage pour une station de pompage qui sera réalisé à cet endroit pour assurer le refoulement des eaux vers un autre bassin de rétention qui sera réalisé au pied du barrage TAKSEBT, ce bassin jouera le rôle d'une bache de stockage pour une station de reprise de ces eaux vers le barrage.

II.1.1 Situation du projet

Le schéma explicatif de la situation de projet est représenté dans l'annexe N°1(plan de situation).

II.1.2 Consistante des travaux

III.1.2 Consistante des travaux d'urgence : (solution Non retenue)

Les travaux consistent au captage de l'oued SEBAOU juste à son intersection avec l'oued AISSI, en réalisant un système de prise d'eaux vers un bassin de rétention ou sera installé un système de pompage pour assurer le transfert vers le barrage.

A. Digue en terre pour capter l'oued SEBAOU

Cette partie consiste à réaliser une digue en matériaux locaux qui assurera la déviation des eaux de l'oued SEBAOU vers le canal d'amené

B. Canal d'amené

Un canal en terre avec une protection contre l'érosion en enrochement qui assurera le transit de l'eau vers un bassin de rétention qui sera réalisé a l'intersection des deux oued SEBAOU et oued AISSI.

C. Bassin de rétention

Deux bassins de 7 500 m³ et 4 000 m³ qui vont assurer le rôle de bache de stockage pour les stations de pompages, le premier sera réalisé à l'intersection des deux oueds et le deuxième sera réalisé au pied du barrage.

D. Station de pompage

Deux stations de pompage devant assurer un débit de 60 000 m³/j, une station pour chaque bassin.

E. Conduite de refoulement

Deux conduites DN 630 PEHD PN 10 de refoulement assurant le pompage entre le premier bassin de rétention et le deuxième.

Deux conduites DN 630 PEHD PN 16 de refoulement assurant le pompage entre le deuxième bassin de rétention et le barrage.

F. Captage de la fuite du barrage

Un ouvrage en génie civil a la sortie des eaux, qui sera commandé par deux vannes de commande assurant la prise de la fuite ou le relâchement au cours naturel.

Une conduite gravitaire en PEHD DN 630 PN 10 qui assurera le raccordement de cette fuite vers le bassin de rétention N°02.

II.1.2.2 Consistante des travaux de la solution définitive : (solution retenue)

Dans cette partie de réalisation on prévoit la réalisation d'une digue définitive, la protection des ouvrages réalisés dans la phase d'urgence et un dispositif de pompage qui va assurer un débit total de 260 000 m³/j.

A. Digue en gabion :

Une digue en gabion est prévus pour assurer la déviation des eaux de l'oued vers le canal d'amené, cette digue est déversante et a seuil large pour assurer le déversement vers le cours naturel en cas de forte crues tout en ajoutant un masque en argile pour diminuer la perméabilité de cette digue.

B. Renforcement du canal d'amené :

Dans la deuxième phase de réalisation, il est prévu de protéger les parois extérieur du canal contre l'érosion avec de l'enrochement et la partie intérieur contre les infiltrations en réalisant une couche de béton sur l'enrochement déjà réalisé pour combler les orifices entres l'enrochement.

C. Protection du bassin de rétention N°01 :

Dans le cadre de cette protection on prévoit de canaliser l'oued AISSI avec un canal en terre et une protection contre l'érosion, et un enrochement du coté oued SEBAOU pour protéger cette rive en cas de crue de grande envergure.

D. Station de pompage définitive :

Il est prévu de réaliser une station de relevage qui sera alimenté par le bassin N°01 avec un système de dégrillage pour pomper les eaux vers une grande station de pompage qui sera implanté du coté haut de la rive gauche de l'oued AISSI qui assurera le pompage directement vers le barrage.

E. Conduite en acier DN 1200 Acier

Il est prévu de réaliser une conduite DN 1200 en acier pour relier la station se pompage définitive et le barrage.

F. Renforcement de pompage :

Il est prévu de rajouter une troisième ligne en PEHD DN630 entre le bassin N°01 et le bassin N°02, une ligne en PEHD entre le bassin N°02 et le barrage pour assurer un débit de 90 000 m³/j.

G. Equipement :

Extraction des pompes émergées réalisé dans la solution provisoire des deux bassins N°01 et 02.

Installation des pompes submersibles dans la station de relevage coté du bassin N°1 en remplacement des pompes provisoire à extraire.

Installation des pompes submersibles au niveau du bassin N°02 en remplacement des pompes provisoire à extraire.

(Voir l'annexe N°2 : plan de masse).

Conclusion :

A la lumière de l'étude de ce chapitre , nous avons eu une présentation générale sur le projet , ainsi que les différents consistante des travaux de ce dernier .

Avant d'entreprendre tout travail hydraulique, il est nécessaire de réaliser une étude hydrologique liée à ce projet, dans les sections suivantes nous étudierons le bassin versant et l'hydrologie de la zone de Ouad sebaou qui est la phase concerner par ce rapport.

Chapitre III :

Etude topographique

Introduction :

Avoir les différentes caractéristiques de bassin versant a pour but principal d'établir les documents (plans, cartes, profils et documents) nécessaires à l'avant-projet. Dans un premier temps, ils permettront de déterminer l'adéquation topographique du site et de localiser au mieux le barrage et ses ouvrages annexes.

Pour cette étude il est indispensable d'avoir un plan en courbe de niveau qui peut être obtenu par un levé direct ou par restitution de photos aériennes. En ce qui concerne l'étude du bassin versant de oued Sebaou disposons d'un plan topographique à l'échelle 1 / 50000 (annexe) qui nous permet de :

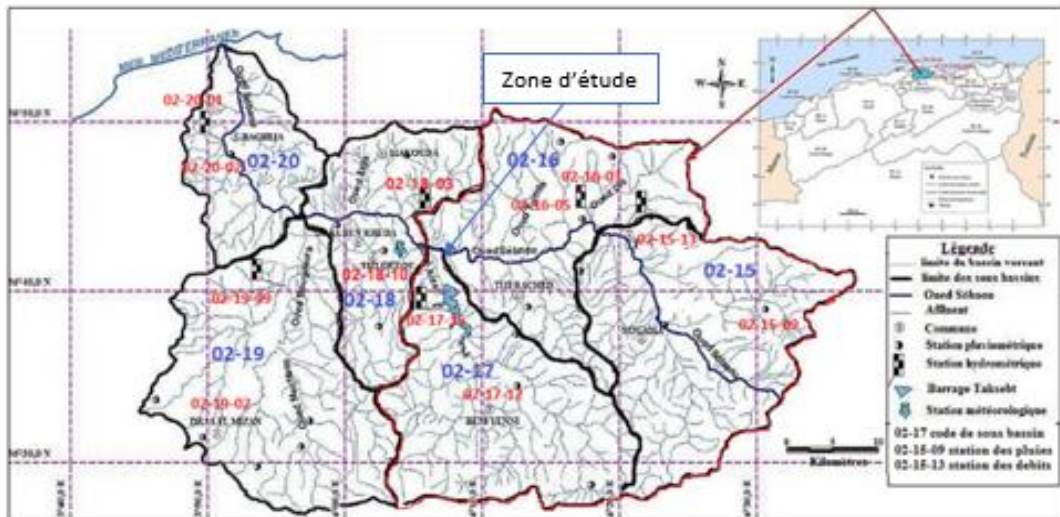
- Situer l'exutoire et l'axe de la digue.
- Délimiter le bassin versant alimentant la retenue.
- Déterminer la superficie, le périmètre du bassin versant ainsi que la longueur du Thalweg principal.

III.1 Situation géographique

Le bassin versant de l'oued Sébaou appartient au Tell septentrional. Il se positionne entre les latitudes Nord 40G 50 (36°30) et 41G 00 (37°00) et les longitudes Est 01G 50 (03°30) et 2G50 (04°30), à une centaine (100) de kilomètres à l'Est-Sud d'Alger .Il s'intègre dans les bassins versants côtiers Algérois de code (02), selon la nomenclature de l'agence nationale des ressources hydriques (ANRH) (Fig.1).

Il s'étend sur une superficie de 2500 km² dont 80% environ de celle-ci correspondent à la surface issue du nouveau découpage administratif de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Le Bassin Versant de l'oued Sébaou (Fig.1) est limité : Au Nord par la chaîne côtière du méditerranéenne, au Sud par la chaîne du Djurdjura (wilaya de Bouira, à l'Est par les massifs d'Akfadou et de Béni-Ghobri (wilaya de Bejaia) et à l'Ouest par le massif de Sidi Ali Bounab et Djebel bouberak (wilaya de Boumerdes). Comprend trois grand sous bassin : **Haut Sebaou contient les Sb : 02-15, 02-16, 02-17**). Moyenne Sebaou contient les Sb 02-18, 02-19. Et le Bas Sebaou représenté par le Sb : 02-20



FigureIII.1: Présentation de la zone d'étude

III.2 Localisation géographique de projet



FigureIII.2 : Situation géographique de digue sur oued sebaou (Google Earth).

II.3 Caractéristiques géographiques du bassin versant :

III.3.1 Caractéristiques de la forme du bassin versant:

Le bassin versant au droit d'une section de mesure est défini comme étant la totalité de la surface topographique drainée par ce cours d'eau et ses affluents en amont de cette section. Tous les écoulements qui prennent naissance à l'intérieur de cette surface topographique passent par la section de mesure pour poursuivre leur trajet à l'aval. Chaque bassin versant est séparé des autres par une ligne de partage des eaux. Cette limite est déterminée sur la carte d'état-major de la région. En commençant par un exutoire, on trace à main levée des segments perpendiculaires aux courbes de niveau en passant par les crêtes, aboutissant automatiquement à l'exutoire.

Les différents paramètres du bassin versant (forme, altitude, pente, relief...etc.) interviennent dans les différents écoulements.

➤ **La surface :**

Le bassin versant étant l'aire de réception des précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont être en partie reliés à sa surface.

La surface du bassin versant peut être mesurée par des différentes méthodes par l'Arc Gis version (103.3) il suffit d'utiliser l'option de calcul géométrique de cet logiciel, ce qui nous donne:

$$\mathbf{S = 1424,832 \text{ km}^2}$$

➤ **LE Périmètre**

Il représente la longueur du parcours fermé du bassin, l'intérêt essentiel du périmètre est de pouvoir déterminer l'indice de Gravélius (Kc) et le rectangle équivalent.

$$\mathbf{P = 194,596 \text{ km}}$$

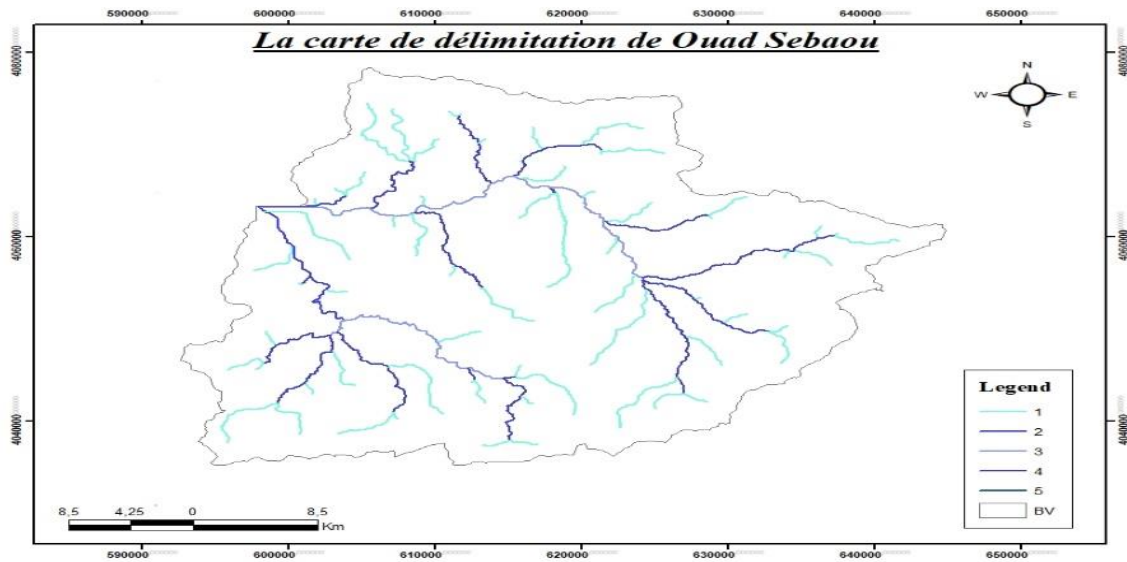


Figure III.3: La carte de délimitation de bassin versant d’oued SEBAOU.

➤ **Indice de compacité de Gravellius K_c :**

Il existe différents indices morphologiques permettant de caractériser les écoulements, mais aussi de comparer les bassins versants entre eux. Citons à titre d'exemple l'indice de compacité de Gravelius est le rapport du périmètre du bassin versant à celui d'un cercle de même surface. Le coefficient K_c est égal à :

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}} \longrightarrow \boxed{K_c = 1,443}$$

S : surface du bassin versant $S = 1424,832 \text{ km}^2$

P : périmètre $P = 194,596 \text{ km}$

K_c : L'indice de compacité ou Gravelius.

Si : $K_c > 1$ et d'autant plus voisin de cette valeur que le bassin versant est compacté ;

Si : $K_c > 1.12$; donc le bassin versant est allongé ;

Si : $K_c < 1.12$; donc le bassin versant est carrée ;

Si : $K_c=1.12$; donc le bassin versant est compacté.

La valeur de $K_c = 1,34$ loin de 1,12 indique que le bassin versant est de forme allongé fig. (II.3), ce qui augmente théoriquement le temps de concentration.

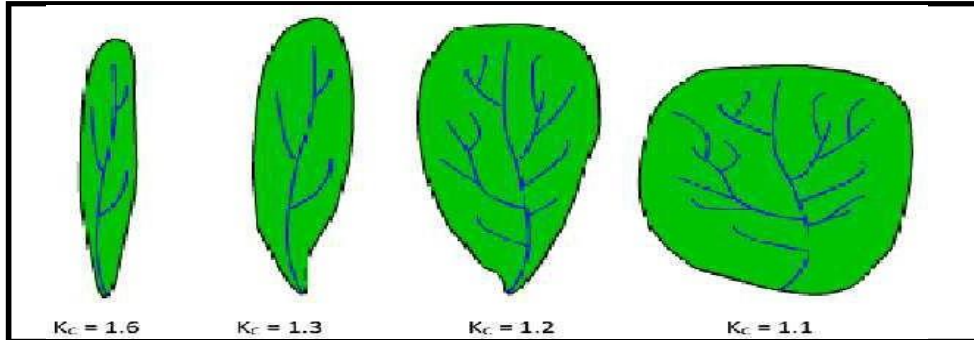


Figure III.4 : La forme du bassin versant en fonction de l'indice de Gravelius

➤ **Le rectangle équivalent :**

Le rectangle équivalent est une représentation géométrique du contour du bassin Versant transformé en rectangle de même surface. Celui-ci est tracé à partir de la longueur et de la largeur du bassin. Les courbes de niveau y sont parallèles et sont tracées en respectant les répartitions hypsométriques. Ce rectangle est conçu pour pouvoir comparer les bassins versants du point de vue morphologique. Les démentions de rectangle équivalent sont calculées à partir de l'indices de Gravelius et la superficie et le périmètre de BV ;

✓ La longueur L_r :

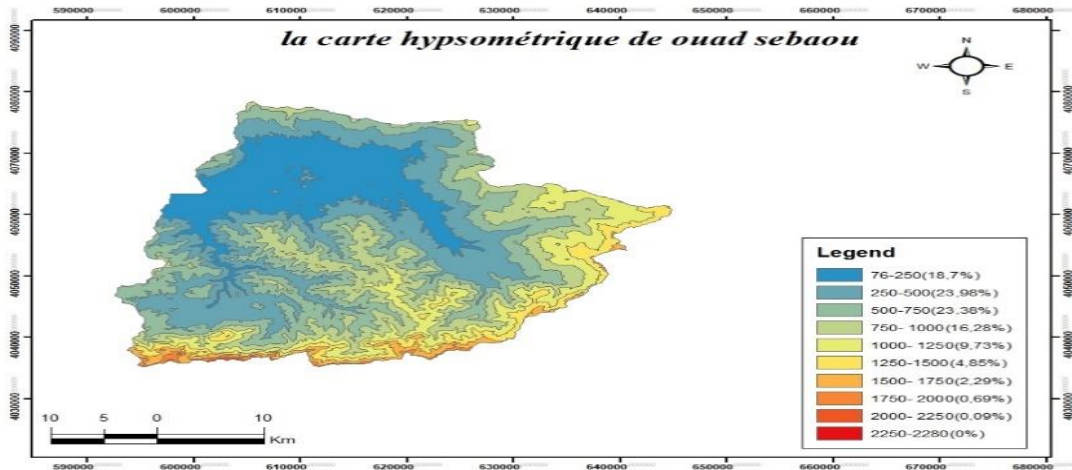
$$L_r = \frac{K_c \sqrt{S}}{1.128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{K_c} \right)^2} \right] \longrightarrow \boxed{L_r = 78,44 \text{ Km}}$$

✓ La largeur L :

$$l_r = \frac{K_c \sqrt{S}}{1.128} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{K_c} \right)^2} \right] \longrightarrow \boxed{L = 18,16 \text{ Km}}$$

III.3.2 La carte hypsométrique :

Les altitudes jouent un rôle essentiel quand il s’agit de la production ligneuse, dans une région donnée par exemple, par l’aptitude de mieux gérer les phénomènes et facteurs qui contrôlent cette production fig (II.5).



FigureIII.5 : Carte hypsométrique de ouad sébaou

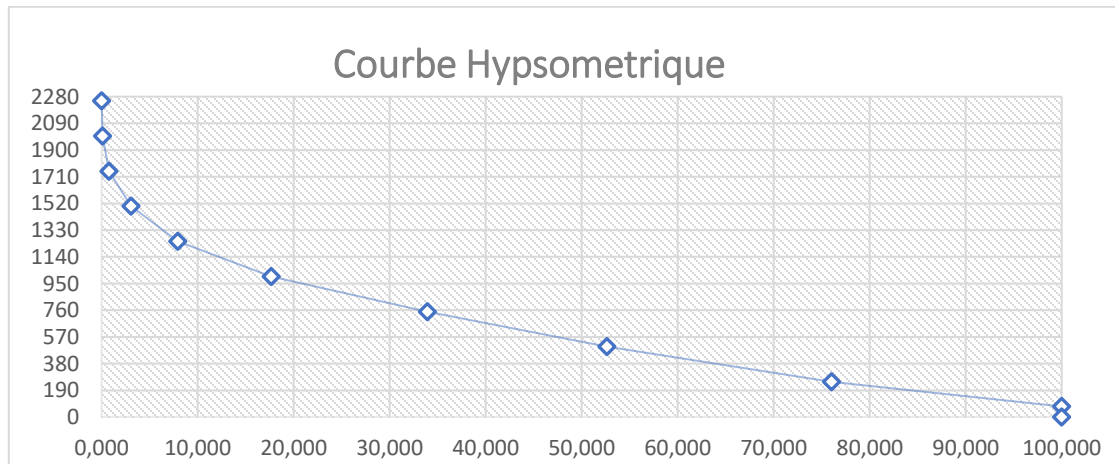
III.3.2.1 La courbe hypsométrique :

La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique de la pente du bassin. Cette courbe représente la répartition de la surface du bassin versant en fonction de son altitude. Elle porte en abscisse la surface (ou le pourcentage de surface) et l'altitude représentée en ordonnée tableau (III.1) et fig (III.6).

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

TableauIII.1: Répartition de la superficie partielle en fonction d'altitude

Altitude (m)	Superficie partielle (km ²)	superficie partielle en %	Superficie cumulée en %
76-250	0,043	0,003	0,003
250-500	1,318	0,092	0,096
500-750	9,783	0,687	0,782
750-1000	32,651	2,292	3,074
1000-1250	69,157	4,854	7,927
1250-1500	138,644	9,731	17,658
1500-1750	231,982	16,281	33,939
1750-2000	266,464	18,702	52,641
2000-2250	333,136	23,381	76,022
2250-2280	341,646	23,978	100
Totale=	1424,832	100	100



FigureIII.6: Carte hypsométrique de Ouad Sebaou

✓ Les paramètres altimétriques sont :

H5% = 1425 m.

H50% =532m.

H95% = 133m

✓ **La dénivelée simple:**

$D_s = H5\% - H95\%$



D = 1292 m

✓ **L'attitude moyenne :**

L'altitude moyenne se déduit directement de la courbe hypsométrique. On peut la définir comme suit :

$H_{moy} = \frac{\sum S_i \cdot H_i}{S}$

Avec :

H_{moy} : Altitude moyenne du bassin en m ;

S_i : Aire comprise entre deux courbes de niveau en km^2 ;

H_i : Altitude moyenne entre deux courbes de niveau en m ;

S : Superficie totale du bassin versant en km^2 .

On obtient :

Tableau III.2 : Tableau III.2: calcule de l'altitude moyenne

altutude MIN(m)	altutude MAX (m)	Ssurface parciel (Km^2)	Hi	Si*Hi
76	250	0,043	163	7,045
250	500	1,318	375	494,076
500	750	9,783	625	6114,198
750	1000	32,651	875	28569,707
1000	1250	69,157	1125	77801,244
1250	1500	138,644	1375	190635,888
1500	1750	231,982	1625	376970,469
1750	2000	266,464	1875	499619,131
2000	2250	333,136	2125	707913,813
2250	2280	341,646	2265	773827,726
			totale	2661953,297

Si*Hi	S totale	altitude mayenne
2661953,297	1424,823	1868,270

III.3.2 Les indice de pente:

La pente est une caractéristique importante qui renseigne sur la topographie du

bassin. Elle est considérée comme une variable indépendante. Elle donne une bonne indication sur le temps de parcours du ruissellement direct et influence directement sur le débit de pointe lors d'une averse, (Selon Stewart 1974), la pente des bassins versants est naturellement un paramètre clé dans le ruissellement.

III.3.2.1 La Carte des pentes

La carte des pentes est un fichier raster géoréférencé indiquant pour chaque pixel la pente en degrés ou en pourcentage. La pente est représentée en % (Fig. III.7). Après avoir généré le calcul des pentes (avec la fonction surface analyses - slope a l'aide de Arc GIS), on a procédé a leur classification.

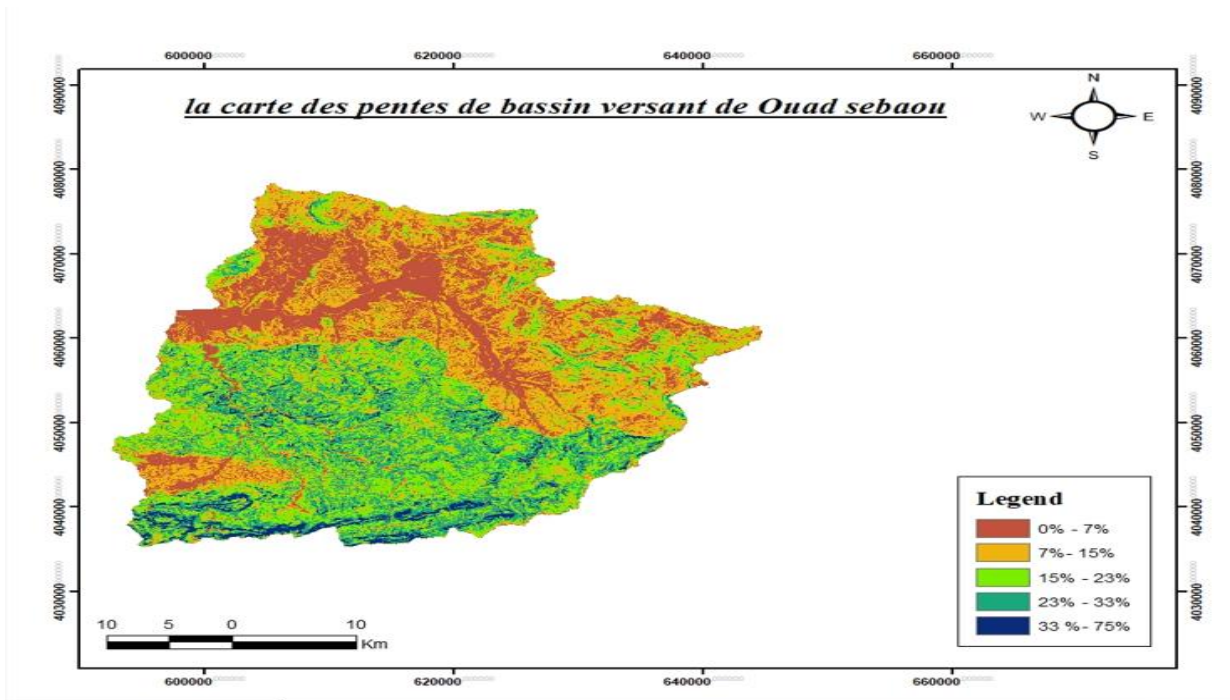


Figure III.7: la classification des pente 1 du bassin versant oued Sebaou

Les classes de pente très faibles, faibles à modérées et modérées sont les plus dominantes dans la région d'étude.

TableauIII.3: Classes de pentes (Baize, 1995).

pen	Classes de pen
0-2	Très faible à faible
2-5	Faible à modérée
5-10	Modérée
10-15	Modérée à forte
15-30	Forte
>50	Très forte

➤ **Indice de Roche :**

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_1^n \sqrt{S_i D_i}$$

Où :

Lr : Longueur de rectangle équivalent en m ;

Di : Dénivelée entre deux courbes de niveau e

n m ;

Si: Surface par tranche entre deux courbes de niveau en %.

Tableau III.4: Calcul de l'indice de roche

Altitudes (m)	Dénivelée (Di)	Surface partielle (km ²)	Surface partielle (%)	$\sqrt{Si * Di}$
76-250	174	0,043	0,003	0,727
250-500	250	1,318	0,092	4,808
500-750	250	9,783	0,687	13,101
750-1000	250	32,651	2,292	23,935
1000-1250	250	69,157	4,854	34,834
1250-1500	250	138,644	9,731	49,322
1500-1750	250	231,982	16,281	63,799
1750-2000	250	266,464	18,702	68,377
2000-2250	250	333,136	23,381	76,454
2250-2280	30	341,646	23,978	26,821
			Somme	362,178
			IPR	1,293

✓ **Indice de pente moyenne P_m**

Il est calculé selon la formule suivante :

$$P_m = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{\sqrt{S}}$$

Avec :

H_{max} : Altitude maximale = 2280 m ;

H_{min} : Altitude minimale = 76m.

S : superficie du B.V S = 1424,823m²

A .N :

P_m = 58,390 m/Km

✓ **Indice de pente globale P_g :**

$$P_g = \frac{\Delta H}{L_r}$$

Où ΔH est la dénivelée totale. Mais en réalité, on prend : ΔH = H_{5%} - H_{95%},

Donc : ΔH = 1425 - 133 = 1292 m

L_r = longueur du rectangle équivalent = 78,44Km.

$$P_g = 16,471 \text{ m/Km}$$

✓ **Dénivelée spécifique D_s :**

Elle permet également d'utiliser la classification de l'O.R.S.T.O.M (Tab.5) ci-après qui permet de définir les différents types de relief du bassin versant quelque soient leurs superficies.

$$D_s = P_g * \sqrt{S} = 16,471 * \sqrt{1424,823}$$

$$D_s = 621,728 \text{ m/Km}$$

La classification du relief est définie selon le tableau ci-après :

Tableau III.5 : la classification des reliefs d'après l'ORSTOM

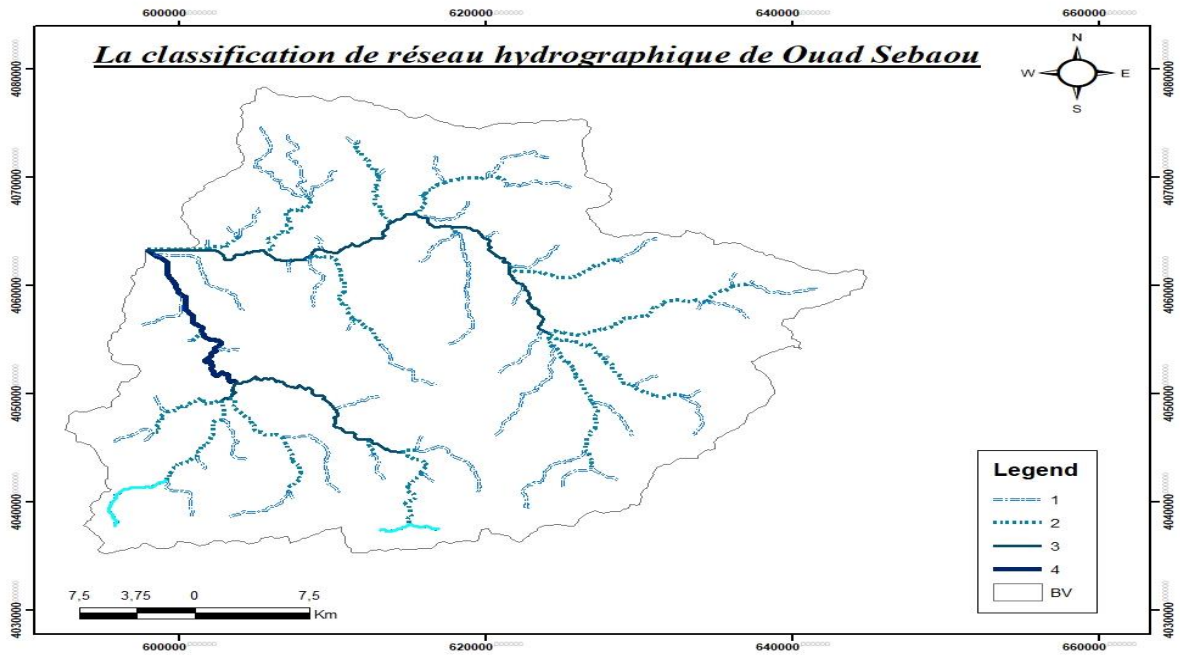
	Relief	D_s
R1	très faible	<10m
R2	Faible	10 < D _s < 25m
R3	assez faible	25 < D _s < 50
R4	Modéré	50 < D _s < 100 m
R5	assez fort	100 < D _s < 250 m
R6	Fort	250 < D _s < 500 m
R7	très fort	> 500 m

Remarque :

D'après la classification de l'O.R.S.T.O.M, notre bassin versant présente un relief très forte selon la classe R7..

III.4 Les caractéristiques du réseau hydrographique :

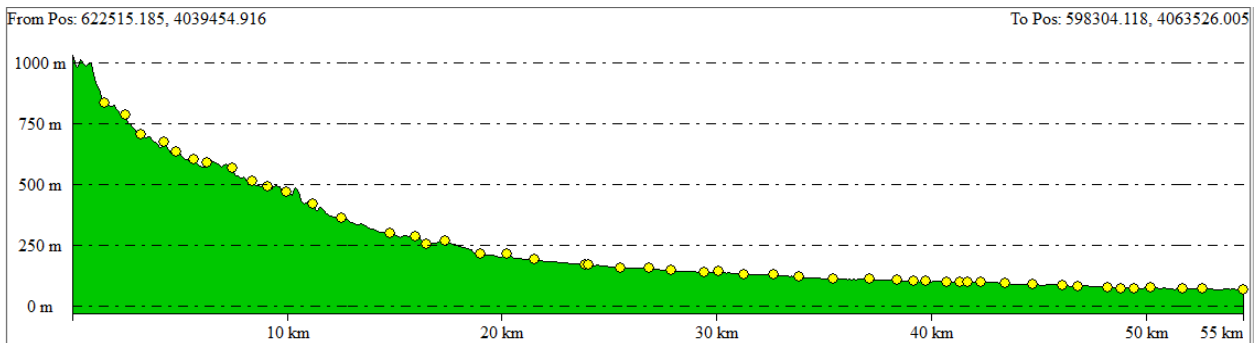
Le réseau hydrographique (fig III.8), définie par l'ensemble des cours d'eau naturels et artificiels, permanent ou temporaires, qui participent à l'écoulement, est l'un des constituants principaux du bassin versant. (Benoît. H ; 2008).



FigureIII.8: carte de la classification des Réseaux hydrographiques du bassin versant.

✓ **Le talweg principale :**

La longueur du cours d'eau principal (L_p) est la distance curviligne depuis l'exutoire jusqu'à la ligne de partage des eaux, en suivant toujours le segment d'ordre le plus élevé lorsqu'il y a un embranchement et par extension du dernier jusqu'à la limite topographique du bassin versant. Si les deux segments à l'embranchement sont de même ordre, on suit celui qui draine la plus grande surface. À l'aide de l'outil de mesure de Arc Gis 10.3.3; L est à l'environ de 55 km. La topographie du cour d'eau principale joue un rôle très important dans le transport des matériaux vers l'aval (barrage) (fig III.9)



FigureIII.9: : Profil topographique du talweg principal obtenu à l'aide de Global Mapper

✓ **La densité de drainage D_d :**

La densité de drainage D_d : C'est le rapport entre la longueur totale de tous les cours d'eau et la superficie du bassin versant. (Sari Ahmed; 2002). La densité de drainage dépend de la géologie, des caractéristiques topographiques du bassin versant et, dans une certaine mesure, des conditions climatologiques et anthropiques. En pratique, les valeurs de densité de drainage varient de 3 à 4 pour des régions où l'écoulement n'a atteint qu'un développement très limité et se trouve centralisé ; la valeur inverse de la densité de drainage, $C=1/D_d$, s'appelle « constante de stabilité du cours d'eau ». Physiquement, elle représente la surface du bassin nécessaire pour maintenir des conditions hydrologiques stables dans un vecteur hydrographique unitaire (section du réseau).

Elle est calculée après avoir déterminé le réseau hydrographique comme suit :

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

Avec :

Li : longueur totale des cours d'eau (438,629km).

On déduit que:

$$D_d = \frac{438,629}{1424,823}$$

$$D_d = 0,308 \text{ Km/Km}^2$$

✓ **Coefficient de torrentialité :**

Le coefficient de torrentialité « C_t » est calculé à l'aide de l'équation :

$$C_t = D_d \cdot F_1$$

Ou F_1 est le rapport entre le nombre des thalwegs d'ordre 1 et la surface globale du B V

$N = 90$ affluents ;

$$F1 = \frac{N1}{S}$$

$$F = 0,063$$

$$\text{Donc : } Ct = 0,019$$

III.5 Le temps de concentration (Tc) :

« On appelle temps de concentration Tc d'un bassin versant, la durée nécessaire pour que la pluie tombée sur le point le plus éloigné hydrologiquement de l'exutoire atteigne celui-ci». (B.TOUAIBIA ; 2004). Le temps de concentration est une caractéristique principale de toutes les formules permettant le passage des pluies aux débits. Plusieurs formules de détermination du temps de concentration ont été mises au point, les plus courantes sont les suivantes :

✓ **Formule de GIANDOTTI :**

$$Tc = \frac{4\sqrt{S} + 1.5Lp}{0.8\sqrt{Hmoy - Hmin}}$$

Où :

S : Superficie du bassin versant en Km² ;

Lp : Longueur de talweg principale (55Km) ;

Hmoy : Altitude moyenne en mètre (532 m) ;

Hmin : Altitude minimale en mètre (76 m) ;

$$Tc = 13,66h$$

✓ **Formule de CALIFORNIA :**

$$Tc = \left(\frac{0,87Lp^3}{Hmax - Hmin} \right)^{0,386}$$

$$Tc = 5,02h$$

✓ **Formule de KIRPICH:**

$$Tc = 0,6615IP^{0,77}Pm^{-0,385}$$

pm : indice de pente globale

Lp : longueur du talweg principale en K

$$Tc = 4,922h$$

✓ **Formule Algérienne :**

$$Tc = 0,0055S + 0,1H657l + 0,0078\Delta H + 0,821$$

Avec :

S : surface du bassin versant en Km².

L : longueur du talweg principal en Km.

ΔH : dénivelé entre l'altitude moyenne et minimal

$$Tc = 21,32h$$

✓ **Formule de SCS :**

$$Tc = (0,868 \frac{Lp^2}{S})^{0,385}$$

$$Tc = 1,26h$$

S : surface du bassin versant en Km².

L : longueur du talweg principal en Km.

Les résultats obtenus sont portés dans le tableau suivant :

TableauIII.6: Calcule du temps de concentration

N°	Auteurs	Tc (h)
1	GIANDOTTI	13,66
2	CALIFORNIA	5,022
3	KIRPICH	4,922
4	Formule algérienne	21,32
5	FORMULE DE SCS	1,26

Remarque :

Vu les résultats trouvés ci-dessus, le temps de concentration varie entre 1,26 et 21.32 heures et la moyenne est de 11.54 heures sachant qu'elle n'est pas prise en considération puisque les valeurs empiriques ne s'additionnent pas car elles sont hétérogènes. Alors on prendra : $T_c = 21.32$ h (Formule algérienne).

III.6 La vitesse Vitesse moyenne de ruissellement :

Cette vitesse est donnée par la formule :

$$V_e = \frac{L_p}{T_c}$$

$$V_e = 2,57 \text{ Km/h}$$

L_p : Longueur de talweg principal en Km.

T_c : temps de concentration en h

- ✓ Les principaux indices géomorphologiques pour le bassin versant d'oued Sebaou et définies sont récapitulés dans le tableau III.7.

Tableau III.7: 1Récapitulation des caractéristiques morpho-métriques du bassin versant d'Oued Sébaou

Désignation	Symbole	Symbole	Valeurs
Superficie	S		1424,823
Périmètre	P	Km	194,596
Longueur du thalweg principal	LP	Km	55
Indice de compacité	Kc		1,443
longueur (Rectangle équivalent).	Lr	Km	78,44
Largeur (Rectangle équivalent)	Ir	Km	18 ,16
Altitude maximal	H max	m	2280
Altitude minimal	H min	m	76
Altitude moyenne	Hmoy	m	532
Indice de pente global	Pg	<i>m/Km</i>	16,471
Pente moyenne	Pm	m/Km	58,390
Indice de pente ROCHE	IPR	/	1,293
Dénivelée spécifique	Ds	m	621,728
Vitesse de ruissèlement	Ve	Km/h	2,57
Densité de drainage	Dd	<i>Km/Km²</i>	0,308
Coefficient de torrentialité	Ct	/	0,019
Temps de concentration	Tc	h	21,32

III.7 Données climatiques :

III.7.1 La température :

Les températures conditionnent le déficit d'écoulement ainsi que son estimation et jouent un rôle dans le processus de condensation et d'évaporation de l'eau.

C'est pourquoi ses études s'avèrent nécessaire dans l'établissement du bilan hydrologique et la détermination du caractère climatique d'une région.

Tableau III.8 : température relative moyenne de 16 C° pour la période la station d'AZAZGA
1989-2005

Moi	sep	oct	nov	dec	jan	fév	mrs	avl	mai	juin	juill	out	Années
Tem(C°)	24,23	19	12,27	10,15	10,05	10,23	12,21	13,9	17,32	22,46	25,11	25,2	16,84

(Source A.N.R.H Tizi Ouzou)

Le tableau ci-dessus indique une température relative moyenne de 16 C° pour la période 1989-2005 de la station d'AZAZGA

III.7.2 L'humidité relative de l'air :

L'humidité relative de l'air est le rapport, exprimé en %, de la tension de vapeur d'eau à la tension de vapeur d'eau saturante, c'est un élément atmosphérique très important puisqu'il donne le taux de condensation de l'atmosphère. Les seuls enregistrements disponibles pour ce paramètre sont ceux effectués à la station deTizi-Ouzou qui est tout près de notre zone d'étude pour une période de six ans (1989-2005) et dont les valeurs sont consignées dans le tableau ci-après :

Tableau III.9: Moyenne mensuelle de l'humidité (1989-2005).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Humidité (%)	58	71	76	78	74	76	71	70	60	58	51	50

(source A.N.R.H Tizi Ouzou)

Le tableau ci-dessus indique une humidité relative moyenne de l'air de 66% pour la période 1989-2005. Sur un autre plan, ces résultats montrent que l'humidité de l'air est relativement faible à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre avec un minimum de 50% au mois d'août et

sensiblement élevée du mois d’octobre jusqu’au mois d’avril, caractérisant la saison humide avec un maximum de 78% au mois de décembre.

III.7.3 Le vent :

Le vent est l’un des éléments caractéristiques du climat régissant l’évaporation à la surface du sol et de la végétation .Les résultats des moyennes mensuelles de la vitesse du vent enregistrée au niveau de la station de Tizi-Ouzou sont présentés dans le tableau suivant

Tableau III.10: Moyenne mensuelles des vitesses du vent

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Vitesse (Km/h)	1,92	1,63	1,45	1,75	1,57	1,63	1,57	1,85	1,13	2,63	2,21	2,07

(source A.N.R.H Tizi Ouzou)

D’après les données de l’A.N.R.H on constate que les vents dans la zone d’étude sont généralement d’orientation Ouest à Sud-ouest. Force des vents :

- Elle est estimée d’après une échelle télégraphique dont les degrés sont les suivants :
- 0 : vent calme ;
- 1-2 : vent faible ;
- 3-4 : vent modéré ;
- 5-6 : vent assez fort ;
- 7-8 : vent fort ;
- 9 : vent violent ;

D’après les données disponibles, on constate que la région d’étude est caractérisée par des vents faibles.

Conclusion :

A la fin de ce chapitre, nous avons déterminé les caractéristiques hydro-morpho-métriques du bassin versant de l'Oued Sébaou, ce qui nous a permis de mener à bien la phase suivante de l'étude hydrologique.

Chapitre IV :

Etude hydrologique

Introduction

L'étude hydrologique est d'une importance considérable pour la réalisation de l'ingénierie hydrologique, ainsi le but est de mettre en évidence les paramètres hydrologiques de l'Oued Sébaou, tels que les conditions actuelles pour déterminer les caractéristiques de la zone d'installation, pour comprendre comment les caractéristiques morphologiques, les données climatiques et pluviométriques sont calculés pour déterminer l'apport liquide annuel moyen et la contribution des différentes fréquences, cela couvrira la première partie de ce chapitre et la deuxième partie traitera de la détermination du débit maximal et du choix de la crue de conception qui doit être faite.

Toutes ces caractéristiques sont nécessaires au dimensionnement de la digue qui assurera la rétention de l'oued SEBAOU.

IV.1 Etude de précipitation

Les données pluviométriques utilisées sont les pluies de la station de Tizi Ouzou

Tableau IV.1: Caractéristiques de la station de Tizi OUZOU (période 1979-2018).

Station	Code	X	Y	Altitude	Années D'observation
Tizi Ouzou ANRH	02 18 10	620.9	380.25	/	39

Tableau IV.2: Pluies moyenne mensuelle interannuelles de la station de Tizi Ouzou période (1979-2018)

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	$\Sigma P(mm)$
P (mm)	16,52	27,39	34,33	38,00	33,50	27,68	29,31	26,43	22,49	6,98	2,12	5,49	270,25
(%)	6,11	10,13	9,60	10,63	9,37	7,74	8,20	7,39	6,29	1,95	0,59	1,54	100

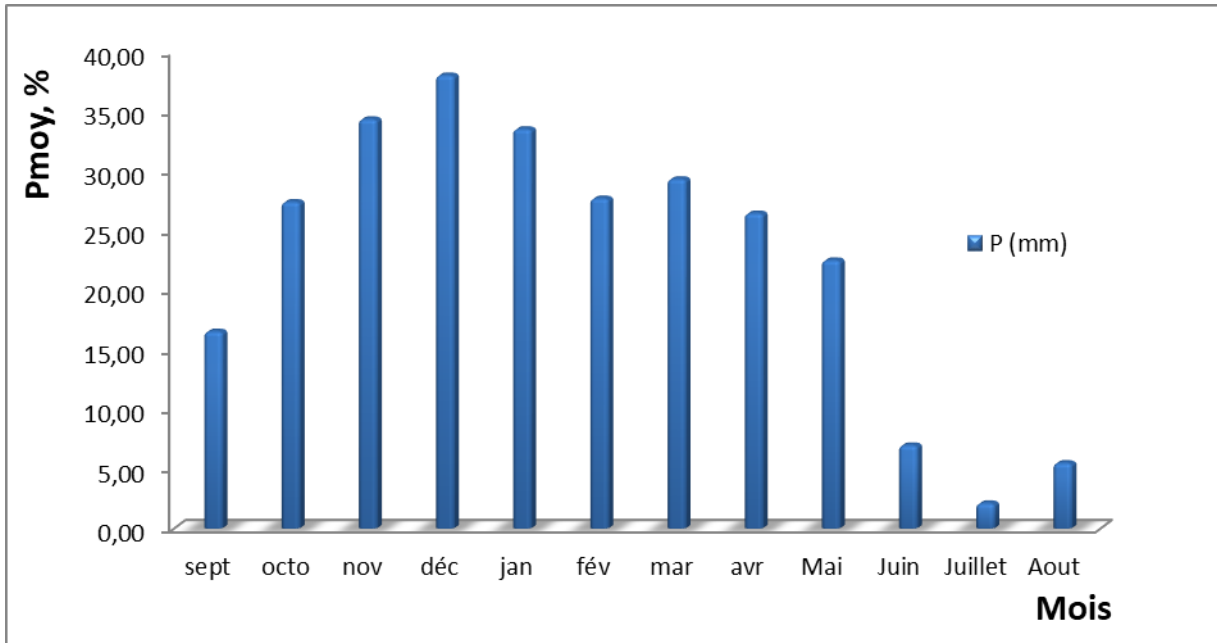


Figure IV.1: Diagramme représentatif des pluies moyennes mensuelles interannuelles de la station de Tizi Ouzou période (1979-2018).

La précipitation moyenne annuelle est de **270,25 mm**, Elle est minimale durant le mois Juillet avec une valeur de 2,12 mm , et elle est maximale pour les mois de décembre avec une valeur de 38,00 mm.

IV.2 Etude des pluies journalières de différentes fréquences :

IV.2.1 Pluies maximale journalières :

Les pluies maximales journalières (Pjmax) de différentes fréquences (ou période de retour) rares sont génératrices de crues exceptionnelles contre lesquelles il faut protéger les ouvrages. Après l’analyse des séries pluviométriques de la station de Tizi Ouzou de 39 ans d’observations. Elle représente mieux le régime du pluviomètre maximal journalier.

IV.2.2 Paramètres statistiques de l’échantillon :

Observation : 39 ans

Max = 129mm

Cv = 0.305

Min = 28 ,6 mm

Moyenne : 28.413 mm

Ecart type : 19,8 mm

Asymétrie : 0,842

L'exposant climatique $b=0,4(ANRH)$

IV.2.3 Ajustement des pluies maximales journalières :

Le traitement des données a été fait à l'aide du logiciel (hyfran), Pour l'étude des pluies journalières de différentes fréquences on utilise plusieurs lois de distribution pour valider l'ajustement parmi lesquelles :

IV.2.3.1 Ajustement à la loi de Gambel par le logiciel « HYFRAN » :

Cet ajustement nous permet d'évaluer les pluies maximales journalières pour n'importe quelle période de retour.

- Paramètres du logiciel

T : Période de retour en année.

Q : Fréquence.

Xt : Pluie journalier maximale correspondante à la période de retour donnée en mm.

- Calcul des paramètres de l'ajustement de la loi de GUMBEL :

La droite de GUMBEL est donnée par la formule :

$$X = (1/\alpha) y + x_0$$

Xmoy : hauteur de pluie moyenne

(1 / α) : la pente de la droite de GUMBEL.

- Résultats de l'ajustement :

Gumbel (Maximum de vraisemblance)

Nombre d'observation : 39

- Paramètre :

U :55,8696

Alpha : 15,4226

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

$$T = \left(\frac{1}{1-Q} \right)$$

Les résultats de l'ajustement par la loi de « GUMBEL » sont résumés dans le tableau IV.10 suivant :

Tableau IV.3: Résultats de l'ajustement à la loi de Gumbel

T	Q	Xt	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
5	0,8000	79	4,90	69.4 - 88.6
10	0,9000	90,6	6 ,61	77.6 - 104
20	0,9500	102	8,35	85.3 - 118
50	0,9800	116	10,7	95.1 - 137
100	0,9900	127	12,4	102 - 151
200	0,9950	138	14,2	110 - 165
1000	0,9990	162	18,3	127 - 198

➤ Test d'adéquation du Khi carré :

Hypothèses : H₀ : L'échantillon provient d'une loi de Gumbel

H₁ : L'échantillon ne provient pas d'une loi de Gumbel

Tableau IV.4:Résultats du calcul de l'adéquation

X ²	p-value	Degrés de liberté	Nombre de classe
3.87	0.5680	5	8

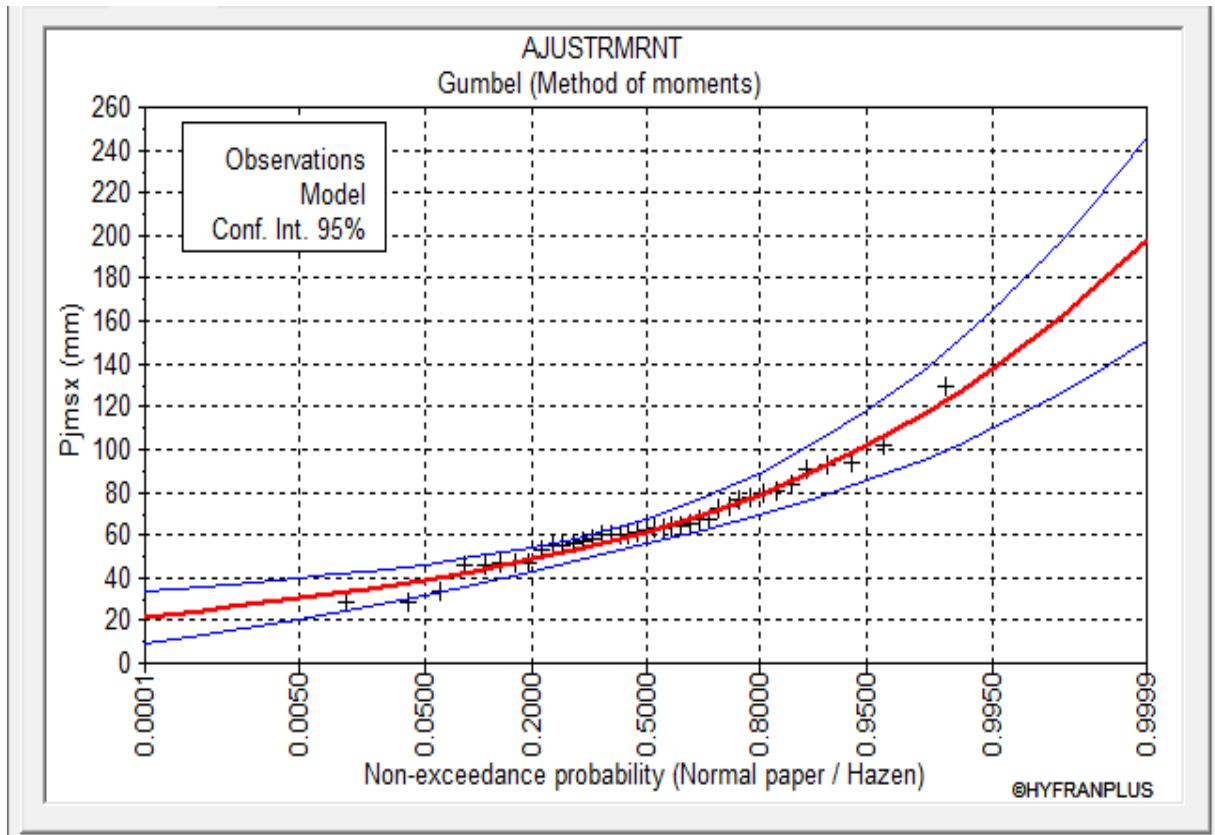
Nous pouvons accepter H₀ au niveau de signification de 5 %.

- Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon Station Tizi-ouzou:
La comparaison entre les caractéristiques de la loi de Gumbel et celles de l'échantillon station de Tizi-ouzou est résumée dans le tableau suivant :

TableauIV.5: Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon.

Paramètres	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	Aucun	28.6
Maximum	Aucun	129
Moyenne	64.8	64.8
Ecart-type	19.8	19.8
Médiane	61.5	61.7
Coefficient de variation (Cv)	0.305	0.305
Coefficient d'asymétrie (Cs)	1.14	0.842

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



FigureIV.2: Ajustement a loi de Gumbel (Maximum de vraisemblance).

IV.2.3.2 Ajustement à la loi log -normale :

Les résultats de l’ajustement par la loi de Log- Normal sont résumés dans le tableau suivant

Tableau IV.6: Les résultats de l’ajustement par la loi Log- Normal

T	Q	Xt	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
5	0,8000	80.5	4.69	71.3 - 89.7
10	0,9000	92.3	6.26	80.0 - 105
20	0,9500	103	7.98	87.7 - 119
50	0,9800	117	10.4	97.0 - 138
100	0,9900	128	12.4	104 - 152
200	0,9950	138	14.5	110 - 167
1000	0,9990	162	19.7	124 - 201

➤ Test d'adéquation du Khi carré :

Hypothèses : H₀ : L'échantillon provient d'une loi log-Normale

H₁ : L'échantillon ne provient pas d'une loi log- Normale

Tableau IV.7: Résultats du calcul d’adéquation

X ²	p-value	Degrés de liberté	Nombre de classe
6.74	0.2404	5	8

Nous pouvons accepter H₀ au niveau de signification de 5 %.

- Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon Station Tizi-ouzou:
La comparaison entre les caractéristiques de la loi Normale et celles de l'échantillon station de Tizi-ouzou est résumée dans le tableau suivant :

Tableau IV.8: Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon

Paramètres	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	Aucun	28.6
Maximum	Aucun	129
Moyenne	65	64.8
Ecart-type	20.8	19.8
Médiane	61.9	61.7
Coefficient de variation (Cv)	0.320	0.305
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.992	0.842

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

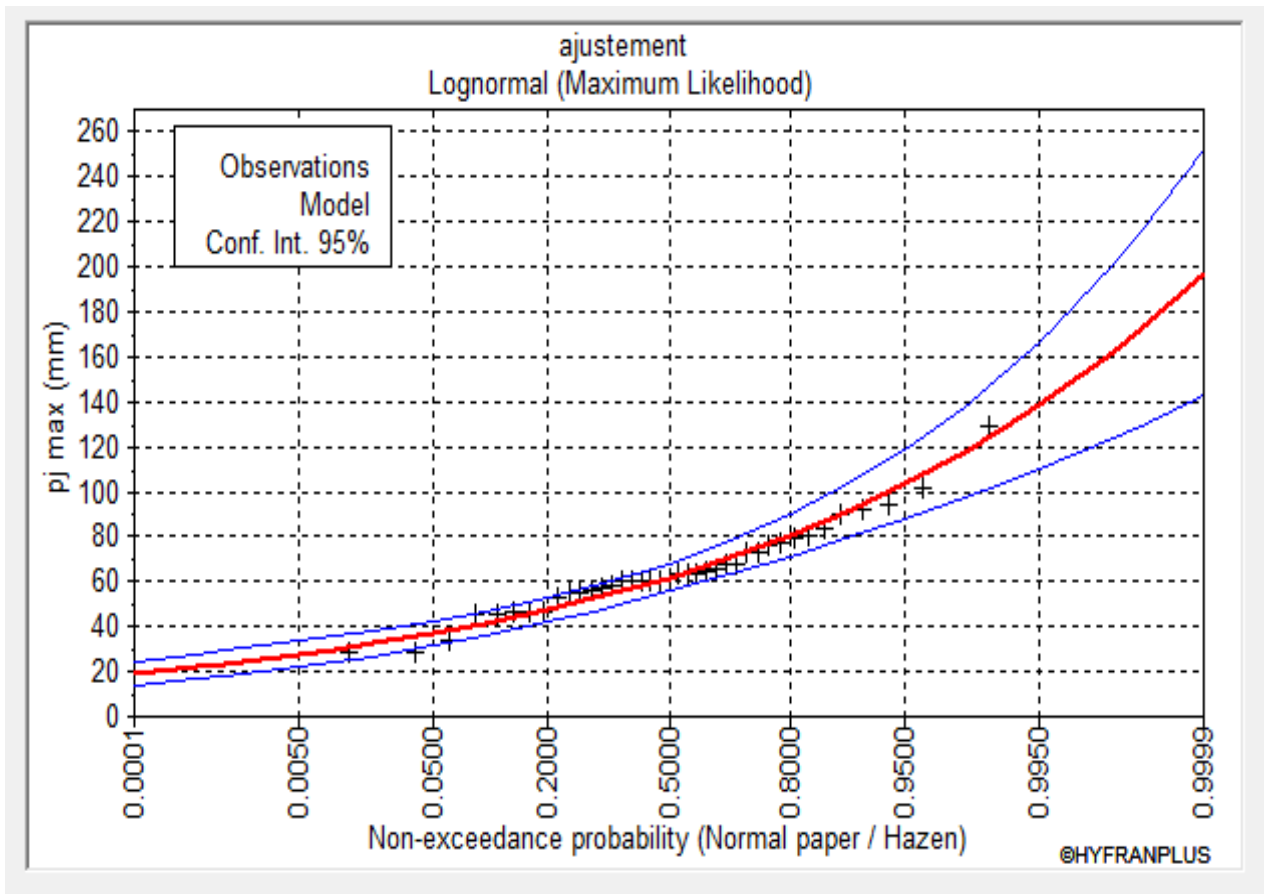


Figure IV.3: Les résultats de l'ajustement par la loi Log- Normal

IV.2.3.3 Ajustement à la loi normale :

Les résultats de l’ajustement par la loi de Normal sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau IV.9: Les résultats d’ajustement par la loi Normale

T	Q	Xt	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
5	0,8000	81.4	3.70	74.2 - 88.7
10	0,9000	90.1	4.30	81.7 - 98.6
20	0,9500	97.3	4.90	87.7 - 107
50	0,9800	105	5.64	94.4 - 116
100	0,9900	111	6.16	98.7 - 123
200	0,9950	116	6.65	103 - 129
1000	0,9990	126	7.69	111 - 141

➤ Test d'adéquation du Khi carré :

Hypothèses : H_0 : L'échantillon provient d'une loi Normale

H_1 : L'échantillon ne provient pas d'une loi Normale

Tableau IV.10: Résultats du calcul de l’adéquation

χ^2	p-value	Degrés de liberté	Nombre de classe
7.97	0.1577	5	8

Nous pouvons accepter H_0 au niveau de signification de 5 %.

- Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon Station Tizi-ouzou:

La comparaison entre les caractéristiques de la loi Normale et celles de l'échantillon station de Tizi-ouzou est résumée dans le tableau suivant :

Tableau IV.11: Comparaison des caractéristiques de la loi et de l'échantillon.

Paramètres	Caractéristiques de la loi	Caractéristiques de l'échantillon
Minimum	Aucun	28.6
Maximum	Aucun	129
Moyenne	64.8	64.8
Ecart-type	19.8	19.8
Médiane	61.5	61.7
Coefficient de variation (Cv)	0.305	0.305
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0,00	0.842

Le tracé de la droite de Log- Normale est représenté sur papier normal comme le montre la figure suivante

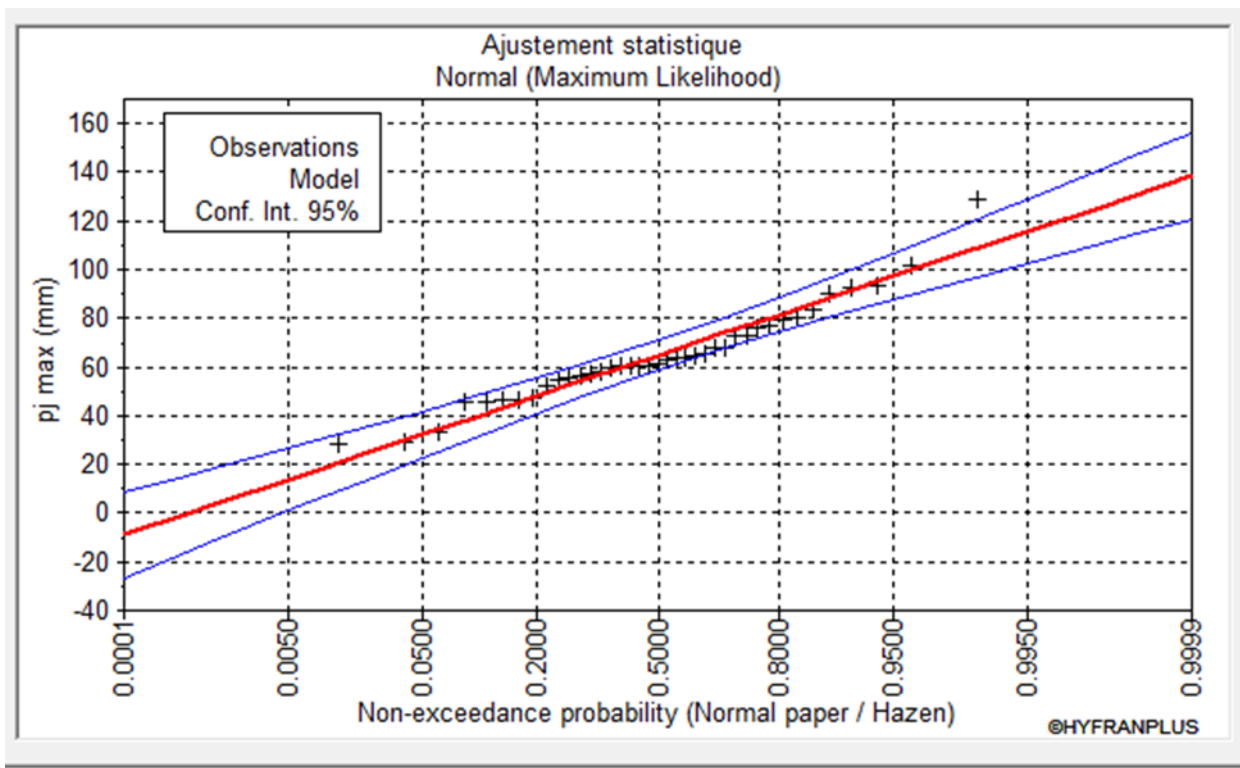


Figure IV.4: Les résultats de l'ajustement par la loi Normal

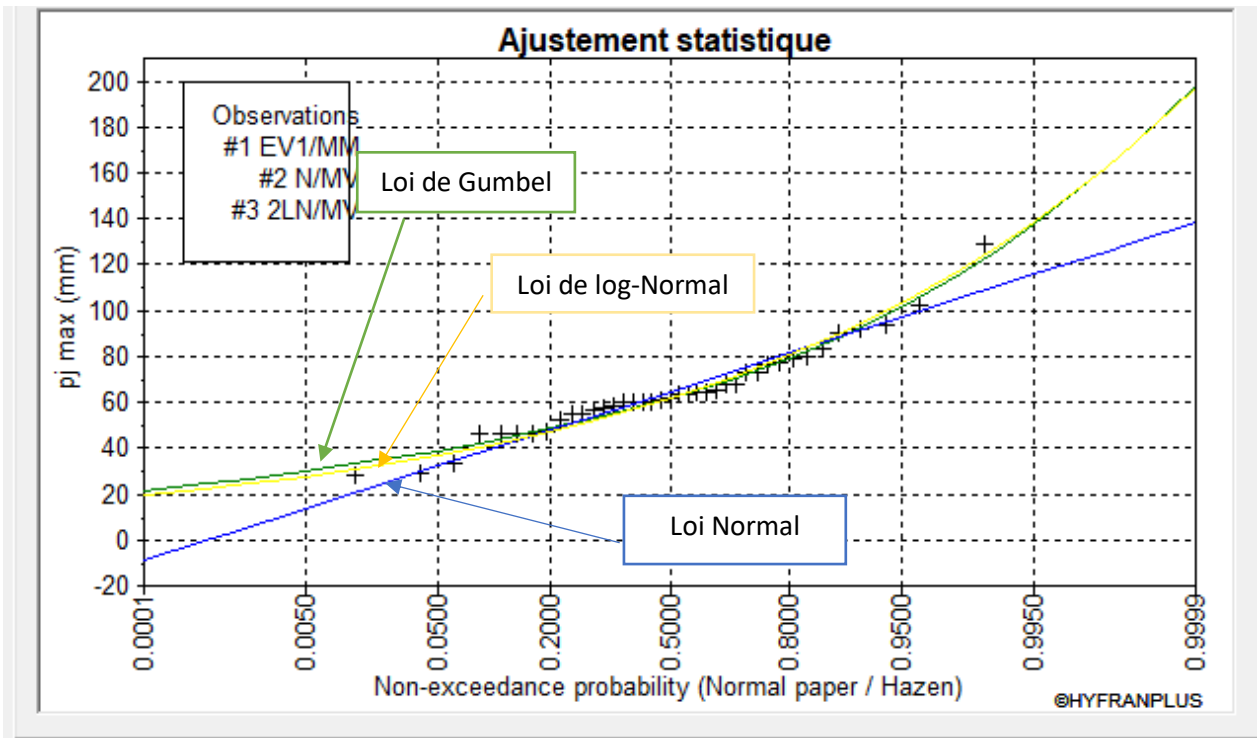


Figure IV.5: la comparaison graphique entre les trois lois (Normale, Gumbel et Log-Normale)

D'après les schémas ; on trouve que la série des pluies maximales journalières suit les deux lois Gumbel et log-Normale.

IV.3.4 Pluie maximale journalière fréquentielle :

$$Pj\ max\ f\ \% = \frac{Pjmx}{\sqrt{(cv^2 + 1)}} e^{u\sqrt{\ln(cv^2+1)}}$$

Ou :

- Pjmax : Pluie maximale journalière= 62,79 (mm) ;
- Pjmaxf% : pluie maximale journalière fréquentielle.
- Cv : coefficient de variation pris égal à 0.38878.
- U : variable de Gauss.

Les résultats de calcul de la pluie maximale journalière fréquentielle :

Tableau IV.12: Les résultats de calcul de la pluie maximale journalière fréquentielle

Période de retour(ans)	10	20	50	100	1000
Fréquence de retour	10%	5%	2%	1%	0,1%
Variable de Gauss	1 ,28	1,65	2,05	2,333	3,09
Pjmax (%)	88,66	99	111,75	121,26	152,11

IV.3 Pluie de courte durée:

Les précipitations exceptionnelles (Pct) de durée (t) inférieure à 24heures (courte durée) sont reliées aux précipitations journalières fréquentielles Pmaxj selon la relation

$$PTC = Pjmax\left(\frac{Tc}{24}\right)^b$$

Ptc : pluie de courte durée de fréquence égale à celle de Pjmax en mm ;

Pjmax% : pluie maximale journalière pour différentes fréquences ;

Tc : temps de concentration, (21.32 heure) ;

b : exposant climatique égale 0,41 (donnée par l'ANRH)

Tableau IV.13: Les résultats de calcul de la pluie de courte durée.

Période de retour(ans)	10	20	50	100	1000
Fréquence de retour	10%	5%	2%	1%	0,1%
Variable de Gauss	1 ,28	1,65	2,05	2,333	3,09
Pjmax (%)	88,66	99	111,75	121,26	152,11
Ptc(mm)	84 ,46	94,31	106 ,45	115,52	144,90

IV.4 Etude des apports :

IV.4.1 Apport liquide :

Cette partie de l'étude sera consacrée à la quantification des apports liquides au niveau de la retenue. En raison de l'absence des stations hydrométriques sur oued sebaou, l'estimation de l'apport liquide se fait par des formules empiriques, suivantes :

- Formule de SAMIE.
- Formule de MALLET GAUTHIER.
- Formule de SOGREAH.
- Formule d'ANRH.
- Formule de COUTAGNE.
- Formule de DERRI.

Tous les résultats sont récapitulés dans le tableau suivants :

❖ **Formule de SAMIE :**

$$Le = P^2(293 - 2,2\sqrt{S}) \quad Le = 15,334 \text{ mm}$$

$$A = Le * S * 10^{-3} \quad A = 21,84 \text{ Hm}^3$$

Le : lame d'eau écoulée

P : pluie moyenne annuelle (0,27025m)

A : apport moyenne annuelle (Hm³)

S : surface de bassin versant (1424,823 Km²)

Le (mm)	15,334
A (Hm ³)	21,84

❖ **Formule de MALLET GAUTHIER :**

$$Le = 0,6 * (1 - 10^{-0,36P^2}) * 10^{-3}$$

$$A = Le * S * 10^{-3}$$

Le (mm)	9,525
A (Hm ³)	13,57

❖ Formule de SOGREAH:

$$Le = 720 * \left(\frac{P - 150}{1000}\right)^{1,85}$$

$$A = Le * S * 10^{-3}$$

Le (mm)	14,305
A (Hm ³)	20,36

❖ Formule d'ANRH :

$$Le = P * (1 - 10^{-kP^2}) * 10^3$$

$$K = a - 0,001 * \text{Log}S \quad \text{Avec } a=0,18$$

$$K=0,177$$

$$A = Le * S * 10^{-3}$$

Le (mm)	7,925
A (Hm ³)	11,29

❖ Formule de COUTAGNE :

$$Le = (0,164 - 0,00145\sqrt{S}) * P$$

$$A = Le * S * 10^{-3}$$

Le (mm)	155,686
A (Hm ³)	221,824

❖ Formule de DERRI :

$$Le = 11,8 * \left(\frac{P}{1000}\right)^{2,82} * 31,536$$

$$A = 0,915 * P^{2,684} * S^{0,842}$$

Le (mm)	3,22*10 ⁻⁸
A (Hm³)	12,352

Tableau IV.14: Récapitulatif du calcul de la lame d'eau et de l'apport moyen annuel

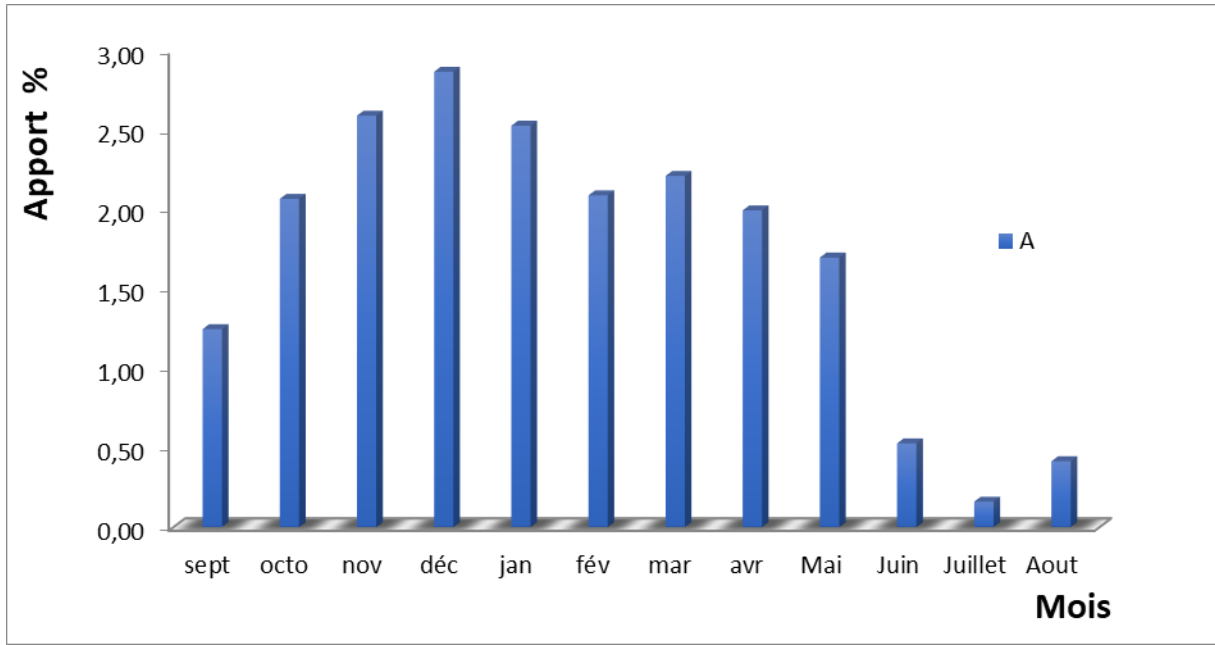
Formules	SAMIE	MALLETE-GAUTHIER	SOGREAH	ANRH	COUTAGNE	DERRI
Le (mm)	15,334	9,525	14,305	7,925	155,686	3,22*10 ⁻⁸
A (Hm³)	21,84	13,57	20,36	11,29	221,824	12,352

Pour notre cas on prend la valeur de l'apport moyen annuel de la formule SOGREAH = **20,36Hm³/an** et la lame d'eau ruisselée **Le = 14,305 mm**. A cause de sa utilisation répondue dans les bassins de Nord d' Algérie.

La répartitions des apports suit même répartition avec la précipitation .

Tableau IV.15: Distribution moyenne mensuelle des apports

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	ΣA(Hm ³)
A (%)	6,11	10,13	0,72	0,80	0,71	0,58	0,62	0,56	0,47	0,15	0,04	0,12	100
A (Hm³)	1,25	2,07	2,59	2,87	2,53	2,09	2,21	1,99	1,70	0,53	0,16	0,41	20,380



FigureIV.6: Distribution moyenne mensuelle des apports

IV.4.2 Variabilité de l'apport :

a. calcul du coefficient de variation

La variabilité de l'apport annuelle est caractérisée par le coefficient de variation Cv estimé dans notre cas, à défaut d'information hydrométrique par des formules empiriques.

❖ **Formule de PADOUN:**

$$cv = k \frac{0,98}{M^{0,23}} \qquad Cv = 5,4645$$

Avec (0.25 < k ≤ 1)

K : coefficient de réduction de la crue on le prend k = 1

M : module de l'écoulement spécifique (l/s/km²)

OU :

$$M = \frac{A}{S \cdot T} \qquad M = 4,531 \cdot 10^{-4} (\text{m}^3 / \text{km}^2 \cdot \text{s})$$

A : apport moyen annuel.

T : temps d'une année en second (31536000 secondes)

❖ **Formule de SKOLOVSKY-CHEVELEV :**

Cette formule étant destinée pour les régions arides et semis arides

$$CV = 0,78 - 0,29 \log(M) - 0,0063 \log(S + 1)$$

$$cv = 1,5213$$

❖ **Formule d'UKRUPOVODHOZ :**

Cette formule a été établie sur la base des données de l'apport de 21 bassins de petits oueds de l'Algérie du Nord

$$CV = \frac{0,70}{M^{0,125}} \quad cv=1,8326$$

❖ **Formule d'ANTONOV :**

$$CV = \frac{0,78}{(S+1000)^{0,097}} \quad Cv= 0,3662$$

❖ **Formule de KRISKY-MENKEL**

$$CV = \frac{0,78}{S^{0,06}} M^{0,27} \quad Cv= 0,0671$$

Tableau IV.16 :Récapitulatif du coefficient de variation

Formules	PADUUN	SOKOLOVSKY	UKRUPOVODHOZ	ANTONOV	KRISKY-MENKEL
Cv	5,46	1,52	1,83	0.3662	0,0671

On opte pour la formule, **UKRUPOVODHOZ** car elle nous donne une valeur de coefficient de variation plus proche de la moyenne, c'est-à-dire que Cv =1,83.

IV.4.3 Etude fréquentielle des apports liquides :

$$Af\% = \frac{A}{\sqrt{(cv^2 + 1)}} e^{u \sqrt{\ln(cv^2 + 1)}}$$

A : apport moyen annuel (A=20,380).

Af% : apport liquide de fréquence donnée.

Cv : coefficient de variation pris égale à (1,83).

U : variable de Gauss.

Les résultats représentés dans le tableau IV.16.

Tableau IV.17: Les apports liquides de différentes fréquences

Période de retour (année)	5	10	20	50	05 Sèches	10 Sèches
Fréquence (%)	20	10	5	2	80	90
u	0.84	1.28	1.65	2.057	-0.84	-0.128
Apport liquide (Hm ³)	27,06	46,13	72,24	118,33	3,53	8,37
Lame d'eau ruisselée (mm)	18,99	32,3 8	50,70	83,05	2,48	5,87
Module (l/s/Km ²)	0,60	1,03	1,61	2,63	0,08	0,19

La répartition mensuelle de l'apport moyen annuel suit la même répartition mensuelle des précipitations ; on a : A80% = **3,53 Hm³** pour notre bassin versant.

Tableau IV.18: Distribution des apports de fréquence 80 %.

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juille	Aout	Σ A
%	6,11	10,1 3	0,13	0,14	0,12	0,10	0,11	0,10	0,08	0,03	0,01	0,02	100
A 80%	0,22	0,36	0,45	0,50	0,44	0,36	0,38	0,35	0,29	0,09	0,03	0,07	3,53

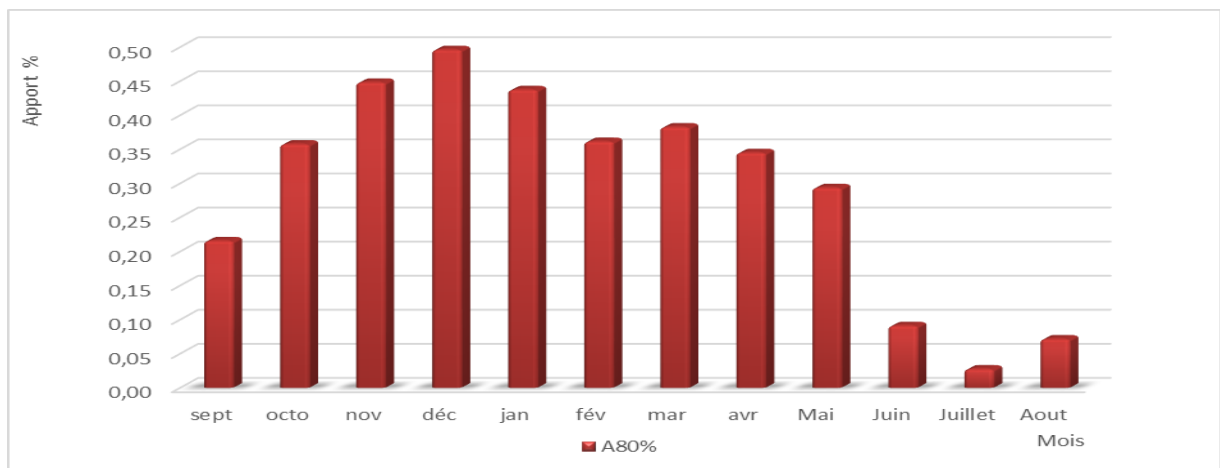


Figure IV.7: Représentation graphique de la répartition mensuelle des apports a 80%.

D'après la figure l'apport maximale est dans le mois de décembre (0,14 Hm³) et le minimale dans le mois de Juillet (0.01 Hm³).

IV.5 Etude de crues :

« Selon le glossaire international d'Hydrologie (WMO, 1974), une crue est définie comme la montée, en générale brève, du niveau d'un cours d'eau jusqu'à un maximum, cette montée précédant la décrue généralement plus lente. » (Benoît. H; 2008). Les paramètres définissant une crue sont :

- Le débit maximum (débit de pointe).
- Le volume.
- Le temps.
- La forme (Hydrogramme de crues).

La connaissance des crues est d'une importance capitale pour le dimensionnement des ouvrages d'évacuation et de protection de chantier. Pour y parvenir on a utilisé les formules empiriques.

IV.5.1 Débits maximums :

IV.5.1.1 Débits moyen journalier de différentes fréquences :

Il est donné par la relation de SAMIE :

$$Q_{jf} = \frac{P_{jmax f} * S * Cr * Ka}{86,4}$$

P_{jmax f} : pluie maximale journalière fréquentielle (mm) ;

Cr : coefficient de ruissellement instantané de crue en fonction de la hauteur de précipitation journalière maximale pour une fréquence donnée

Ka : coefficient d'amortissement de crue valant ka = 0.8.

Tableau IV.19: .Débit moyens journaliers de différentes fréquences

Fréquence (%)	10	5	2	1	0.1
période de retour (ans)	10	20	50	100	1000
Pluie max journalière fréquentielle (Pjmax période de retour (ans).mm)	88,44	99	111,75	121,25	152,11
Coefficient de ruissellement	0.64	0.67	0.7	0.71	0.76
Débit moyen journalier fréquentiel Qj^f% (m ³ /s)	1.14	1.37	1.67	1.88	2.67

➤ **Formule de GIANDOTTI :**

$$Qf\% = Qjf\% * \left(\frac{Ptc * 24}{Pjmaxf * Tc} \right)$$

Tableau IV.20: Débit instantanés (relation de GIANDONTTI).

période de retour (ans)	10	20	50	100	1000
Fréquence de retour	10%	5%	2%	1%	0.1%
Variable de GAUSS	1.28	1.65	2.057	2.328	3.099
Pjmax (%)	88,66	99,00	111,7 5	121,2 6	152,11
Ptc(mm)	84,46	94,31	106,45	115,52	144,90
Qmax (GIANDOTTI) (m ³ /s)	802,75	938,43	1106,66	1218,04	1635,53

➤ **Formule de SOKOLOVSKY:**

$$Qf\% = 0,28 * \frac{Ptc * S * Cr}{Tc} * f$$

f : Coefficient de forme de la crue : $f = \frac{12}{4+3*\varphi}$

Tableau IV.21: Valeur de ϕ en fonction de Caractéristique bassin versant.

bassin versant	Valeurs de ϕ
petits bassins versant $S \leq 50 \text{ km}^2$	2
bassins versants non boisés et peu perméables	2 : 3
bassins versants boisés et perméables	3 : 4

On prend une valeur de $\phi = 2,5$

F : coefficient d la forme de crue $f=1.04$

Tableau IV.22: Débit instantanés (relation de SOKOLOVSKY).

période de retour (ans)	10	20	50	100	1000
Fréquence de retour	10%	5%	2%	1%	0.1%
Variable de GAUSS	1.28	1.65	2.057	2.328	3.099
$P_{tc}(\text{mm})$	84,46	94,31	106,45	115,5 2	144,9 0
Coefficient de ruissellement	0.64	0.67	0.70	0.71	0.76
Q_{\max} (SOKOLOVSKY) (m^3/s)	1051,93	1229,72	1450,16	1596,12	2143,19

➤ **Formule FULLER:**

$$Qf\% = Qjf\% \left(1 + \frac{2,66}{S^{0,3}} \right)$$

S : surface du bassin versant (1424,832km²)

$Qjf\%$ = Débit moyen journalier fréquentiel (m³ /s).

Tableau IV.23: Débit instantanés (relation de FULLER)

période de retour (ans)	10	20	50	100	1000
Fréquence de retour	10%	5%	2%	1%	0.1%
Variable de GAUSS	1.28	1.65	2.057	2.328	3.099
Débit moyen journalier fréquentiel (m ³ /s)	748,59	875,11	1031,98	1135,85	1525,17
Q _{max} (FULLER) (m ³ /s)	974,01	1138,63	1342,74	1477,89	1984,44

➤ **Formule de TURAZZA :**

La formule de TURAZZA tient compte des pluies maximales de courtes durées, de l'intensité des pluies, de la superficie et du temps de concentration.

$$Q_{max} = \frac{Cr * Ptc * S}{3,6 * Tc}$$

Ou :

Ptc : pluie de courte durée pour un temps T ;

S : surface du bassin versant (4.50 km²) ;

Tc : temps de concentrations (2.12h) ;

It : intensité de la pluie (mm/h) ;

Cr : coefficient de ruissèlement (0.6-0.8).

Tableau IV.24: Débit instantanés (relation de TURAZZA)

période de retour (ans)	10	20	50	100	1000
Fréquence de retour	10%	5%	2%	1%	0.1%
Variable de GAUSS	1.28	1.65	2.057	2.328	3.099
<i>P_{jmax}</i> (%)	88,66	99,00	111,7 5	121,2 6	152,1 1
P _{tc} (mm)	84,46	94,31	106,4 5	115,5 2	144,9 0
Coefficient de ruissellement	0.64	0.67	0.70	0.71	0.76
Q _{max} (TURAZZA) (m ³ /s)	1003,44	1173,04	1383,32	1522,56	2044,41

Tableau IV.25: Tableau récapitulatif des débits.

Fréquence (%)	10	5	2	1	0.1
période de retour (ans)	10	20	50	100	1000
GIANDOTTI	802,75	938,43	1106,66	1218,04	1635,53
TURAZZA	1003,44	1173,04	1383,32	1522,56	2044,41
FULLER	974,01	1138,63	1342,74	1477,89	1984,44
SOKOLOVSKY	1051,93	1229,72	1450,16	1596,12	2143,19
Débit du projet adopté	1051,93	1229,72	1450,16	1596,12	2143,19

Devant la disparité entre les valeurs trouvées par les formules de calculs, et par mesure de sécurité ont écarté ces valeurs sous estimées, et on prend les valeurs de (SOKOLOVSKY).

IV.5.3 hydrogramme de crue :

L'hydrogramme de crue sera établi selon la méthode de Sokolovsky. Cette méthode assimile l'hydrogramme de crue à deux équations paraboliques, l'une pour la montée et l'autre pour la décrue (fig IV.8).

- pour la montée de crue $Q_t = Q_{\max\%} \left(\frac{t}{t_m}\right)^m$
- pour la décrue $Q_t = Q_{\max\%} \left(\frac{t_b-t}{t_d}\right)^n$

Avec :

t_m : Temps de montée de la crue,

$t_m = t_c = 21.32$ (Selon la formule algérienne)

t_d : Temps de la décrue $t_d = \gamma t_m$ et $\gamma = 2.5$ $t_d = 2.5 * 21.32$; $t_d = 53.3$

$t_b = t_m + t_d = 74,62$

m et n: Puissance des courbes; $m = 2$, $n=3$

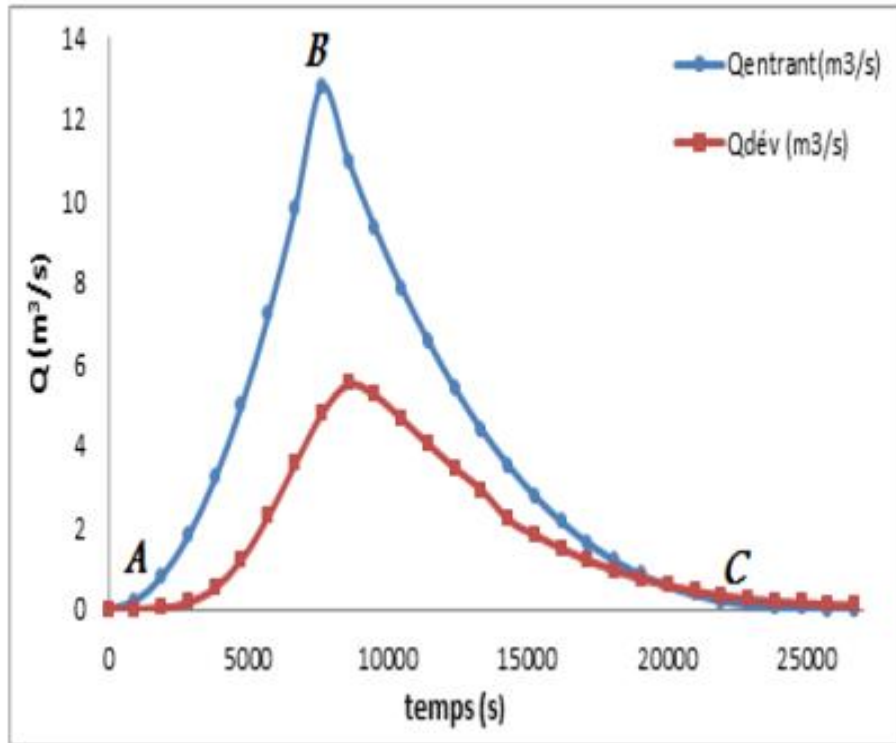


Figure IV.8: Hydrogramme de crue.

L'analyse des hydrogramme a montré deux points d'inflexion particuliers, l'un au début de la courbe de montée indiquant le début du ruissellement, l'autre entre la courbe de décrue et la courbe de tarissement indiquant la fin du ruissellement. (BARROCA- 2002). Représentation graphique de l'évolution du débit en fonction du temps. Pour l'hydrogramme d'une crue, on définit les composants suivants, qui de manière schématique sont graphiquement représentés, et auxquels sont associés les temps caractéristiques qui sont indiqués :

- **Courbe de montée de la crue** : Comprise entre les points A et B, dans laquelle, on entame la montée et, on atteint le maximum successivement.
- **Pointe ou bout de l'hydrogramme** : Maximum de la courbe de la crue (point B).
- **Courbe de diminution de la crue** : Comprise entre les points B et C.

Tableau IV.26: hydrogramme de crues de différentes périodes de retours

T (h)	Q10%= 1051,93(m3/s)	Q5%= 1229,72(m3/s)	Q2%= 1450,16(m3/s)	Q1%= 1596,12(m3/s)	Q0.1%= 2143,19(m3/s)
0	0,00	0	0	0	0
0,32	0,24	0,28	0,33	0,36	0,48
5,32	65,50	76,57	90,30	99,38	133,45
10,32	246,47	288,13	339,78	373,98	502,16
15,32	543,16	634,96	748,79	824,15	1106,63
20,32	955,56	1117,07	1317,31	1449,90	1946,86
21,32	1051,93	1229,72	1450,16	1596,12	2143,19
26,32	782,79	915,09	1187,75	1187,75	1594,85
31,32	563,99	659,31	855,75	855,75	1149,06
36,32	390,30	456,27	592,22	592,22	795,20
41,32	256,53	299,89	389,24	389,24	522,65
46,32	157,46	184,07	238,91	238,91	320,80
51,32	87,88	102,73	133,34	133,34	179,04
53,3	67,32	78,70	102,15	102,15	137,16
58,3	30,20	35,30	45,82	45,82	61,52
63,3	10,08	11,78	15,29	15,29	20,53
68,3	1,75	2,05	2,66	2,66	3,57
73,3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03
74,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

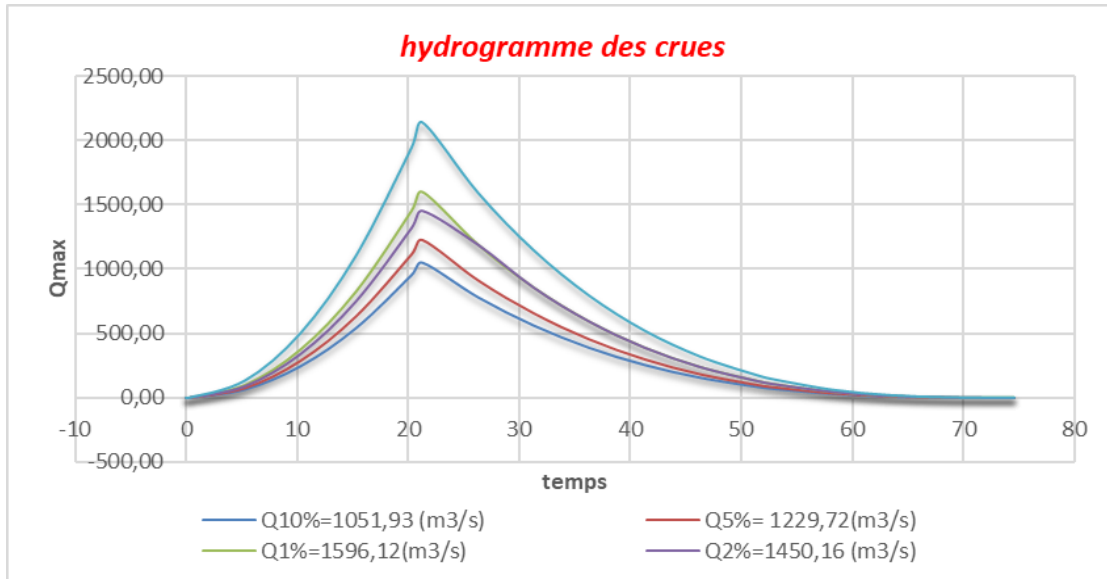


Figure IV.9: hydrogramme des crues de différentes période de retours

IV.5.3 Choix de la crue de projet :

➤ **Définitions :**

« La crue de projet est la crue de la plus faible fréquence entrante dans la retenue. Elle est prise en compte pour déterminer le niveau des Plus Hautes Eaux (PHE) et dimensionner l'évacuateur de crue, en intégrant les possibilités de laminage» (S.Francou, F. Rodier, 1967). « La période de retour de la crue du projet est en fonction du risque intrinsèque à chaque ouvrage, conformément aux recommandations du CFGB (Comité Français des Grands Barrage) de 1997». (Géraldine Milési).(Tab IV.25)

Tableau IV.27: Dommages en fonction des crues de projets de calculs

Dommages élevés	Dommages importants	Dommages faibles
Pertes de vie envisagées en raison de la fréquence de la population ou d'autre centre d'activité à l'aval.	Pas de pertes de vies envisagées mais la possibilité existe toutefois. Pas de développement urbain et nombre limité d'édifices à l'aval.	Pas de pertes de vies envisagées.
Pertes économiques considérables : dommages à des entreprises industrielles, commerciales ou agricoles, des édifices publics et des centres d'habitation, dommage au barrage lui-même et à d'autres réservoirs à l'aval.	Pertes économiques appréciables. Dommages à des édifices publics importants, au barrage lui-même et à d'autres réservoirs à l'aval.	Pertes économiques minimales. Bâtiments agricoles, terres et chemin vicinaux.
Le barrage est essentiel à l'activité économique et les réparations ne sont pas possibles.	Réparation possible du barrage. Disponibilité des sources de secours pour la fourniture en eau ou en électricité.	Réparation du barrage possible, pertes indirectes faibles.

Tableau IV.28 : critère de choix de la crue de projet.

Catégories des dommages	Crue de projet recommandée
Elevées : Perte de vie Dommage considérable	1/100000 à 1/10000
Importants : Pas de perte de vie Dommages importants.	1/10000 à 1/1000
Faibles : PAS de perte de vie Dommages légers.	1/1000 à 1/100

➤ **Choix de la crue de projet :**

La crue de projet est définie comme étant la crue maximale que l'ouvrage doit être capable d'évacuer sans dommages graves à l'aval.

Dans ce contexte on est amené à faire un choix car il est évident qu'on ne pourra jamais protéger un ouvrage contre toutes les crues pouvant survenir, on choisit donc une période de retour de crue, ce qui revient à accepter un certain risque qui devra être en rapport avec l'intérêt économique de l'ouvrage et les impératifs de sécurité.

Dans notre cas, nous allons opter pour la crue 10 ans voyant le risque potentiel et les dommages que causera une crue exceptionnelle qui sont faibles.

$$Q_{10\%} = 1051,93 \text{ m}^3/\text{s} \text{ pour le Bassin Versant}$$

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons précédemment défini l'hydrologie de la zone d'étude, avec une contribution moyenne annuelle estimée à 20,36 Hm³/an et un débit d'eau égal à 14,305 mm/an. Calculer simultanément le débit de crue de conception égal à 1051,93 m³/s.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Dans le cadre du projet de fin d'étude , nous avons essayé d'étudier l'ensemble des aspects qui concernent le dimensionnement de la digue qui assurera la rétention de l'oued SEBAOU.

L'ensemble des éléments qui ont été étudiés sont les données de la morphologie du site ,déterminer les différentes caractéristiques de bassin versant , et l'hydrologie.

Ce travail a permis de relever des résultats qui se divisent en deux parties :

1- Description de bassin versant :

- Les caractéristiques géométriques de bassin versant sont :
- La surface de bassin est égale à $1424,832 \text{ Km}^2$
- Le périmètre de bassin est égal à $194,596 \text{ Km}$
- La forme allongée du bassin versant, caractérisé son relief de type (fort de classe R7) et la densité de son réseau hydrographique.
- Le temps de contraction calculé par différentes formules empiriques est égal à $21,32 \text{ h}$
- La vitesse de ruissellement est égale à $2,57 \text{ Km/h}$.

2- Partie hydrologique :

- La pluie moyenne annuelle est égale à $270,25 \text{ mm}$;
- L'apport moyen est égale à $20,36 \text{ Hm}^3/\text{an}$;
- La lame d'eau ruisselante est égale à $14,305 \text{ mm}/\text{an}$;
- L'étude statistique des séries observées au niveau de stations représentative est effectuée par la loi de Gumbel et la loi de log- Normale ;
- le débit de crue de conception est égal à $1051,93 \text{ m}^3/\text{s}$.

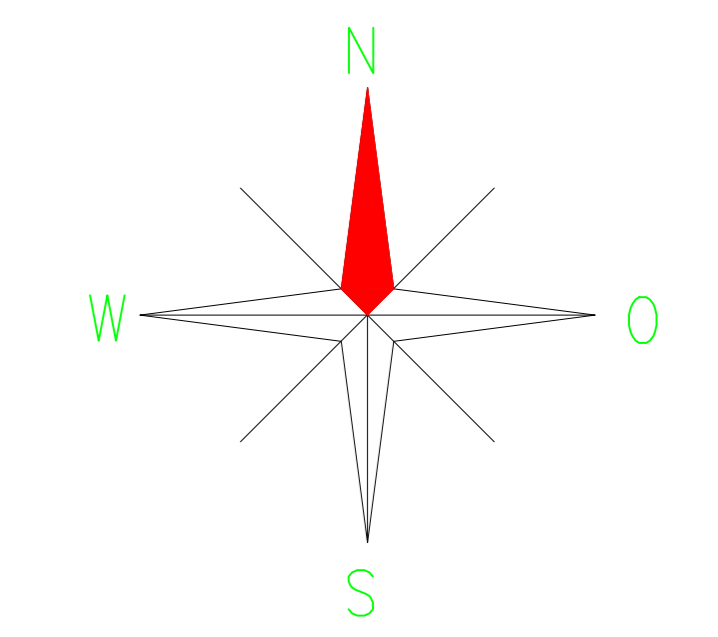
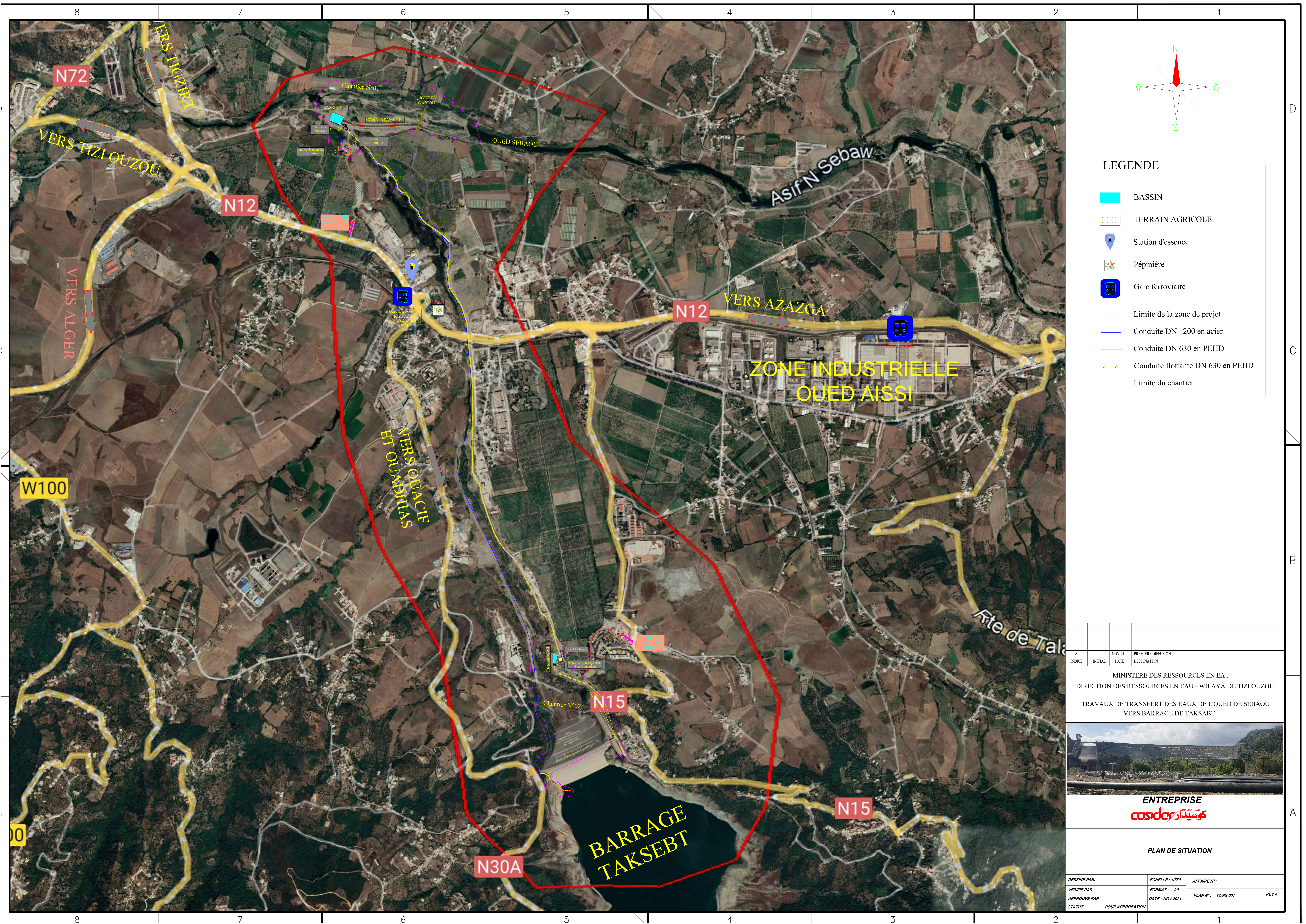
à la fin de ce stage , on peut dire que cette étude nous a permis d'aborder différents volets qui concernent l'étude hydrologique de bassin versant , tout en se basant sur les théories le long de notre cursus universitaires .

À la lumière de ce modeste travail, nous souhaitons avoir répondu à l'objectif fixé au départ, et aussi nous espérons que ce mémoire puisse servir de support pour une nouvelle étude .

BIBLIOGRAPHIE

- A.** Bureau d'étude Cosider canalisation
- B.** A.N.R.H Blida
- C.** A.N.R.H Tizi Ouzou
- D.** (ZEROUALI Bilal,2015) E Analyse et cartographie des tendances pluviométriques dans le bassin versant de l'Oued Sebaou (Nord-Centre de l'Algérie) .
- E.** (CFBR,Comité Français des Barrages et Réservoirs).
- F.** Baize, D., Jabiol, B., 1995. Guide pour la description des sols. INRA, Paris, 375p
- G.** Francou, S. And Rodier, F. (1967) Essai de classification des crues maximales observées dans le monde. Cahiers de l'orstom, 4, 19-46.
- H.** Sari. A : « Initiation à l'hydrologie de surface ». 1ère Ed .Edition HOUMA , Alger-(2002).
- I.** Bénina .A : « Manuel Pratique D'Hydrologie »(MARS 2004)

Annexes



LEGENDE

- BASSIN
- TERRAIN AGRICOLE
- Station d'essence
- Pépinière
- Gare ferroviaire
- Limite de la zone de projet
- Conduite DN 1200 en acier
- Conduite DN 630 en PEHD
- Conduite flottante DN 630 en PEHD
- Limite du chantier

INDICE	INITIAL	DATE	PREMIERE DIFFUSION DESIGNATION
A		NOV-21	PREMIERE DIFFUSION

MINISTERE DES RESSOURCES EN EAU
 DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU - WILAYA DE TIZI OUZOU
 TRAVAUX DE TRANSFERT DES EAUX DE L'OUED DE SEBAOU
 VERS BARRAGE DE TAKSABT



ENTREPRISE
cosidor كوسيدار

PLAN DE SITUATION

DESSINE PAR:	ECHELLE: 1/750	AFFAIRE N°:
VERIFIE PAR:	FORMAT: A0	PLAN N°: TZ-PS-001
APPROUVE PAR:	DATE: NOV-2021	REVA
STATUT	POUR APPROBATION	

La série pluviométrique de la station de Tizi Ouzou (1979-2018) donnée par A.N.R.H Blida

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	Pj max
1979	17,6	25,2	29,4	23,6	30	15,7	56,5	27,5	10	0,7	0	2,7	56,5
1980	0	23,7	25,4	83,2	22	21,3	26,1	10,8	17,2	12,2	0	31	83,2
1981	5,8	21,1	14,7	55,1	90,5	26,2	7,1	8	16,2	1,5	0	4	90,5
1982	14,8	64,4	50,7	37,9	2,1	23,2	15,6	19,3	7,6	0	0,2	22	64,4
1983	6,2	18,7	23,5	19	47	43,2	20,7	11,6	14,5	10,5	0	0	47
1984	27,2	43,5	12	41	31,3	20,6	67,6	9,1	25,4	0	0,9	0	67,6
1985	13	26,2	30,8	18,9	16,8	47,7	101,9	11,9	4,3	14	6,8	5,7	101,9
1986	7,2	11,5	23,4	60,7	44	44	24,7	3,6	7	9,6	0,7	2,5	60,7
1987	13,3	23,1	25,4	22,1	24,2	17,6	28	35,5	11,5	16,6	6,9	0	35,5
1988	32,5	3,4	31,3	45,9	16,1	8,9	18,9	28,4	3,4	6,2	3,6	38,1	45,9
1989	14,6	21,4	22,1	22,7	16,5	0,1	10,4	33,4	23,7	10,1	13,5	0	33,4
1990	6,6	29	15,6	57,3	33,8	27,5	19	12,3	17,8	1,4	0,4	2,8	57,3
1991	3,5	58	12,1	6,6	49,3	25	18	60,3	36,6	22,6	6,1	0,2	60,3
1992	4,3	41,8	37,1	67,6	17	25,6	8,7	27,4	27,1	0,2	0	6,4	67,6
1993	24	17,8	28,3	26,5	46,5	38	5	16,1	1,2	0,3	0	9,5	46,5
1994	60,8	18,3	9,2	45,6	72,7	18,1	31,9	19,3	1	6,4	0,3	10,8	72,7
1995	3	7,5	10,1	24,2	40,4	46,6	17,3	73,1	16,8	7,4	5,1	3	73,1
1996	26,2	46	17,9	22,3	12,7	14,4	8,3	23	8,7	4,1	0,3	4,4	46
1997	24,8	34,2	59,5	40,8	27,9	79,2	26,7	40	62,4	0,6	0	1,8	79,2
1998	11,5	27	21,5	26,4	28,8	28,2	19	6,2	20,5	0,2	0	2,1	28,8
1999	10,8	6	41,7	80,1	5,7	3,7	3,5	12	29,1	2,4	0	0,3	80,1
2000	5,9	9,4	27,8	30,8	58	11,9	2,3	20,4	16,5	0	0	0,7	58
2001	22,1	4	20,1	23	28,6	18,5	25,4	12,8	19,3	1,1	1	12	28,6
2002	16,3	22,1	66,9	92,3	47,7	18,7	24,4	49,5	17,3	2,5	3	0,9	92,3
2003	12,1	14,9	35,6	25,7	34,1	19,3	17,8	27	65,6	1	2,2	10,1	65,6
2004	5,4	20,4	52,6	48,6	32,8	33,5	5,3	6,2	1,5	0	1,4	0,5	52,6
2005	10,6	17,8	15,7	30,4	19,8	53,9	18,3	6,2	61,7	2,3	1	6,1	61,7
2006	16	6,2	4,5	38,6	3,9	21	77,1	68,5	6,1	7,5	9,4	1,4	77,1
2007	36,5	88,6	129	27	3	4,2	32,2	21,2	25,1	9,8	7,1	0	129
2008	15	33,6	63,3	30,6	50,6	10,2	22,3	31,2	34,1	0	2,5	6,9	63,3
2009	39,5	20,9	31,8	37,7	28,2	10,2	63,5	76,2	30	14,1	0,6	11,3	76,2
2010	15,1	35,6	42,5	43	27,3	31,5	37,1	44,4	55,3	23,3	3	0,4	55,3
2011	2	11,4	63,7	33,8	31,8	45,6	26,3	36,5	21,5	0,6	0,9	8	63,7
2012	3	18,8	25	8,5	37,3	28,7	16,3	19,3	60,1	0	0	4,4	60,1
2013	24,2	42,6	18,3	19,3	28,3	33,9	55,1	3,6	6,4	35,3	0,1	3,1	55,1
2014	15,3	18	11,9	64	59,4	27,9	21,7	0,6	12,4	12	0,2	1,1	64
2015	23,2	21,7	35,5	0	40,6	60	50,4	27,3	44,5	0	0	0	60
2016	1,8	7	23	41,2	46,7	18,4	17,1	25,9	0,5	16,2	0	0	46,7
2017	27	34	36,2	37,1	15,1	34,8	60,3	43,5	11,1	19,7	0	0	60,3
2018	25,6	73,4	93,8	23	38	22,7	35,2	21,6	26,2	0	5,4	0	93,8

Résumé :

L'Algérie a connu ces trois dernières années une modification du taux de pluviométrie due au phénomène de sécheresse qui a provoqué une baisse du niveau des eaux stockées au niveau des barrages.

Le barrage de Taksebt est l'un des barrages touchés par ce phénomène, et afin de relever le niveau de l'eau, un projet a été proposé pour détourner l'eau de Ouad Sébaou vers le barrage de Taksebt , afin de répondre aux besoins des consommateurs de la région de Tizi-Ouzou.

Ce présent travail consiste à l'étude hydrologique de bassin versant de Ouad Sébaou ; pour mener à bien cette étude nous avons étudié toutes les étapes qui nous aide a estimer le débit nécessaire pour remplir le barrage .

Mots clé : barrage ,sécheresse ,étude hydrologique ,bassin versant .

ملخص:

شهدت الجزائر خلال السنوات الأخيرة تغير في نسبة تساقط الامطار ، و ذلك بسبب ظاهرة الجفاف ، مما أدى الى نقص منسوب المياه على مستوى السدود.

سد تقسابت هو أحد السدود المتأثرة بهذه الظاهرة ، ومن أجل رفع منسوب المياه تم اقتراح مشروع لتحويل المياه من واد سباو إلى سد تقسابت ، وذلك لتلبية احتياجات المستهلكين في منطقة تيزي وزو.

يتمحور هذا العمل حول الدراسة الهيدرولوجية لمستجمعات المياه في واد سيباو ؛ لإجراء هذه الدراسة قمنا بدراسة جميع المراحل التي تساعدنا على تقدير التدفق اللازم لملء السد.

الكلمات المفتاحية : سد، الجفاف، دراسة هيدرولوجية ،مستجمعات المياه .

Abstract:

Over the past three years, Algeria has experienced a change in the rate of rainfall due to the phenomenon of drought which has caused a drop in the level of water stored at the level of the dams.

The Taksebt dam is one of the dams affected by this phenomenon, and in order to raise the water level, a project has been proposed to divert water from Ouad Sébaou to the Taksebt dam, in order to meet the needs consumers in the Tizi-Ouzou region.

This present work consists of the hydrological study of the watershed of Ouad Sébaou; to carry out this study we studied all the stages which help us to estimate the flow necessary to fill the dam.

Keywords: dam, drought, hydrological study, watershed