



Année Universitaire : 2014-2015



Licence Sciences et Techniques : Géorressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et
Techniques

Prévision des crues du bassin versant de l'Ouergha

Présenté par:

- *Naji RADOUANE*
- *AHMED EL FAZAZI*

Encadré par:

- **Pr. MOHAMMED BOUKHIR.**
- **Mr. AZIZ BOUIGNANE.**

Soutenu Le 16/06/2015 devant le jury composé de:

- **Mr. LAHRACH ABDERRAHIM.**
- **Mr CHAOUNI ABDEL ALI.**
- **Mr. MOHAMMED BOUKHIR.**

Stage effectué à : ABHS



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

NOM et Prénom : NAJI RADOUANE.

: El FAZAZI Ahmed.

Année Universitaire : 2014/2015

Titre : Prévion des crues sur le bassin versant de l'Ouergha

Résumé

Le bassin versant Ouergha au passage entre le Rif et le Moyen Atlas s'étale sur 7300 Km², occupant l'essentiel du versant Sud atlantique de l'arc rifain et s'étend sur la majeure partie de la montagne rifaine.

L'étude a été entamée par une caractérisation morphologique de la zone étudiée, suivie par la détermination des caractères physiques et des caractères de forme, du relief et l'étude de pente de bassin et en fin une analyse de réseaux hydrographiques.

Ce bassin a une superficie de 6190 Km² et un périmètre de 461 km soit de 16.5% du bassin versant de l'oued Sebou dont il fait partie.

Sur le plan des études hydrologiques du bassin d'Ouergha on va essayer de calculer le temps de concentration du bassin d'Ouergha puis détermination des débits de période de retour 50 et 100 et 1000 ans par logiciel hyfran plus .

En dernière partie on a effectué une analyse et traitements des crues pour enfin conclure que les crues du bassin Ouergha sont de natures pluviales et résultent généralement de fortes averses localisées dans l'espace et que les apports du bassin versant Ouergha représentent plus de 75.70% d'apports entrant au barrage ELWAHDA.

Mots clés: Bassin versant de l'Ouergha, précipitation, Crues, l'étude hydrologique, Volumes des Apports.

Sommaire

LISTE DES TABLEAUX :	5
LISTE DES FIGURES :	6
DEDICACE	7
REMERCIEMENT	8
INTRODUCTION.....	9
I. L'AGENCE DU BASSIN HYDRAULIQUE DE SEBOU(ABHS):.....	9
1. Création	10
2. Missions	10
3. Organisme structurel de l'ABHS	11
CHAPITRE I : LES CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES DU BASSIN VERSANT DU OUERQHA	13
1. Introduction :.....	13
2. Cadre géographique :	13
3. Les caractéristiques physiques du bassin versant :.....	13
1. Surface :.....	14
2. Périmètre :	14
4. caractéristiques de forme :.....	15
a. Indice de compacité de Gravelius KG :	15
b. Orientation :.....	17
c. Couvert végétal :	17
d. Les caractéristiques du relief :.....	19
<input type="checkbox"/> Carte hypsométrique :	19
<input type="checkbox"/> Courbe hypsométrique :	19
e. Le rectangle équivalent :	21
f. Etude de la pente :.....	23
1. La réalisation de la carte des pentes :.....	23
2. Pente moyenne du bassin versant :.....	24
g. Réseau hydrographique et ouvrages hydrauliques :.....	25
1. Caractéristique physiographique :.....	26
CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUES	28
1. Introduction :.....	28
2. Calcul de temps de concentration :	28
3. Calcule des débits.....	32
a. La méthode probabiliste :	33
<input type="checkbox"/> Ain Aicha	34

□ BAbOuender.....	35
□ Tabouda.....	36
CHAPITRE III : ETUDE DES CRUES.....	41
1. Processus hydrologiques de genèse des crues :.....	42
2. Facteurs de contrôle des processus de genèse décrues :.....	43
3. Traitement des diagrammes de crue pendant les années 2009 jusqu'à 2012 pour les quatre BVs du BV ouergha	44
4. Calcule des apports :	53
5. Calcule de L'Apports pluviométriques :	56
Les apports de barrage el Wahda :	57
CONCLUSION	59
Bibliographie.....	59

Liste des Tableaux

Tableau 1 : superficie des sous bassin d'Ouregha.....	14
Tableau 2 : Périmètre des sous bassin d'Ouregha.....	15
Tableau 3 : indice de compacité	16
Tableau 4 : Tableau de fréquences et des pourcentages cumulés au-dessus de la limite inférieure	20
Tableau 5 : rectangle équivalent.....	23
Tableau 6 : Pente moyenne	25
Tableau 7 : Caractéristique physiographique	27
Tableau 8 : Tc par la formule de Giondotti	29
Tableau 9 : Tc par La formule de Turazza	30
Tableau 10 : Tc par la formule Ventura	31
Tableau 11 : Tc par La formule Espagnol.....	31
Tableau 12 : Tc par les 4 méthodes.....	32
Tableau 13 : Débit max instantané.....	33
Tableau 14 : caractéristiques statistiques Ain Aicha.....	34
Tableau 15 : Temps de retours Ain Aicha.....	34
Tableau 16 : caractéristiques statistiques Galaz	39
Tableau 17 : Temps de retours Galaz	39
Tableau 18 : Précipitation moyen de 2009 jusqu'à 2012.....	55
Tableau 19 : coefficient de ruissèlement.....	57
Tableau 20 : Apports Du bassin Ouregha	57
Tableau 21 : Apports Barrage El Wahda.....	57

Liste des figures :

Figure 1 : Organigramme de l'agence du bassin hydraulique de Sbou.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 2 : exemple indice de compacité.....	14
Figure 3 : Carte d'orientation du bassin D'Ouergha	17
Figure 4 : Carte d'Occupation du sol	18
Figure 5 : Carte hypsométrique du Bv Ouergha	19
Figure 6 : Histogramme de fréquence de l'altitude en fonction de la superficie	20
Figure 7 : Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Ouergha	21
Figure 8 : Carte des pentes	24
Figure 9 : carte hydrographique de bassin Ouergha.....	26
Figure 10 : Graphe de l'ajustement Bab Ouender d'après la loi Normal.....	36
Figure 11 : Graphe de l'ajustement Tabouda d'après la loi Normal.....	38
Figure 12 : Graphe de l'ajustement Galaz d'après la loi Normal.....	40
Figure 13 : Diagramme précipitation-débit Ain aicha 09/10	44
Figure 14 : Diagramme précipitation-débit Bab Ouender 09/10.....	44
Figure 15 : Diagramme précipitation-débit Galaz 09/10	45
Figure 16 : Diagramme précipitation-débit Tabouda 09/10.....	46
Figure 17 : Diagramme précipitation-débit Ain Aicha 10/11	47
Figure 18 : Diagramme précipitation-débit Bab ouender 10/11	47
Figure 19 : Diagramme précipitation-débit Galaz 10/11	48
Figure 20 : Diagramme précipitation-débit Tabouda 10/11	49
Figure 21 : Diagramme précipitation-débit Ain Aicha 11/12	50
Figure 22 : Diagramme précipitation-débit Bab Ouender 11/12.....	50
Figure 23 : Diagramme précipitation-débit Galaz 11/12	51
Figure 24: Diagramme précipitation-débit Tabouda 11/12.....	52
Figure 25 : Schéma représentative des stations pluviométriques Bv Ouregha.....	56

DEDICACE

Moi, Radouane

Je dédie se modeste travail

À ma chère maman L'Hajjalatifa, à mon père L'Hajj

Abdrahmman À ma sœur, Ghizlane

À toute ma famille

Mes professeurs

À tous mes amis (es) et mes collègues À tous

Ceux qui me sont chères.

Moi, Ahmed

J'ai l'honneur de dédie ce travail :

Aux tous membres de la famille qui ont été toujours à

Mes cotes dans les pires et les bons moments

Mes amis qui font une grande part de ma personnalité

Mes professeurs Merci ; je n'ai pas trouvés

lesTermes pour expliques ce que je sens en vers vous ☺

REMERCIEMENT

Dieu merci

Pour nous avoir éclairé le droit chemin, et pour tous ses bienfaits apparents et cachés.

Il nous est agréable d'exprimer notre reconnaissance et notre gratitude auprès de toutes les personnes qui nous ont aidés tout au long de mon stage.

Nous tenons aussi à exprimer mon profond respect et nos sincères remerciements à nos encadrant :

Mr. Aziz BOUIGNANE chef de division, dans tout ce qu'il représente comme modèle de sérieux, d'assiduité, d'acharnement dans la recherche de l'accomplissement du travail et surtout son dévouement à son travail.

Mr. Boukhir professeur à l'université des sciences et techniques, pour son encadrement tout au long du stage, son sérieux et sa quête de la perfection.

Enfin notre grande part de remerciements va à tout le corps professoral et administratif de la faculté des sciences et technique de Fès pour la formation solide reçue durant nos études et à tous ceux qui ont participé au bon déroulement de ce travail

INTRODUCTION

Les ressources en eau, plus que toute autre forme de ressources, constituent un élément fondamental et nécessaire au maintien et au développement de toute activité humaine économique et sociale. Cependant, le succès de tels projets passe nécessairement à une bonne connaissance du régime hydrologique. Le bassin versant de Sebou au Nord-Ouest Marocain possède 30% de la réserve nationale en eau superficielle dont 50% sont fournies par le sous bassin versant d'Ouergha. Notre site d'étude est le bassin versant de l'Ouergha qui s'étale sur 6190 Km², en occupant l'essentiel de l'arc rifain. Il s'étend sur la majeure partie de la montagne rifaine et forme un passage entre le Rif et le Moyen atlas. Cette situation géographique favorise la pénétration de la douceur et l'humidité des masses d'air qui lui permettent d'être la région la plus pluvieuse au Maroc surtout au niveau de son point culminant: JbelOutka.

Le bassin versant d'Ouergha comporte le plus grand aménagement hydraulique au Maroc: barrage El Wahda de retenue importante de 3714 Mm³ grâce à son installation sur un sillon profond. Ce bassin est dépourvu d'un réservoir d'eau souterraine. Cependant les eaux de surface sont vulnérables à plusieurs risques naturelles (la sécheresse, les inondations, la pollution....) et anthropique (surexploitation).

I. L'AGENCE DU BASSIN HYDRAULIQUE DE SEBOU(ABHS):

1. Création

Instaurée par le décret 2.00.477 du 14 Novembre 2000, pris en application de l'article 20 de la loi 10-95 sur l'eau, l'Agence du Bassin Hydraulique du Sebou est un établissement public doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière.

L'Agence de Bassin gère les ressources en eau d'un bassin hydraulique en associant l'ensemble des acteurs de l'eau en veillant à la protection du domaine public hydraulique dans le but d'un développement durable. L'Agence est administrée par un Conseil d'Administration présidé par l'autorité gouvernementale chargée des ressources en eau et dans lequel sont représentés tous les acteurs intervenant dans le domaine de l'eau au niveau du bassin hydraulique.

L'Agence du Bassin Hydraulique du Sebou veille à assurer un service de l'eau dans les conditions de qualité et de proximité requises par l'utilisateur notamment à travers :

- ✓ La recherche et le dégagement de nouvelles ressources ;
- ✓ La garantie de l'allocation des ressources en eau ;
- ✓ La prévention contre la pénurie et l'atténuation des effets de la sécheresse ;
- ✓ Le contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques et leur maintenance;
- ✓ L'assistance technique et l'aide financière aux usagers ;
- ✓ La participation à la protection de la population et des biens contre les inondations
- ✓ L'information continue des usagers et des acteurs de l'eau

2. Missions

- ✓ Organise le développement des Ressources en Eau.
- ✓ Veille à la sécurité de la ressource et du patrimoine.

3. Organisme structurel de l'ABHS

L'organigramme de l'Agence du Bassin hydraulique du Sebou se compose de quatre divisions



Figure 1 : Organigramme de l'agence du bassin hydraulique de Sebou

CHAPITRE I

LES CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES DU BASSIN VERSANT DU OUERQHA

CHAPITRE I : LES CARACTERISTIQUES PHYSIOGRAPHIQUES DU BASSIN VERSANT DU OUERQHA

1. Introduction :

L'objectif du travail est d'atténuer les dégâts causés par les inondations dans la Plaine Gharb. Cela en mettant au profit des directions responsables de la surveillance et de la gestion du barrage ElWahda un outil de prévision des crues.

Les enjeux du projet sont divers : Des enjeux sociales consistant à assurer le bien-être de la population en aval du Barrage ElWahda, à savoir la région du Gharb; Des enjeux économiques consistant à diminuer les dégâts causée par les inondations, ces dernières étant la conséquence des crues violentes que connaît Oued Ouergha, affluent principale du barrage ElWahda; Des enjeux environnementaux consistant à diminuer l'impact des inondations Sur la faune et la flore.

2. Cadre géographique :

Le BV de l'Ouergha couvre une superficie de l'ordre de 6190 Km², il se situe dans le Nord du Maroc entre les latitudes 34°25' et 35°25', et les longitudes --- 5°24' Et --- 3°45', il s'étend sur la majeure partie de la montagne rifaine. Il est limité au Nord par la crête rifaine passant par Ketama, BabBerred et BabTaza, distant de la méditerranée d'environ 30 Km Au Sud, par les BVs des affluents pré-rifains du Sebou et à l'Est par les affluent de la Moulouya et du Sebou du Périph oriental.

3. Les caractéristiques physiques du bassin versant :

Il s'agit des caractéristiques purement géométriques permettant de nous renseigner sur le degré d'allongement du bassin versant qui traduit sa réaction vis-à-vis de l'écoulement global contre les phénomènes métrologiques. Les principales caractéristiques physiographiques et géomorphologiques du bassin versant étudiées ont une importante majeur car elles interviennent, et souvent d'une façon combinée dans la modalité de l'écoulement superficiel. Son comportement hydrologique est influencé par les facteurs physiographiques suivants :

1. Surface :

Le bassin versant étant l'aire de réception de précipitations et d'alimentation des cours d'eau, les débits vont donc être en partie reliés à sa surface. Celle-ci correspond à l'aire délimitée par l'ensemble des points les plus hauts qui constituent la ligne des partages des eaux.

Dans notre étude la surface du bassin versant qui est de 6190 Km² :

- Un petit bassin versant réagit très vite à une averse, les eaux se rassemblent rapidement ;
- Un grand bassin versant réagit très lentement à une averse (effet ressenti très lent à l'exutoire).

<i>nom bassin</i>	<i>du Grand bassin versant d'Ouregha</i>	<i>Bv : Ain aicha</i>	<i>Bv : Boured</i>	<i>Bv : babouender</i>	<i>Bv :ratba</i>	<i>Bv :galaz</i>	<i>Bv :tabouda</i>
<i>Surface (km²)</i>	<i>6190</i>	<i>2420</i>	<i>268</i>	<i>1750</i>	<i>451</i>	<i>440</i>	<i>861</i>

Tableau 1 : superficie des sous bassin d'Ouregha

2. Périmètre :

Le périmètre représente toutes les irrégularités du contour ou de la limite du bassin versant, il est exprimé en Km. Le contour du bassin est constitué par une ligne joignant tous les points les plus élevés. Le périmètre de ce bassin est de 461 Km.

nom du bassin	<i>Grand bassin versant d'Ouregha</i>	<i>Bv : Ain aicha</i>	<i>Bv : Boured</i>	<i>Bv : BabOuender</i>	<i>Bv : Ratba</i>	<i>Bv : Galaz</i>	<i>Bv : Tabouda</i>
<i>Périmètre (km)</i>	461	441	83	420	99	135	193

Tableau 2 : Périmètre des sous bassin d'Ouregha

4. caractéristiques de forme :

a. Indice de compacité de Gravelius KG :

Cet indice donne une idée sur la forme du bassin versant qui a une influence sur l'écoulement global du cours d'eau et surtout sur l'allure du l'hydrogramme à l'exutoire du bassin, résultant d'une pluie donnée. Cet indice est déterminé à partir de la carte topographique en mesurant le périmètre du bassin versant et sa surface. Il est proche de 1 pour un bassin versant quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongé. Il est défini comme le rapport du périmètre du bassin au périmètre du cercle ayant la même surface par la formule mathématique suivante :

$$K_G = \frac{P}{2 \cdot \sqrt{\pi \cdot A}} \approx 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Avec :

K_G : Indice de compacité de Gravelius

A : Surface du bassin versant

P : périmètre du bassin

Dans le cas de ce bassin $K_G=1,64$

- Donc le bassin versant de l'oued de l'Ouergha a une forme : Allongée

nom du bassin	<i>Grand bassin versant d'Ourgha</i>	<i>Bv : Ain aicha</i>	<i>Bv : Boured</i>	<i>Bv : BabOuender</i>	<i>Bv : Ratba</i>	<i>Bv : Galaz</i>	<i>Bv : Tabouda</i>
<i>Indice de compacité</i>	<i>1.64</i>	<i>2.51</i>	<i>1.41</i>	<i>2.81</i>	<i>1.30</i>	<i>1.80</i>	<i>1.84</i>

Tableau 3 : indice de compacité

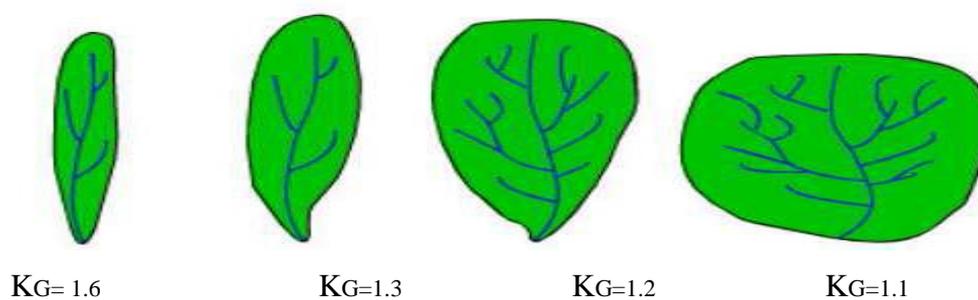


Figure 2 : exemple indice de compacité

b. Orientation :

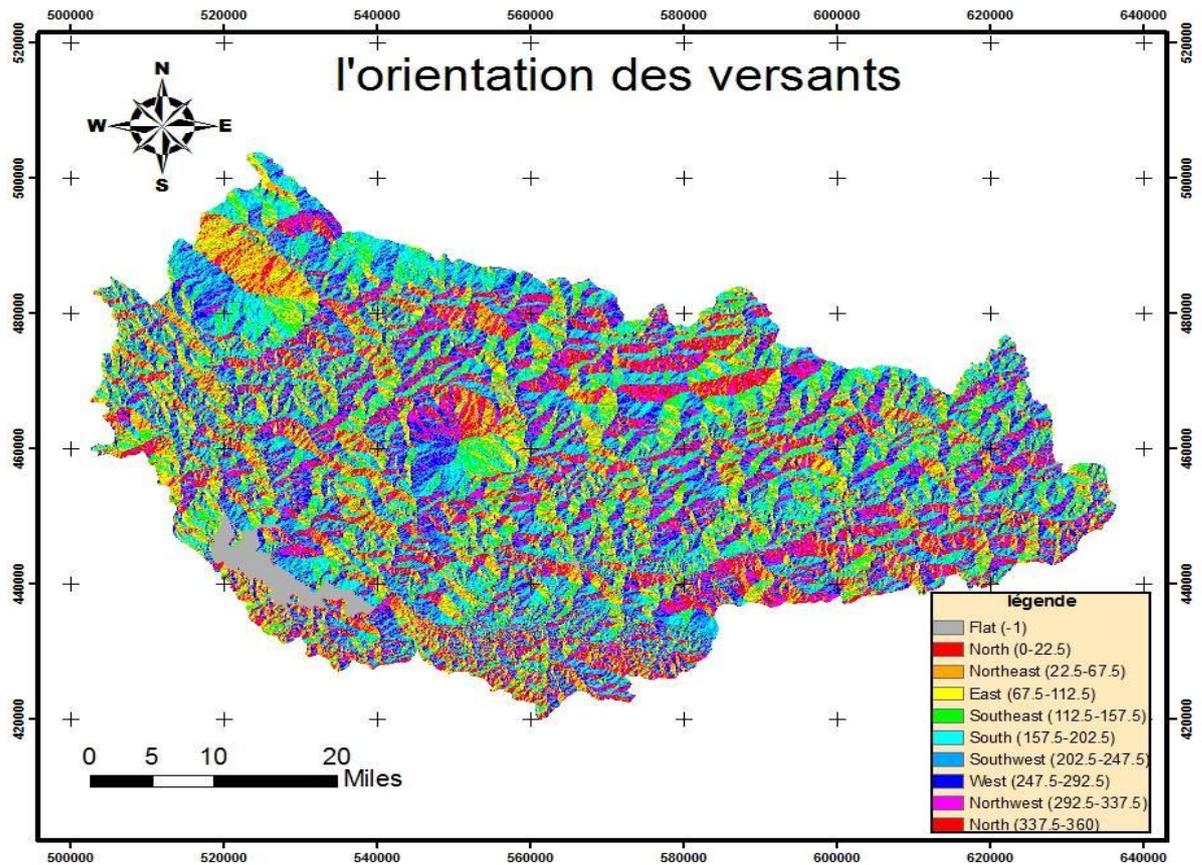


Figure 3 : Carte d'orientation du bassin D'Ouergha

Plus de 70 % du bassin est orienté vers le Sud, cette disposition est peu favorable à l'enneigement, ce qui explique que malgré une altitude moyenne plus élevée que celle du Moyen Atlas, les neiges fondent beaucoup plus rapidement. Cette fonte des neiges précoces favorise les crues des mois de mars et avril.

c. Couvert végétal :

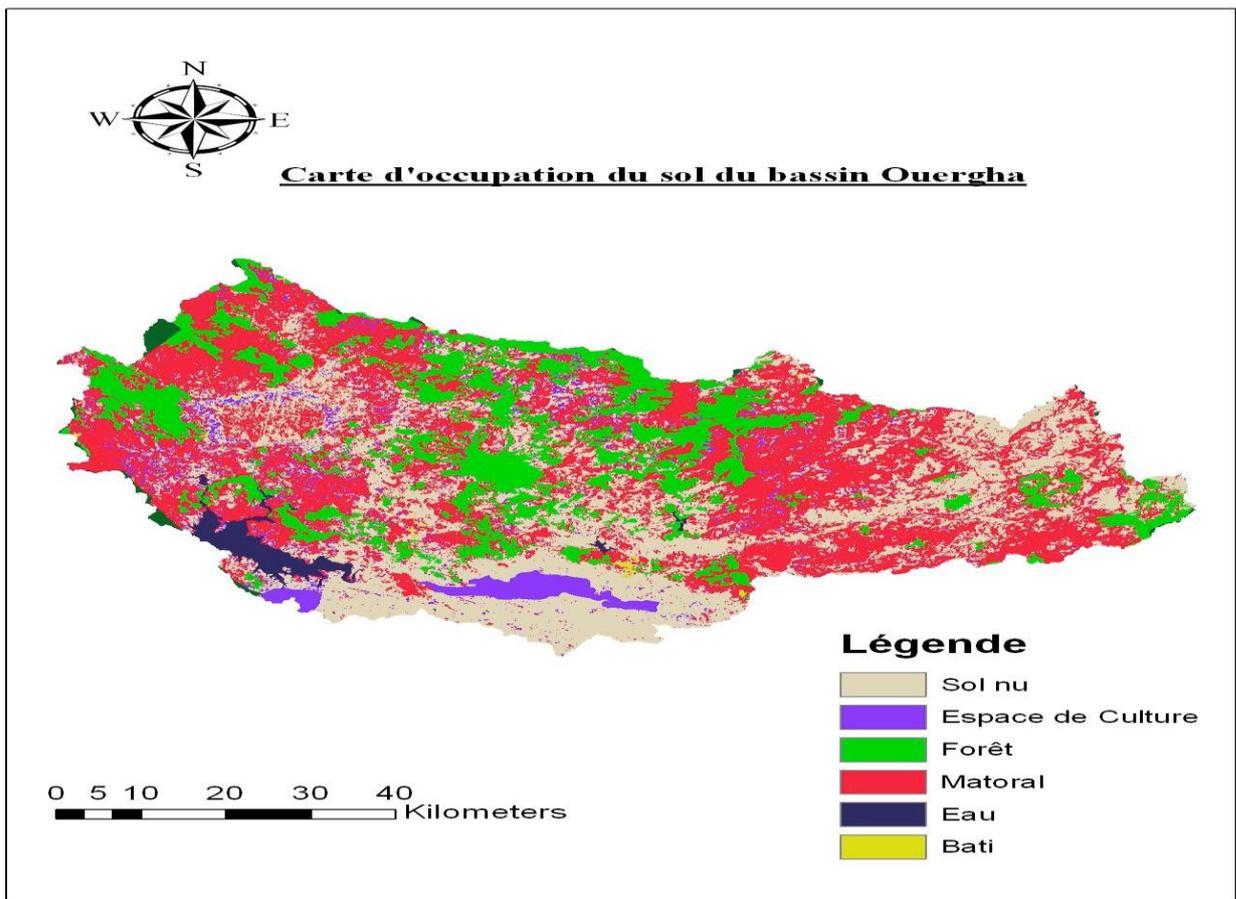


Figure 4 : Carte d'Occupation du sol

La situation géographique, privilégiée de la montagne rifaine, sur laquelle le Bv Ouergha s'étend sur la majeure partie, lui offre une flore riche et très variée. Une surface importante du BV est couverte du matorral et des forêts. Elle est constituée essentiellement de chênes (liège, verts...), avec une remarquable réduction de l'aire de cèdre en altitude. L'irrigation permet la culture du maraichage sur les terrasses et les cônes de déjections, les pentes étant cultivées en céréales. La basse montagne rifaine et les collines pré rifaines sont caractérisées par les grandes populations d'oliviers et l'extension des céréales.

d. Les caractéristiques du relief :

C'est à partir de l'étude de ces caractéristiques qu'on peut déterminer la morphologie du bassin versant, sa réaction aux phénomènes météorologiques et son comportement hydrologique.

L'influence du relief sur l'hydrogramme est encore plus évidente, car de nombreux paramètres hydrométéorologiques varient avec l'altitude et la morphologie du bassin versant. Sur la carte, le relief est indiqué par les courbes de niveau en joignant les points d'égale altitude. Il est nécessaire de déterminer la répartition du bassin versant par les tranches d'altitude en fin de pouvoir dégager les différents paramètres du relief.

On a déterminé la répartition des altitudes à partir d'une carte topographique de 500000^{ème}. La surface entre deux courbes de niveau a été déterminée par un logiciel Arc Gis. Les résultats obtenus ont permis d'établir la courbe hypsométrique.

- **Carte hypsométrique :**

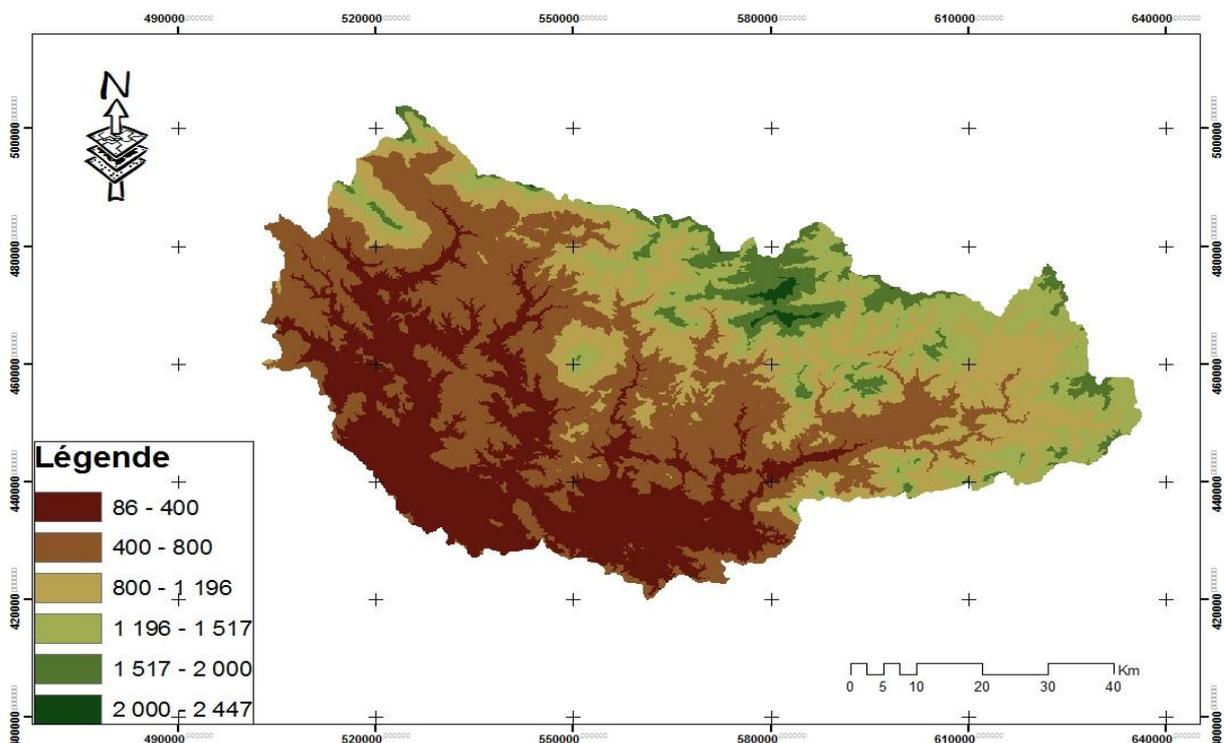


Figure 5 : Carte hypsométrique du Bv Ouergha

Nous avons représenté les surfaces comprises entre les courbes de niveau de la carte hypsométrique par des couleurs différents, dans laquelle se succèdent des zones de hautes altitudes supérieures 2447 m et des basses altitudes inférieures à 86 m.

- **Courbe hypsométrique :**

Pour mieux comprendre les variations d'altitudes au sein du bassin versant du Ouergha, on va appliquer une méthode statistique qui permet grâce à un histogramme et une courbe hypsométrique de traduire la répartition des altitudes à l'intérieur de la zone d'étude et permet en outre de déterminer les altitudes caractéristiques.

Classe des altitudes	Surface (Km ²)	en % de surface	de la Surface cumulée	Altitude	% de la surface cumulée
86-400	2027.26	32.75	6190	86	100
400-800	1825.24	29.49	4162.74	400	67.25
800-1200	1258.24	20.32	2337.5	800	37.76
1200-1600	890.97	14.39	1079.26	1200	17.76
1600-2000	171.15	2.76	188.29	1600	3.05
2000-2447	16.62	0.26	16.62	2000	0.26
total	6190	100	00	2447	00

Tableau 4 : Tableau de fréquences et des pourcentages cumulés au-dessus de la limite inférieure

Répartition de la superficie du BV d'Ouergha

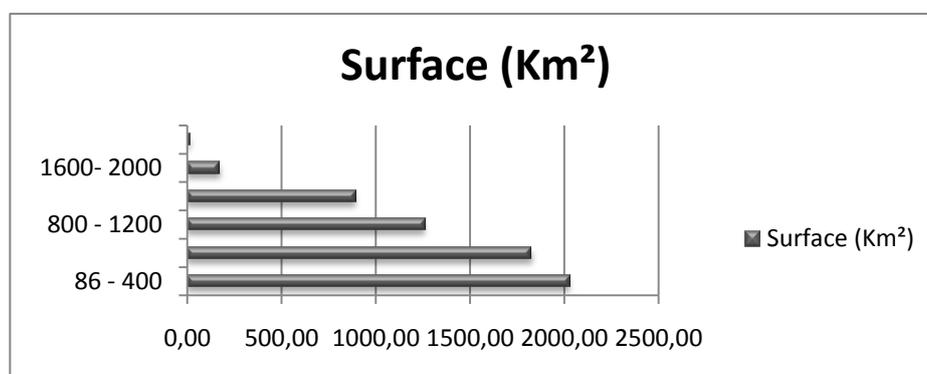


Figure 6 : Histogramme de fréquence de l'altitude en fonction de la superficie

Diagramme hypsométrique du BV d'Ouergha :

La plupart des facteurs climatiques et hydrologiques varient avec l'altitude, il est donc important de déterminer la répartition du bassin versant par des tranches d'altitudes et de dégager les différents paramètres du relief.

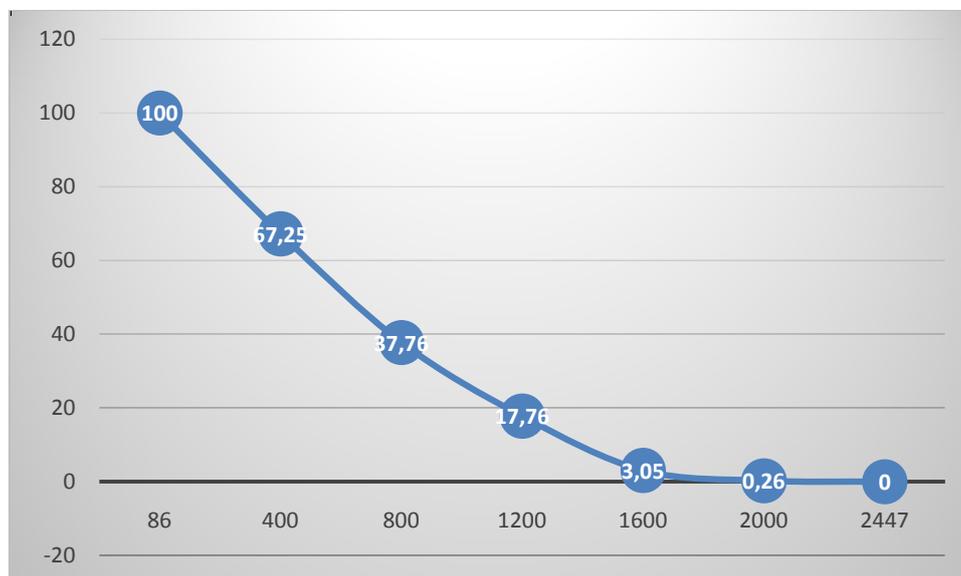


Figure 7 : Courbe hypsométrique du bassin versant de l'Ouergha

Le relief est caractérisé par la carte hypsométrique obtenue par la délimitation des tranches du bassin des courbes de niveau équidistant. Le bassin peut être divisé en 3 zones topographiques distinctes : les hautes montagnes (altitude > 1200 m), les montagnes d'altitude moyenne (400m <altitude< 1200 m) et les collines et plaines des vallées (altitude < 400 m).

e. Le rectangle équivalent :

Le rectangle équivalent ou rectangle de Gravelius est un modèle géométrique mis point à partir d'une roche. Il prend alors une forme rectangulaire tout en gardant la même superficie, le même périmètre, le même indice de compacité et donc par conséquent la même répartition hypsométrique. Dans ce cas, les courbes de niveau deviennent parallèles au côté du rectangle équivalent. La climatologie, la répartition des sols, la couverture végétale et la densité du drainage restent inchangé entre les courbes de niveau. Plus le rectangle équivalent est allongé et moins il sera drainé. Les dimensions du rectangle équivalent sont déterminées par la formule suivante :

$$L = \frac{K_G \cdot \sqrt{A}}{1.12} \cdot \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_G} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{A}{L}$$

KG : indice de compacité de Gravelius

A : superficie de bassin versant (Km)

L : longueur du rectangle équivalent (Km)

l ; largeur du rectangle équivalent (Km)

On obtient : L =199.36 Km et l = 31.04 Km

nom du bassin	<i>Grand bassin versant D'Ourgha</i>	<i>Bv : Ain aicha</i>	<i>Bv : Boured</i>	<i>Bv : BabOuender</i>	<i>Bv : Ratba</i>	<i>Bv : Galaz</i>	<i>Bv : Tabouda</i>
<i>Longueur du rectangle équivalent (km)</i>	199.36	136	26	108	45	65	80
<i>largeur du rectangle équivalent (km)</i>	31.10	17.79	10.30	16.20	10	7	10

Tableau 5 : rectangle équivalent

f. Etude de la pente :

La pente joue un rôle incontournable dans le cycle hydrologique, elle influe directement sur l'infiltration et le ruissellement. Ainsi, pour une même averse et à perméabilité équivalente, la dualité de partage entre écoulement superficiel et infiltration sur le bassin sera essentiellement en fonction de la pente.

1. La réalisation de la carte des pentes :

Pour la réalisation de la carte des pentes on a utilisé le logiciel SIG pour découper le MNT du Maroc de résolution 30m de coté de pixel et pour classifier les pentes suivantes les classes voulues. La démarche commence par une délimitation de la zone d'étude, après on superpose le polygone résultant sur le MNT et grâce à l'extension \ extraction \ Masque on obtient un MNT délimité suivant les coordonnées du bassin d'étude, après, et afin de réaliser la carte avec les classes propres, on a utilisé l'extension spécial analyste \ slope\ qui permet de diviser le terrain en polygones de classes différentes. Pour le calcul des surfaces de chaque classe, on a utilisé l'utilitaire de calcul des surfaces qui après une transformation du fichier Raster en un fichier vectoriel de rassembler les classes de pentes dans des polygones.

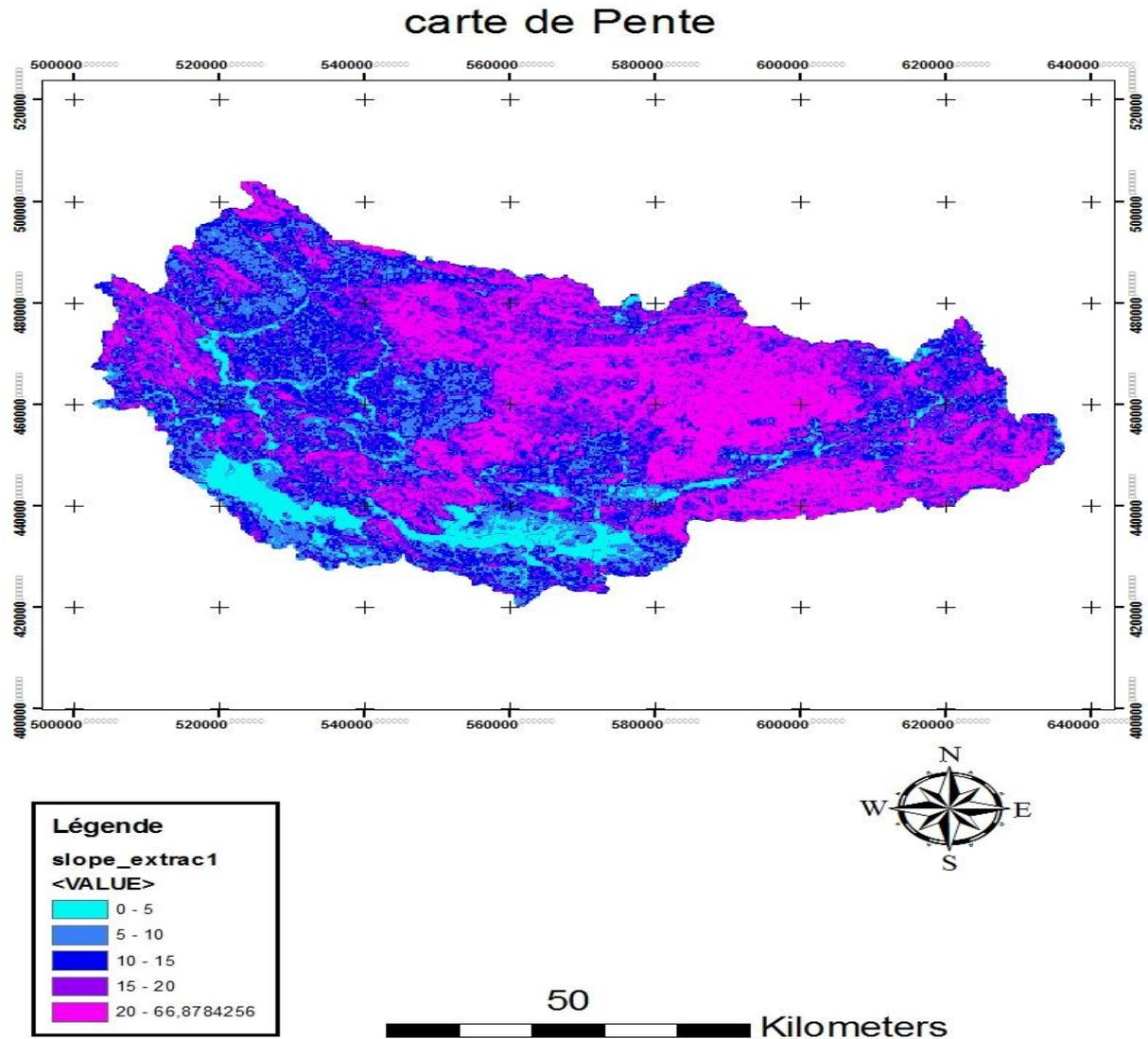


Figure 8 : Carte des pentes

2. Pente moyenne du bassin versant :

Le calcul de la pente moyenne nous donne un renseignement sur la topographie du bassin versant. La pente moyenne donne une bonne indication sur le temps de parcourt du ruissellement direct, donc sur le temps de concentration, et influence directement le débit de pointe lors d'une averse lente.

$$p_{moyenne} = \frac{H_{max} - H_{min}}{L}$$

P_{moy} : pente moyenne du bassin(m).

H_{Max} : l'altitude maximale du bassin versant (m).

L : longueur du rectangle équivalent (m).

D'où $P_{moy} = 11.4$

Donc la pente moyenne du bassin versant du bas Ouergha est égale à 0,11%, une valeur qui montre que le relief est fort.

nom du bassin	<i>Grand bassin versant D'Ourgha</i>	<i>Bv : Ain aicha</i>	<i>Bv : Boured</i>	<i>Bv : BabOuender</i>	<i>Bv : Ratba</i>	<i>Bv : Galaz</i>	<i>Bv : Tabouda</i>
<i>Pente Moyenne En %</i>	0.11	0.16	0.62	0.16	0.41	0.14	0.24

Tableau 6 : Pente moyenne

g. Réseau hydrographique et ouvrages hydrauliques :

Le réseau hydrographique du BV d'Ouergha s'écoule du NE vers le SW. L'oued Ouergha est le deuxième affluent principal de l'oued Sebou après l'oued Baht. L'oued Ouergha est formé sur la rive gauche par la réunion de l'ouedAsfalou venant de l'Est, l'oued Teheris et l'oued Ras Ouergha venant du nord. Il passe à la station hydrométrique de BabOuender, en aval de laquelle l'ouedOuergha reçoit de gros affluents sur sa rive droite de l'aval vers l'amont :

- L'oued Sra : contrôlé par la station hydrométrique de pont du Sker ;
- L'oued Sahela, et l'oued Amzez ;
- L'oued Aoulai : contrôlé par la station hydrométrique de Rhafsai .L'oued Ouergha passe ensuite à la station hydrométrique d'Ourtzgha, et sa Pente moins forte, puis, il reçoit toujours en rive droite :
- L'oued Aoudour : contrôlé par la station hydrométrique de Tarfant ;
- L'oued Aoudyar : peu avant de passe au site de barrage Al Wahda et à la Station hydrométrique de M'Jara, immédiatement à l'aval du site.

<i>Périmètre (km)</i>	<i>461</i>	<i>441</i>	<i>83</i>	<i>420</i>	<i>99</i>	<i>135</i>	<i>193</i>
<i>Longueur du rectangle équivalent (km)</i>	<i>199.36</i>	<i>136</i>	<i>26</i>	<i>108</i>	<i>45</i>	<i>65</i>	<i>80</i>
<i>largeur du rectangle équivalent (km)</i>	<i>31.10</i>	<i>17.79</i>	<i>10.30</i>	<i>16.20</i>	<i>10</i>	<i>7</i>	<i>10</i>
<i>Pente Moyenne En %</i>	<i>0.11</i>	<i>0.16</i>	<i>0.62</i>	<i>0.16</i>	<i>0.41</i>	<i>0.14</i>	<i>0.24</i>
<i>Altitude maximal (m)</i>	<i>2447</i>	<i>2500</i>	<i>2448</i>	<i>2057</i>	<i>2159</i>	<i>1305</i>	<i>2106</i>
<i>Altitude minimal (m)</i>	<i>86</i>	<i>304</i>	<i>830</i>	<i>322</i>	<i>291</i>	<i>375</i>	<i>179</i>
<i>Indice de compacité</i>	<i>1.64</i>	<i>2.51</i>	<i>1.41</i>	<i>2.81</i>	<i>1.30</i>	<i>1.80</i>	<i>1.84</i>

Tableau 7 : Caractéristique physiographique

CHAPITRE II

ETUDE HYDROLOGIQUE S

CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUES

1. Introduction :

L'objectif de cette étude est de déterminer les débits de pointe (Q_p) des crues de fréquences caractéristiques du centre Ouregha. Nous utiliserons les formules empiriques

2. Calcul de temps de concentration :

Le temps de concentration (T_c) ou temps de pointe, est le temps nécessaire pour qu'une particule d'eau provenant de la partie la plus éloignée du bassin pour parvenir à l'exutoire. Son calcul se fait en utilisant les formules empiriques Suivantes :

La formule de Giondotti est:

$$TC = (4 * S^{0.5} + 1.5 * L) / (0.8 * H^{0.5})$$

TC: temps de concentration en h.

L: Longueur de Talweg en km

S: Surface du BV en km²

H: Dénivelée en m

nom du BV	Tc en h
Oueregha	15.78
Ain aicha	10.69
Boured	3.24
BabOuender	9.88
Ratba	4.40
Galaz	7.43
Tabouda	3.68

Tableau 8 : Tc par la formule de Giondotti

La formule de Turazza est :

$$T_c = 0,108*(S*L)^{0,333}*I^{0.5}$$

TC: temps de concentration en h

L: Longueur de Talweg en km

S: Surface du BV en km²

I: Pente moyenne en m/

nom du BV	Tc en h
Oueregha	3.82
Ain aicha	2.97
Boured	1.62
BabOuender	2.46
Ratba	1.88
Galaz	1.23
Tabouda	2.16

Tableau 9 : Tc par La formule de Turazza

La formule Ventura est:

$$T_c = 76,3 * (S/I)^{0.5}$$

T_c: temps de concentration en minute.

S : Surface du BV en km².

I: Pente moyenne en m/m

nom du BV	Tc en h
Oueregha	7.08
Ain aicha	5.36
Boured	4.08
BabOuender	5.11
Ratba	4.025
Galaz	3.30
Tabouda	4.17

Tableau 10 : T_c par la formule Ventura

La formule Espagnol est :

$$T_c = 18 * (L_0, 77) * (I^{0,1925})$$

TC: temps de concentration en minute.

L: Longueur de Talweg en km.

I: Pente moyenne en m/

nom du BV	Tc en h
Oueregha	11.56
Ain aicha	9.26
Boured	3.36
BabOuender	7.75
Ratba	4.73
Galaz	5.11
Tabouda	6.65

Tableau 11 : T_c par La formule Espagnol

Ce tableau résume le temps de concentration par les 4 méthodes étudiées pour déterminer la valeur du projet :

Nom bassin	Giandotti	Turazza	Espagnol	Ventura	Valeur Du projet
Oueregha	15.78	3.82	11.56	7.08	9.56
Ain aicha	10.69	2.97	9.26	5.36	7.07
Boured	3.24	1.62	3.36	4.08	3.075
BabOuender	9.88	2.46	7.75	5.11	6.3
Ratba	4.40	1.88	4.73	4.025	3.75
Galaz	7.43	1.23	5.11	3.30	4.26
Tabouda	3.68	2.16	6.65	4.17	4.16

Tableau 12 : Tc par les 4 méthodes

3. Calcule des débits

On fera l'étude des crues sur la base :Des séries de débits max instantanés aux stations Ain Aicha et à la station BabOuender, Galaz, Tabouda. Il s'agira donc de calculer :Les débits de période de retour 50et 100 et 1000 ans.

a. La méthode probabiliste :

Utilisation du logiciel HYFRAN

AinAicha		Babouender		Tabouda		Galaz	
Année	Qmax	Année	Qmax	Année	Qmax	Année	Qmax
1981/82	66	1981/82	29	1981/82	40	1981/82	0
1982/83	46	1982/83	33	1982/83	23	1982/83	0
1983/84	127	1983/84	60	1983/84	86	1983/84	51
1984/85	56	1984/85	24	1984/85	38	1984/85	35
1985/86	189	1985/86	114	1985/86	122	1985/86	85
1986/87	130	1986/87	70	1986/87	81	1986/87	42
1987/88	32	1987/88	15	1987/88	26	1987/88	18
1988/89	48	1988/89	31	1988/89	28	1988/89	21
1989/90	101	1989/90	58	1989/90	88	1989/90	39
1990/91	157	1990/91	127	1990/91	79	1990/91	38
1991/92	50	1991/92	27	1991/92	29	1991/92	13
1992/93	15	1992/93	5	1992/93	10	1992/93	6
1993/94	41	1993/94	17	1993/94	32	1993/94	13
1994/95	5	1994/95	3	1994/95	2	1994/95	0
1995/96	252	1995/96	137	1995/96	193	1995/96	58
1996/97	218	1996/97	118	1996/97	199	1996/97	100
1997/98	260	1997/98	103	1997/98	134	1997/98	70
1998/99	6	1998/99	4	1998/99	7	1998/99	5
1999/00	9	1999/00	4	1999/00	11	1999/00	2
2000/01	114	2000/01	48	2000/01	84	2000/01	46
2001/02	37	2001/02	18	2001/02	28	2001/02	23
2002/03	92	2002/03	49	2002/03	41	2002/03	51
2003/04	122	2003/04	40	2003/04	68	2003/04	51
2004/05	41	2004/05	40	2004/05	22	2004/05	25
2005/06	59	2005/06	28	2005/06	26	2005/06	40
2006/07	11	2006/07	4	2006/07	3	2006/07	20
2007/08	32	2007/08	22	2007/08	11	2007/08	15
2008/09	185	2008/09	69	2008/09	109	2008/09	72
2009/10	328	2009/10	137	2009/10	178	2009/10	86
2010/11	171	2010/11	170	2010/11	84	2010/11	28
2011/12	27	2011/12	23	2011/12	13	2011/12	7
2012/13	0	2012/13	0	2012/13	0	2012/13	0

Tableau 13 : Débit max instantané

Le traitement de cette série de données est étudiées par le logiciel « HYFRAN » a permis de faire ressortir les caractéristiques statistiques.

- **Ain Aicha**

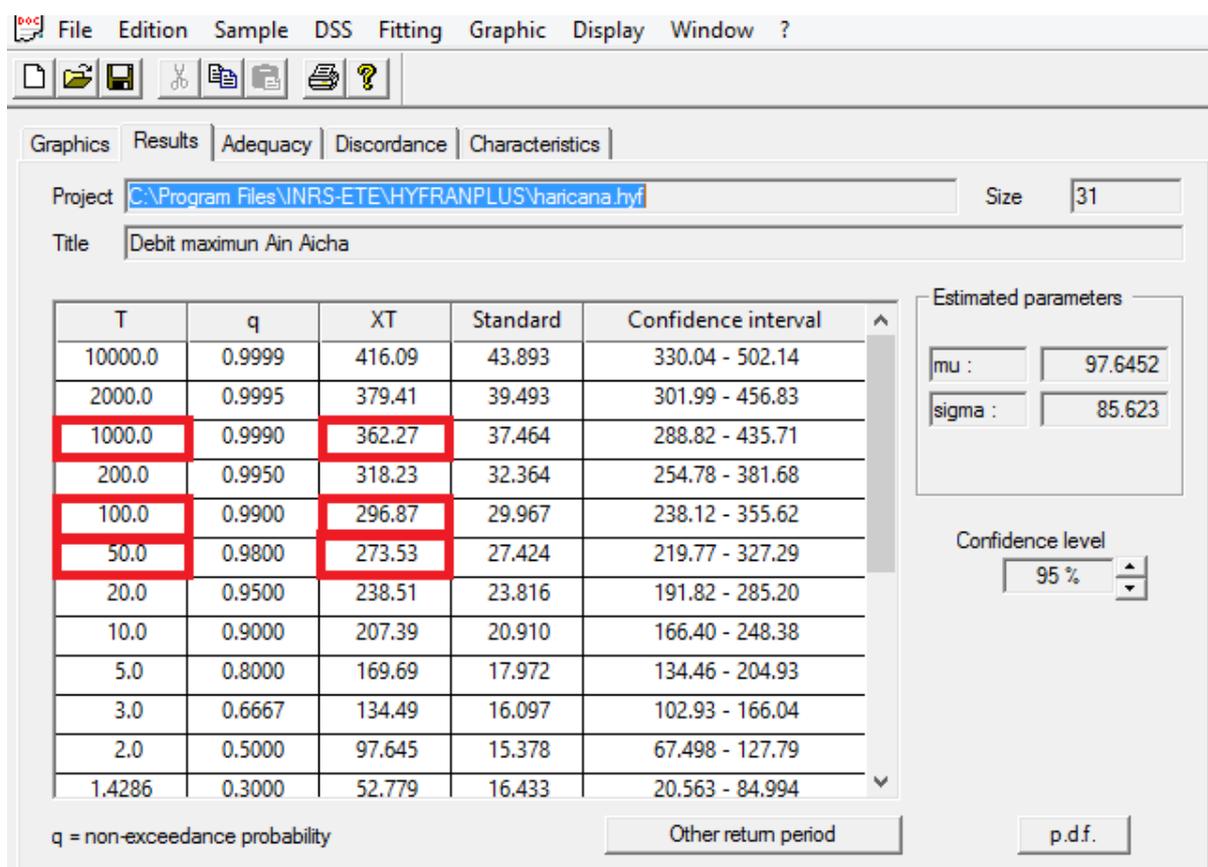


Tableau 14 : caractéristiques statistiques Ain Aicha

	Loi Normal	
Temps de Retour	Débits (m ³ /s)	Intervalle de Confiance 5%
1000	362.27	288.82 – 435.71
100	296.87	238.12 – 355.62
50	273.56	219.77 – 327.29

Tableau 15 : Temps de retours Ain Aicha

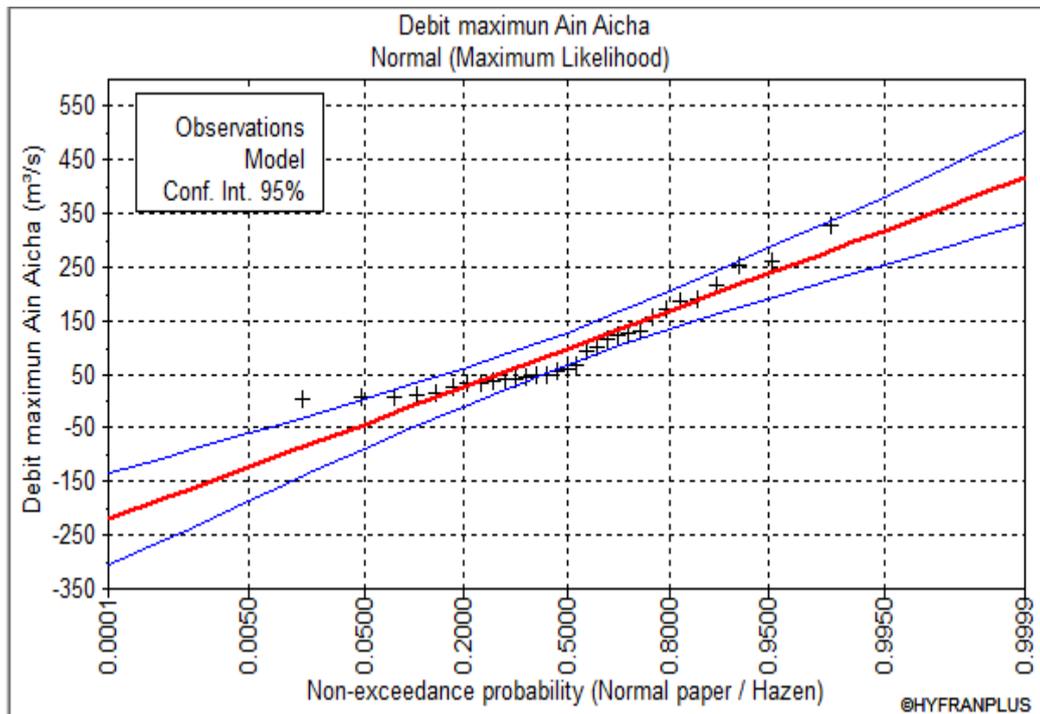


Figure 11 : Graphe de l'ajustement Ain Aicha d'après la loi Normal

- **BAbOuender**

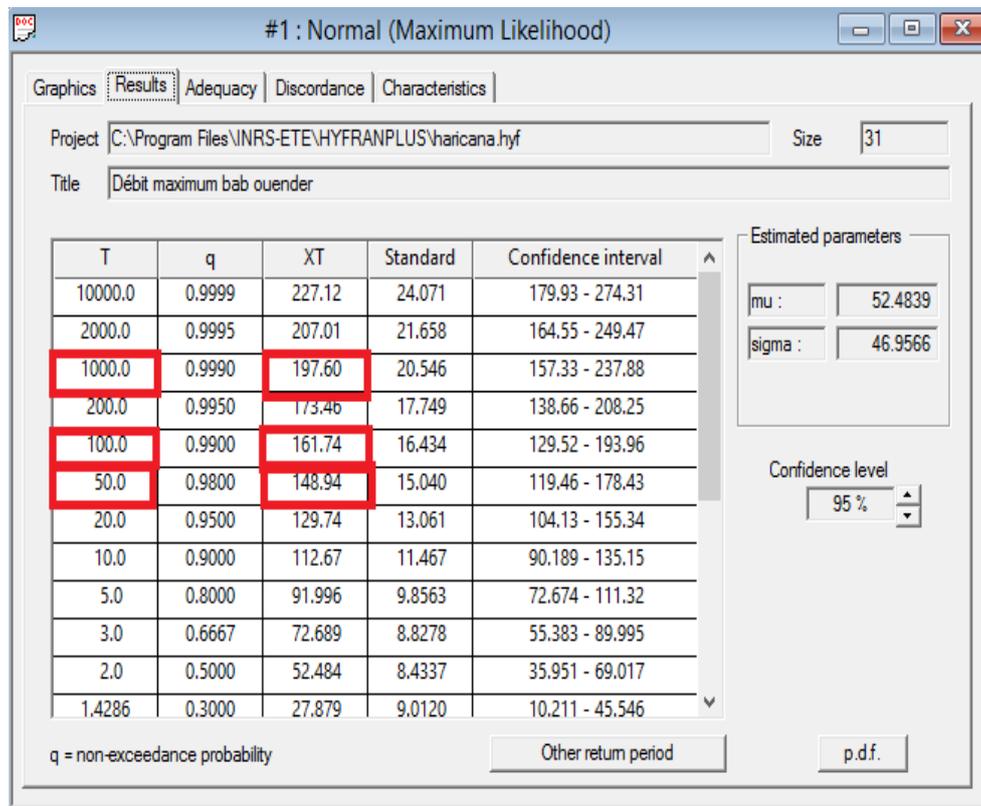


Tableau16 : caractéristiques statistiques BabOuender

	Loi Normal	
Temps de Retour	Débits (m^3/s)	Intervalle de Confiance 5%

1000	20.546	157.33– 237.88
100	16.434	129.52–193.96
50	15.040	119.46–178.43

Tableau 17 : Temps de retours BabOuender

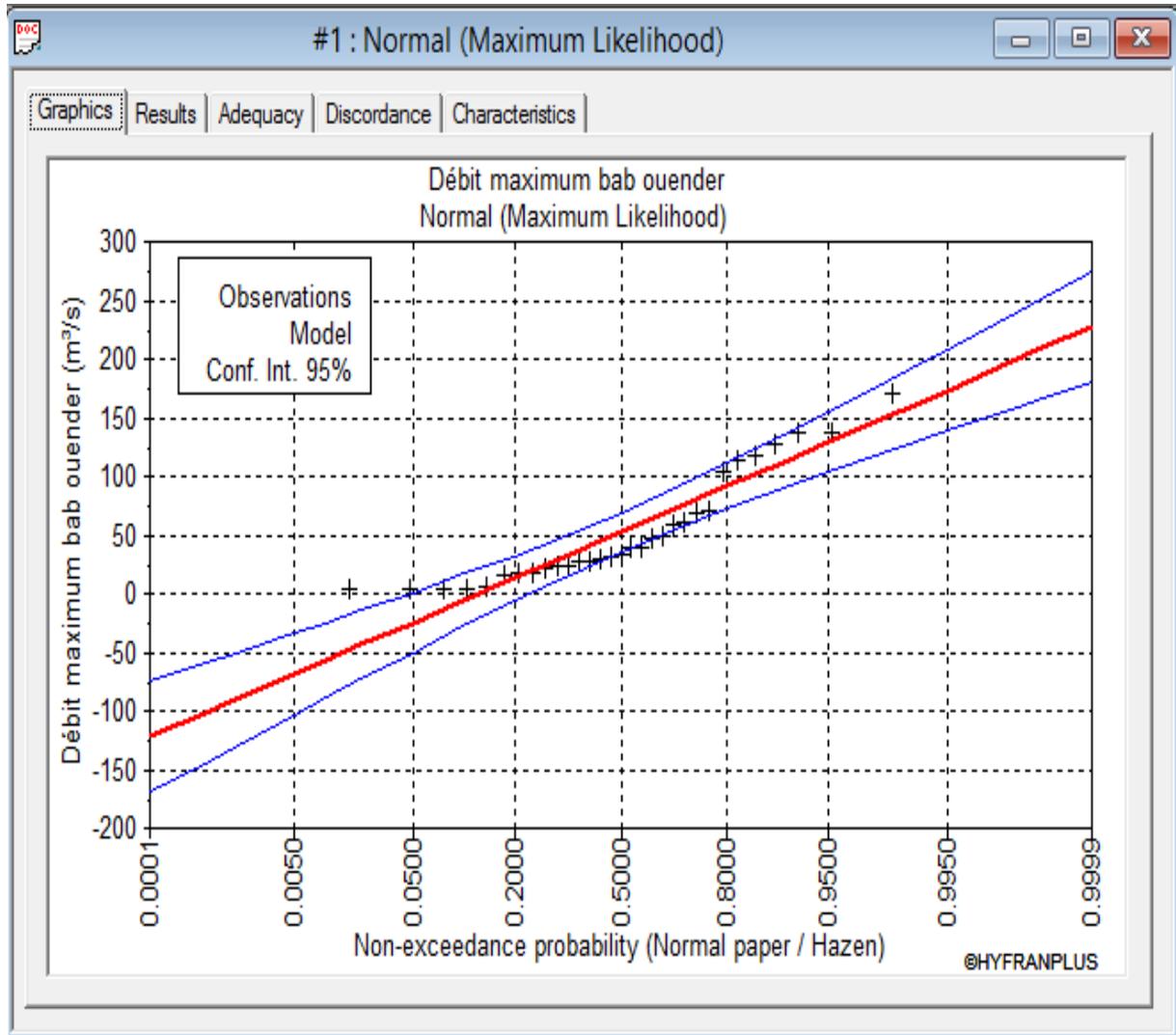


Figure 11 : Graphe de l'ajustement BabOuender d'après la loi Normal

- **Tabouda**

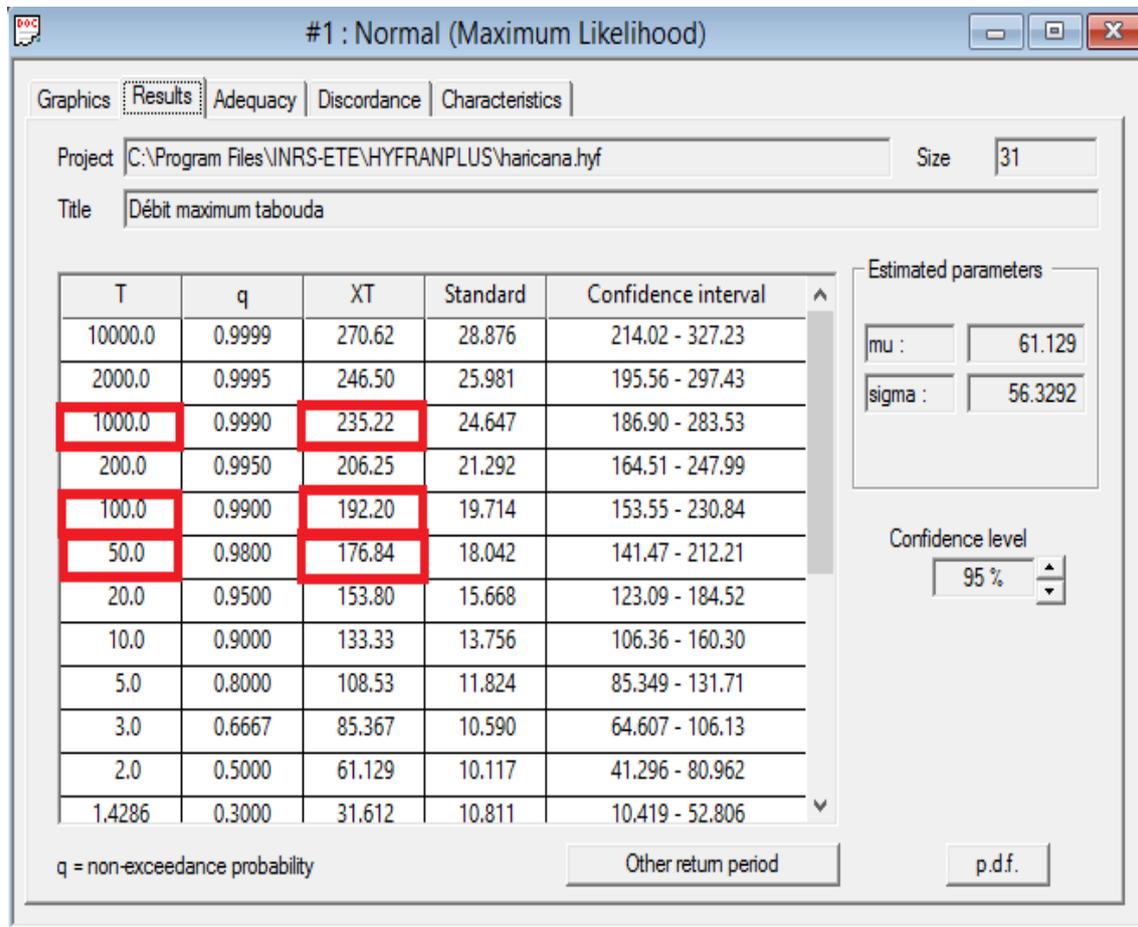


Tableau18 : caractéristiques statistiques Tabouda

	Loi Normal	
Temps de Retour	Débits (m ³ /s)	Intervalle de Confiance 5%
1000	235.22	186.90– 283.53
100	192.20	153.55–230.84
50	176.84	141.47–212.21

Tableau 19 : temps de retours Tabouda

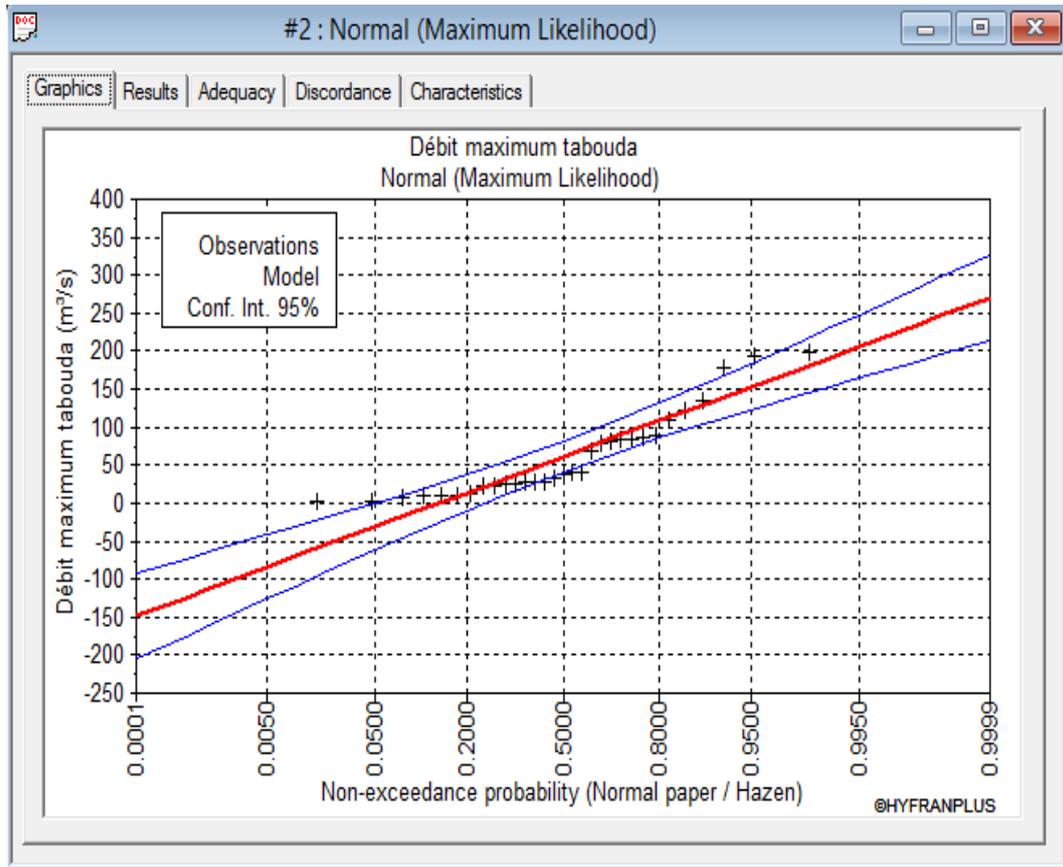


Figure 12 : Graphe de l'ajustement Tabouda d'après la loi Normal

- Galaz

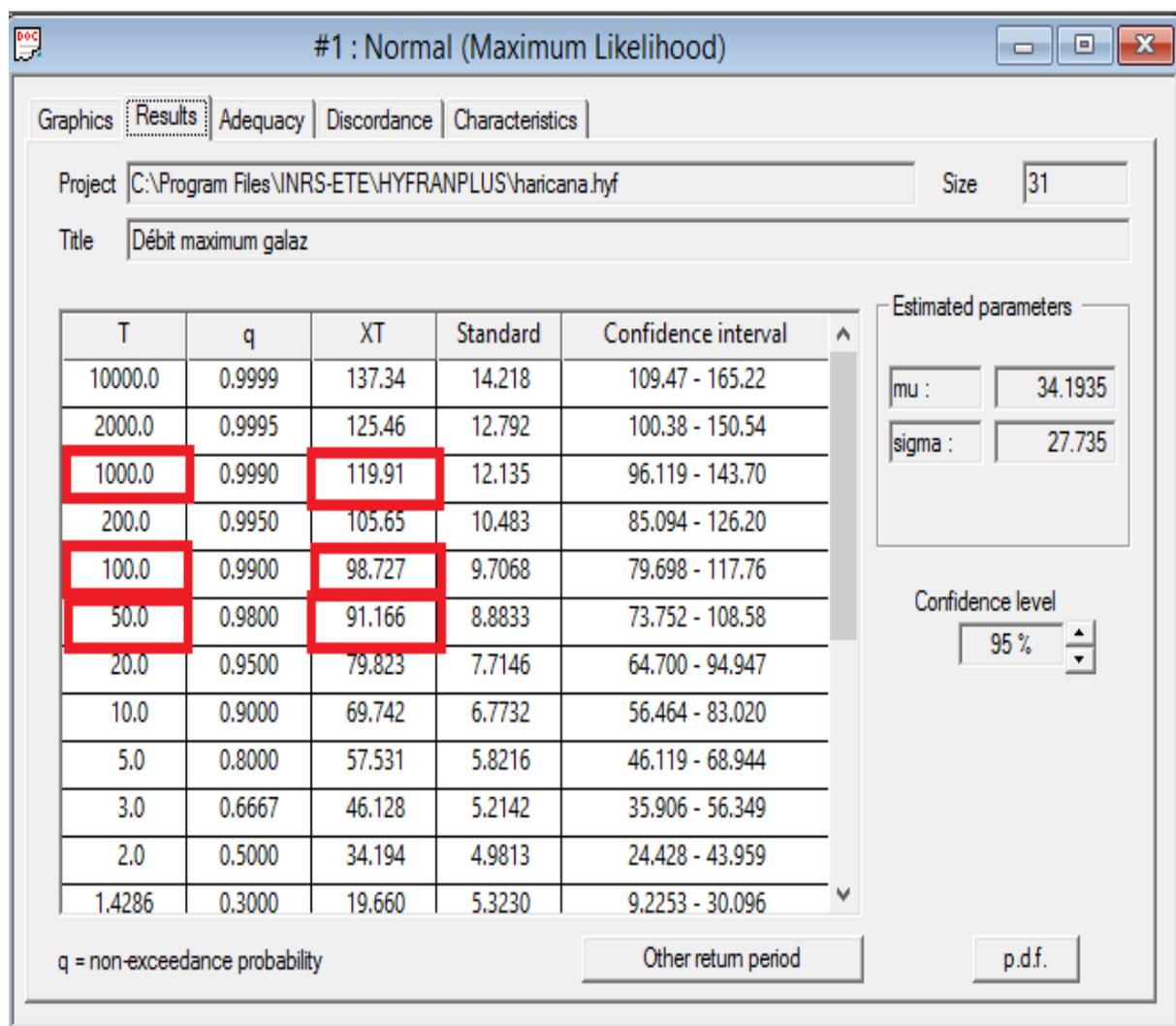


Tableau 20 : caractéristiques statistiques Galaz

Loi Normal		
Temps de Retour	Débits (m ³ /s)	Intervalle de Confiance 5%
1000	119.91	96.119– 143.70
100	98.727	79.698–117.76
50	91.166	73.752–108.58

Tableau 21 : Temps de retours Galaz

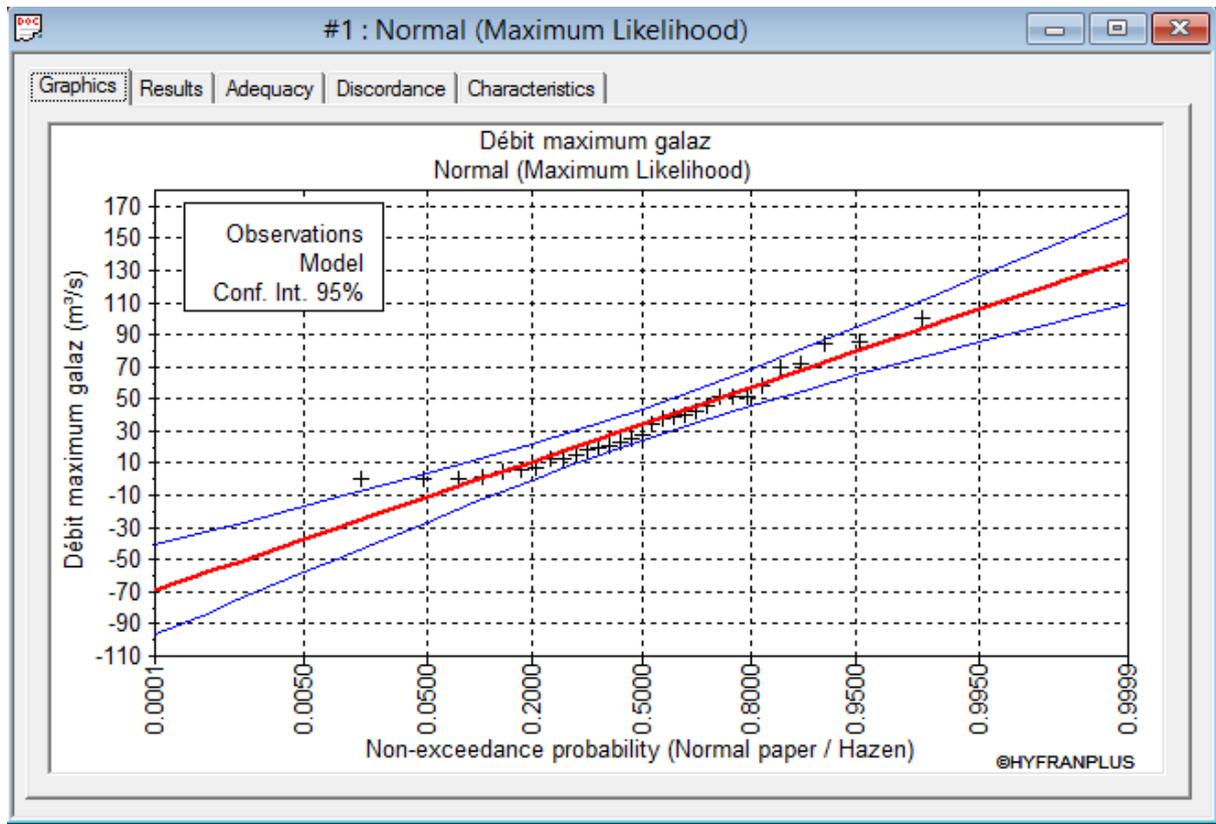


Figure 13 : Graphe de l'ajustement Galaz d'après la loi Normal

CHAPITRE III

ETUDE DES CRUES

CHAPITRE III : ETUDE DES CRUES

1. Processus hydrologiques de genèse des crues :

Le volume d'une crue peut être décomposé en trois principales parties : le ruissellement de surface, l'écoulement hypodermique et l'écoulement de base. L'importance de chacune de ces grandeurs dépend du milieu étudié, des conditions initiales de l'écoulement, et des caractéristiques de l'événement pluvieux (distribution spatiotemporelle, intensité et volume).

De nombreuses expérimentations ont été réalisées sur une grande variété de bassins. Parmi les outils importants qui ont favorisé cette évolution et qui ont aidé dans le processus d'identification des facteurs principaux contrôlant la réponse hydrologique à l'exutoire d'un bassin versant nous citons l'instrumentation des bassins et leur échantillonnage en plusieurs stations associées à des traceurs géochimiques et/ou isotopiques. Au niveau de la littérature, plusieurs travaux retracent la logique de progression et de compréhension des processus hydrologiques et des outils qui ont permis l'identification de ces processus l'écoulement de surface se produit quand l'eau de la nouvelle pluie tombe sur des zones saturées. Le mélange entre la nouvelle eau et l'eau ancienne forme l'écoulement sur des surfaces saturées. Une fois l'apport de l'écoulement de surface dépasse la capacité du sol à transmettre un flux d'eau transversal, le processus d'exfiltration de l'eau souterraine s'active et l'eau subsurface se trouve émergée à la surface du sol, la logique de ce concept est illustrée dans la figure suivante :

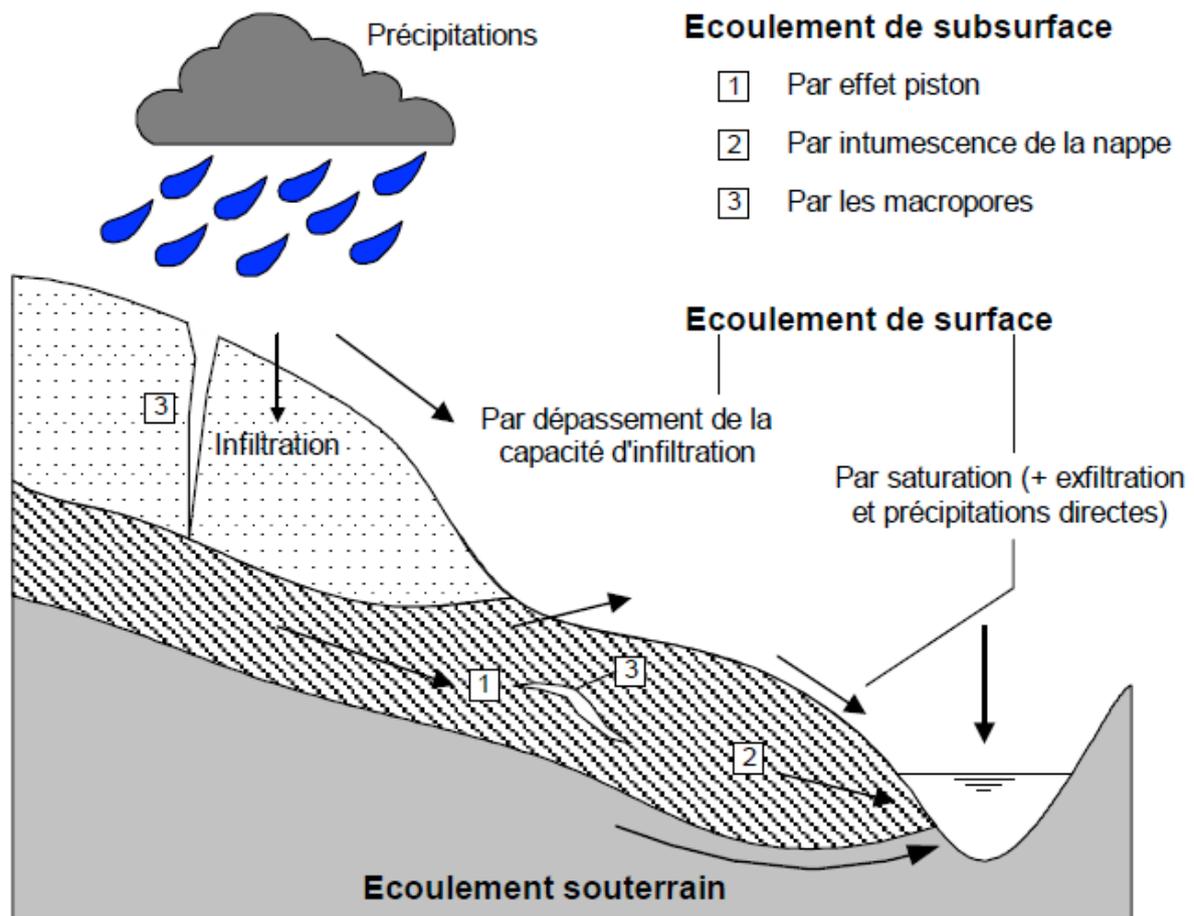


Figure 13 : Schématisation de processus de genèse des crues

2. Facteurs de contrôle des processus de genèse décrues :

Le débit mesuré à l'exutoire d'un bassin versant est le résultat d'une succession de processus simultanés avec la prise en compte de la variabilité spatio-temporelle. L'activation des processus hydrologiques qui régissent le phénomène d'écoulement dépend en grande partie des propriétés physiques du bassin, des paramètres météorologiques, de l'occupation des sols et des conditions hydriques initiales

3. Traitement des diagrammes de crue pendant les années 2009 jusqu'à 2012 pour les quatre BVs du BV ouergha

Année 2009/2010 :

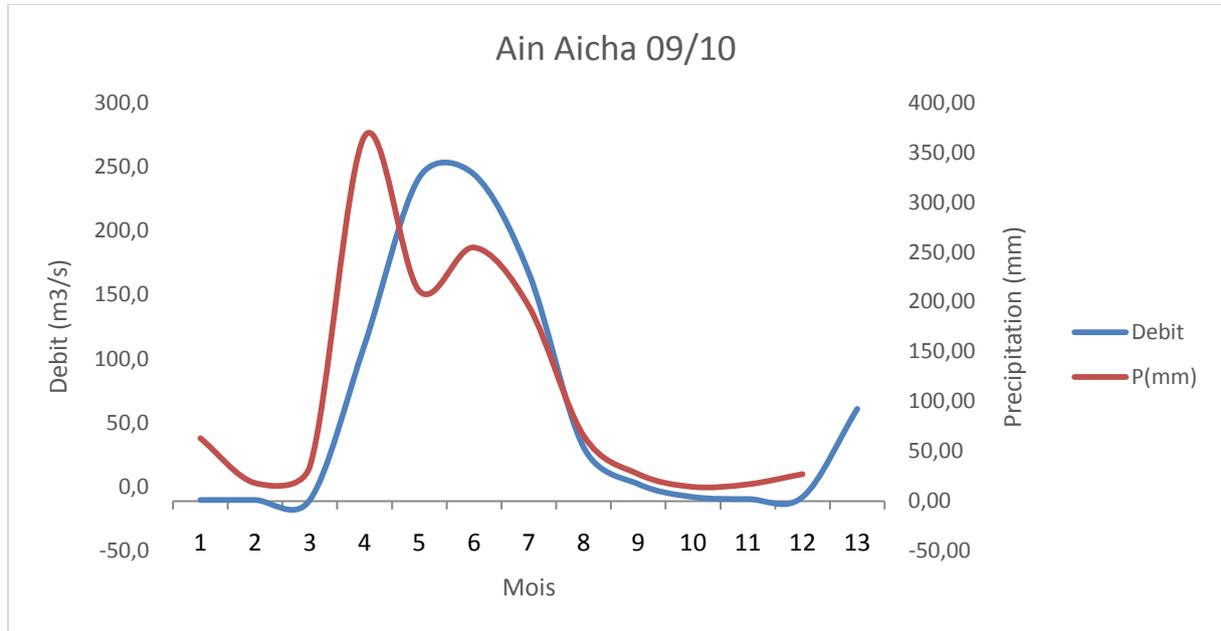


Figure 14 : Diagramme précipitation-débit Ain aicha 09/10

Station Ain Aicha :

D'après la figure on peut clairement constater que la quantité de précipitation augmente remarquablement du mois 3 vers le mois 5, puis elle diminue progressivement pour atteindre une valeur d'environ 30mm, quant au débit l'allure de l'hydrogramme et presque identique à celle de la courbe de précipitation, mais avec un décalage du temps.

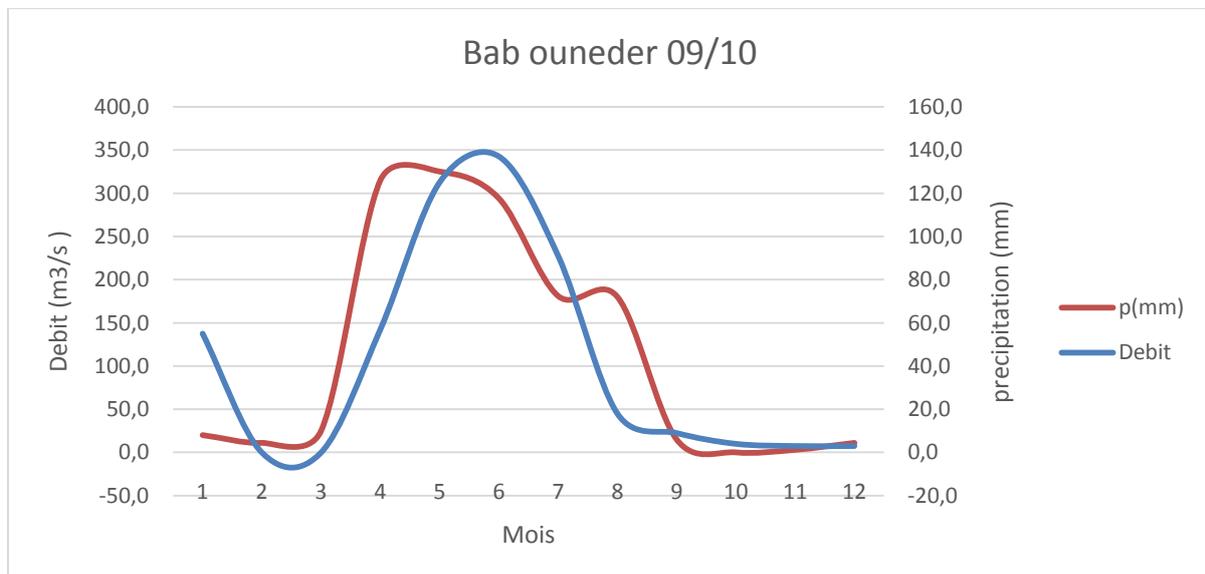


Figure 15 : Diagramme précipitation-débit Bab Ouender 09/10

Station BabOuender :

Une période de crue est bien distinct et s'étend du moi 3 jusqu'au mois 9 avec un maxima marqué en mois 5, le débit de pointe atteint une valeur de 350 m³/s.

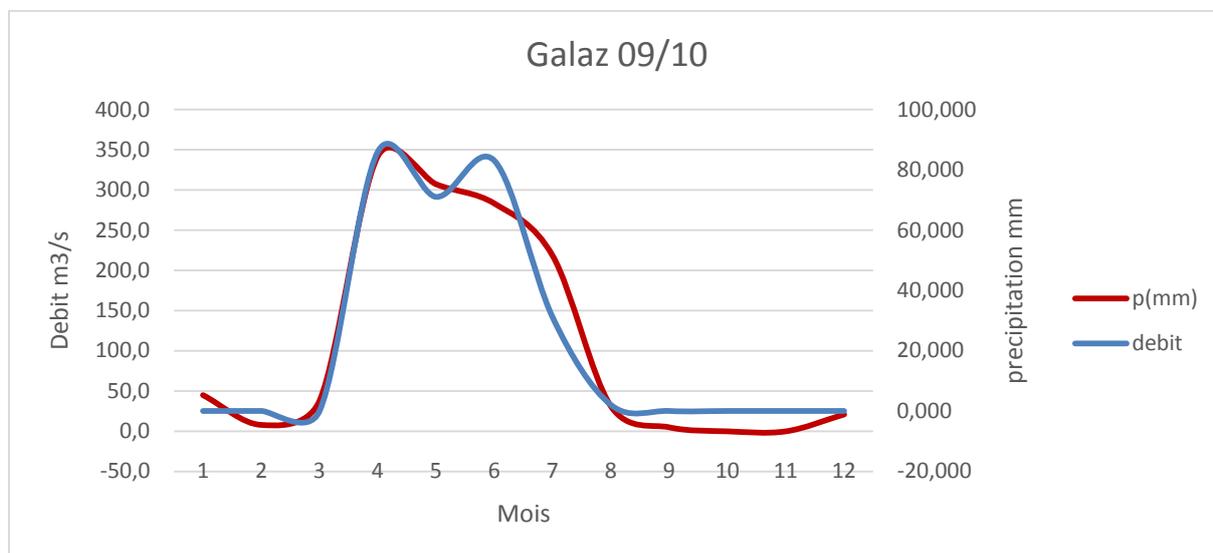


Figure 15 : Diagramme précipitation-débit Galaz 09/10

Station Galaz :

D'après la figure on note la présence de deux périodes ; une sèche avec de très faible précipitation et une autre humide où le débit de point atteint une valeur de 350 m³/s.

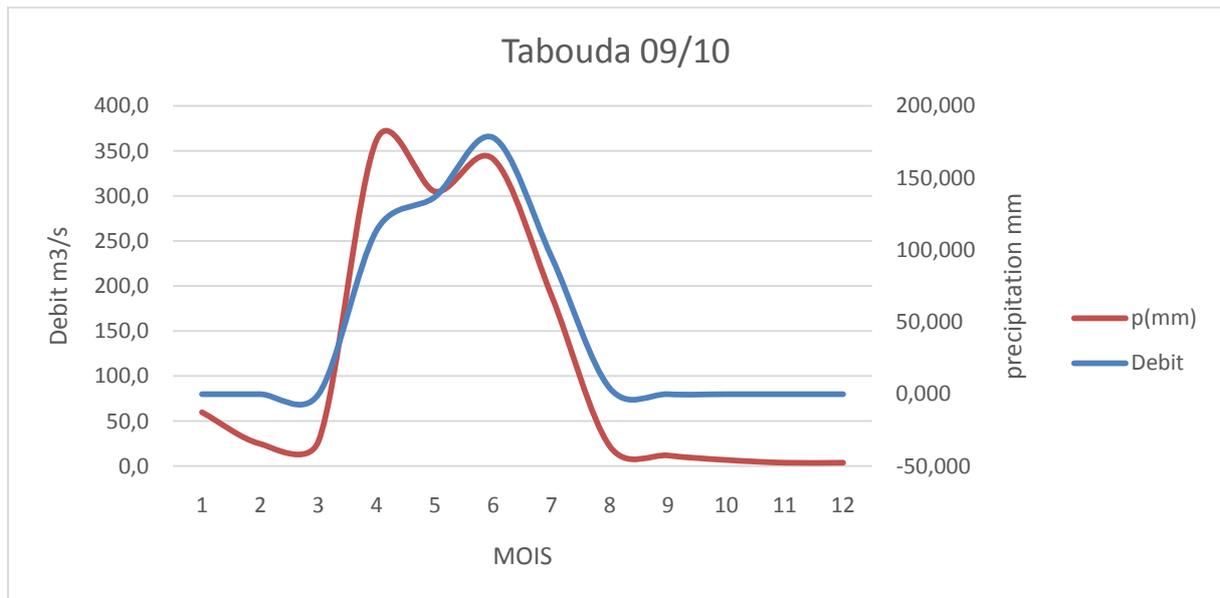


Figure 16 : Diagramme précipitation-débit Tabouda 09/10

Station Tabouda :

La précipitation augmente remarquablement en mois 3, elle subit une légère diminution en mois 6, pour s'annuler durant les 6 mois restants de l'année, l'allure de l'hydrogramme suit les variations de précipitation.

Conclusion1:

L'analyse des précipitations et des débits mensuels d'Oued Ourgha, sur une période d'un an (2009/2010), a permis de cerner la variabilité de ces deux paramètres. À l'échelle annuelle, Ourgha reçoit au niveau des 4 stations une pluviométrie moyenne de 588,4 mm par an, le débit de pointe enregistré par les quatre stations est le même (350 m³/s). Le maximum pluviométrique est enregistré aux mois de mars et avril, alors que le pic hydrologique, plus individualisé, est enregistré au seul mois d'avril. Une autre pulsation pluviométrique est observée, par ailleurs, au mois de novembre, bien que sans grande influence sur l'écoulement superficiel. Les écoulements importants des mois de mai, juin et juillet sont le résultat de l'addition des précipitations et la saturation du sol en eau.

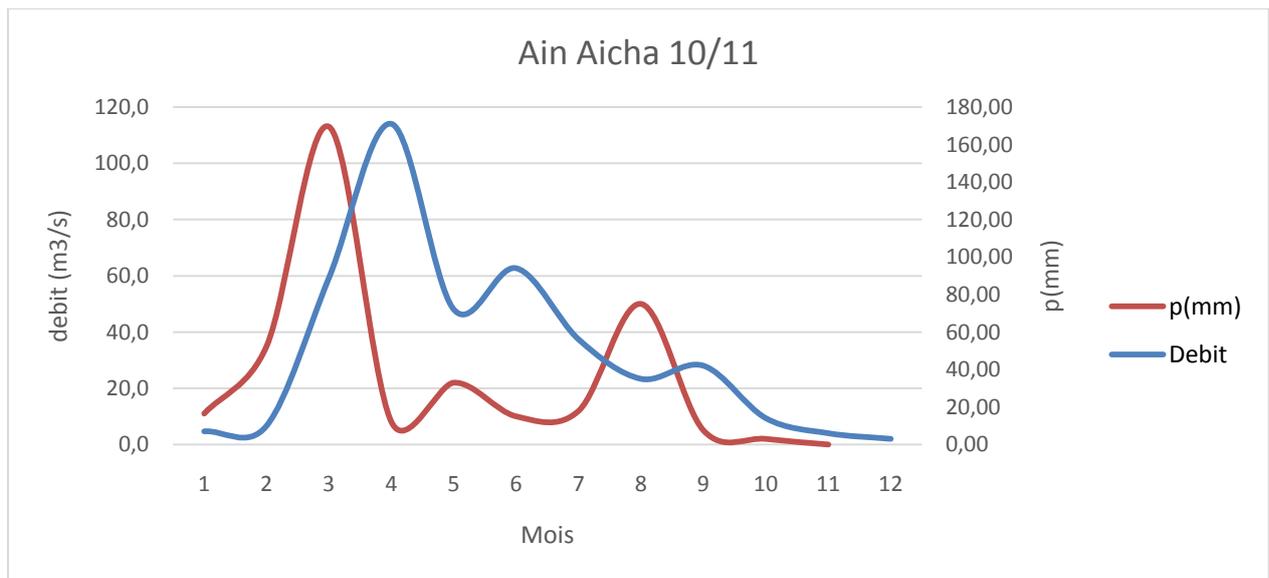


Figure 17 : Diagramme précipitation-débit Ain Aicha 10/11

Station Ain aicha :

La précipitation s'élève en moi 1, la période allant du mois 4 jusqu'au 7 est caractérisé par une quantité de précipitation de 10mm, cette dernière va augmenter jusqu'au 50mm en moi 8, le temps du Lag est relativement faible comparativement à celui de l'année 2009, et cela est dû à l'importante quantité de précipitation qu'a connue la zone d'étude.

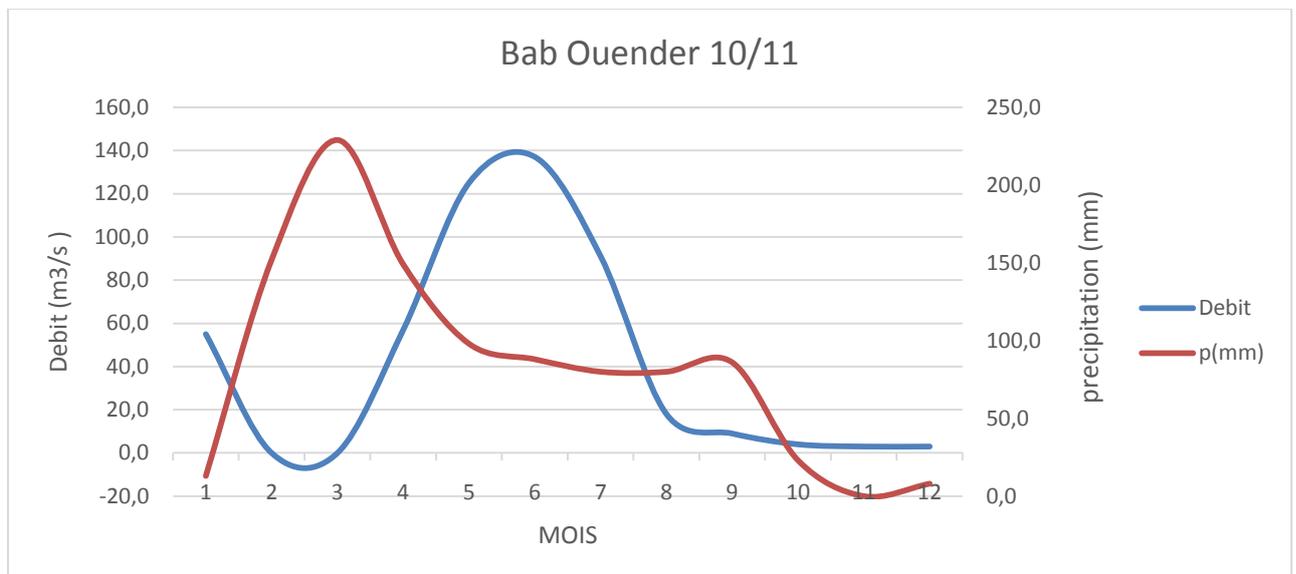


Figure 18 : Diagramme précipitation-débit Babouender 10/11

Station BabOuender :

Le débit s'annule durant le mois 2, le sol est encore en train de se saturer, le maximum de précipitation est atteint en moi 3.

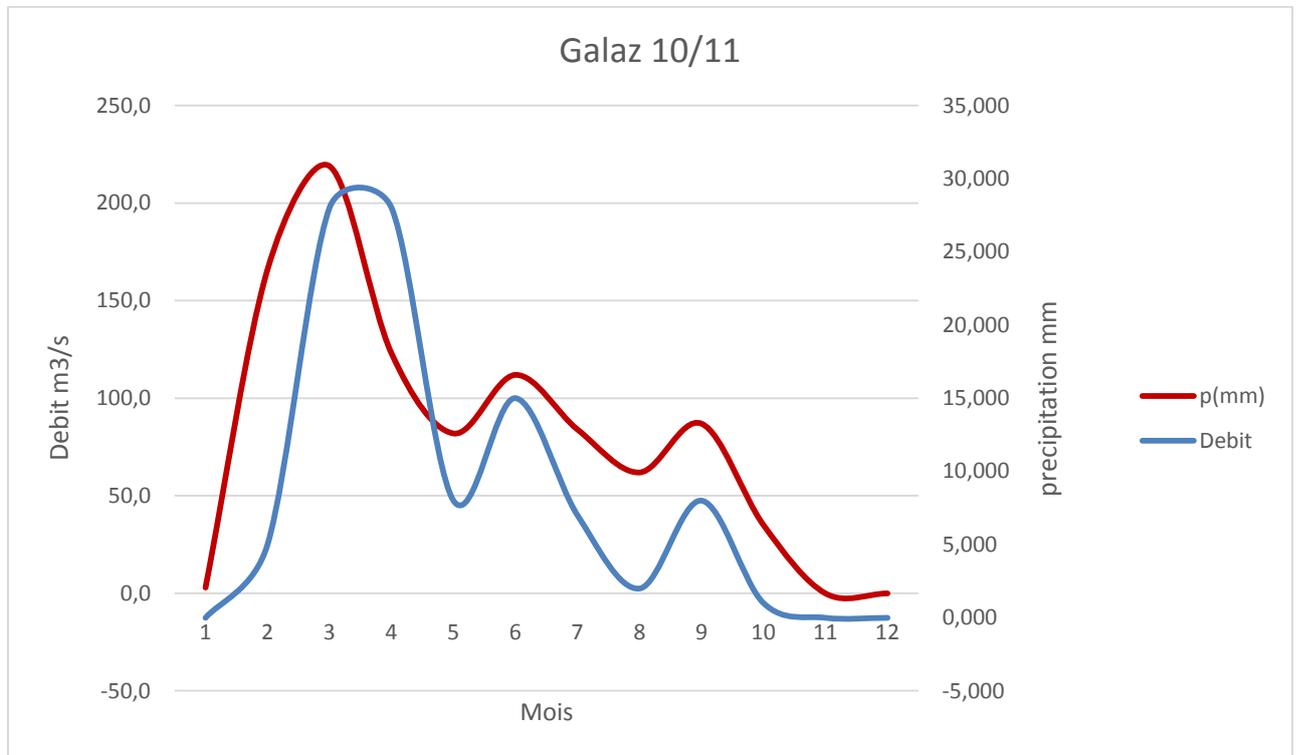


Figure 19 : Diagramme précipitation-débit Galaz 10/11

Station Galaz :

La précipitation subit une augmentation remarquable des précipitation suivie d'une diminution progressive jusqu'à son annulation, la variation du débit suit celle des précipitation.

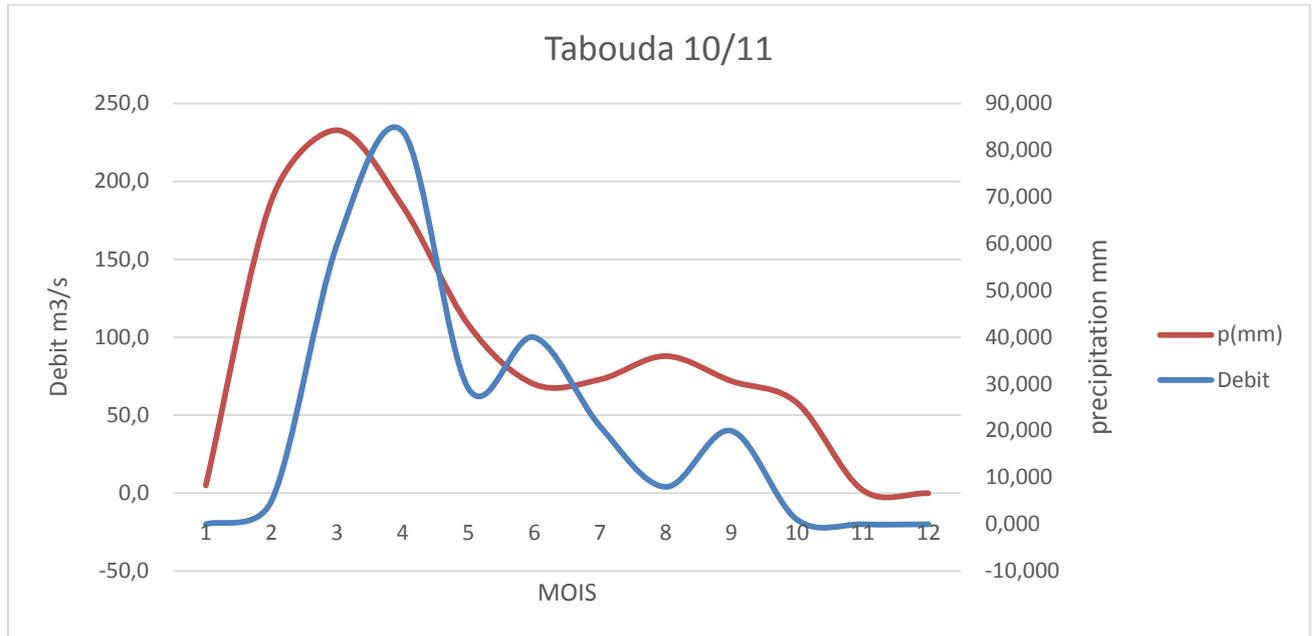


Figure 20 : Diagramme précipitation-débit Tabouda 10/11

Station Tabouda :

La variation de la précipitation est irrégulière, cette dernière augmente puis diminue progressivement jusqu'à son annulation en mois 12, le débit de crue est d'une valeur de 250 m³/s.

Conclusion 2:

Le débit de pointe enregistré par les quatre stations est de (250m³/s). Le maximum pluviométrique est enregistré aux mois de janvier, alors que le pic hydrologique, plus individualisé, est enregistré au seul mois d'avril, ainsi la quantité de précipitation a remarquablement diminué comparativement à l'année 2009/2010.

Année 2011/2012

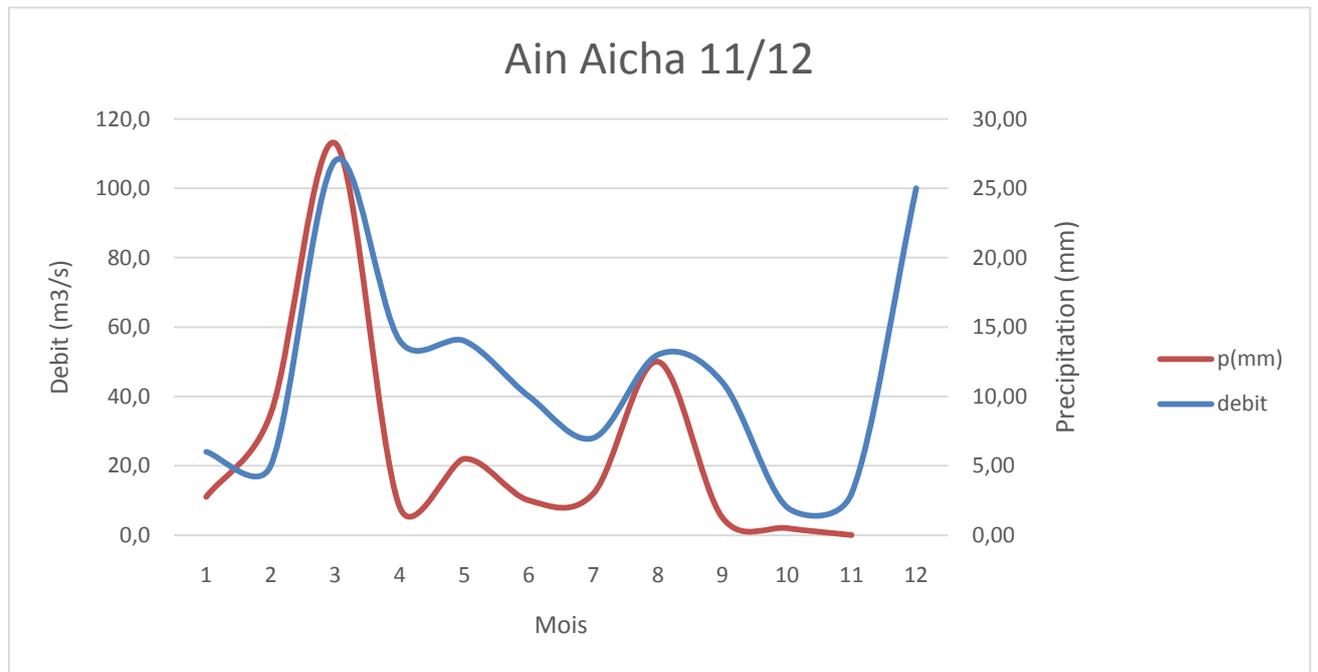


Figure 21 : Diagramme précipitation-débit Ain Aicha 11/12

Station ain aicha :

La première chose à remarquer c'est la différence du temps entre la courbe de précipitation et l'Hydrogramme qui est presque nulle, en effet l'année 2011 a connu d'importante quantité de précipitation qui a resté latente au sol, ce dernier étant saturé en eau chaque précipitation va entrainer systématiquement l'augmentation immédiate du débit.

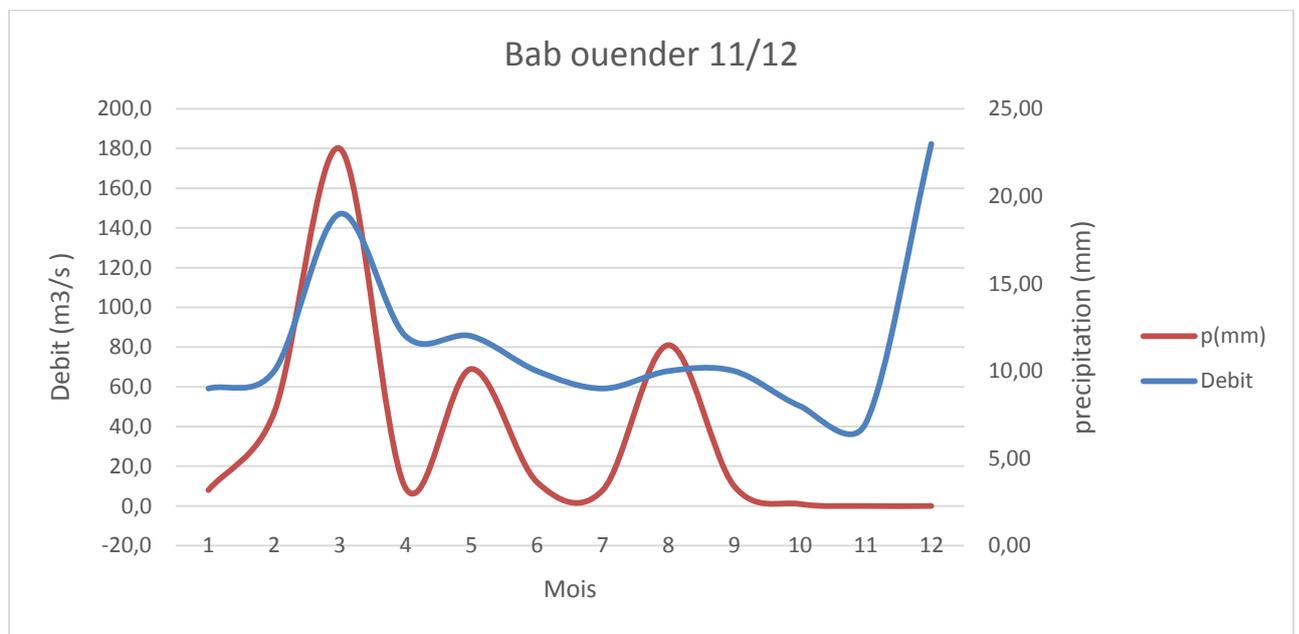


Figure 22 : Diagramme précipitation-débit BabOuender 11/12

Station bab ounder :

On remarque l'alternance de période de crue et d'étiage durant toute l'année avec un maxima de précipitation bien marqué en mois 3, la valeur de débit reste compris entre une valeur de 130 m³/s, et 50 m³/s durant 11 mois, le débit de pointe prend une valeur de 180 m³/s en mois 11.

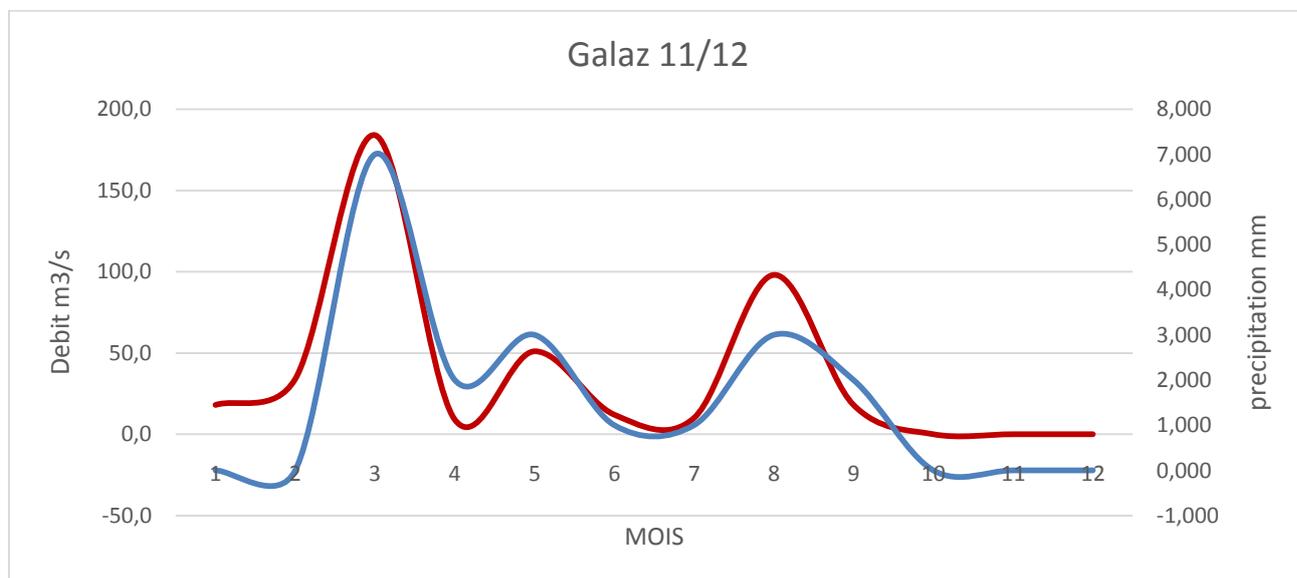


Figure 23 : Diagramme précipitation-débit Galaz 11/12

Station Galaz :

Deux périodes de crues sont discernables, la durée allant du moi 4 jusqu'au 6 est marqué par une faible variation de quantité de précipitation, le débit de pointe atteint une valeur de 150m³/s en moi 3.

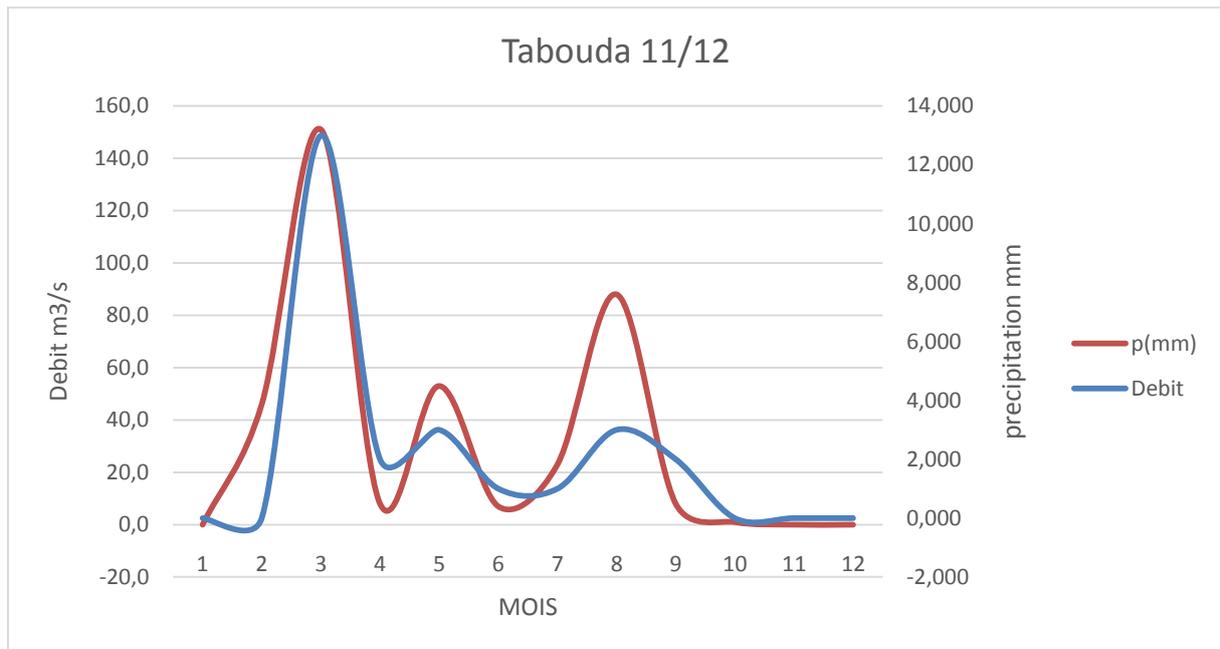


Figure 24: Diagramme précipitation-débit Tabouda 11/12

Station Tabouda :

Le maxima de précipitation est toujours atteint en mois de mars avec une quantité de 10m, on peut également noter la fluctuation de cette dernière avant son annulation en mois 10, la variation du débit est proportionnelle à celle de précipitation.

Conclusion 3 :

L'examen des mesures pluviométriques enregistrées au niveau de l'année 2011/2012 fait ressortir que les précipitations enregistrées sont très variables d'un mois à l'autre. La saison pluvieuse dans la zone d'étude s'étale entre novembre et avril avec des maxima très marqués au mois de décembre et janvier. Tandis que les mois les plus secs sont juillet et août.

Les variations de débits sont en relation avec celle des pluies. En effet, à partir de la saison d'automne les débits liquides augmentent avec les pluies occasionnelles de cette saison pour atteindre un maximum pendant la saison d'hiver, avec la saturation du sol ceci favorise le ruissellement intense qui va renforcer le débit de l'Oued à partir du décembre jusqu'à avril.

Récapitulation pour les 3 ans de 2009 jusqu'à 2012 :

Les crues de l'oued Ouergha sont d'origine pluviale. Elles résultent généralement de fortes averses localisées dans l'espace. Le milieu physique du bassin versant offre un environnement propice au développement de fortes crues: les pentes sont fortes, les sols peu perméables et le couvert végétal est très discontinu. Plusieurs autres facteurs naturels agissent sur les temps de base et de montée: le bassin est compact ($KC = 1,64$) et le réseau

hydrographique est bien hiérarchisé. Cette configuration morphologique contribue à amplifier les débits de pointe observés à l'exutoire, ce dernier qui a atteint une valeur de $350\text{m}^3/\text{s}$ en 2009. En outre, Plus de 70 % du bassin est orienté vers le Sud c'est une disposition favorable pour la fonte de neige qui prolonge l'augmentation des débits d'hiver en dessinant un pic au printemps. Les crues violentes entraînent toujours dans leur déplacement des blocs, des galets, du sable, du limon et des branchages. Ces matériaux forment parfois des barrages au droit des verrous, même il peut véhiculer les flots de boue et les charges solide vers le barrage.

L'analyse des moments d'occurrence des crues d'Ouergha a permis de constater que celles-ci surviennent en toutes saisons. Chaque mois (hormis décembre) a connu au moins une crue pendant les 3 ans d'observations. A l'échelle saisonnière, le printemps émerge du lot par la fréquence de ses crues. L'été, saison de sécheresse au Maroc, peut d'être signalé comme une saison de grand risque hydrologique.

La durée de la genèse des crues est généralement courte puisque la pente est abrupte et le terrain et imperméable, elle varie de quelques heures à quelques dizaines d'heures.

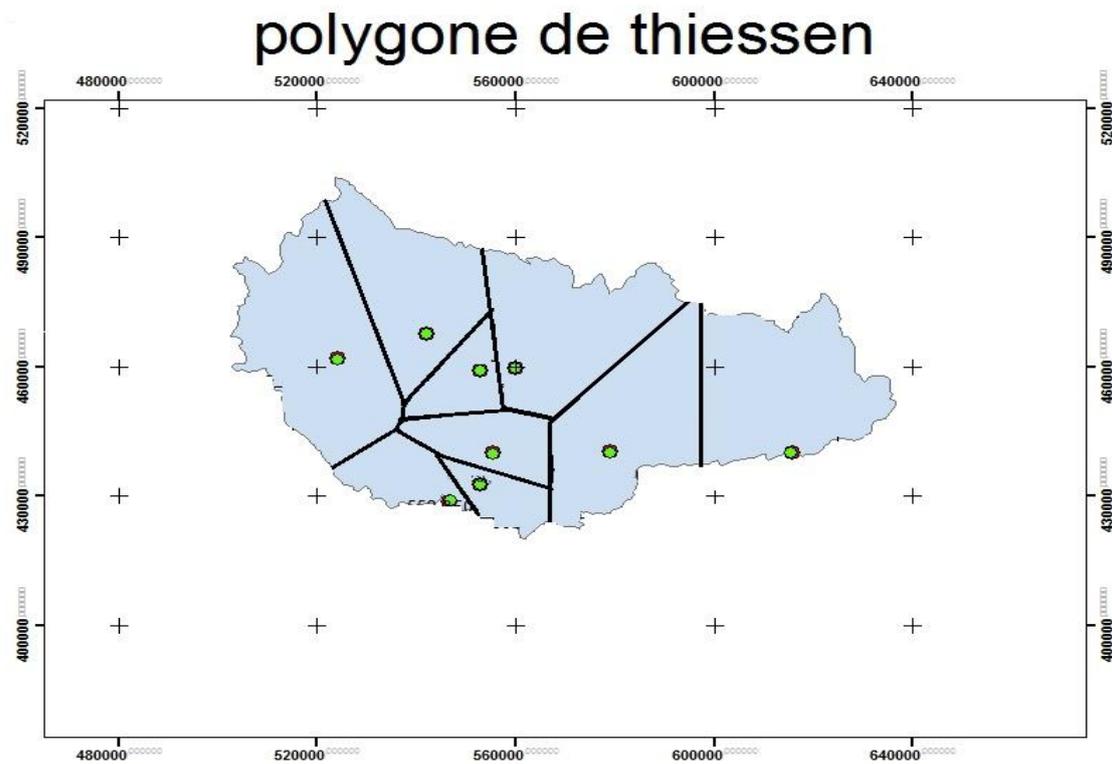
Sur la période d'observation de 2009/2010 à 2011/2012, sur quelque événements de crues, les temps de base (ou durées de crues) les plus fréquents sont d'environ une demi-journée. Il en résulte des hydrogrammes aigus et serrés. Chose qui bourre aux crues d'Ouergha un caractère de soudaineté.

Prévention

Parmi les mesures techniques, on peut citer, d'une part, la protection des berges de d'Oueghra en plusieurs points noirs par des murs de soutènement, pour favoriser la stabilisation des berges contre l'érosion et éviter les débordements des eaux de crues; d'autre part, l'aménagement de seuils pour l'amortissement des crues et des torrents affluents chargés de débris plus ou moins grossiers et, enfin, la réalisation d'ouvrages d'art et d'assainissement routiers ainsi que l'aménagement de zones de refuge et d'une piste en crête hors d'atteinte des crues. Elaboration des cartes d'aléas de crues et de zones inondables et un contrôle de l'occupation des sols peuvent contribuer à l'amélioration du système de prévision. Faire des modélisation hydrologique et hydrogéologique pour simuler les crues dans les régions où on possède pas des stations de jaugeage Pouvoir donner des alertes et pré-alertes à temps pour pouvoir évacuer les gens en aval.

4. Calcule des apports :

Précipitation moyenne annuelle :



Légende

- piez
- piez_CreateThiessenPolygons
- limite ouergha



Figure 25 : Carte représentatives des polygones de thiessen

a. Méthodes des polygones de Thiessen :

La superficie de chaque polygone est déterminée par un logiciel Arc Gis. On calcul la lame d'eau annuelle en appliquant la formule suivante :

$$P_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i P_i}{A}$$

P_{moy}: Précipitation moyenne sur le bassin versant (mm)

P_i : Précipitation enregistré à la station *i* (mm)

A_i: Superficie du polygone associé à la station *i* (Km²) *A* : aire totale du bassin

Selon cette méthode la lame d'eaux tombée sur le bassin versant

b. La moyenne arithmétique :

C'est une méthode la plus simple, elle consiste à calculer la moyenne arithmétique des valeurs obtenues aux stations étudiées. Elle peut être estimée par la formule suivante :

$$P_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

P_{moy} : Précipitation moyenne sur le bassin versant (mm)

P_i : Hauteur des précipitations à la station (mm)

n : nombre station sur le bassin

années	Méthode arithmétique (mm)	Méthode de Thiessen(mm)	La lame moyenne (mm)
2009/2010	1338.66	1318.25	1328.45
2010/2011	1122.33	1059.28	1090.66
2011/2012	456.88	421.53	439.20

Tableau 18 : Précipitation moyen de 2009 jusqu'à 2012

Données hydrologiques

Présenté les différentes stations du BV Ouergha

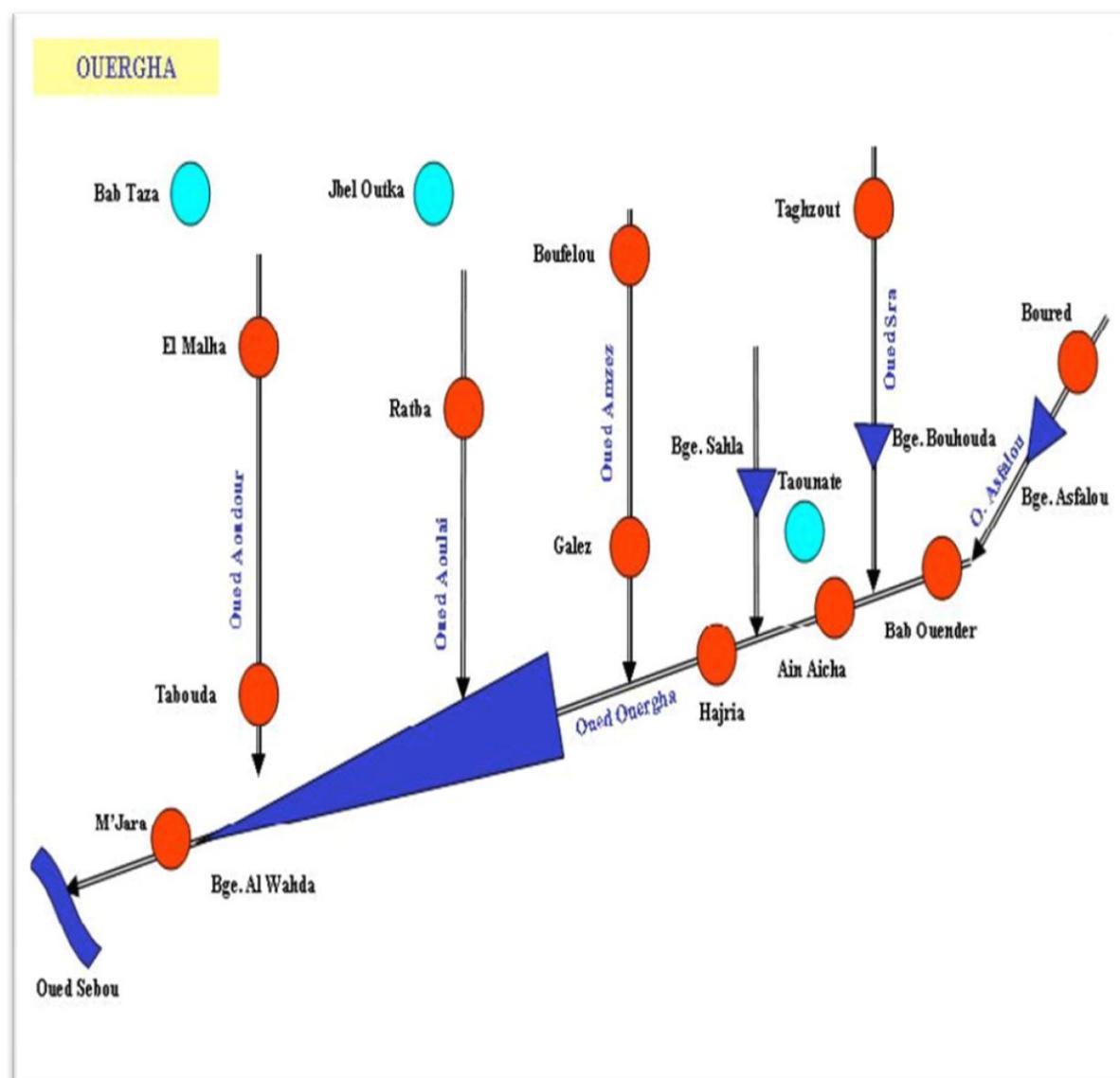


Figure 25 : Schéma représentative des stations pluviométriques BvOuregha

5. Calcul de L'Apports pluviométriques :

L'Apports pluviométriques est calculé selon la formule suivante :

$$A = C_r * P * S$$

A : Apports en mètre cube (m³)

C_r : Coefficient de Ruissellement exprime en % (pour BV Ouergha 0.5)

Coefficients de ruissellement C			
Topographie et Végétation	Texture du sol		
		Sablonneux	Argile et Silt

BOISE	Plat	Pente 0- 5%	0,10	0,30	0,40
	Valonneux	Pente 5- 10%	0,25	0,35	0,50
	Montagneux	Pente 10- 30%	0,30	0,50	0,60
DEBOISE ET FRICHES	Plat	Pente 0- 5%	0,10	0,30	0,40
	Valonneux	Pente 5- 10%	0,16	0,36	0,55
	Montagneux	Pente 10- 30%	0,22	0,42	0,60
CULTURES DRAINEES	Plat	Pente 0- 5%	0,30	0,50	0,60
	Valonneux	Pente 5- 10%	0,40	0,60	0,70
	Montagneux	Pente 10- 30%	0,52	0,72	0,82

Tableau 19 : coefficient de ruissèlement

P : Précipitation moyenne en mètre (m)

S : surface du bassin versant en mètre carre (m2)

années	Apports(Mm3)
2009/2010	4079.98
2010/2011	3375.59
2011/2012	1359.32

Tableau 20 : Apports Du bassin Ouregha

Les apports de barrage el Wahda :

Mois	Apports Mm3	Apports Mm3	Apports Mm3
	2009/2010	2010/2011	2011/2012
Janvier	1,206	3,891	6,520
Février	0,113	83,322	6,603
Mars	1,901	599,784	172,103
Avril	1206,131	821,588	47,693
Mai	2288,094	336,083	63,485
Juin	2369,474	548,653	31,278
Juillet	1723,913	350,597	12,904
Aout	253,982	152,220	55,225
Septembre	56,172	291,953	50,108
Octobre	10,530	48,780	0,056
Novembre	0,000	0,000	1,652
Décembre	0,000	13,998	35,194
Totale	7911,516	3250,869	482,820

Tableau 21 : Apports Barrage El Wahda

Le pourcentage des apports de bassin D'Ouergha dans le barrage el Wahda :

Pendant la période situer entre 2009 et 2012

$$\Sigma \text{ Apports barrage El Wahda} = 7911.516 + 3250.869 + 482.820 = 11644.655 \text{ Mm}^3$$

$$\Sigma \text{ Apports Ouregha} = 4079.98 + 3375.59 + 1359.32 = 8814.89 \text{ Mm}^3$$

11644.655 → 100%

8814.89 → 75.70%

CONCLUSION

Le bassin versant d'Ouergha offre un environnement géomorphologique global propice aux pulsations brutales et violentes du cours d'eau. Le substratum est très peu perméable, le couvert végétal est faible et clairsemé, les pentes à grande dénivellation sont fortes et les vallées encaissées, en plus de l'exposition vers Sud et une pluviosité importante pour un milieu semi-aride, et souvent intense. L'évolution des débits moyens annuels reflètent des irrégularités temporelles qui mettent en relief une succession de périodes humides et de périodes sèches à partir de ces valeurs de débits, deux saisons distinctes marquent l'hydrologie du bassin, Une saison de crue caractérisée par des pointes en janvier et février, Une saison d'étiage allant de mai jusqu'à septembre. Le bassin versant est, caractérisé par un climat méditerranéen semi-aride c'est à dire un hiver tempéré et humide et un été chaud et sec.

Cette convergence de facteurs génère des crues avec écoulements important, c'est la raison pour laquelle il faut prendre les mesures de prévention et par conséquent la protection de la population

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Agence du bassin hydraulique étude hydraulique et étude des crues, apports pluviométriques.
- ❖ BENNAJY Mustapha : Etude des crues sur bassin Amzaz (p :6)
- ❖ M. Mohammed ESSADAoui : Modélisation hydrologique du bassin versant Ouergha par utilisation de la plateforme WMS. (p :26)

WEBOGRAPHIE

- ❖ http://archimede.mat.ulaval.ca/theses/J-Beliveau_06.pdf
- ❖ http://www.ensh.dz/files/ljee/19/Article_Boukrim.pdf
- ❖ <http://fr.slideshare.net/istp1/mmoire-de-fin-dtudes-definitive>



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

NOM et Prénom : NAJI RADOUANE.

: EI FAZAZI Ahmed.

Année Universitaire : 2014/2015

Titre : Prévion des crues sur le bassin versant de l'Ouergha

Résumé

Le bassin versant Ouergha au passage entre le Rif et le Moyen Atlas s'étale sur 7300Km², occupant l'essentiel du versant Sud atlantique de l'arc rifain et s'étend sur la majeure partie de la montagne rifaine.

L'étude a été entamée par une caractérisation morphologique de la zone étudiée, suivie par la détermination des caractères physiques et des caractères de forme, du relief et l'étude de pente de bassin et en fin une analyse de réseaux hydrographiques.

Ce bassin a une superficie de 6190 Km² et un périmètre de 461 km soit de 16.5% du bassin versant de l'oued Sebou dont il fait partie.

Sur le plan des études hydrologiques du bassin d'Ouergha on va essayer de calculer le temps de concentration du bassin d'Ouergha puis détermination des débits de période de retour 50 et 100 et 1000 ans par logiciel hyfran plus .

En dernière partie on a effectué une analyse et traitements des crues pour enfin conclure que les crues du bassin Ouergha sont de natures pluviales et résultent généralement de fortes averses localisées dans l'espace et que les apports du bassin versant Ouergha représentent plus de 75.70% d'apports entrant au barrage ELWAHDA.

Mots clés: Bassin versant de l'Ouergha, précipitation, Crues, l'étude hydrologique, Volumes des Apports.