



كلية العلوم
والتقنيات - مراكش
FACULTÉ DES SCIENCES ET
TECHNIQUE - MARRAKECH

UNIVERSITÉ CADI AYYAD
Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech
Département des Sciences de la Terre
Laboratoire (L3G)
Géoressources, Géoenvironnement et Génie civil



وكالة الموض المائية لتانسيفت
Agence de Bassin Hydraulique du Tensift

Mémoire de Fin d'Etudes

Licence Sciences et Techniques

Filière : Eau & Environnement

**Élaboration d'une base de données des événements
de crues au niveau des stations hydrologiques de
l'Agence de Bassin Hydraulique de Tensift (Maroc)**

Réalisé par :

AIT TALEB Nadya

AMIRI Meriem

AIT EL KADI Hajar

Soutenu le 10/06/2024 devant la commission d'examen composée de :

Encadrant : Pr. Mohamed Elmechdi SAIDI

Faculté des Sciences et Techniques, Marrakech

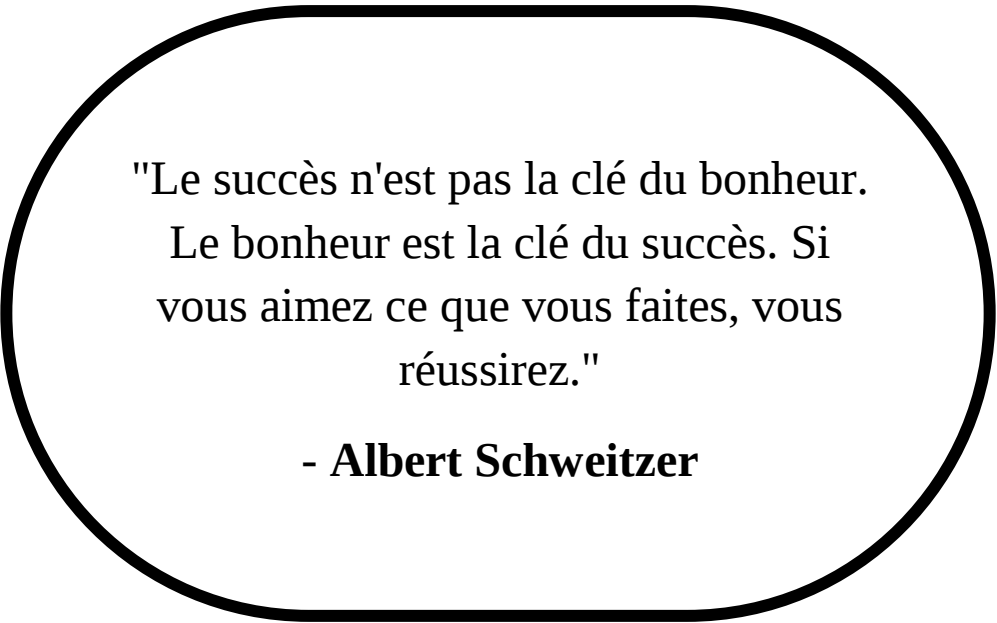
Examineur : Pr. Jalal MOUSTADRAF

Faculté des Sciences et Techniques, Marrakech

Observateur : Pr. Samia BERRADA

Faculté des Sciences et Techniques, Marrakech

Année universitaire 2023/2024



"Le succès n'est pas la clé du bonheur.
Le bonheur est la clé du succès. Si
vous aimez ce que vous faites, vous
réussirez."

- Albert Schweitzer

DÉDICACE

Ce projet de fin d'études est dédié à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation et à mon parcours académique.

À mes parents, pour leur amour inconditionnel, leur soutien moral et financier, et pour avoir toujours cru en moi. Merci pour vos sacrifices et votre encouragement constant.

À mes sœurs et mon frère, pour leur présence réconfortante et leurs encouragements tout au long de ces années.

À mes amis, pour leur amitié sincère, leur soutien et pour les moments de détente qui m'ont permis de garder l'équilibre entre études et vie personnelle.

Enfin, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet. Merci pour votre aide, votre soutien et votre encouragement.

Meriem

DÉDICACE

À MON ADORABLE MAMAN

dont l'amour, la tendresse et le dévouement ont illuminé chaque étape de mon parcours académique. Merci pour tes encouragements constants, tes sacrifices silencieux et ta présence réconfortante. Ce travail est une humble expression de reconnaissance envers toi, maman, pour tout ce que tu as fait. Je te souhaite une longue et heureuse vie, remplie de joie et de sérénité. Sache que je t'aime du plus profond de mon cœur.

À MON TRÈS CHER PAPA

dont la force, la sagesse et le soutien sans faille ont été une source d'inspiration constante. Merci pour tes conseils éclairés, ta patience infinie et ton amour inconditionnel. Tu es un modèle pour moi, et ce travail est un témoignage de gratitude envers toi. Que Dieu te bénisse et te garde en bonne santé pour que tu puisses encore longtemps illuminer ma vie de ta présence aimante.

À MES CHERS FRÈRES ET MA CHÈRE SOEUR

mes précieux frères et sœur, qui avez toujours été là pour moi avec votre soutien inconditionnel, vos encouragements et votre amour. Merci pour les moments partagés, les rires, et les défis surmontés ensemble. Votre présence a enrichi mon parcours académique et ma vie en général. Vous êtes une partie intégrante de qui je suis. Je vous aime de tout mon cœur.

HAJAR

DÉDICACE

À ma mère, je ne trouverai jamais de mots pour t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et surtout pour ta présence dans les moments les plus difficiles. Une vie entière ne suffirait à te rendre cet amour et dévotion. Ce modeste travail paraît bien dérisoire pour traduire une reconnaissance infinie envers une mère aussi merveilleuse dont j'ai la fierté d'être la fille. Longue vie à toi maman. Je t'aime très fort.

À mon père, Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, estime et respect que j'ai pour toi. Pour tous les sacrifices que tu as consentis et pour l'éducation que tu m'as inculquée. Ce travail est ton œuvre, toi qui m'as donné tant de choses et continue à le faire. Que Dieu te protège et te prête longue vie

À mes chers frères, Je vous dédie ce travail avec toute ma gratitude et mon affection. Votre soutien infaillible, vos encouragements constants et votre foi en mes capacités ont été des piliers essentiels dans l'accomplissement de ce projet. Vous avez été des modèles d'inspiration et de détermination, me poussant toujours à donner le meilleur de moi-même. Merci d'avoir toujours été là pour moi, dans les moments de doute comme dans ceux de réussite. Ce projet est autant le vôtre que le mien.

Avec toute mon affection,

NADYA

REMERCIEMENT

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à notre encadrant interne, M. MOHAMED ELMEHDI SAIDI, pour son soutien et ses encouragements tout au long de ce projet. Nous sommes honorées d'avoir eu l'opportunité de travailler sous sa supervision et reconnaissantes pour les enseignements que nous avons reçus de lui.

Un grand merci à notre examinateur, M. JALAL MOUSTADRAF, professeur de l'enseignement supérieur à la faculté des sciences et techniques, et à notre observateur, Mme. SAMIA BERRADA , d'avoir accepté de participer à notre projet de fin d'études.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude envers Mme. INTISSAR ABOUNKI pour son encadrement attentif tout au long de notre stage, pour ses conseils, son humilité et sa patience.

Résumé

Ce projet de fin d'études porte sur l'élaboration d'une base de données des événements de crues pour le bassin versant de Tensift au Maroc, sous la supervision de l'Agence du Bassin Hydraulique de Tensift. Après une présentation générale de l'agence et une description détaillée du bassin versant, incluant sa géographie, géologie, climat, et réseaux hydrographiques, le projet se concentre sur la méthodologie de collecte et d'analyse des données hydrologiques. L'analyse des crues est menée pour différents sous-bassins, avec une attention particulière à l'historique des crues de diverses stations hydrologiques. Enfin, une analyse hydrologique approfondie des données recueillies examine le temps de base, le temps de montée, la saisonnalité des crues, et les relations entre la surface des bassins versants et les paramètres des crues. Cette base de données vise à améliorer la gestion des ressources en eau et la prévention des risques d'inondation dans la région.

ABSTRACT

This final study project deals with the development of a database of flood events for the Tensift Basin in Morocco, under the supervision of Tensiff Hydraulic Basin Agency. After an overview of the agency and a detailed description of the watershed, including its geography, geology, climate, and hydrographic networks, the project focuses on the methodology for collecting and analyzing hydrological data. Flood analysis is carried out for different subbasins, with particular attention to the flood history of various hydrological stations. Finally, an in-depth hydrological analysis of the data collected examines base time, rise time, flood seasonality, and the relationships between the surface of the watercourses and flood parameters. This database aims to improve water resource management and flood risk prevention in the region.

LISTES DES FIGURES

<i>Figure 1 : Carte de localisation du bassin versant Tensift</i>	21
<i>Figure 2: Carte du réseau Hydrographie du bassin hydraulique Tensift (ABHT)</i>	24
<i>Figure 3: Carte des nappes du bassin versant Tensift (ABHT)</i>	26
Figure 4 : Type de crue	35
Figure 5 : Composants de Hydrogramme	36
Figure 6: OUED TENSIFT à ABADLA Le Hydrogramme de la crue du 12/02/1987	37
Figure 7 : OUED TENSIFT à ABADLA le Hydrogramme de la crue du 03/11/1987	38
Figure 8 : OUED TENSIFT à ABADLA Hydrogramme de la crue du 10/11/1988	39
Figure 9 : OUED TENSIFT à ABADLA Hydrogramme de la crue du 29/10/1999	40
Figure 10 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 18/10/1979	40
Figure 11 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 09/05/1982	41
Figure 12 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 16/11/1983	41
Figure 13 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 03/11/1987	42
Figure 14 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 28/10/1999	42
Figure 15 : OUED OURIKA à AGHBALOU Hydrogramme de la crue du 14/07/1989	43
Figure 16 : OUED OURIKA à AGHBALOU Hydrogramme de la crue du 17/08/1995	44
Figure 17 : OUED OURIKA à AGHBALOU Hydrogramme de la crue du 28/10/1999	44
Figure 18 : OUED OURIKA à AGHBALOU Hydrogramme de la crue du 02/11/1987	45
Figure 19 : OUED KSOB à ADAMNA Hydrogramme de la crue du 22/01/1996	46
Figure 20 : OUED KSOB à ADAMNA Hydrogramme de la crue du 28/09/1987	46
Figure 21 : OUED KSOB à ADAMNA Hydrogramme de la crue du 10/11/1988	47
Figure 22 : OUED KSOB à ADAMNA Hydrogramme de la crue du 22/01/1996	48
Figure 23 : OUED CHICHAOUA Hydrogramme de la crue du 28/09/1987	49
Figure 24 : OUED CHICHAOUA Hydrogramme de la crue du 10/11/1988	49
Figure 25 : OUED CHICHAOUA Hydrogramme de la crue du 28/10/1994	50
Figure 26 : OUED CHICHAOUA Hydrogramme de la crue du 28/10/1999	51
Figure 27 : OUED RHERAYA à TAHANAOUT Hydrogramme de la crue du 10/02/1987	52
Figure 28 : OUED RHERAYA à TAHANAOUT Hydrogramme de la cru du 17/08/1995	52
Figure 29 : OUED RHERAYA à TAHANAOUT Hydrogramme de la crue du 28/10/1999	53
Figure 30 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 14/08/1982	54
Figure 31 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 10/03/1990	54
Figure 32 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 17/08/1995	55
Figure 33 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 07/03/1994	56
Figure 34 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM Hydrogramme de la crue du 03/03/1967	56
Figure 35 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM Hydrogramme de la crue du 02/11/1987	57
Figure 36 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM Hydrogramme de la crue du 10/11/1988	57
Figure 37 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM Hydrogramme de la crue du 28/10/1999	58
Figure 38 : OUED AMEZMIZ à SIDI HSSAIN Hydrogramme de la crue du 22/08/1991	59
Figure 39 : OUED AMEZMIZ à SISI HSSAIN Hydrogramme de la crue du 07/08/1994	59

Figure 40 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE Hydrogramme de la crue du 02/11/1987	60
Figure 41 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE Hydrogramme de la crue du 10/11/1988	61
Figure 42 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE Hydrogramme de la crue du 11/06/1996	61
Figure 43 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE Hydrogramme de la crue du 15/05/2003	62
Figure 44 : OUED SEKSAOUA à ILOUDJANE Hydrogramme de la crue du 24/07/1990	63
Figure 45 : OUED SEKSAOUA à ILOUDJANE Hydrogramme de la crue du 10/11/1993	63
Figure 46 : OUED SEKSAOUA à ILOUDJANE Hydrogramme de la crue du 28/10/1999	64
Figure 47 : OUED R'DAT à SIDI RAHAL Hydrogramme de la crue du 13/08/1982	65
Figure 48 : OUED R'DAT à SIDI RAHAL Hydrogramme de la crue du 17/08/1995	65
Figure 49 : OUED R'DAT à SIDI RAHAL Hydrogramme de la crue du 16/11/2003	66
Figure 50 : OUED IGROUNZAR à IGROUNZAR Hydrogramme de la crue du 07/01/1985	67
Figure 51 : OUED IGROUNZAR à IGROUNZAR Hydrogramme de la crue du 10/11/1988	67
Figure 52 : OUED IGROUNZAR à IGROUNZAR Hydrogramme de la crue du 24/12/2001	68
Figure 53 : Temps de base et temps de montée à station ABADLA	70
Figure 54 : Temps de base et temps de montée à station AGHBALOU	71
Figure 55 : Temps de base et temps de montée à station IGROUNZAR	72
Figure 56 : Temps de base et temps de montée à station IMIN EL HAMMAM	73
Figure 57 : Temps de base et temps de montée à station SIDI RAHAL	73
Figure 58 : Temps de base et temps de montée à station SIDI BOUOTHMANE	74
Figure 59 : Temps de base et temps de montée à station TAFERIAT	75
Figure 60 : Temps de base et temps de montée à station ADAMNA	75
Figure 61 : Temps de base et temps de montée à station CHICHAOUA	76
Figure 62 : Temps de base et temps de montée à station ILOUDJANE	77
Figure 63 : Temps de base et temps de montée à station TAHANAOUT	77
Figure 64 : Temps de base et temps de montée à station SIDI HSSAIN	78
Figure 65 : Temps de base et temps de montée à station TALMEST	79
Figure 66 : Répartition mensuelle des crues de la station de TALMEST 1970-2005	79
Figure 67 : Répartition mensuelle des crues de la station de IMIN EL HAMMAM 1967-2006	80
Figure 68 : Répartition mensuelle des crues de la station de ABADLA 1970-2006	81
Figure 69 : Répartition mensuelle des crues de la station de ADAMNA 1970-2000	82
Figure 70 : Répartition mensuelle des crues de la station de AGHBALOU 1970-1999	83
Figure 71 : Répartition mensuelle des crues de la station de CHICHAOUA 1971-2003	84
Figure 72 : Répartition mensuelle des crues de la station de IGROUNZAR 1965-2004	85
Figure 73 : Répartition mensuelle des crues de la station de ILOUDJANE 1976-2004	86
Figure 74 : Répartition mensuelle des crues de la station de SIDI BOUOTHMANE 1985-2005	87
Figure 75 : Répartition mensuelle des crues de la station de SIDI HSSAIN 1989-2004	88
Figure 76 : Répartition mensuelle des crues de la station de SIDI RAHAL 1982-2006	89
Figure 77 : Répartition mensuelle des crues de la station de TAFERIAT 1969-2006	90
Figure 78 : Répartition mensuelle des crues de la station de TAHANAOUT 1962-2006	91
Figure 79 : Relation entre les surfaces des bassin versants et le temps de base	94
Figure 80 : Relation entre les surfaces des bassin versants et le temps de montée	95

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques de la crue du 12/02/1987	37
Tableau 2 : Caractéristiques de la crue du 03/11/1987	38
Tableau 3 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988	39
Tableau 4 : Caractéristiques de la crue du 29/10/1999	40
Tableau 5 : Caractéristiques de la crue du 18/10/1979	40
Tableau 6 : Caractéristiques de la crue du 09/05/1982	41
Tableau 7 : Caractéristiques de la crue du 16/11/1983	41
Tableau 8 : Caractéristiques de la crue du 03/11/1987	42
Tableau 9 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999	42
Tableau 10 : Caractéristiques de la crue du 14/07/1989	43
Tableau 11 : Caractéristiques de la crue du 17/08/1995	44
Tableau 12 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999	44
Tableau 13 : Caractéristiques de la crue du 02/11/1987	45
Tableau 14 : Caractéristiques de la crue du 28/12/1970	46
Tableau 15 : Caractéristiques de la crue du 07/01/1985	46
Tableau 16 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988	47
Tableau 17 : Caractéristiques de la crue du 22/01/1996	48
Tableau 18 : Caractéristiques de la crue du 28/09/1987	49
Tableau 19 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988	49
Tableau 20 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1994	50
Tableau 21 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999	51
Tableau 22 : Caractéristiques de la crue du 10/02/1987	52
Tableau 23 : Caractéristiques de la crue du 17/08/1995	52
Tableau 24 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999	53
Tableau 25 : Caractéristiques de la crue du 14/08/1982	54
Tableau 26 : Caractéristiques de la crue du 10/03/1990	54
Tableau 27 : Caractéristiques de la crue du 17/08/1995	55
Tableau 28 : Caractéristiques de la crue du 07/03/1994	56
Tableau 29 : Caractéristiques de la crue du 03/03/1967	56
Tableau 30 : Caractéristiques de la crue du 02/11/1987	57
Tableau 31 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988	57
Tableau 32 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999	58
Tableau 33 : Caractéristiques de la crue du 22/08/1991	59
Tableau 34 : Caractéristiques de la crue du 07/08/1994	59
Tableau 35 : Caractéristiques de la crue du 02/11/1987	60
Tableau 36 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988	61
Tableau 37 : Caractéristiques de la crue du 11/06/1996	61
Tableau 38 : Caractéristiques de la crue du 15/05/2003	62
Tableau 39 : Caractéristiques de la crue du 24/07/1990	63

Tableau 40 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1993	63
Tableau 41 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999	64
Tableau 42 : Caractéristiques de la crue du 13/08/1982	65
Tableau 43 : Caractéristiques de la crue du 17/08/1995	65
<i>Tableau 44 : Caractéristiques de la crue du 16/11/2003</i>	66
<i>Tableau 45 : Caractéristiques de la crue du 07/01/1985</i>	67
<i>Tableau 46 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988</i>	67
Tableau 47 : Caractéristiques de la crue du 24/12/2001	68
Tableau 48 : Nombre des crues pour chaque station.....	92

Sommaire

Dédicace.....	3
Remerciement.....	6
Résumé.....	7
Abstract.....	8
Liste des figures.....	9
Liste des Tableaux.....	11
Introduction Générale.....	16
Présentation de l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift.....	17
Chapitre I : Présentation du Bassin versant de TENSIFT-KSOB.....	18
A. Définition d'un bassin versant.....	19
B. Généralité sur le bassin versant de TENSIFT- KSOB :	
1. Situation géographique.....	20
2. Cadre géologique.....	22
3. Contexte climatique.....	22
4. Réseaux hydrographique.....	23
5. Eaux souterraine.....	24
Chapitre II : Méthodologie.....	26
A. Collecte des données.....	27
B. Analyse des données hydrologiques.....	27
C. Identification des événements de crues majeures.....	28
D. L'objectif du sujet.....	29
E. Rapport et communication des résultats.....	30
Chapitre III : Analyse des crues des bassins versants de TENSIFT-KSOB	
A. Crue	34
B. Hydrogramme	34
C. Bassin versant de TENSIFT :	
1. Station ABADLA	35
1.1- Historiques des crues.....	
2. Station TALMEST	38
2.1- Historiques des crues.....	
D. Bassin versant de OURIKA :	
1. Station AGHBALOU	41
1.1- Historiques des crues.....	
E. Bassin versant de KSOB :	
1. Station ADAMNA.....	43
1.1- Historiques des crues.....	
F. Bassin versant de CHICHAOUA :	
1. Station CHICHAOUA.....	46
1.1- Historiques des crues	

G. Bassin versant de RHERAYA :	
1. Station TAHANAOUT.....	49
1.1- Historiques des crues.....	
H. Bassin versant de ZAT :	
1. Station TAFERIAT.....	51
1.1- Historiques des crues.....	
I. Bassin versant de N'FIS :	
1. Station IMIN EL HAMMAM.....	53
1.1- Historiques des crues.....	
J. Bassin versant de AMEZMIZ :	
1. Station SIDI HSAIN	56
1.1- Historiques des crues	
K. Bassin versant de ASIF EL MAL :	
1. Station SIDI BOUOTHMANE.....	57
1.1- Historiques des crues.....	
L. Bassin versant de SEKSAOUA :	
1. Station ILOUDJANE.....	60
1.1- Historiques des crues.....	
M. Bassin versant de R'DAT :	
1. Station SIDI RAHAL	62
1.1- Historiques des crues.....	
N. Bassin versant de IGROUNZAR :	
1. Station IGROUNZAR.....	64
1.1- Historiques des crues.....	
Chapitre IV : Analyse hydrologique de la base de données constituée.....	
A. Temps de base et temps de montée.....	68
B. Saisonnalité des crues.....	77
C. Activité du bassin versant.....	89
D. Relation entre les surfaces du bassin versant et le temps de base et temps de montée... 91	
Conclusion générale.....	95
Bibliographie.....	96

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction Générale

Dans un pays comme le Maroc, caractérisé par un climat semi-aride, soit sujet à des inondations importantes de manière occasionnelle. Ces inondations sont devenues plus fréquentes et plus graves au cours des deux dernières décennies pour plusieurs raisons. D'une part, la croissance démographique, le développement économique et l'expansion des zones urbaines, agricoles, industrielles et touristiques ont conduit à une occupation croissante des zones à risque. D'autre part, les phénomènes météorologiques extrêmes, tels que la sécheresse et les fortes pluies, exacerbés par les changements climatiques, entraînent des orages violents et des crues rapides.

Le bassin versant de Tensift, l'un des plus vastes du Maroc, se compose de deux principales caractéristiques morphologiques : des montagnes imposantes et une vaste plaine alluviale. Sa grande surface (19800 Km²), son climat semi-aride et sa diversité géologique en font un élément distinctif de la région.

Ce projet de recherche a été réalisé dans le cadre de notre stage de fin d'études Au sein de l'Agence du Bassin Hydraulique de Tensift, pour un objectif principal d'élaboration d'une base de données des événements de crues au niveau des stations hydrologiques de l'ABHT.

Compte tenu des objectifs de notre travail on a choisi de le présenter en quatre grands chapitres :

- ✓ Présentation générale de bassin versant Tensift, son situation géographique, son cadre géologique, climatique, réseau hydrologique et eaux souterraines .
- ✓ Méthodes de calculs des différentes caractéristiques d'une crue.
- ✓ Etude hydrologique de quelque stations dans différent bassin versant dans la zone d'action de l'ABHT .
- ✓ L'analyse hydrologique de la base constituée .

Présentation de l'organisme d'accueil « ABHT »

L'Agence de Bassin hydraulique du Tensift est instaurée par le décret n° 2-00-479 du 14 Novembre 2000, en application de l'article 20 de la loi sur l'Eau. Elle a pour mission d'évaluer, de planifier, de développer et de gérer les ressources en eau au niveau de sa zone d'action. Cette dernière représente une aire d'investigation globale d'environ 24800 Km², comprenant deux ensembles hydrauliques : les bassins du Tensift (19800km²) et les bassins du Ksob-Igouzoulen (5000Km²).

- Elle compte administrativement :

- La totalité de la préfecture de Marrakech et des provinces d'Essaouira et de Youssoufia.
- La majeure partie des provinces d'Al Haouz et de Chichaoua.
- Une partie des provinces de Kelaa des Sraghnas, de Rhamna et de Safi

- L'Agence de Bassin Hydraulique du Tensift est chargée de :

- Réaliser toutes les mesures piézométrique et de jaugeage ainsi que les études hydrologiques, hydrogéologiques, de planification et de gestion de l'eau tant au plan quantitatif que qualitatif.
- Gérer et contrôler l'utilisation des ressources en eau mobilisées.
- Réaliser les infrastructures nécessaires à la prévention et à la lutte contre les inondations en collaboration avec les Collectivités locales.
- Tenir un registre des droits d'eau reconnus et des concessions et autorisations de prélèvements d'eau accordées.
- Réaliser toutes les mesures de qualité et appliquer les dispositions de la loi 10-95 et des lois en vigueur relatives à la protection des ressources en eau et à la restauration de leur qualité en collaboration avec l'autorité gouvernementale chargé de l'environnement.
- Proposer et exécuter les mesures adéquates pour assurer l'approvisionnement en eau en cas de pénurie d'eau ou pour prévenir les risques d'inondations.

Extrait de la loi 10/9

CHAPITRE I : Présentation du Bassin Versant de Tensift-Ksob

Chapitre I : Présentation du Bassin Versant de Tensift-Ksob :

A. Définition d'un bassin versant :

Un bassin versant, également appelé bassin hydrographique, bassin de drainage ou bassin de réception, est une unité géographique délimitée par des lignes de crête, à l'intérieur de laquelle toutes les eaux de surface convergent vers un point commun, généralement une rivière, un lac, un réservoir ou un océan.

Composantes d'un Bassin Versant

- Lignes de Crête

Les lignes de crête, ou lignes de partage des eaux, définissent les frontières d'un bassin versant. Elles séparent un bassin versant des bassins adjacents et déterminent la direction générale du ruissellement de l'eau. Tout ce qui tombe à l'intérieur de cette zone se dirige vers un point de sortie commun.

- Réseau Hydrographique

Le réseau hydrographique d'un bassin versant comprend tous les cours d'eau, ruisseaux, rivières et affluents qui collectent et transportent l'eau vers le point de sortie. Ce réseau joue un rôle crucial dans la distribution et le transport de l'eau à travers le bassin.

- Sol et Géologie

La nature des sols et la géologie sous-jacente influencent considérablement le comportement hydrologique d'un bassin versant. Les types de sol affectent l'infiltration, le ruissellement et la capacité de rétention d'eau, tandis que la géologie influence la topographie et le drainage souterrain.

- Végétation

La couverture végétale, y compris les forêts, les prairies et les zones cultivées, a un impact sur le cycle de l'eau dans un bassin versant. La végétation influence l'infiltration de l'eau, le taux de transpiration et l'évaporation, ainsi que la protection contre l'érosion.

Importance Hydrologique et Écologique

- Gestion de l'Eau

Les bassins versants sont des unités fondamentales pour la gestion des ressources en eau. Ils permettent de comprendre le comportement de l'eau à l'échelle locale et régionale, facilitant la planification et la gestion des approvisionnements en eau potable, l'irrigation, et la gestion des crues.

- **Qualité de l'Eau**

La qualité de l'eau dans un bassin versant est influencée par les activités humaines et naturelles. La gestion intégrée des bassins versants permet de surveiller et de contrôler les sources de pollution, protégeant ainsi les écosystèmes aquatiques et les ressources en eau potable.

- **Écosystèmes et Biodiversité**

Les bassins versants abritent une grande diversité d'écosystèmes et de biodiversité. Les zones humides, les forêts riveraines et les habitats aquatiques sont essentiels pour de nombreuses espèces animales et végétales. La gestion durable des bassins versants est cruciale pour la conservation de cette biodiversité.

- **Risques Naturels**

Les bassins versants jouent un rôle clé dans la prévention et la gestion des risques naturels, tels que les inondations et les glissements de terrain. Une gestion adéquate des bassins versants peut atténuer ces risques en régulant le ruissellement et en stabilisant les sols.

Un bassin versant est une entité géographique essentielle pour la compréhension et la gestion des processus hydrologiques et écologiques. En intégrant les aspects physiques, biologiques et humains, la gestion des bassins versants vise à assurer la durabilité des ressources en eau et la protection des écosystèmes, tout en répondant aux besoins des populations humaines.

B. Généralité sur le bassin versant de TENSIFT-KSOB :

1) Situation géographique :

Le bassin de Tensift, situé au centre-ouest du Maroc entre les latitudes 32° 10' et 30° 50' Nord, ainsi que les longitudes 9° 25' et 7° 12' Ouest, couvre une étendue de 24 800 km², ce qui représente environ 3% de la superficie totale du pays (ABHT). Il est dominé par l'oued Tensift, qui prend sa source dans les montagnes du Haut Atlas et s'étend sur 260 km jusqu'à son embouchure à Souira Kédima, où il rejoint l'océan Atlantique.

Le bassin est délimité au sud par la ligne de crête du Haut Atlas, au nord par le massif précambrien des Jbilet, à l'Est par la ligne de partage des eaux entre le bassin du Tensift et celui de la Tessaout, et à l'Ouest par l'océan Atlantique (Chaponnière, 2005) .

Le bassin de Tensift peut être subdivisé en trois régions géographiques distinctes :

1. Les montagnes du Haut-Atlas au sud représentent un important réservoir d'eau, avec 9 sous-bassins et des altitudes atteignant jusqu'à 4167 m au Jbel Toubkal. Cette zone est caractérisée par une hydrogéologie active, due à des précipitations abondantes et des sols imperméables, ce qui en fait la principale source d'eau pour l'oued Tensift.
2. Les Jbilet au nord s'étendent sur environ 1500 km² et sont un massif montagneux peu arrosé de faible altitude. Ils contribuent rarement à l'alimentation de l'oued Tensift, sauf lors d'événements pluvieux violents (Hajhouji, 2019).
3. La partie médiane comprend la plaine du Haouz et les plateaux d'Essaouira-Chichaoua. La plaine, d'une superficie de 6000 km², est parcourue par la plupart des affluents de la rive gauche de l'oued Tensift (ABHT), et son altitude varie entre 250 m et 800 m. Cette zone est largement utilisée pour l'agriculture, avec des prélèvements d'eau effectués à partir de canaux d'irrigation traditionnels et du canal de dérivation, alimentés par les barrages Moulay Youssef et Sidi Idriss. Les plateaux d'Essaouira-Chichaoua forment la deuxième partie, limitée à l'Est par la plaine du Haouz et à l'Ouest par la côte atlantique, avec des altitudes variant entre 400 et 800 m (Hajhouji, 2019).

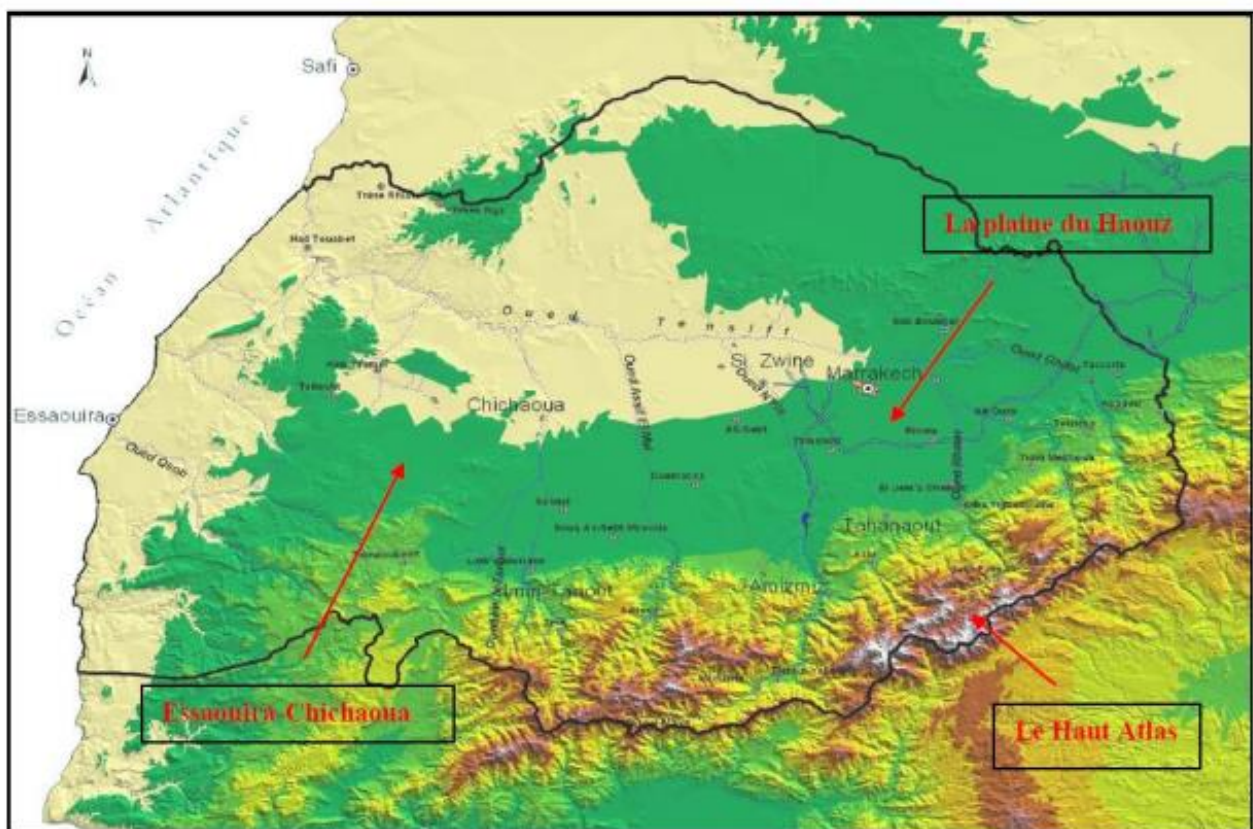


Figure 1 : Carte de localisation du bassin versant Tensift-Ksob

2) Cadre géologique :

La diversité géologique du bassin du Tensift se traduit par une variété de reliefs, et son aspect lithologique revêt une importance capitale pour l'hydrologie. Voici une description de sa géologie en fonction des différentes régions :

○ *Plaine de El Haouz :*

Cette région se caractérise par une topographie plane s'étendant sur environ 150 km d'Est en Ouest. Elle est composée de dépôts alluviaux caillouteux, limoneux ou sableux du Néogène au Quaternaire. Ces formations sont généralement perméables, permettant ainsi l'exploitation des eaux souterraines.

○ *Essaouira-Chichaoua :*

Les plateaux sont constitués de dépôts de dolomie, calcaire et marneux-calcaire datant du Crétacé à l'Éocène. Ces zones renferment des quantités exploitables d'eau utilisées pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

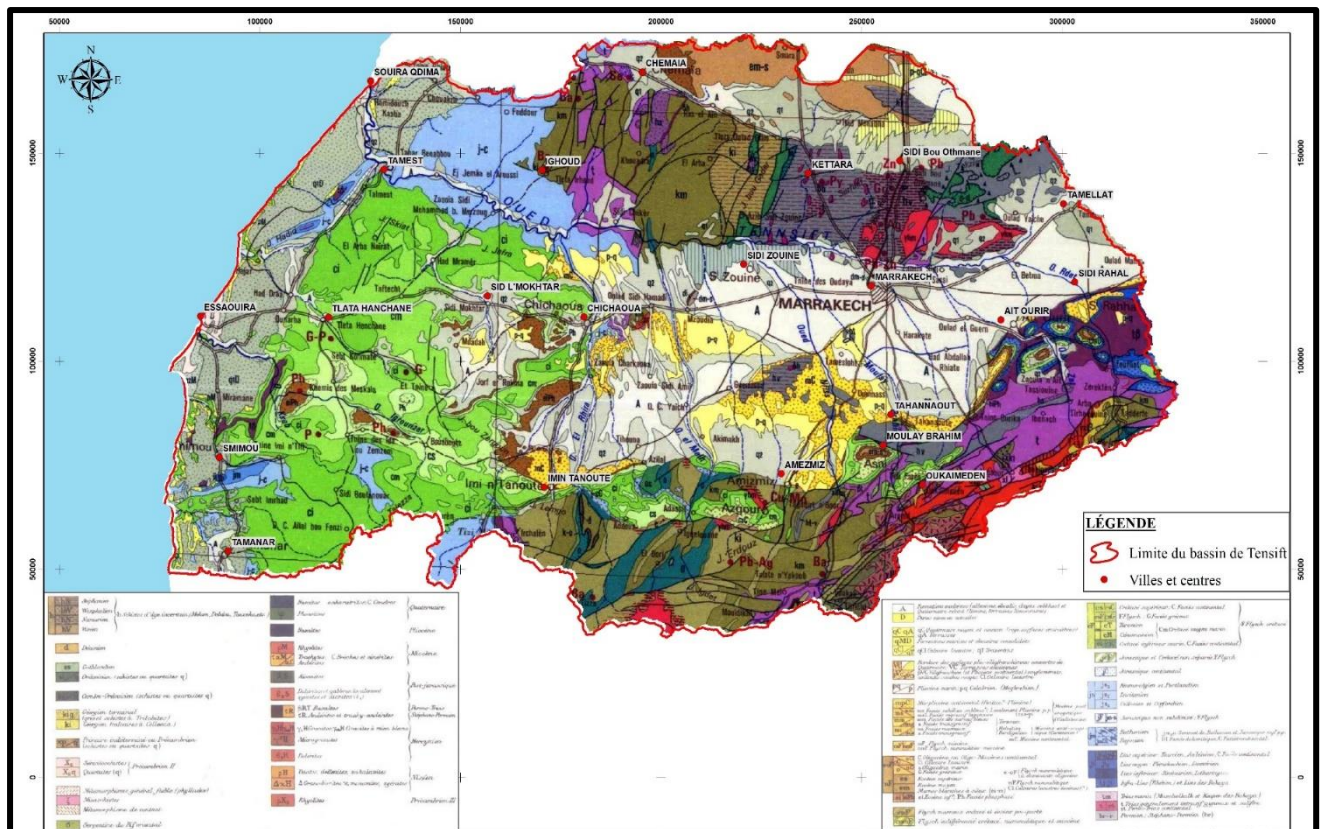
○ *Montagnes de Jbilet :*

Ce massif est principalement formé de schistes du Paléozoïque, comprenant des schistes sombres, argileux et gréseux, avec également des conglomérats et des affleurements calcaires et siliceux. Ces formations ne favorisent pas la formation d'aquifères ni le stockage d'eau.

○ *Montagnes du Haut Atlas :*

Le Haut Atlas est principalement constitué de roches datant du Paléozoïque, avec une partie datant du Précambrien, comprenant des granites, diorites, dolérites, andésites et rhyolites, ainsi que des formations du Crétacé inférieur.

Ces descriptions géologiques reflètent la diversité des formations rocheuses dans le bassin de Tensift, influençant directement la disponibilité et l'exploitation des ressources en eau dans la région.



3) Contexte climatique :

Le climat dans le bassin de Tensift varie de l'aride au semi-aride, avec des zones plus humides dans le Haut Atlas. Les précipitations sont extrêmement irrégulières et montrent une grande diversité dans leur répartition spatiale et temporelle. En revanche, les températures restent relativement stables au fil du temps. L'évaporation annuelle moyenne est généralement au minimum pendant les mois les plus froids, notamment en décembre et janvier.

4) Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique du bassin versant est dominé par l'Oued Tensift, qui traverse la région d'Est en Ouest sur une distance de 315 km. Sa principale source d'alimentation provient de ses affluents situés sur la rive gauche. Les cours d'eau de la rive droite sont généralement alimentés par des précipitations violentes et contribuent de manière occasionnelle à l'alimentation de l'Oued Tensift. Cette asymétrie donne au bassin une configuration où la rive droite joue un rôle hydrologique secondaire. Parmi les principaux affluents de l'Oued Tensift contribuant aux écoulements de surface, on trouve l'Oued Ghdar, l'Oued Zat, l'Oued Ourika, l'Oued Rheraya, l'Oued N'fis, l'Assif El Mal, l'Oued Chichaoua, l'Oued Tiroula et l'Oued Talmest.

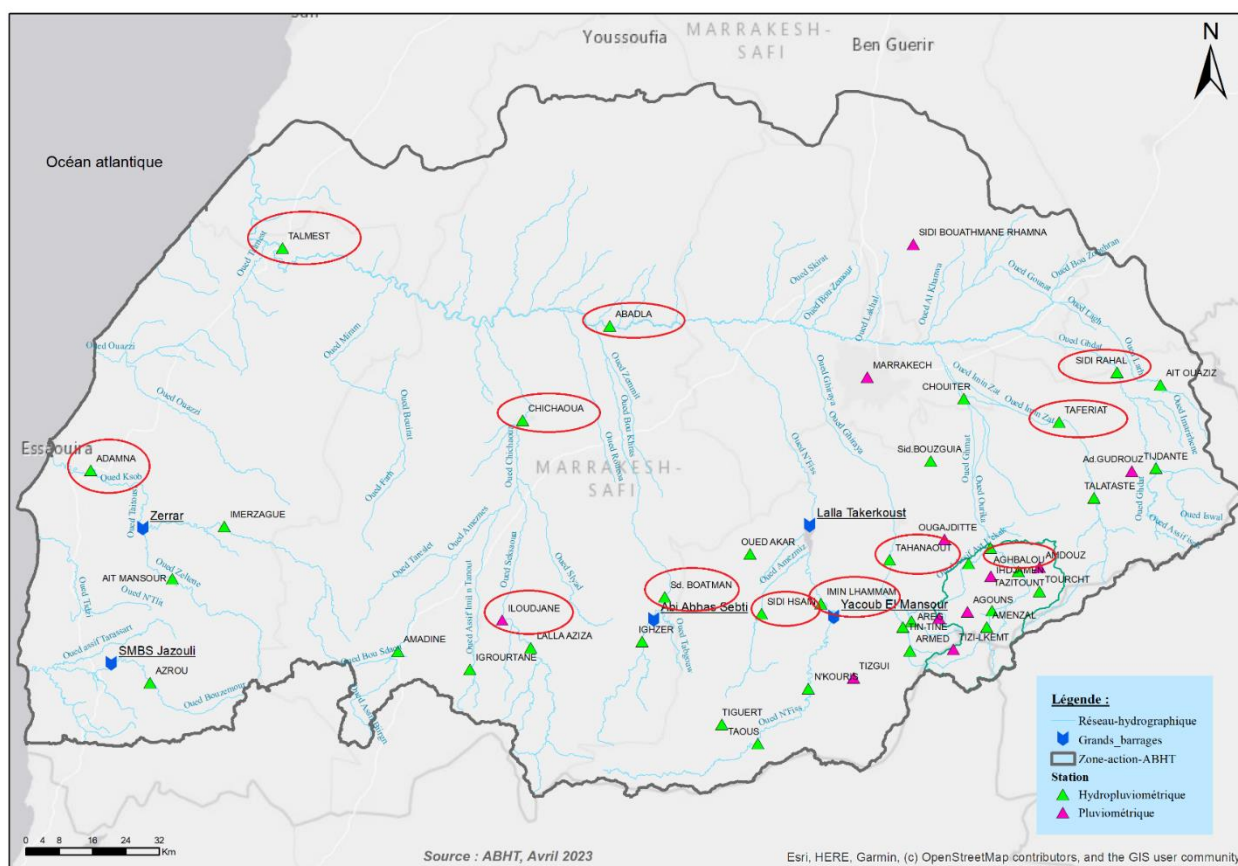


Figure 2: Carte du réseau Hydrographique du bassin hydraulique Tensift (ABHT)

5) Eaux souterraine :

Les eaux souterraines dans le bassin versant de Tensift présentent une distribution géographique inégale en raison de la diversité géologique de la région et de la variabilité spatiale des précipitations. Parmi les nappes les plus importantes, on distingue :

- ❖ **La nappe du Haouz :** Située entre la chaîne du Haut Atlas au sud et les chaînons des Jbilet au nord, cette nappe s'étend sur une superficie de 6000 km² d'Est en Ouest. Elle est alimentée par l'infiltration des eaux de crue des oueds atlasiques traversant la plaine, ainsi que par les eaux d'irrigation. Son écoulement général se fait du sud vers le nord, pour être drainée par l'oued Tensift.
- ❖ **La nappe de la Bahira :** Cette nappe couvre une superficie d'environ 5000 km², dont 3000 km² sont inclus dans la zone d'action de l'ABHT, englobant les parties occidentale et centrale. Située à une trentaine de kilomètres au nord de Marrakech, elle contient plusieurs nappes souterraines, dont les principales sont la nappe phréatique de remplissage plio-quadernaire, la nappe des calcaires lutétiens, la nappe de la formation marno-schisteuse de l'Yprésien supérieur et du Lutétien inférieur, ainsi que la nappe des niveaux phosphatés crétaés et paléocènes.
- ❖ **La nappe de Mejjat :** Limitée au nord par l'oued Tensift et au sud par le Haut Atlas, cette nappe s'étend sur environ 1000 km² et comprend deux aquifères : la nappe phréatique plio-quadernaire et la nappe éo-crétaé. Ces principales sources d'alimentation proviennent des infiltrations directes des eaux de pluie et des eaux de crue des l'oueds Imintanout et Ameznas.
- ❖ **La nappe de Meskala-Kourimate :** Cette nappe s'étend sur une superficie d'environ 1600 km² et est composée de deux aquifères superposés : l'un circulant dans les calcaires de l'Eocène, et l'autre dans des terrains dolomitiques du Crétaé, couvrant respectivement 100 km² et 1600 km².

La répartition des différentes nappes dans l'ensemble du bassin versant est illustrée sur la carte suivante :

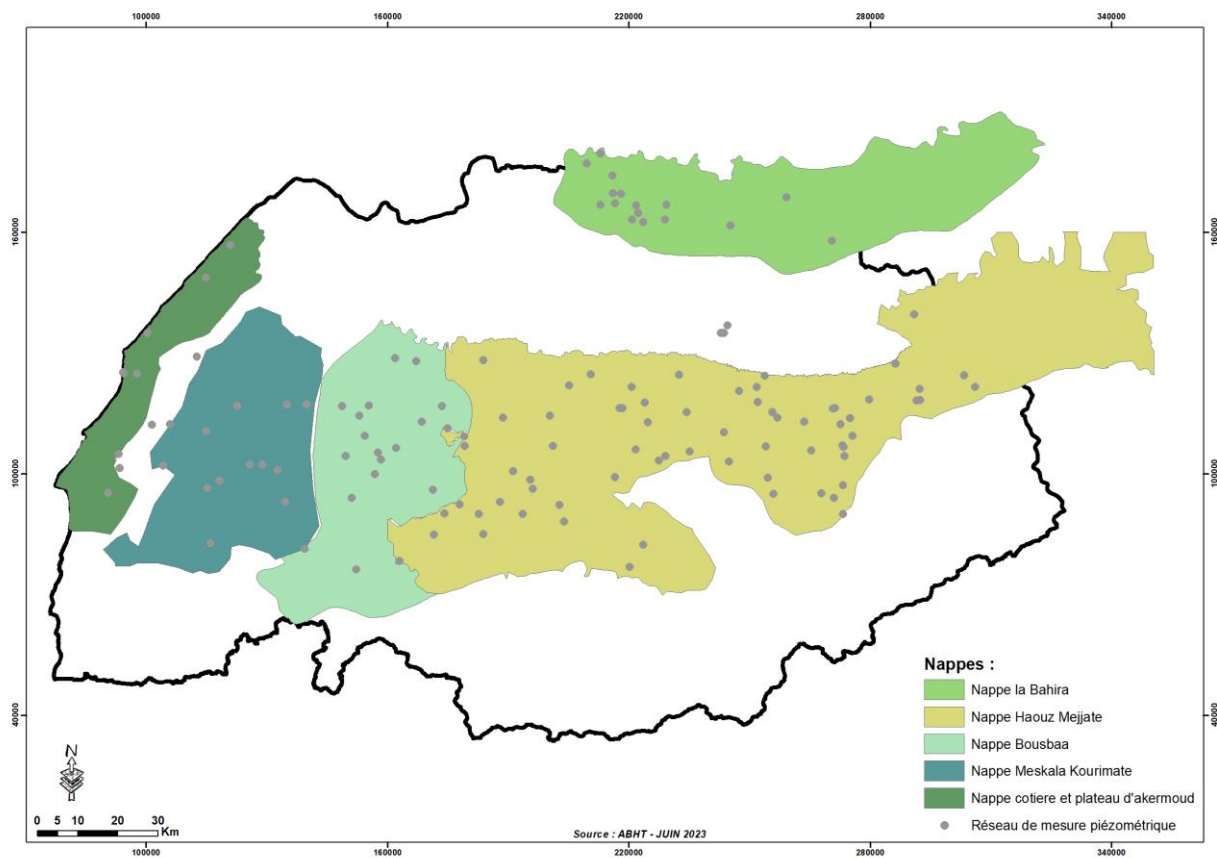


Figure 3: Carte des nappes du bassin versant Tensift (ABHT)

Chapitre II : Méthodologie

Chapitre II : Méthodologie :

Pour reconstituer l'historique des crues dans le bassin de Tensift, il est nécessaire de mener une analyse approfondie des données hydrologiques, météorologiques et historiques disponibles dans cette zone. Voici un aperçu des différentes étapes à suivre pour réaliser cette reconstitution :

A. Collecte des données :

Rassemblez toutes les données disponibles pour chaque crue passée, y compris :

- **Débit de Pointe** : Le débit maximum observé pendant la crue.
- **Volume de Crue** : Le volume total d'eau écoulé pendant l'événement.
- **Temps de Montée** : La durée entre le début de la crue et le débit de pointe.
- **Temps de Base** : La durée totale de l'événement de crue, de l'initiation à la fin du débit élevé.

Les sources peuvent inclure :

- **Agences gouvernementales marocaines** : Le Ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau peut disposer de données sur les crues passées. Recherchez des rapports, des études ou des documents officiels.
- **Rapports de recherche** : Consultez les publications scientifiques et les rapports de recherche sur l'hydrologie et les crues dans la région. Des universités, des instituts de recherche et des organisations internationales peuvent avoir publié des études pertinentes.
- **Données météorologiques et hydrologiques** : Les stations météorologiques et hydrologiques collectent des données sur les précipitations, les débits des cours d'eau et les niveaux d'eau. Recherchez des séries chronologiques pour analyser les tendances et les événements de crue.

B. Analyse des données hydrologiques :

Analyser les données des stations hydrologiques dans le bassin de Tensift offre une opportunité précieuse pour comprendre les tendances et les caractéristiques des crues dans la région. Cette analyse pourrait inclure plusieurs aspects :

- **Débits des rivières** : Examiner les débits des rivières à différentes stations le long du cours d'eau principal et de ses affluents permettrait de déterminer les variations

saisonniers et les tendances à long terme. Les pics de débit peuvent être associés à des événements de crue et fournir des informations sur l'intensité et la fréquence des crues passées.

- **Niveaux d'eau :** Suivre les niveaux d'eau dans les rivières et les lacs peut aider à évaluer le potentiel d'inondations dans la région. Des données historiques sur les niveaux d'eau pendant les crues passées peuvent être utilisées pour calibrer des modèles de prévision des crues et aider à anticiper les impacts des événements futurs.

En combinant ces données et en utilisant des techniques d'analyse hydrologique avancées, il est possible de mieux comprendre les caractéristiques des crues passées dans le bassin du Tensift, ce qui peut contribuer à une meilleure gestion des risques d'inondation et à des mesures d'adaptation plus efficaces face aux changements climatiques.

C. Identification des événements de crues majeures :

En examinant les données hydrologiques et météorologiques, il est possible d'identifier les événements de crues majeures dans l'historique. Voici comment cette analyse pourrait être développée :

- **Analyse des précipitations :** Identifier les périodes de fortes précipitations est essentiel pour comprendre les événements de crues. En examinant les données météorologiques des stations dans la région du bassin du Tensift, on peut repérer les épisodes de précipitations intenses. Des précipitations prolongées ou des précipitations intenses sur une courte période peuvent déclencher des crues.
- **Corrélation avec les débits des rivières :** Après avoir identifié les périodes de fortes précipitations, il convient d'examiner les données des débits des rivières dans le bassin du Tensift pendant ces périodes. Les augmentations rapides des débits des rivières et les pics de débit correspondent souvent aux événements de crues. En comparant les données de précipitations et de débits, on peut établir des liens entre les conditions météorologiques et les crues.
- **Identification des événements de crues majeures :** En croisant les données de précipitations et de débits des rivières, on peut identifier les événements de crues majeures dans l'historique. Ces événements se caractérisent généralement par des précipitations exceptionnelles associées à des débits de rivières significativement élevés, entraînant des inondations et des dommages importants.
- **Analyse des conditions météorologiques extrêmes :** En plus des précipitations, d'autres conditions météorologiques extrêmes telles que les tempêtes tropicales, les cyclones ou les épisodes de pluies torrentielles peuvent également contribuer aux crues majeures. L'analyse de ces événements météorologiques peut fournir des informations supplémentaires sur les facteurs déclenchants des crues dans la région.

En utilisant une approche intégrée combinant données hydrologiques et météorologiques, il est possible d'identifier les événements de crues majeures dans l'historique et de comprendre les conditions météorologiques qui les ont provoquées. Cela permet une meilleure préparation et gestion des risques d'inondations dans le bassin du Tensift.

D. L'objectif du sujet :

L'analyse des données disponibles sur les crues passées est un outil crucial pour comprendre et anticiper le comportement des bassins versants face aux événements hydrologiques extrêmes. Cette analyse se divise en plusieurs axes principaux qui permettent une étude approfondie et multifacette.

Compréhension du Comportement du Bassin Versant

Les données historiques des crues fournissent des informations essentielles sur la réaction des bassins versants lors des épisodes de fortes pluies. En analysant les pics de débits, les durées et les fréquences des crues passées, on peut identifier des schémas récurrents et des comportements spécifiques à chaque bassin. Par exemple, un bassin avec des sols argileux peut réagir plus rapidement aux précipitations intenses en raison de la faible infiltration, entraînant des crues soudaines mais de courte durée. En revanche, un bassin avec des sols sableux peut absorber plus d'eau, retardant ainsi la montée des eaux mais prolongeant la durée de la crue.

Comparaison du Comportement des Bassins Versants

En comparant les données de crues entre différents bassins versants, on peut dégager des similitudes et des différences dans leurs réponses hydrologiques. Cette comparaison est utile pour déterminer comment des caractéristiques similaires (par exemple, taille du bassin, pente, type de sol) influencent les crues dans différents contextes géographiques et climatiques. Par exemple, deux bassins de tailles similaires peuvent réagir différemment en raison de variations dans la couverture végétale ou l'urbanisation. Cette comparaison aide à améliorer les modèles hydrologiques et à prédire les réactions des bassins moins étudiés en se basant sur des analogies avec des bassins mieux documentés.

Impact des Caractéristiques Physiques du Bassin Versant

Les caractéristiques physiques d'un bassin versant, telles que la géologie, la topographie, la couverture végétale et l'urbanisation, jouent un rôle déterminant dans la manière dont l'eau s'écoule et se concentre en aval. Par exemple, un bassin versant fortement urbanisé avec des surfaces imperméables importantes entraînera une augmentation du ruissellement de surface et des crues plus rapides et plus intenses. En analysant les données de crues passées, on peut quantifier l'impact de ces caractéristiques et ajuster les pratiques de gestion des terres et de l'eau pour minimiser les risques de crues. Cela inclut des mesures telles que la reforestation, la création de zones de rétention d'eau ou la restauration des zones humides.

Changement Climatique et Évolution des Crues

Les données historiques des crues sont également essentielles pour étudier les effets du changement climatique sur les régimes hydrologiques. En comparant les fréquences et les intensités des crues sur plusieurs décennies, on peut observer des tendances indiquant un changement dans les schémas de précipitations et de températures. Par exemple, une augmentation des épisodes de précipitations intenses pourrait être attribuée au réchauffement climatique, entraînant une augmentation des risques de crues. Cette analyse est cruciale pour adapter les infrastructures existantes et les politiques de gestion des eaux aux nouveaux défis posés par le changement climatique.

Application Pratique

L'ensemble de ces analyses permet aux décideurs et aux gestionnaires des ressources hydriques de mettre en place des stratégies de gestion proactive des risques de crues. En comprenant les réponses des bassins versants passés et en prévoyant les impacts futurs du changement climatique, ils peuvent planifier des infrastructures résilientes, telles que des digues, des barrages et des systèmes d'alerte précoce, ainsi que promouvoir des pratiques d'aménagement du territoire plus durables.

En conclusion, l'analyse des données des crues passées est une pierre angulaire pour une gestion efficace et durable des ressources en eau et des risques liés aux crues. Elle permet non seulement de comprendre et de comparer le comportement des bassins versants, mais aussi d'adapter les stratégies de gestion face aux défis actuels et futurs, notamment ceux liés au changement climatique.

E. Rapport et communication des résultats :

L'archivage des données sur les crues est un élément fondamental pour la compréhension et la gestion efficace des risques hydrologiques. Cependant, il existe souvent des lacunes significatives dans la collecte et l'archivage de ces données, ce qui limite notre capacité à analyser et à prévoir les événements futurs. Voici un développement de cette idée, ainsi que des commentaires sur les aspects positifs et négatifs associés.

Constat de la Situation Actuelle :

Insuffisance de l'Archivage des Crues

Dans des nombreux pays et régions, l'archivage des données sur les crues n'est pas effectué de manière systématique ou exhaustive. Les raisons de cette insuffisance sont multiples : manque de ressources financières et humaines, absence de politiques claires sur la collecte des données, et infrastructures inadéquates pour le stockage et l'analyse des données. Cela se traduit par des archives fragmentaires, des périodes de données manquantes et une difficulté à accéder à des informations historiques complètes.

Besoin d'Outils Plus Développés pour l'Archivage des Crues :

Avantages des Outils Avancés

1. Amélioration de la Précision et de la Complétude des Données :

- Les outils avancés, tels que les capteurs automatisés, les drones et les satellites, peuvent collecter des données en temps réel avec une grande précision, couvrant ainsi des zones géographiques étendues et difficilement accessibles.
- Les systèmes de gestion de bases de données modernes permettent un stockage, une organisation et une récupération efficaces des données, facilitant leur analyse.

2. Accessibilité et Partage des Données :

- Les plateformes en ligne et les infrastructures de cloud computing offrent des solutions pour partager les données de manière transparente et sécurisée entre différentes agences, chercheurs et gestionnaires des eaux.
- Les interfaces conviviales et les portails de données permettent aux utilisateurs d'accéder facilement aux informations historiques et aux analyses en temps réel.

Inconvénients et Défis des Outils Avancés

1. Coût et Ressources :

- Le développement et la mise en œuvre de technologies avancées nécessitent des investissements financiers significatifs. Les pays en développement ou les régions à faible revenu peuvent avoir des difficultés à mobiliser les ressources nécessaires.
- La formation du personnel pour utiliser ces nouvelles technologies est également coûteuse et peut nécessiter du temps.

2. Complexité Technique :

- Les systèmes avancés peuvent être complexes à mettre en place et à maintenir. Les pannes techniques, les mises à jour logicielles et la gestion des données volumineuses peuvent poser des défis supplémentaires.
- Il peut également y avoir des résistances au changement de la part des utilisateurs habitués aux méthodes traditionnelles de collecte et de gestion des données.

Commentaires Positifs et Négatifs :

Commentaires Positifs

- **Amélioration des Prévisions et de la Gestion des Risques** : Les données complètes et précises permettent des modèles hydrologiques plus fiables, ce qui améliore les prévisions de crues et les stratégies de gestion des risques.
- **Avancées Scientifiques et Techniques** : L'utilisation d'outils avancés stimule l'innovation et le développement de nouvelles technologies, bénéficiant à l'ensemble de la communauté scientifique et technique.
- **Coopération et Partage International** : Les plateformes de partage de données favorisent la coopération internationale, permettant de comparer les données et d'apprendre des expériences des autres régions.

Commentaires Négatifs

- **Inégalités d'Accès aux Ressources** : Les pays ou régions avec des ressources limitées peuvent être laissés pour compte, créant un fossé entre ceux qui peuvent adopter des technologies avancées et ceux qui ne le peuvent pas.
- **Problèmes de Sécurité et de Confidentialité** : Le stockage et le partage en ligne des données peuvent poser des risques de sécurité et de confidentialité, nécessitant des mesures de protection robustes.
- **Complexité et Dépendance Technologique** : Une dépendance excessive à la technologie peut rendre les systèmes vulnérables en cas de défaillance technique ou de cyberattaques, et peut compliquer la gestion en cas de manque de personnel qualifié.

L'archivage adéquat des données sur les crues est crucial pour une gestion efficace des ressources en eau et des risques associés. Bien que l'adoption d'outils plus développés présente de nombreux avantages, tels que la précision accrue des données et l'amélioration de la coopération internationale, il est également accompagné de défis, notamment en termes de coûts, de complexité technique et d'inégalités d'accès. Une approche équilibrée et inclusive est nécessaire pour maximiser les bénéfices tout en atténuant les inconvénients.

Chapitre III :Analyse des crues des bassins versants de TENSIFT – KSOB

Chapitre III :Analyse des crues des bassins versants de TENSIFT – KSOB:

A. Crue :

La crue est une phase du régime hydrologique d'un cours d'eau caractérisé par l'augmentation plus ou moins brutale du débit sous l'effet de facteurs extérieurs et maintenant ce débit au-dessus d'un seuil donné. L'élévation rapide du niveau d'eau peut produire non seulement le remplissage du lit mineur mais aussi la submersion du lit majeur. Le choix du seuil dépend de l'importance du cours d'eau. Très souvent ce seuil est estimé égal à la moyenne interannuelle de l'écoulement; c'est-à-dire que toute crue dont le coefficient de l'écoulement moyen est supérieur ou égal à celui de l'écoulement moyen interannuel du cours d'eau est considéré comme crue et peut faire l'objet d'une étude précise.

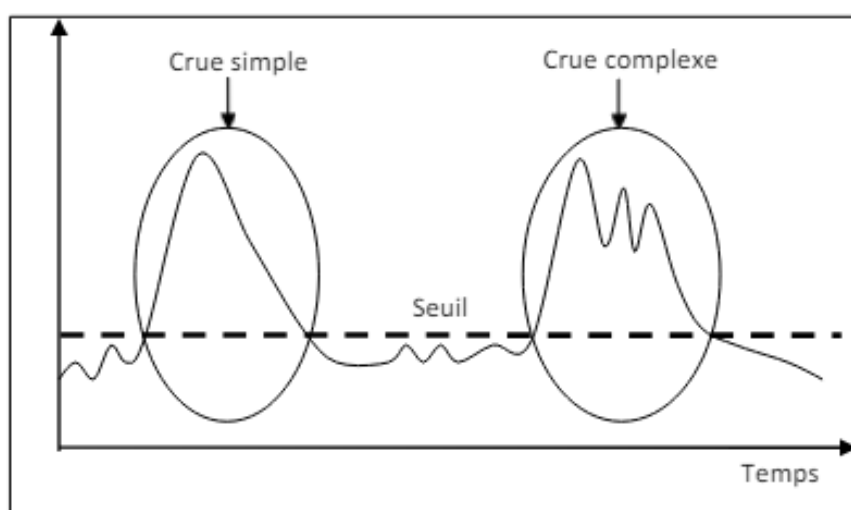


Figure 4 : Type de crue

B. Hydrogramme de crue :

Un hydrogramme est une courbe qui représente l'évolution du débit d'un cours d'eau en fonction du temps. Un hydrogramme de crue est un hydrogramme qui montre la réponse d'un bassin versant à une pluie nette. L'hydrogramme de crue a la forme d'une cloche dissymétrique et se compose de quatre parties : tarissement, crue, décrue et tarissement. L'hydrogramme de crue permet de définir des temps caractéristiques, tels que le temps de montée, le temps de base, le temps de concentration.

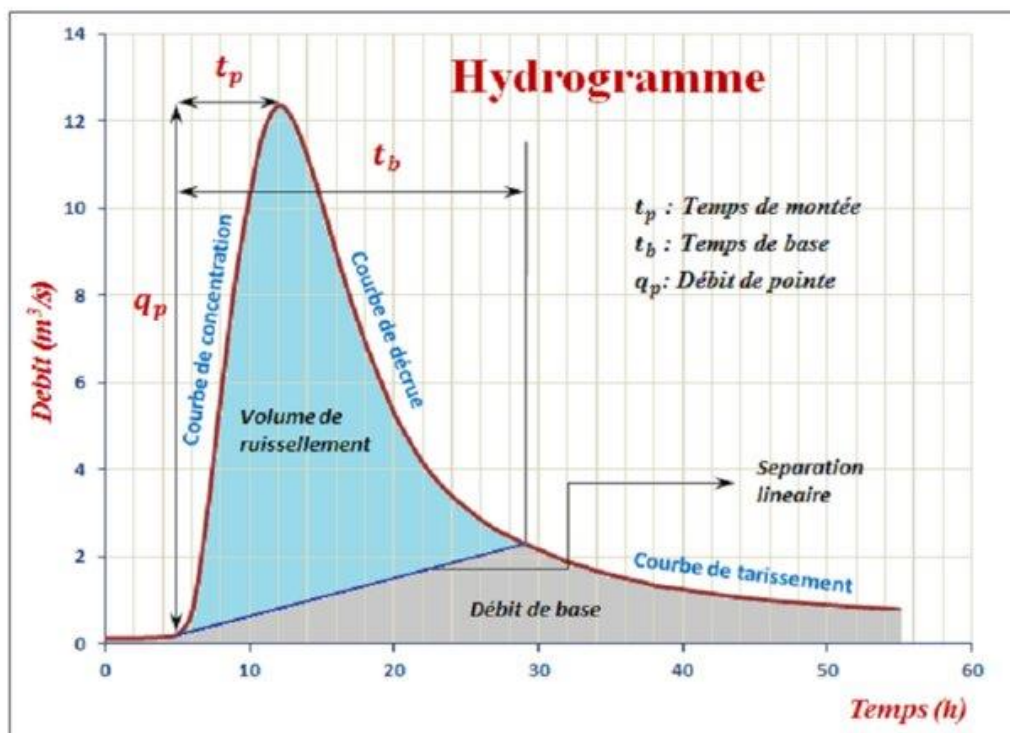


Figure 5 : Composants de Hydrogramme

C. Bassin versant de TENSIFT :

1. Station ABADLA :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue de 12 Février 1987 :

L'hydrogramme de la crue survenue le 12 février 1987. Il s'agissait d'une crue simple, caractérisée par un seul pic, c'est-à-dire une unique phase de montée des eaux suivie d'une unique phase de décroissance. Bien que le temps de base, soit la durée totale de la crue, ait été de 151 heures, le temps de montée a été extrêmement rapide, ne durant que 24 heures. Cette brièveté du temps de montée, associée au débit de pointe élevé de 712 m³/s atteint en seulement 24 heures, témoigne de la gravité et de la soudaineté de cette crue. Ces caractéristiques soulignent l'intensité et le caractère brutal de cet événement.

Tableau 1 : Caractéristiques de la crue du 12/02/1987

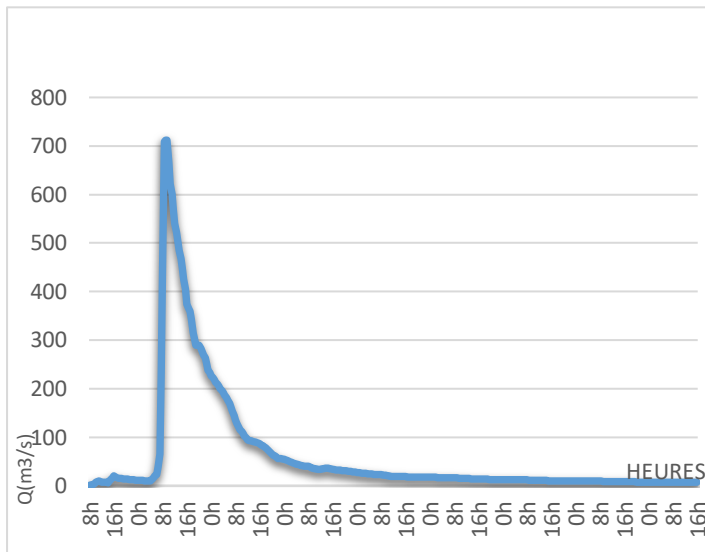


Figure 6: OUED TENSIFT à ABADLA Le Hydrogramme de la crue du 12/02/1987

Caractéristiques de la crue	
Date Début	11/02/1987 à 9h
Date Fin	17/02/1987 à 16h
Débit De Pointe (M ³ /S)	712,000
Débit Max. Moyen (M ³ /S)	73,462
Débit Base Avant (M ³ /S)	2,440
Débit Base Après (M ³ /S)	10,500
Volume 10 ⁶ M ³	39,934
Temps De Base (Heures)	151,0
Temps De Montée (Heures)	24,0
Coefficient De Pointe	9,7

b) La crue du 3 Novembre 1987 :

La crue survenue le 3 novembre 1987 était une crue hivernale. Elle s'est démarquée par son caractère extrême, enregistrant le débit de pointe plus élevé culminant à 1023 m³/s. Cette crue a connu une montée des eaux particulièrement rapide, ne durant que 14,5 heures, suivie d'un temps de base relativement long de 168 heures. Son hydrogramme présentait une forme aigüe et pointue, typique des crues brèves et intenses. La combinaison d'un débit de pointe record et d'une phase de montée fulgurante en à peine plus d'une demi-journée illustre le caractère soudain et violent de cet épisode de crue hivernale.

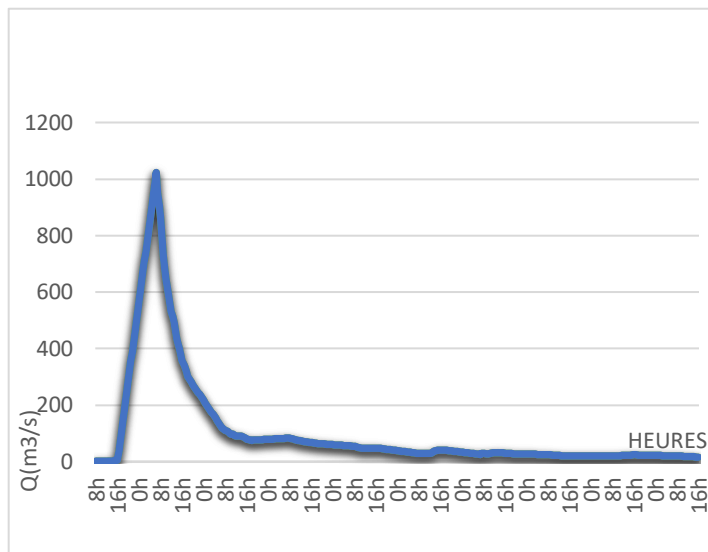


Tableau 2 : Caractéristiques de la crue du 03/11/1987

Caractéristiques de la crue	
date début	02/11/1987 à 16h
date fin	09/11/1987 à 16h
débit de pointe (m³/s)	1023,000
débit max. moyen (m³/s)	124,737
débit base avant (m³/s)	3,870
débit base après (m³/s)	20,800
volume 10 ⁶ m³	754,407
temps de base (heures)	168,0
temps de montée (heures)	14,5
coefficient de pointe	8,2

Figure 7 : OUED TENSIFT à ABADLA le Hydrogramme de la crue du 03/11/1987

c) La crue du 10 Novembre 1988 :

D'après l'hydrogramme représenté sur la figure, la crue survenue le 10 novembre 1988 était une crue simple, c'est-à-dire comportant un seul pic de crue. Son temps de base, soit la durée totale de l'événement, était de 144 heures. Cependant, la phase de montée des eaux a été relativement rapide, ne durant que 19 heures, avant d'atteindre un débit de pointe élevé de 810 m³/s. Contrairement aux crues précédentes qui présentaient un hydrogramme aigu et pointu, la forme plus étalée de l'hydrogramme de cette crue laisse supposer des arrivées successives des eaux en provenance des différents affluents du bassin versant.

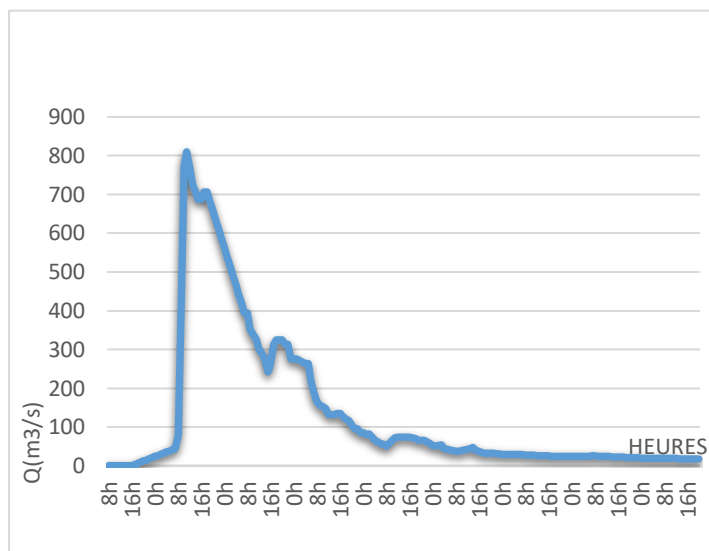


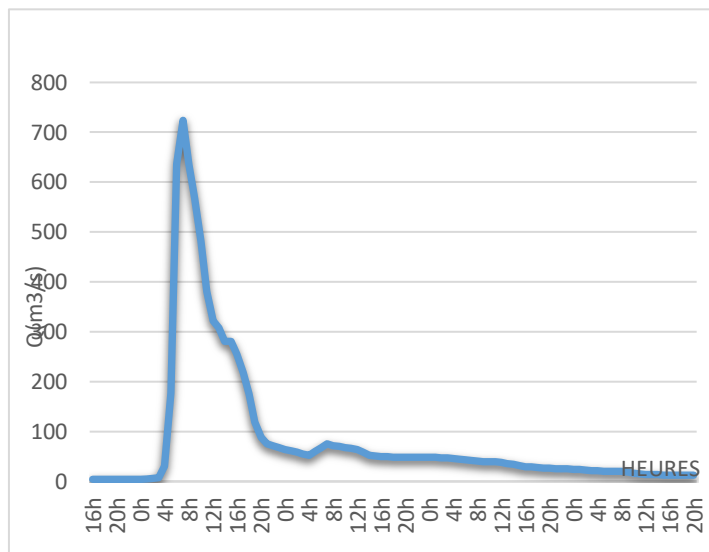
Figure 8 : OUED TENSIFT à ABADLA Hydrogramme de la crue du 10/11/1988

Tableau 3 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988

Caractéristiques de la crue	
date début	09/11/1988 à 16h
date fin	15/11/1988 à 17h
débit de pointe (m ³ /s)	810,000
débit max. moyen (m ³ /s)	171,454
débit base avant (m ³ /s)	0,390
débit base après (m ³ /s)	24,700
volume 10 ⁶ m ³	88,882
temps de base (heures)	144,0
temps de montée (heures)	19,0
coefficient de pointe	4,7

d) La crue du 28 Octobre 1999 :

L'hydrogramme présente la forme typique d'une crue simple monogénique, c'est-à-dire issue d'un seul épisode pluvieux majeur. On y observe un pic de crue extrêmement prononcé, atteignant un débit de pointe très élevé de 724 m³/s. Les temps caractéristiques de cet événement étaient très courts, avec un temps de base total de seulement 80 heures et un temps de montée des eaux fulgurante de 4 heures seulement. Ce type de crue de courte durée mais au débit de pointe massif représente un risque majeur en raison de son potentiel dévastateur.



**Figure 9 : OUED TENSIFT à ABADLA Hydrogramme
de la crue du 29/10/1999**

**Tableau 4 : Caractéristiques de la crue du
29/10/1999**

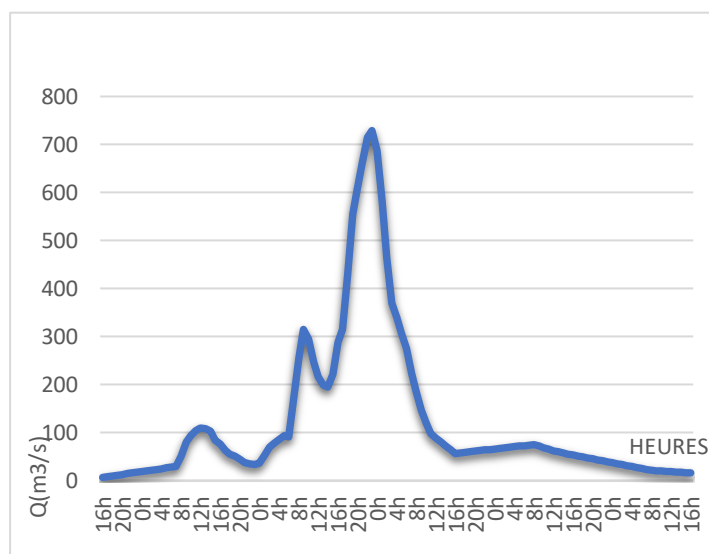
Caractéristique de la crue	
date début	29/10/1999 à 3h
date fin	1/11/1999 à 12h
débit de pointe (m³/s)	724,000
débit max. moyen (m³/s)	94,587
débit base avant (m³/s)	7,000
débit base après (m³/s)	14,200
volume 10 ⁶ m³	27,241
temps de base (heures)	80,0
temps de montée (heures)	4,0
coefficient de pointe	7,7

2. Station TALMEST :

2.1- Historiques des crues :

a) La crue du 19 Octobre 1979 :

Il s'agit d'une crue hivernale avec une durée de base de 111 heures. Le débit de pointe, atteignant environ 729 m³/s, a été observé après une montée de 55 heures. Ce débit de pointe est environ six fois supérieur au débit moyen de la crue.



**Figure 10 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme
de la crue du 18/10/1979**

**Tableau 5 : Caractéristiques de la crue du
18/10/1979**

Caractéristiques de la crue	
date début	18/10/1979 à 16h
date fin	23/10/1979 à 8h
débit de pointe (m³/s)	729,000
débit max. moyen (m³/s)	117,614
débit base avant (m³/s)	6,830
débit base après (m³/s)	21,270
volume 10 ⁶ m³	46,999
temps de base (Heures)	111,0
temps de montée (Heures)	55,0
coefficient de pointe	6,2

b) La crue du 09 Mai 1982 :

Le 9 mai 1982, une crue importante s'est produite. Son hydrogramme révèle que la durée totale de la crue (temps de base) était de 160 heures. Le débit maximum atteint lors de cette crue (débit de pointe) était de 830 m³/s. Ce débit de pointe a été atteint après 30 heures de montée des eaux. La forme aiguë et pointue de l'hydrogramme indique une montée rapide des eaux, ce qui peut accentuer la gravité de la crue. Des crues similaires en termes de débit de pointe (environ 801 m³/s) se sont produites en 1983 et 1987. Cependant, ces dernières différaient de la crue de 1982 par leurs temps de base et leurs temps de montée respectifs.

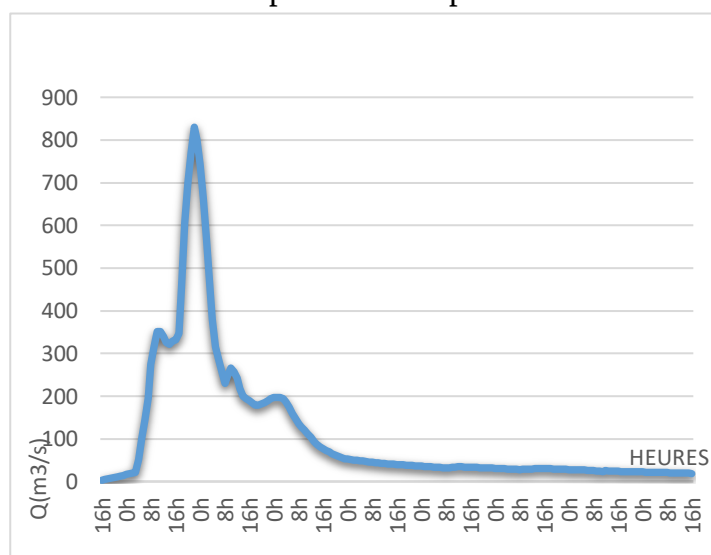


Figure 11 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 09/05/1982

Tableau 6 : Caractéristiques de la crue du 09/05/1982

Caractéristiques de la crue	
date début	08/05/1982 à 16h
date fin	15/05/1982 à 9h
débit de pointe (m ³ /s)	830,000
débit max. moyen (m ³ /s)	115,588
débit base avant (m ³ /s)	2,810
débit base après (m ³ /s)	24,750
volume 10 ⁶ m ³	66,579
temps de base (heures)	160,0
temps de montée (heures)	30,0
coefficient de pointe	7,2

Tableau 7 : Caractéristiques de la crue du 16/11/1983

Caractéristiques de la crue	
date début	15/11/1983 à 16h
date fin	18/11/1983 à 12h
débit de pointe (m ³ /s)	801,000
débit max. moyen (m ³ /s)	140,809
débit base avant (m ³ /s)	0,000
débit base après (m ³ /s)	16,500
volume 10 ⁶ m ³	33,963
temps de base (heures)	67,0
temps de montée (heures)	22,0
coefficient de pointe	5,7

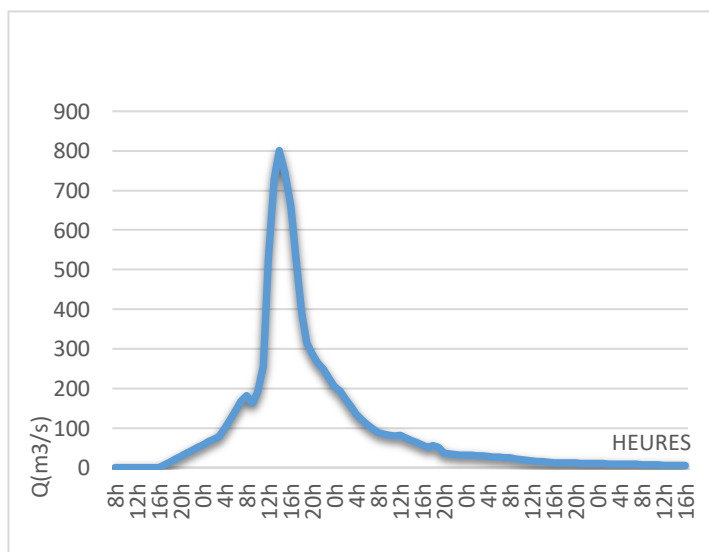


Figure 12 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 16/11/1983

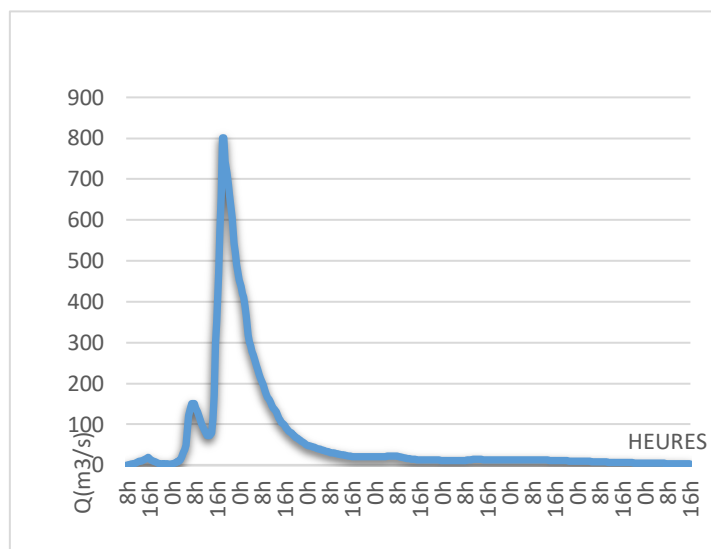


Figure 13 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme de la crue du 03/11/1987

Tableau 8 : Caractéristiques de la crue du 03/11/1987

Caractéristiques de la crue	
date début	02/11/1987 à 23h30
date fin	06/11/1987 à 16h
débit de pointe (m³/s)	801,000
débit max. moyen (m³/s)	122,914
débit base avant (m³/s)	2,400
débit base après (m³/s)	12,700
volume 10 ⁶ m³	39,160
temps de base (heures)	88,5
temps de montée (heures)	18,5
coefficient de pointe	6,5

c) La crue du 28 Octobre 1999 :

La figure montre qu'il s'agit d'une crue complexe, caractérisée par deux pics. Elle a duré environ huit jours, avec un débit passant de 1,21 m³/s à 500 m³/s en 16 heures pour le premier pic. Une décrue a suivi, réduisant le débit à 250 m³/s. Ensuite, un second pic a atteint 1171 m³/s en 28 heures, probablement en raison de l'arrivée des eaux des affluents collectées plus tard. Cette crue peut être considérée comme dangereuse en raison de son débit de pointe élevé et de sa longue durée de base, environ 163 heures. La longue durée de cette crue est probablement due à la grande superficie du bassin du Tensift, qui nécessite plus de temps pour orienter les eaux vers le cours principal de son réseau hydrographique. Les eaux du bassin aval atteignent l'exutoire en premier, suivies de celles du bassin moyen, puis de celles du bassin amont.

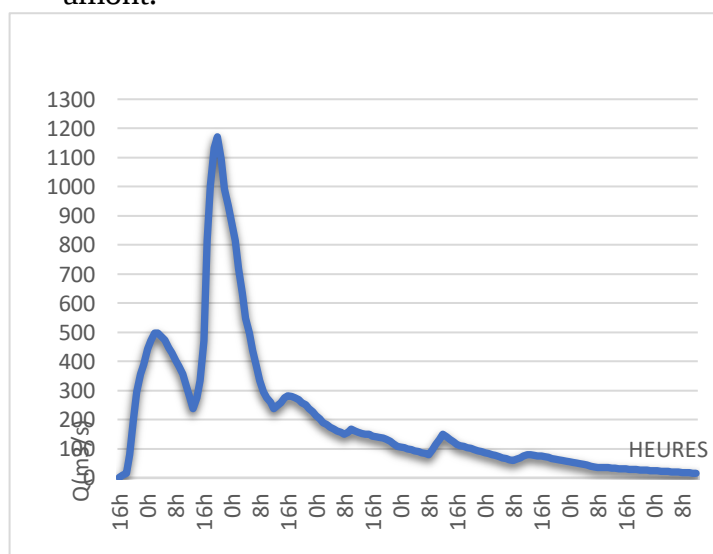


Figure 14 : OUED TENSIFT à TALMEST Hydrogramme De la crue du 28/10/1999

Tableau 9 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999

Caractéristiques de la crue	
date début	28/10/1999 à 16h
date fin	04/11/1999 à 12h
débit de pointe (m³/s)	1171,000
débit max. moyen (m³/s)	197,114
débit base avant (m³/s)	1,210
débit base après (m³/s)	16,200
volume 10 ⁶ m³	115,666
temps de base (heures)	163,0
temps de montée (heures)	28,0
coefficient de pointe	5,9

D. Bassin versant de OURIKA :

1. Station AGHBALOU :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 14 Juillet 1989 :

C'est une crue d'été (14 juillet) qui rappelle la fameuse crue de 1995. La durée initiale était de 23 heures et le débit maximal a atteint environ 823 m³/s, après une montée de 15 heures. Ce débit maximal représente environ le double du débit moyen de la crue. Il s'agit d'une crue à forme aiguë avec un débit de pointe élevé.

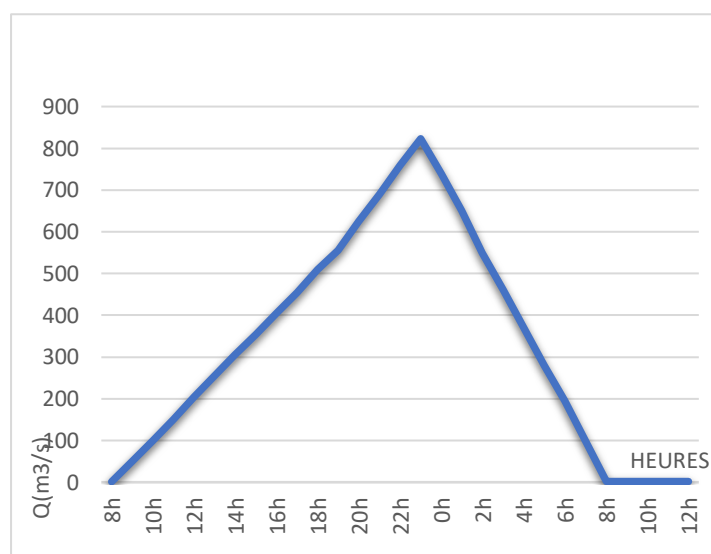


Figure 15 : OUED OURIKA à AGHBALOU Hydrogramme de la crue du 14/07/1989

Tableau 10 : Caractéristiques de la crue du 14/07/1989

Caractéristiques de la crue	
date début	14/07/1989 à 8h
date fin	15/07/1989 à 8h
débit de pointe (m³/s)	823,000
débit max. moyen (m³/s)	416,000
débit base avant (m³/s)	1,200
débit base après (m³/s)	1,600
volume 10 ⁶ m³	34,420
temps de base (heures)	23
temps de montée (heures)	15
coefficient de pointe	2,0

b) La crue du 17 Août 1995 :

La figure présente l'hydrogramme de la célèbre crue du 17 août 1995. Cette crue n'a duré que 3 heures, avec un temps de montée très rapide de seulement un quart d'heure. Le débit de pointe a atteint 1 030 m³/s à Aghbalou, mobilisant un volume d'eau de 3,3 millions de mètres cubes. L'hydrogramme de cette crue met en évidence les caractéristiques d'une crue monogénique simple, avec une forte pointe de crue, des temps de base et de montée très courts, et un tarissement prolongé. Il s'agit donc d'une crue particulièrement grave et dangereuse en raison de sa soudaineté exceptionnelle.

Tableau 11 : Caractéristiques de la crue du 17/08/1995

Caractéristiques de la crue	
date début	17/08/1995 à 20h
date fin	18/08/1995 à 0h
débit de pointe (m ³ /s)	1030,000
débit max. moyen (m ³ /s)	253,500
débit base avant (m ³ /s)	50,000
débit base après (m ³ /s)	30,000
volume 10 ⁶ m ³	3,651
temps de base (Heures)	4
temps de montée (Heures)	0,16
coefficient de pointe	4,1

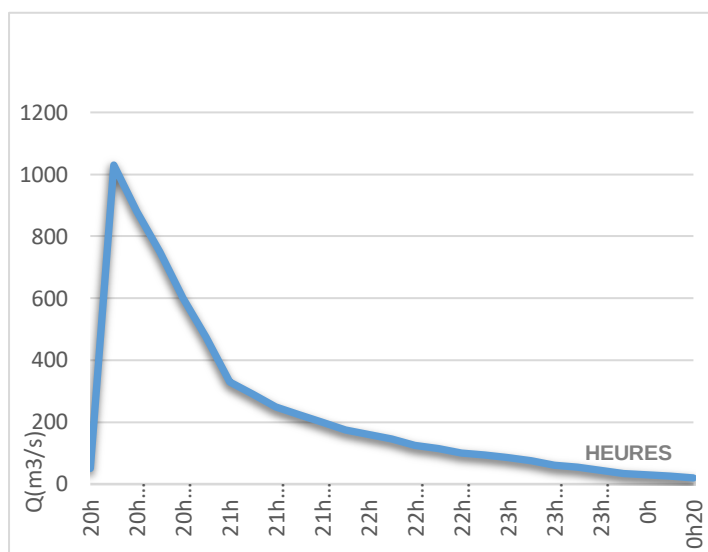


Figure 16 : OUED OURIKA à AGHBALOU Hydrogramme de la crue du 17/08/1995

c) La crue du 28 Octobre 1999 :

L'hydrogramme ci-dessous illustre que la crue du 28 octobre 1999 est simple, avec un temps de base relativement court, similaire à celui de la crue précédente (23 heures). Le temps de montée est plus rapide, atteignant 9 heures et 30 minutes. Le débit de pointe était également élevé, atteignant 762 m³/s. L'hydrogramme adopte la forme classique, caractérisée par une forme aigue avec une forte pointe de crue, et des temps de base et de montée assez courts. Ces caractéristiques augmentent le danger et les risques des crues dans ce bassin.

Tableau 12 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999

Caractéristiques de la crue	
date début	28/10/1999 à 8h
date fin	29/10/1999 à 8h
débit de pointe (m ³ /s)	762,000
débit max. moyen (m ³ /s)	307,170
débit base avant (m ³ /s)	12,720
débit base après (m ³ /s)	16,460
volume 10 ⁶ m ³	25,987
temps de base (heures)	23,5
temps de montée (heures)	9,5
coefficient de pointe	2,5

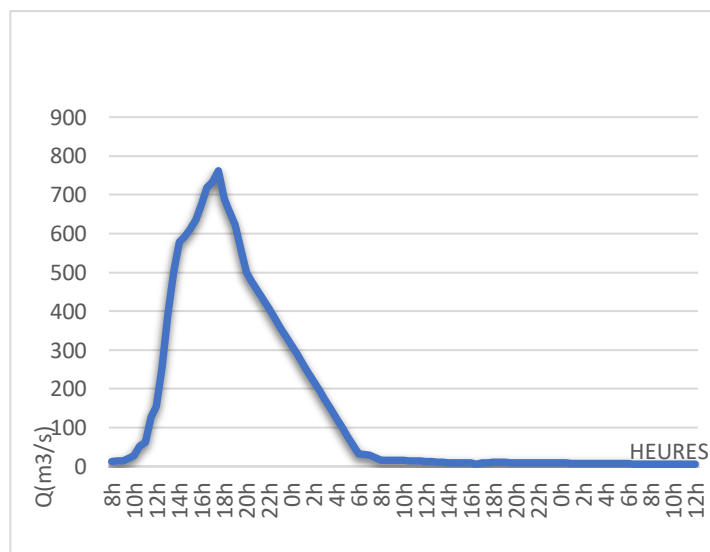


Figure 17 : OUED OURIKA à AGHBALOU Hydrogramme de la crue du 28/10/1999

d) La crue du 02 Novembre 1987 :

La crue du 2 novembre 1987 a eu un temps de base de 39 heures, avec un débit de pointe atteignant environ 650 m³/s après une montée globale de 14 heures. Une première montée, amorcée la veille à 20 heures, a été lente et régulière jusqu'à 6 heures du matin, où le débit était d'environ 100 m³/s, puis a atteint 183 m³/s à 8 heures. Ensuite, une montée rapide et violente a fait grimper le débit à une pointe de 650 m³/s en seulement deux heures.

Tableau 13 : Caractéristiques de la crue du 02/11/1987

Caractéristiques de la crue	
date début	01/11/1987 à 20h
date fin	03/11/1987 à 12h
débit de pointe (m ³ /s)	650,600
débit max. moyen (m ³ /s)	241,700
débit base avant (m ³ /s)	26,000
débit base après (m ³ /s)	27,300
volume 10 ⁶ m ³	34,360
temps de base (heures)	39,5
temps de montée (heures)	14
coefficient de pointe	2,7

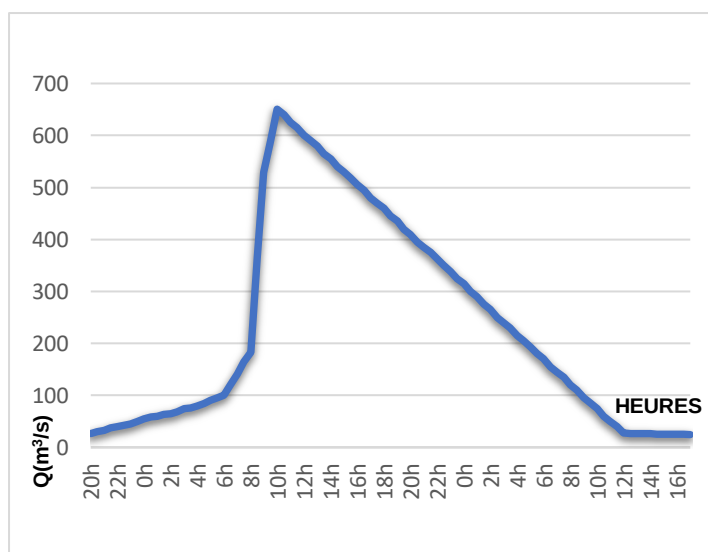


Figure 18 : OUED OURIKA à AGHBALOU
Hydrogramme de la crue du 02/11/1987

E. Le bassin versant de KSOB :

1. Station ADAMNA :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 28 décembre 1970 :

L'hydrogramme présente une montée rapide des eaux avec un débit de pointe atteignant 658 m³/s en 22 heures, suivi d'une décrue relativement rapide. Cette crue, durant 36 heures, a généré un volume total d'eau de 31,678 millions de m³. Le débit maximum moyen était de 251,411 m³/s, tandis que les débits de base avant et après la crue étaient presque constants, autour de 10,8 m³/s. Le coefficient de pointe de 2,6 indique un pic marqué par rapport au débit moyen, caractéristique d'une crue intense. Ces éléments soulignent la nature rapide et volumineuse de l'événement, nécessitant des mesures de gestion et de prévention efficaces pour atténuer les impacts potentiels sur les infrastructures et les populations situées en aval.

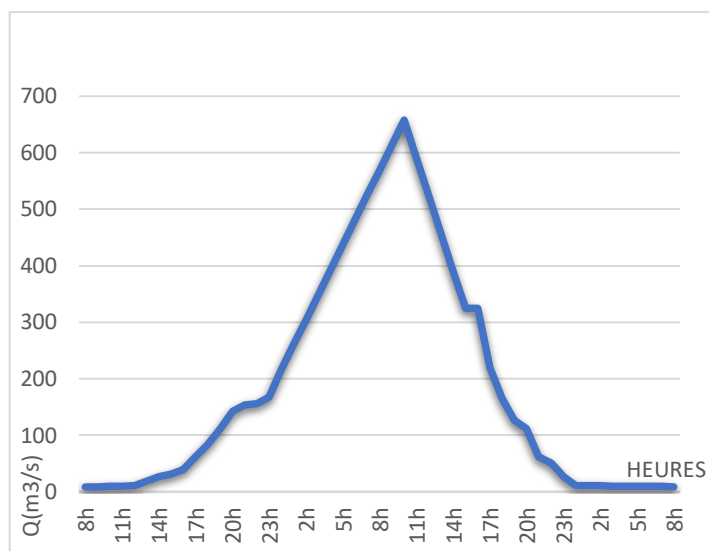


Figure 19 : OUED KSOB à ADAMNA
Hydrogramme de la crue du 28/12/1970

Tableau 14 : Caractéristiques de la crue du 28/12/1970

Caractéristiques de la crue	
date début	28/12/1970 à 12h
date fin	30/12/1970 à 0h
débit de pointe (m³/s)	658,000
débit max. moyen (m³/s)	251,411
débit base avant (m³/s)	10,840
débit base après (m³/s)	10,800
volume 10 ⁶ m³	31,678
temps de base (heures)	35,0
temps de montée (heures)	22,0
coefficient de pointe	2,6

b) La crue du 7 Janvier 1985 :

L'hydrogramme présente une crue survenue du 7 janvier 1985 à 0h au 8 janvier 1985 à 7h, caractérisée par une montée rapide des eaux avec un débit de pointe atteignant 1335 m³/s en seulement 7 heures. La durée totale de la crue a été de 31 heures, avec un volume total d'eau écoulée de 24,823 millions de m³. Le débit maximum moyen était de 222,4 m³/s, tandis que les débits de base avant et après la crue ont considérablement varié, passant de 3,65 m³/s à 21,9 m³/s respectivement. Le coefficient de pointe de 6,0 indique un pic extrêmement marqué par rapport au débit moyen, caractéristique d'une crue très intense. Ces éléments soulignent la rapidité et la violence de l'événement, nécessitant des mesures rigoureuses de gestion des inondations et de protection des infrastructures et des populations situées en aval.

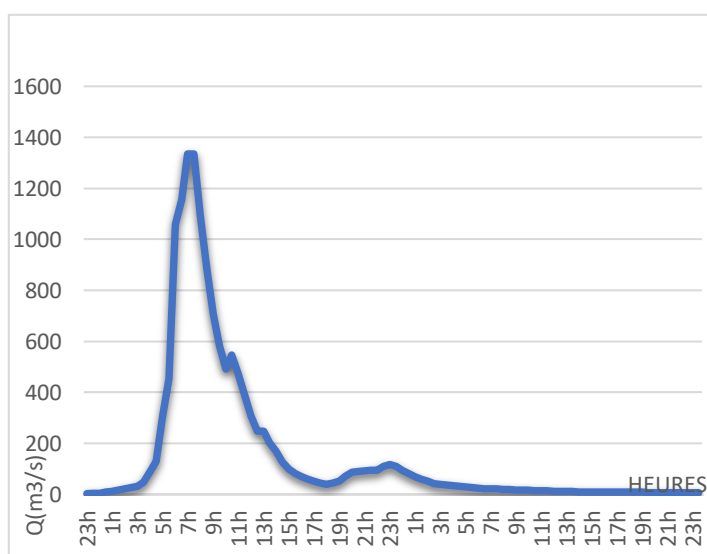


Figure 20 : OUED KSOB à ADAMNA
Hydrogramme de la crue du 07/01/1985

Tableau 15 : Caractéristiques de la crue du 07/01/1985

Caractéristiques de la crue	
date début	07/01/1985 à 0h
date fin	08/01/1985 à 7h
débit de pointe (m³/s)	1335,000
débit max. moyen (m³/s)	222,400
débit base avant (m³/s)	3,650
débit base après (m³/s)	21,900
volume 10 ⁶ m³	24,823
temps de base (heures)	31,0
temps de montée (heures)	7,0
coefficient de pointe	6,0

c) La crue du 10 Novembre 1988 :

L'hydrogramme présente une crue survenue du 9 novembre 1988 à 21h au 11 novembre 1988 à 20h, avec une montée rapide des eaux atteignant un débit de pointe de 1050 m³/s en seulement 7,5 heures. La crue a duré 47 heures au total et a généré un volume d'eau de 29,562 millions de m³. Le débit maximum moyen était de 174,7 m³/s, tandis que les débits de base avant et après la crue ont varié de 2,07 m³/s à 5,9 m³/s respectivement. Le coefficient de pointe de 6,0 indique un pic extrêmement prononcé par rapport au débit moyen, caractérisant une crue très intense. Ces éléments soulignent la rapidité et la violence de l'événement, nécessitant une gestion efficace des inondations et des mesures de protection pour les infrastructures et les populations situées en aval.

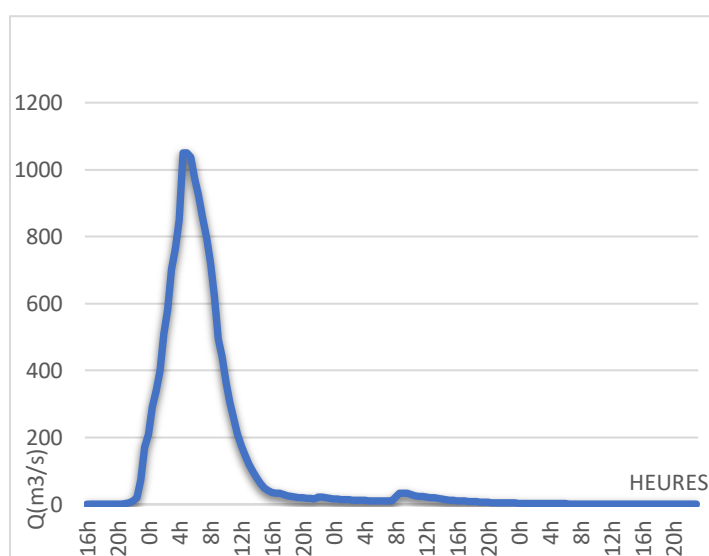


Figure 21 : OUED KSOB à ADAMNA Hydrogramme de la crue du 10/11/1988

Tableau 16 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988

Caractéristiques de la crue	
date début	09/11/1988 à 21h
date fin	11/11/1988 à 20h
débit de pointe (m ³ /s)	1050,000
débit max. moyen (m ³ /s)	174,700
débit base avant (m ³ /s)	2,070
débit base après (m ³ /s)	5,900
volume 10 ⁶ m ³	29,562
temps de base (heures)	47,0
temps de montée (heures)	7,5
coefficient de pointe	6,0

d) La crue du 22 Janvier 1996 :

L'hydrogramme présente une crue survenue du 21 janvier 1996 à 20h30 au 26 janvier 1996 à 5h. On observe une montée soudaine et intense du débit, atteignant un pic très élevé de plus de 1600 m³/s, ce qui témoigne de la violence de cette crue. Avant celle-ci, le débit était relativement faible, aux alentours de 200 m³/s. La phase de montée des eaux a été extrêmement rapide, en seulement quelques heures. Après le pic, on constate une décrue d'abord abrupte puis plus progressive sur une période d'environ 2 jours. Un second pic secondaire apparaît également quelques heures après le pic principal. Enfin, le débit semble se stabiliser autour de 400 m³/s environ à la fin de la période représentée, soit un niveau supérieur aux débits d'avant la crue.

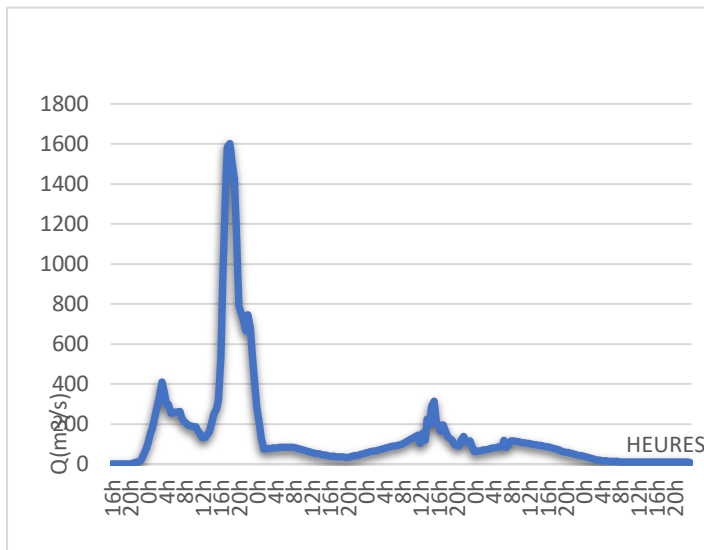


Figure 22 : OUED KSOB à ADAMNA Hydrogramme de la crue du 22/01/1996

Tableau 17 : Caractéristiques de la crue du 22/01/1996

Caractéristiques de la crue	
date début	21/01/1996 à 20h30
date fin	26/01/1996 à 5h
débit de pointe (m ³ /s)	1602,000
débit max. moyen (m ³ /s)	162,860
débit base avant (m ³ /s)	6,000
débit base après (m ³ /s)	15,700
volume 10 ⁶ m ³	61,268
temps de base (heures)	104,5
temps de montée (heures)	21,5
coefficient de pointe	9,8

F. Bassin versant de CHICHAOUA :

1. Station CHICHAOUA :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 28 Septembre 1987 :

L'hydrogramme de la crue de l'Oued Chichaoua du 28 septembre 1987 montre d'abord une montée lente du débit, puis une augmentation rapide jusqu'à un pic de 1000 m³/s. Après ce pic, le débit baisse rapidement, puis plus lentement. Cela indique que le bassin versant a d'abord réagi à des pluies modérées, puis à une forte pluie soudaine. La décrue progressive montre le retour à la normale.

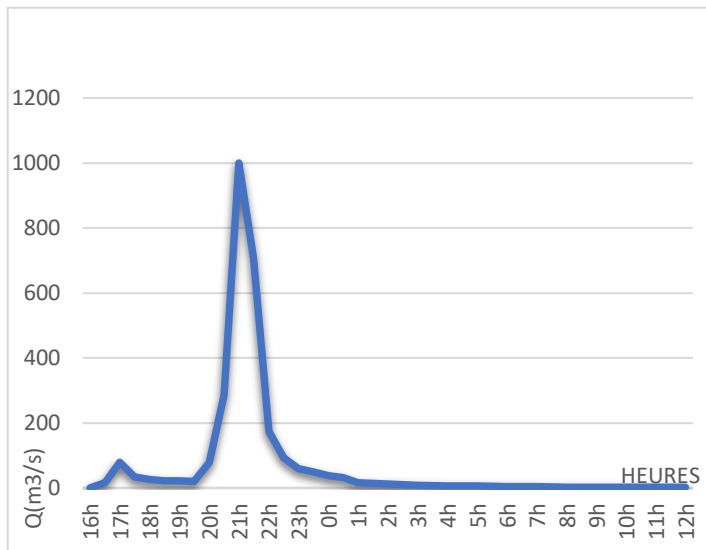


Figure 23 : OUED CHICHAOUA

Hydrogramme de la crue du 28/09/1987

Tableau 18 : Caractéristiques de la crue du 28/09/1987

Caractéristiques de la crue	
date début	28/09/1987 à 16h
date fin	29/09/1987 à 12h
débit de pointe (m³/s)	1000,000
débit max. moyen (m³/s)	71,650
débit base avant (m³/s)	0,407
débit base après (m³/s)	1,700
volume 10 ⁶ m³	5,160
temps de base (heures)	20,0
temps de montée (heures)	5,0
coefficient de pointe	13,9

b) La crue du 10 Novembre 1988 :

L'hydrogramme de la crue de l'Oued Chichaoua du 10 novembre 1988 montre une montée soudaine et forte du débit atteignant près de 800 m³/s, indiquant une réponse violente à une pluie intense. Après le pic, le débit baisse rapidement, puis plus lentement sur une longue période. L'absence de montée progressive avant le pic montre que le bassin n'était pas saturé, et que la crue est due à une pluie soudaine et localisée. Cela reflète les caractéristiques du bassin, qui favorisent des crues brutales après de fortes averses.

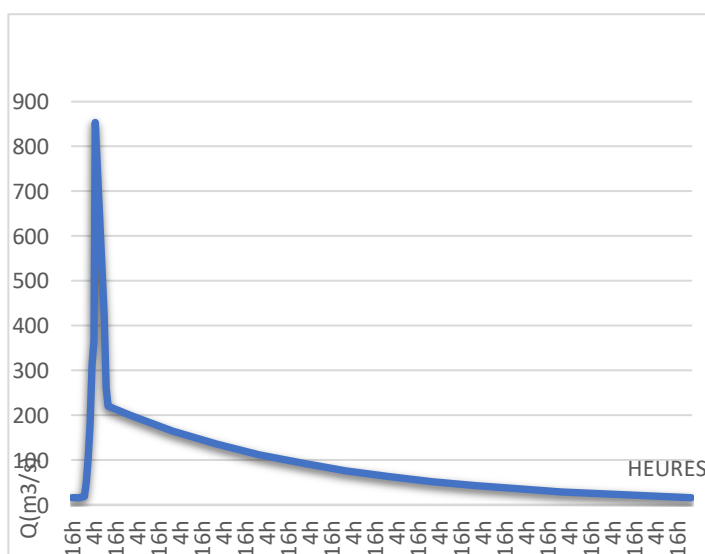


Figure 24 : OUED CHICHAOUA Hydrogramme de la crue du 10/11/1988

Tableau 19 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988

Caractéristiques de la crue	
date début	09/11/1988 à 16h
date fin	24/11/1988 à 0h
débit de pointe (m³/s)	853,541
débit max. moyen (m³/s)	89,500
débit base avant (m³/s)	16,060
débit base après (m³/s)	16,305
volume 10 ⁶ m³	110,800
temps de base (heures)	344,0
temps de montée (heures)	13,0
coefficient de pointe	9,5

c) La crue du 28 Octobre 1994 :

L'hydrogramme montre une crue soudaine et brève, avec une montée rapide des eaux en 2 heures atteignant un pic de 450 m³/s, suivie d'une décrue rapide sur 3-4 heures. Cela indique une crue brutale avec des débits de pointe élevés comparés aux débits moyens. La forme pointue de l'hydrogramme et un faible coefficient de pointe de 2 confirment le caractère aigu de cet événement.

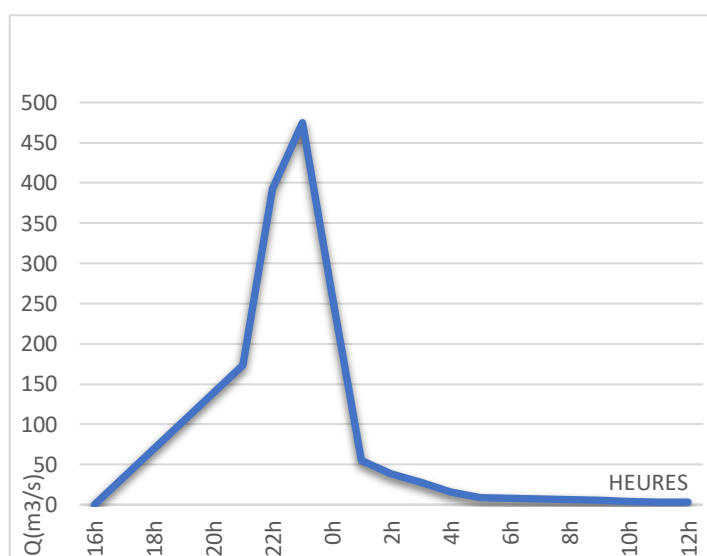


Figure 25 : Oued Chichaooua Hydrogramme de la crue du 28/10/1994

Tableau 20 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1994

Caractéristiques de la crue	
date début	28/10/1994 à 16h
date fin	29/10/1994 à 12h
débit de pointe (m³/s)	475,000
débit max. moyen (m³/s)	91,639
débit base avant (m³/s)	0,000
débit base après (m³/s)	2,900
volume 10 ⁶ m³	6,598
temps de base (heures)	20,0
temps de montée (heures)	7,0
coefficient de pointe	5,1

d) La crue du 28 Octobre 1999 :

L'hydrogramme montre une crue de courte durée d'environ 27 heures, débutant le 27/10/1999 à 22h et se terminant le 02/11/1999 à 1h. La montée rapide des eaux atteint un pic de 807 m³/s en moins de 2 heures, suivie d'une décrue plus lente sur une dizaine d'heures. Le débit moyen de l'événement est de 333,5 m³/s, avec un volume total écoulé de 31,4 millions de m³. Cet événement automnal présente les caractéristiques d'une crue brutale en régime semi-aride, avec un pic de débit élevé et de courte durée, et un coefficient de pointe de 2,4 confirmant son caractère aigu.

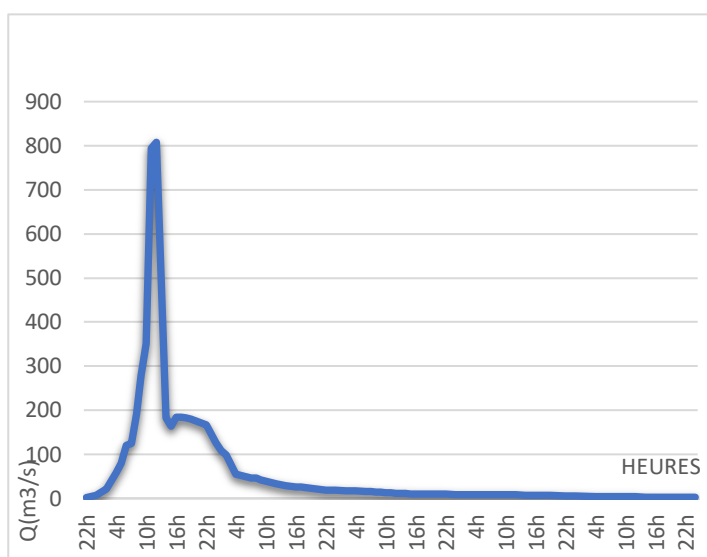


Figure 26 : OUED CHICHAOUA Hydrogramme de la crue du 28/10/1999

Tableau 21 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999

Caractéristiques de la crue	
date début	27/10/1999 à 22h
date fin	02/11/1999 à 0h
débit de pointe (m³/s)	807,837
débit max. moyen (m³/s)	55,560
débit base avant (m³/s)	1,920
débit base après (m³/s)	2,750
volume 10 ⁶ m³	24,400
temps de base (heures)	122,0
temps de montée (heures)	14,0
coefficient de pointe	14,5

G. Bassin versant de RHERAYA:

1. Station TAHANAOUT :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 10 Février 1987 :

L'hydrogramme présente une montée rapide jusqu'à un débit de pointe de 160 m³/s, suivie d'une décrue rapide, typique d'une crue d'hiver à cinétique rapide. Le débit de pointe est presque le double du débit maximal moyen. La crue a duré environ 1,5 jour avec un volume écoulé modéré malgré le débit de pointe élevé. Le tableau confirme ces observations.

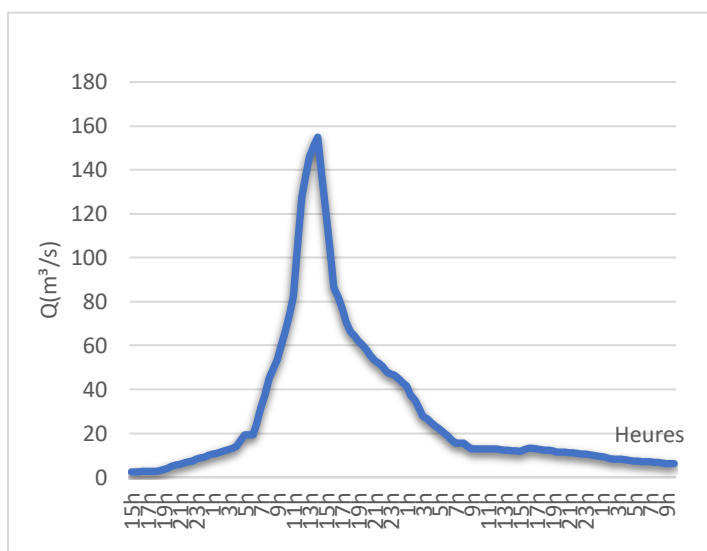


Figure 27 : OUED RHERAYA à TAHANAOUT
Hydrogramme de la crue du 10/02/1987

Tableau 22 : Caractéristiques de la crue du
10/02/1987

Caractéristiques de la crue	
date début	10/02/1987 à 19h
date fin	12/02/1987 à 9h
débit de pointe (m³/s)	154,900
débit max. moyen (m³/s)	37,136
débit base avant (m³/s)	3,500
débit base après (m³/s)	12,800
volume 10 ⁶ m³	5,013
temps de base (heures)	37,5
temps de montée (heures)	19,0
coefficient de pointe	4,2

b) La crue du 17 Août 1995 :

L'hydrogramme montre une montée rapide et une décrue abrupte, avec un débit de pointe de 680 m³/s. Cette crue torrentielle extrême, probablement due à un orage intense, a un volume d'eau considérable transitant en moins de 2 jours. Le débit de pointe dépasse largement le double du débit moyen maximal, indiquant une crue très violente et dangereuse. Elle semble correspondre à la "fameuse crue de 1995" mentionnée.

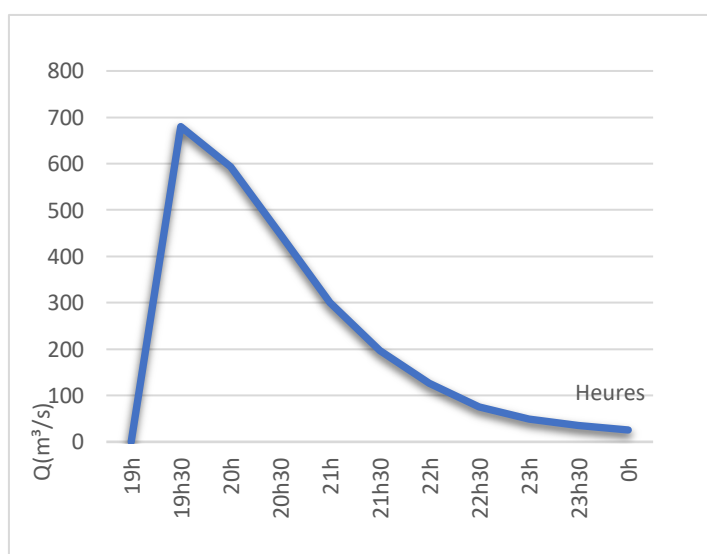


Figure 28 : OUED RHERAYA à TAHANAOUT
Hydrogramme de la cru du 17/08/1995

Tableau 23 : Caractéristiques de la crue du
17/08/1995

Caractéristiques de la crue	
date début	17/08/1995 à 19h
date fin	18/08/1995 à 0h
débit de pointe (m³/s)	680,000
débit max. moyen (m³/s)	264,013
débit base avant (m³/s)	0,020
débit base après (m³/s)	25,400
volume 10 ⁶ m³	4,277
temps de base (heures)	4,5
temps de montée (heures)	0,5
coefficient de pointe	2,6

c) La crue du 28 Octobre 1999 :

Cet hydrogramme représente la crue de l'Oued Rhéraya à Tahnaout le 28 octobre 1999. On observe une montée progressive du débit dès les premières heures de la journée, atteignant un pic de plus de 400 m³/s vers 17h30. Après ce point culminant, le débit diminue rapidement, revenant à des niveaux proches de ceux observés au début de la journée d'ici minuit. Ce type de graphique illustre l'intensité et la rapidité de la crue, soulignant à quel point le débit peut augmenter rapidement en période de crue, avant de décroître tout aussi rapidement.

Tableau 24 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999

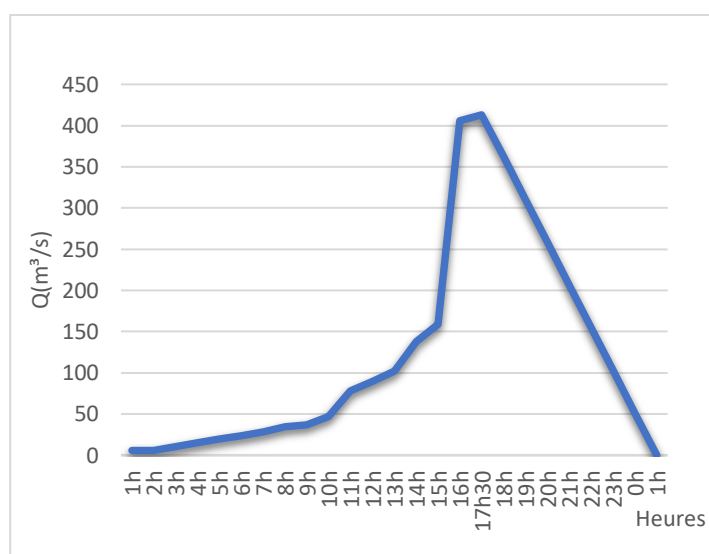


Figure 29 : OUED RHERAYA à TAHANAOUT
Hydrogramme de la crue du 28/10/1999

Caractéristiques de la crue	
date début	28/10/1999 à 2h
date fin	29/10/1999 à 1h
débit de pointe (m³/s)	413,000
débit max. moyen (m³/s)	136,627
débit base avant (m³/s)	6,000
débit base après (m³/s)	0,080
volume 10 ⁶ m³	10,821
temps de base (heures)	22,0
temps de montée (heures)	15,5
coefficient de pointe	3,0

H. Bassin versant de ZAT :

1. Station TAFERIAT :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 14 Août 1982 :

La crue a commencé lentement, atteignant 100 m³/s vers 22h, puis a rapidement grimpé à 680 m³/s à 2h du matin. Elle a duré 15 heures, avec une montée de 10 heures. Le débit de base avant la crue était de 0,100 m³/s, et le volume total écoulé a été de 9,615 millions de m³. Le coefficient de pointe de 3,8 indique une montée violente des eaux. L'hydrogramme présente un pic marqué suivi d'une décrue rapide, typique d'une crue soudaine et intense dans un bassin de taille modérée.

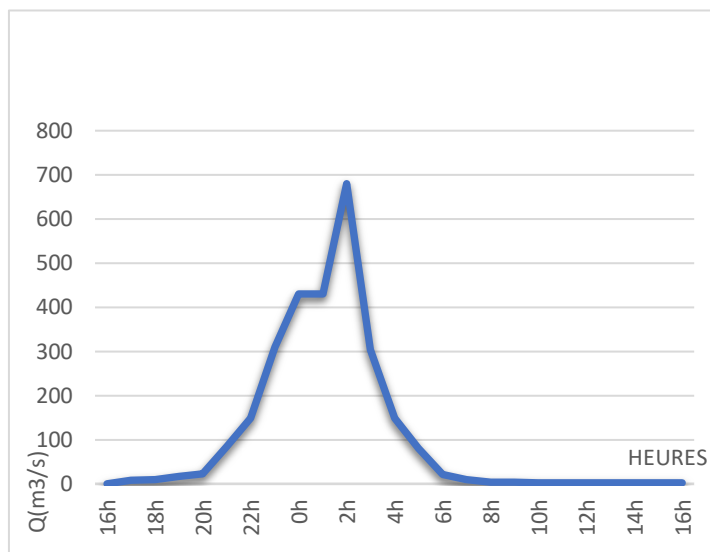


Figure 30 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 14/08/1982

Tableau 25 : Caractéristiques de la crue du 14/08/1982

Caractéristiques de la crue	
date début	13/08/1982 à 16h
date fin	14/08/1982 à 8h
débit de pointe (m³/s)	680,000
débit max. moyen (m³/s)	178,048
débit base avant (m³/s)	0,100
débit base après (m³/s)	4,200
volume 10 ⁶ m³	9,615
temps de base (heures)	15
temps de montée (heures)	10
coefficient de pointe	3,8

b) La crue du 10 Mars 1990 :

Il s'agit d'une crue d'une durée de base de 78 heures. Le débit de pointe, atteignant environ 270 m³/s, a été observé après une montée de 33 heures. Ce débit de pointe est environ 3 fois supérieur au débit moyen de la crue de 79 m³/s. Le volume total de la crue était de 22 117 000 m³. La forme de l'hydrogramme montre une montée relativement lente suivie d'une décrue plus rapide après le pic.

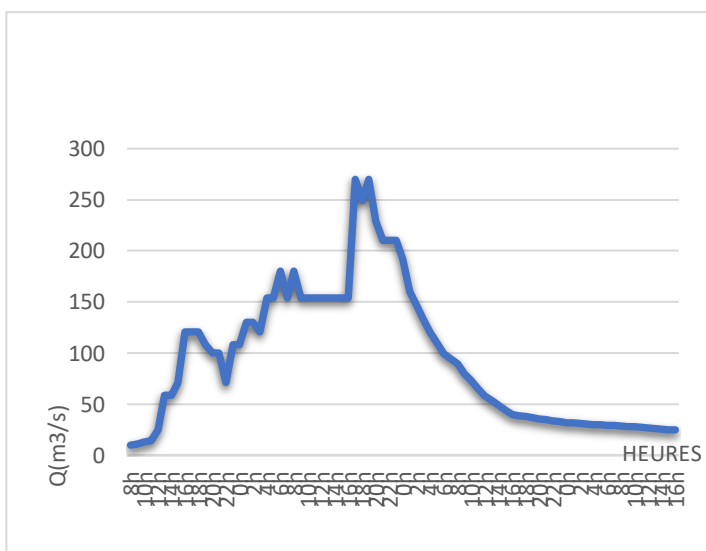


Figure 31 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 10/03/1990

Tableau 26 : Caractéristiques de la crue du 10/03/1990

Caractéristiques de la crue	
date début	09/03/1990 à 8h
date fin	12/03/1990 à 16h
débit de pointe (m³/s)	270,000
débit max. moyen (m³/s)	79,010
débit base avant (m³/s)	9,880
débit base après (m³/s)	24,600
volume 10 ⁶ m³	22,47
temps de base (heures)	79
temps de montée (heures)	33
coefficient de pointe	3,4

c) La crue du 17 Août 1995 :

Cet hydrogramme illustre une crue violente et soudaine de l'Oued Zat à Taferiat le 17/08/1995. On observe une montée extrêmement rapide du débit, atteignant un pic très élevé d'environ 400 m³/s en quelques heures seulement, probablement à la suite de fortes précipitations. Après ce pic de crue majeure, la décrue s'est amorcée de façon relativement lente sur une vingtaine d'heures avant que le débit ne se stabilise à un niveau bas.

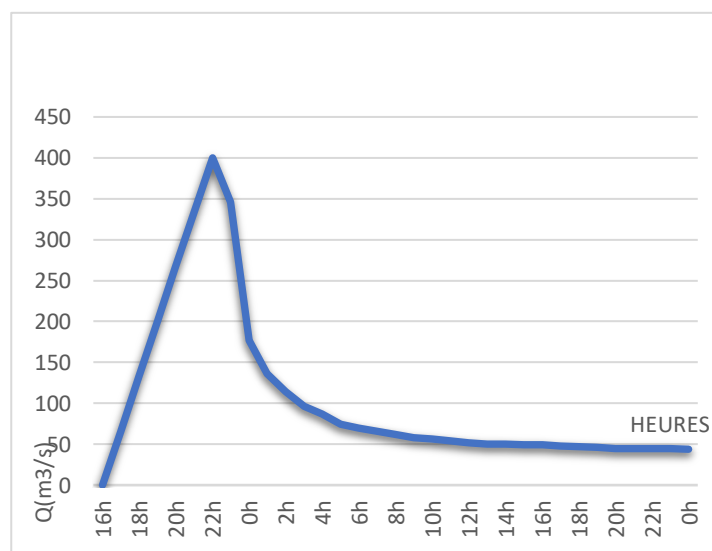


Figure 32 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 17/08/1995

Tableau 27 : Caractéristiques de la crue du 17/08/1995

Caractéristiques de la crue	
date début	17/08/1995 à 16h
date fin	19/08/1995 à 0h
débit de pointe (m ³ /s)	400,000
débit max. moyen (m ³ /s)	85,838
débit base avant (m ³ /s)	0,042
débit base après (m ³ /s)	44,000
volume 10 ⁶ m ³	9,579
temps de base (heures)	31
temps de montée (heures)	6
coefficient de pointe	4,7

d) La crue du 07 Mars 1994 :

Cet hydrogramme montre une crue modérée dans une région aride, avec une montée progressive du débit jusqu'à un pic de 237 m³/s, suivie d'une décrue lente sur vingt heures. Cela illustre le caractère intermittent et orageux de l'oued, avec des crues réactives aux précipitations variées.

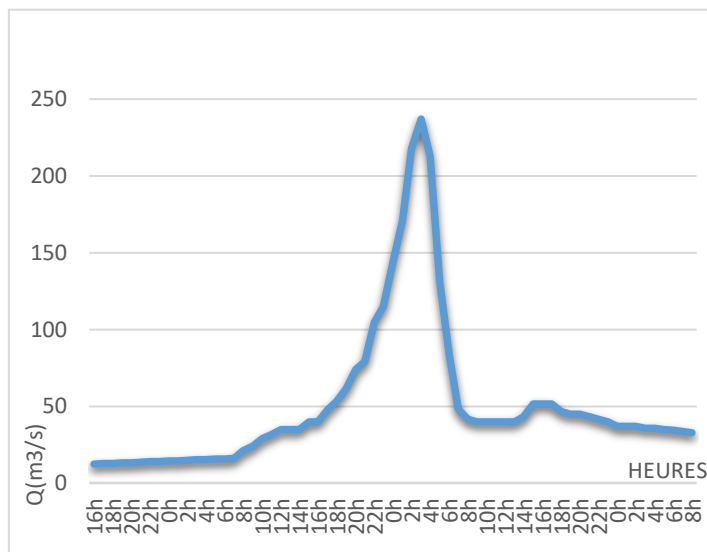


Figure 33 : OUED ZAT à TAFERIAT Hydrogramme de la crue du 07/03/1994

Tableau 28 : Caractéristiques de la crue du 07/03/1994

Caractéristiques de la crue	
date début	06/03/1994 à 7h
date fin	08/03/1994 à 0h
débit de pointe (m³/s)	237,000
débit max. moyen (m³/s)	42,462
débit base avant (m³/s)	16,000
débit base après (m³/s)	37,000
volume 10 ⁶ m³	6,115
temps de base (heures)	40
temps de montée (heures)	20
coefficient de pointe	5,6

I. Bassin versant de N'FIS:

1. Station IMIN EL HAMMAM :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 03 Mars 1967 :

Cet hydrogramme montre une montée rapide du débit jusqu'à 350 m³/s, caractéristique d'une crue violente due à de fortes précipitations. Le débit chute ensuite brusquement, puis diminue lentement sur une dizaine d'heures. Cela illustre le régime intermittent des oueds en régions arides, avec des crues violentes mais courtes, suivies d'un retour rapide à des débits très faibles.

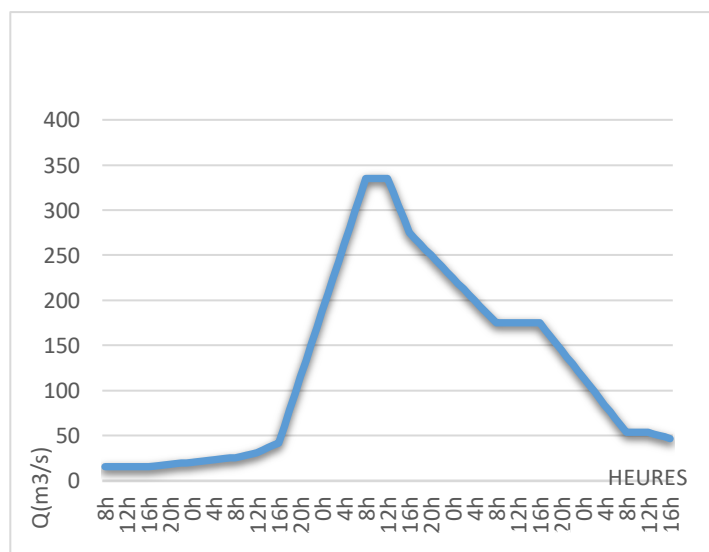


Figure 34 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM Hydrogramme de la crue du 03/03/1967

Tableau 29 : Caractéristiques de la crue du 03/03/1967

Caractéristiques de la crue	
date début	01/03/1967 à 16h
date fin	05/03/1967 à 16h
débit de pointe (m³/s)	335,000
débit max. moyen (m³/s)	109,339
débit base avant (m³/s)	15,700
débit base après (m³/s)	47,000
volume 10 ⁶ m³	37,394
temps de base (heures)	95
temps de montée (heures)	40
coefficient de pointe	3,1

b) La crue du 02 Novembre 1987 :

L'hydrogramme montre une montée rapide du débit jusqu'à un pic dépassant les 800 m³/s, suivi d'une décroissance progressive. Cela indique une crue intense et transitoire, soulignant l'importance de la gestion des ressources en eau et des mesures de prévention des inondations.

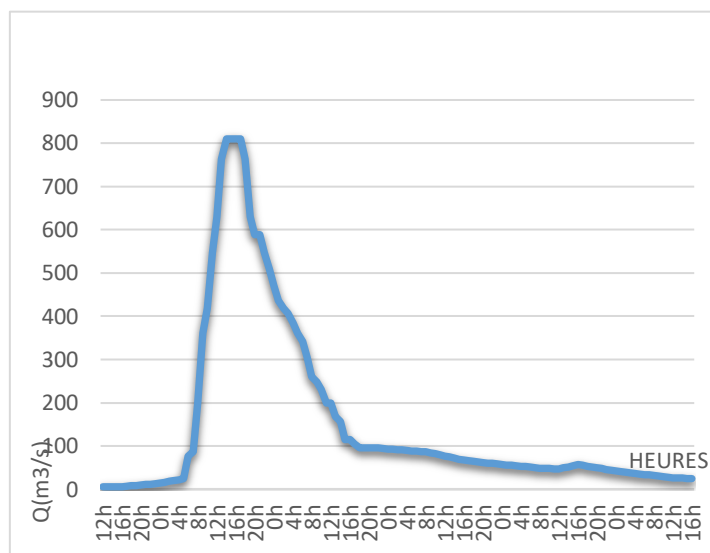


Figure 35 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM
Hydrogramme de la crue du 02/11/1987

Tableau 30 : Caractéristiques de la crue du 02/11/1987

Caractéristiques de la crue	
date début	02/11/1987 à 5h
date fin	06/11/1987 à 0h
débit de pointe (m ³ /s)	810,000
débit max. moyen (m ³ /s)	172,272
débit base avant (m ³ /s)	24,400
débit base après (m ³ /s)	42,400
volume 10 ⁶ m ³	55,816
temps de base (heures)	90
temps de montée (heures)	9
coefficient de pointe	4,7

c) La crue du 10 Novembre 1988

L'hydrogramme illustre la variation du débit du cours d'eau "Oued N'fis" à "Imin el Hammam", mettant en lumière une crue particulière le 10 novembre 1988. Le pic maximal, dépassant légèrement les 1200 m³/s, révèle l'ampleur de cette crue, caractérisée par un transport rapide et massif d'eau. Avant ce pic, le débit était bas, puis il a rapidement augmenté avant de décroître graduellement.

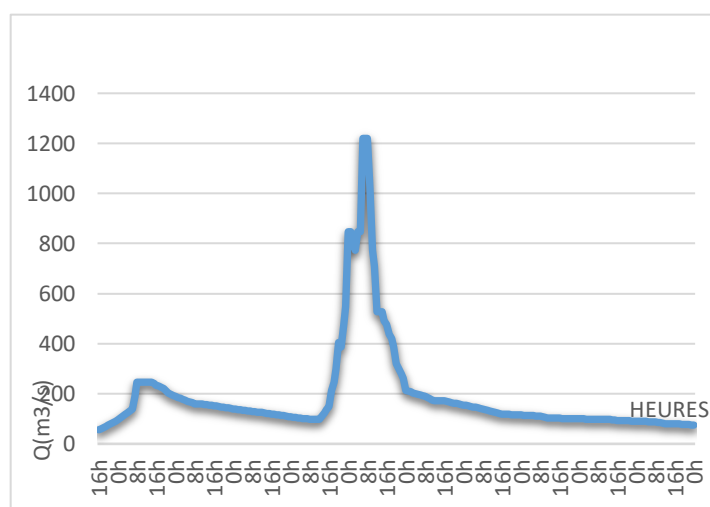


Figure 36 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM
Hydrogramme de la crue du 10/11/1988

Tableau 31 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988

Caractéristiques de la crue	
date début	05/11/1988 à 16h
date fin	16/11/1988 à 0h
débit de pointe (m ³ /s)	1220,000
débit max. moyen (m ³ /s)	124,718
débit base avant (m ³ /s)	56,100
débit base après (m ³ /s)	74,700
volume 10 ⁶ m ³	110,899
temps de base (heures)	247
temps de montée (heures)	118
coefficient de pointe	9,8

d) La crue du 28 Octobre 1999 :

L'hydrogramme représente l'évolution du débit du cours d'eau "Oued N'fis" à "Imin el Hammam" lors d'une crue spécifique le 28 octobre 1999. Le pic de crue, atteignant jusqu'à 1575 m³/s, témoigne d'une augmentation rapide du débit d'eau, suivie d'une diminution progressive. Avant ce pic, le débit était bas, puis il a rapidement augmenté pour atteindre ce niveau maximal. Ensuite, le débit a graduellement diminué jusqu'à retrouver des niveaux plus bas. La durée totale de la crue semble avoir été d'environ 16 heures, s'étendant de 6h à 22h.

Tableau 32 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999

Caractéristiques de la crue	
date début	28/10/1999 à 6h
date fin	30/10/1999 à 17h
débit de pointe (m ³ /s)	1575,000
débit max. moyen (m ³ /s)	208,200
débit base avant (m ³ /s)	59,700
débit base après (m ³ /s)	59,700
volume 10 ⁶ m ³	43,500
temps de base (heures)	58
temps de montée (heures)	9
coefficient de pointe	7,6

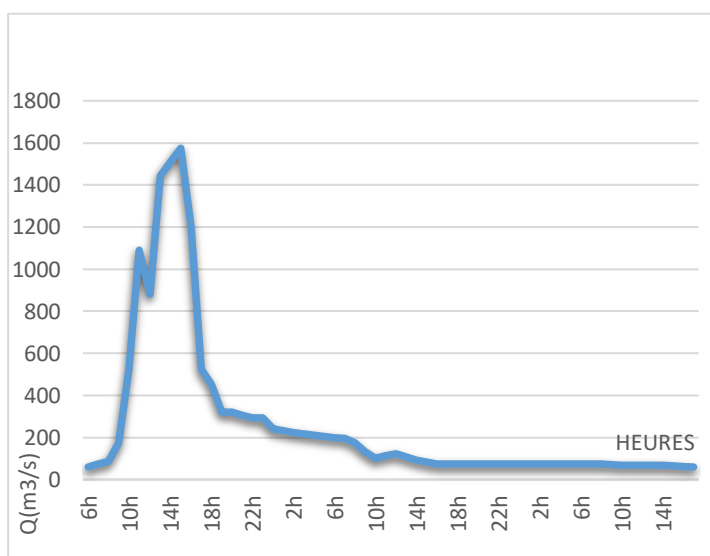


Figure 37 : OUED N'FIS à IMIN EL HAMMAM
Hydrogramme de la crue du 28/10/1999

J. Bassin versant de AMEZMIZ :

1. Station SIDI HSAIN :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 22 Août 1991 :

L'hydrogramme illustre le débit du cours d'eau "Oued Amezmiz" à "Sidi Hsain" lors d'une crue spécifique le 22 août 1991. Le pic de crue, légèrement supérieur à 50 m³/s, témoigne de l'importance de cette crue, marquée par un transport rapide d'eau sur une courte période. Avant ce pic, le débit était bas, puis il a rapidement augmenté pour atteindre son apogée. Ensuite, le débit a diminué de manière significative avant de se stabiliser à des niveaux plus bas. La durée totale de la crue semble avoir été d'environ 16 heures, s'étendant de 6h à 21h.

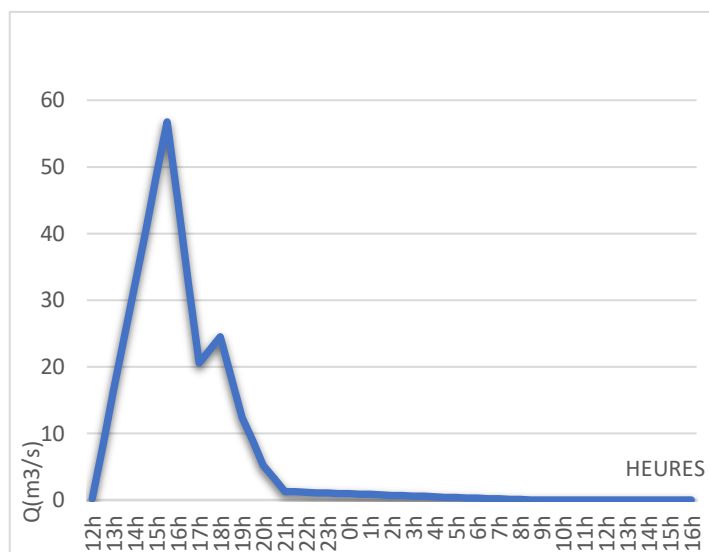


Figure 38 : OUED AMEZMIZ à SIDI HSSAIN
Hydrogramme de la crue du 22/08/1991

Tableau 33 : Caractéristiques de la crue du
22/08/1991

Caractéristiques de la crue	
date début	22/08/1991 à 12h
date fin	22/08/1991 à 21h
débit de pointe (m³/s)	56,750
débit max. moyen (m³/s)	23,984
débit base avant (m³/s)	0,170
débit base après (m³/s)	1,280
volume 10 6 m³	0,734
temps de base (heures)	8,5
temps de montée (heures)	3,5
coefficient de pointe	2,4

b) La crue du 07 Août 1994 :

L'hydrogramme représente le débit du cours d'eau "Oued Amezmiz" à "Sidi Hsain" lors d'une crue spécifique le 7 août 1994. Le pic de crue, atteignant environ 35 m³/s, met en évidence l'ampleur de cet événement, caractérisé par un transport rapide d'eau sur une période courte. Avant ce pic, le débit était bas, puis il a rapidement augmenté pour atteindre son apogée. Ensuite, le débit a diminué considérablement avant de se stabiliser à des niveaux plus bas.

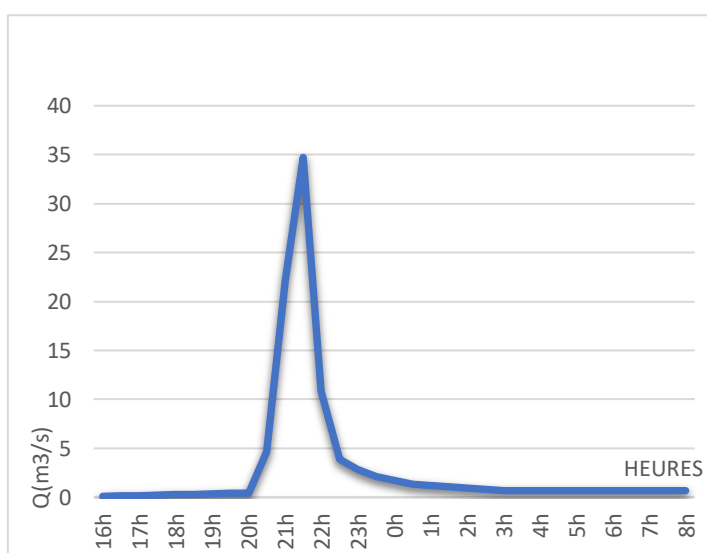


Figure 39 : OUED AMEZMIZ à SISI HSSAIN
Hydrogramme de la crue du 07/08/1994

Tableau 34 : Caractéristiques de la crue du
07/08/1994

Caractéristiques de la crue	
date début	07/08/1994 à 20h
date fin	08/08/1994 à 1h
débit de pointe (m³/s)	34,720
débit max. moyen (m³/s)	8,493
débit base avant (m³/s)	0,430
débit base après (m³/s)	1,210
volume 10 6 m³	0,138
temps de base (heures)	4,5
temps de montée (heures)	1,5
coefficient de pointe	4,1

K. Bassin versant de ASIF EL MAL :

1. Station SIDI BOUOTHMANE :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 02 Novembre 1987 :

L'hydrogramme représente le débit du cours d'eau "Oued Asif el mal" à "Sidi Bouothmane" lors d'une crue spécifique le 2 novembre 1987. Le pic de crue, d'environ 160 m³/s, témoigne de l'importance de cet événement, marqué par un transport rapide d'eau sur une période courte. Avant ce pic, le débit était bas, puis il a rapidement augmenté pour atteindre son point culminant. Après le pic, le débit a diminué considérablement pour ensuite revenir à des niveaux de débit de base.

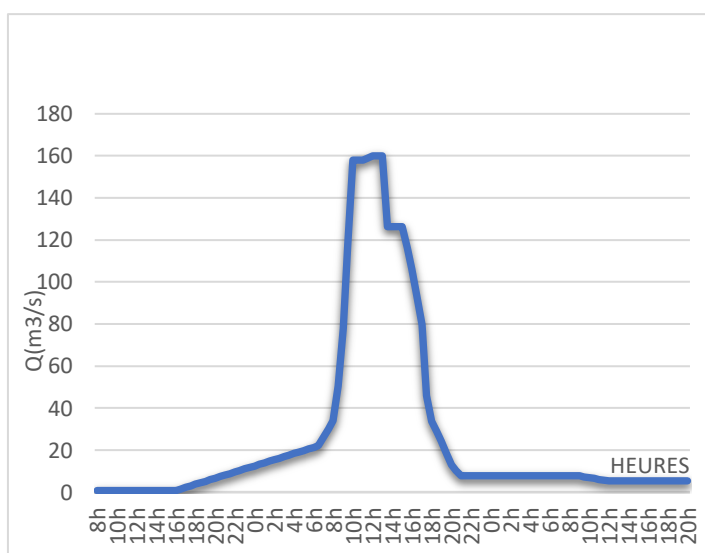


Figure 40 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE
Hydrogramme de la crue du 02/11/1987

Tableau 35 : Caractéristiques de la crue du 02/11/1987

Caractéristiques de la crue	
date début	01/11/1987 à 16h
date fin	02/11/1987 à 21h
débit de pointe (m³/s)	160,000
débit max. moyen (m³/s)	45,977
débit base avant (m³/s)	0,780
débit base après (m³/s)	7,680
volume 10 6 m³	4,717
temps de base (heures)	28,5
temps de montée (heures)	20,0
coefficient de pointe	3,5

b) La crue du 10 Novembre 1988 :

L'hydrogramme représente le débit du cours d'eau "Oued Asif el mal" à "Sidi Bouothmane" lors d'une crue spécifique le 10 novembre 1988. Le pic de débit, atteignant environ 304,700 m³/s, correspond au moment où le cours d'eau a transporté la plus grande quantité d'eau en un court laps de temps. Avant et après ce pic, le débit est revenu à des niveaux plus bas.

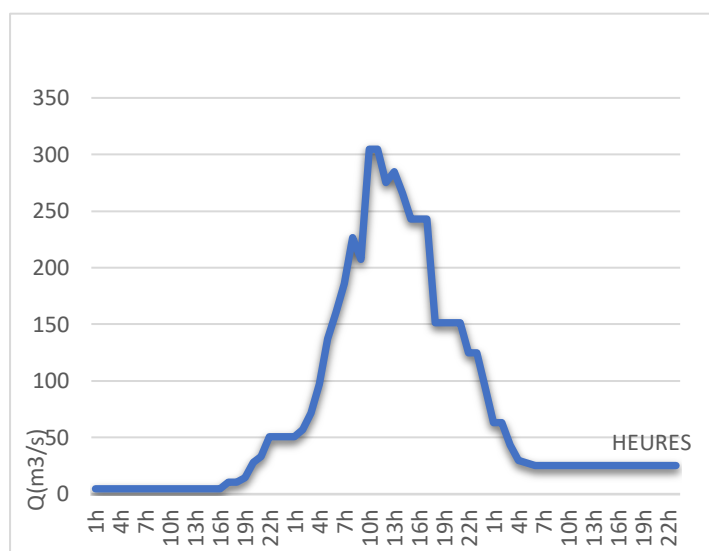


Figure 41 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE
Hydrogramme de la crue du 10/11/1988

Tableau 36 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988

Caractéristiques de la crue	
date début	09/11/1988 à 16h
date fin	11/11/1988 à 6h
débit de pointe (m³/s)	304,700
débit max. moyen (m³/s)	113,877
débit base avant (m³/s)	4,750
débit base après (m³/s)	25,500
volume 10 6 m³	15,168
temps de base (heures)	37,0
temps de montée (heures)	18,0
coefficient de pointe	2,7

c) La crue du 11 Juin 1996 :

L'hydrogramme représente le débit du cours d'eau "Oued Asif el mal" à "Sidi Bouothmane" lors d'une crue spécifique le 11 juin 1996. Le pic de débit atteint environ 700 m³/s, correspondant au moment où le cours d'eau a transporté la plus grande quantité d'eau en un court laps de temps. Avant et après ce pic, le débit est revenu à des niveaux plus bas.

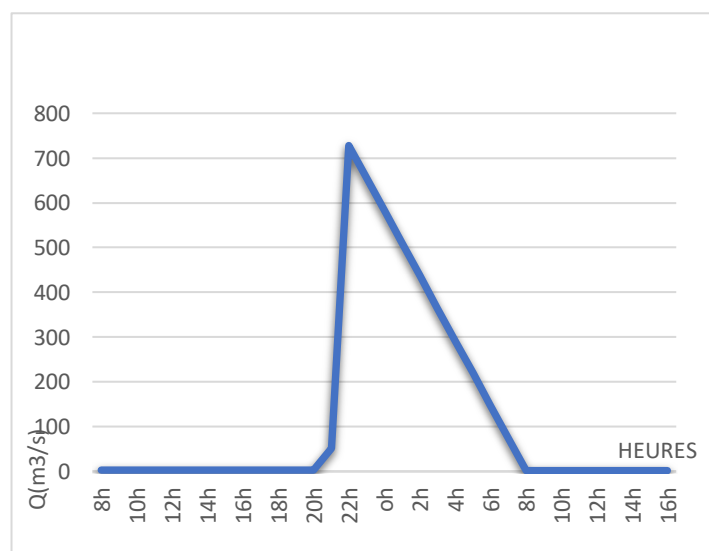


Figure 42 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE
Hydrogramme de la crue du 11/06/1996

Tableau 37 : Caractéristiques de la crue du 11/06/1996

Caractéristiques de la crue	
date début	11/06/1996 à 20h
date fin	12/06/1996 à 8h
débit de pointe (m³/s)	728,000
débit max. moyen (m³/s)	367,066
débit base avant (m³/s)	3,100
débit base après (m³/s)	1,850
volume 10 6 m³	14,536
temps de base (heures)	11,0
temps de montée (heures)	2,0
coefficient de pointe	2,0

d) La crue du 15 Mai 2003 :

L'hydrogramme montre le débit du cours d'eau "Oued Asif el mal" à "Sidi Bouothmane" lors d'une crue spécifique le 15 mai 2003. Le débit a atteint un pic d'environ 120 m³/s, marquant le moment où le cours d'eau a transporté une quantité importante d'eau en peu de temps. Avant et après ce pic, le débit est revenu à des niveaux plus bas.

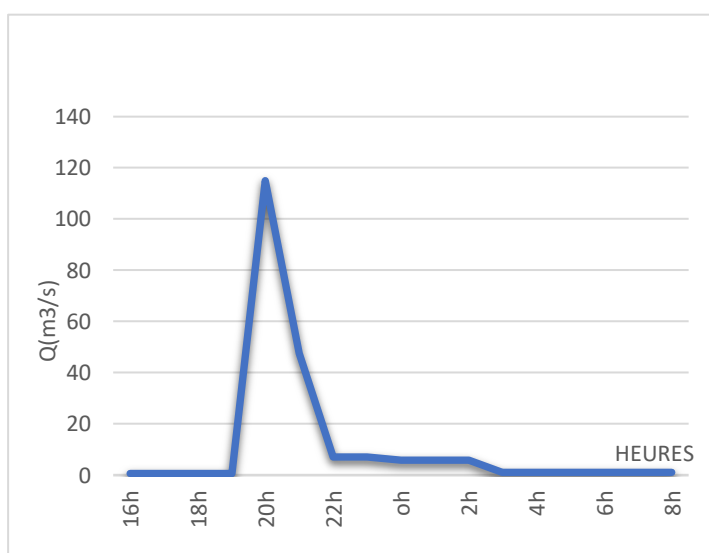


Figure 43 : ASSIF EL MAL à SIDI BOUOTHMANE
Hydrogramme de la crue du 15/05/2003

Tableau 38 : Caractéristiques de la crue du 15/05/2003

Caractéristiques de la crue	
date début	15/05/2003 à 16h
date fin	16/05/2003 à 8h
débit de pointe (m³/s)	115,000
débit max. moyen (m³/s)	12,600
débit base avant (m³/s)	0,642
débit base après (m³/s)	0,980
volume 10 6 m³	0,725
temps de base (heures)	16,0
temps de montée (heures)	4,0
coefficient de pointe	9,1

L. Bassin versant de SEKSAOUA :

1. Station ILOUDJANE :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 24 Juillet 1990 :

L'hydrogramme illustre la crue du 24 juillet 1990, en mettant en évidence plusieurs aspects clés. Le débit atteint un pic d'environ 300 mètres cubes par seconde vers 16h. On observe une augmentation rapide du débit, suivie d'une diminution tout aussi rapide, avant de remonter légèrement et de diminuer progressivement. Ces variations rapides et dynamiques fournissent des informations essentielles pour la gestion des inondations dans l'OUED SEKSAOUA, aidant à comprendre la dynamique des crues et à prendre des mesures appropriées pour atténuer les risques.

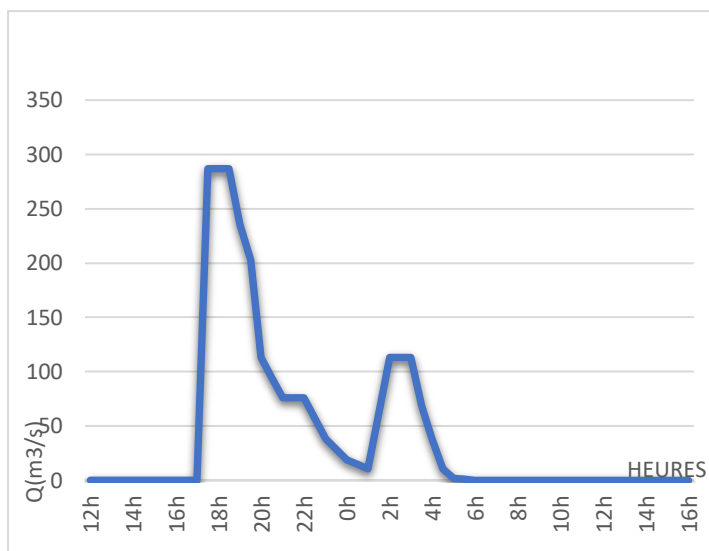


Figure 44 : OUED SEKSAOUA à ILOUDJANE
Hydrogramme de la crue du 24/07/1990

Tableau 39 : Caractéristiques de la crue du
24/07/1990

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	24/07/1990 à 17h
date fin	25/07/1990 à 5h
débit de pointe (m³/s)	286,900
débit max. moyen (m³/s)	99,915
débit base avant (m³/s)	0,023
débit base après (m³/s)	1,850
volume 10 6 m³	4,316
temps de base (heures)	12,0
temps de montée (heures)	0,5
coefficient de pointe	2,9

b) La crue du 10 Novembre 1993 :

L'hydrogramme "OUED SEKSAOUA A ILOUJDANE" pour la crue du 10 novembre 1993 met en lumière plusieurs points clés. Cet hydrogramme représente la crue survenue le 10 novembre 1993, atteignant un pic de débit d'environ 130 m³/s. Le débit augmente rapidement, puis diminue tout aussi rapidement, illustrant l'intensité de l'événement. L'hydrogramme couvre une période de 6h à 16h, montrant la dynamique du débit tout au long de cet intervalle.

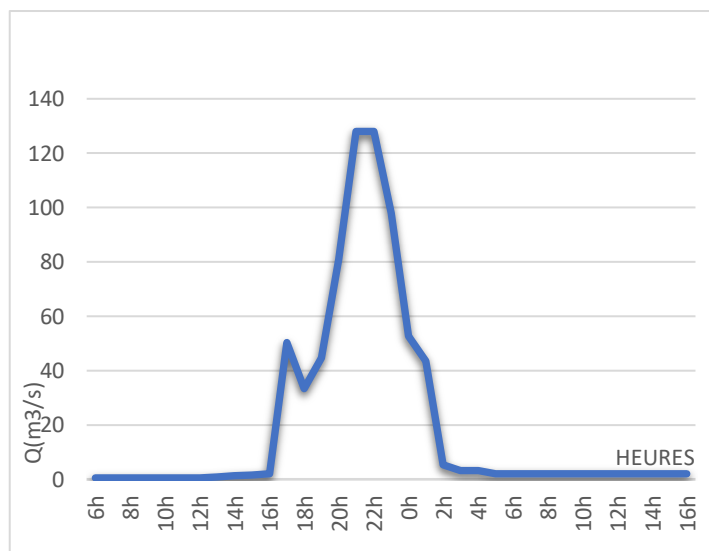


Figure 45 : OUED SEKSAOUA à ILOUDJANE
Hydrogramme de la crue du 10/11/1993

Tableau 40 : Caractéristiques de la crue du
10/11/1993

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	10/11/1993 à 16h
date fin	11/11/1993 à 2h
débit de pointe (m³/s)	128,000
débit max. moyen (m³/s)	69,362
débit base avant (m³/s)	1,990
débit base après (m³/s)	5,400
volume 10 6 m³	2,247
temps de base (heures)	9,0
temps de montée (heures)	5,0
coefficient de pointe	1,8

c) La crue du 28 Octobre 1999 :

Cet hydrogramme présente les données de débit de l'Oued Seksaoua à Iloudjane lors d'une crue survenue le 28 octobre 1999. On observe une montée rapide du débit vers 4h du matin, atteignant un pic d'environ 450 m³/s vers 6h, suivie d'une diminution progressive jusqu'à un niveau plus bas en fin de journée. Ce profil, caractérisé par un pic suivi d'une décrue, est typique d'un événement de crue majeure, probablement provoqué par de fortes pluies dans le bassin versant de la rivière. L'hydrogramme permet de visualiser l'évolution temporelle du débit au cours de cet épisode de crue et d'estimer son ampleur et sa durée.

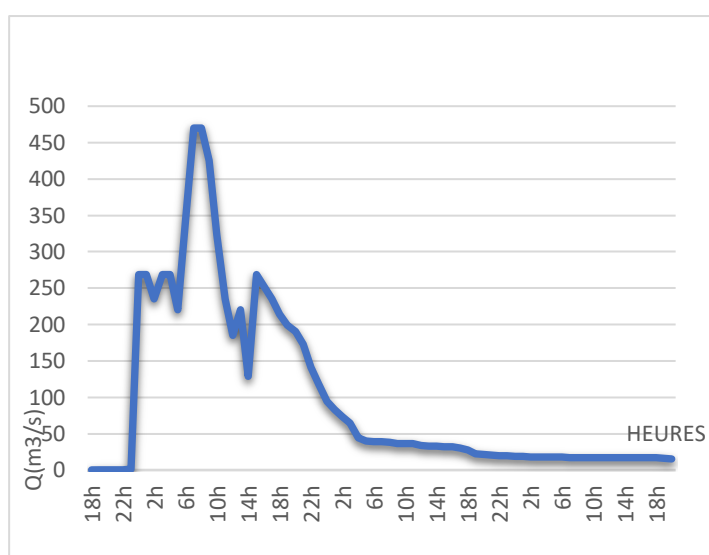


Figure 46 : OUED SEKSAOUA à ILOUDJANE Hydrogramme de la crue du 28/10/1999

Tableau 41 : Caractéristiques de la crue du 28/10/1999

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	27/10/1999 à 23h
date fin	30/10/1999 à 0h
débit de pointe (m ³ /s)	470,000
débit max. moyen (m ³ /s)	137,475
débit base avant (m ³ /s)	1,310
débit base après (m ³ /s)	18,500
volume 10 6 m ³	23,756
temps de base (heures)	48,0
temps de montée (heures)	8,0
coefficient de pointe	3,4

M. Bassin versant de R'DAT :

1. Station SIDI RAHAL:

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 13 Août 1982 :

Cet hydrogramme représente la crue de l'Oued R'dat à Sidi Rahal survenue le 13 août 1982. On observe une montée rapide du débit atteignant un pic d'environ 680 m³/s, suivie d'une décrue tout aussi rapide. Cette forme pointue et étroite de l'hydrogramme est caractéristique d'une crue violente et soudaine, typique des régions semi-arides où les pluies torrentielles peuvent être intenses sur de petits bassins versants.

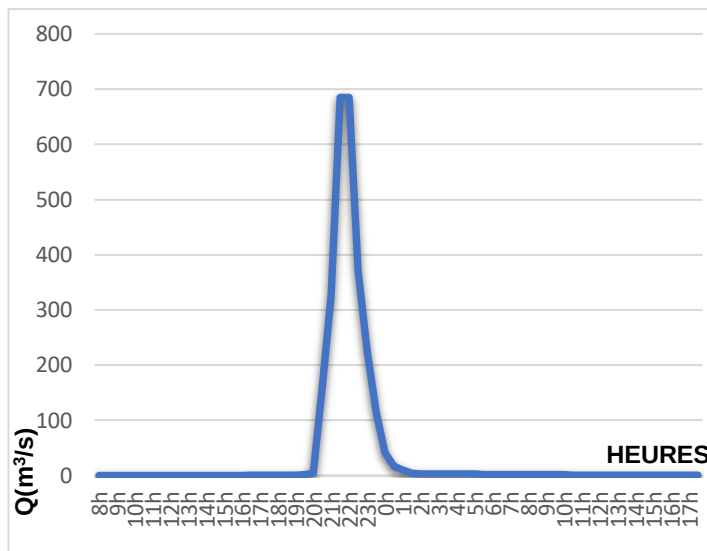


Figure 47 : OUED R'DAT à SIDI RAHAL Hydrogramme de la crue du 13/08/1982

Tableau 42 : Caractéristiques de la crue du 13/08/1982

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	13/08/1982 à 20h
date fin	14/08/1982 à 1h30
débit de pointe (m³/s)	685,000
débit max. moyen (m³/s)	260,281
débit base avant (m³/s)	4,010
débit base après (m³/s)	3,880
volume 10 ⁶ m³	4,685
temps de base (heures)	5
temps de montée (heures)	1,5
coefficient de pointe	2,6

b) La crue du 17 Août 1995 :

Cet hydrogramme montre la crue de l'Oued R'dat à Sidi Rahal le 17 août 1995, avec un débit atteignant un pic d'environ 530 m³/s, suivi d'une décrue rapide sous les 200 m³/s en environ 6-7 heures. Cela illustre le caractère torrentiel des crues dans les régions semi-arides, mettant en évidence l'importance d'une gestion adéquate des risques d'inondation.

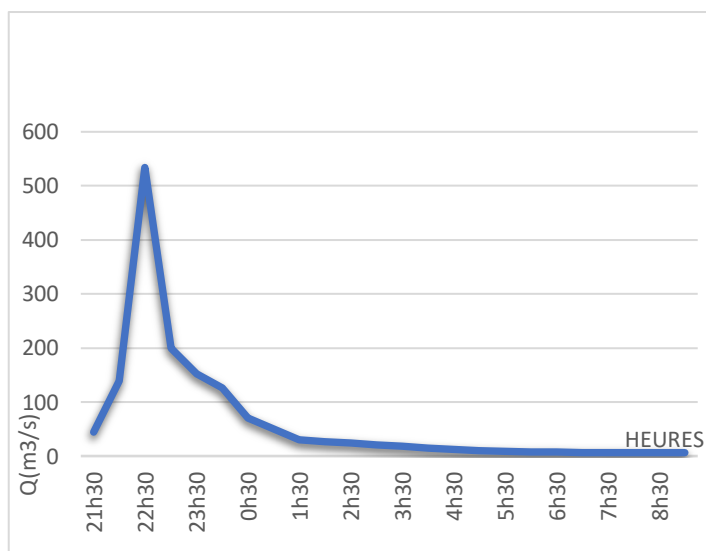


Figure 48 : OUED R'DAT à SIDI RAHAL Hydrogramme de la crue du 17/08/1995

Tableau 43 : Caractéristiques de la crue du 17/08/1995

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	17/08/1995 à 21h30
date fin	18/08/1995 à 1h30
débit de pointe (m³/s)	534,000
débit max. moyen (m³/s)	145,270
débit base avant (m³/s)	44,400
débit base après (m³/s)	30,600
volume 10 ⁶ m³	1,830
temps de base (heures)	3,5
temps de montée (heures)	1,0
coefficient de pointe	3,7

c) La crue du 16 Novembre 2003 :

L'hydrogramme représente la crue du 16 novembre 2003 à l'Oued R'dat Sidi Rahal. La courbe montre une montée rapide du débit à partir de 6h, atteignant un pic d'environ 230 m³/s vers 8h, suivi d'une diminution progressive jusqu'à environ 20h, puis d'une chute plus abrupte. Après 21h, le débit revient à un niveau bas, marquant la fin de la crue. Cette forme de courbe suggère une crue causée par des précipitations intenses mais de courte durée, typique des régions semi-arides. L'amplitude et la durée de la crue fournissent des informations essentielles pour la gestion des ressources en eau et la prévention des inondations.

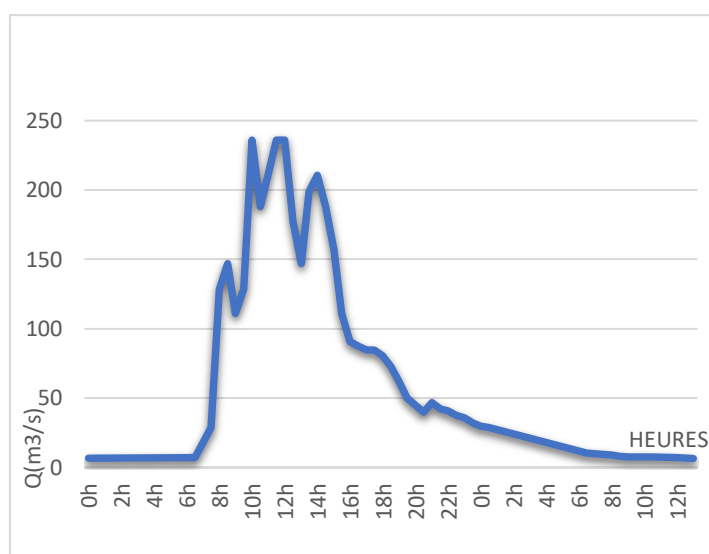


Figure 49 : OUED R'DAT à SIDI RAHAL
Hydrogramme de la crue du 16/11/2003

Tableau 44 : Caractéristiques de la crue du 16/11/2003

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	16/11/2003 à 0h
date fin	17/11/2003 à 13h
débit de pointe (m ³ /s)	236,000
débit max. moyen (m ³ /s)	57,600
débit base avant (m ³ /s)	6,580
débit base après (m ³ /s)	6,430
volume 10 ⁶ m ³	7,672
temps de base (heures)	37,0
temps de montée (heures)	12,0
coefficient de pointe	4,09

N. Bassin versant de IGROUNZAR :

1. Station IGROUNZAR :

1.1- Historiques des crues :

a) La crue du 07 Janvier 1985 :

Cet hydrogramme représente la crue de l'oued Igrounzar le 7 janvier 1985. Un pic de crue très prononcé est observé, atteignant environ 670 m³/s vers 4h du matin. Avant et après ce pic, le débit est significativement plus bas, se situant à des niveaux bien inférieurs. La forme de la courbe, caractérisée par une montée rapide suivie d'une décrue plus lente, est typique d'un épisode de crue brutale, probablement induit par de fortes précipitations sur le bassin versant. Ce type d'hydrogramme met en évidence la réactivité rapide du cours d'eau aux événements pluvieux intenses dans cette région.

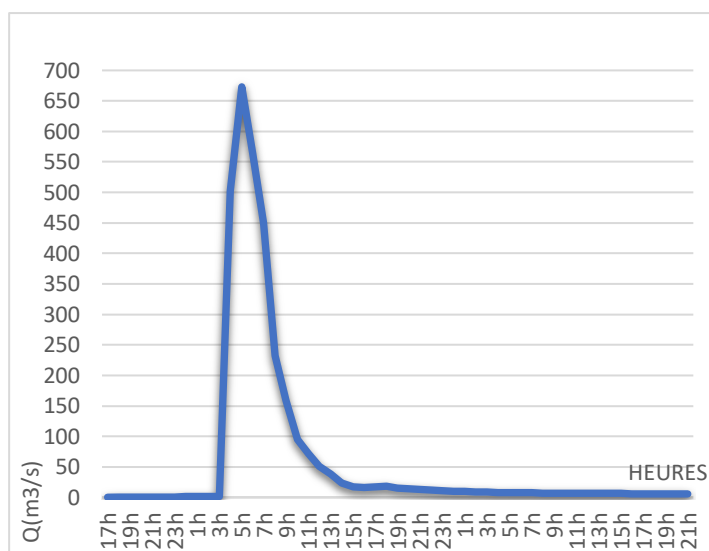


Figure 50 : OUED IGROUNZAR à IGROUNZAR
Hydrogramme de la crue du 07/01/1985

Tableau 45 : Caractéristiques de la crue du 07/01/1985

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	07/01/1985 à 3h
date fin	07/01/1985 à 21h
débit de pointe (m³/s)	673,000
débit max. moyen (m³/s)	166,594
débit base avant (m³/s)	1,650
débit base après (m³/s)	12,600
volume 10 ⁶ m³	10,196
temps de base (heures)	17,0
temps de montée (heures)	2,0
coefficient de pointe	4,0

b) La crue du 10 Novembre 1988 :

Cet hydrogramme montre la crue de la rivière Oued Igrounzar le 10 novembre 1988. Entre 14h et 10h, le débit monte rapidement, atteignant un pic d'environ 230 m³/s à 5h. Ensuite, le débit diminue progressivement. Ce graphique typique des crues rapides dans les régions semi-arides permet de voir comment le débit évolue au cours de cet épisode de crue majeure.

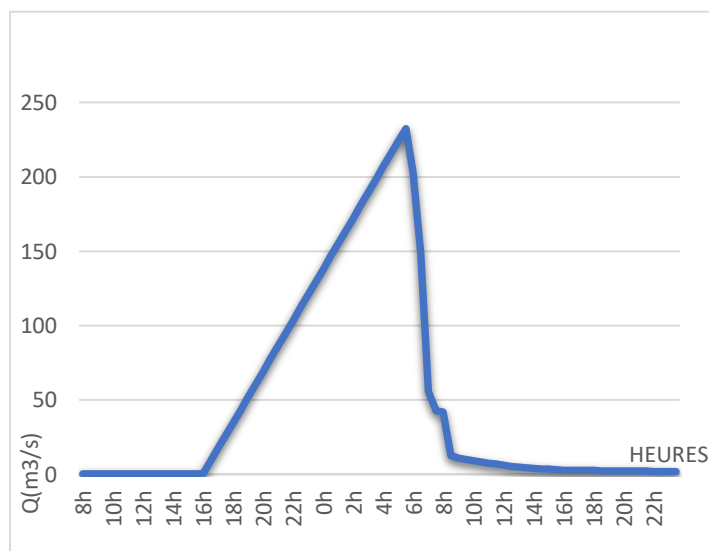


Figure 51 : OUED IGROUNZAR à IGROUNZAR
Hydrogramme de la crue du 10/11/1988

Tableau 46 : Caractéristiques de la crue du 10/11/1988

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	09/11/1988 à 16h
date fin	10/11/1988 à 14h
débit de pointe (m³/s)	232,400
débit max. moyen (m³/s)	86,981
débit base avant (m³/s)	0,280
débit base après (m³/s)	3,970
volume 10 ⁶ m³	6,732
temps de base (heures)	21,5
temps de montée (heures)	13,5
coefficient de pointe	2,7

c) La crue du 24 Décembre 2001 :

Cet hydrogramme montre les variations du débit de l'Oued Igrounzar lors d'une crue le 24 décembre 2001. Le débit augmente soudainement pour atteindre environ 250 m³/s vers 19 heures, avant de redescendre rapidement à son niveau initial. Cette forme en "pic" indique une crue soudaine et intense, probablement causée par de fortes pluies. Le graphique permet de visualiser comment le débit a évolué, de repérer le moment du débit maximal et d'estimer la durée de la crue.

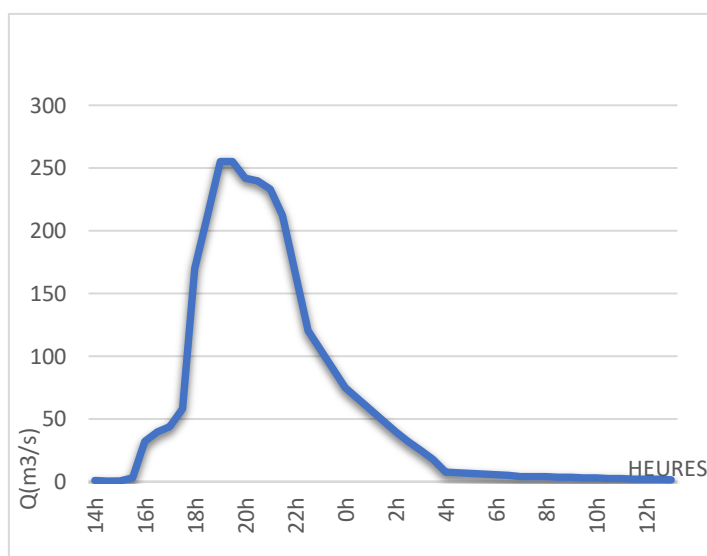


Figure 52 : OUED IGROUNZAR à IGROUNZAR
Hydrogramme de la crue du 24/12/2001

Tableau 47 : Caractéristiques de la crue du 24/12/2001

CARACTERISTIQUES DE LA CRUE	
date début	24/12/2001 à 14h
date fin	25/12/2001 à 13h
débit de pointe (m³/s)	255,190
débit max. moyen (m³/s)	63,420
débit base avant (m³/s)	0,780
débit base après (m³/s)	1,750
volume 10 6 m³	5,25
temps de base (heures)	23,0
temps de montée (heures)	5,5
coefficient de pointe	4,02

Chapitre IV : Analyse hydrologique de la base de données constituée

A. Temps de base et temps de montée :

1) Station ABADLA :

La station Abadla montre une prédominance de crues avec des temps de montée rapides, principalement inférieurs à 40 heures, indiquant une réponse rapide du bassin versant aux précipitations. Cela suggère des terrains avec faible capacité d'infiltration ou des pentes abruptes. Les temps de base des crues varient, mais la plupart durent entre 40 et 120 heures. Cela peut arriver lorsque les pluies persistent pendant plusieurs jours ou lorsque l'eau met plus de temps à s'écouler. Parfois, certaines crues peuvent durer encore plus longtemps, mais cela se produit moins souvent. Cette analyse souligne l'importance de réponses rapides et de stratégies adaptées pour gérer efficacement les risques d'inondation à Abadla, en tenant compte à la fois des crues soudaines et des événements prolongés.

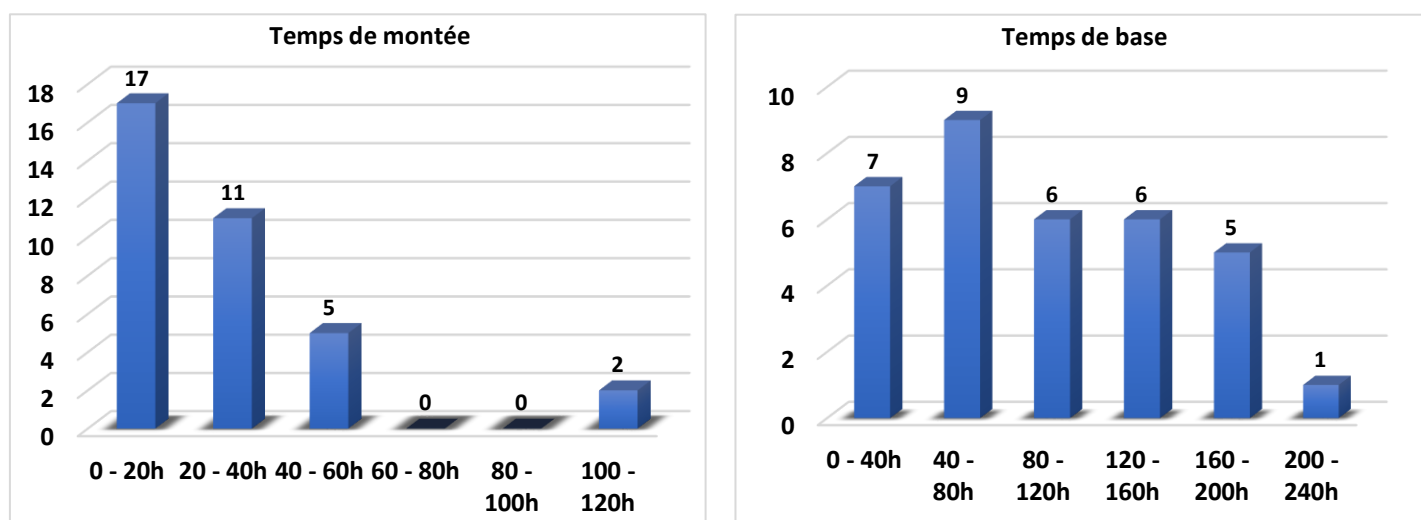


Figure 53 : Temps de base et temps de montée à station ABADLA

2) Station AGHBALOU :

La station AGHBALOU est exposée à des crues qui se développent rapidement, avec la majorité des crues se produisant dans les 10 premières heures après le début des précipitations. Cela suggère que le bassin versant réagit rapidement aux pluies, ce qui peut être dû à des caractéristiques du terrain favorisant un ruissellement rapide. De plus, les temps de base des crues montrent que la plupart des crues ont une durée relativement courte, prenant fin généralement dans les 30 premières heures. Cependant, quelques crues plus longues sont

également observées, ce qui indique qu'il existe des événements de crues plus persistants. En résumé, cela souligne la nécessité d'une gestion proactive des crues à AGHBALOU, en se concentrant sur des mesures rapides pour répondre aux crues soudaines et en prenant en compte les crues plus longues pour garantir une protection adéquate contre les inondations.

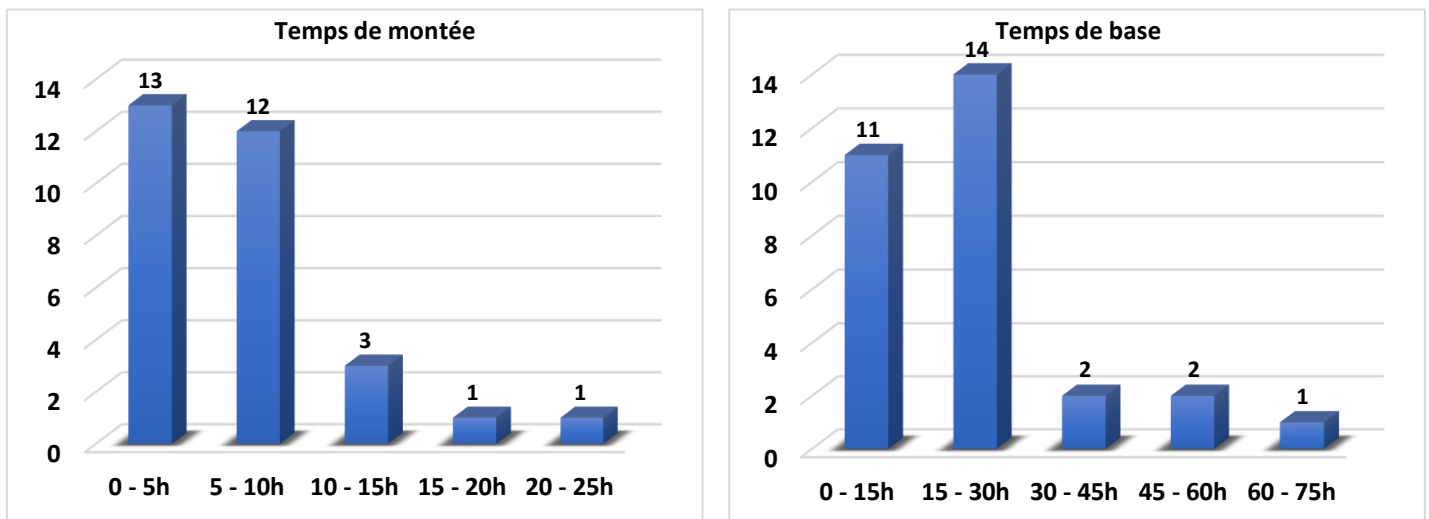


Figure 54 : Temps de base et temps de montée à station AGHBALOU

3) Station IGROUNZAR :

La station IGROUNZAR montre une répartition relativement uniforme des temps de montée des crues, la plupart se produisant entre 5 et 25 heures, ce qui suggère une réponse modérément rapide aux précipitations. En ce qui concerne les temps de base, la majorité des crues durent entre 15 et 30 heures, indiquant que de nombreuses crues durent pendant un à deux jours. Les crues plus longues, dépassant 30 heures, sont rares. Cela signifie que la gestion des crues à IGROUNZAR doit se concentrer sur des réponses efficaces pour des crues qui se développent en quelques heures et qui peuvent durer jusqu'à deux jours, tout en étant préparée à de rares événements de crues prolongés.

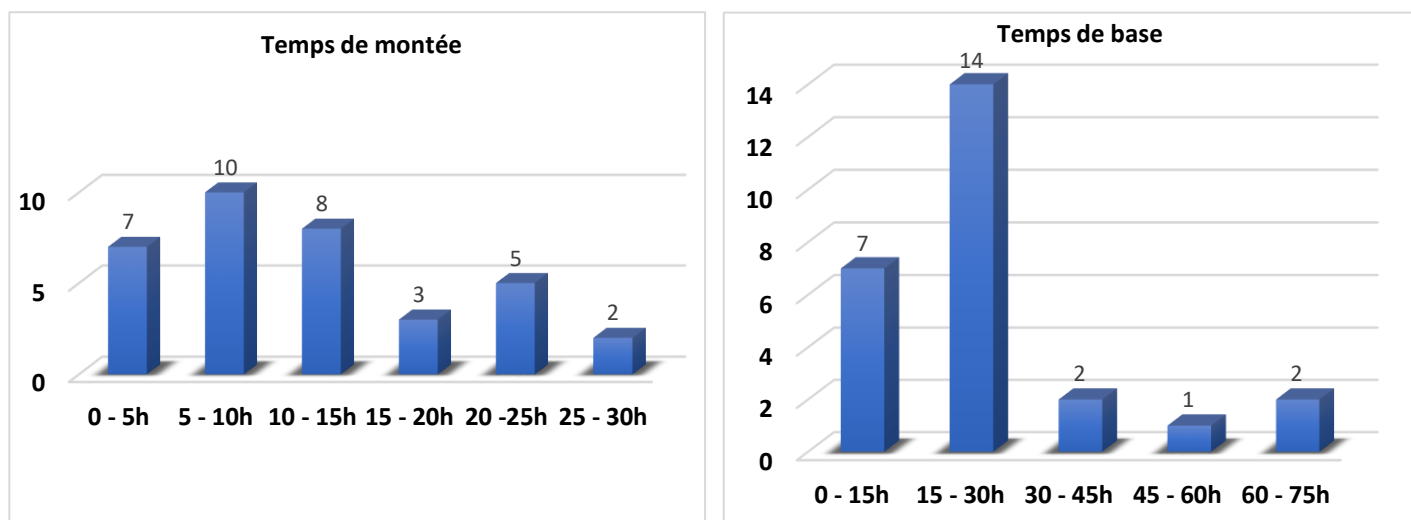


Figure 55 : Temps de base et temps de montée à station IGROUNZAR

4) Station IMIN EL HAMMAM :

À la station Imin El Hammam, la majorité des crues montent très rapidement, en moins de 20 heures, indiquant une réponse très rapide du bassin versant aux précipitations. Cette montée rapide des crues peut être attribuée à plusieurs facteurs, tels que la nature du sol qui peut être imperméable, favorisant un ruissellement rapide de l'eau de pluie vers les cours d'eau, ou à une topographie caractérisée par des pentes raides qui accélèrent l'écoulement des eaux de ruissellement. En ce qui concerne les temps de base, la durée des crues varie, mais la plupart d'entre elles durent entre 50 et 100 heures, soit entre deux et quatre jours. Quelques crues durent plus longtemps, dépassant 100 heures, mais elles sont moins fréquentes. Cette analyse souligne la nécessité de mettre en place des mesures de gestion rapide des crues à Imin El Hammam, avec des stratégies adaptées pour gérer des crues pouvant durer plusieurs jours.

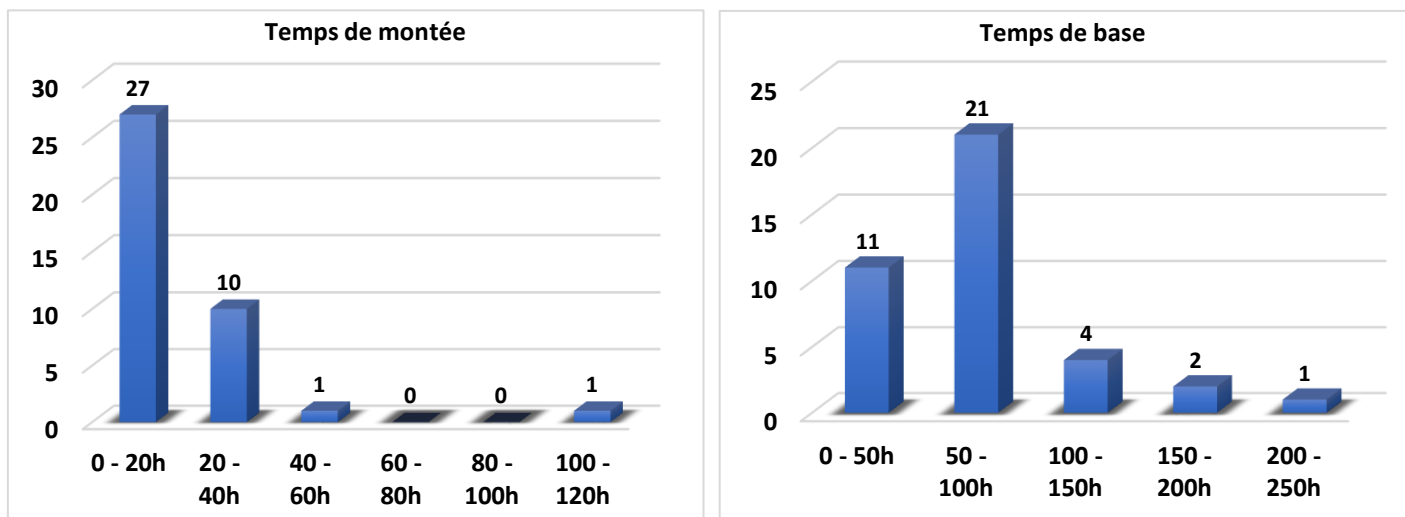


Figure 56 : Temps de base et temps de montée à station IMIN EL HAMMAM

5) Station SIDI RAHAL :

À la station Sidi Rahal, la plupart des crues se développent relativement rapidement, en moins de 10 heures, mais on observe également des crues avec des temps de montée plus longs. En ce qui concerne les temps de base, la majorité des crues durent entre 20 et 60 heures, suggérant des événements de crues de courte à moyenne durée. Les crues avec des temps de base plus longs sont moins fréquentes mais présentes. Ces résultats mettent en évidence la diversité des caractéristiques des crues à Sidi Rahal, ce qui souligne l'importance d'une approche de gestion flexible pour répondre à ces variations temporelles .

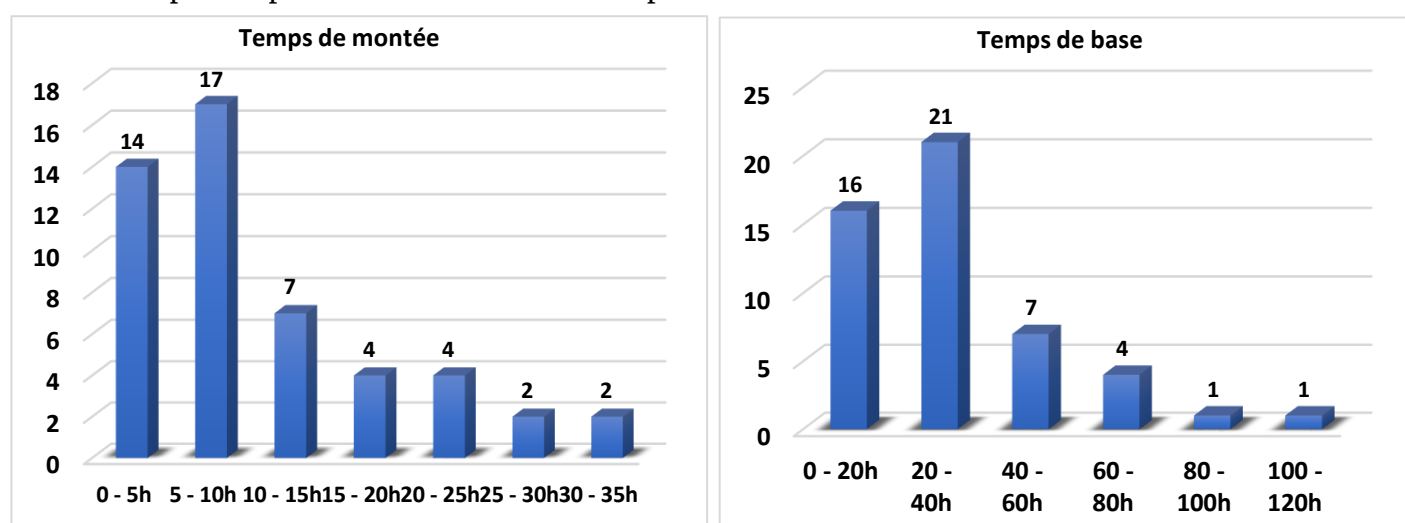


Figure 57 : Temps de base et temps de montée à station SIDI RAHAL

6) Station SIDI BOUOTHRMANE :

À la station Sidi Bouothmane, la plupart des crues montent très rapidement, en moins de 8 heures, et ont une durée relativement courte, avec des temps de base inférieurs à 20 heures. Cela suggère que les crues dans cette station sont généralement brèves et nécessitent des mesures de réponse rapide. Quelques crues avec des temps de montée et de base plus longs existent, mais elles sont moins fréquentes. Ces caractéristiques mettent en évidence la nécessité d'une gestion efficace des crues à Sidi Bouothmane, avec des stratégies adaptées pour répondre rapidement aux crues soudaines et de courte durée.

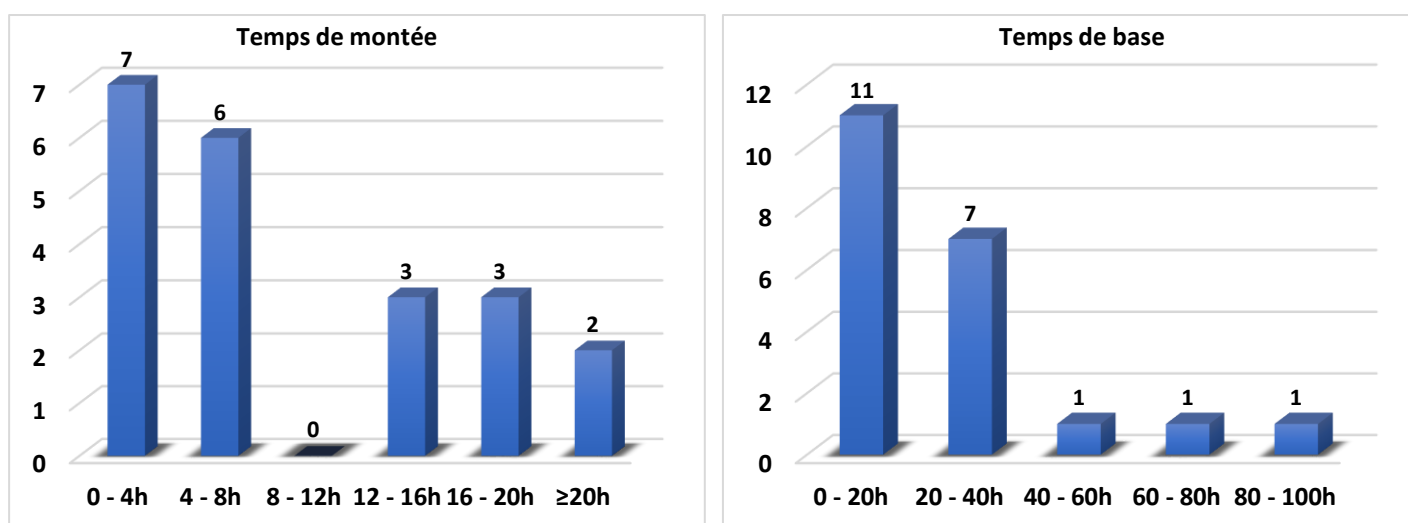


Figure 58 : Temps de base et temps de montée à station SIDI BOUOTHRMANE

7) Station TAFERIAT :

À la station Taferiat, la plupart des crues montent relativement rapidement, en moins de 20 heures, mais on observe également des crues avec des temps de montée allant jusqu'à 30 heures. Les temps de base des crues sont répartis de manière assez uniforme, avec une majorité de crues durant entre 20 et 100 heures, soit de un à quatre jours. Cette durée prolongée des temps de base peut être due à des pluies continues ou à une lente évacuation de l'eau. Cette analyse souligne la nécessité de mettre en place des stratégies de gestion des crues capables de répondre à des événements de montée rapide ainsi qu'à des crues de durées variées.

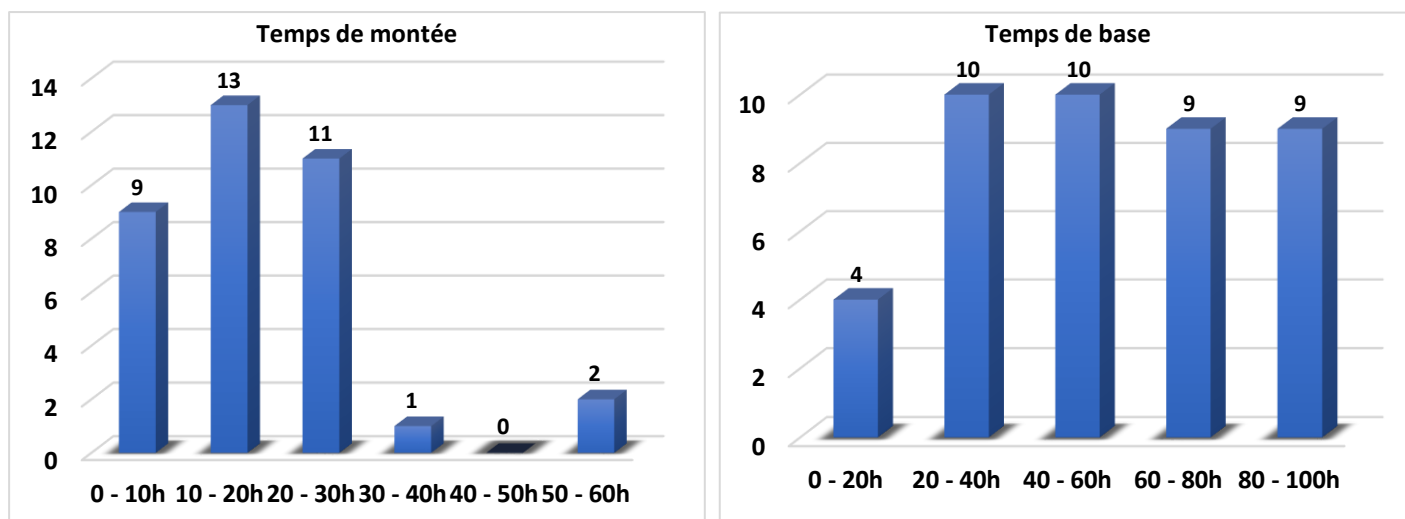


Figure 59 : Temps de base et temps de montée à station TAFERIAT

8) Station ADAMNA :

À la station ADAMNA, la majorité des crues montent rapidement, en moins de 10 heures, ce qui peut être attribué à des terrains avec une faible capacité d'infiltration ou à des pentes fortes favorisant un écoulement rapide de l'eau. Les crues prenant entre 10 et 30 heures pour monter sont également présentes, bien que moins fréquentes. Les temps de base des crues varient, la plupart durant entre 20 et 60 heures, soit de presque un jour à deux jours et demi. Bien que la majorité des crues aient des temps de base inférieurs à 60 heures, certaines crues durent plus longtemps, allant jusqu'à 100 heures, soit environ quatre jours. La durée prolongée des temps de base peut être due à des précipitations soutenues ou à une évacuation lente de l'eau. Cette analyse souligne l'importance de mettre en place des stratégies de gestion des crues pour répondre à ces différentes caractéristiques temporelles des crues à la station ADAMNA.

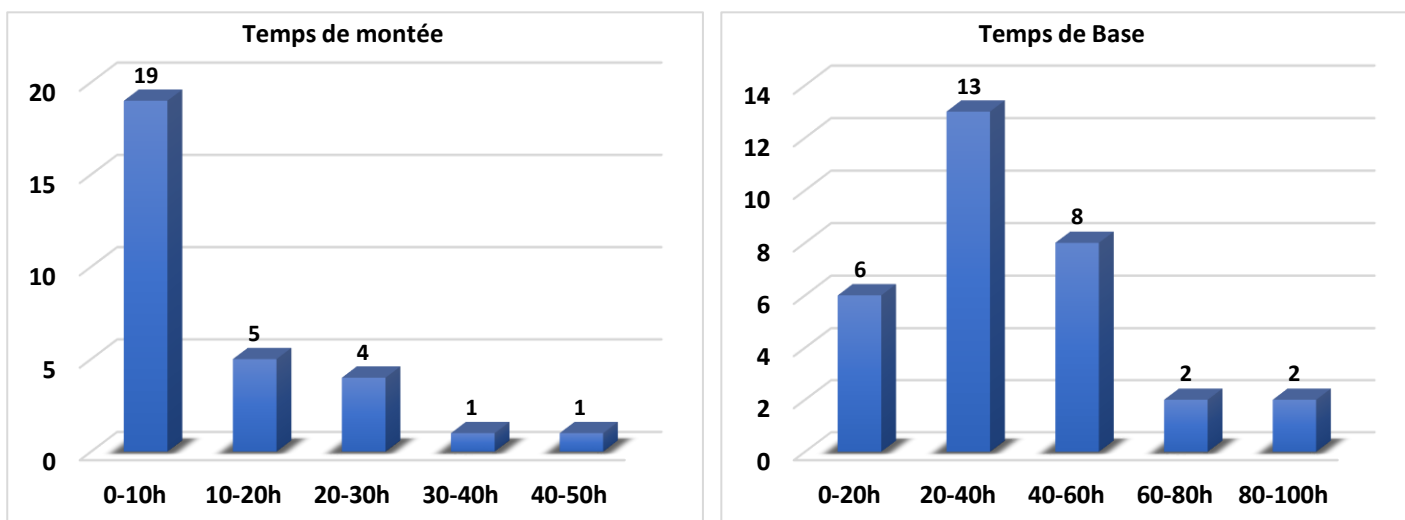


Figure 60 : Temps de base et temps de montée à station ADAMNA

9) Station CHICHAOUA :

À la station CHICHAOUA, la plupart des crues montent rapidement en moins de 10 heures, possiblement en raison d'une capacité d'infiltration limitée du sol ou de la topographie de la région qui favorise un écoulement rapide de l'eau. Les temps de montée plus longs sont moins fréquents. Les temps de base des crues varient, avec la plupart durant moins de 50 heures, bien que certaines durent jusqu'à 100 heures ou plus. La prolongation des temps de base peut résulter de précipitations continues ou d'une évacuation lente de l'eau. Cette analyse met en évidence la nécessité de mettre en place des mesures de gestion des crues adaptées pour faire face aux diverses situations à Chichaoua.

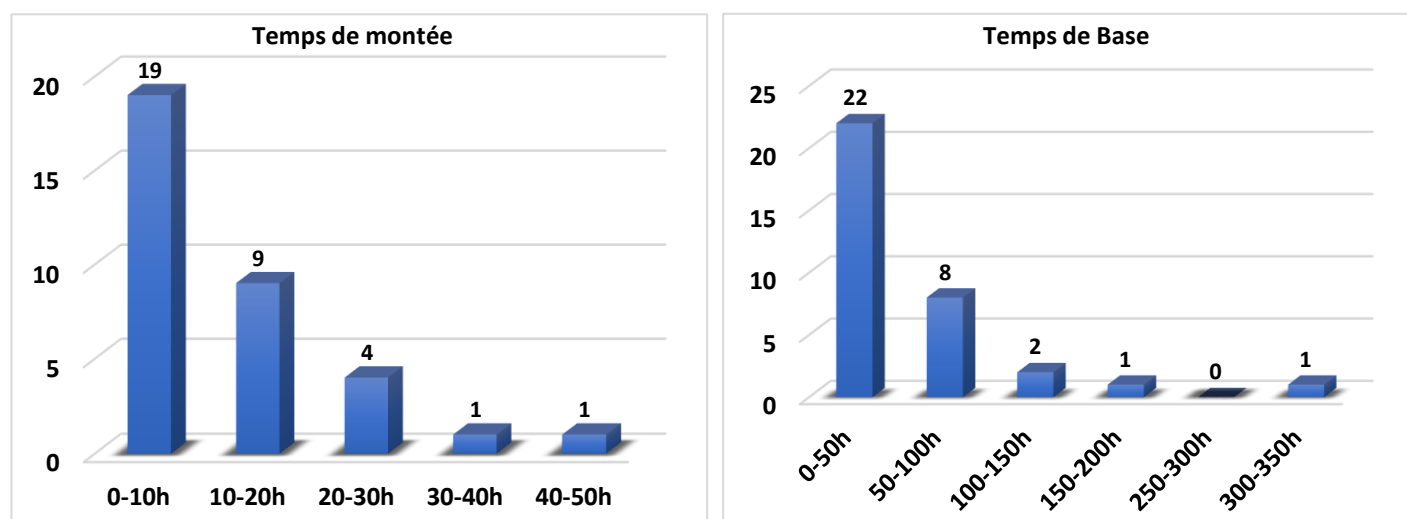


Figure 61 : Temps de base et temps de montée à station CHICHAOUA

10) Station ILOUDJANE :

À la station ILOUDJANE, la majorité des crues montent relativement rapidement, généralement en moins de 20 heures, mais certaines peuvent prendre jusqu'à 20 heures pour monter. Les temps de base des crues sont assez uniformément répartis, avec la plupart des crues ayant une durée de moins de 20 heures, soit environ un jour. Cette variabilité dans les temps de base peut être due à des précipitations continues ou à une évacuation lente de l'eau. Ces constatations soulignent l'importance d'une gestion des crues efficace à ILOUDJANE,

avec des stratégies adaptées pour faire face à la fois aux crues rapides et à celles de durée plus étendue.

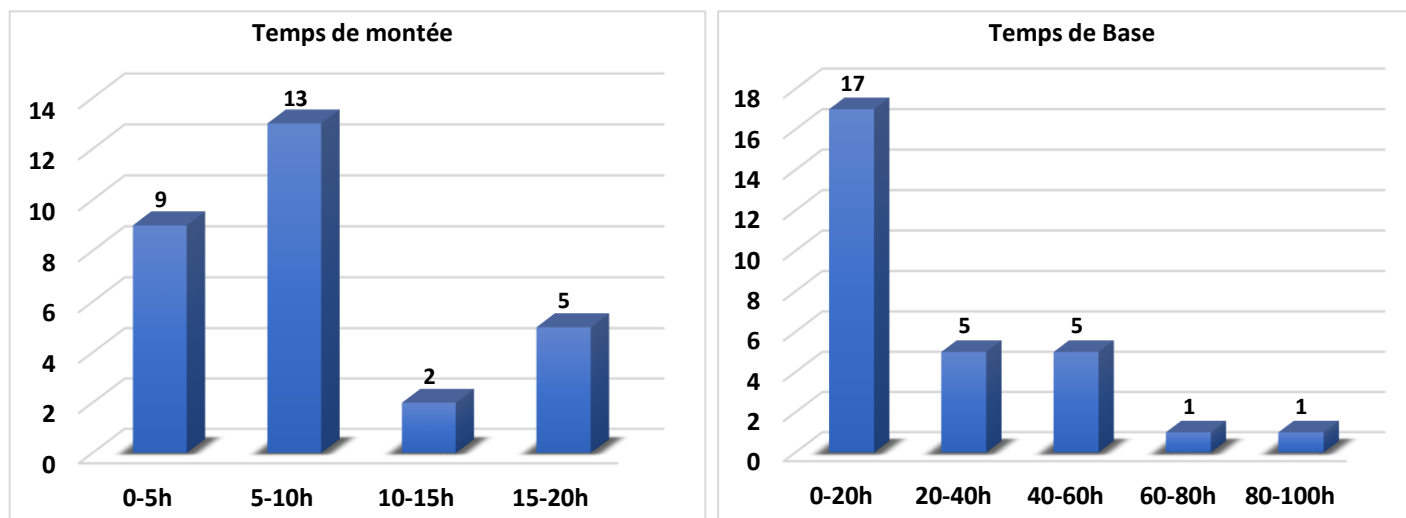


Figure 62 : Temps de base et temps de montée à station ILOUDJANE

11) Station TAHANAOUT :

À la station Tahnaout, les crues montent généralement rapidement, la plupart se produisant en moins de 10 heures. Les crues ont également tendance à être de courte durée, avec la majorité diminuent en moins de 20 heures. Cependant, quelques crues durent plus longtemps, nécessitant une attention particulière en termes de gestion des crues.

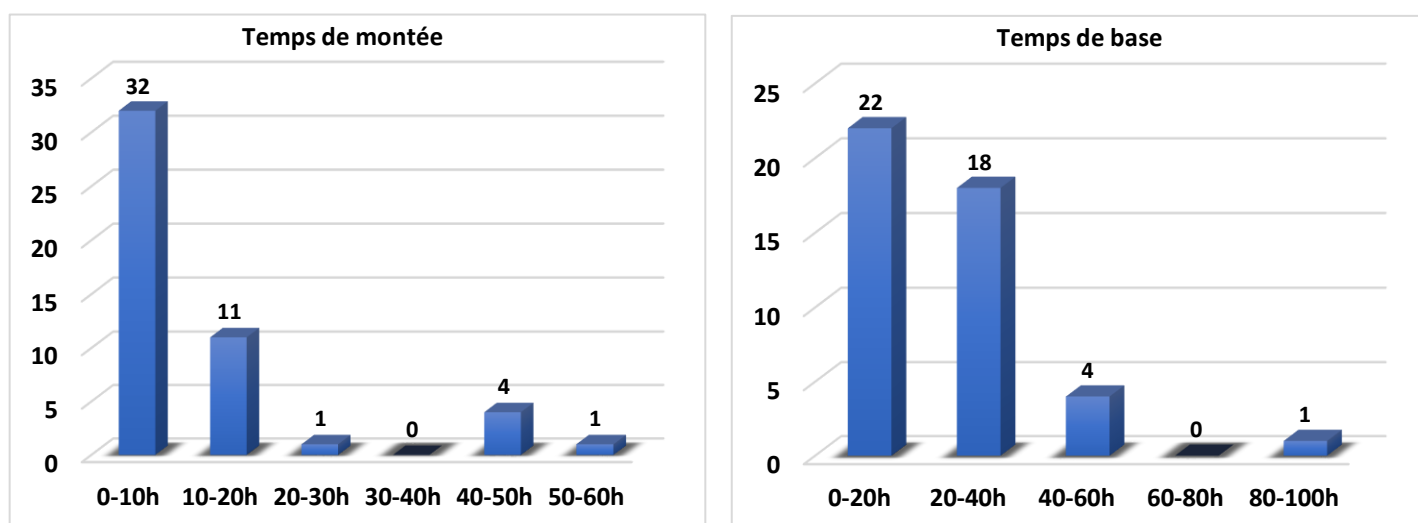


Figure 63 : Temps de base et temps de montée à station TAHANAOUT

12) Station SIDI HSSAIN :

À la station Sidi Hssain, les crues montent à des vitesses variées, mais la plupart se produisent relativement rapidement, nécessitant généralement moins de 30 heures pour atteindre leur pic. Cependant, les crues peuvent également avoir des durées de vie prolongées, nécessitant jusqu'à 100 heures pour baisser complètement. Ces données mettent en évidence la nécessité de mettre en œuvre des stratégies de gestion des crues souples et adaptatives pour répondre à ces différents scénarios, en veillant à ce que les mesures de préparation et de réponse soient en place pour minimiser les risques d'inondation.

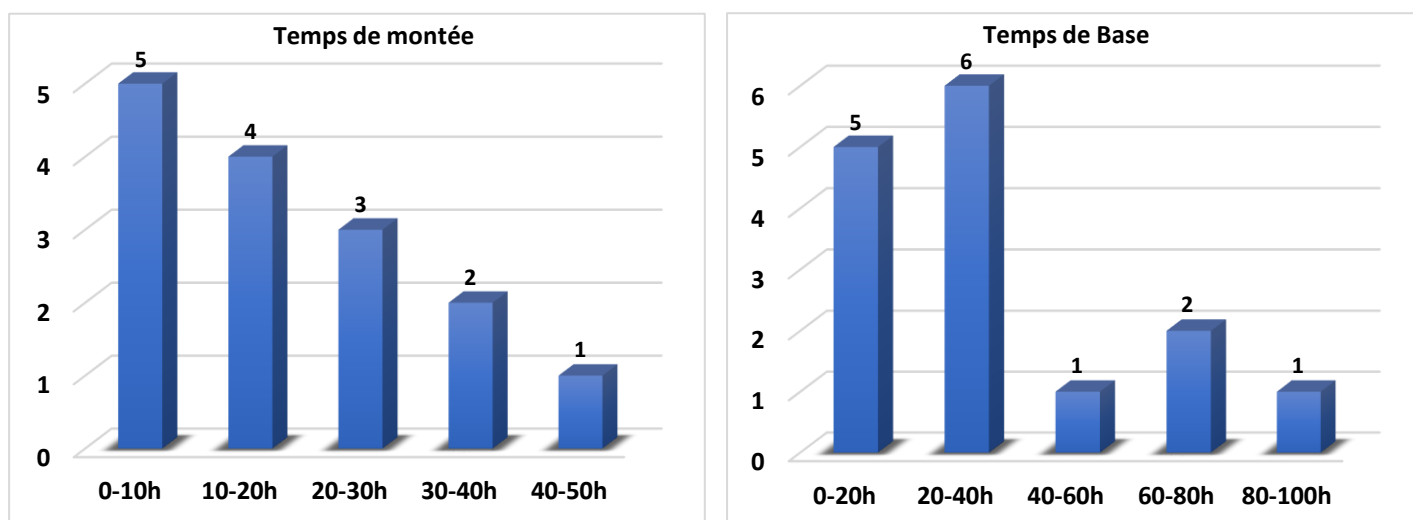


Figure 64 : Temps de base et temps de montée à station SIDI HSSAIN

13) Station TALMEST :

À la station TALMEST, la majorité des crues montent rapidement, généralement en moins de 40 heures, ce qui indique une réponse rapide du bassin versant aux précipitations. Cependant, on observe également des crues qui mettent plus de temps à monter. Les temps de base des crues montrent une grande variabilité, avec des durées allant de moins de 40 heures à plus de 200 heures, ce qui suggère que certaines crues peuvent persister pendant plusieurs jours. Cela pourrait être dû à des précipitations prolongées ou à une évacuation lente des eaux de crue. Cette analyse souligne l'importance de mettre en place des stratégies de gestion des crues capables de répondre à la fois à des crues rapides et à des événements prolongés pour minimiser les risques d'inondation à TALMEST.

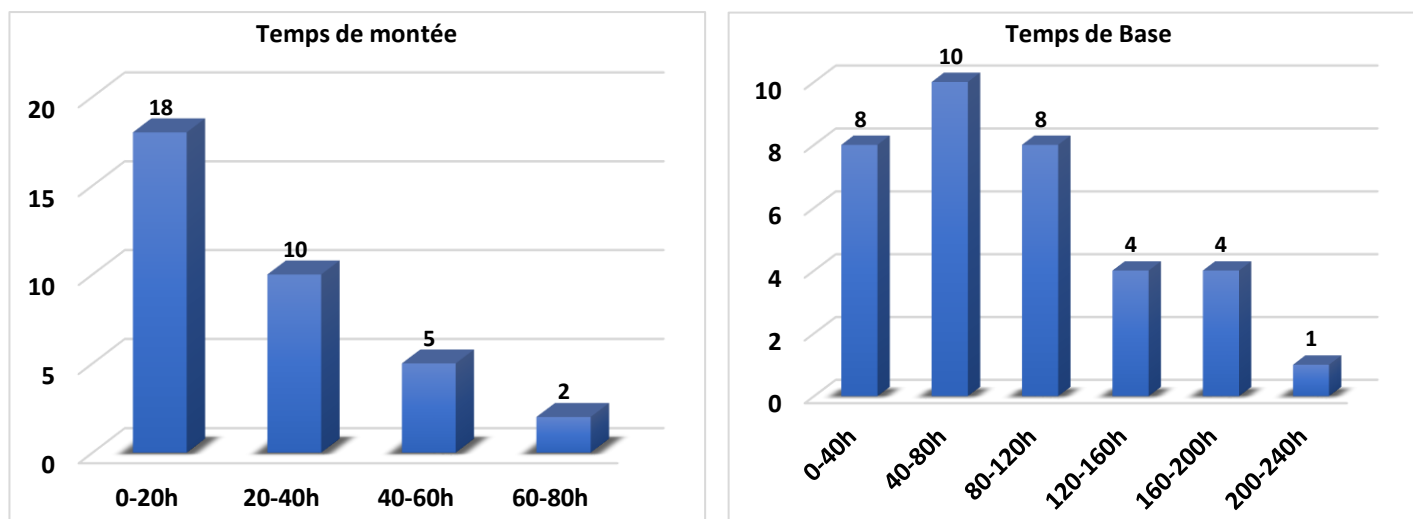


Figure 65 : Temps de base et temps de montée à station TALMEST

B. Saisonnalité des crues :

1) Station TALMEST :

La répartition mensuelle des crues à la station de Talmest de 1970 à 2005 , montre différentes périodes ;avec une activité de crue maximale se produisant à la fin de l'automne et au début de l'hiver. Novembre et décembre représentent chacun 20 % du total des crues, et octobre contribue à 17 %, indiquant cette période comme la saison principale des crues, probablement en raison de pluies importantes. Un pic secondaire se produit au printemps, avec mars, avril et mai enregistrant chacun 9 % des crues, possiblement en raison des régimes pluviométriques saisonniers. En revanche, les mois d'été de juin, juillet, août et septembre ne montrent aucune occurrence de crues, mettant en évidence une saison sèche. Le changement climatique souligne l'importance des mesures de contrôle des inondations pour lutter efficacement contre les situations dangereuses.

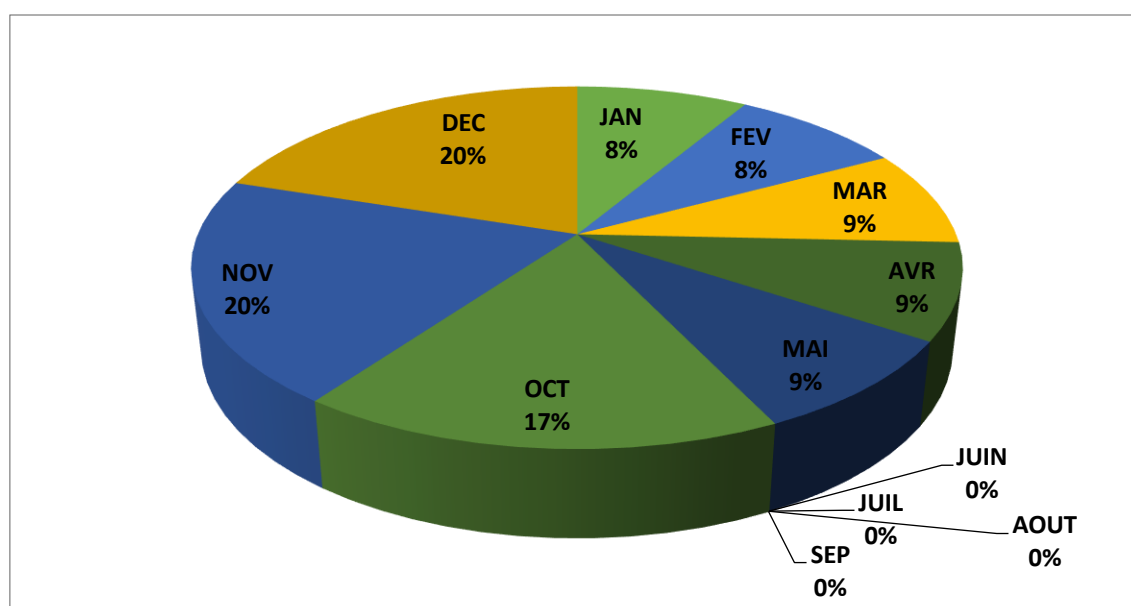


Figure 66 : Répartition mensuelle des crues de la station de TALMEST 1970-2005

2) Station IMIN EL HAMMAM :

La répartition mensuelle des crues à la station d'Imin El Hammam de 1967 à 2006 montre que les inondations sont les plus fréquentes en automne et en hiver. Au printemps, cependant, le niveau d'inondation est similaire à celui de l'hiver. Novembre se distingue avec 17,94 % du total des crues, suivi par octobre et mars, chacun enregistrant 15,38 %. Décembre représente 12,82 % et janvier 10,25 %, indiquant ces mois comme des périodes importantes de crues, probablement en raison de fortes précipitations. Un pic secondaire se produit au printemps, avec mai enregistrant 7,69 % et mars 15,38 % des crues, probablement en raison de régimes pluviométriques saisonniers. En revanche, les mois d'été de juillet et septembre montrent peu ou pas d'occurrences de crues, avec respectivement 0 % et 2,56 %, soulignant une saison sèche. Cette distribution met en évidence l'importance des mesures de prévention des inondations pour répondre efficacement aux situations à risque, particulièrement face aux fluctuations climatiques.

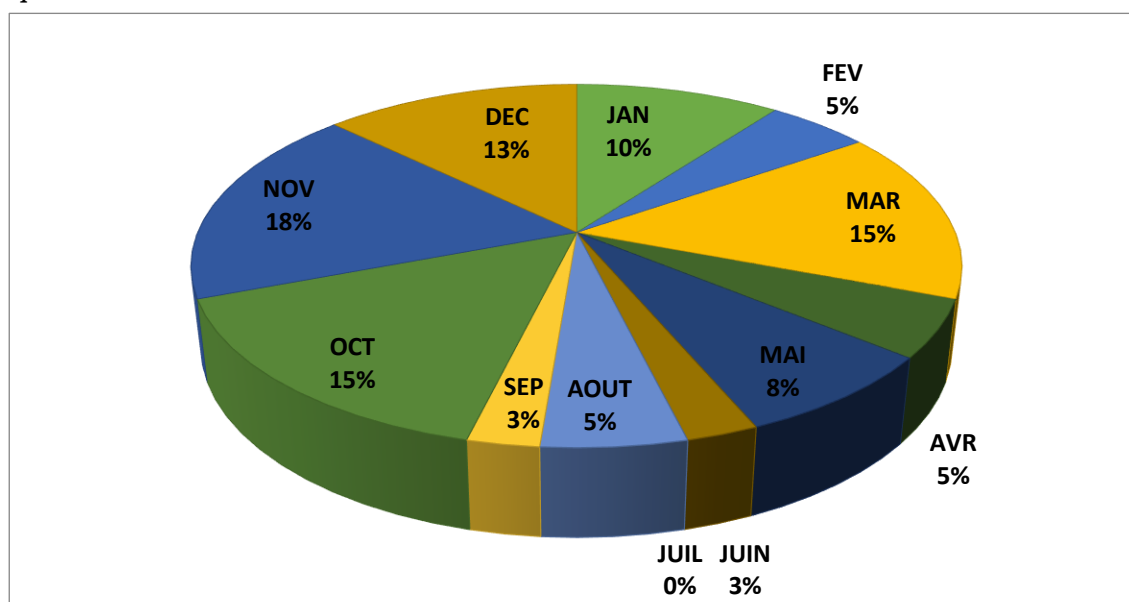


Figure 67 : Répartition mensuelle des crues de la station de IMIN EL HAMMAM 1967-2006

3) Station ABADLA:

La répartition des crues à la station Abadla de 1979 à 2006 montre des changements importants selon les saisons. Novembre se distingue comme le mois le plus propice aux inondations, représentant 17,14 % du total, suivi de janvier et décembre avec chacun 14,28 %. Le printemps présente également une activité significative, représentant 34,28 % du total des crues, probablement attribuable à la fonte des neiges et aux pluies printanières. En automne, une part importante de 28,56 % des crues est enregistrée, tandis que les mois d'été ne montrent aucune occurrence d'inondation, indiquant une saison sèche. L'hiver est la période la plus propice aux crues, représentant 37,13 % du total, ce qui peut être attribué aux précipitations hivernales abondantes. Cette analyse souligne l'importance de surveiller attentivement les fluctuations saisonnières pour une planification efficace des mesures de

prévention des inondations, permettant ainsi une gestion appropriée des risques dans la région.

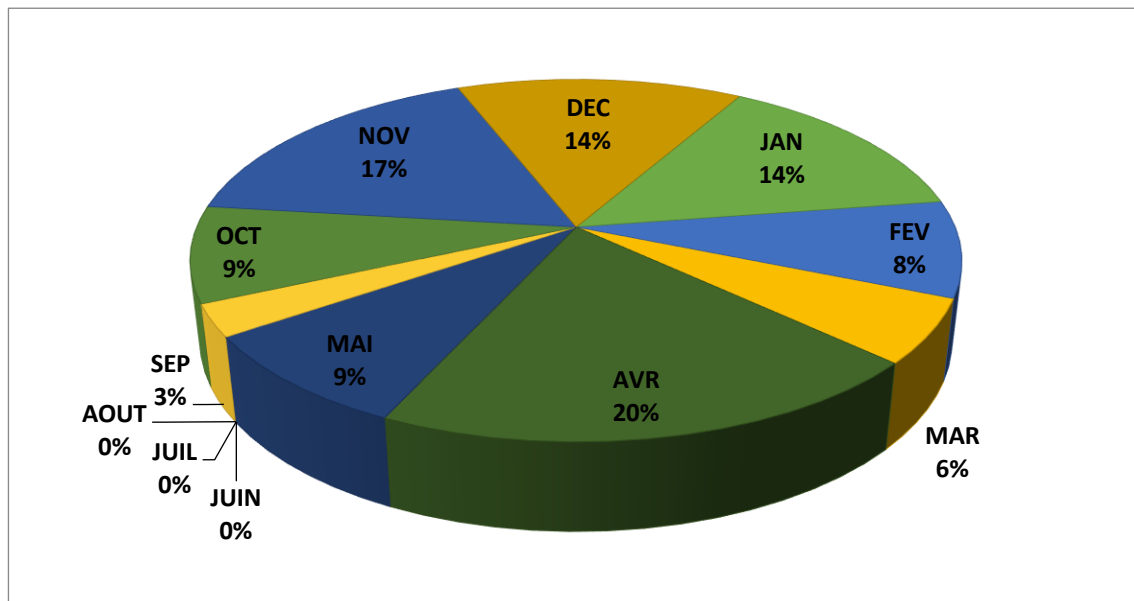


Figure 68 : Répartition mensuelle des crues de la station de ABADLA 1970-2006

4) Station ADAMNA :

La distribution des crues à la station Adamna entre 1970 et 2000 révèle des tendances saisonnières marquées. Les mois de novembre et décembre se distinguent comme les périodes les plus à risque d'être touchées par des inondations, représentant chacun près de 20 % du total des crues. En revanche, aucun incident d'inondation n'est enregistré pendant les mois d'été. L'hiver se révèle être la saison la plus grave, avec plus de la moitié (51,61 %) des crues se produisant pendant cette période, suivie de près par l'automne avec 35,47 %. Le printemps, bien que moins actif, contribue également de manière significative, représentant près de 13 % du total des crues. Cette analyse souligne l'importance d'une surveillance saisonnière rigoureuse pour une planification efficace des stratégies de prévention des inondations, permettant ainsi une gestion proactive des risques dans la région.

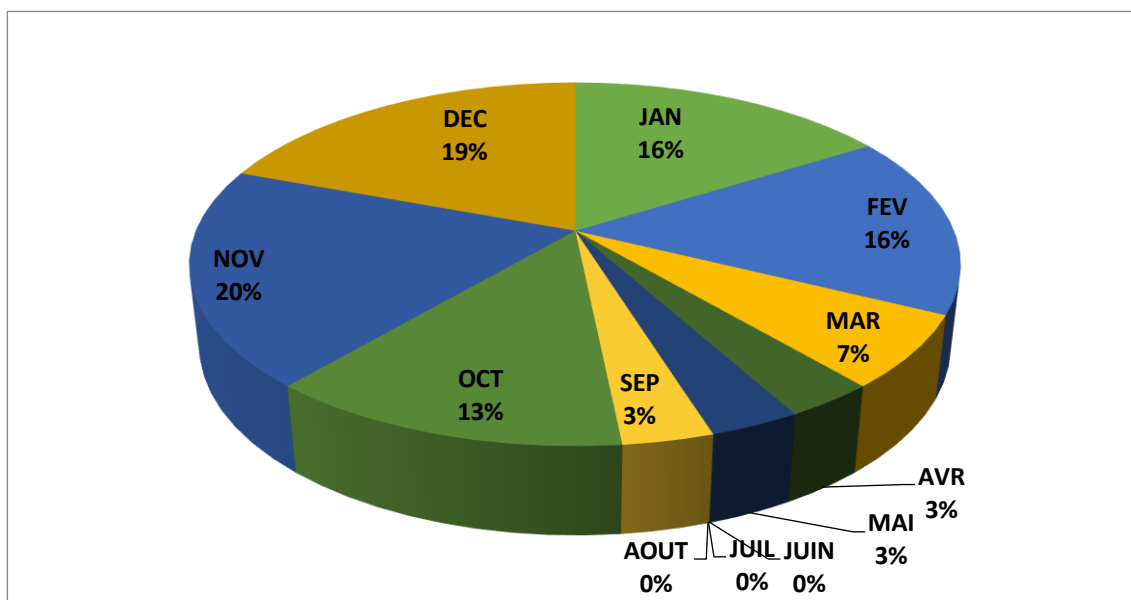


Figure 69 : Répartition mensuelle des crues de la station de ADAMNA 1970-2000

5) Station AGHBALOU:

La distribution des crues à la station Aghbalou entre 1970 - 1999 met en lumière des variations saisonnières marquées dans l'activité des crues. Les mois de mai et mars se distinguent comme les périodes les plus vulnérables aux inondations, représentant respectivement 20 % et 16,66 % du total des crues. Ces mois sont suivis par septembre, juillet, et août, chacun contribuant à hauteur de 13,33 %, 10 % et 10 % respectivement. En revanche, aucun incident d'inondation n'est enregistré en juin et décembre. L'analyse saisonnière montre que le printemps est la période la plus active pour les crues, représentant 46,66 % du total, tandis que l'automne suit de près avec 26,66 %. Bien que l'été présente également une part significative d'activité de crues, avec 20 % du total, l'hiver est relativement calme avec seulement 6,66 % du total des crues. Cette répartition met en évidence l'importance de surveiller attentivement les variations saisonnières pour une planification efficace des mesures de prévention des inondations, ce qui permettrait une gestion proactive des risques dans la région.

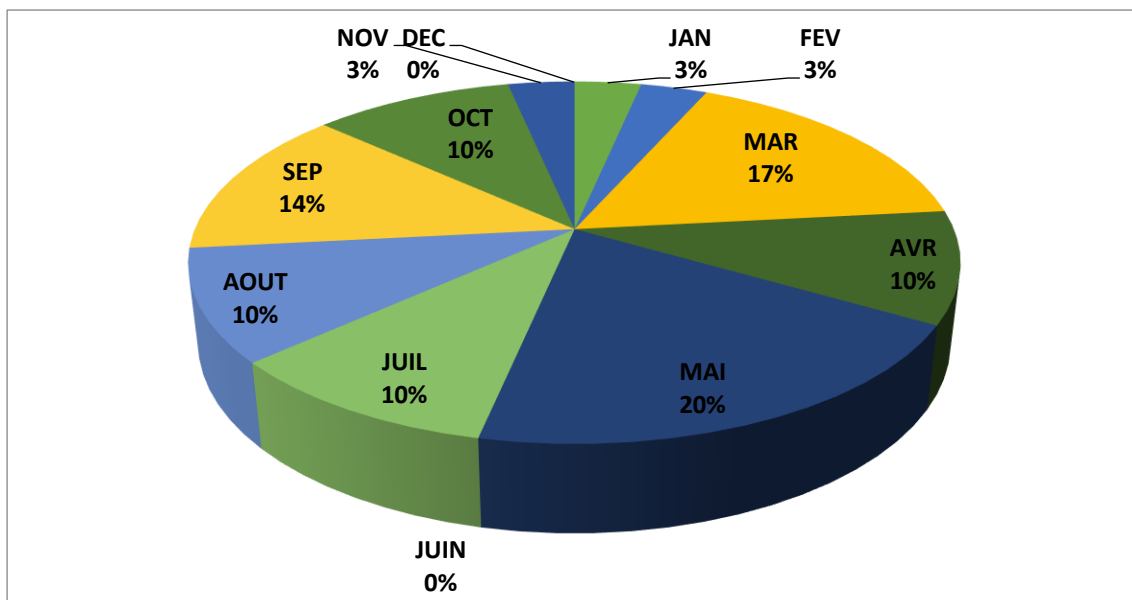


Figure 70 : Répartition mensuelle des crues de la station de AGHBALOU 1970-1999

6) Station CHICHAOUA:

La répartition mensuelle des crues à la station Chichaoua entre 1971 et 2003 montre des variations saisonnières marquées. Les mois de novembre et décembre sont les plus propices aux inondations, représentant respectivement 17,64 % et 14,7 % des crues. Octobre suit de près avec 14,7 %. Les mois de janvier, février, mars et mai enregistrent chacun 8,88 % des crues, indiquant une activité modérée. En revanche, les mois de juin, juillet et septembre montrent une activité minimale avec chacun 2,94 %, tandis qu'aucune crue n'est observée en août. En termes de saisonnalité, l'automne est la période la plus active pour les crues, représentant 35,28 % du total. L'hiver suit de près avec 32,46 %, soulignant également une période critique pour les inondations. Le printemps montre une activité significative avec 23,64 % des crues, tandis que l'été est la saison la moins concernée, avec seulement 5,88 % du total des crues. Cette analyse montre l'importance de surveiller les variations saisonnières pour planifier des mesures efficaces de prévention des inondations. Les périodes d'automne et d'hiver nécessitent une attention particulière en raison de leur forte activité de crues, tandis que l'été offre une période plus calme pour mettre en œuvre des mesures de préparation et de gestion des risques.

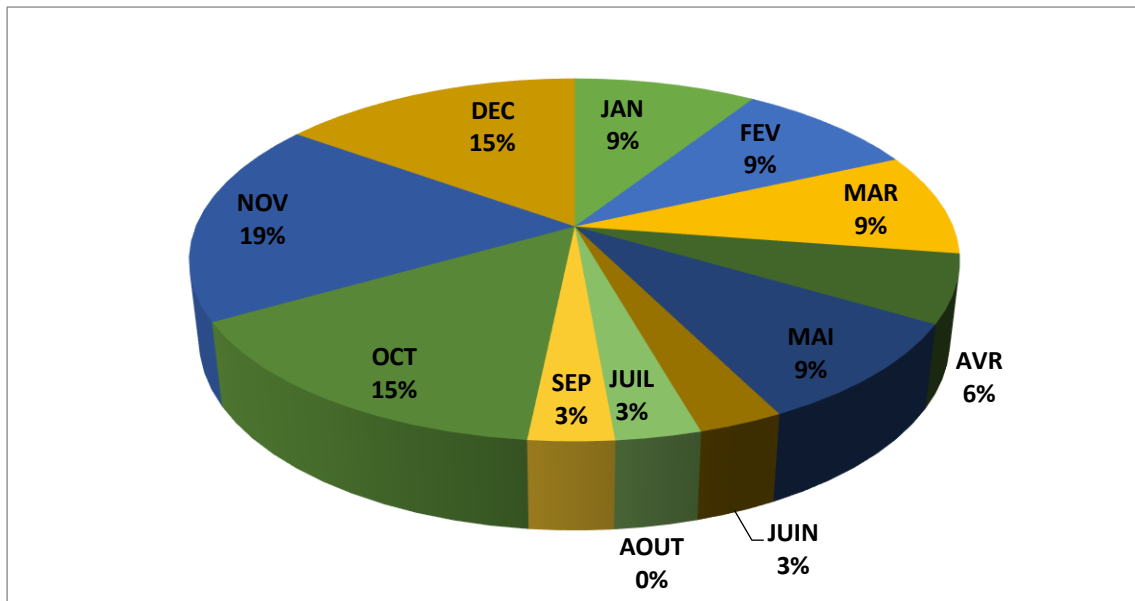


Figure 71 : Répartition mensuelle des crues de la station de CHICHAOUA 1971-2003

7) Station IGROUNZAR:

La répartition mensuelle des crues à la station Igrounzar de 1965 à 2004 montre des variations saisonnières distinctes dans l'activité des inondations. Les mois de novembre (22,85 %) et décembre (20 %) présentent les pourcentages les plus élevés de crues, indiquant une activité maximale à la fin de l'année. Février, avec 17,14 %, et octobre, avec 11,42 %, suivent en termes d'activité élevée. En revanche, les mois d'été (juin et juillet) n'ont enregistré aucune crue, et les mois de mai, août et septembre ont chacun un faible pourcentage de 2,85 %. En termes de saisons, l'hiver se révèle être la période la plus active pour les crues, représentant 42,85 % du total, suivi de près par l'automne avec 37,12 %. Le printemps présente une activité modérée avec 17,13 %, tandis que l'été est la saison la moins concernée, avec seulement 2,85 % des crues. Cette distribution saisonnière indique que les crues sont principalement concentrées pendant les mois d'hiver et d'automne, ce qui suggère que ces périodes nécessitent une attention particulière et des mesures de prévention renforcées. Les mois d'été, étant pratiquement exempts de crues, offrent une opportunité pour effectuer des travaux de préparation et de maintenance des infrastructures de gestion des inondations. Cette analyse souligne l'importance de planifier des stratégies spécifiques pour chaque saison afin de gérer efficacement les risques d'inondation.

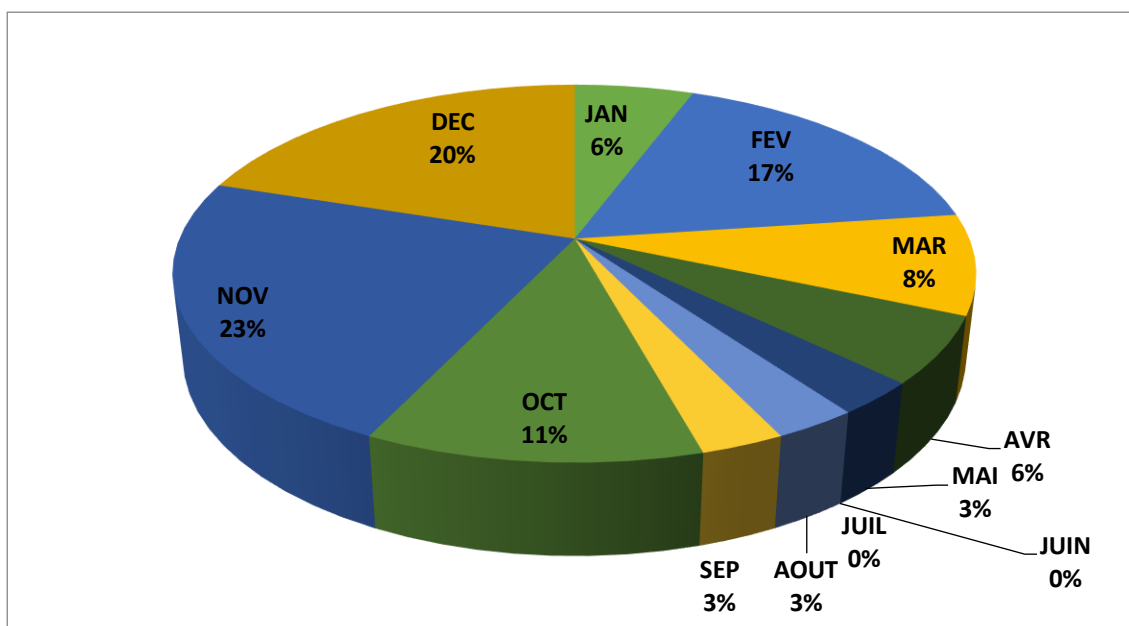


Figure 72 : Répartition mensuelle des crues de la station de IGROUNZAR 1965-2004

8) Station ILOUDJANE :

La répartition mensuelle des crues à la station Iloudjane 1976-2004 révèle des variations saisonnières importantes dans l'activité des inondations. Les mois d'avril et décembre se démarquent comme les périodes les plus importants aux inondations, représentant respectivement 20,68 % et 17,24 % du total des crues. En revanche, les mois de juin et août n'enregistrent aucune occurrence d'inondation, tandis que février, mars, juillet et octobre montrent une activité minimale avec chacun 3,44 %. En termes de saisons, l'hiver est la saison la plus active pour les crues, représentant 34,47 % du total, suivi de près par l'automne avec 27,57 %. Le printemps montre une activité notable avec 16,46 % des crues, tandis que l'été est la saison la moins concernée, avec seulement 3,44 % des crues. Cette analyse met en évidence l'importance de surveiller attentivement les variations saisonnières pour une planification efficace des mesures de prévention des inondations, permettant ainsi une gestion proactive des risques dans la région.

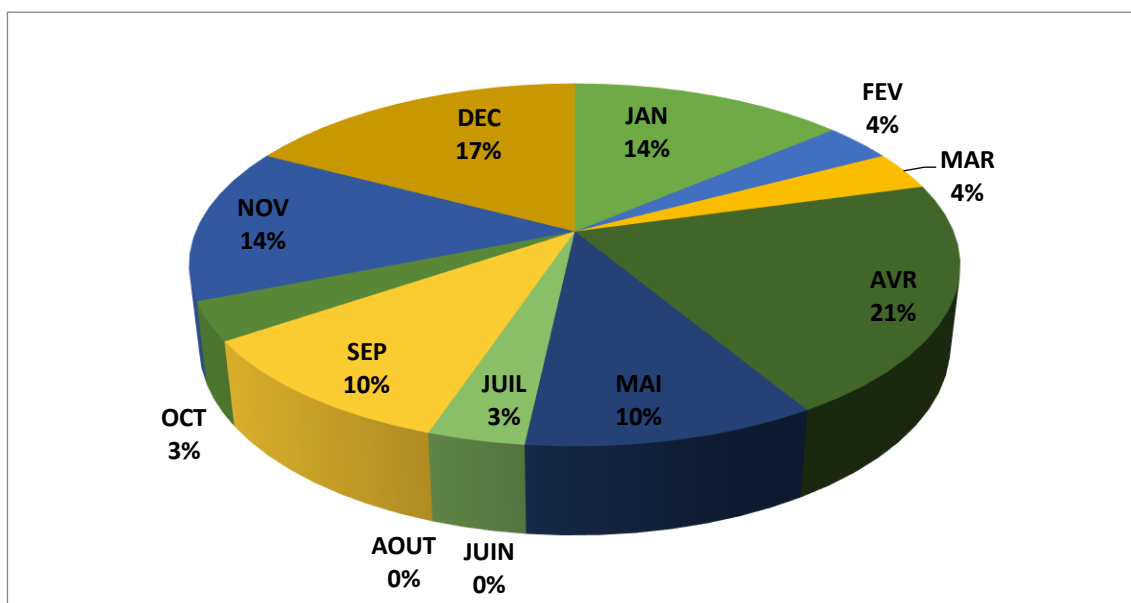


Figure 73 : Répartition mensuelle des crues de la station de ILOUDJANE 1976-2004

9) Station SIDI BOUOTHMANE:

La répartition mensuelle des crues à la station Sidi Bouothmane 1985-2005 présente des fluctuations saisonnières notables dans l'activité des inondations. Les mois d'octobre et d'avril ressortent comme les périodes les plus touchées par les crues, représentant respectivement 18,18 % et 13,63 % du total des incidents. Les mois de janvier et novembre suivent de près avec chacun 13,63 %. En analysant les saisons, l'automne émerge comme la période la plus active en termes d'inondations, représentant 36,35 % du total. L'hiver suit de près avec 27,26 %. Le printemps affiche également une activité notable, contribuant à hauteur de 22,72 % des crues, tandis que l'été présente la plus faible incidence d'inondations, avec seulement 13,63 %. Cette distribution saisonnière indique que les crues sont principalement concentrées pendant les mois d'hiver et d'automne, ce qui suggère que ces périodes nécessitent une surveillance renforcée et des mesures de prévention renforcées. Les mois d'été, étant pratiquement exempts de crues, offrent une opportunité pour effectuer des travaux de préparation et de maintenance des infrastructures de gestion des inondations. Cette analyse souligne l'importance de planifier des stratégies spécifiques pour chaque saison afin de gérer efficacement les risques d'inondation.

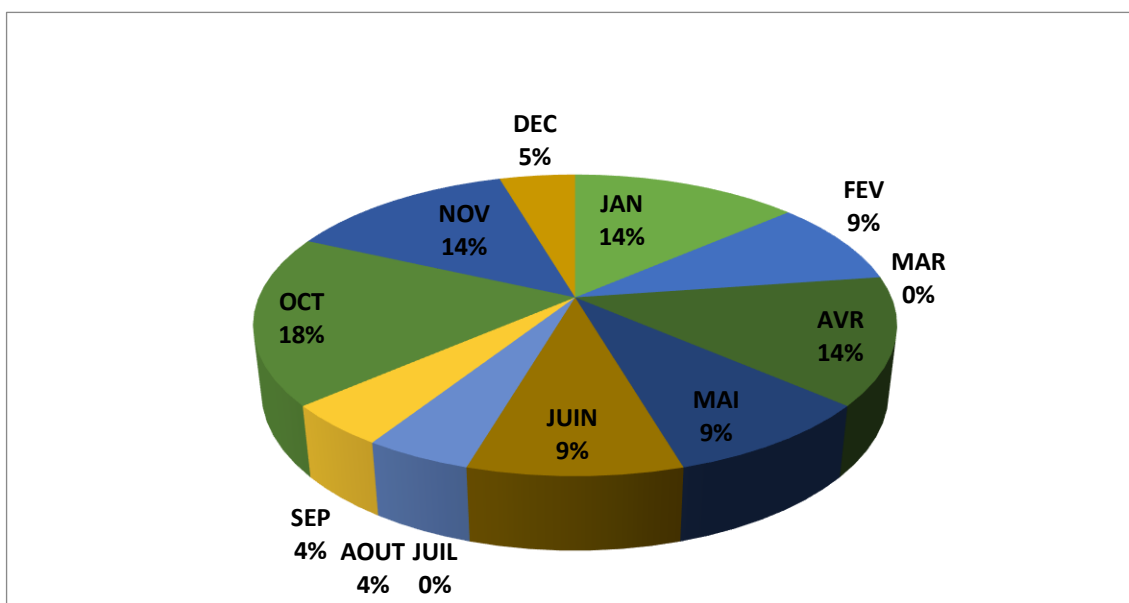


Figure 74 : Répartition mensuelle des crues de la station de SIDI BOUOTHMANE 1985-2005

10) Station SIDI HSSAIN :

La répartition mensuelle des crues à la station de Sidi Hssain 1989-2004 montre des variations saisonnières distinctes dans l'activité des inondations. Les mois de juin et octobre se démarquent comme les périodes les plus sujettes aux inondations, représentant chacun 20 % du total des crues. Les mois de février, mars, avril et août montrent également une activité notable, avec chacun 13,33 %, tandis que décembre contribue avec 6,66 %. En revanche, les mois de janvier, mai, juillet et novembre ne montrent aucune occurrence d'inondation. En analysant les saisons, l'été apparaît comme la période la plus active pour les crues, représentant 33,33 % du total. Le printemps suit de près avec 26,66 %, tandis que l'hiver et l'automne présentent des pourcentages relativement plus faibles avec respectivement 19,99 % et 20 %. Cette répartition saisonnière souligne l'importance de surveiller attentivement les variations saisonnières pour une gestion efficace des risques d'inondation.

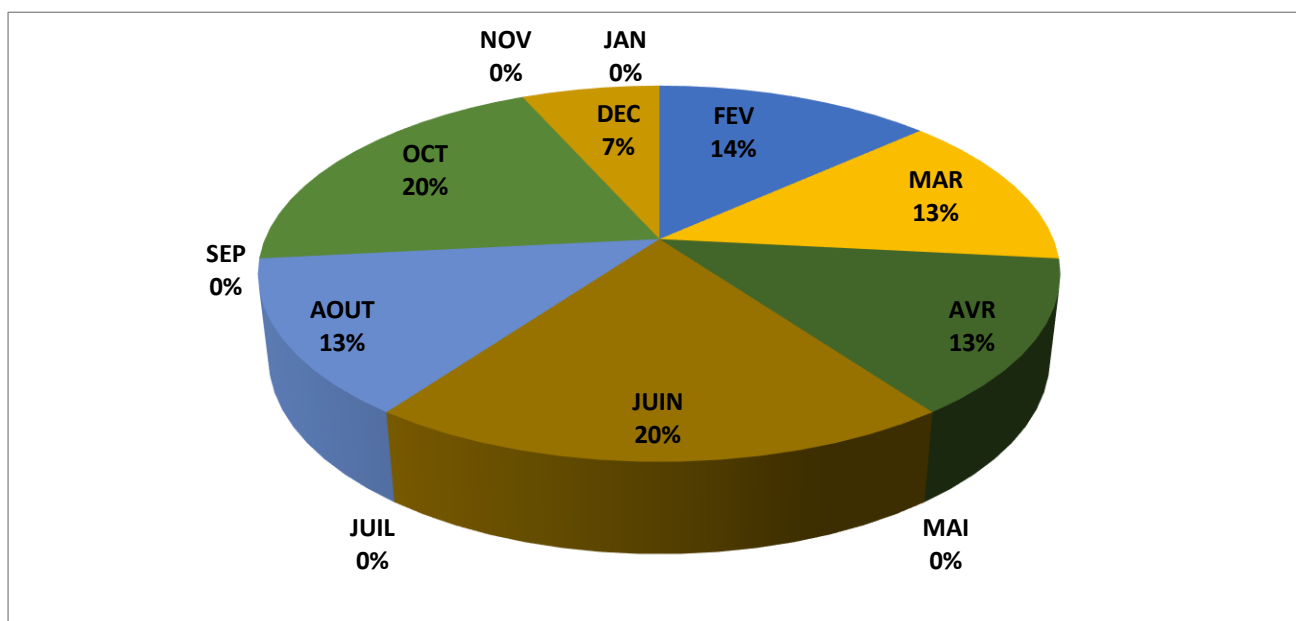


Figure 75 : Répartition mensuelle des crues de la station de SIDI HSSAIN 1989-2004

11) Station SIDI RAHAL :

La répartition mensuelle des crues à la station de Sidi Rahal 1982-2006 montre des variations saisonnières significatives dans l'activité des inondations. Les mois de novembre et mars se distinguent comme les périodes les plus propices aux inondations, représentant respectivement 23,52 % et 13,72 % du total des crues, indiquant une activité maximale pendant ces mois. Les mois de janvier et octobre suivent de près avec chacun 11,76 %. En revanche, les mois d'été (juin et juillet) n'ont enregistré aucune crue, tandis que le mois d'août présente une faible incidence de 3,92 %. En analysant les saisons, l'automne émerge comme la période la plus active pour les crues, représentant 39,21 % du total, suivi de près par le printemps avec 33,32 %. L'hiver montre une activité significative avec 23,52 %, tandis que l'été est la saison la moins concernée, avec seulement 3,92 % des crues. Cette distribution saisonnière suggère que les crues sont principalement concentrées pendant les mois d'automne et de printemps, nécessitant une vigilance accrue et des mesures de prévention renforcées pendant ces périodes. Les mois d'été, pratiquement libres de crues, offrent une fenêtre d'opportunité pour la préparation et la maintenance des infrastructures de gestion des inondations. Il est donc crucial de mettre en place des stratégies spécifiques pour chaque saison afin de gérer efficacement les risques d'inondation à Sidi Rahal.

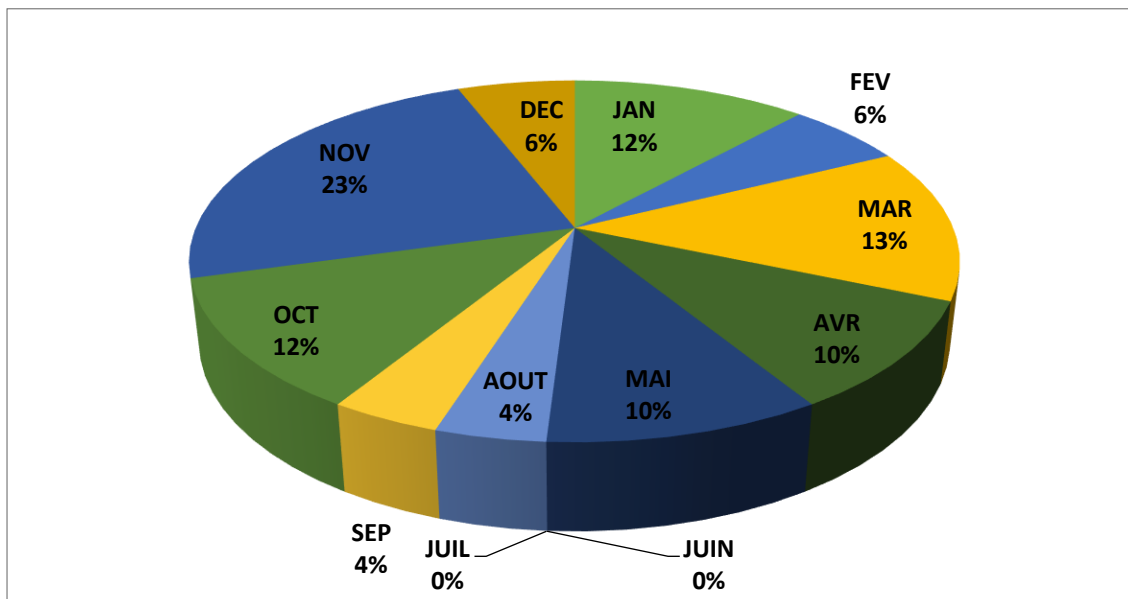


Figure 76 : Répartition mensuelle des crues de la station de SIDI RAHAL 1982-2006

12) Station TAferiat:

La répartition mensuelle des crues à la station de Taferiat 1969-2006 révèle des variations saisonnières significatives dans l'activité des inondations. Les mois d'avril et mars se distinguent comme les périodes les plus vulnérables aux inondations, représentant respectivement 25 % et 19,44 % du total des crues, indiquant une activité maximale pendant ces mois. Les mois de janvier et décembre suivent de près avec chacun 16,66 % et 13,88 %. En revanche, les mois d'été (juin et juillet) n'ont enregistré aucune crue, tandis que le mois d'août présente une faible incidence de 5,55 %. En analysant les saisons, le printemps émerge comme la période la plus active pour les crues, représentant 47,21 % du total, suivi de près par l'hiver avec 33,31 %. L'été et l'automne présentent des pourcentages relativement plus faibles avec respectivement 8,32 % et 11,1 %. Cette distribution saisonnière suggère que les crues sont principalement concentrées pendant les mois de printemps et d'hiver, nécessitant des mesures de prévention renforcées pendant ces périodes. Les mois d'été, pratiquement exempts de crues, offrent une fenêtre d'opportunité pour la préparation et la maintenance des infrastructures de gestion des inondations. Il est donc crucial de mettre en place des stratégies spécifiques pour chaque saison afin de gérer efficacement les risques d'inondation à Taferiat.

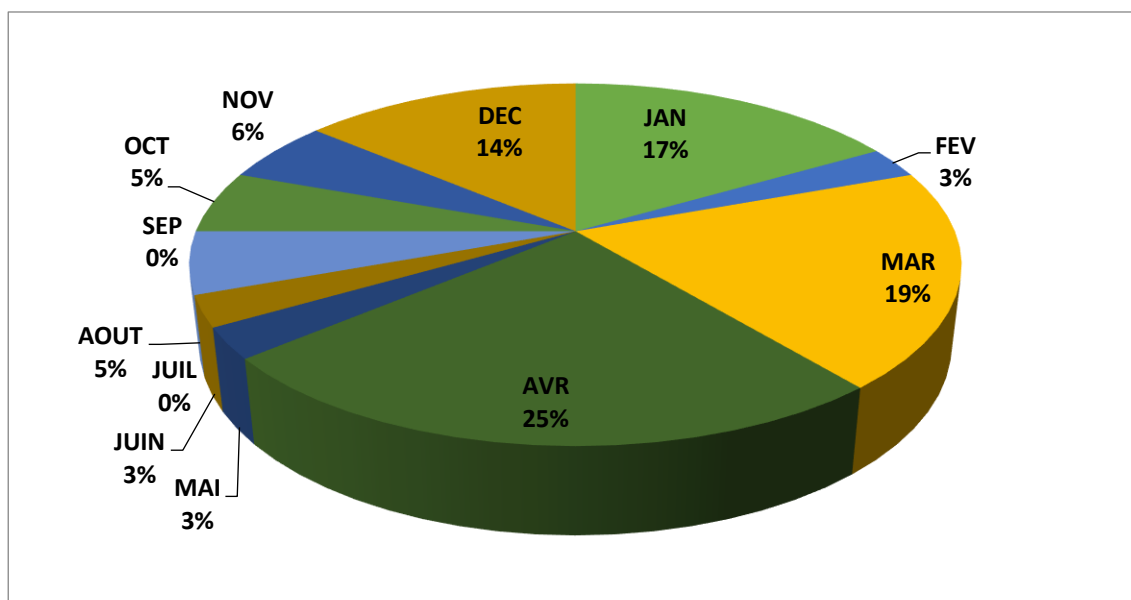


Figure 77 : Répartition mensuelle des crues de la station de TAFERIAT 1969-2006

13) Station TAHANAOUT :

La répartition mensuelle des crues à la station Tahnaout 1962-2006 illustre des fluctuations saisonnières notables dans l'activité des inondations. Les mois de novembre et juin ressortent comme les périodes les plus touchées par les crues, représentant respectivement 15,21 % et 13,04 % du total des incidents. Les mois d'octobre et avril suivent de près, chacun contribuant avec 9,56 % et 10,86 %. En observant les saisons, l'automne émerge comme la période la plus active en termes d'inondations, représentant 33,46 % du total. L'été suit de près avec 26,07 %. Le printemps affiche également une activité notable avec 19,54 % des crues, tandis que l'hiver présente la plus faible incidence, avec seulement 11,38 %. Cette répartition saisonnière indique que les crues se concentrent principalement en automne et en été, ce qui demande une surveillance renforcée et des mesures de prévention renforcées pendant ces périodes. Les mois de printemps et d'hiver montrent également une activité significative, soulignant l'importance de surveiller attentivement les variations saisonnières pour une gestion efficace des risques d'inondation à Tahnaout.

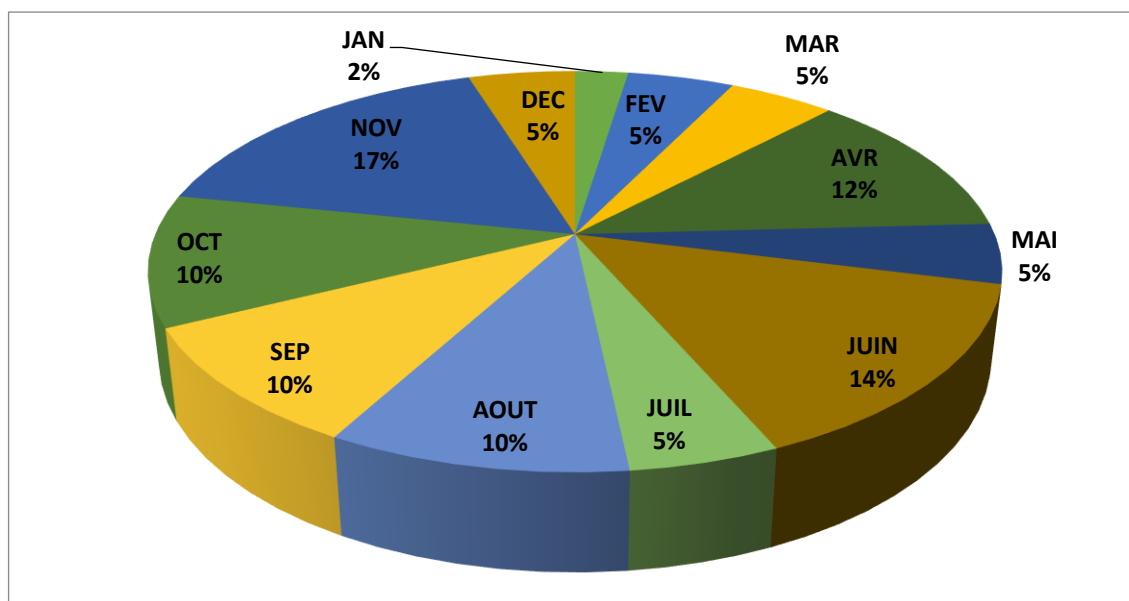


Figure 78 : Répartition mensuelle des crues de la station de TAHANAOUT 1962-2006

Conclusion :

Nous avons comparé la saisonnalité des crues entre trois stations situées à différents endroits : en aval, au centre et en amont. En aval, à la station Adamna, qui est caractérisée par un climat semi-aride, les crues sont élevées en hiver. En amont, à la station Aghbalou, où le climat est sub-humide, les crues sont plus fréquentes au printemps. Au centre, à la station Imin El Hammam, la répartition des crues est plus équilibrée entre les saisons : 28 % en hiver, 36 % en automne et 28 % au printemps. Ces résultats montrent que le climat et la position géographique influencent fortement la saisonnalité des crues.

C. Activité du bassin versant :

Ce tableau présente les données sur les crues enregistrées dans différentes stations, permettant de comparer l'activité des bassins versants en termes de fréquence des crues. Voici une interprétation qui met en lumière l'activité des bassins versants :

Tableau 48 : Nombre des crues pour chaque station

STATIONS	NOMBRE DES CRUES	ANNÉES
SIDI HSAIN	15	1989-2004
SIDI BOUOTHMANE	22	1985-2005
ILOUDJANE	29	1976-2004
AGHBALOU	30	1970-1999
ADAMNA	31	1970-2000
CHICHAOUA	34	1971-2003
IGROUNZARE	35	1965-2004
ABADLA	35	1970-2006
TALMEST	35	1970-2005
TAFERIAT	36	1969-2006
IMIN EL HAMMAM	39	1967-2006
SIDI RAHAL	40	1982-2006
TAHNAOUT	43	1962-2006

Activité des bassins versants :

- Les stations où le nombre de crues est le plus élevé indiquent des bassins versants plus actifs. Les bassins versants avec des crues fréquentes sont généralement plus sujets à des épisodes de fortes pluies ou à des conditions géographiques qui favorisent les crues rapides.

- Par exemple, "Tahnaout" avec 43 crues de 1962 à 2006 et "Sidi rahal" avec 40 crues de 1982 à 2006 sont parmi les bassins versants les plus actifs. Cela suggère une fréquence élevée des événements pluvieux intenses ou des caractéristiques géographiques favorisant l'écoulement rapide des eaux.

Comparaison entre les bassins versants :

- En comparaison, des stations comme "Sidi hsain" avec 15 crues de 1989 à 2004 et "Sidi bouothmane" avec 22 crues de 1985 à 2005 montrent une activité moindre. Ces bassins versants sont moins actifs en termes de fréquence des crues, ce qui pourrait être dû à des conditions climatiques moins extrêmes ou à des caractéristiques géographiques différentes, comme une meilleure absorption de l'eau par le sol ou une topographie moins propice aux crues rapides.

Durée d'observation et son impact :

- La période d'observation varie entre les stations, ce qui peut influencer le nombre total de crues enregistrées. Cependant, même en tenant compte de la durée d'observation, certaines stations comme "Imin el hammam" (39 crues de 1967 à 2006) et "Talmest" (37 crues de 1970 à 2005) restent parmi les plus actives.

Considérations géographiques et climatiques :

- Les données montrent que certains bassins versants situés dans des zones géographiques spécifiques ou sous des régimes climatiques particuliers sont plus susceptibles de connaître des crues fréquentes. Cela peut être dû à des facteurs tels que des précipitations élevées, des sols imperméables, ou une topographie qui accélère le ruissellement de l'eau.

En résumé, les stations comme "Tahnaout", "Sidi rahal", et "Imin el hammam" indiquent des bassins versants particulièrement actifs avec un grand nombre de crues enregistrées, suggérant des conditions favorables à des événements hydrologiques fréquents. En revanche, des stations comme "Sidi hsain" et "Sidi bouothmane" montrent une activité moindre. Cette interprétation peut aider à cibler les zones nécessitant une attention particulière pour la gestion des risques d'inondation.

D. Relation entre les surfaces du bassin versant et le temps de base et temps de montée :

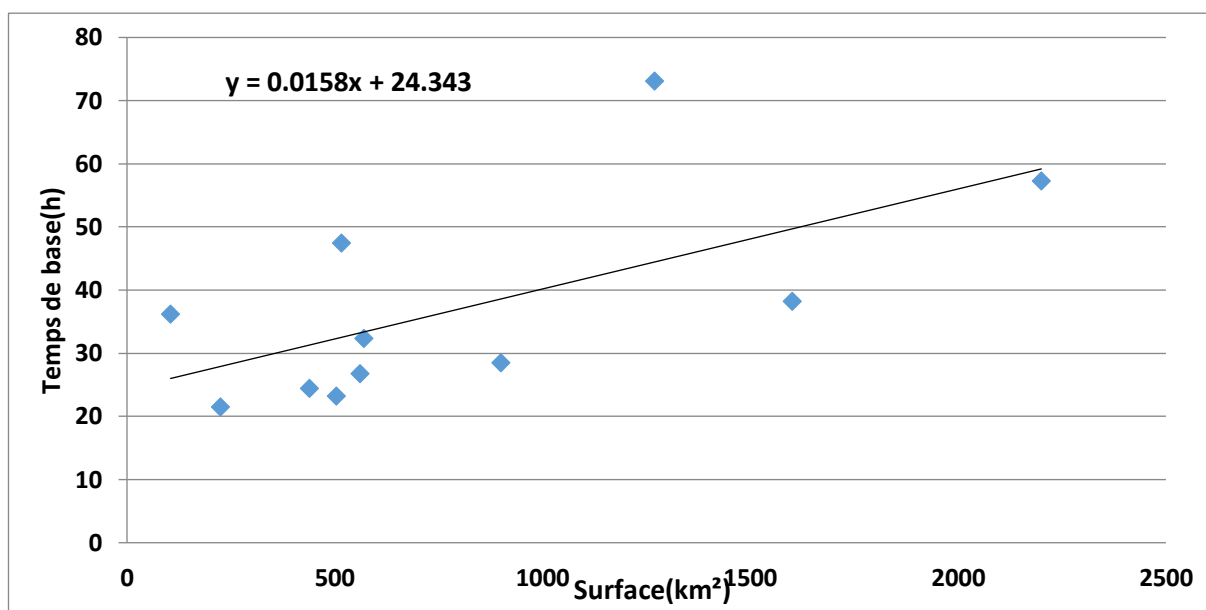


Figure 79 : Relation entre la surface des bassin versant et le temps de base

Il existe une relation positive entre la surface des bassins versants et le temps de base, ce qui signifie que, généralement, à mesure que la surface d'un bassin versant augmente, le temps de base augmente également.

En résumé, ce diagramme montre que les bassins versants plus grands ont tendance à avoir des temps de base plus longs, mais il y a une variabilité notable dans les données qui pourrait être due à d'autres variables .

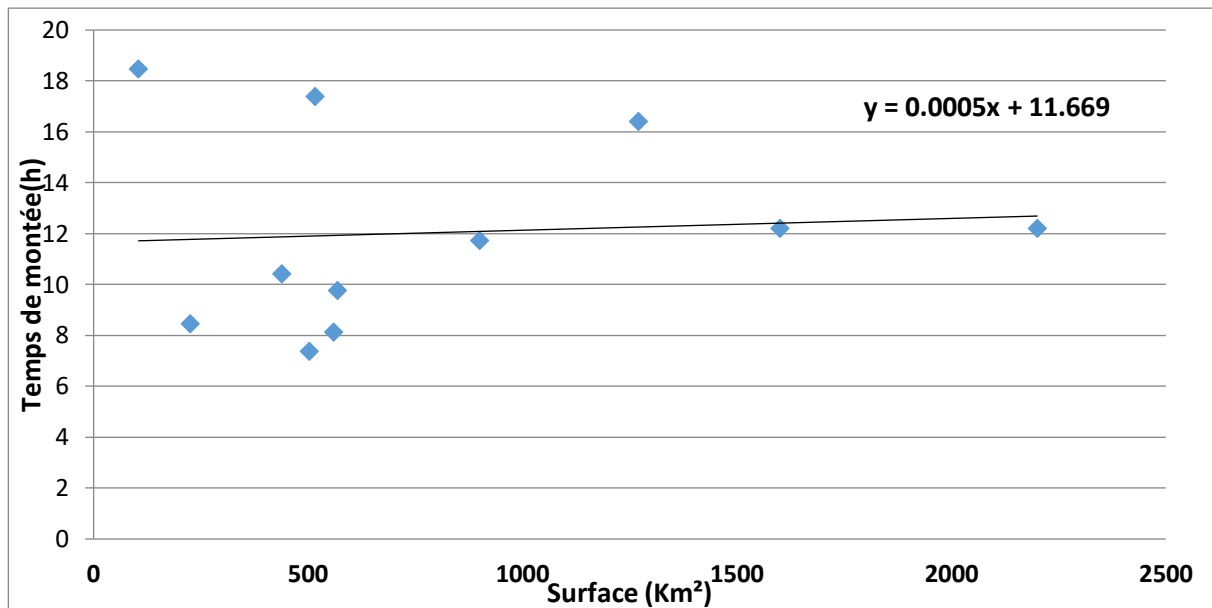


Figure 80 : Relation entre les surfaces des bassin versants et le temps de montée

La relation entre la surface des bassins versants et le temps de montée est faible, comme l'indique la faible pente de la ligne de tendance.

D'autres facteurs pourraient jouer un rôle plus important dans la détermination du temps de montée.

En résumé, bien que la surface des bassins versants ait une certaine influence sur le temps de montée, cette influence est très minime selon les données présentées.

Conclusion générale

Conclusion Générale

L'élaboration de cette base de données des événements de crues au sein du bassin versant de Tensift représente une avancée significative dans la compréhension des dynamiques hydrologiques de la région. En consolidant et en analysant les données provenant de diverses stations hydrologiques, le projet permet de mettre en évidence les patterns et les caractéristiques des crues, tels que le temps de montée, la saisonnalité, et les relations entre les surfaces des bassins versants et les paramètres temporels des crues.

Cette base de données devient ainsi un outil essentiel pour l'Agence du Bassin Hydraulique de Tensift. Elle facilite une gestion plus efficace et proactive des ressources en eau, en fournissant des informations précises et actualisées sur les risques d'inondation. Les données recueillies permettent aux décideurs de mieux anticiper les événements de crues, d'optimiser les plans d'urgence, et de mettre en place des mesures préventives adaptées.

De plus, cet outil contribue directement à la protection des populations et des infrastructures locales. En comprenant mieux les conditions et les facteurs qui influencent les crues, l'agence peut minimiser les impacts négatifs sur les communautés, réduire les pertes économiques et améliorer la résilience face aux phénomènes hydrologiques extrêmes. Cette démarche s'inscrit dans une perspective de développement durable, où la gestion intégrée des ressources en eau est primordiale pour assurer la sécurité et le bien-être des habitants du bassin versant de Tensift.

En somme, la base de données des événements de crues élaborée dans le cadre de ce projet renforce la capacité de l'Agence du Bassin Hydraulique de Tensift à gérer les défis hydrologiques de la région. Elle constitue une fondation solide pour la mise en œuvre de politiques de gestion de l'eau plus informées et plus efficaces, contribuant ainsi à la protection durable des ressources naturelles et des communautés locales.

Bibliographie

- HADDANI H. (2012) – Etude du fonctionnement hydrogéologique des bassins versants de RHERAYA, OURIKA ET ZAT (Tensift, Marrakech, Maroc) : Hydrochimie isotopique. Mémoire de fin d'études, Master en Sciences Et Techniques « Eau et Environnement ». FSTG, Marrakech, 111p.
- RIAD S. (2003) - Typologie et analyse hydrologique des eaux superficielles à partir de quelques bassins versants représentatifs du Maroc. Thèse Univ. Agadir, 154p.
- SAIDI M. E., AGOUSSINE M. et Daoudi L., 2006 - Effet de la morphologie et de l'exposition sur les ressources en eau superficielle de part et d'autre du Haut Atlas (Maroc) ; exemple des bassins versants de OURIKA et du MARGHENE. Bulletin de l'institut Scientifique, section Sciences de la Terre n°28, Rabat, pp. 41-49.
- SAIDI M.E., Daoudi L., ARESMOUK M.E.H, FNIGUIRE F., BOUKRIM S. 2010 - Les crues de l'oued OURIKA (Haut Atlas, Maroc) : Événements extrêmes en contexte montagnard semi-aride. Comunicações Geológicas, t. 97, Lisbonne, pp. 113-128.
- BELKHARCHACH Z, (2015), Les inondations sur la plaine de Tensift (Maroc). Etude dynamique et statistique et conséquences géographiques des crues de l'oued, Mémoire de fin d'études, Faculté des sciences et techniques Marrakech, 74p.
- SAIDI M.E., DAOUDI L., ARESMOUK M.E. & BLALI A. (2003). Rôle du milieu physique dans l'amplification des crues en milieu montagnard : exemple de la crue du 17 août 1995 dans la vallée de l'OURIKA (Haut Atlas, Maroc). Sécheresse, Paris, 14(2) : 107-114.
- BOUKRIM S. et FNIGUIRE F. (2007) – Etude dynamique et statistique des crues du Haut Atlas de Marrakech (Maroc). Cas des bassins versants du N'Fis, de la GHIRAYA et de L'OURIKA. Mémoire de maîtrise, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 56 p.
- SAIDI M.E.M, BOUKRIM S., FNIGUIRE F., RAMROMI A. (2012) – Les écoulements superficiels sur le Haut Atlas de Marrakech. Cas des débits extrêmes. LARHYSS Journal, n° 10, Biskra, pp.75-90.
- Agence de bassin hydraulique de Tensift, ATLAS DES ZONES INONDABLES, Marrakech, 162p.
- AABBAR I., NAIM I., (2017) - Homogénéisation des données de pluies et indices pluviométriques au Bassin Hydraulique de Tensift (Maroc). Mémoire de fin d'études, Faculté des sciences et techniques Marrakech, 74p.
- [ABHT – l'Agence du Bassin Hydraulique du Tensift – وكالة الحوض المائي لتانسيفت](https://abht.ma/) https://abht.ma/