



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DE BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de biotechnologie

**MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME DE MASTER II**

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIÈRE : SCIENCE AGRONOMIQUE

SPÉCIALITÉ : EAU ET ENVIRONNEMENT

THEME

Contribution à l'étude de l'impact des pluies sur le blé dur dans la région des hauts plateaux de l'Est Algérie

Présenté par

BEN AMMOUR IMENE

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Président : Mr. Zella Lakhdar

Pr Blida 1

Promoteur : Mr. Bachir Hakim

MRA INRA

Examinatrice : Mme. Smadhi Dalila

MRA INRA

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2017 / 2018

REMERCIEMENT

Avant d'aborder le vif du sujet, je tiens à remercier tout d'abord ALLAH qui m'aide et me donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Je souhaite exprimer mes profonds remerciements à Mr BACHIR HAKIM, qu'est en tant que promoteur de ce mémoire, il est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

Je tiens à remercier sincèrement Mr ZELLA LAKHDER qu'est en tant que président de ce mémoire, professeur et chef d'option eau et environnement ainsi, le corps professoral et administratif de la faculté des sciences de nature de l'université de BLIDA1

Je souhaite remercier Mme SMADHI DALILA qu'est en tant que examinatrice pour m'avoir encouragé et ses conseils pour continuer mes études et l'information qui m'ont donnés.

Je tiens remercier Mr le directeur de INSID de la wilaya d'OUM EL BOUAGHI et Mme ASMA ALLILOUCH pour les informations qui m'ont donnés.

Qu'il me soit enfin permis de remercier toute ma famille Pour leur amour et leur soutien et tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin pour l'élaboration de ce mémoire.

MERCI A TOUS ET A TOUTES

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

Ma très chère mère qui m'a toujours apportée

Son amour et son affection

Mon cher père, qui m'a toujours encouragée, conseillée et

Soutenue dans mon travail

Mon mari et ma fille

Mon très cher frère et mes sœurs et mes oncles et toute ma famille.

Résumé

Dans ce présent travail nous avons présenté l'effet de précipitation sur la production du blé dur dans les régions des hauts plateaux de l'Est Algérien représentant ainsi sur le plan découpage administratif cinq wilayas à savoir : Oum el Bouagui, Sétif, Bordj-Boueriridj, Batna et Constantine. Ces dernières sont caractérisées par un climat semi-aride.

Nous avons présenté un ensemble de base des données pluviométrique et de la production du blé dur s'étalant sur une période de 20 ans (1985-2004). Nous avons utilisées les méthodes d'interpolation pour le comblement des lacunes et pour l'analyser critique de ces données. En outre, nous avons utilisé des méthodes statistiques descriptives pour estimation de différentes moyennes arithmétiques et indicatrices de dispersion.

Finalement à travers une exploitation des informations retenues dans la partie revue bibliographie et les méthodes que nous avons adoptées donnant naissance à une masse d'informations, nous avons essayé de faire ressortir la relation entre la précipitation et production du blé dur par le croisement d'indicateurs (besoin en eau du blé dur dans chaque stades phonologique, et des déférentes exigence et contraintes pluviométrique) qui influent sur la production du blé dur dans la région d'étude.

TABLE DES MATIÈRES

Dédicace

Remerciement

Résumé

Liste d'abréviation

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction

CHAPITRE I. synthèse bibliographique

1. Historique, origine, classification du blé dur

2. Importance du blé dur

2.1. Importance du blé dur dans le monde

2.2. Importance du blé dur en Algérie

3. Zones céréalières en Algérie

4. Biologie et cycle végétatif du blé

4.1. Stades phénologique

4.1.1. Germination-levée

4.1.2. Tallage

4.1.3. Montaison

4.1.4. Gonflement

4.1.5. Epaisison

4.1.6. Floraison

4.1.7. Remplissage du grain

5. Exigences de blé

5.1. Climat

5.1.1. Température

5.1.2. Eau

5.1.3. Eclaircissement

6. Contraintes à la production de la culture de blé dans la région des hautes palataux

6.1. Contraintes climatique

6.1.1. Notion de stress

6.1.1.1. Stress thermique

6.1.1.1.1. Les hautes températures

6.1.1.1.2. Les basses températures

6.1.1.2. Déficit hydrique

6.1.1.3. Sécheresse

6.1.1.4. Stress de salinité

6.2. Contraintes techniques

6.3. Contraintes foncières

6.4. Contraintes économiques

7. Besoin en eau de blé

8. Précipitation

8.1. Origine de précipitation

8.2. Types de précipitation

8.3. Facteur de variation de précipitation

9. Changement climatique et impact sur céréaliculture

9.1. Définition de changement climatique

9.2. Impact de changement climatique sur la céréaliculture

CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

Introduction

1. Description la région d'études

1.1. Situation géographique

1.2. Morphologie

1.2.1. Plaines

1.2.2. Pentes

1.3. Ressources en eau

1.3.1. Ressource en eau superficielle

1.3.2. Ressource en eau souterrain faible

1.4. Espace ruraux et activités agricole

1.4.1. Soles

1.4.2. Occupation des sols

2. Démarche adopté

3. Bases des données

3.1. Climat

3.1.1. Analyse critique des données climatiques

4. Méthodes statistiques descriptives utilisées

4.1. Valeurs moyennes

4.1.1. Moyenne arithmétique

4.1.2. Médiane

4.1.3. Mode

4.2. Indicateur de dispersion

4.2.1. Variance

4.2.2. Ecarte type

4.2.3. Coefficient de la variation

5. Vision globale sur les outilles utilisées

CHAPITRE III : Résultats discussion

Introduction

1. Comblement des lacunes

2. Analyses statistiques des séries pluviométriques

2.1. Mesure statistique mensuelles et annuelles, saisonnière de la willaya d'Oum el Bouaghui

2.2. Mesure statistique mensuelles et annuelles, saisonnière de la willaya de Sétif

2.3. Mesure statistique mensuelles et annuelles, saisonnière de la willaya de Constantine

2.4. Mesure statistique mensuelles et annuelles, saisonnière de la willaya de Bordj Boueriridj

2.5. Mesure statistique mensuelles et annuelles, saisonnière de la willaya de Batna

2.6. Mesure statistique mensuelles et annuelles, saisonnière de la région des hauts plateaux

3. Analyses statistiques des indicateurs des productions

3.1. Analyses statistiques de la production de la willaya d'Oum el Bouaghui

3.2. Analyses statistiques de la production de la willaya de Sétif

3.3. Analyses statistiques de la production de la willaya de Constantine

3.4. Analyses statistiques de la production de la willaya de Bordj Boueriridj

3.5. Analyses statistiques de la production de la willaya de Batna

3.6. Analyses statistiques de la production de la région des hauts plateaux

4. Description les données des précipitations

5. Classes pluviométriques annuelle

5.1. Classes pluviométriques annuelle de la willaya d'Oumel Bouaghui

5.2. Classes pluviométriques annuelle de la willaya de Sétif

5.3. Classes pluviométriques annuelle de la willaya de Constantine

5.4. Classes pluviométriques annuelle de la willaya de Bordj Boueriridj

5.5. Classes pluviométriques annuelle de la willaya de Batna

5.6. Classes pluviométriques annuelle de la région des hauts plateaux

6. Classes pluviométriques mensuelles

6.1. Classes pluviométriques mensuelles de la willaya d'Oum el Bouaghui

6.2. Classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Sétif

6.3. Classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Constantine

6.4. Classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Bordj Boueriridj

6.5. Les classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Batna

6.6. Les classes pluviométriques mensuelles de la région des hauts plateaux

7. Besoin en eau du blé dur

8. Production du blé dur

9. Rendement du blé dur

Conclusion

LISTE DES FIGURES

- Figure 1. Origine génétique du blé dur (*Triticum durum* Desf.) (Croston et Williams, 1981).
- Figure 2. Cycle de développement du blé, d'après (Henry et De Buyser, 2000).
- Figure 3. Les différentes phases Du système convectif (Roche M. 1963).
- Figure 4. Précipitation orographiques (Roche M. 1963).
- Figure 5. Front chaud et froid (Berne A. 2002).
- Figure 6. Nuage et précipitations associés à un front chaud et froid (Berne A. 2002).
- Figure 7. Les cumules pluviométriques annuelles de la wilaya de Oum el Bouagui.
- Figure 8. Les cumules pluviométriques annuelles de la wilaya de Sétif.
- Figure 9. Les cumules pluviométriques annuelles de la wilaya de Constantine.
- Figure 10. Les cumules pluviométriques annuelles de la wilaya de Bordj Boueridj.
- Figure 11. Les cumules pluviométriques annuelles de la wilaya de Batna.
- Figure 12. Les cumules pluviométriques annuelles de la wilaya de la région des hauts plateaux.
- Figure 13. Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la wilaya d'Oum el Bouagui.
- Figure 14. Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la wilaya de Sétif.
- Figure 15. Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la wilaya de Constantine.
- Figure 16. Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la wilaya de Bordj Boueridj.
- Figure 17. Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la wilaya de Batna.
- Figure 18. Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la région des hauts plateaux.
- Figure 19. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la wilaya d'Oum el Bouagui.
- Figure 20. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la wilaya d'Oum el Bouagui.
- Figure 21. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la wilaya d'Oum el Bouagui.
- Figure 22. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la wilaya d'Oum el Bouagui.

Figure 23. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya d'Oum el Bouaghui.

Figure 24. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya d'Oum el Bouaghui.

Figure 25. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya d'Oum el-Bouaghui.

Figure 26. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya d'Oum el Bouaghui.

Figure 27. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya d'Oum el Bouaghui.

Figure 28. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Sétif.

Figure 29. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Sétif.

Figure 30. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de Sétif.

Figure 31. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Sétif.

Figure 32. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya de Sétif.

Figure 33. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Sétif.

Figure 34. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya de Sétif.

Figure 35. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya de Sétif.

Figure 36. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya de Sétif.

Figure 37. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Constantine.

Figure 38. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Constantine.

Figure 39. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de Constantine.

Figure 40. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Constantine.

Figure 41. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya de Constantine.

Figure 42. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Constantine.

Figure 43. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya de Constantine.

Figure 44. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya de Constantine.

Figure 45. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya de Constantine.

Figure 46. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 47. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 48. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de

Bordj Boueriridj.

Figure 49. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 50. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 51. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 52. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 53. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 54. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya de Bordj Boueriridj.

Figure 55. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Batna.

Figure 56. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Batna.

Figure 57. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de Batna.

Figure 58. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Batna.

Figure 59. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya de Batna.

Figure 60. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Batna.

Figure 61. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya de Batna.

Figure 62. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya de Batna.

Figure 63. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya de Batna.

Figure 64. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la région des hauts plateaux.

Figure 65. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la région des hauts plateaux.

Figure 66. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la région des hauts plateaux.

Figure 67. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la région des hauts plateaux.

Figure 68. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la région des hauts plateaux.

Figure 69. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la région des hauts plateaux.

Figure 70. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la région des hauts plateaux.

- Figure 71. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la région des hauts plateaux.
- Figure 72. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la région des hauts plateaux.
- Figure 73. Représente la production du blé dur de la willaya d'Oum el Bouaghui.
- Figure 74. Représente la production du blé dur de la willaya de Sétif.
- Figure 75. Représente la production du blé dur de la willaya de Constantine.
- Figure 76. Représente la production du blé dur de la willaya de Bordj Boueriridj.
- Figure 77. Représente la production du blé dur de la willaya de Batna.
- Figure 78. Représente la production du blé dur de la région des hauts plateaux.
- Figure 79. Représente le rendement du blé dur de la willaya d'Oum el Bouaghui.
- Figure 80. Représente le rendement du blé dur de la willaya de Sétif.
- Figure 81. Représente le rendement du blé dur de la willaya de Constantine.
- Figure 82. Représente le rendement du blé dur de la willaya de Bordj Boueriridj.
- Figure 83. Représente le rendement du blé dur de la willaya de Batna.
- Figure 84. Représente le rendement du blé dur de la région des hauts plateaux.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Les principaux pays producteurs du blé dans le monde (FAO, 2015).

Tableau 2. Caractéristiques des grandes zones de production de la céréale algérienne (ITGC, 1992).

Tableau 3. Représente besoins cycle végétatifs en eau (Michel Bonnefoy et Jean Louis Moynier, 2014).

Tableau 4. Effet du stress hydrique sur le développement des céréales à différents stades (Austin, 1989).

Tableau 5. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya D'Oum el Bouaghui.

Tableau 6. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya d'Oum Bouaghui

Tableau 7. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Sétif.

Tableau 8. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Sétif.

Tableau 9. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Constantine.

Tableau 10. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Constantine.

Tableau 11. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Bordj Boueriridj.

Tableau 12. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Bordj Boueriridj.

Tableau 13. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Batna.

Tableau 14. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Batna.

Tableau 15. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la région des hauts plateaux.

Tableau 16. Représente les mesures descriptives saisonnières de la région des hauts plateaux.

Tableau 17. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya d'Oum el Bouaghui.

Tableau 18. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya du Sétif.

Tableau 19. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya de Constantine.

Tableau 20. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya de Bordj Boueriridj.

Tableau 21. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya du Batna.

Tableau 22. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la région des hauts plateaux.

Tableau 23. Représente les besoin du blé dur pour une chaque phase phénologique

LISTE DES ABRÉVIATIONS

%: pour cent

BAM: Bulletin Agrométéorologique

FAO: Food and agriculture organisation

SAU : Surface Agricole Utile

CIC : Le conseil international des céréales

10⁶T: million tones

USA: United States of America

U.R.S.S :L'Union des républiques socialistes soviétiques

C⁰ : degré Celsius

m : mètre

an : année

pH : potentiel hydrogène

qx/ha : quintaux /hectare

M.A.D.R : ministère de l'agriculture et du développement rural

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements
Climatiques

O.N.M : Office National Météorologique.

INSID : Institut National des Sols de l'Irrigation et du Drainage.

M.N.T : Modèle Numérique du Terrain

PMH : Petite Moyenne Hydraulique

AEPT : Alimentation en Eau Potable et Industrielle

INTRODUCTION

Dans le monde, les blés sont considérés parmi les denrées alimentaires les plus importantes sur le plan production alimentaire. La superficie mondiale consacrée aux céréales se situe autour de 692 millions d'hectares. Le blé est avec 200 millions d'hectares la céréale la plus cultivée dans le monde. La production mondiale des céréales est de l'ordre de 2.316 milliards de tonnes (USDA 2011/ 2012). La production nationale céréalière réalisée à l'issue de la campagne 2017-2018 a atteint 60,5 millions de quintaux, contre 34,7 millions de quintaux enregistrés durant la campagne précédente, soit une hausse de 74,4%, a annoncé à Alger le ministre de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche, Abdelkader Bouazghi (Hocine Lamriben; 2018). La quantité de blé dur, qui représente 76% du volume global récolté, s'élève à 19,9 millions de quintaux contre 13,6 millions de quintaux, soit une hausse de 46% (Hocine Lamriben; 2018), sachant que une grande partie de la céréaliculture se concentre à l'intérieur du pays, sur les régions des hauts plateaux. La production de blé en Algérie n'arrive pas, à elle seule, à satisfaire tous les besoins domestiques ; elle ne couvre que près de 25 p.100 des besoins nationaux (Malki et Redjel, 2000). Face à une telle situation, il est fait recours, annuellement à des importations massives de céréales pour combler le déficit demande- offre national, exacerbant ainsi la dépendance du pays sur le plan alimentaire vis-à-vis de l'extérieur (Feliachi, 2000). Les rendements fortement soumis aux aléas climatiques de la région méditerranéenne oscillent autour de 10 q/ha. Cette faiblesse des rendements peut être expliquée par la non maîtrise des itinéraires techniques (mauvaise préparation du sol, protection insuffisante des cultures contre les prédateurs, les maladies et les mauvaises herbes, la non maîtrise de la fertilisation du point de vue dose et date d'apport). De plus la monoculture blé-blé est devenue une pratique courante. A toutes ces contraintes s'ajoutent les contraintes climatiques telle que la pluviométrie. En effet, le manque d'eau est le facteur le plus limitant auquel fait et doit faire face la céréaliculture

algérienne. Tout progrès sensible des agro systèmes basés sur la culture des céréales, dans l'étage bioclimatique semi-aride, semble conditionné par une meilleure gestion des eaux pluviales (Richards et al, 1997). La pluviométrie connaît une grande variabilité intra et inter annuelle. Ainsi la culture de blé dur est sujette à un manque d'eau durant l'ensemble des phases de son cycle végétatif (Benlaribi, 1984 et Abbassene,1997). A ce sujet, (Grignac, 1981) rapporte qu'en conditions semi-arides le blé est sensible au manque d'eau pendant les mois de Mars et Avril, période correspondant à la phase montaison.

D'autres auteurs,(Hachemi, 1979), (Baldy, 1984), (Mekliche, 1988) notent que le blé est sensible au stress hydrique du début montaison jusqu'au grossissement du grain.

Une autre contrainte qui affecte la production de blé sont les gelées printanières fréquentes, et l'apparition du sirroco en fin de cycle (Baldy, 1974)..L'amélioration de la production au niveau de ces zones ou du moins sa stabilité peut se voir par la recherche de nouvelles variétés plus adaptées, qui réagissent positivement aux variations pédoclimatiques pour donner un rendement acceptable à chaque récolte. Auniveau des zones semi-arides et arides, la production connaît de fortes variations spatiales et inter annuel. Pour ce faire et dans le cadre du renouveau de l'économie agricole et du renouveau rural, le ministère de l'agriculture et du développement rural a lancé en 2008 un programme d'amélioration de la productivité des blés, par l'utilisation de l'irrigation d'appoint au niveau des zones potentielles de production céréalières à travers :

- 1) l'augmentation de la productivité et de la production par l'extension des superficies irriguées ;
- 2) la généralisation des techniques nouvelles de production pour une meilleur valorisation des facteurs de production (Kious et al, 2010).

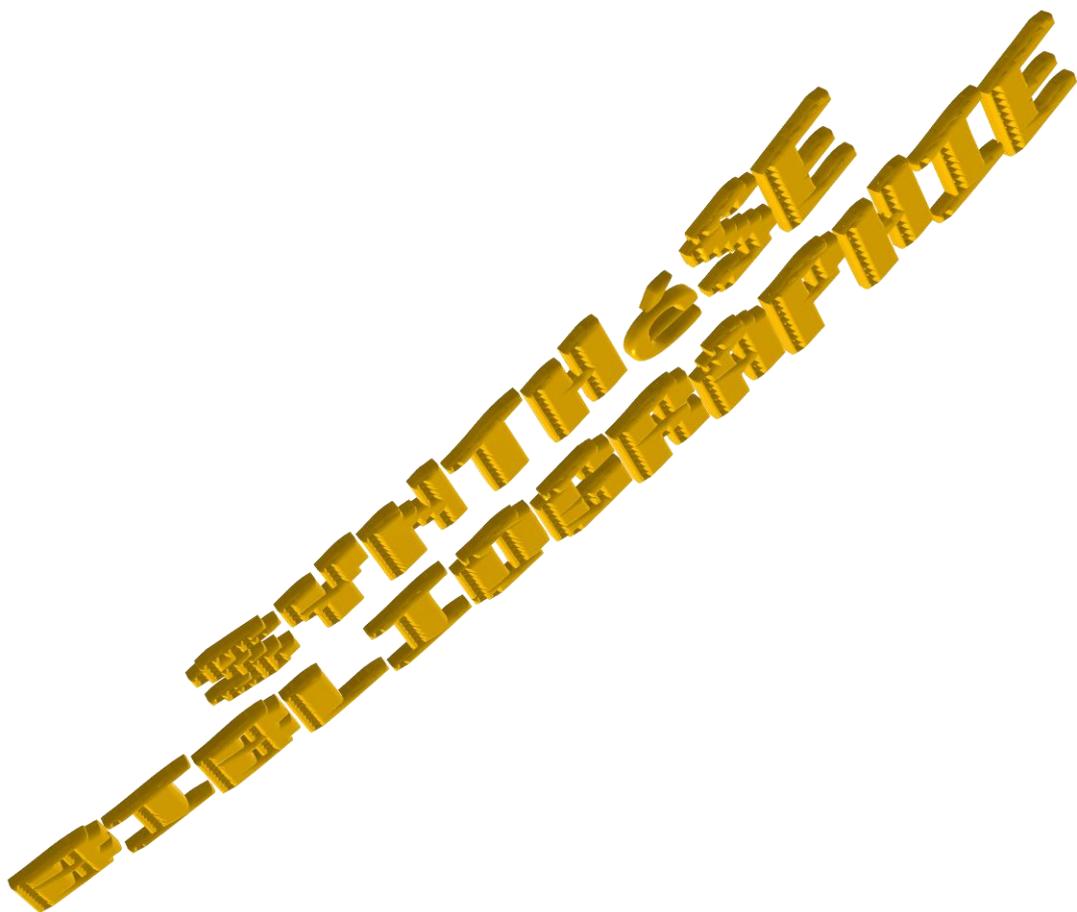
L'objectif principal de notre travail s'inscrit dans le cadre de connaissance de l'influence et la contribution de la pluie sur le blé dur dans les régions des hauts plateaux avec une caractéristique climatique semi-aride, et la relation entre les cumules pluviométriques sur la production et les rendements du blé dur.

Notre travail s'articule sur trois parties à savoir :

- 1) La revue bibliographique où nous avons définies exigences des blés (l'eau, l'éclaircissement, la sécheresse...) ; les contraintes climatique et les contraintes technique, foncières, économique sur la production du blé dur. Par ailleurs, nous avons développé dans cette partie les aspects liés à la biologie, au cycle végétatif et aux besoins en eau de chaque stade végétatif.

2) Matériels et méthodes où nous avons fait des calculs statistiques sur les cumules pluviométrique annuelle et mensuelle, la production et le rendement du blé dur. Nous avons travaillé sur une série des données sur période de 20 années (1985-2004), pour chaque région (Batna, Costantine, Setif, Bourdjboueririj, Oum boighi).

3) Résultats et discussion où nous avons interpréter les résultats à travers des tableaux et des graphiques et fait ressortir l'influence des pluies sur les rendements du blé dur.



Chapitre I : Synthèse bibliographie

1. Historique, origine et classification du blé dur

Le blé est l'une des premières espèces cueillies et cultivées par l'homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans, dans le croissant fertile, zone couvrant la Palestine, Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (Croston et Williams, 1981). Des restes des blés diploïde et tétraploïde, remontant au VII^{ème} millénaire avant J.C ont été découverts sur des sites archéologiques au Proche Orient (Harlan, 1975).

Le blé dur est une espèce connue depuis la plus haute antiquité. Elle appartient au groupe tétraploïde, du genre *Triticum* qui comprend de nombreuses espèces. Le blé avec le riz (*Oriza*L.) et le maïs (*Zeamaydis* L.) constituent la base alimentaire du globe. Ils semblent avoir une origine commune, issues d'une espèce ancestrale qui aurait contenu tous les gènes dispersés chez les trois espèces actuelles (Yves et De Buyser, 2000).

Selon (Mcke 1968), l'origine génétique du blé dur remonte au croisement entre deux espèces ancestrales *Triticum monococcum* et une graminée sauvage du nom *Aegilops sépaloïdes*. Le blé dur, *Triticum durum*, appelé ainsi en raison de la dureté de son grain, possède, à l'inverse des espèces ancestrales originaires de Syrie et de Palestine, $2n=4x=28$ chromosomes. Le nombre chromosomique de base, hérité du genre *Triticum monococcum* est désigné par A et celui dérivé de l'*Aegilops* est dénommé B, de sorte que *Triticum durum* a une garniture chromosomique désignée par AB (la figure 1).

L'espèce *Triticum durum* s'est différenciée dans trois centres secondaires différents qui sont le bassin occidental de la Méditerranée, le sud de la Russie et le roche Orient. Chaque centre secondaire donna naissance à des groupes de variétés botaniques à la caractéristique phréologique, morphologique et physiologique particulières (Monneveux, 1991).

Cette diversification morphologique a été mise à profit en sélection. Notamment dans la recherche des gènes intéressants tels ceux qui contrôlent la résistance aux basses températures, plus présents chez les proles Européens, Ceux qui contrôlent la durée du cycle (précocité aux stades épiaison et maturité), chez les proles Syriens et Jordaniens et ceux contrôlant la grosseur et la vitrosité du grain, chez les proles Méditerranées (Monneveux, 1991).

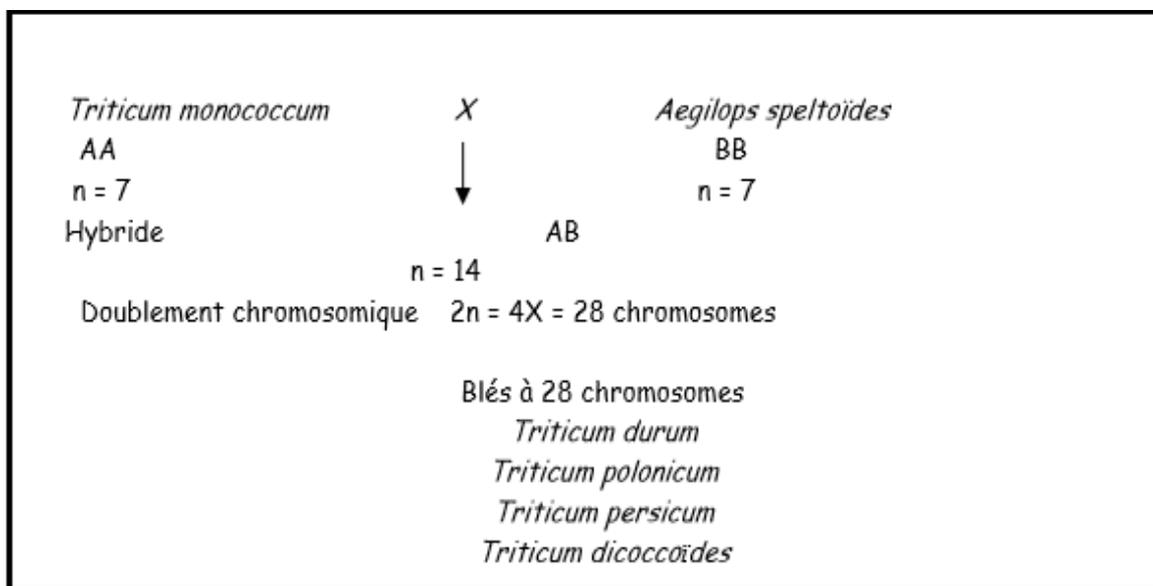


Figure 1. Origine génétique du blé dur (*Triticum durum* Dsf)

(Croston et Williams, 1981)

2. Importance du blé dur

2.1. Dans le monde

La production mondiale de blé dur en 2015/16 au cours de mois de février 2016 est en hausse de 1,7 million de tonnes par rapport au mois de janvier de la même année, atteignant 39,7 millions de tonnes, un bond de 15 % par rapport au résultat de l'année précédente.

Tableau 02 : Les principaux pays producteurs du blé dans le monde (FAO, 2015)

(producteurs en millions de tonnes)

2015 prévis.	Moyenne		
	2012-2014	2014 estim.	
UE	143.9	155.6	147.0
Chine continentale	123	126.2	126.0
Inde	94.7	95.8	94.5
Etats-Unis	58.2	55.1	56.0
Fédération de Russie	49.6	59.0	55.0
Canada	31.3	29.3	30.0
Australie	24.5		23.6
26.0			
Pakistan	24.3		25.3
25.5			
Turquie	20.4		19.0
21.0			
Ukraine	20.7		24.0
22.0			
Rép. Islamique d'Iran	13.6		13.0
13.0			
Kazakhstan	21.1		12.5
13.5			
Argentine	10.4		13.9
12.0			
Egypte	8.8		8.8
8.5			
Ouzbékistan	6.9		7.2
7.5			
Totale mondiale	701.1		727.2
720.0			

Le classement de l'année 2015 des principaux premiers producteurs du blé indique que l'UE est toujours en première position. Et la cinquième en deuxième position Par contre les Etats unis se

situent en quatrième position après l'Inde (FAO, 2015). L'UE et le continent américain sont excédentaires en blé, ce qui leur confère un avantage économique et géopolitique indéniable.

Au contraire, l'Asie et l'Afrique apparaissent déficitaires, ce qui renforce leur dépendance à l'égard des grands pays exportateurs. Le marché mondial du blé est segmenté en différents groupes de pays qui ont diverses capacités de production et de consommation de blé, ce qui rend ce marché plus propice à la volatilité des prix. Seulement 19% de la production mondiale du blé est échangée et il s'agit d'un marché de surplus et d'excédent (Charvet, 2012).

2.2. En Algérie

Production et consommation

Chaque année, environ 3,3 millions d'hectares sont consacrés à des cultures céréalières dont environ 1,5 million d'hectares sont plantés de blé dur, 600 000 hectares de blé tendre, la récolte de céréales a atteint 4 MMT dont le blé panifié représentait 1% de la production totale. Le blé étant le produit de consommation de base, les habitants des pays magrébins sont les plus gros consommateurs de cette denrée au monde notamment l'Algérie avec près de 600 grammes par personne et par jour (Abis, 2012). Cette consommation de blé a légèrement augmenté ces dernières années en raison de l'urbanisation accrue, de la croissance de la population et de l'augmentation de la capacité de broyage, mais devrait rester plus ou moins stagnante (Hales et Rush, 2016). Selon la FAO durant l'année 2014 l'Algérie est classée en quatrième position au niveau Africaines et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production du blé de 2.4 millions de tonnes, colletée est constituée en moyenne de blé dur 58,7%, blé tendre 33% (FAO, 2014).

Importation

Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales (en particulier le blé dur et le blé tendre) du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population (Ammar, 2014). L'Algérie a importé de 6 à 7 Mt par an de blé total au cours des cinq dernières années, le blé tendre représentait environ 80 pour cent du blé total importé en 2015, tandis que les importations de blé dur représentaient seulement 20 pour cent, car elle est produite moins de blé tendre que de blé dur et que la production domestique est encore principalement axée sur le temps et ne répond pas encore à la demande malgré l'augmentation des rendements due à la stratégie agricole.

Industries de transformations

L'industrie de transformation occupe une place « leader » dans le secteur des industries agroalimentaires, en raison des capacités importantes de triturations dont elle dispose ; (+230%) par rapport à la taille du marché domestique, réparties entre les moulins publics (95%) et privés (135%), soit respectivement une capacité de trituration de l'ordre de 19000 et de 27000 T/jour.

-L'industrie céréalière privée compte actuellement 253 PME privés qui contrôlent 80% du marché domestique en 2005 (Chehat, 2007).

-Chiffre d'affaire des ERIAD en 1998 est évalué à 86 milliards de DA soit 1,03 milliard de dollars

3. Zones céréalières en Algérie

Les 2/3 des cultures céréalières se trouvent sur les hautes plaines, caractérisées par une altitude assez élevée de 800 à 1200 m d'altitude, des hivers froids et des précipitations irrégulières et insuffisantes. Cette région est aussi marquée par des gelées printanières fréquentes et des vents chauds et desséchants en fin de cycle de la plante (Baldy, 1974). L'aire de production des céréales est subdivisée en 05 grandes zones aux potentialités très différentes (tableau 3 ; ITGC, 1992).

Tableau2. Caractéristiques des grandes zones de production des céréales Algériennes (ITGC, 1992)

Zone	Pluie (mm)	Céréales (10 ³ ha)	Jachère (10 ³ ha)	Stress
Littoral	600	64	0	Néant
Plaines intérieures	450-600	850	400	Gel
Hauts plateaux	350-450	1500	900	gel, sec
Steppe	200-350	400	0	Sec
Montagne	350-600	300	0	--

4. Biologie et le cycle végétatif du blé dur

Le blé appartient à l'ordre des Poêles (Glumiflorae), famille Poaceae (Gramineae), tribu des *Triticeae*, genre *Triticum*, la tribu des *Triticeae* se compose de 18 genres qui sont subdivisés

en deux sous-groupes, *Triticinae* et *Hordeinae*, les principaux genres dans le sous-groupe *Triticinae* sont *Triticum*, *Aegilops*, *secale*, *Agropyron* et *Haynaldia* (Odenbach et al. 1985 in Kellou 2003). Le blé dur est une graminée monocotylédone composée d'un appareil végétatif herbacé, qui comporte un système racinaire fasciculé, une tige plus ou moins creuse et des feuilles engainantes. (Jonard, 1970).

Le cycle de développement du blé, en le décomposant en deux périodes : une période végétative, et une période reproductrice. D'autres considèrent que la maturation constitue une troisième période. Les modifications morphologiques résultent à la fois processus de croissance et de processus de développement.

Ces deux processus sont complémentaires et indissociables. Ils aboutissent à la production de matière sèche, résultant de la transformation de ressources du milieu par l'intermédiaires de capteurs aériens (feuilles : surfaces photo synthétisantes) et capteurs souterrains (racines : capteurs d'eau et d'éléments minéraux).

La croissance consiste en une augmentation irréversible des dimensions et du poids des différents organes constitutifs de la plante. C'est une notion quantitative.

Le développement consiste en l'apparition d'organes nouveaux ou le franchissement par la plante d'une étape différente mais complémentaire de la précédente. C'est une notion qualitative (Papadakis, 1983). Croissance et développement sont mesurées selon plusieurs échelles permet la caractérisation des stades repères, elle repose sur la description de la morphologie du brin –maitre.

4.1. Stades phénologique

Le cycle de croissance de blé se compose de plusieurs phases végétatives au cours desquelles la plante passe d'un stage végétatif à un autre ou développe de nouveaux organes.

4.1.1. Germination –levée

Cette phase correspond à la mise en place du nombre de pieds/m². Le sol est percé par la coléoptile qui est un étui protecteur de la première feuille. La levée est notée quand 50% des plantes sont sorties de la terre (la figure 5). Pendant cette phase, les jeunes plantes sont sensibles au manque d'eau qui provoque une perte des plantes et au froid qui provoque le déchaussage (Karou et al, 1998).

4.1.2. Tallage

Cette phase s'amorce à partir de la quatrième feuille. Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale primaire puis d'autres talles

naissent successivement à l'aisselle 2^{ème} et 3^{ème} feuille de la tige centrale, l'ensemble restant court noué, formant un plateau de tallage situé juste au niveau du sol. Ces talles primaires peuvent ensuite émettre des talles secondaires, lesquels à leur tour émettent des talles tertiaires (Belaid, 1986 Gates, 1995). Le fin tallage est celle de la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1995).

4.1.3. Montaison

Elle se manifeste, à partir du stade épi à 1cm, par l'élongation du premier entre-nœud. Ce stade est repérable une fois l'ébauche de l'épi du brin-maître atteint 1cm de hauteur à partir de la couronne ou plateau de tallage (Gate, 1995). Ce stade est sensible aux basses températures variant entre +4 et 0°C. selon (Baldy, 1984) la montaison constitue la phase la plus critique du développement du blé. Tout stress hydrique ou thermique au cours de cette phase réduit du nombre d'épis montants par unité de surface.

4.1.4. Gonflement

Cette phase s'achève une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la gaine de la feuille étendard qui gonfle.

4.1.5. Epiaison

L'épiaison se détermine par l'apparition de l'épi hors de la gaine de la dernière feuille.

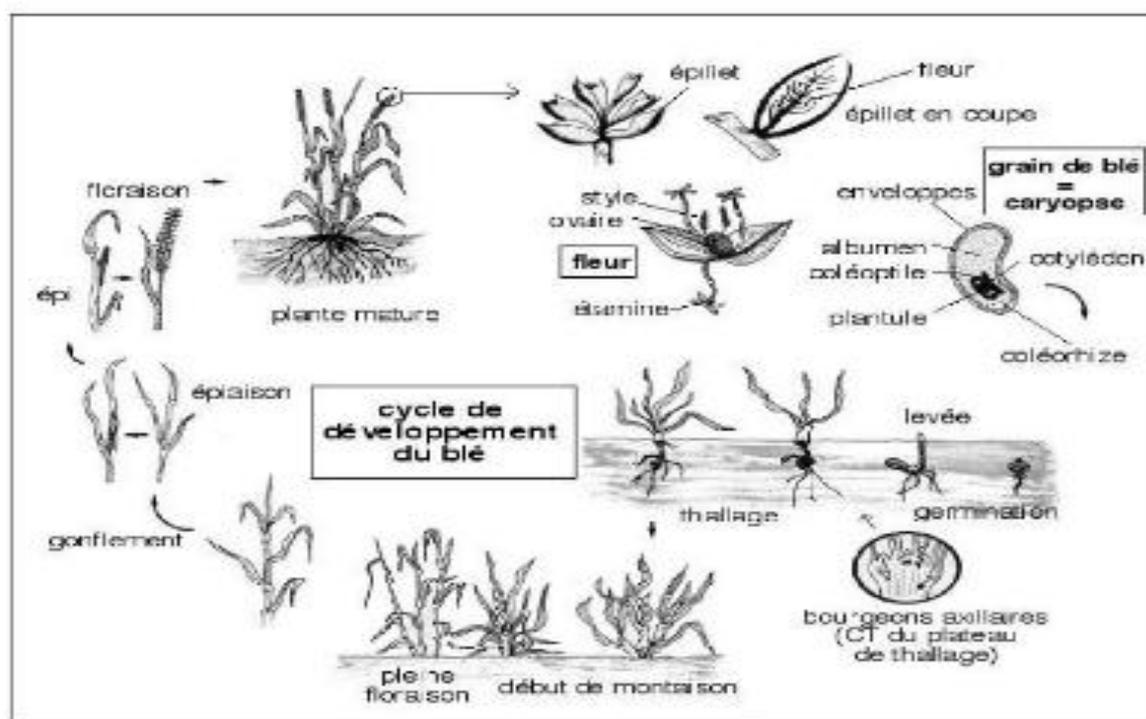


Figure 5. Cycle de développement du blé, d'après (Henry et De Buyser, 2000).

4.1.6. Floraison

Les épis dégainés fleurissent généralement entre 4 à 8 jours après l'épiaison (Bahlouli et al, 2005). Les basses températures au cours de ce stade réduisent fortement la fertilité des épis (Abbasenne et al, 1998).

4.1.7. Remplissage du grain

La phase remplissage actif du grain avec les assimilâtes provenant de la photosynthèse de la feuille étendard. La quantité d'eau contenue dans le grain tend à se stabiliser : c'est le pallier hydrique. et présenter dans le (Tableau 3) besoin cycle végétatifs en eau.

Les fortes températures au cours de cette période provoquent l'arrêt de la migration des réserves des feuilles et de la tige vers le grain : c'est l'échaudage du grain. Puis suit la phase de dessèchement du grain, qui perd de son humidité pour atteindre son poids sec final (Wardlaw, 2002).

Tableau 4. Représente besoins cycle végétatifs en eau.

Phase de cycle	Durée en jours	Consommation en eau
Epi 1cm 2noeuds	20-25	60mm
2noeuds-floraison	30-40	160mm
Floraison- grain laiteux	20-25	140mm
Grain laiteux-maturité	15-20	90mm

(Michel B., Jean L. ; 2014)

5. Exigences de blé

Un bon comportement de la culture durant tout son cycle de développement exige la réunion de certains facteurs qui conduisent à l'observation d'un meilleur rendement et parmi les exigences on peut citer :

5.1. Climat

Selon (Clement et Prats1970), les facteurs climatiques ont une action prépondérante sur les différentes périodes de la vie du blé.

Sous les conditions de production des principales zones céréalières algériennes, notamment celles des hauts plateaux, les performances de rendement de la culture de blé dur sont essentiellement limitées par l'action des stress aussi bien de nature biotiques qu'abiotiques. La variation des rendements, d'une année à l'autre, et d'un lieu à l'autre, a pour origine la sensibilité du matériel végétal aux effets combinés des basses températures hivernales, du gel printanier, du stress hydrique et des hautes températures de fin de cycle de la culture (Abbassenne *et al*, 1998 ; Fellahi *et al*, 2002 ; Bahlouli *et al*,2005 ; Mekhlouf *et al*,2006 ; Chenaffi *et al*,2006 ; Ben mahammed *et al*,2010).

5.1.1. Température

La température conditionne à tout moment la physiologie de blé selon le zéro de végétation et de germination c- à- d la température à partir de laquelle un blé germe et pousse, est de 0°C cependant l'optimum se situe entre 20 et 22 °C entre ces deux extrêmes, une température élevée sera favorable au développement et à la croissance (Simon *et al*, 1989).

D'après (Jeferes1978) il est généralement admis que la température agit de manière positive sur la croissance optimale.

(Baldy 1992) ajoute que les fortes températures provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine : Les températures entre 25 et 32 °C défavorisent l'allongement racinaire l'optimum se situe entre 5 et 12 °C.

(Mekhlouf *et al* ; 2001) situent les exigences en température pour les stades suivants :

- Stade levée: La somme des températures =120°C.
- Stade tallage: La somme des températures =450°C.
- Stade plein tallage: La somme des températures =500°C.
- Stade épi 1cm: La somme des températures = 600°C.

Le zéro de végétation du blé est de 0°C, mais ses exigences globales en chaleur sont assez importantes. (Clement et Prats1970) voient que la température journalière intervient à divers moments du cycle du blé de plusieurs manières :

- Elle détermine la rapidité de la germination et du début du développement de la jeune plante.

- Elle intervient au moment de la montaison dans l'élaboration de la quantité de matière sèche, mais elle a un effet défavorable sur l'évolution des talles vers l'épiaison (conditions de déficit hydrique).
- En excès et au cours de la maturation du grain, elle peut conduire à l'échaudage (Mekhlouf *et al*, 2001).

5.1 .2. Eau

Selon (Soltner1990), l'eau a une grande importance dans la croissance de la plante. En plus de l'eau de constitution des cellules et de celle qui entre dans les synthèses glucidiques catalysées par la chlorophylle, l'eau est le véhicule des éléments minéraux solubles de la sève brute.

A cet égard (Clement et Prats1970) voient qu'il est intéressant de définir le coefficient de transpiration du blé, c'est-à-dire la quantité d'eau qui doit traverser la plante pour l'élaboration d'une certaine quantité de matière sèche. Pour le blé, suivant les variétés, la valeur du coefficient de transpiration varie de 450 à 550 grammes d'eau pour un gramme de matière sèche.

Tableau 4. Effet du stress hydrique sur le développement des céréales à différents stades

(Austin ; 1989)

Conséquence sur le rendement	Effet du stress hydrique	Stade de développement
Altération des composantes du rendement s'il y a moins de 100 plants/m ²	Germination réduite et retardée	Grain
Réduction des épis par mètre carré, et du rendement Accélération de la sénescence	Taux plus élevé de mortalité de talles L'assimilation de l'azote est réduite	Plantule
Réduction du nombre de grain et du Rendement	Mort des ébauches florales	Tallage, début Epiaison

Une grande accumulation des sucres solubles dans les tiges limitant la perte de la capacité photosynthétique durant le remplissage du grain	Réduction de la longueur des tiges	Allongement des tiges développement des épis
Réduction de la grosseur du grain	Accélération de la sénescence	Anthèse

5.1.3. Eclaircissement

Selon Clement et Prats (1970), le blé est une plante de pleine lumière. Le tallage herbacé s'achève pour une valeur précise du photopériodisme valable suivant les variétés.

L'écartement des lignes aux semailles permet de placer le blé dans des conditions d'éclaircissement optimales, garantissant un bon tallage.

Soltner (1990), voit qu'une certaine durée d jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade B précédant la montaison. Et (Simon *et al*, 1989), ajoutent que le stade B dépendrait principalement de la durée du jour, il faut en effet que la durée de l'éclaircissement soit d'environ 12 heures pour que l'épi commence à monter dans la tige : c'est le photopériodisme d'autres part il convient d'éviter l'ombrage et les cultures trop denses qui vont favoriser l'apparition de maladies cryptogamiques.

6. Contraintes à la production de la culture de blé dans la région des hautes plateaux

6.1. Contraintes climatiques

6.1.1. Notion de stress

Selon les définitions, le stress chez les plantes apparaît avec des significations différentes en biologie, qui convergent principalement en attribuant le stress à n'importe quel facteur environnemental défavorable pour une plante (Levitt, 1982). (Tsimilli-Michael et al, 1998) considèrent que le stress a une signification relative, avec un contrôle comme état de référence, ils considèrent le stress comme une déviation du contrôle à une contrainte. Selon (Jones et al, 1989), un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux.

D'autre part, les stress environnementaux nés de la fluctuation des facteurs abiotiques (sécheresse, salinité, température) affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (Madhava Rao et al. 2006).

6.1.1.1. Stress thermique

6.1.1.1.1. Les hautes températures

Dans les zones arides et semi-arides d'altitude, le stress thermique peut intervenir même en début du cycle. L'effet des hautes températures au semis se manifeste par une réduction de la longueur de la coléoptile (Hazmoune, 2000). (Rawson,1988) réussit à montrer que l'effet pénalisant de l'élévation de la température est surtout dû au fait que la plante n'arrive pas à absorber les éléments nutritifs et l'eau et les utiliser au rythme imposé par le stress thermique. (Hauchinal et al ,1993) remarquent une réduction du rendement des semis tardifs, liée à une diminution du nombre d'épi et du poids moyen du grain, causée par les effets des hautes températures. La résultante est un effet négatif sur la productivité globale de la plante. (Wardlaw et al, 1989) montrent que la baisse du rendement due au stress terminal, est corrélée positivement à la réduction du poids moyen du grain et à la variation du nombre de grain/m². L'élévation de la température, tard au cours du cycle de développement de la plante, et particulièrement après anthèse, est une contrainte à l'augmentation des rendements en zone semi-aride (Bouzerzour et Benmahammed, 1994). L'effet des hautes températures se manifeste par une accélération de la sénescence foliaire et l'arrêt de la croissance du grain (Dakheelet al, 1993). (Wardlaw et al, 1989) montrent que la température optimale pour le développement et le remplissage du grain, varie de 12 à 15 C° pour de nombreux génotypes de céréale à paille. Ils observent une diminution de 3 à 5 % du poids du grain pour chaque degré d'augmentation de la température à partir de la base des 12 à 15 C°.

6.1.1.1.2. Les basses températures

L'abaissement brutal de la température, en dessous de 0 °C, provoque de nombreuses perturbations au sein du végétal. Lorsque la température chute fortement, des cristaux de glace se forment dans les espaces intercellulaires déshydratant les cellules dont l'eau est appelée vers ces espaces. La membrane plasmique perd sa perméabilité spécifique et il y a perturbation du fonctionnement cellulaire (levitt, 1982). La réversibilité du phénomène n'a lieu que si la structure cellulaire n'est pas fortement endommagée. Lors du dégel, les cellules intactes se réhydratent et redeviennent fonctionnelles (Blouet et al, 1984). La déshydratation des cellules s'accompagne d'une augmentation de la concentration en substances organiques, et en sels

minéraux. D'après (Passioura, 1996), si le froid persiste, il y a dessèchement foliaire. Les basses températures réduisent la croissance durant l'hiver alors que les plantes peuvent caractériser cette période.

6.1.1.2. Stress hydrique

Le stress hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la productivité agricole autour du monde (Boyer, 1982). Il occupe et continuera d'occuper une très grande place dans les chroniques agro-économiques. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (Boyer, 1982). Il existe de nombreuses définitions du stress hydrique. En agriculture, il est défini comme un déficit marqué et ce compte tenu des précipitations qui réduisent significativement les productions agricoles par rapport à la normale pour une région de grande étendue (Mckay, 1985 in Bootsma et al, 1996). En effet, on assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période ou lorsque sa mauvaise qualité en limite l'usage (Madhava Rao et al, 2006).

6.1.1.3. Sécheresse

La sécheresse est parmi les facteurs les plus invoquées pour expliquer la faiblesse et la variabilité des rendements des céréales. Le rendement d'une culture sera affecté en fonction de l'intensité du déficit et de sa position dans le cycle de la plante. On a tendance à identifier la sécheresse au stress hydrique ; la sécheresse possède un rapport à un aspect climatique, et le stress hydrique plutôt physiologique (Ouedraogo 1992, Ait-kaki, 1993, Baldy ,1993).et présenter dans le (tableau 7) effet su stress hydrique sur le développement de céréale.

Henin, 1976 définit la sécheresse de deux façons :

- 1-** Il y a sécheresse dès qu'il se produit dans la masse des tissus un déficit hydrique amenant une baisse de rendement.
- 2 -** Il y a sécheresse chaque fois que le déficit en eau provoque des réactions de défense de la plante, se traduisant par des modifications de l'état de feuillage qui caractérisent le flétrissement.

6.1.1.4. Stress de salinité

La salinité devient de plus en plus un important facteur limitant la production des végétaux dans les zones arides et semi arides. La tolérance à ce type de stress est considérée comme une caractéristique quantitative sous contrôle génétique de gènes mineurs (Cuinet *al*,2008).

L'amélioration de la résistance à ce type de stress selon le processus de sélection classique est peu efficace (Houshmand *et al*,2005). Des stratégies alternatives sont recherchées dont entre autre la production des plantes transgéniques (Moose et Mumm, 2008). L'effet de la salinité sont: L'arrête de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (Zid,1982).Not que les effets de la salinité varient suivant le stade du développement, la tolérance à celle-ci augment de puis la germination jusqu'à la fructification (Lemee, 1978).

6.2. Contraintes techniques

Un faible taux d'utilisation des engrais, mauvais suivi des techniques culturales, utilisation des outils inadaptés et à un étalement des semis au-delà des délais techniques requis, rendant ainsi les céréales vulnérables à tout éventuel stress hydrique, notamment en fin de cycle (Yasmine et Amina L, 2010)

6.3. Contraintes foncières

Le statut de la terre d'une part, le morcellement et la dimension des exploitations, d'autre part, constituent des entraves aux tentatives d'amélioration de la production céréalière (Yasmine et Amina L, 2010). D'après (Rachedi, 2003), 60 % des superficies se trouvant situées sur des terres peu productives et les efforts d'intensification et de mécanisation deviennent difficiles.

6.4. Contraintes économiques

Elles sont liées aux coûts de production élevés résultant de la cherté des facteurs de production et de matériel agricole, mais aussi à la disponibilité insuffisante des intrants en qualité et quantité dans les délais recommandés (Yasmine et Amina L, 2010).

7. Les besoins en eau de blé

Le blé dur consomme en moyenne 500 litres d'eau par kilogramme de matière sèche Elaborée. Cette culture est très aléatoire pour des pluviométries annuelles inférieures à 450mm. La destruction des adventices, un enracinement profond, permettra à la plante de mieux supporter les périodes sèches.

Les périodes d'alimentation en eau se situent :

1/ Dans les 20 jours qui précèdent l'épiaison ;

2/ Durant la période d'enrichissement du grain en matière sèche correspondant à la maturation.

Un déficit en eau lié à des fortes températures est responsable de l'échaudage des grains.

D'une manière générale une céréale a besoin d'une quantité importante d'eau pour assurer un rendement intéressant (Simon *et al*, 1989).

8. Précipitation

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes (rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont le résultat d'un changement thermique ou atmosphérique. Elles constituent la principale entrée des grands systèmes hydriques continentaux que sont les bassins versant.

On peut classer au différentes régime sont définie à partir précipitation moyenne annuelle ou moyenne mensuelle. Précipitation sont l'un des paramètres plus variable (Musy, 2005).

8.1. Origine des précipitations

Les précipitations se produisent lorsque la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère se condense en nuages et retombe sur terre. Elles constituent l'unique «entrée» des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants. Elles constituent un phénomène physique qui décrit le transfert d'eau dans sa phase liquide (pluie) ou solide (neige, grêle) entre l'atmosphère et le sol. Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression (Sadou S et Assoumane I. D, 2007).

8.2. Différents types des précipitations

En hydrologie, on ne s'intéresse pas particulièrement à la connaissance des phénomènes engendrant la formation des précipitations. Ce type de connaissance est du domaine de la météorologie. Les précipitations constituent la donnée de base qui sert de point de départ pour le dimensionnement, la réhabilitation et la gestion en temps en réel d'un système hydrique aussi bien en milieu urbain que rural (Bennis S, 1957).

On peut classer les précipitations en trois types :

8.2.1. Précipitation de convection

Le système convectif apparait lorsque deux masses d'air de températures différentes entre en contact et plus particulièrement une masse d'air froide recouvre un sol plus ou moins chaud ou lorsque les basses couches sont chauffées par les radiations solaires, l'air de ces basses couches se dilate alors, s'allège et s'élève sous l'effet de la poussée d'Archimède il s'élève en se refroidissant jusqu'au niveau de condensation, altitude à laquelle se forme la base du nuage. L'air continue de s'élever en se condensant ainsi jusqu'au niveau d'équilibre thermique, altitude du sommet du nuage. Celui-ci peut atteindre des altitudes de l'ordre de 12 km pour les

situations les plus convectives. Ce système est décrit par 03phases : développement, maturité et dissipation tel qu'il est représenté sur la figure.7 (Roche M. 1963) (Sanchez-Diesma R, Zawadski I., 1970).

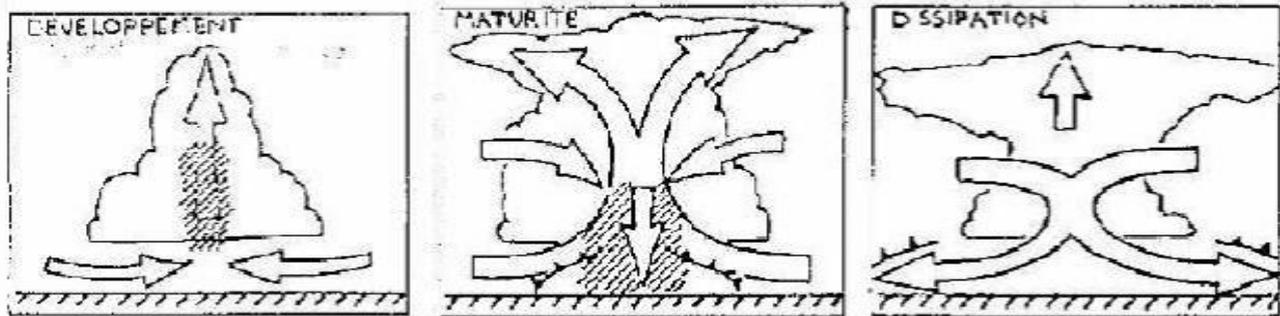


Figure 6. Les différentes phases Du système convectif (RocheM.1963)

8.2.2. Précipitation orographiques

Les particules d'air s'élevant lors de la rencontre d'un relief subissent un refroidissement dû à leur détente et peuvent atteindre le seuil de saturation. Un nuage se forme alors sur le versant du relief et des précipitations peuvent se déclencher. Bien que ce mécanisme d'ascendance soit plus marqué auprès de hautes chaînes montagneuses. L'effet orographique peut également être observé au-dessus inférieur à 500m (Domingues Ramos, 2002).

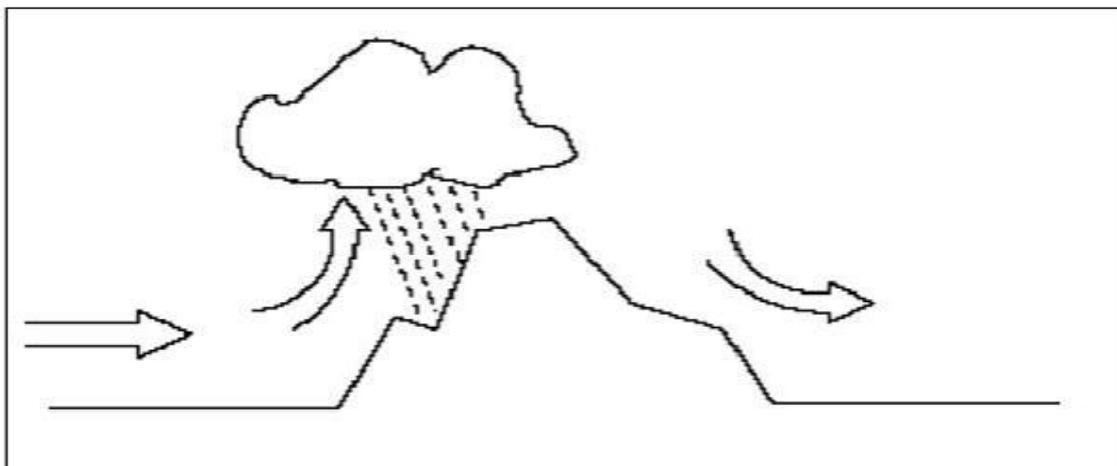


Figure 7. Précipitation orographiques (RocheM.1963)

8.2.3. Précipitation cycloniques

Ces de précipitations sont engendrés au voisinage des surfaces de contact entre deux masses

d'air de température et d'humidité différentes, que l'on appelle un front. La masse d'air chaud est toujours soulevée en altitude par la masse d'air froid. Suivant que la masse d'air chaud suit ou précède la masse d'air froid on trouve un front chaud ou froid. (La figure 9).

Dans le cas d'un front froid, les nuages ont un développement vertical important et les précipitations sont intenses. Dans le cas d'un front chaud, les nuages ont une extension horizontale importante et les précipitations sont plus faibles que pour le front froid.

(La figure 10) illustre ces deux cas (Morel M. 1999).

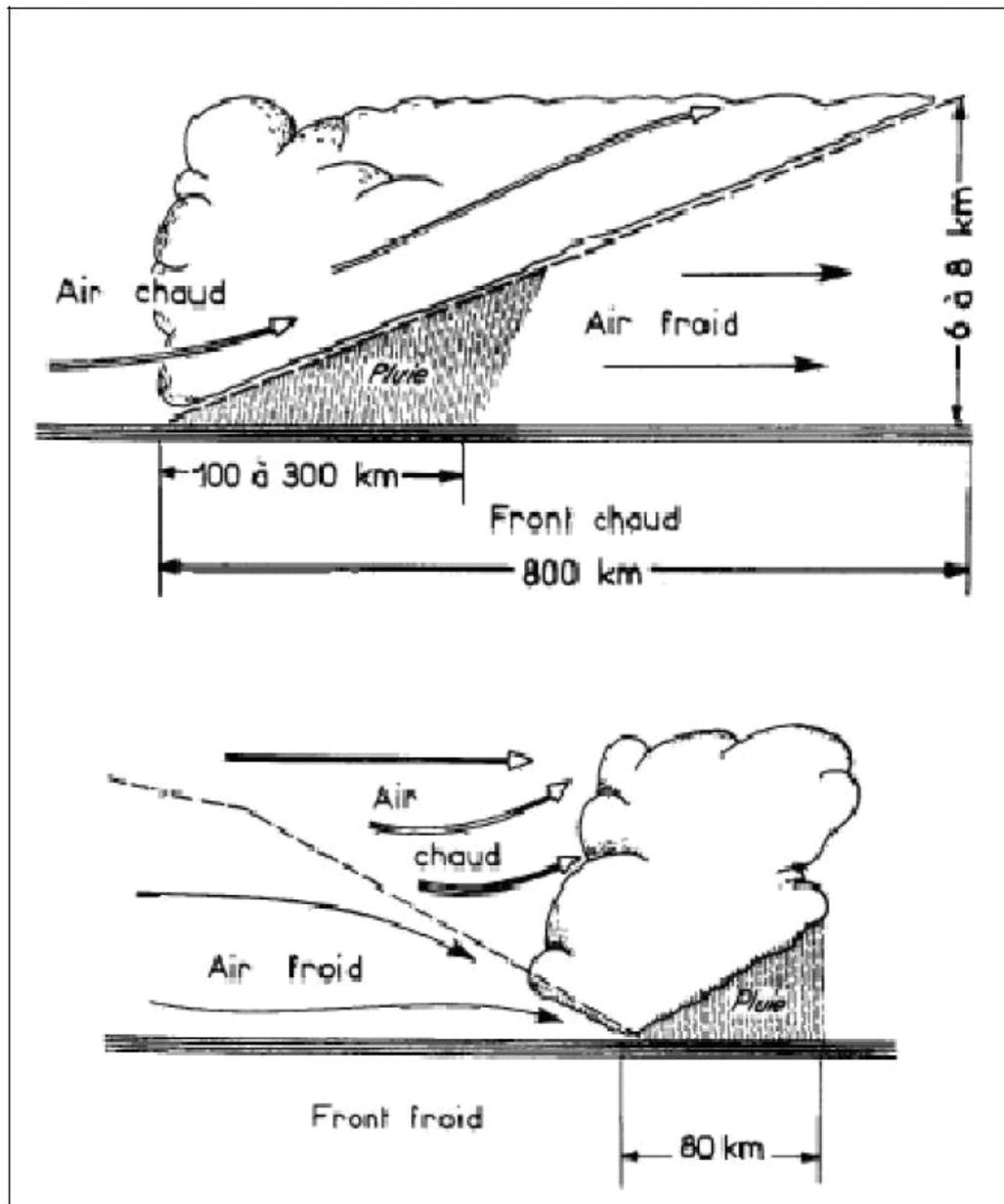


Figure .5. Front chaud et froid (Berne A. 2002).

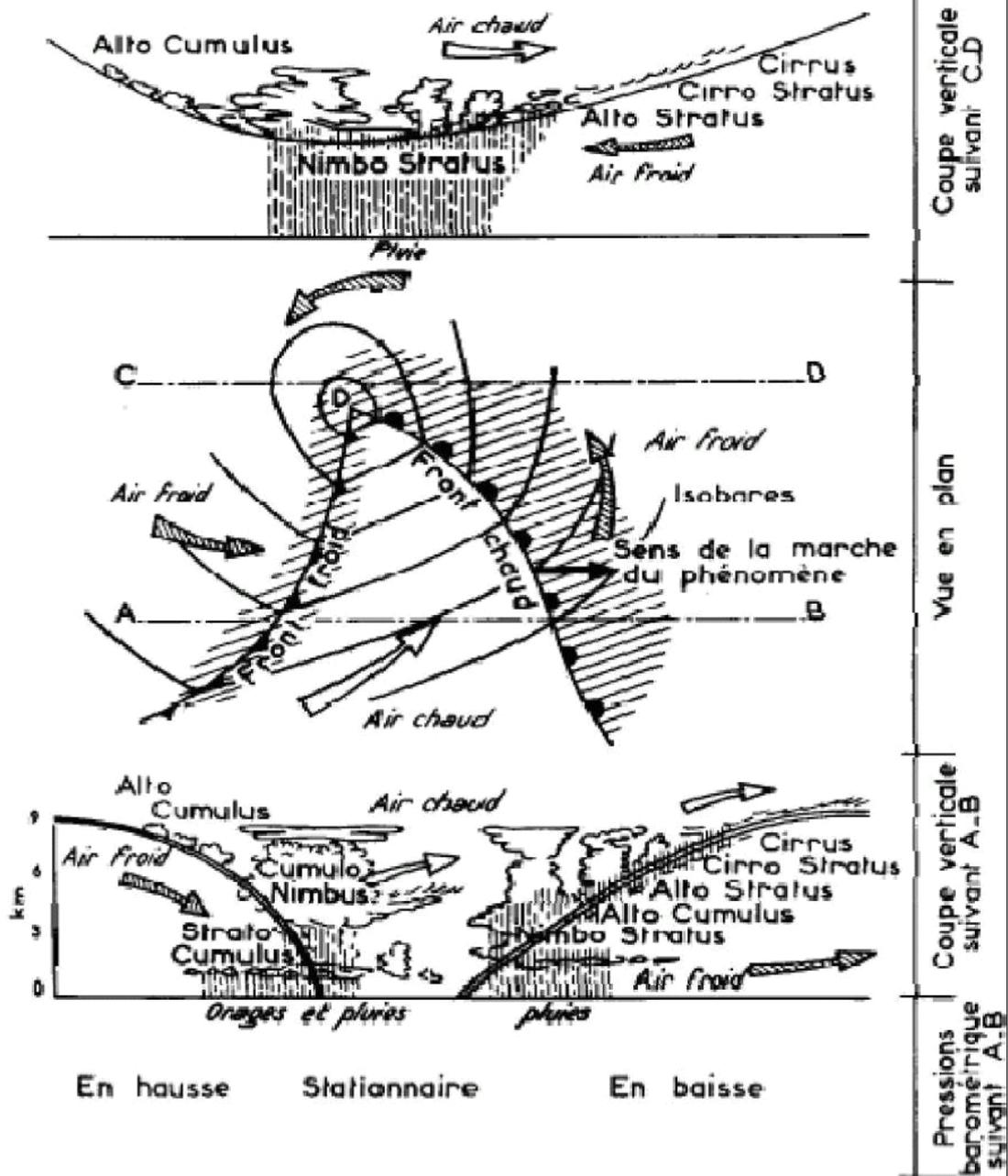


Figure 8. Nuage et précipitations associés à un front chaud et froid (Berne A. 2002)

8.3. Genèse de la pluie

De nombreuses études ont montré que les principales raisons de la pluie de montagne ou bien précipitation orographique qui ont comptés neuf facteurs :

- hausse dans basse couche d'après (Lin et al, 2001).
- présence de relief à différentes géométries.
- convergence de pluie compris flux d'humidité dans les niveaux élevés horizontaux.
- système convectif étendu et être en mouvement lent sans source de stabilité dans l'air.

- l'effet dz flux de couche basse montrée par (revell et al, 2002) en nouvelle –Zélande .la géométrie du relief a été confirmée par (colle, 2004)et (kirshbaum et Durran, 2005)en oregon.
- (browing, 1980 ; hill et al, 1981) ils ont travaillé à préciser que :plus flux de basse couche est fort. Plus les vitessesverticales ne sont importantes et donc il y a efficacité de renforcement orographique.
- la vitesse du vent de basse couche aura également une influence sur localisation de précipitation (colle, 2004)
- la direction du flux en amont, orienté sur la pluie associées au renforcement orographique et favoriser phénomène de convergence (lin, 1930 ; gysi, 1998 ; wratt et al, 2000 ; anquetinet al ,2003)
- finalement, l'instabilité si la cause et la responsable de la convection de basse couche. Généralement il excite un déséquilibre dans le adiabatique du thermomètre mouillé exceptionnellement élevée dans basse couche.la masse d'air dans secteur chaud est souvent stable verticalement .les couches d'instabilité en raison des flux d'humidité des bases couches et se trouvent de fait confinées près du sol .donc instabilité car la dilatation thermique verticale qui basse sur basses couches (Browning et al, 1974 ; Browninget al, 1975). L'humidité de sol également influencée par processus de convection peu profonde (Chen etAvissar, 1994 ; Avissar et Liu, 1996 ; El Fatih et al, 1996 ; Ek etHoltslag, 2004 ; Mano, 2005),et même pour cisaillement verticale du vent (Baker et al, 2001 ; Kirshbaum et Durran, 2004 -2005; Colle, 2004 ; Yates, 2006).

9. Climat et impact sur céréaliculture

9.1. Définition changement climatique

Selon la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements

Climatiques (CCNUCC), le changement climatique est un changement du climat attribué directement ou indirectement à toute activité humaine qui modifie la composition de l'atmosphère globale et qui s'ajoute à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes de temps comparables.

Selon le GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), le terme "changement climatique" se réfère à tout changement du climat, qu'il soit d'origine naturelle ou dû aux

activités humaines (GIEC, 2001).

9.2. Impact de changement climatique sur céréaliculture en Algérie

Les impacts des changements climatiques sur la production agricole auront des effets directs et/ou indirects selon le type de culture et les lieux de production (Soussana, 2001).

Le changement climatique entraînerait des effets négatifs sur les potentiels agricoles (Rousset et René, 2004). L'agriculture de type pluviale, à dominance céréalière, est implicitement très vulnérable à tout changement de climat (Bouazza et al, 2002). Les services du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement estiment une réduction moyenne du rendement céréalier de l'ordre de 5,5 à 6,8% suite aux incidences dues principalement aux changements climatiques.

Cette situation s'est traduite probablement par l'augmentation des températures, la diminution des précipitations et l'augmentation de leur variabilité, ce qui implique un décalage et un raccourcissement des cycles de végétation, affectant la production (Rousset, 2008).

WORLDWIDE
WORLDWIDE

1. Description la région d'études

La région d'étude est choisie selon plusieurs critères, dont les plus importants sont :

La région est historiquement considérée à potentiel céréalier surtout en culture du blé dur ; la disposition de la région d'un réseau de stations météorologiques.

Notre étude s'intéresse à 5 wilayas : Bordj Bou Arreridj ; Sétif ; Constantine ; Batna ; Oum el Bouagui. Nous pouvons dire que l'étude a porté sur la région connue pour sa vocation céréalière et son appartenance en majorité à l'étage bioclimatique semi-aride.

Le choix et la délimitation de la région suscitée sont basées essentiellement sur l'importance particulières que présente les grandes cultures notamment le blé dur. Cette spécificité conduit à étudier et à déterminer les limites nouvelles de la région selon les données climatiques actualisées des dernières 20 années, tout en tenant compte de la répartition des stations météorologiques et leur disponibilité en données le long de la période d'étude (Hakim B,2011).

1.1.Situation géographiques

Elle situe entre les longitudes $X1=4.2^\circ$; $X2=7.7^\circ$, et entre les latitudes $Y1=35.00^\circ$; $Y2=36.6^\circ$ Est.

1.2. Morphologie :

La morphologie de la région d'étude se distingue par :

Les chaînes de montagnes :

Au Nord-Ouest, par la chaîne de Djurdjura dont le point culminant atteint 2308m

A l'Ouest par les Bibans d'orientation Sud-ouest et Nord-est, il est caractérisé par altitudes relativement élevée (Djebel Takoucht, 1900m, Djebel Megress, 1737m), dont le point culminant atteint 2000m (Djebel Babor) ; et à l'Est par les monts de Tébessa (Djebel Doukhane, 2349m, et Djebel Bou Roumane, 2250m).et la frontière Tunisienne, et le Sud par les Aurès (Djebel Mahmal) et par Djebel Zellatou, (1549m) .

Représenter par les Aurès au Sud qui comporte les monts qui représentent l'altitude plus haut de la région dont le point culminant atteint 2169m.

La partie centrale, en rencontre les Monts du Hodna et ceux de Sétif dont les points élevés respectifs sont de l'ordre de 1688m et 1737m .Au Nord-Est dans la région d'étude ce sont les Monts de Oum Bouagui qui prédominant avec des altitudes qui atteignent 1700m .A l'Est-ce sont les Monts de Tébessa que l'on rencontre avec des altitudes avoisinant les 1470m (Hakim B, 2011)

1.2.1. Plaines

Les plaines sont représentées par des pentes très faibles (0-5%). Différentes plaines existent au sein de la région d'étude, elles correspondent à la plaine de Bordj Bou Arreridj, de Sétif et s'étendent jusqu'à la plaine

de Oued El Othmania et la plaine d'El Khroub à Constantine. Cette extension représente la majeure partie des terres agricoles de cette partie de la région (Bahlouli et al ; 2008). Par ailleurs, d'autres plaines occupent la région, elles correspondent à la plain de Mila au Nord de la région d'étude. Au Sud les plaines de Touffana et de Batna englobent à leur tour une bonne part des terres agricoles de la région d'étude (Hakim B, 2011).

1.2.2. Penthes

Selon Hakim B. 2011, dans la région des Haut plateaux Est algérien, les pentes inférieures à 5% représentent la superficie la plus importante, suivie par les pentes comprises entre 5 et 10% qui occupent environs 11% de la superficie totale. Les pentes supérieures à 10% représentent une proportion très réduite de la superficie totale.

1.3. Ressources en eau

L'Espace de Programmation Territoriale des Hauts Plateaux Est connaît et connaîtra un déficit en eau important pour l'AEPI et la PMH quel que soit l'hypothèse pluviométrique.

1.3.1. Ressources en eau superficielles

La région d'étude est constituée par un ensemble des bassins et sous bassins versants, traversés par un chevelu hydrographique dense. L'alimentation principale en eau des cours d'eau est assurée par les oueds principaux issus des reliefs élevés qui entourent la région en particulier par le Nord (Djebel Lakhdar, Djebel Babor, Djebel Takoucht et Djebel Errakas).

La ressources en eau superficielles est Limitées et difficiles à exploiter en raison du régime hydrologique des cours d'eau et de la topographie des bassins versants (plan national d'Aménagement).

Les retenues d'eau barrage et retenues colinéaires existantes au nombre insuffisant pour satisfaire la demande en irrigation des cultures en place dans la région sauf quelques wilaya qui disposent de volumes intéressants, à titre d'exemple, Batna dispose d'un barrage qui peut effectuer des lâchées d'eau de 3 millions de m³, la Wilaya de Mila qui dispose du barrage Beni Haroun avec un volume total de 960 million de m³, il alimente en eau potable plusieurs régions limitrophes de la wilaya de Mila, notamment les wilayas de Jijel, Constantine, Oum el Bouaghui, Batna Khenechela. (Kious et al, 2010).

1.3.2. Ressources en eaux souterraines faibles

La structure compartimentée en bassins juxtaposés fait que les aquifères profonds et abondants sont rares, par contre elle favorise la formation des petites nappes phréatiques, de capacité limitée, mais facilement accessibles (plan national d'Aménagement).

Les ressources en eaux souterraines restent insuffisantes pour couvrir les besoins en eau d'irrigation des cultures mises en place dans la région vue l'importance de la superficie agricole. Dans cette région, les précipitations se raréfient et deviennent plus irrégulières : 250 à 600 mm (le plus souvent réparties entre 50 et 70 jours/an). La saison sèche peut se prolonger jusqu'à 5 et 6 mois.

Après des longues années de sècheresses continues et des pompages excessifs, les relevés piézométriques des eaux souterraines sont descendus à des niveaux critiques (Boubelli., 2009)

1.4. Espace ruraux et activités agricoles

La région d'étude s'étend sur une superficie agricole emblavée de la culture du blé dur 4239053ha

1.4.1. Sols

La carte des sols de la région d'étude réalisée par (Durand, 1974), fait ressortir plusieurs types de sols, elles sont classées en trois classes de sols dans la région d'étude :

Les sols calciques : ils représentent les plus grands partis des terres de la région. Ils sont caractéristiques des zones semi-arides à climat sec ils sont localisés au centre et au sud à l'Est de la région d'étude.

Les sols calcaires : ils occupent eux aussi une grande superficie au sein de la région d'étude caractéristique des zones semi-arides. Ils existent au sud de la région vers Ain Oulman et le sud d'El Eulma et d'El bordj.

Les sols calcaires humifères : ils sont représentés enivrent 918311ha

1.4.2. Occupation des sols

Les terres sont réparties entre les différents types d'espaces suivants :

-**Les hautes plaines Sétifiennes** : qui offrent de grandes potentialités agronomiques pour l'intensification en sec et en irrigué.

- **Les hautes plaines constantinoises** qui présentent de faibles potentialités agricoles. Les contraintes du sol et du climat limitent l'intensification agricole. C'est un espace à vocation mixte : semi intensification céréalière et parcours.

- **La plaine de la Barika** présente des potentialités agronomiques indéniables. L'intensification agricole en irrigué est possible moyennant l'apport en eau d'irrigation.

-**Les espaces agricoles de semi-intensification** situés dans les vallées fluviales (oueds El Abiodh, Fodhala...) ne peuvent faire l'objet de grands aménagements hydro agricoles.

-**Les espaces d'agriculture de montagne**, essentiellement arboricole, l'agriculture de montagne occupe une place importante dans ces milieux.

- **Les espaces de parcours et d'agro-pastoralisme** : ces grandes étendues steppiques présentent d'importantes contraintes à l'agriculture. Ces espaces sont utilisés comme parcours en hiver et au printemps avec des transhumances vers les hautes plaines en été (plan national d'Aménagement).

2. Démarche adoptée

Nous avons procédé à une analyse critique de l'ensemble des séries des données (pluviométrique la production, les rendements). Les données climatiques nous ont été attribuées par l'ONM et homogénéisées par M. Smadhi Dalila (2018) lors de ces travaux de recherche. Néanmoins, des lacunes ont été trouvées dans la série

pluviométrique de la wilaya de Batna où nous avons utilisé la méthode interpolation pour traiter et combler les lacunes. Cette méthode été choisie elle est la mieux adapté pour les séries qui contient pas assez de lacune, le cas de la willaya du Batna pour le mois septembre.

Par le biais des nouvelles technologies informatique (logiciel du Statistica- Golden Surfer), nous avons effectué des traitements statistiques sur l'ensemble des données et nous avons élaboré des figures explicatifs sous forme de graphiques pour mieux expliqué les différents phénomènes et leurs effets. Ces différents traitements nous ont conduits à déterminer la répartition pluviométrique par classe d'année, afin de définir les années sèche, humides et moyennes, moyenne. Une exploitation des données agronomiques issues des observation sur terrain archivés dans les bulletins (BAM) nous ont permis de bien cerné les phase phénologiques du blé. Chose qui va faciliter le croisement d'information (besoin en eau X phases phénologiques X précipitations). L'exploitation de toute cette masse d'informations servira d'un socle pour définir les zones céréalière du blé dur ou autre variété, et leur amélioration si il y'a excès de la pluie ou une stresse.

3. Les bases des données climatiques

Les données climatiques sont recueillies à partir des stations météorologiques professionnelles appartenant à l'Office National de la Météorologie (O.N.M) implantés au niveau des différentes wilayas de la région d'étude.

Il est à noter que des lacunes d'observation apparaissant dans la série de la wilaya de Batna.

3.1.1. Analyse et critique des données climatiques

Nous avons vérifié toutes les séries de données afin de procéder à des corrections des erreurs commises par les techniciens de l'enregistrement des données.

Puis, nous avons ordonné en colonnes les données mensuelles de station du l'O.N.M, car cette structure présente les données d'une période chronologique propre à une station selon l'année calendaire, alors que nous allons les présenté selon l'année agricole partir du mois de septembre jusqu'au mois de juin. Ce réarrangement est essentiel, surtout pour homogénéiser notre banque de donnée et procéder à des traitements statistiques par la suite. Ils existent plusieurs méthode de traitement, mais nous avons utilisé la méthode la plus simple ce qui s'appelle la méthode interpolation car les série pluviométrique qui nous avons étudié ne contient pas assez des lacunes.

3.1.1.1. Méthodes interpolation

Cette méthode consiste à reconstituer les lacunes au sein de la série climatique lorsque cette dernière ne contient pas assez des lacunes et la reconstitution du mois manquant se fait en tenant compte des valeurs des mois suivants et précédent le mois manquant par interpolation.

Pour le comblement des lacunes d'observation rencontrées dans les séries des précipitations nous n'avons pas opté pour la méthode utilisée par Rosenberg, mais nous avons utilisé les autres méthodes évoquées.

Exemple : combler des lacunes de la willaya du Batna du mois septembre (série statistique pluviométrique entre 1940-2004).

Sachant que entre 1940-2004 : il y'a 64 ans

La moyenne de la lacune : la somme des cumules pluviométrique du mois septembre entre 1940 et 2004/64

Si il y'a 7 lacune entre 1940 et 2004 (64ans) :

Donc : 64 ans -7 ans =57 ans et ;

La moyenne de la lacune : la somme des cumules pluviométrique du mois septembre entre 1940 et 2004/57

4. Méthodes statistiques descriptives utilisées

L'étude d'une série présuppose une analyse descriptive détaillée afin de mettre en évidence les faits stylisés.

On cherche en fait à décrire un échantillon en mettant en relief principales

Caractéristiques et propriétés de ce dernier. Il est fondamental de représenter les données dont nous disposons de façon à pouvoir analyser les trajectoires du processus sous-jacent.

Ceci nous donne une première indication des distributions statistiques uni variées et des statistiques de base caractérisant la série. Ensuite, il est utile de connaître la forme des distributions (Mouchiroud ; 2002).

4.1. Valeurs moyennes

Face à une distribution statistique, la première observation naturelle passe par la simplification de cette dernière : on tente de remplacer la complexité et la multiplicité des données par une caractéristique unique et centrale. Cependant, le remplacement d'un certain nombre de donnée par une seule notation implique la perte d'une certaine quantité d'information dans la connaissance de la série statistique. Dans notre cas, nous nous intéresserons principalement à une moyenne simple élémentaire (moyenne arithmétique) (Hakim B, 2011).

4.1.1. Moyenne arithmétique

Elle est de loin la plus utilisée, et la plus connue.

Soit un ensemble numérique X, à n éléments : $X = \{ X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \}$.

Par définition, pour une série numérique, la moyenne arithmétique se définit comme :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

4.1.2. Médiane

La médiane est une caractéristique de position. Elle donne lieu à des rangements et à des mises en ordre sur la série statistique.

Par définition, la médiane est le nombre occupant le milieu de la distribution statistique. Elle est souvent utilisée en présence de valeurs extrêmes (aberrantes).

Pour obtenir une médiane, il faut ranger en ordre croissant ou décroissant les nombres de la suite, et examiner la parité de la suite :

- si la suite possède un nombre impair d'éléments, soit $(2n+1)$, la médiane est constituée par le $(n+1)$ -ième élément,
- si la suite possède un nombre pair de terme, soit $(2n)$, la médiane est constituée par la moyenne arithmétique du (n) -ième élément et du $(n+1)$ -ième élément.

4.1.3. Mode

Le mode, Mo d'une série statistique est la valeur du caractère la plus fréquente ou dominante dans l'échantillon. Le mode correspond à la classe de fréquence maximale dans la distribution des fréquences.

On peut identifier le mode comme la valeur médiane de la classe de fréquence maximale ou bien effectuer une interpolation linéaire pour obtenir la valeur exacte du mode comme suit :

$$M_o = X_m \frac{i\Delta i}{\Delta i + \Delta s}$$

Avec :

X_m : limite inférieure de la classe d'effectif maximal ;

i : intervalle de classe $(X_{m+1} - X_m)$;

Δi : Ecart d'effectif entre la classe modale et la classe inférieure la plus proche ;

Δs : Ecart d'effectif entre la classe modale et la classe supérieure la plus proche.

4.2. Indicateur de dispersion :

Les indicateurs de dispersion ont pour objectif dans le cas d'un caractère quantitatif de caractériser la variabilité des données dans l'échantillon, et les plus fondamentaux entre ces indicateurs sont la variance observée, l'écart-type observé et le coefficient de variation.

4.2.1. Variance :

Soit un échantillon de n valeurs observées $X_1, X_2, \dots, X_i \dots X_n$ d'un caractère quantitatif X et, soit \bar{X} sa moyenne observée. On définit la variance observée notée V comme la moyenne arithmétique des carrés des écarts à la moyenne.

$$V^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

4.2.2. Ecarte type :

L'écart type correspond à la racine carrée de la variance

$$V = \sqrt{S^2}$$

4.2.3. Coefficient de variation

La variance et l'écart-type observée sont des paramètres de dispersion absolue qui mesurent la variation absolue des données indépendamment de l'ordre de grandeur des données.

Le coefficient de variation noté CV est un indice de dispersion égal à :

$$CV = \frac{100S}{\bar{X}}$$

5. Vision globale sur les outils utilisés

Le recours aux nouvelles technologies informatiques très importants pour représenter une variable synoptique à l'échelle d'une région parmi lesquels :

Excel : à l'aide duquel nous avons réalisé une étude graphique du paramètre climatique et nous avons réalisé une présentation graphique des indicateurs agronomiques (superficies et production du blé dur).

Statistica 5.1 : avec lequel nous avons réalisé le travail de comblement des lacunes existantes dans les séries de données.

Surfer 8.01 : Ce logiciel utilise pour la détermination du coefficient de variation, de l'écart type, détermine la valeur minimum et maximum d'une série pluviométrique annuelle et mensuelle, et saisonnière. Et la production annuelle du blé dur, calcule la médiane et le mode.

Résultats de discussion

1. Comblement des lacunes

Dans ce chapitre nous avons traité et comblé les lacunes d'une série pluviométrique à l'aide de méthode d'interpolation. Cette méthode consiste à reconstituer les lacunes au sein de la série climatique lorsque cette dernière ne contient pas assez des lacunes et la reconstitution du mois manquant se fait en tenant compte des valeurs des mois suivants et précédent le mois manquant par interpolation.

2. Les analyses statistiques des séries pluviométriques

2.1. Mesure statistique descriptives mensuelle et annuelle et saisonnière de la wilaya d'Oum el Bouaghui

Le tableau 6, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la wilaya d'Oum el Bouaghui pour le paramètre précipitations mensuelles. Nous pouvons observer clairement que les pluies commencent à partir du mois septembre terminent en mois de juin. Nous avons remarqué une homogénéité des valeurs qui convergent autour d'une moyenne mensuelle ;

Pour toute l'année étudiée égale à 32.04 mm. Les données sont comprises dans l'intervalle qui moyenne varie entre 23 et 40 mm. Par ailleurs, la valeur minimale est de 0 mm enregistré dans les mois février et avril et juin. La valeur maximale elle est de 151.9 mm enregistré au mois janvier. Le coefficient de la variation est élevé, il varie entre (0.5-1) indiquant une forte fluctuation des précipitations durant la période étudiée pour l'ensemble des mois.

Concernant la pluviométrie annuelle de la wilaya d'Oum el Bouaghui, elle est de 320.04 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 177.6 mm et elle a atteint une valeur maximale de 609.6 mm à un coefficient de la variation faible estimé à 0.39.

Par ailleurs le tableau 7, représente la pluviométrie saisonnière de la wilaya d'Oum el Bouaghui, plus pluvial dans la saison hivernale et printanière elles sont de 100 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 24.3 mm dans la saison automnale et printanière et elle a atteint une valeur maximale de 242.9 mm dans la saison hivernale à un coefficient de la variation faible varie entre (0.4-0.5).

Tableau 6. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la wilaya d'Oum el Bouaghui

Résultats Statistiques	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Annuelle
Moyenne	35.27	21.53	37.63	40.82	36.26	23.46	29.82	27.92	42.82	24.89	320.44
Minimum	3.2	3.9	5.6	5	6.8	0	10.5	0	2	0	177.6
Maximum	99.4	60.5	138.7	139	151.9	104	67.3	103.6	126.9	87	609.6
Ecarte type	27.70	15.49	35.42	33.03	34.28	23.93	17.45	23.35	32.48	22.34	127.01
Mode	35.28	21.53	37.63	40.82	36.26	23.46	29.82	27.92	42.82	24.9	320.44
Médiane	29.7	16.55	24.4	30.95	25	17.95	22.8	23.6	45.95	20	248.7
Coefficient de la variation	0.78	0.71	0.94	0.80	0.94	1.02	0.58	0.83	0.75	0.89	0.39

Tableau 7. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya d'Oum el Bouaghui

Les résultats Statistiques	Septembre- Octobre-Novembre	Décembre-Janvier- Février	Mars-Avril-Mai
Moyenne	94.44	100.54	100.55
Minimum	24.4	37.1	24.3
Maximum	231.3	242.9	198.9
Ecarte type	54.33	51.59	48.37
Mode	94.44	100.55	100.55
Médiane	76.7	93.15	95.25
Coefficient de la Variation	0.57	0.51	0.48

2.2. Mesure statistique descriptives mensuelle et annuelle et saisonnière de la willaya de Sétif

Le tableau 8, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la wilaya de Sétif pour le paramètre précipitations mensuelles. Nous pouvons observer clairement que les pluies commencent à partir du mois septembre et terminent en juin. Nous avons remarqué une homogénéité des valeurs qui convergent autour d'une moyenne mensuelle

Pour toute l'année étudiée, elle est égale à 37.83 mm. Les données sont comprises dans l'intervalle qui a une moyenne variant entre 20 et 49 mm. Par ailleurs, la valeur minimale est de 0 mm enregistrée dans le mois juin. La valeur maximale est de 133 mm enregistrée au mois décembre. Le coefficient de variation est élevé, il varie entre (0.5-0.8) indiquant une forte fluctuation des précipitations durant la période étudiée pour l'ensemble des mois.

Concernant la pluviométrie annuelle de la wilaya de Sétif, elle est de 378 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée à 247.3 mm et elle a atteint une valeur maximale de 540 mm à un coefficient de variation faible estimé à 0.22.

Par ailleurs, le tableau 9, représente la pluviométrie saisonnière de la wilaya de Sétif, plus pluvieuse dans la saison hivernale elle est de 123.59 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée à 32.1 mm dans la saison printanière et elle a atteint une valeur maximale de 249.3 mm dans la saison hivernale à un coefficient de variation faible variant entre (0.3-0.4).

Tableau 8. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Sétif

Résultats Statistiques	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Annule
Moyenne	47.27	33.15	37.54	49.50	43.12	30.96	34.66	35.79	45.51	20.86	378.38
Minimum	0.6	1.2	5.6	8.4	5.9	3.6	2.7	8.4	2.7	0	247.3
Maximum	120	88.6	101.7	133	130.7	92.4	88.8	87.7	101.2	61.8	540
Ecarte type	33.89	22.78	23.03	32.95	33.53	23.11	25.95	20.85	28.49	17.62	85.87
Mode	47.27	33.15	37.54	49.5	43.125	30.96	34.66	35.8	45.515	20.86	378.38

Médiane	41.9	32.1	36.1	38.1	33.4	27.25	28	28.55	50.1	19.55	391.1
Coefficient de la Variation	0.71	0.68	0.61	0.66	0.77	0.74	0.74	0.58	0.62	0.84	0.22

Tableau 9. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Sétif

Les résultats Statistiques	Septembre- Octobre-Novembre	Décembre-Janvier- Février	Mars-Avril-Mai
Moyenne	117	123.59	115.97
Minimum	38.7	66.9	32.1
Maximum	199	249.3	187.1
Ecarte type	44.86	45.99	53.6
Mode	117.99	123.59	115.97
Médiane	103.85	114.6	119.7
Coefficient de la Variation	0.38	0.37	0.46

2.3. Mesure statistique descriptives mensuelle et annuelle et saisonnière de la willaya de Constantine

Le tableau 10, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la willaya de Constantine pour le paramètre précipitations mensuelles. Nous pouvons observer clairement que les pluies commencent à partir du mois septembre et terminent en mois de juin. Nous avons remarqué une homogénéité des valeurs qui convergent autour d'une moyenne mensuelle pour toute l'année étudiée égale à 50.6 mm. Les données sont comprises dans l'intervalle qui moyenne varie entre 37 et 60mm. Par ailleurs, la valeur minimale est de 0mm enregistré dans les mois février et juin. La valeur maximale est de 231.2mm enregistré au mois de septembre. Le coefficient de la variation est élevé, il varie entre (0.6-1) indiquant une forte fluctuation des précipitations durant la période étudiée pour l'ensemble des mois.

Concernant la pluviométrie annuelle de la willaya de Constantine, elle est de 506.75 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 319mm et elle a atteint une valeur maximale de 744.7mm à un coefficient de la variation faible estimé à 0.22.

Le tableau 11, montre la pluviométrie saisonnière de la willaya de Constantine, la saison la plus pluvieuse c'est la saison hivernale elle est de 159.16 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 50.8 mm dans la saison automnale et elle a atteint une valeur maximale de 323mm dans la saison automnale, à un coefficient de la variation faible varie entre (0.3-0.5).

Tableau 10. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Constantine

Résultats Statistiques	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Annule
Moyenne	52.77	43.9	44.48	63.7	58.73	36.73	57.91	41.22	58.51	48.79	506.75
Minimum	3.1	4.1	14.3	6.3	7.1	0	15.4	10	5.9	0	319
Maximum	231.2	180.6	132.4	192.7	216.1	127	157.4	134.5	142.9	181.2	744.7
Ecarte type	51.21	39.07	33.08	47.95	43.69	31.28	35.27	27.18	44.98	50.39	114.30
Mode	52.775	43.9	44.48	63.7	58.73	36.73	57.915	41.22	58.51	48.79	506.76
Médiane	37.05	43.9	36.65	48.7	52.9	31.45	50.8	36.7	42.25	34.15	492.8
Coefficient de la Variation	0.97	0.89	0.74	0.75	0.74	0.85	0.6	0.65	0.76	1.03	0.22

Tableau 11. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Constantine

Les résultats Statistiques	Septembre- Octobre-Novembre	Décembre-Janvier- Février	Mars-Avril-Mai
Moyenne	141.15	159.16	157.65
Minimum	50.8	52.7	51.6
Maximum	323	278.8	281.3
Ecarte type	74.06	66.42	61.19
Mode	141.16	159.16	157.65
Médiane	134.95	152	147
Coefficient de la Variation	0.52	0.41	0.38

2.4. Mesure statistique descriptives mensuelle et annuelle et saisonnière de la willaya de Bordj Boueriridj

Le tableau 12, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la wilaya de Bordj Boueriridj pour le paramètre précipitations mensuelles. Nous pouvons observer clairement que les pluies commencent à partir du mois septembre et terminent en juin. Nous avons remarqué une homogénéité des valeurs qui convergent autour d'une moyenne mensuelle pour toute l'année étudiée égale à 33.84mm. Les données sont comprises dans l'intervalle qui moyenne varie entre 22 et 48mm. Par ailleurs, la valeur minimale est de 0.3 mm enregistré dans les mois octobre et février. La valeur maximale est de 139.6mm enregistré au mois de septembre. Le coefficient de la variation est élevé, il varie entre (0.6-0.9) indiquant une forte fluctuation des précipitations durant la période étudiée pour l'ensemble des mois.

Concernant la pluviométrie annuelle de la willaya de Bordj Boueriridj, elle est de 338.48 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 195.1 mm et elle a atteint une valeur maximale de 517 mm à un coefficient de la variation faible estimé à 0.24.

Le tableau 13, montre la pluviométrie saisonnière de la willaya de Bordj Bouerirdj, la saison la plus pluvial c'est la saison automnal elle est de 107.95 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimal estimée 12.3 mm dans la saison automnal et elle a atteint une valeur maximale de 229.8mm dans la saison automnal, à un coefficient de la variation faible varie entre (0.3-0.5).

Tableau 12. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Bordj Boueriridj

Résultats Statistiques	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Annule
Moyenne	47.43	29.27	25.3	38.15	38.43	22.89	44.52	28.72	34.71	32.23	338.48
Minimum	1	0.3	3.2	10.4	5	0.3	9.8	4.7	2.9	1.1	195.1
Maximum	139.6	86.4	54.3	84.5	113.6	56.3	109.5	81.4	83	79.3	517
Ecarte type	37.83	24.36	15.83	24.50	31.4	15.71	26.71	21.79	23.03	29.84	83.18
Mode	47.43	29.28	25.31	38.15	38.43	22.9	44.52	28.72	34.71	32.23	333.48
Médiane	38	20.4	24.75	30	32.75	21.75	39.2	22.4	36.4	21.05	325.8
Coefficient de la variation	0.79	0.83	0.62	0.64	0.81	0.68	0.6	0.75	0.66	0.92	0.24

Tableau 13. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Bordj Boueriridj

Les résultats Statistiques	Septembre-Octobre-Novembre	Décembre-Janvier-Février	Mars-Avril-Mai
Moyenne	102.01	99.49	107.95
Minimum	12.3	22.4	27.1
Maximum	229.8	215.8	179.3
Ecarte type	54.85	49.64	40.81
Mode	102.02	99.49	107.96
Médiane	84.05	89.4	102.5
Coefficient de la Variation	0.53	0.49	0.37

2.5. Mesure statistique descriptives mensuelle et annuelle et saisonnière de la willaya de Batna

Le tableau 14, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la wilaya de Batna pour le paramètre précipitations mensuelles. Nous pouvons observer clairement que les pluies commence à partir du mois septembre termine en mois du juin. Nous avons remarqué une homogénéité des valeurs qui convergent autours d'une moyenne mensuelle pour toute l'année étudié égale à 35.04mm. Les données sont comprises dans l'intervalle qui moyenne varie entre 20 et 46mm. Par ailleurs, la valeur minimale est de 0mm enregistré dans les mois février et juin. La valeur maximale elle est de 137.2 mm enregistré au mois de septembre. Le coefficient de la variation set élevé, il varie entre (0.7-1) indiquant une forte fluctuation des précipitations durant la période étudié pour l'ensemble des mois.

Concernant la pluviométrie annuelle de la willaya de Batna, elle est de 350.41mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 111.5mm et elle a atteint une valeur maximale de 574.5mm, à un coefficient de la variation faible estimé à 0.36.

Le tableau 15, montre la pluviométrie saisonnière de la willaya de Batna, la saison la plus pluvial c'est la saison automnal elle est de 111.91 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimal estimée 23.9mm dans la saison hivernal et elle a atteint une valeur maximale de 264.5mm dans la saison automnal. Le coefficient de la variation set élevé, il varie entre (0.5-0.6) indiquant une forte fluctuation des précipitations durant la période étudié pour l'ensemble des saisons.

Tableau 14. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la willaya de Batna

Résultats Statistiques	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Annule
Moyenne	46.46	27.14	38.3	45.68	36.26	20.73	31.76	35.67	43.07	25.31	350.41
Minimum	4.7	4.6	0.4	9.1	4	0	4.6	3.6	5.7	0	111.5
Maximum	137.2	84.2	96.9	116.9	129.6	87.3	103.2	97.2	117.1	93.9	574.5
Ecarte type	36.25	23.50	33.79	32.02	37.24	20.33	25.74	26.57	31.59	24.45	128.34
Mode	46.46	27.14	38.3	45.68	36.265	20.73	31.765	35.67	43.07	25.32	350.41
Médiane	43.95	21.2	25.15	40.75	25.35	14.4	21.25	38.3	34.95	14.65	350.35
Coefficient de la variation	0.7803	0.86591	0.88245	0.70099	1.02705	0.98091	0.81058	0.74497	0.73352	0.96589	0.36628

Tableau 15. Représente les mesures descriptives saisonnières de la willaya de Batna

Les résultats Statistiques	Septembre-Octobre-Novembre	Décembre-Janvier-Février	Mars-Avril-Mai
Moyenne	111.91	102.68	110.5
Minimum	25.5	23.9	39.2
Maximum	264.5	220.5	261.4
Ecarte type	174.5	141.61	135.42
Mode	111.91	102.68	110.5
Médiane	113.5	100.35	82.3
Coefficient de la variation	0.55	0.52	0.61

2.6. Mesure statistique descriptives mensuelle et annuelle et saisonnière de la région des hauts plateaux

Le tableau 16, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la région des hauts plateaux pour le paramètre précipitations mensuelles. Nous pouvons observer clairement que les pluies commence à partir du mois septembre termine en mois du juin. Nous avons remarqué une homogénéité des valeurs qui convergent autours d'une moyenne mensuelle pour toute l'année étudié égale à 187.36mm. Les données sont comprises dans l'intervalle qui moyenne varie entre 134 et 224mm. Par ailleurs, la valeur minimale est de 39.7mm enregistré dans le mois octobre. La valeur maximale elle est de 538.1mm enregistré

au mois de septembre. Le coefficient de la variation est modérée, il varie entre (0.3-0.6) indiquant une forte fluctuation des précipitations durant la période étudiée pour l'ensemble des mois.

Concernant la pluviométrie annuelle de la région des hauts plateaux, elle est de 374.6mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 257.44mm et elle a atteint une valeur maximale de 516.94mm, à un coefficient de la variation faible estimé à 0.1.

Le tableau 17, montre la pluviométrie saisonnière de la région des hauts plateaux, la saison la plus pluviale c'est la saison printanière elle est de 118.53 mm pour les pluies moyennes et une valeur minimale estimée 72.84mm dans la saison automnale et elle a atteint une valeur maximale de 167.52mm aussi dans la saison automnale. Le coefficient de la variation faible 0.2 pour les trois saisons que nous étudions.

Tableau 16. Représente les mesures descriptives annuelles et mensuelles de la région des hauts plateaux

Résultats Statistiques	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Annule
Moyenne	44.01	31	36.65	44.57	42.55	134.78	26.95	33.86	44.92	30.41	374.6
Minimum	46.7	39.7	47.5	81.8	67.8	56.5	107.8	74.4	53.8	42.5	257.44
Maximum	436.1	380.3	391.1	496.8	538.1	283.2	388.9	268.5	367.7	428.2	516.94
Ecarte type	113.51	84.84	88.43	126.99	94.59	66.67	75.04	60	92.63	101.81	319.46
Mode	220.05	155.01	183.25	222.86	212.79	134.79	198.69	169.33	224.64	152.09	1873.52
Médiane	191.45	135.9	167.1	192.15	211.85	110.1	180.35	171.15	234.35	127	1834.05
Coefficient de la variation	0.51	0.54	0.48	0.56	0.44	0.49	0.37	0.35	0.41	0.66	0.17

Tableau 17. Représente les mesures descriptives saisonnières de la région des hauts plateaux

Les résultats Statistiques	Septembre- Octobre-Novembre	Décembre-Janvier- Février	Mars-Avril-Mai
Moyenne	111.66	114.14	118.53
Minimum	72.84	76.86	76.86
Maximum	167.52	154.76	154.76
Ecarte type	174.5	141.61	135.42
Mode	570.47	592.65	592.65
Médiane	540.1	589	589
Coefficient de la variation	0.24	0.22	0.22

3. Les analyses statistiques des indicateurs des productions

3.1. L'analyse statistique de la production de la willaya d'Oum el Bouaghui

Le tableau 18, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la willaya d'Oum el Bouaghui pour le paramètre production annuelle. Nous pouvons observer la moyenne de la

production du blé dur elle est de 40881T et une production minimale estimée 25615T, elle a atteint une valeur maximale 1085000T. Le coefficient de la variation élevée elle est de 0.85 indique une forte fluctuation de la production du blé dur durant la période étudiée.

Tableau 18. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya d'Oum el Bouaghui

Résultats statistiques	Annuelles
Moyenne	40881.81
Minimum	25615
Maximum	1085000
Ecarte type	37202.83
Mode	430282
Médiane	316620
Coefficient de la variation	0.85

3.1. L'analyse statistique de la production de la willaya de Sétif

Le tableau 19, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la willaya de Sétif pour le paramètre production annuelle. Nous pouvons observer la moyenne de la production du blé dur elle est de 461847.2T et une production minimale estimée 22578T, elle a atteint une valeur maximale 218500T. Le coefficient de la variation élevée elle est de 0.76 indique une forte fluctuation de la production du blé dur durant la période étudiée.

Tableau 19. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya de Sétif

Résultats statistiques	Annuelles
Moyenne	61847.20
Minimum	22578
Maximum	218500
Ecarte type	46932.87
Mode	61487.2
Médiane	49426.5
Coefficient de la variation	0.76

3.3. L'analyse statistique de la production de la willaya de Constantine

Le tableau 20, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la willaya de Constantine pour le paramètre production annuelle. Nous pouvons observer la moyenne de la production du blé dur elle est de 34775.70T et une production minimale estimée 15730T, elle a atteint une valeur maximale

60856T. Le coefficient de la variation elle est de 0.37 indique une faible fluctuation de la production du blé dur durant la période étudié.

Tableau 20. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya de Constantine

Résultats statistiques	Annuelles
Moyenne	34775.70
Minimum	15730
Maximum	60856
Ecarte type	12935.57
Mode	34775.7
Médiane	32507.5
Coefficient de la variation	0.37

3.4. L'analyse statistique de la production de la willaya de Bordj Boueriridj

Le tableau 21, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la willaya de Bordj Boueriridj pour le paramètre production annuelle. Nous pouvons observer la moyenne de la production du blé dur elle est de 32630.18T et une production minimale estimé 2650T, elle a atteint une valeur maximale 86200T. Le coefficient de la variation élevée elle est de 0.68 indique une forte fluctuation de la production du blé dur durant la période étudié.

Tableau 21. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la willaya de Bordj Boueriridj

Résultats statistiques	Annuelles
Moyenne	32630.18
Minimum	2650
Maximum	86200
Ecarte type	22392.12
Mode	32630.18
Médiane	32011.5
Coefficient de la variation	0.68

3.5. L'analyse statistique de la production de la willaya de Batna.

Le tableau 22, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la willaya de Batna pour le paramètre production annuelle. Nous pouvons observer la moyenne de la production du blé

dur elle est de 265556.11T et une production minimale estimée 388T, elle a atteint une valeur maximale 85270.4T. Le coefficient de la variation élevée elle est de 1 indique une forte fluctuation de la production du blé dur durant la période étudiée.

Tableau 22. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la wilaya de Batna

Résultats statistiques	Annuelles
Moyenne	265556.11
Minimum	388
Maximum	85270.4
Ecarte type	26905.15
Mode	26556.11
Médiane	15519.5
Coefficient de la variation	1.01

3.6. L'analyse statistique de la production de la région des hauts plateaux

Le tableau 23, montre l'ensemble des mesures statistiques descriptives de la période (1985-2004) de la région des hauts plateaux pour le paramètre production annuelle. Nous pouvons observer la moyenne de la production du blé dur elle est de 200712.9T et une production minimale estimée 541900T, elle a atteint une valeur maximale 5137000T. Le coefficient de la variation élevée elle est de 0.66 indique une forte fluctuation de la production du blé dur durant la période étudiée

Tableau 23. Représente les mesures descriptives annuelles de la production de la région des hauts plateaux

Résultats statistiques	Annuelles
Moyenne	40142.58
Minimum	541900
Maximum	5137000
Ecarte type	133398.1
Mode	2007128.8
Médiane	15316600
Coefficient de la variation	0.66

4. Description les données des précipitations annuelles

Il est utile de noter qu'il existe une variabilité des hauteurs pluviométriques annuelles et mensuelles et saisonnières. Pour cette raison, nous avons décrit les données de précipitations d'une façon individuelles.

Les figure 9, 10, 11, 12, 13,14, représentent les mesures des hauteurs des pluies relevé au niveau des cinq willayas et aussi pour l'ensemble de la région des hauts plateaux Est durant la période étudiée. Ces figures montrent que les cumules des précipitations moyennes annuelles varient d'une année à une autre. Cette fluctuation pluviométrique est marquée par périodicité variant d'une wilaya à une autre (3-4 année). Les hauteurs moyennes de précipitation pour les 5 willayas varient entre 310mm-500mm. Et pour la moyenne annuelle de précipitation de la région des hauts plateaux elle est de 374.6mm. En ce qui concerne la willaya d'Oum el Bouaghui, la première décennie de la période d'étude (1985-1994) se caractérise par une période sèche. Par ailleurs, la deuxième décennie (1995-2004) elle est plus au moins pluvieuse.

Finalement remarquons la plus part des années dans la région des hauts plateaux sont en dessous de la moyenne, passe par une longue période sèche.

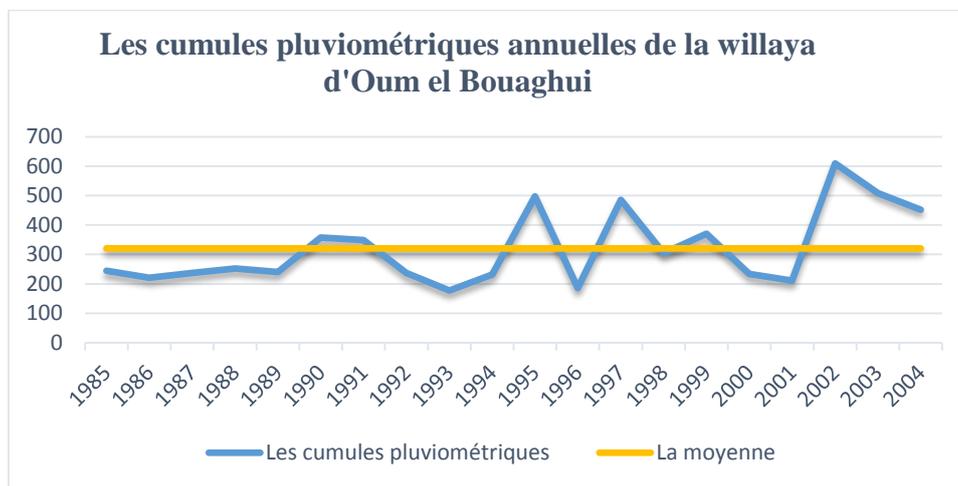


Figure 9. Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya d'Oum el Bouaghui

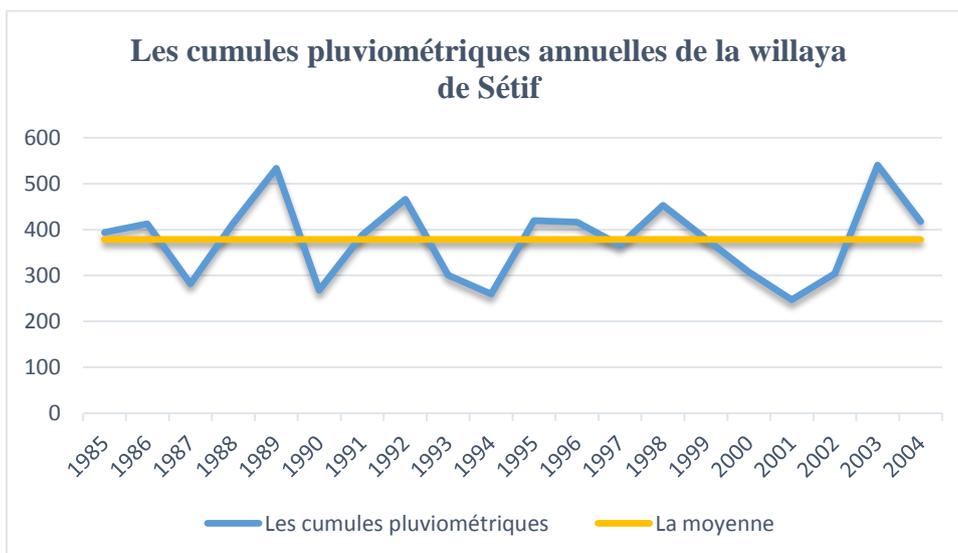


Figure 10. Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya de Sétif

Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya de Constantine

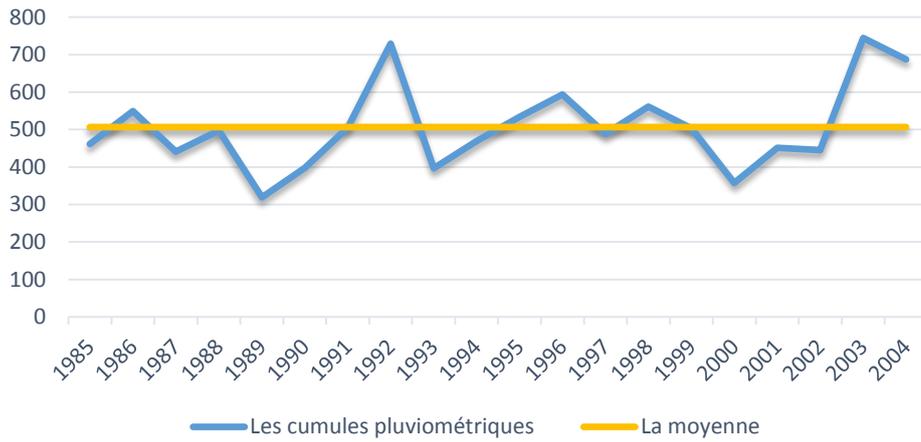


Figure 11. Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya de Constantine

Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya de Bordj Boueriridj

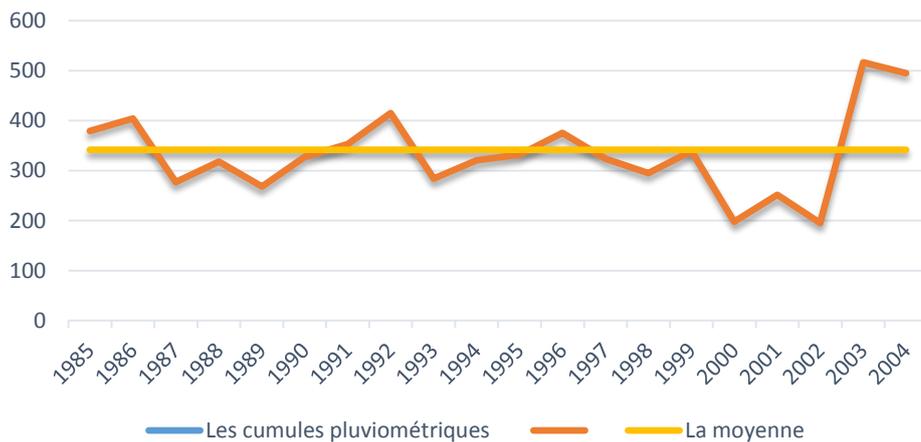


Figure 12. Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya de Bordj Boueriridj

Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya de Batna

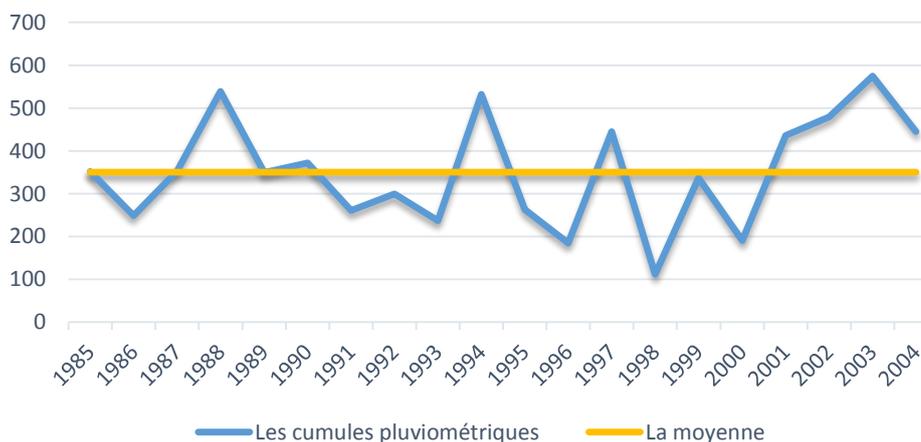


Figure 13. Les cumules pluviométriques annuelles de la willaya de Batna

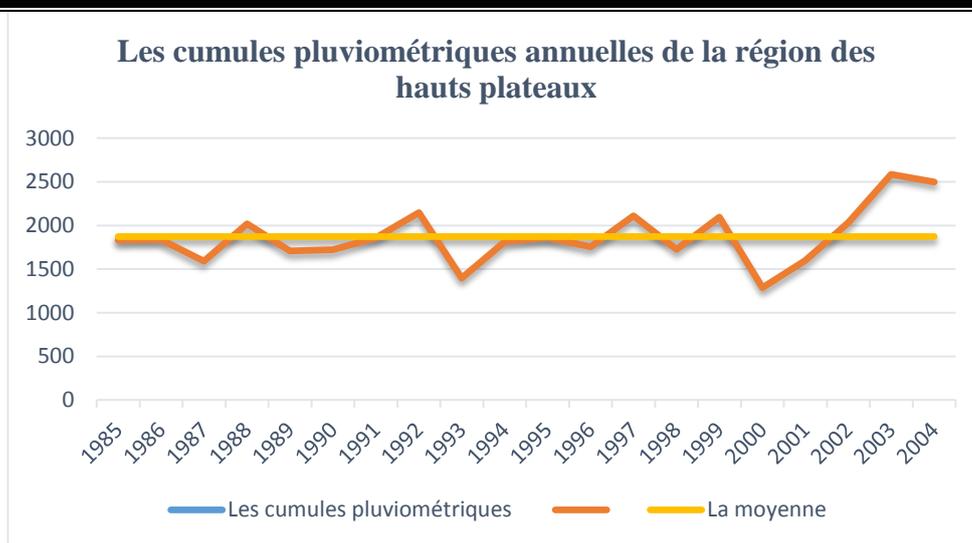


Figure 14. Les cumules pluviométriques annuelles de la région des hauts plateaux

5. Les classes pluviométriques annuelles

En référence à ce qu'a été synthétisé dans la bibliographie concernant les besoins en eau des blés, la quantité d'eau nécessaire pour un développement optimum la culture du blé dur varient entre 420 mm 450mm.

5.1. Les classes pluviométriques annuelles de willaya d'Oum el Bouaghui

La figure 15, présente la répartition des précipitations par classe d'année (1985-2004) de la willaya d'Oum el Bouaghui, la figure montre qui existe 13 années en dessus de la moyenne, 5 années proches à la moyenne et 2 années au-dessus de la moyenne.

Nous concluons que sur 20 ans, 13 années inférieures aux besoins en eau du blé dur, 7 années dépassent ou égale besoins en eau du blé. La fréquence de retour des années sèches est grande nous conduisant à dire que les besoins en eau du blé dur ne sont pas satisfait (la majorité d'année en dessous de la moyenne). Nous pouvons dire que la willaya d'Oum el Bouaghui n'est pas une wilaya à vocation de blé dur sauf par irrigation d'appoint, néanmoins, les orges sont recommandées dans cette wilaya.

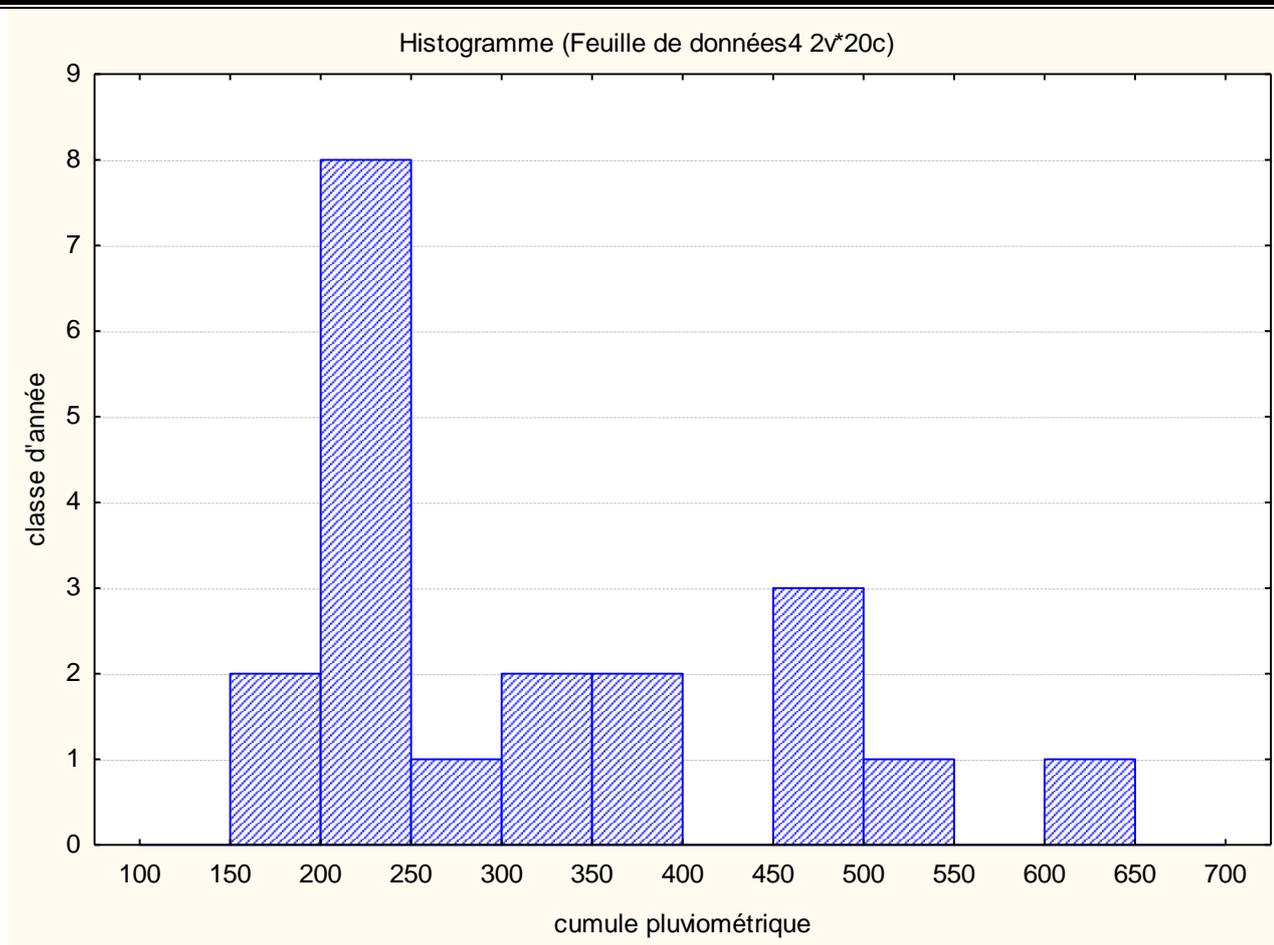


Figure 15. Les hauteurs des cumules pluviométriques annuelles de la willaya d'Oum el Bouaghui

5.2. Les classes pluviométriques annuelles de willaya de Sétif

La figure 16, présente la répartition des précipitations par classe d'année (1985-2004) de la willaya de Sétif, la figure montre qu'il existe 7 années en dessous de la moyenne, 11 années proches à la moyenne et 2 années au-dessus de la moyenne.

Nous concluons que sur 20 ans, 7 années inférieures aux besoins en eau du blé dur, 13 années dépassent ou égale besoins en eau du blé. La fréquence de retour des années pluviales est grande nous conduisant à dire que les besoins en eau du blé dur sont satisfaits (la majorité d'années au-dessous de la moyenne). Nous pouvons dire que la willaya de Sétif est une wilaya à vocation de blé dur.

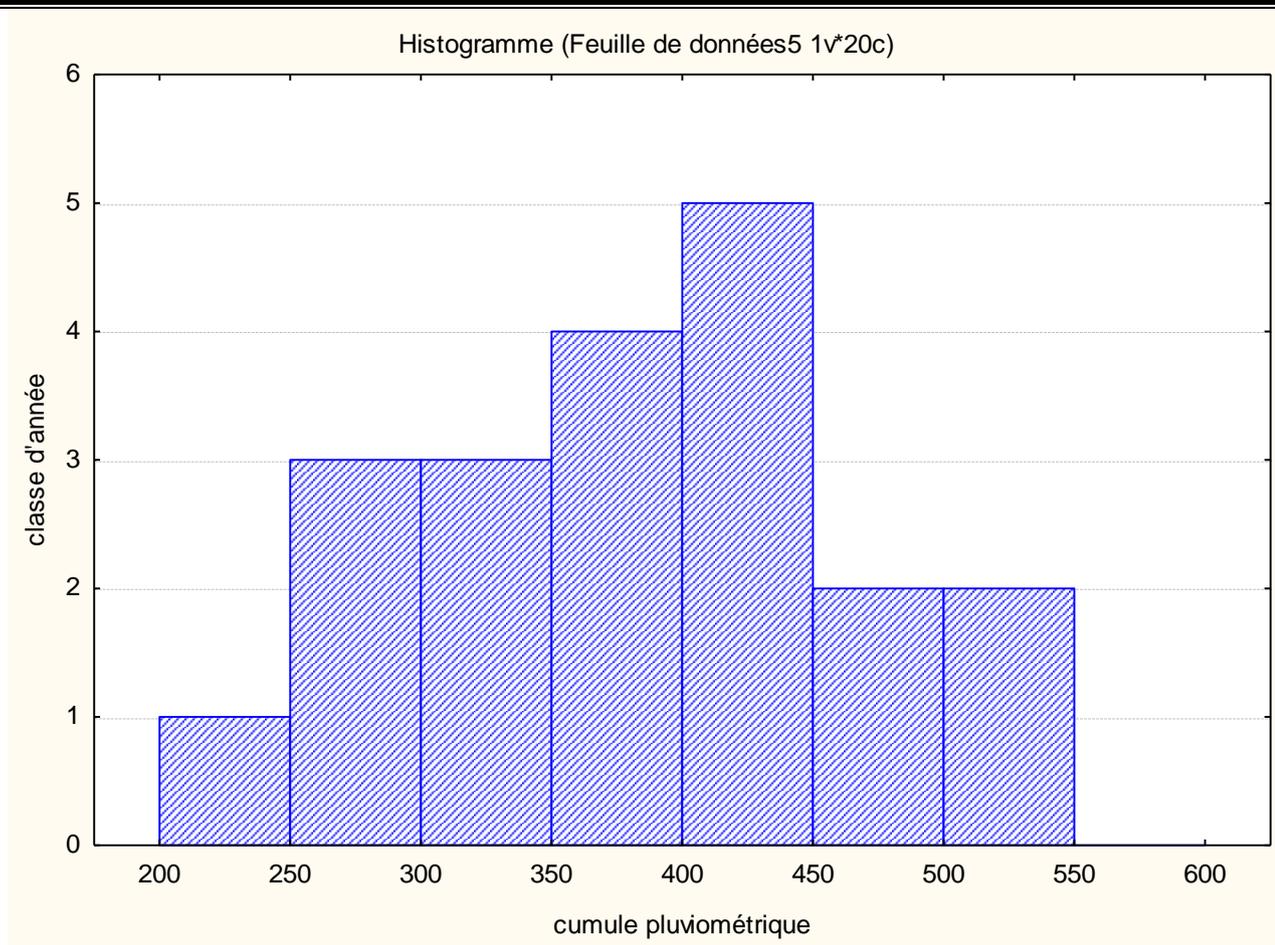


Figure16.

Représente les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la willaya de Sétif

5.3. Les classes pluviométriques annuelles de willaya de Constantine

La figure 17, présente la répartition des précipitations par classe d'année (1985-2004) de la willaya de Constantine, la figure montre qu'il existe 1 année en dessous de la moyenne, 10 années proches à la moyenne et 9 années au-dessus de la moyenne.

Nous concluons que sur 20 ans, 1 années inférieures aux besoins en eau du blé dur, 19 années dépassent ou égale besoins en eau du blé. La fréquence de retour des années pluvial est grande nous conduisant à dire que les besoins en eau du blé dur sont satisfait (la majorité d'année au-dessus de la moyenne). Nous pouvons dire que la willaya de Constantine une wilaya à vocation de blé dur.

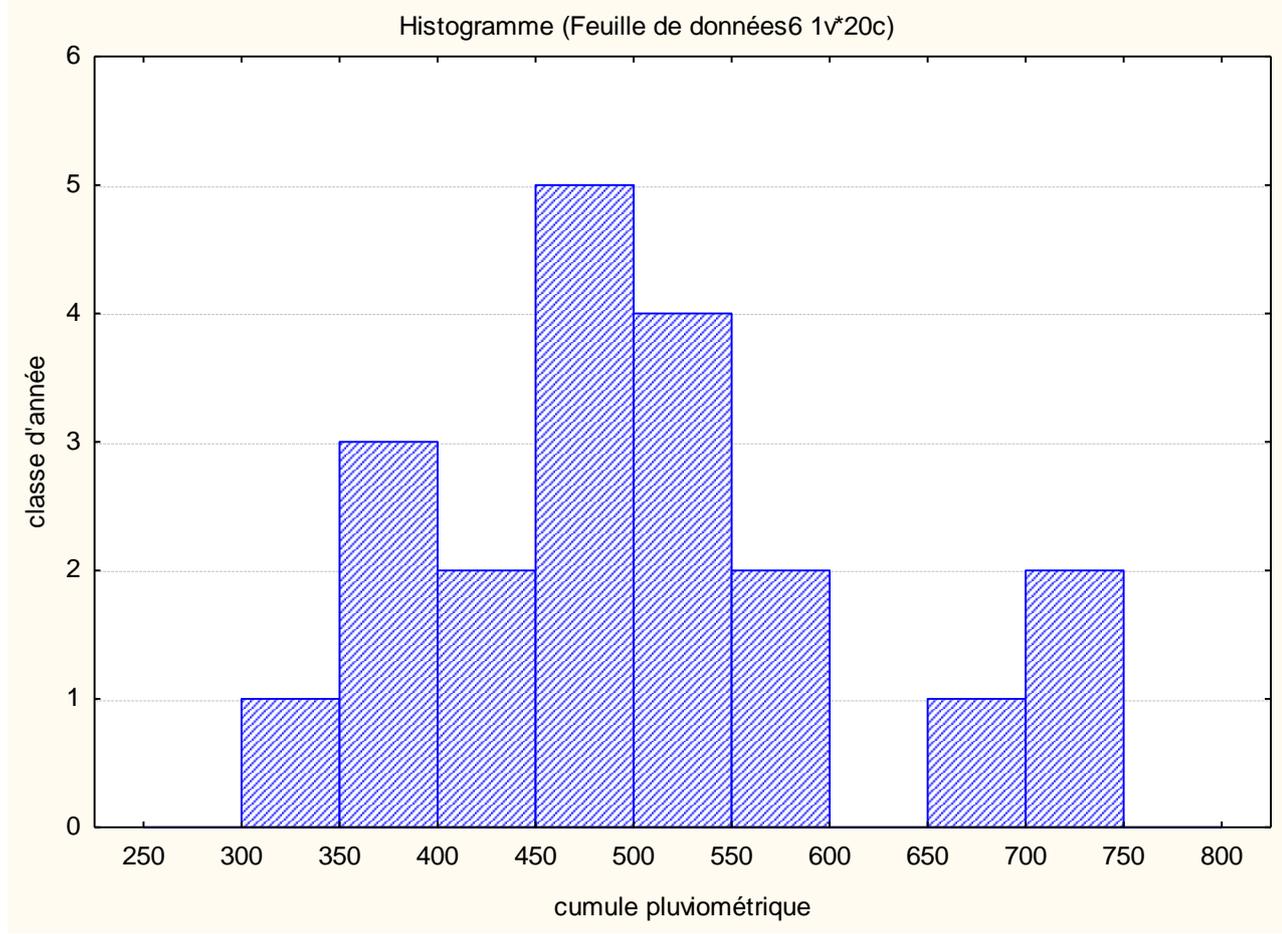


Figure 17. Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la willaya de Constantine

5.4. Les classes pluviométriques annuelles de willaya de Bordj Boueriridj

La figure 18, présente la répartition des précipitations par classe d'année (1985-2004) de la willaya de Bordj Boueriridj, la figure montre qui existe 12 années en dessus de la moyenne, 7 années proches à la moyenne et 1 année au-dessus de la moyenne.

Nous concluons que sur 20 ans, 12 années inférieures aux besoins en eau du blé dur, 8 années dépassent ou égale besoins en eau du blé. La fréquence de retour des années sèches est grande nous conduisant à dire que les besoins en eau du blé dur ne sont pas satisfait (la majorité d'année en dessous de la moyenne). Nous pouvons dire que la willaya de Bordj Boueriridj n'est pas une wilaya à vocation de blé dur sauf par irrigation d'appoint, néanmoins, les orges sont recommandées dans cette wilaya.

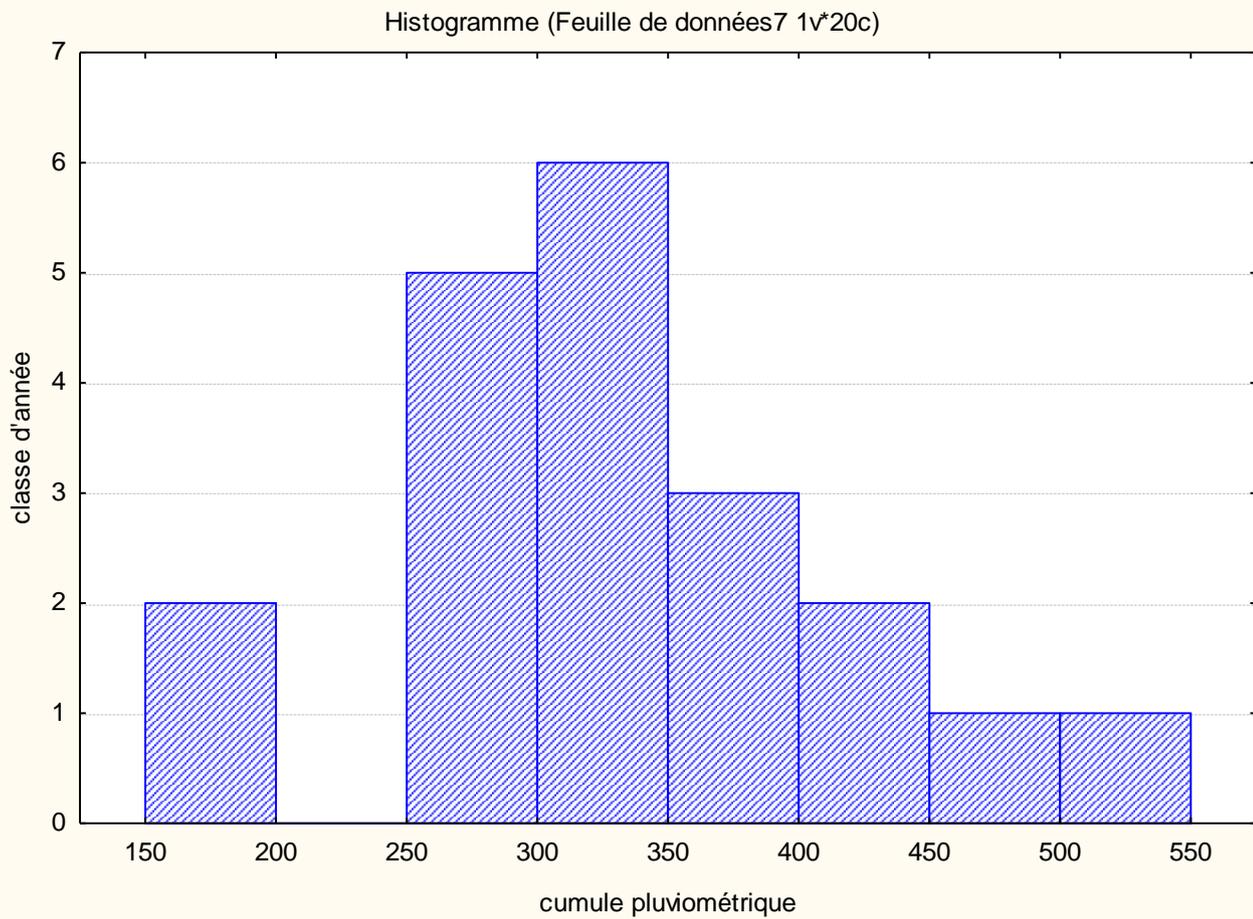


Figure 18.

**Les hauteurs des cumules pluviométriques annuelles de la willaya de
Bordj Boueriridj**

5.5. Les classes pluviométriques annuelles de willaya de Batna

La figure 19, présente la répartition des précipitations par classe d'année (1985-2004) de la willaya du Batna, la figure montre qu'il existe 10 années en dessous de la moyenne, 7 années proches à la moyenne et 3 années au-dessus de la moyenne.

Nous concluons que sur 20 ans, 10 années inférieures aux besoins en eau du blé dur, 10 années dépassent ou égale besoins en eau du blé. Montre que il existe une égalité, donc La fréquence de retour des années pluvial est grande nous conduisant à dire que les besoins en eau du blé dur sont satisfait (la majorité d'année au-dessous de la moyenne). Nous pouvons dire que la willaya de Batna une wilaya à vocation de blé dur.

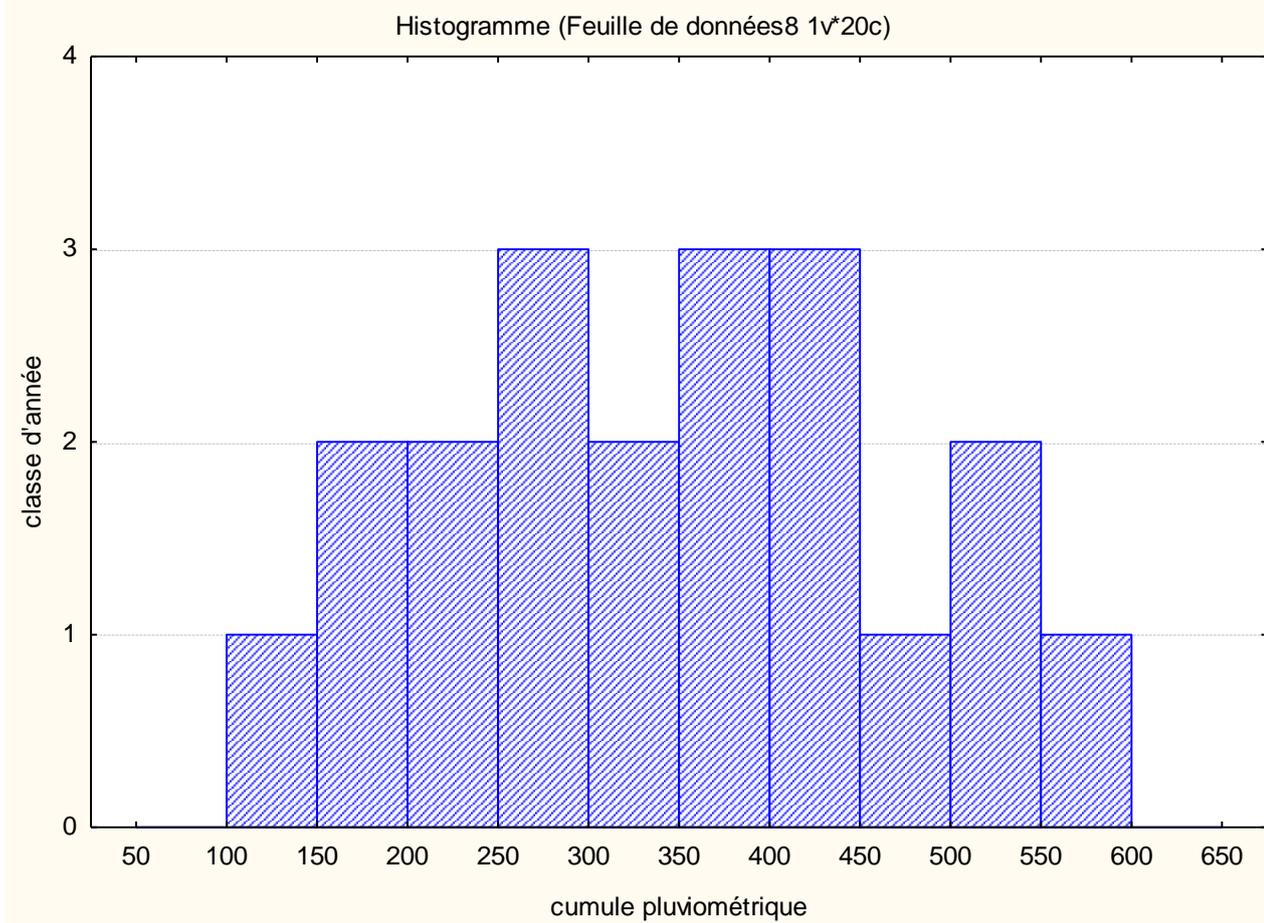


Figure 19.

Représente les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la willaya du Batna

5.6. Les classes pluviométriques annuelles de la région des hauts plateaux

La figure 20, présente la répartition des précipitations par classe d'année (1985-2004) de la région des hauts plateaux, la figure montre qu'il existe 8 années en dessous de la moyenne, 5 années proches à la moyenne et 7 années au-dessus de la moyenne.

Nous concluons que sur 20 ans, 8 années inférieures aux besoins en eau du blé dur, 12 années dépassent ou égale besoins en eau du blé. La fréquence de retour des années pluviales est grande nous conduisant à dire que les besoins en eau du blé dur sont satisfaits (la majorité d'années au-dessous de la moyenne). Nous pouvons dire que la région des hauts plateaux est une région à vocation de blé dur.

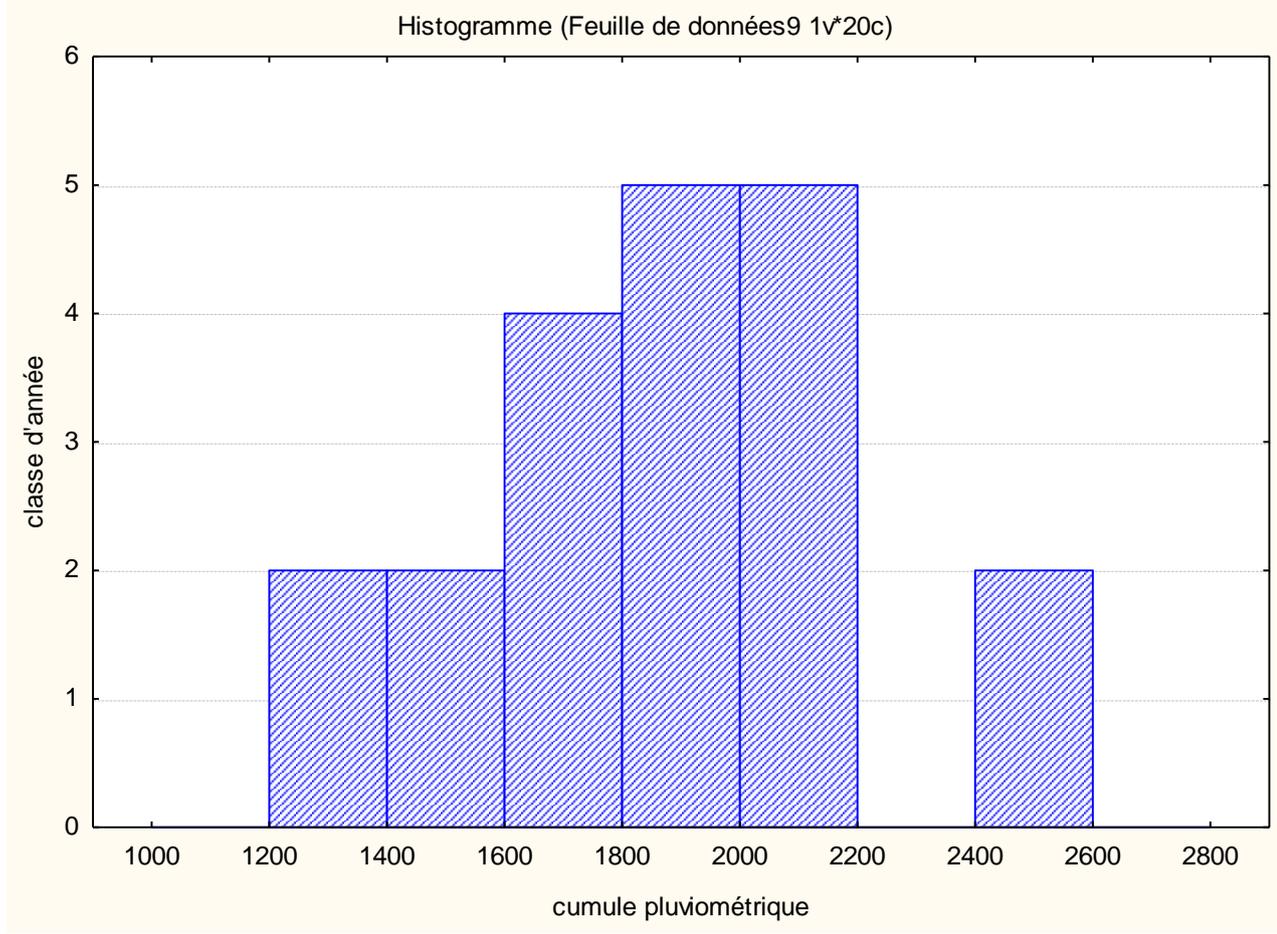


Figure 20.

Les hauteurs des cumules pluviométrique annuelles de la région des haut plateaux

6. Les classes pluviométriques mensuelles

Nous avons procéder les hauteurs moyennes pluviométriques mensuelles au cours de la période étudiée (1985-2004) willaya par willaya. Les pluies commencent général en moi septembre et terminent en moi mai.

6.1. Les classes pluviométriques mensuelles de la willaya d'Oum el Bouaghui

Les moyennes pluviométriques mensuelles de la willaya d'Oum el Bouaghui des mois septembre-octobre-novembre correspondant les premiers mois de l'année agricole sont pour la plupart faible, les moyennes de 35mm, 21mm, 37mm respectivement des mois septembre, octobre, novembre. Le moi novembre la plus pluvieux par rapport le mois septembre et octobre la plus faible.

Durant le moi septembre nous observons que 4 années sur 20 sont proches à la moyenne (35 mm), 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 années au-dessus de la moyenne.

Durant le moi octobre nous observons que 6année sur 20 sont proche à la moyenne (21mm) ,8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 années au-dessus de la moyenne.

Durant le moi novembre nous observons que 6 sur 20 années sont proche à la moyenne (37mm) ,6 années sont sèche en dessous de la moyenne et 8 années au-dessus de la moyenne.



Figure 21.

**Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya
d'Oum el Bouagui**

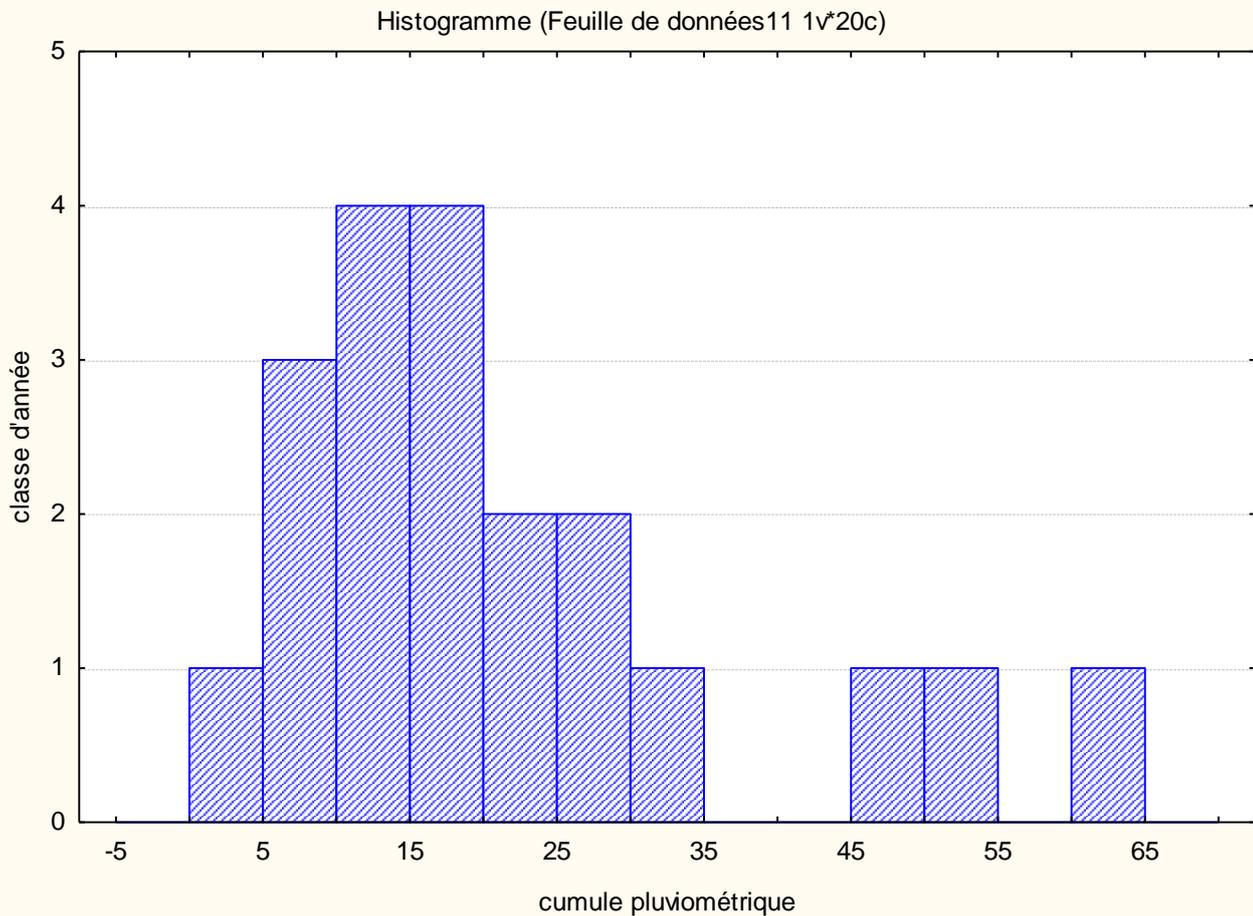


Figure 22.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois Octobre de la willaya d'Oum el Bouagui

Histogramme (Feuille de données12 1v*20c)

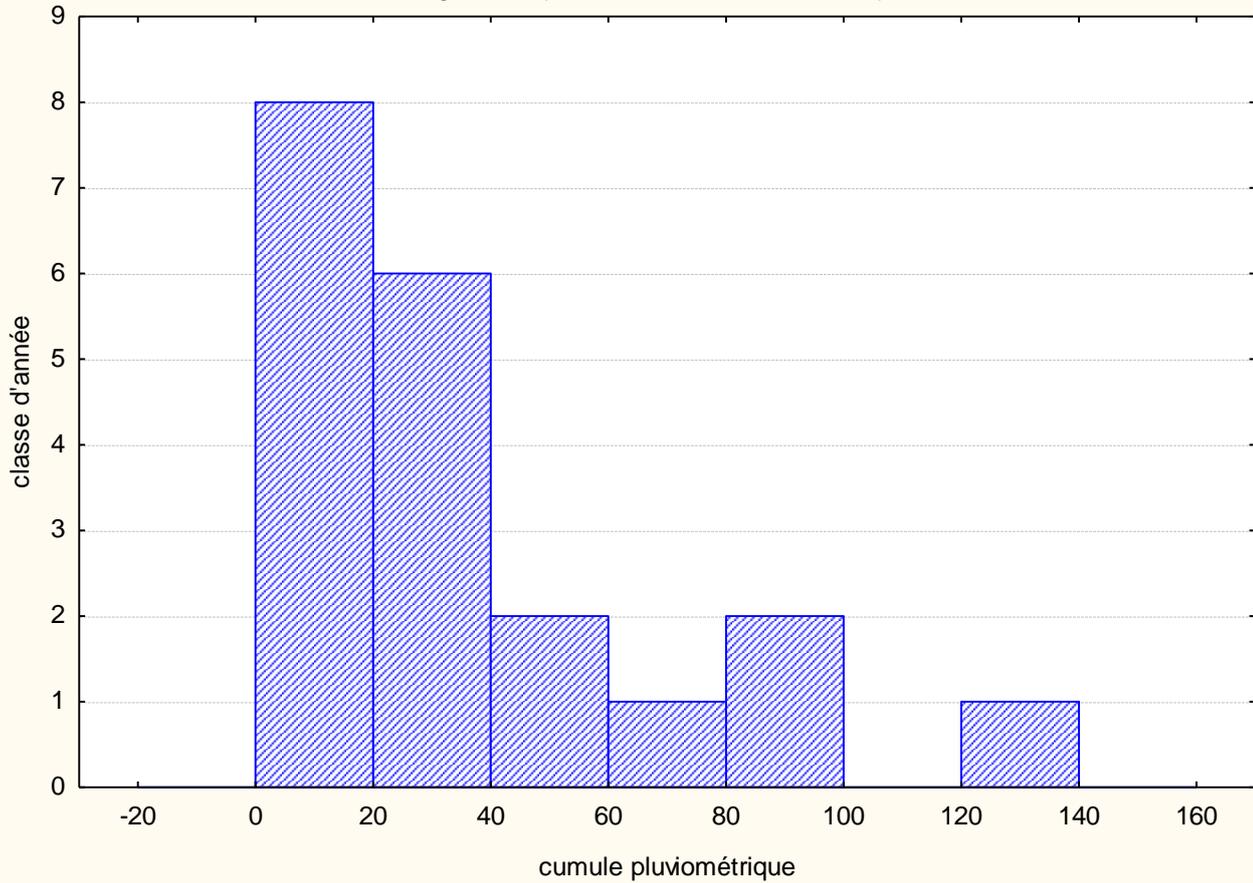


Figure 23.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya d'Oum el Bouagui

Les hauteurs de précipitation moyenne restent plus élevées durant les mois décembre- janvier- février- (les mois d'hiver). Les moyennes 40mm-36mm-20mm, respectivement des mois décembre-janvier-février.

Le moi décembre ci le moi la plus pluvieux par rapport le moi janvier et février (la plus faible).

Durant le moi décembre nous observons que 4 année sur 20 sont proche à la moyenne (40mm), 7 années sont sèches en dessous de la moyenne et 3 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi janvier nous observons que 3 années sur 20 sont proche à la moyenne (36mm) ,14 années sont sèches en dessus de la moyenne et 6 années au-dessus de la moyenne.

Durant le moi février nous observons que 3 année sur 20 sont proche à la moyenne (20mm), 11 années sont sèches en dessus de la moyenne et 9 année au-dessus de la moyenne.

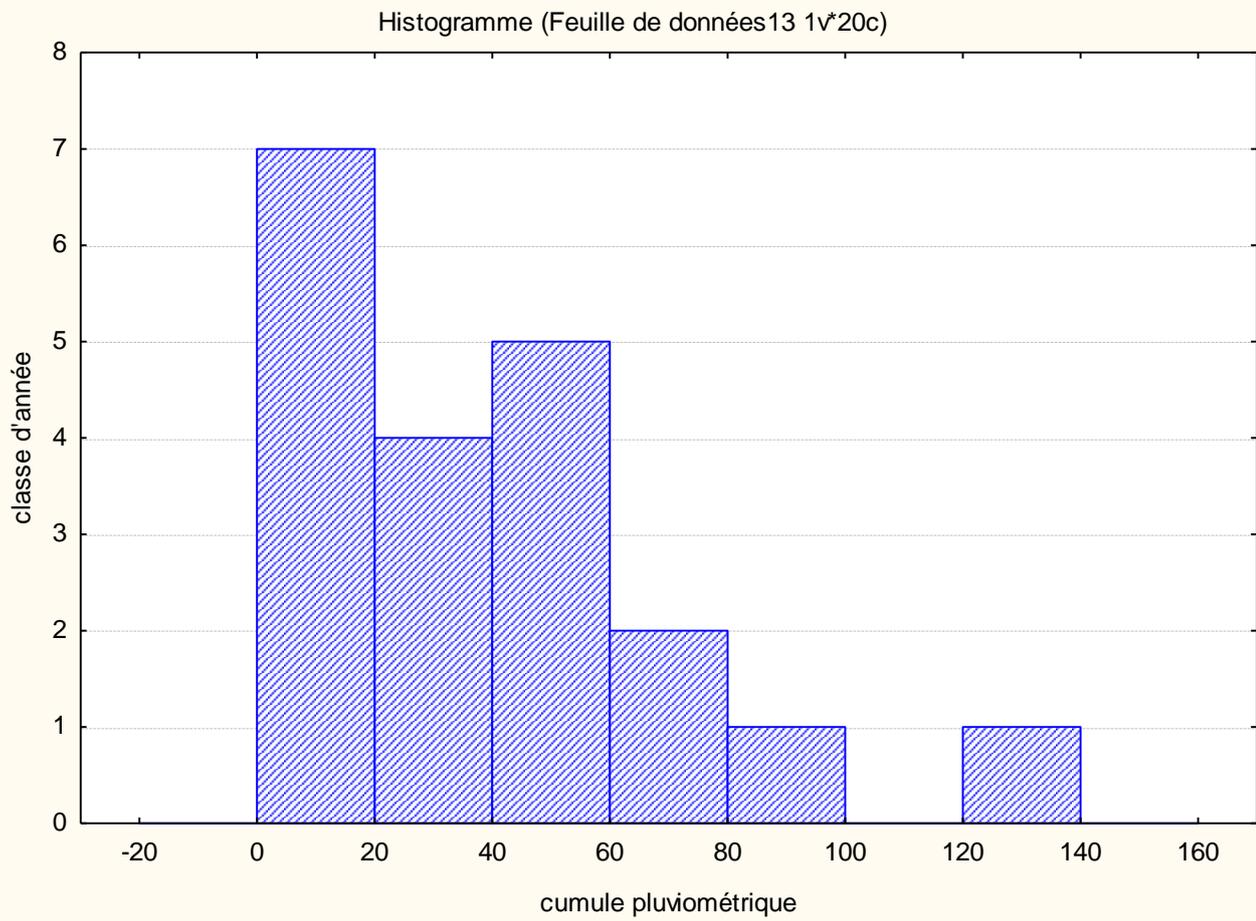
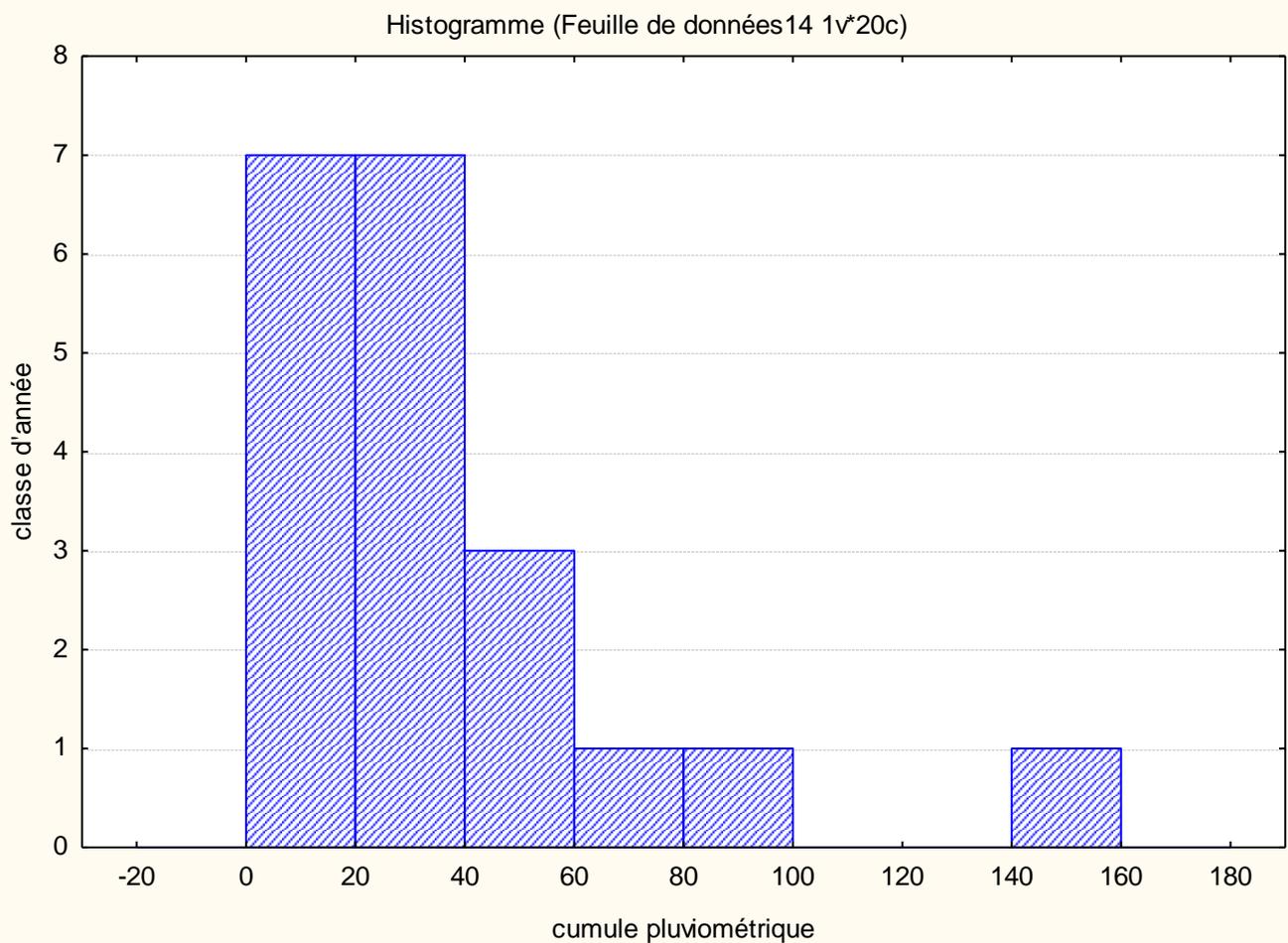


Figure24.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya d'Oum el Bouagui



Figure

25. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya d'Oum el Bouagui

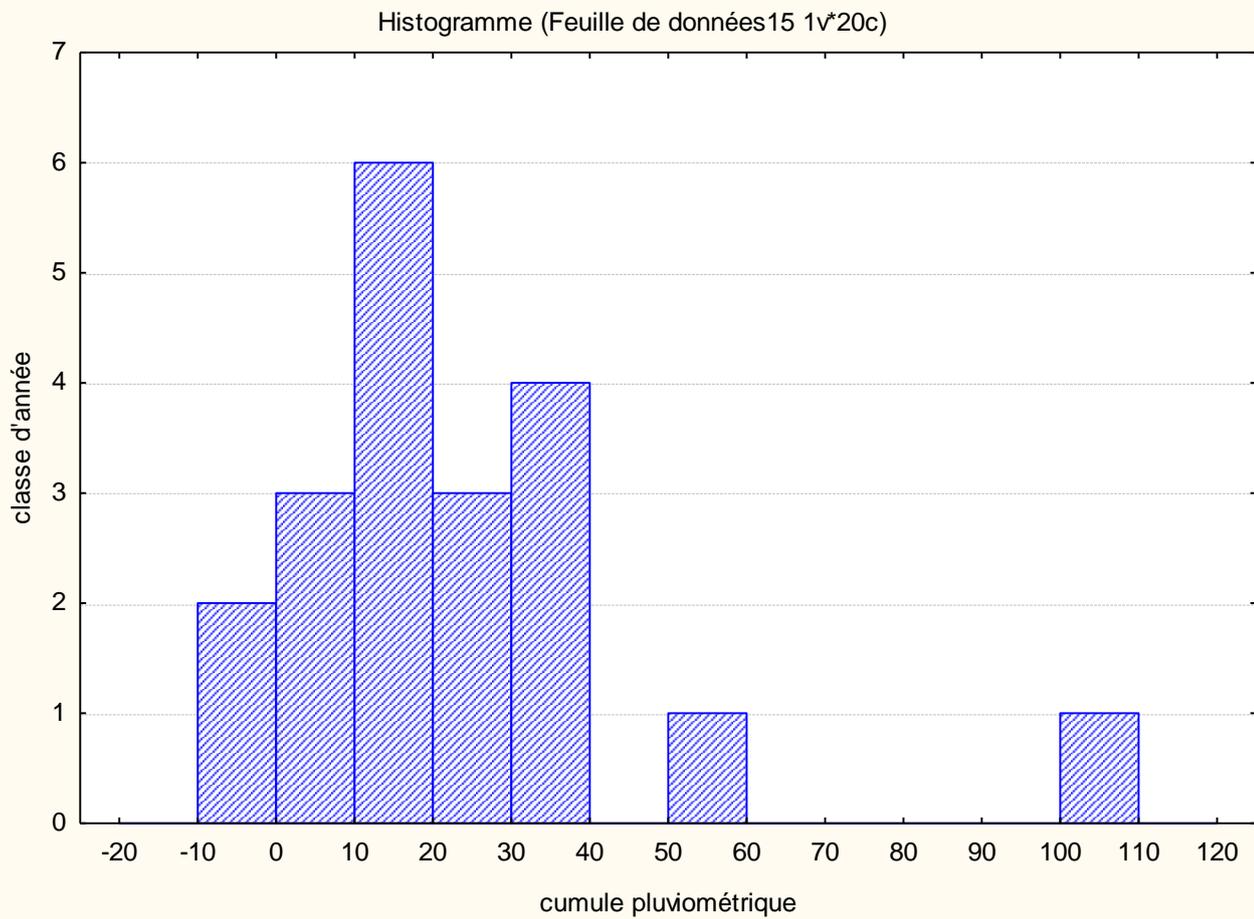


Figure 26.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya d'Oum el Bouaghui

Les cumules pluviométriques moyennes mensuelles de la saison printanière sont faible dans les mois mars-avril-mai.

Le mois du mai ci concerne la willaya d'Oum el Bouaghui la plus pluvieux (42mm) par rapport le mois mars (29mm) et avril (27mm).

Durant le moi mars nous observons que 4 année sur 20 sont proche à la moyenne,8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi avril nous observons que7 année sur 20 sont proche à la moyenne, 7 année sont sèches en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi mai nous observons que 6 années sont proche à la moyenne, 9 années sont sèches en dessous de la moyenne et 5 année au-dessus de la moyenne.

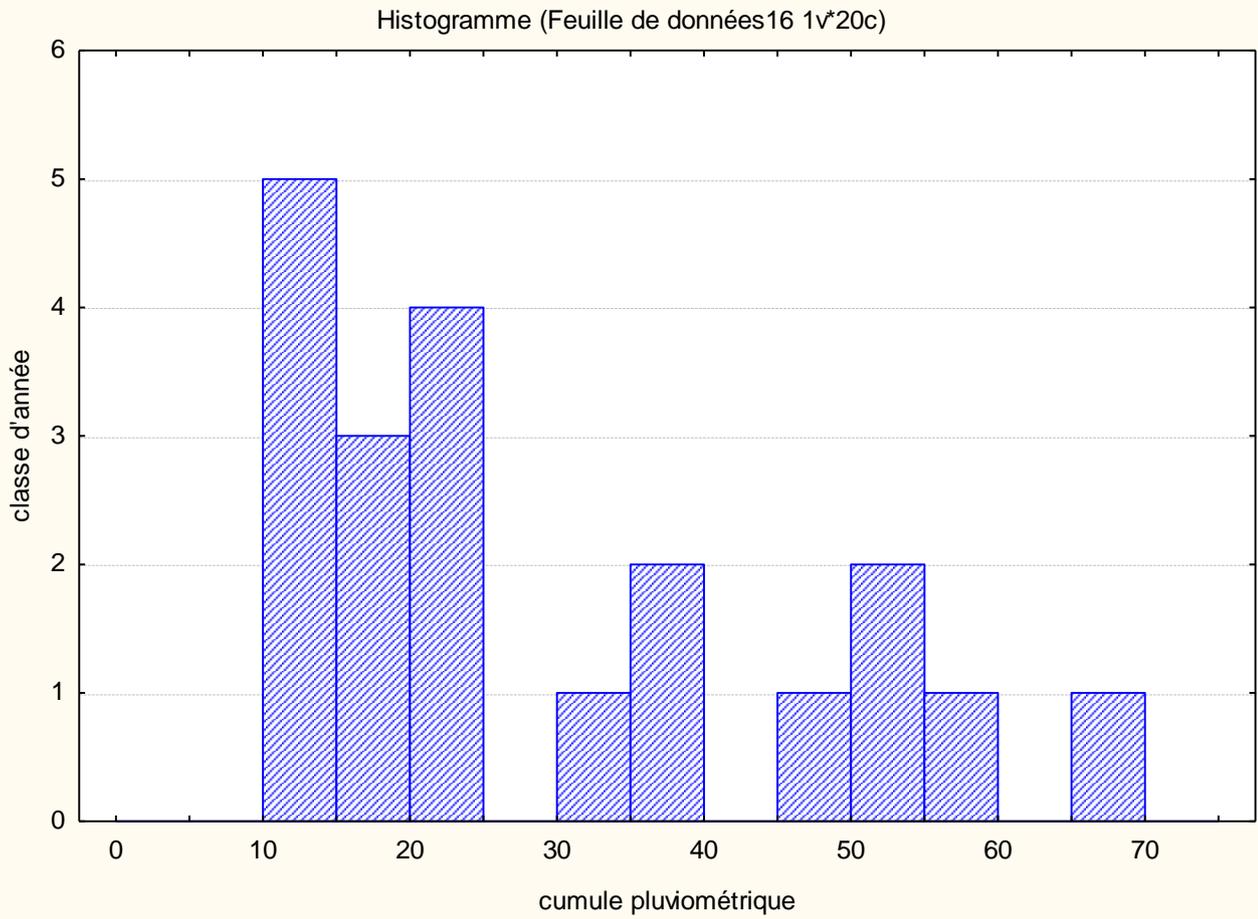


Figure 27.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya d'Oum el Bouagui

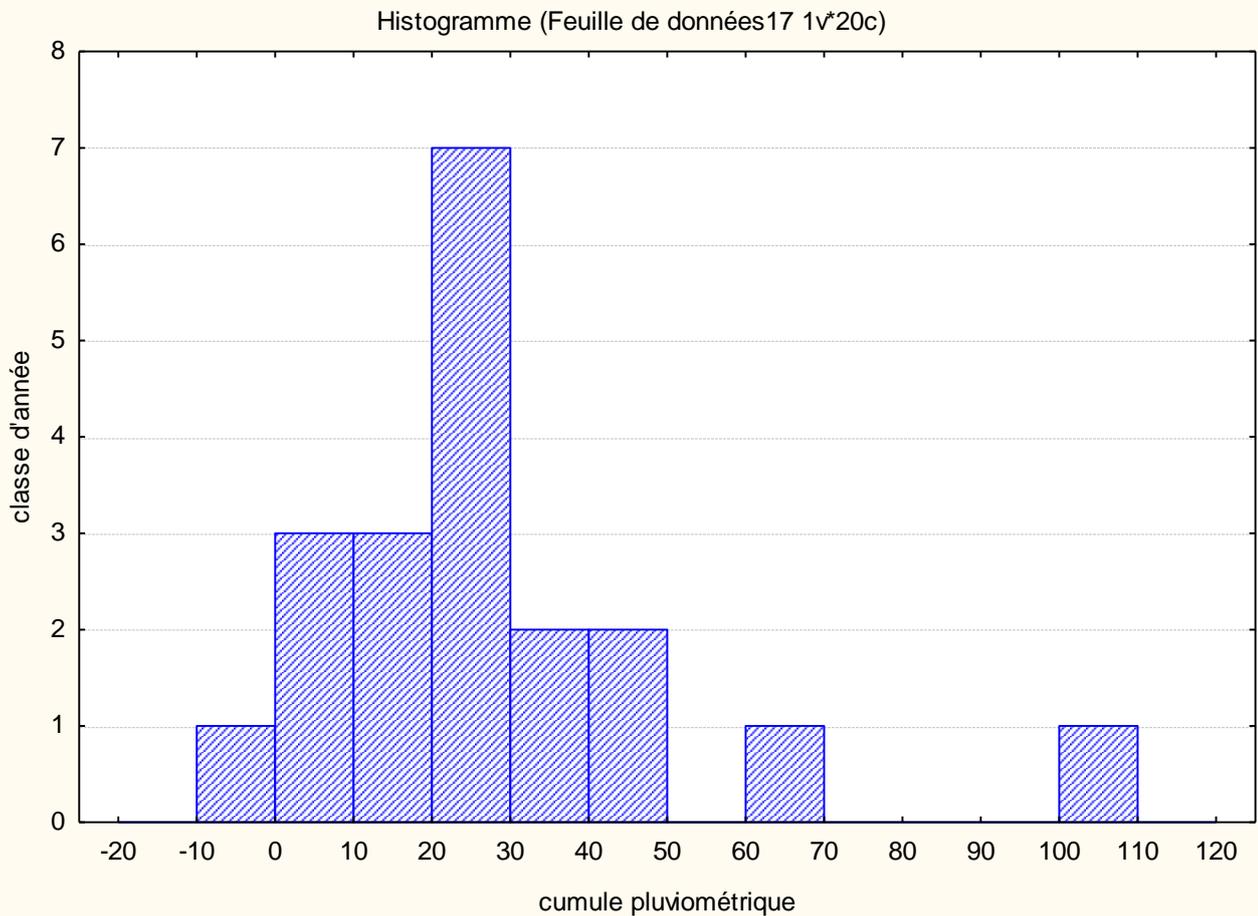


Figure 28.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya d'Oum el Bouagui

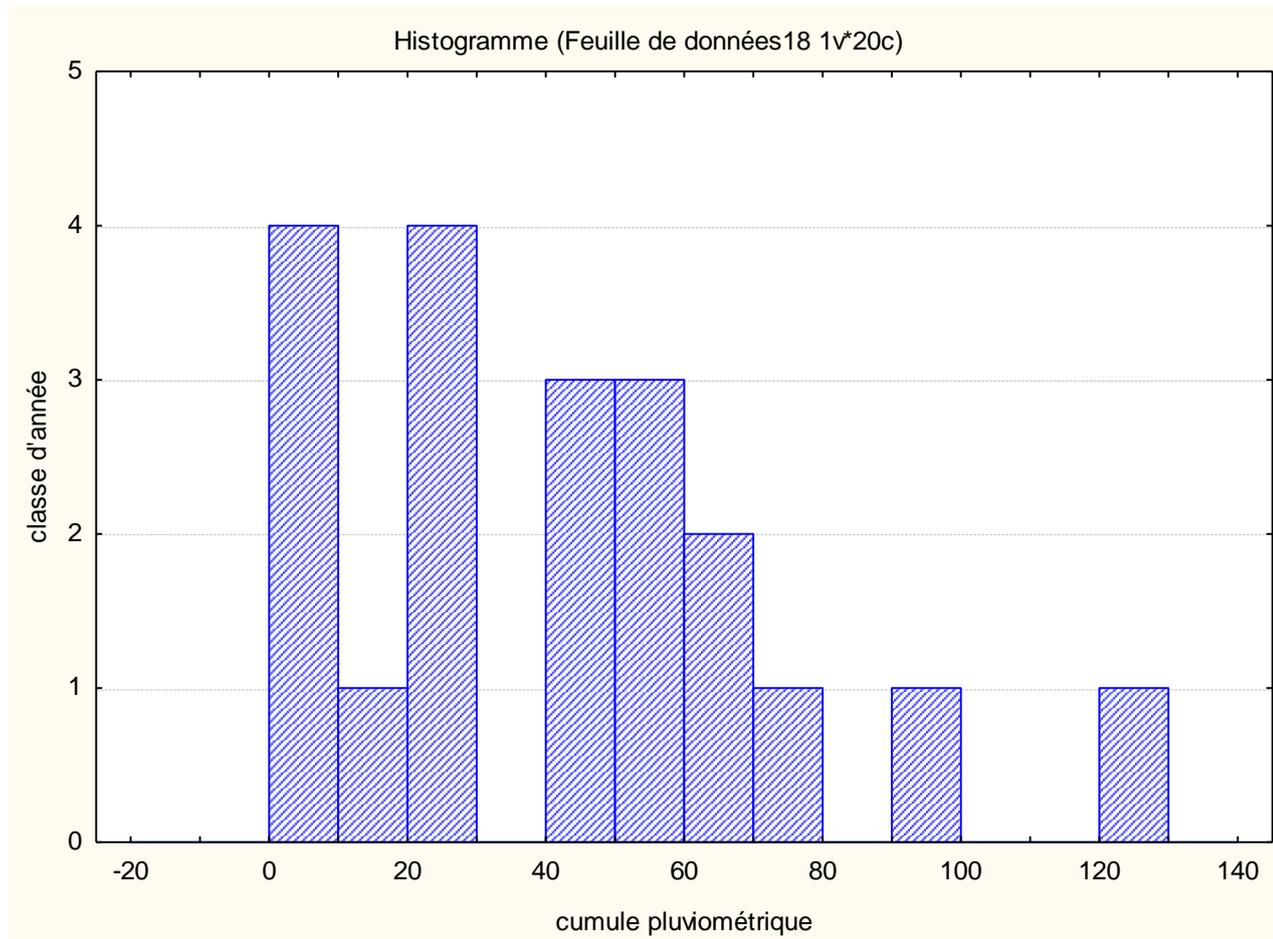


Figure 28.

**Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya
d'Oum el Bouagui**

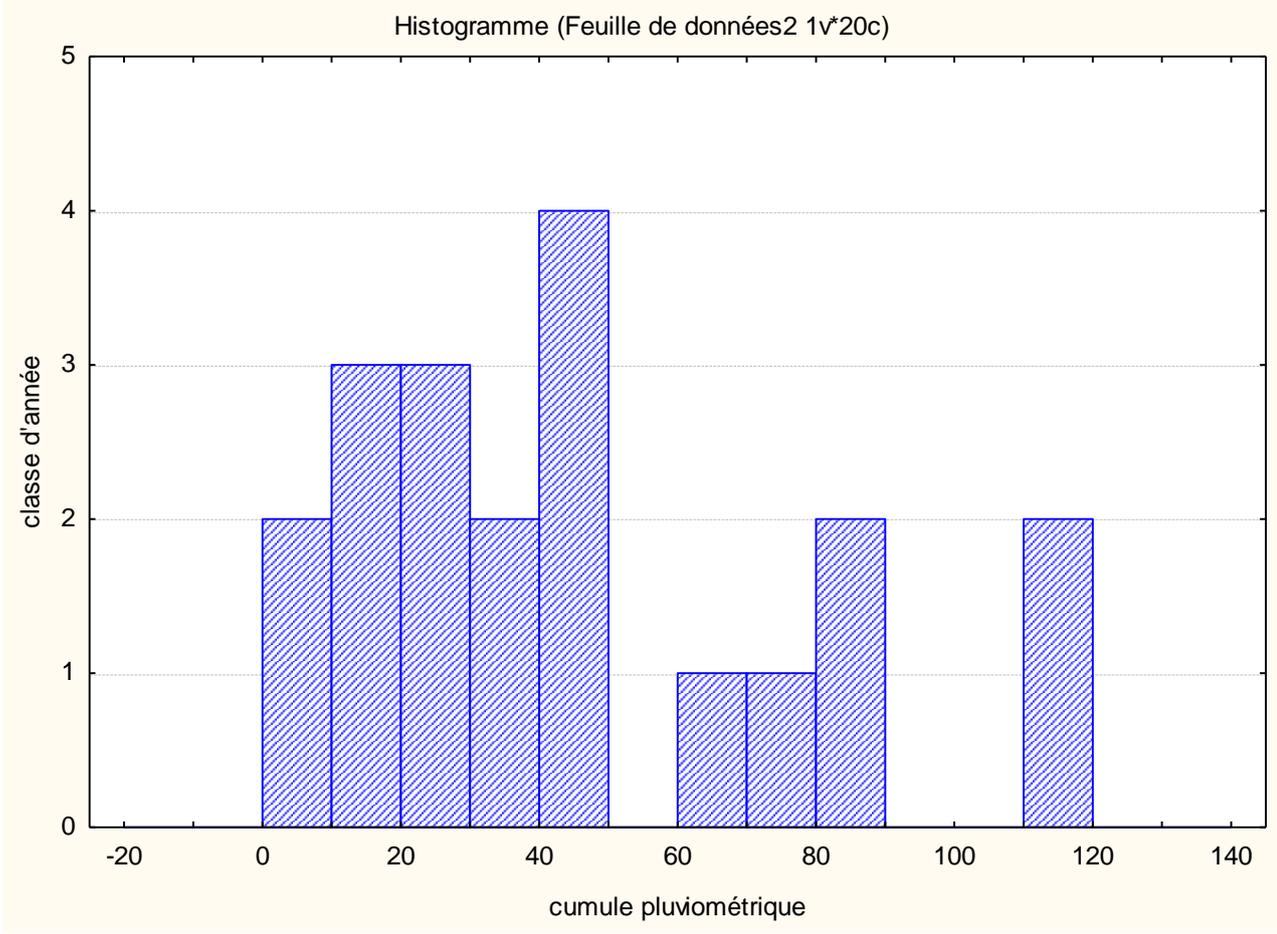
6.2. Les classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Sétif

Les moyennes pluviométriques mensuelles de la willaya de Sétif, des mois septembre-octobre- novembre correspondant les premiers mois de l'année agricole sont moins pluviales, les moyennes de 47mm, 33mm, 37mm respectivement des mois septembre, octobre, novembre. Le moi septembre la plus pluvieux par rapport le mois octobre et novembre la plus faible.

Durant le moi septembre nous observons que 4 années sur 20 sont proche à la moyenne (47mm), 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

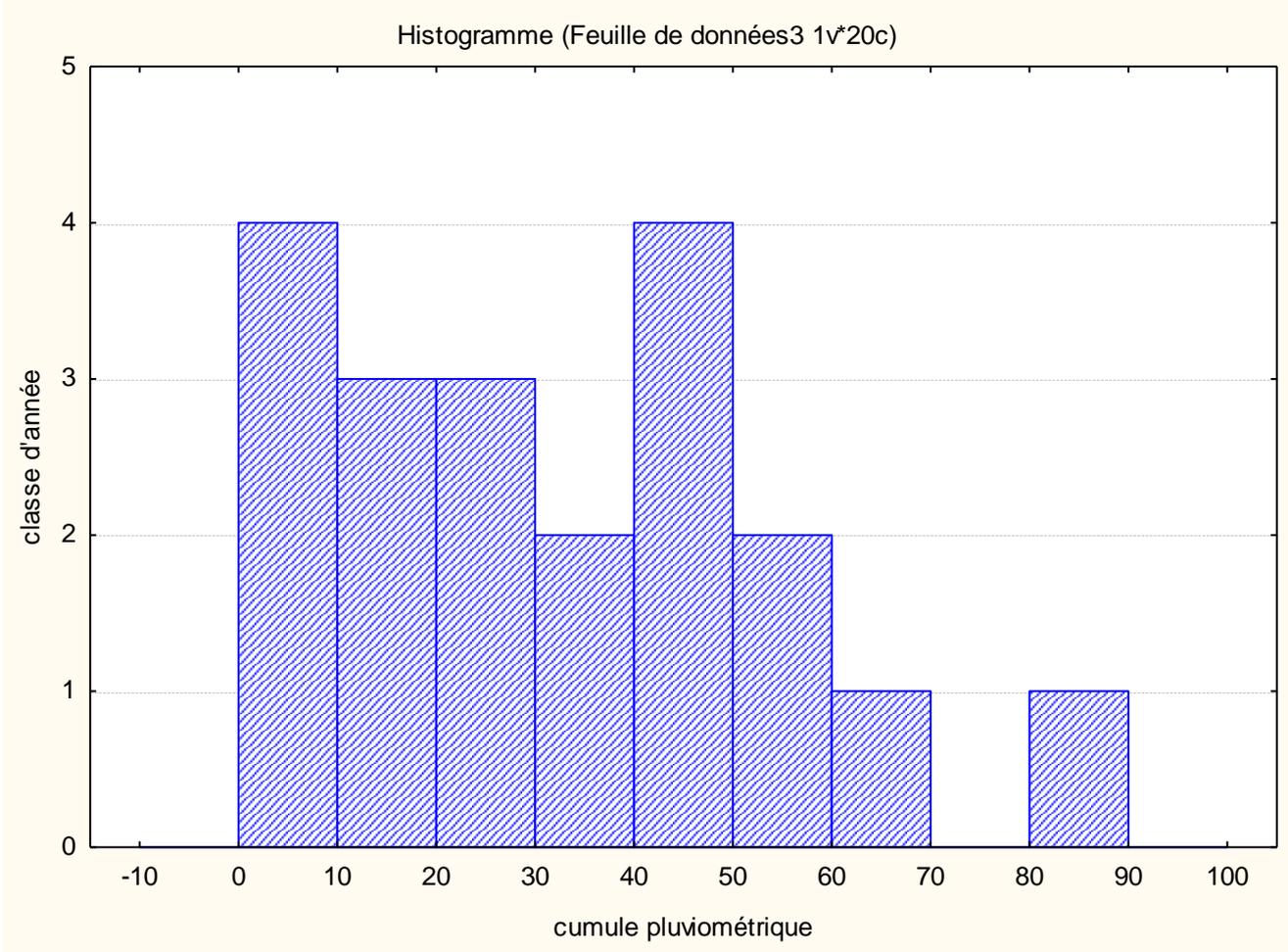
Durant le moi octobre nous observons que 2 année sur 20 sont proche à la moyenne (33mm), 10 années sont sèche en dessous de la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi novembre nous observons que 4 années sur 20 sont proche à la moyenne (37mm), 9 années sont sèche en dessous de la moyenne et 8 années au-dessus de la moyenne.



Figure

29.Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Sétif



Figure

30.Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Sétif

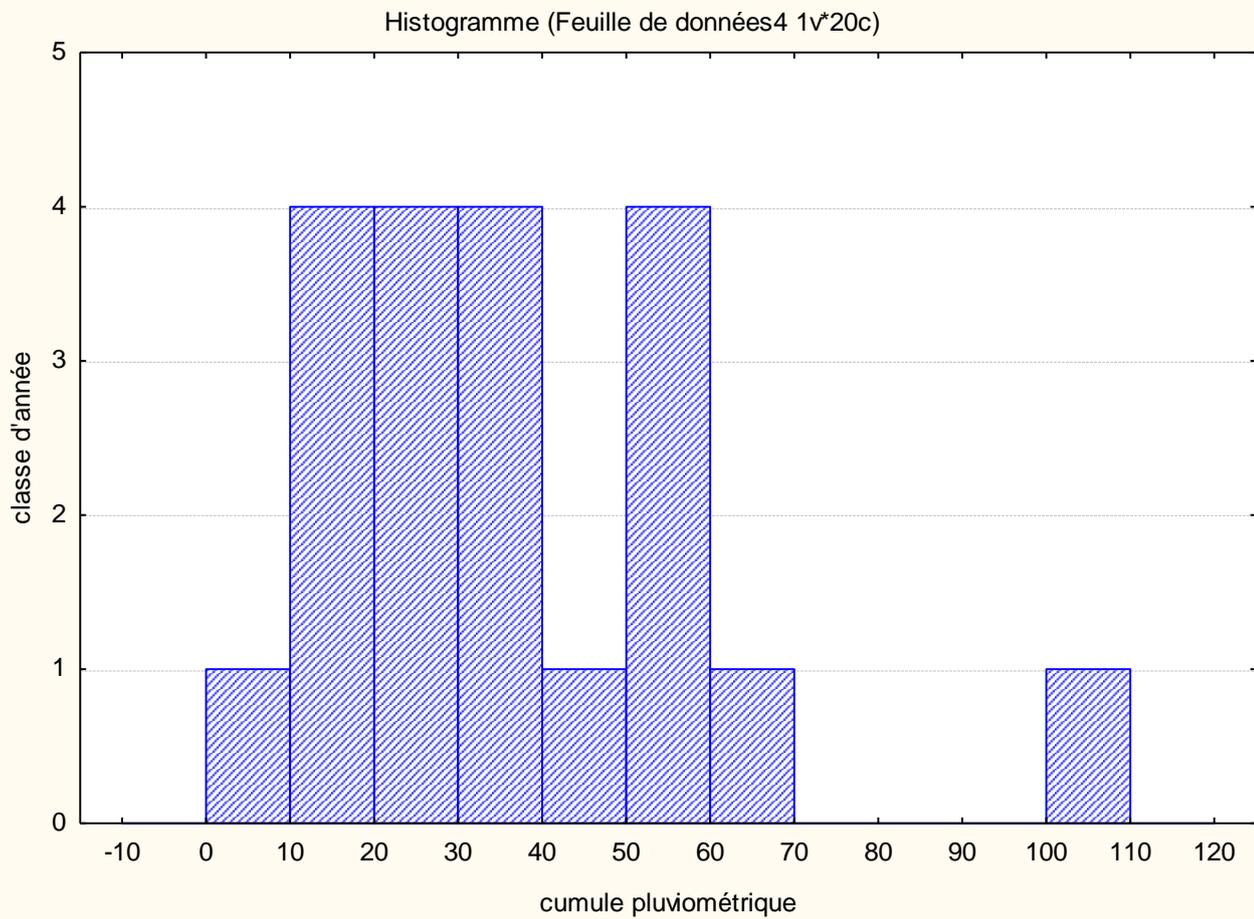


Figure 31.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de Sétif

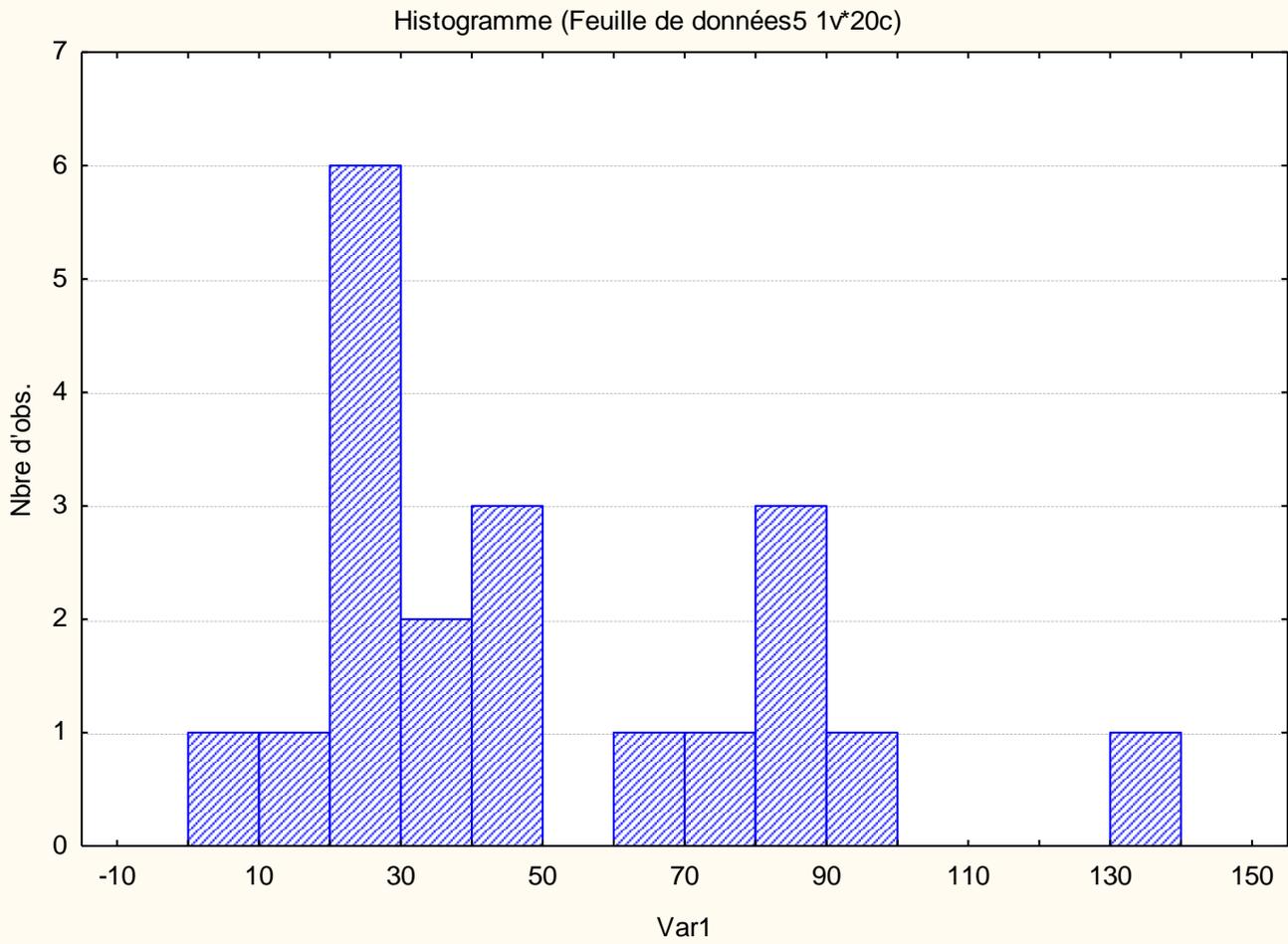
Les hauteurs de précipitation moyenne restent plus élevées durant les mois décembre- janvier- février (les mois d'hiver). Les moyennes 49mm-43mm-30mm respectivement des mois janvier-février-mars.

Le moi décembre ci le moi la plus pluvieux par rapport le moi janvier et février (la plus faible).

Durant le moi décembre nous observons que 5 années sur 20 sont proche à la moyenne, 8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 7 année au-dessus de la moyenne.

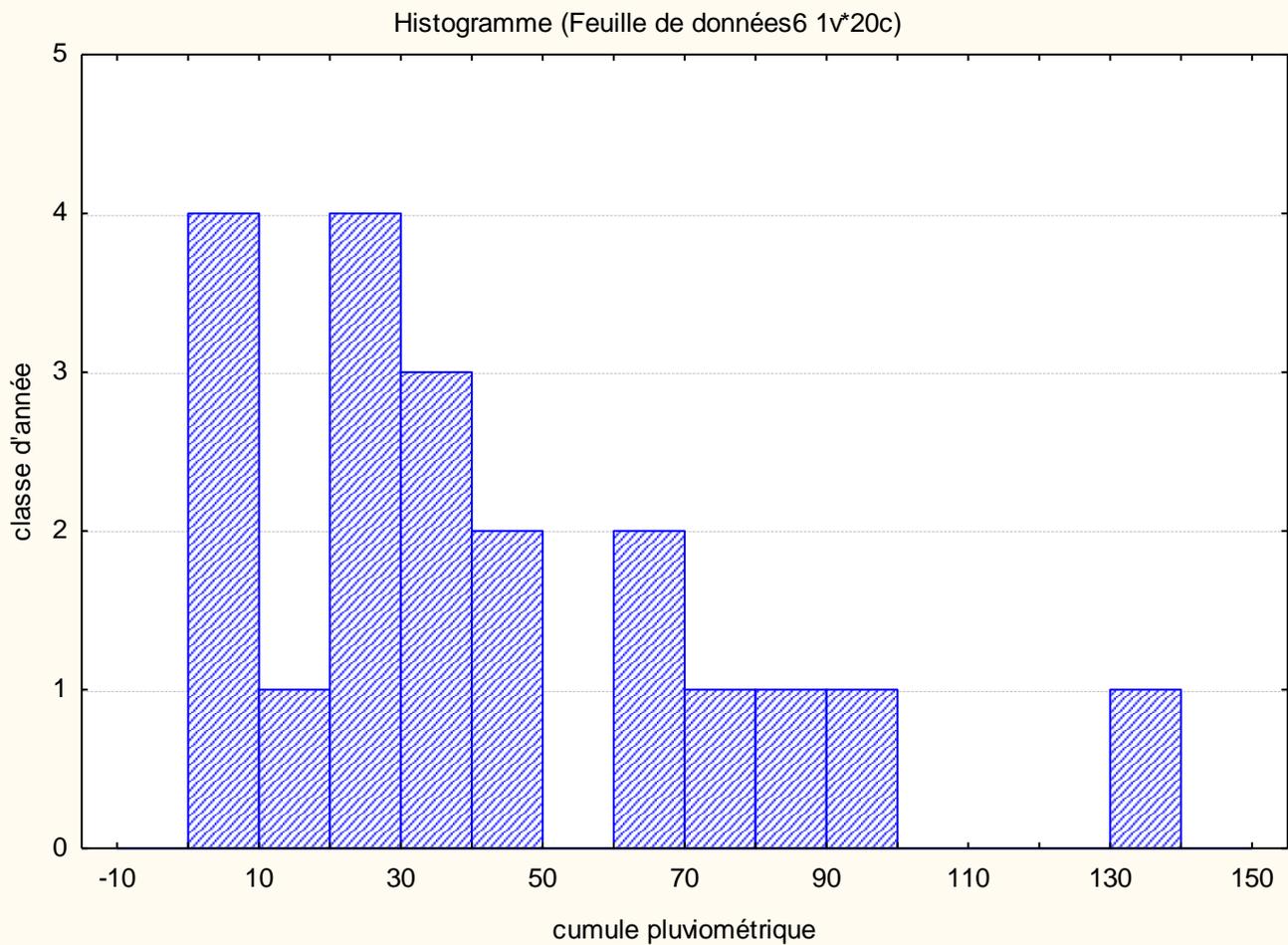
Durant le moi janvier nous observons que 5 années sur 20 sont proche à la moyenne, 9 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi février nous observons que 11 années sur 20 sont proche à la moyenne, 5 années sont sèches en dessous de la moyenne et 4 année au-dessus de la moyenne.



Figure

32. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Sétif



Figure

33. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya de Sétif

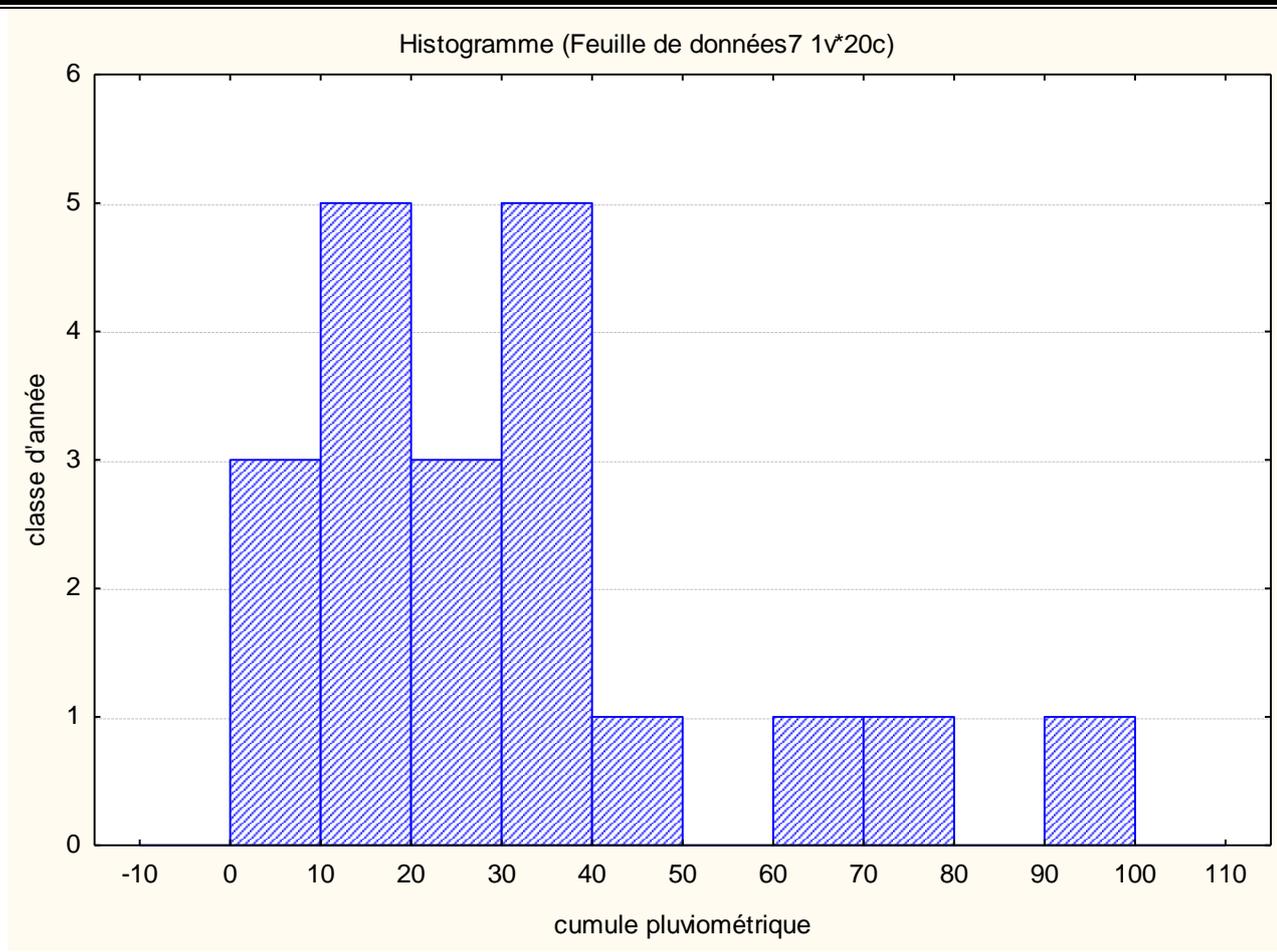


Figure 34.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Sétif

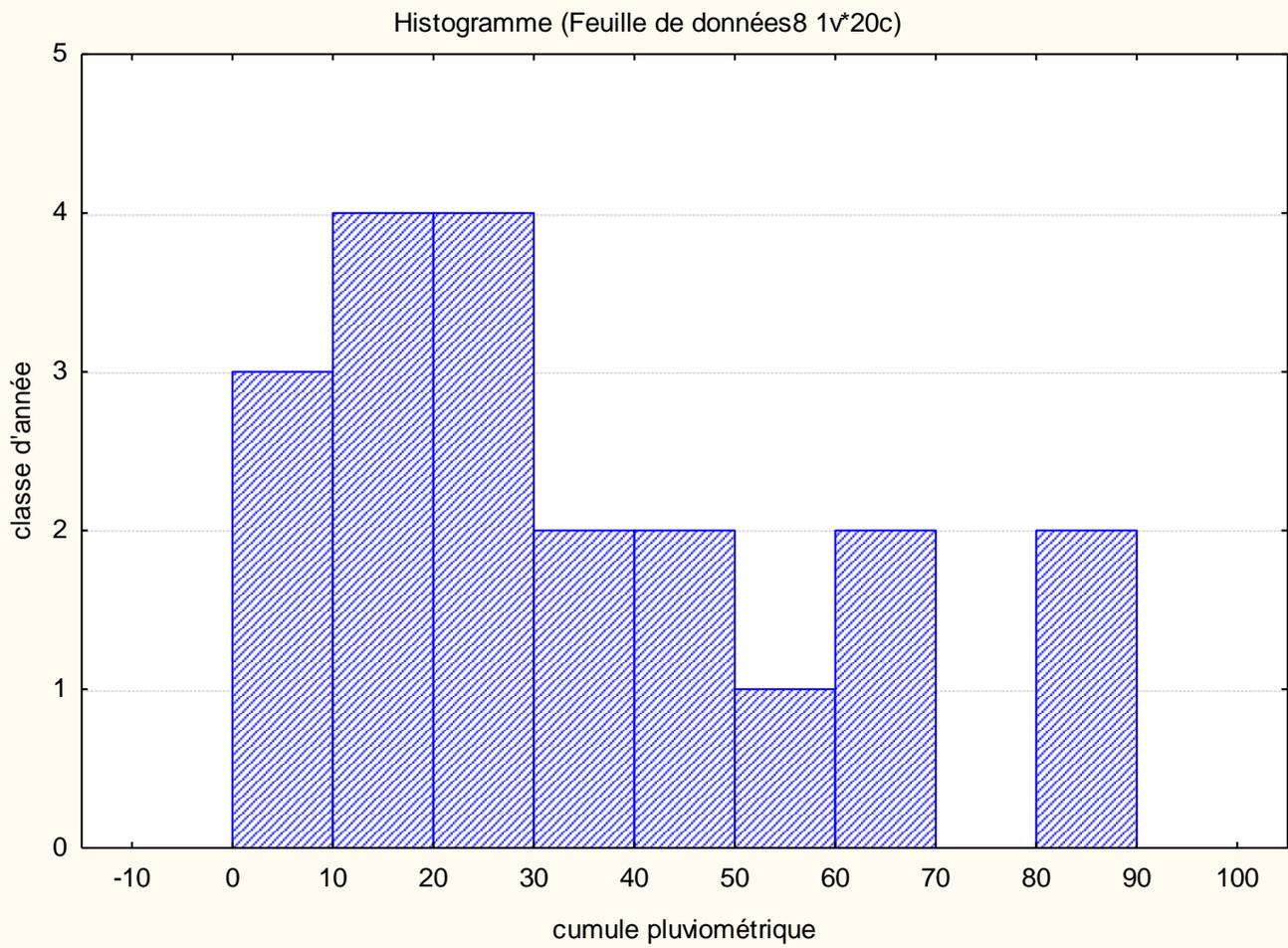
Les cumules pluviométriques moyennes mensuelles de la saison printanière sont faible dans les mois mars-avril-mai.

Le mois du mai ci concerne la willaya de Sétif la plus pluvieux (45mm) par rapport le mois d'avril (34mm) et mars (35mm).

Durant le moi mars nous observons que 2 année sur 20 sont proches à la moyenne, 11 années sont sèches en dessous de la moyenne et 7 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi avril nous avons observons que 1 année sur 20 sont proche à la moyenne, 11 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi mai nous observons que 2 année sur 20 sont proche à la moyenne, 8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 10 année au-dessus de la moyenne.



Figure

35. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya de Sétif

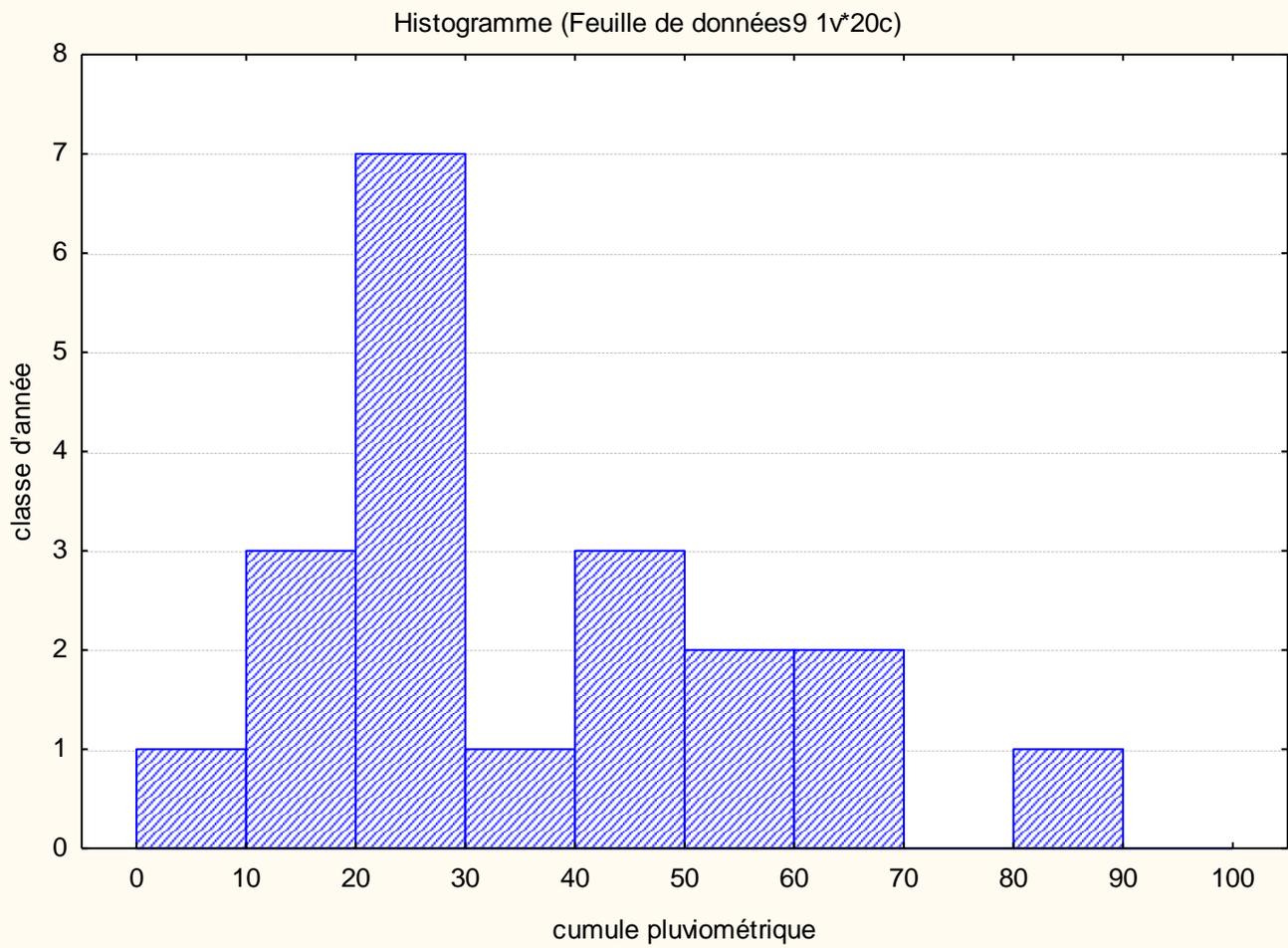
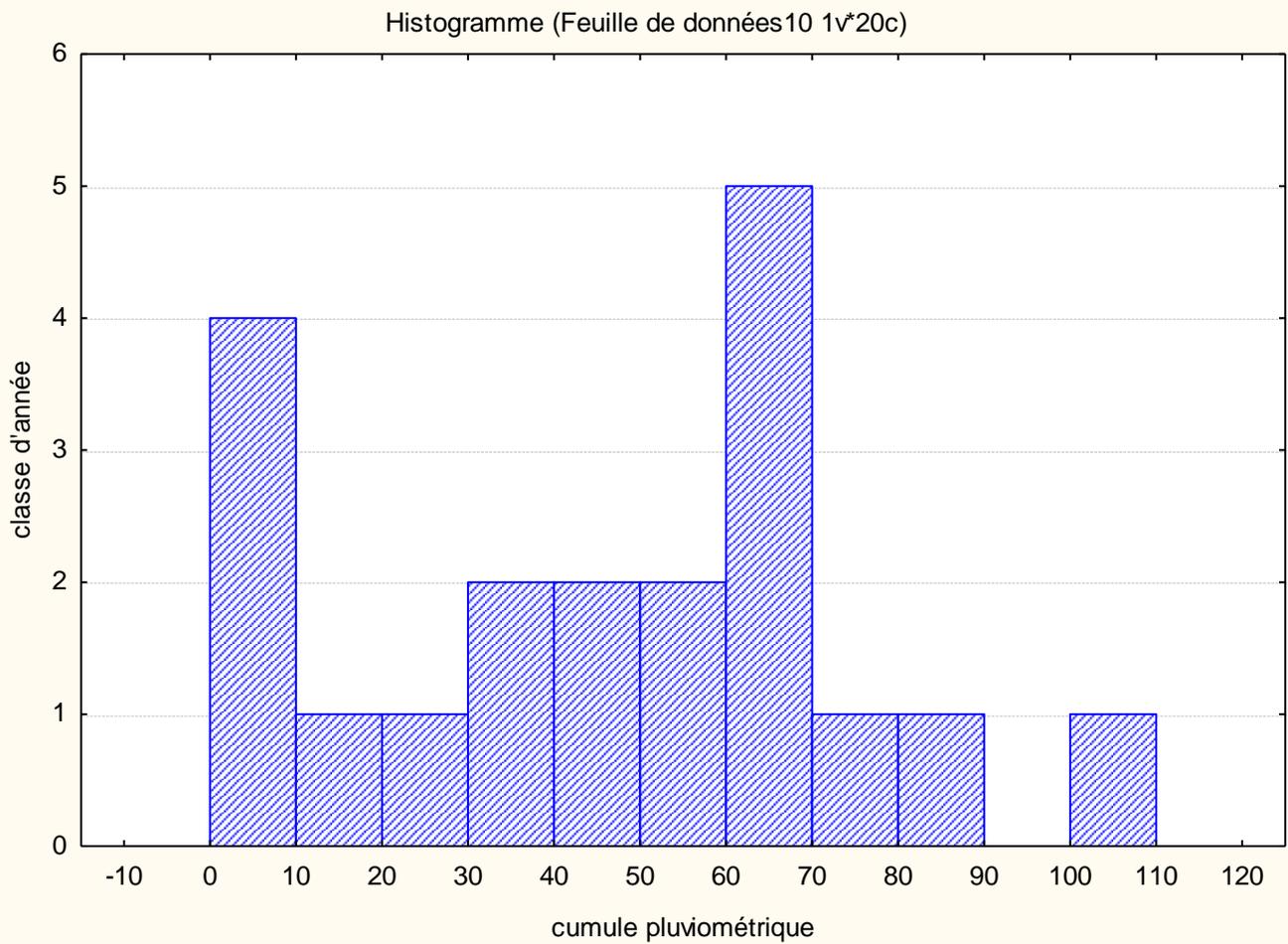


Figure 36. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya de Sétif



Figure

37. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya de Sétif

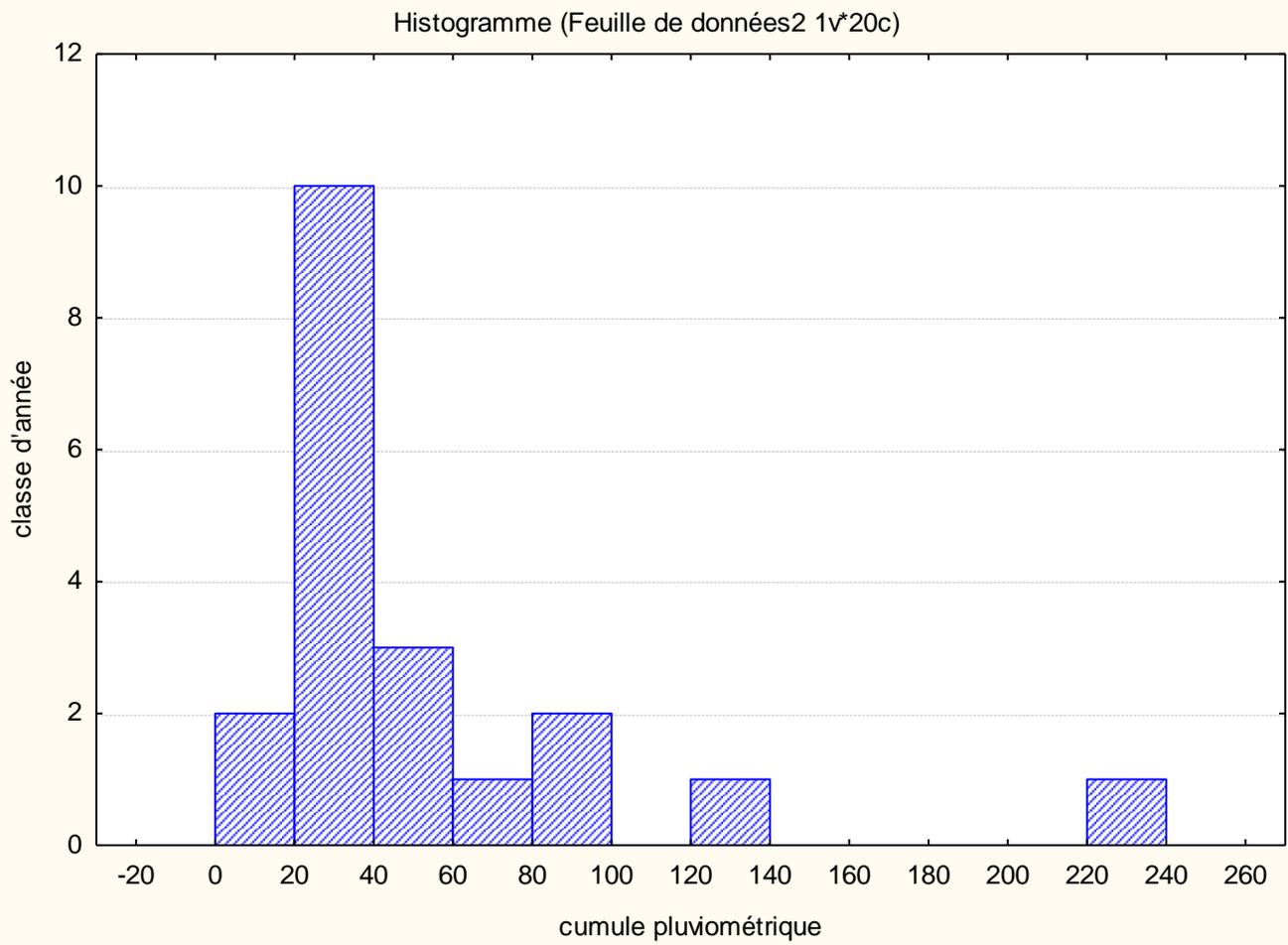
6.3. Les classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Constantine

Les moyennes pluviométriques mensuelles de la willaya de Constantine des mois septembre-octobre-novembre correspondant les premiers mois de l'année agricole sont pour la plupart a une faible précipitation, les moyennes de 52mm, 43mm, 44mm respectivement des mois septembre, octobre, novembre. Le moi septembre la plus pluvieux par rapport le mois octobre et novembre la plus faible.

Durant moi septembre nous observons que 3année sur 20 sont proche à la moyenne (52mm), 12 années sont sèches en dessous de la moyenne et 5 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi octobre nous observons que 8 années sur 20 sont proches à la moyenne (43mm), 9 année sont sèche en dessous de la moyenne et 3 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi novembre nous observons que 4 années sur 20 sont proches à la moyenne (44mm), 4 années égale la moyenne, et 12 années sont sèches en dessous de la moyenne et 4 années au-dessus de la moyenne.



Figure

38. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Constantine

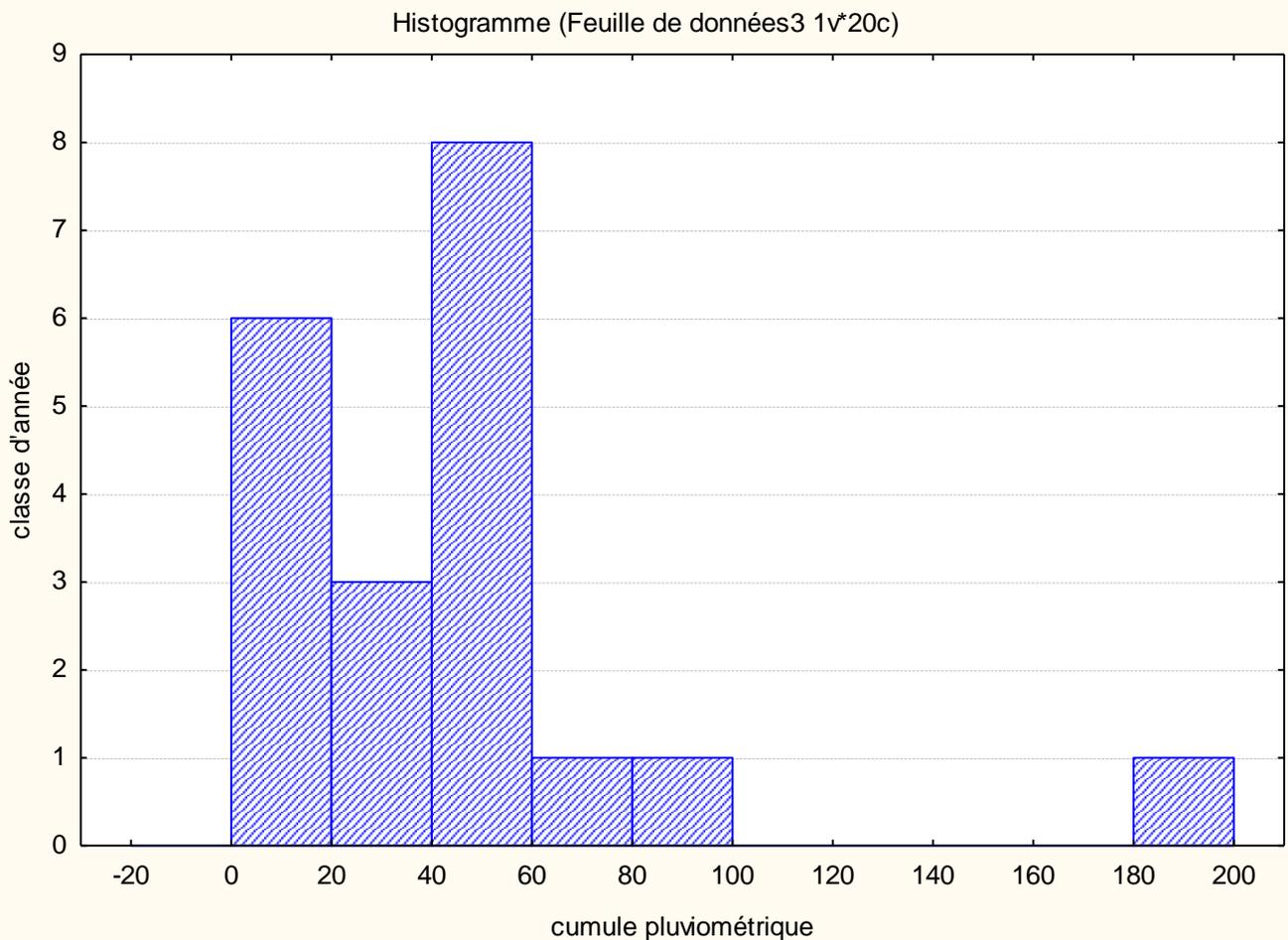
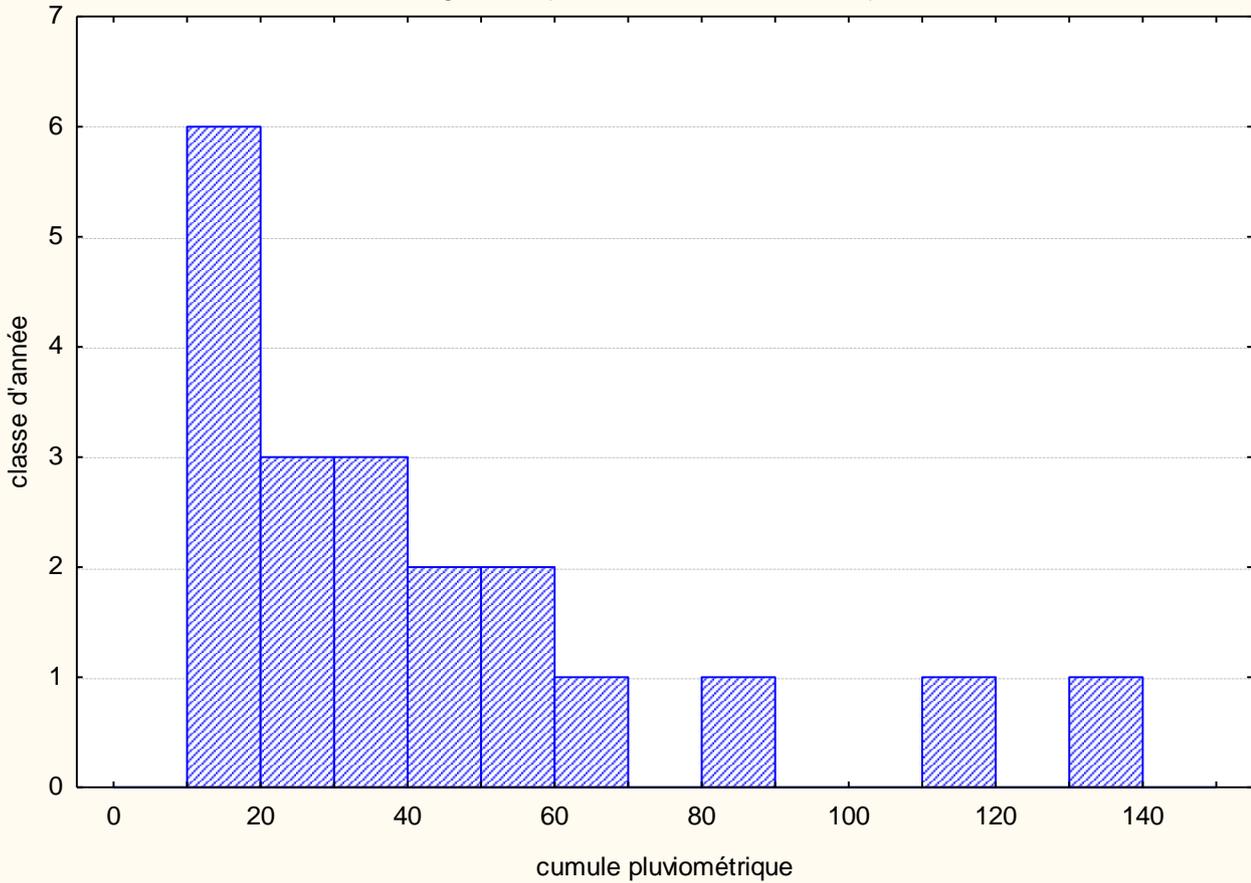


Figure 39. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Constantine

Histogramme (Feuille de données4 1v*20c)



Figure

40. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de Constantine

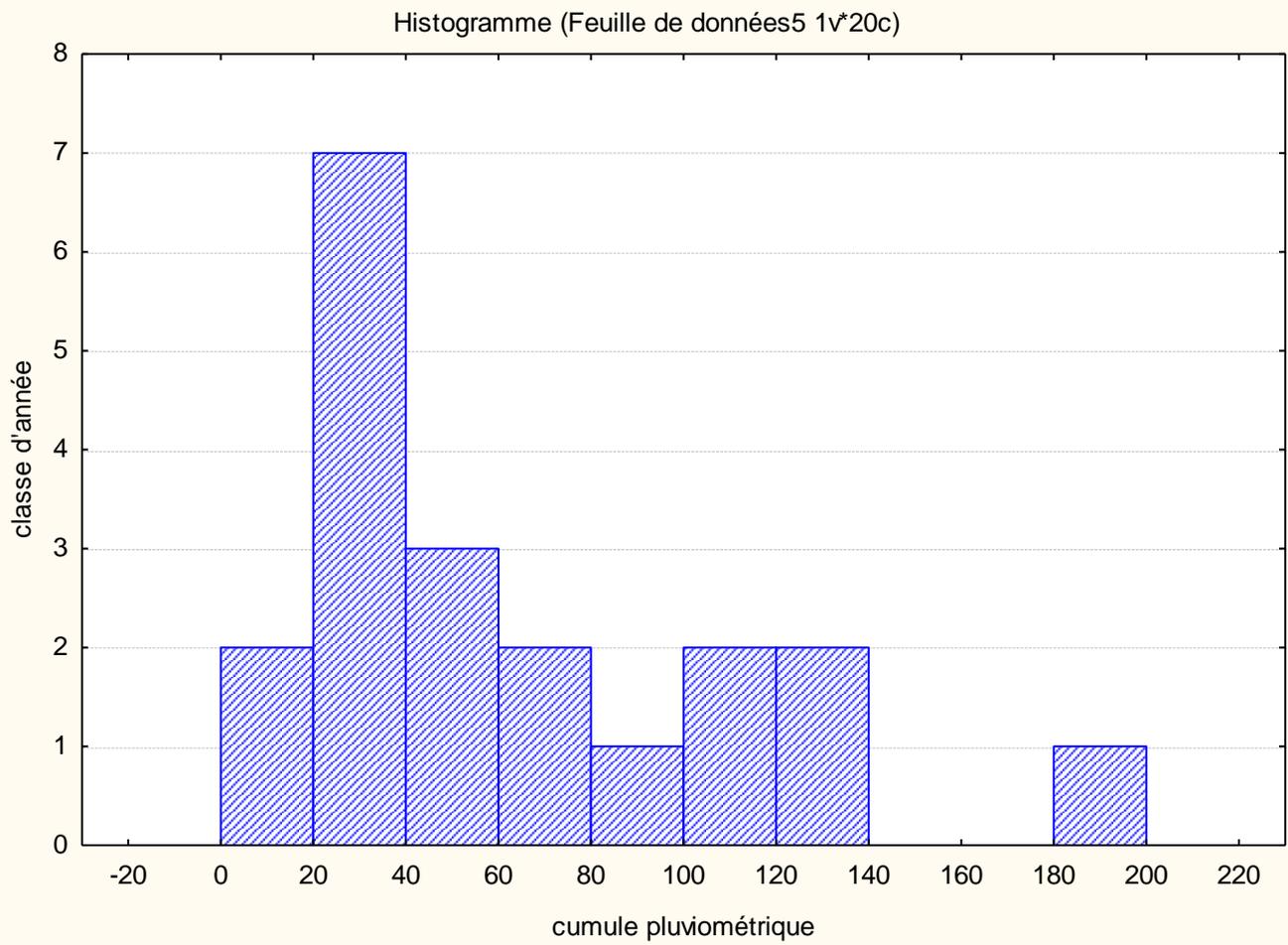
Les hauteurs de précipitation moyenne restent plus élevées durant les mois décembre- janvier- février (les mois d'hiver). Les moyennes 63mm-58mm-36mm respectivement des mois décembre- janvier-février.

Le moi décembre ci le moi la plus pluvieux par rapport le moi janvier et février (la plus faible).

Durant le moi décembre nous observons que 2 année sur 20 sont proche à la moyenne égale la moyenne, et 12 années sont sèches en dessous de la moyenne (les années sèches), entre eux il y'a 3 année proche, et 6 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi janvier nous observons que 7 année sur 20 sont proche à la moyenne, 5 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi février nous observons que 6 année sur 20 sont proche à la moyenne, 6 années sont sèches en dessous la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.



Figure

41. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Constantine

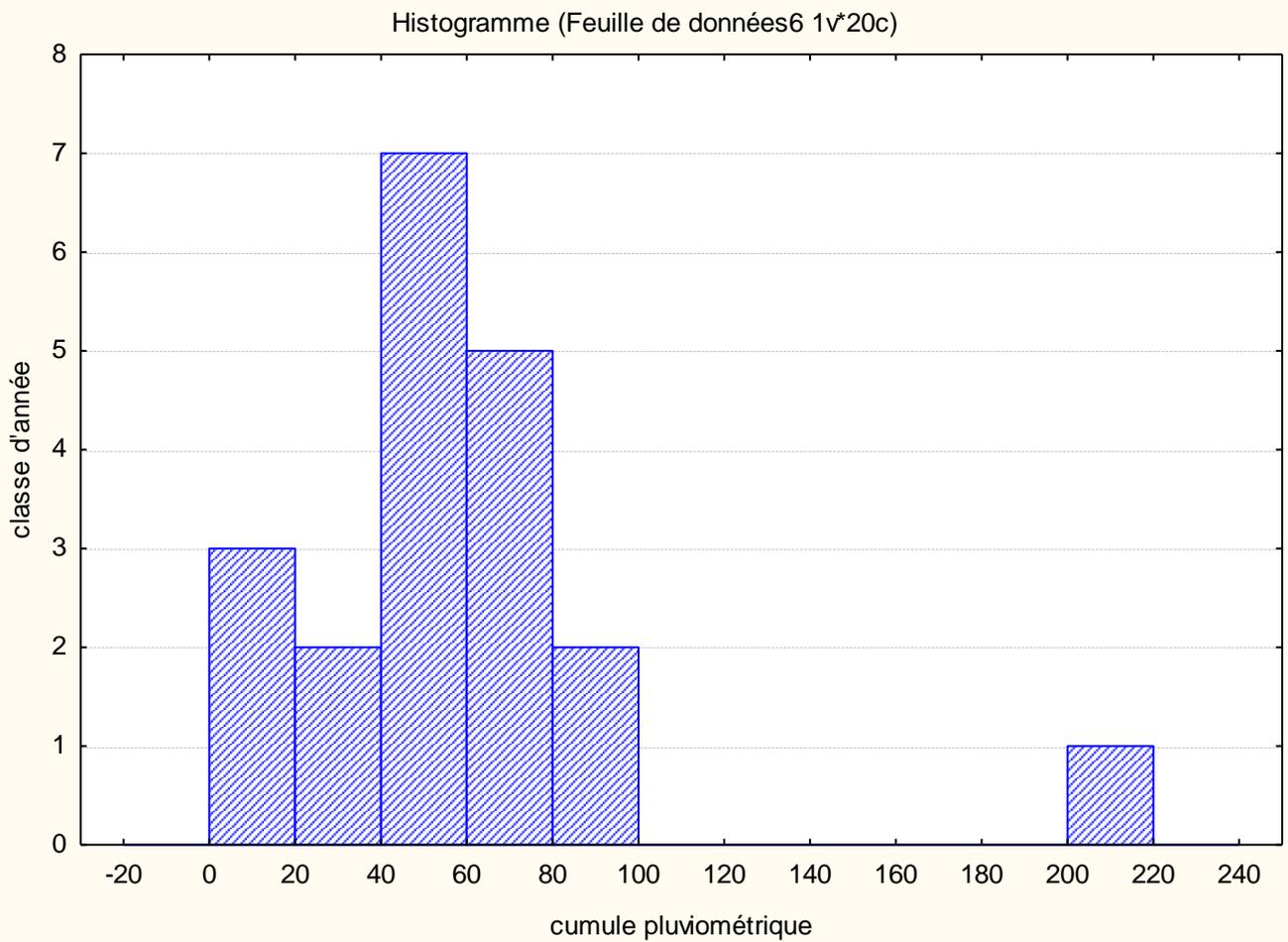
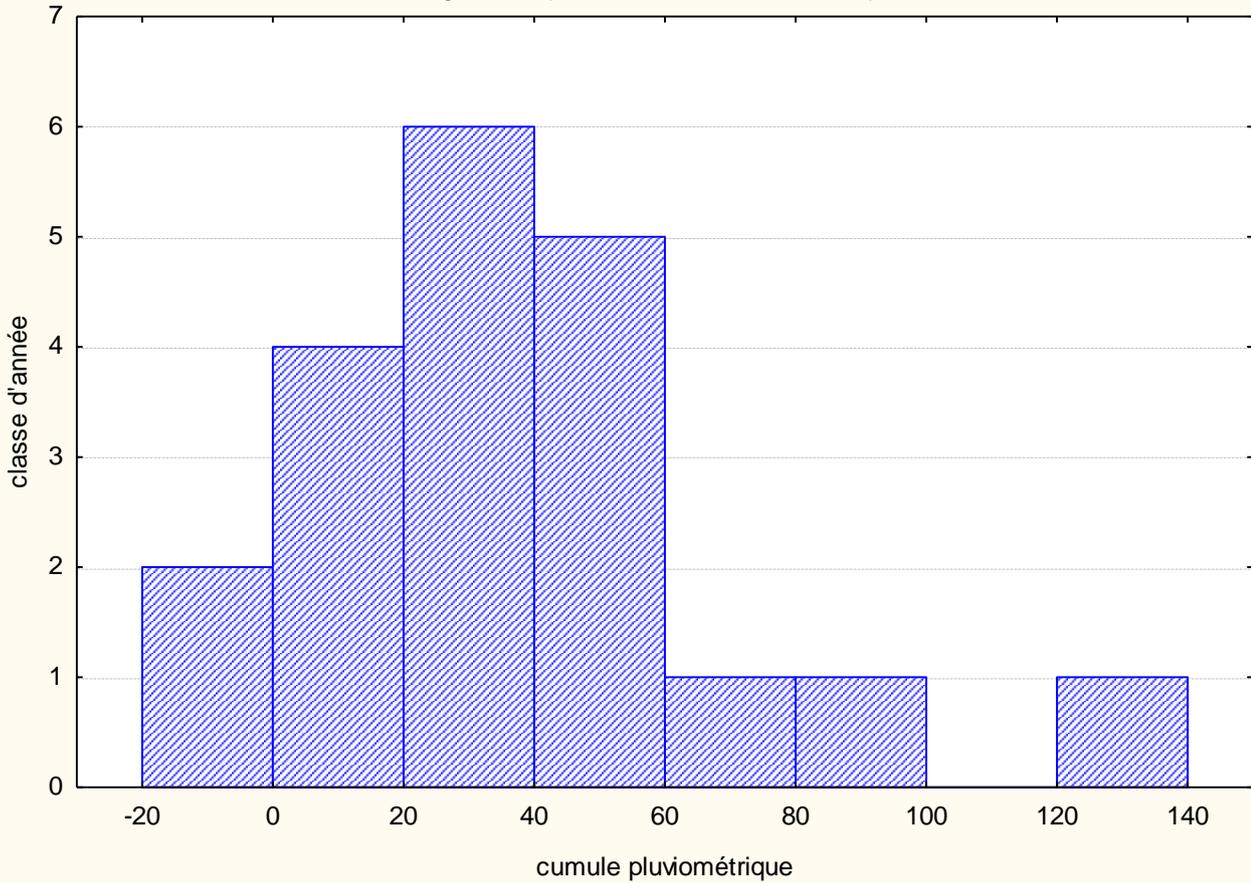


Figure 42. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya de Constantine

Histogramme (Feuille de données7 1v*20c)



Figure

43. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Constantine

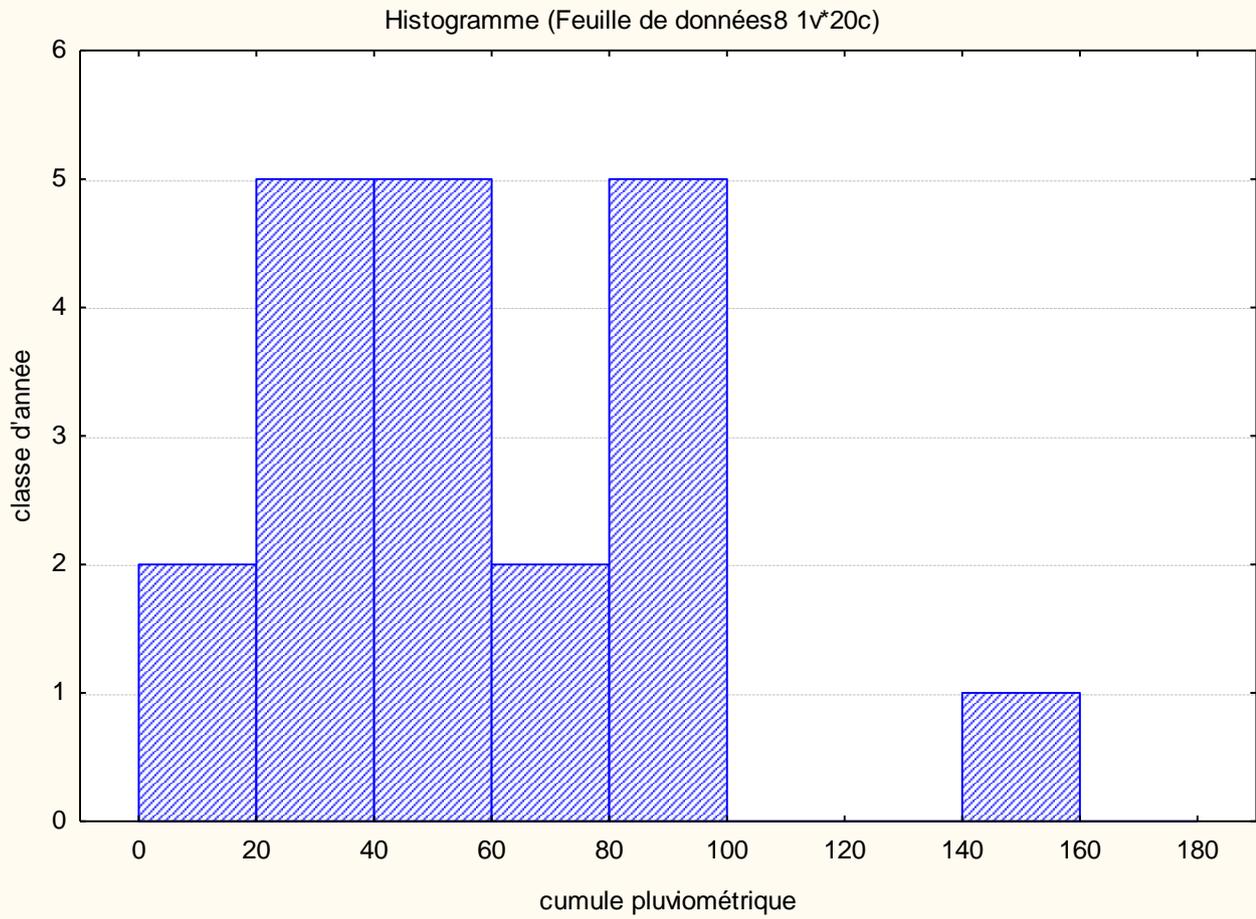
Les cumules pluviométriques moyennes mensuelles dans les mois mars- avril-mai (moi printanière) sont proche la moyenne mensuelles hivernal.

Le mois du mai ci concerne la willaya de Constantine la plus pluvieux (58mm) par rapport le mois d'avril (57mm) et mars (41mm).

Durant le moi mars nous observons que 5 années sur 20 sont proches à la moyenne, 7 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 années au-dessus de la moyenne.

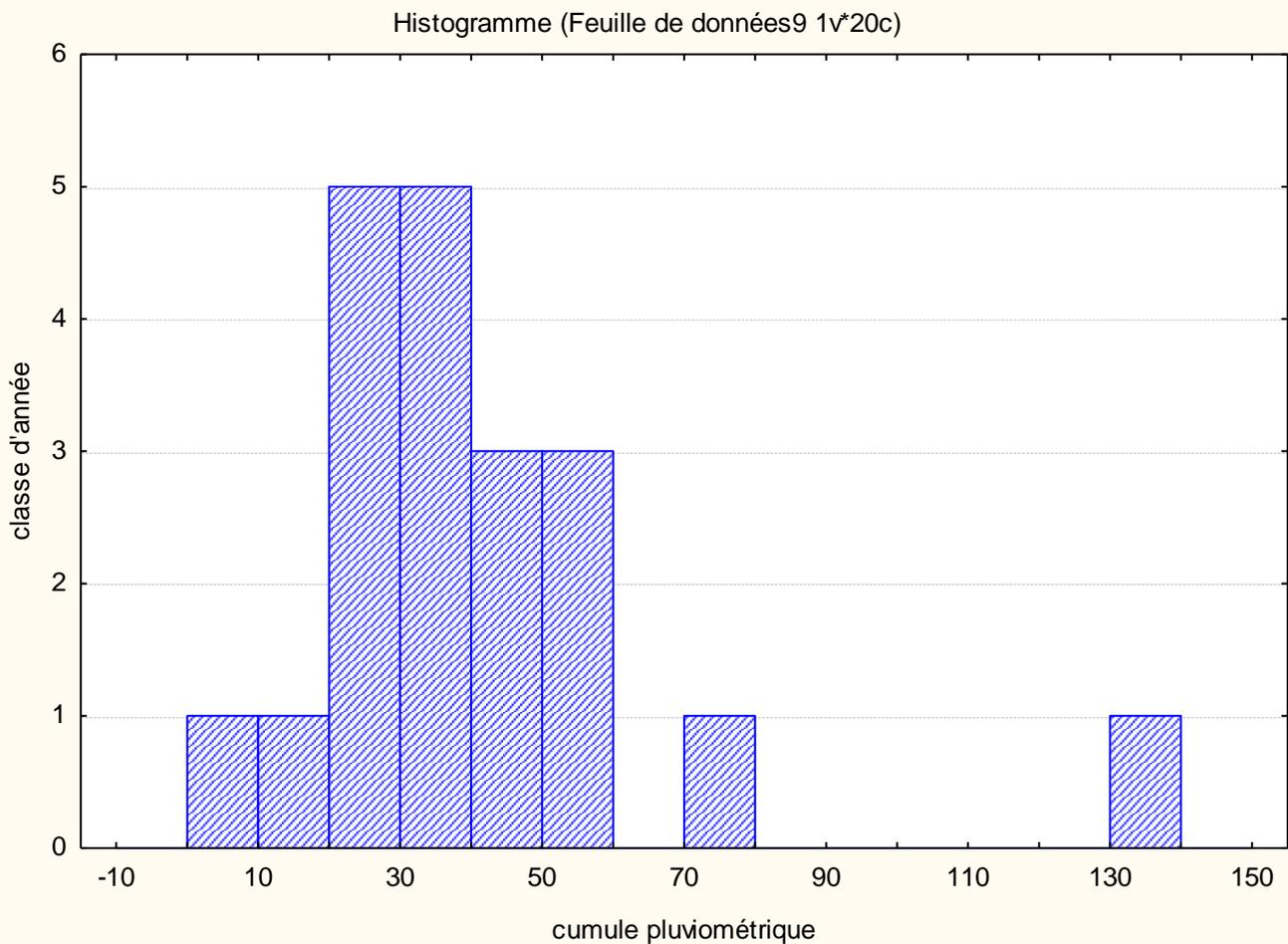
Durant le moi avril nous observons que 8 années sur 20 sont proches à la moyenne, 7 années sont sèches en dessous de la moyenne et 5 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi mai nous observons que 3 années sont proche à la moyenne, 9 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.



Figure

44.Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya de Constantine



Figure

45.Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya de Constantine



Figure

46.Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya de Constantine

6.4. Les classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Bordj Boueriridj

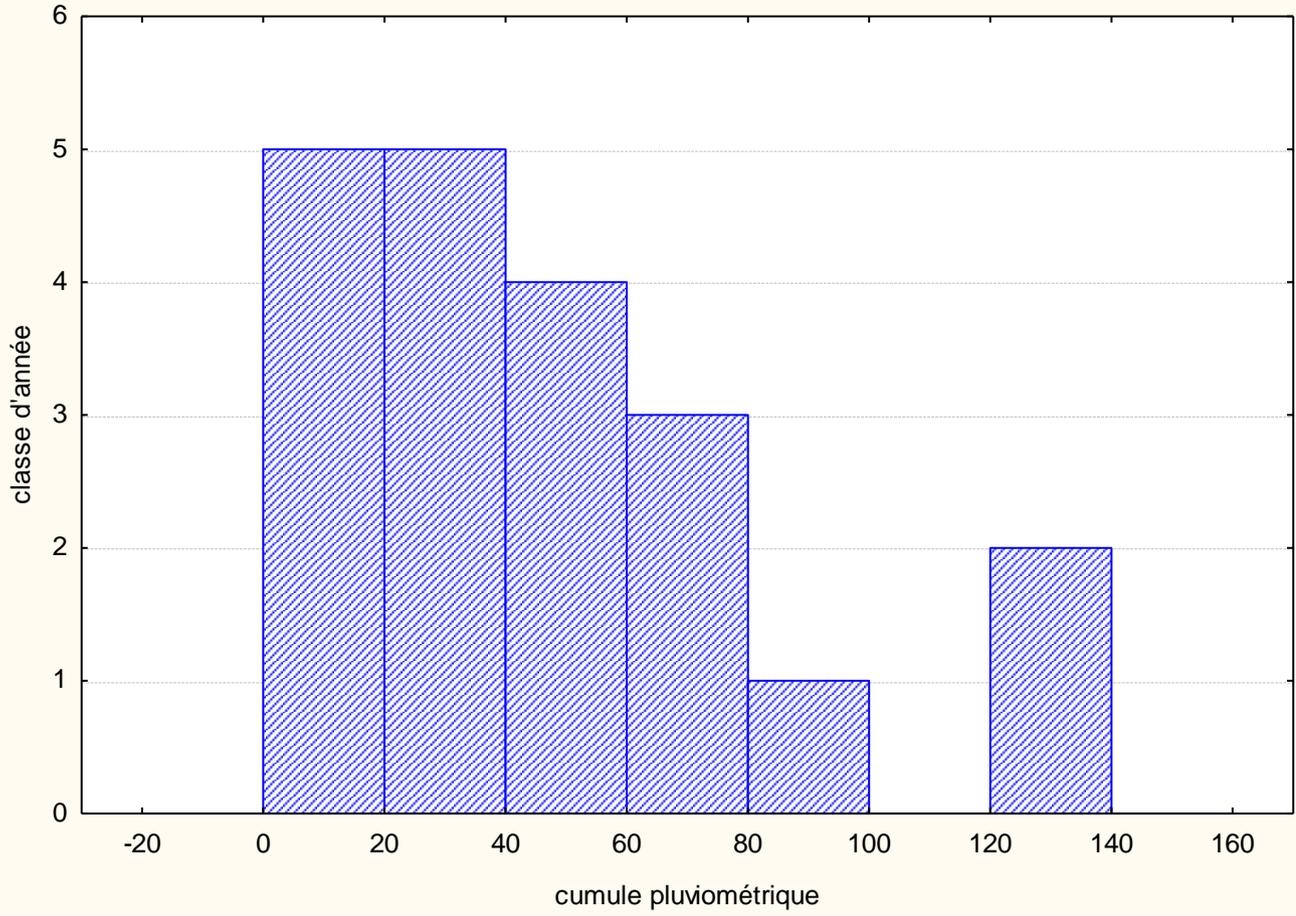
Les moyennes pluviométriques mensuelles de la willaya de Bordj Boueriridj des mois septembre-octobre-novembre correspondant les premiers mois de l'année agricole sont pour la plupart faible, les moyennes de 47mm, 29mm, 25mm respectivement des mois septembre, octobre, novembre. Le moi septembre la plus pluvieux par rapport le mois octobre et novembre la plus faible.

Durant moi septembre nous observons que 4 années sur 20 sont proche à la moyenne (47mm), 10 années sont sèche en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi octobre nous observons que 2 année sur 20 sont proche à la moyenne la moyenne (29mm), 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi novembre nous observons que 3 année sur 20 sont proche à la moyenne (25mm), 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 7 année au-dessus de la moyenne.

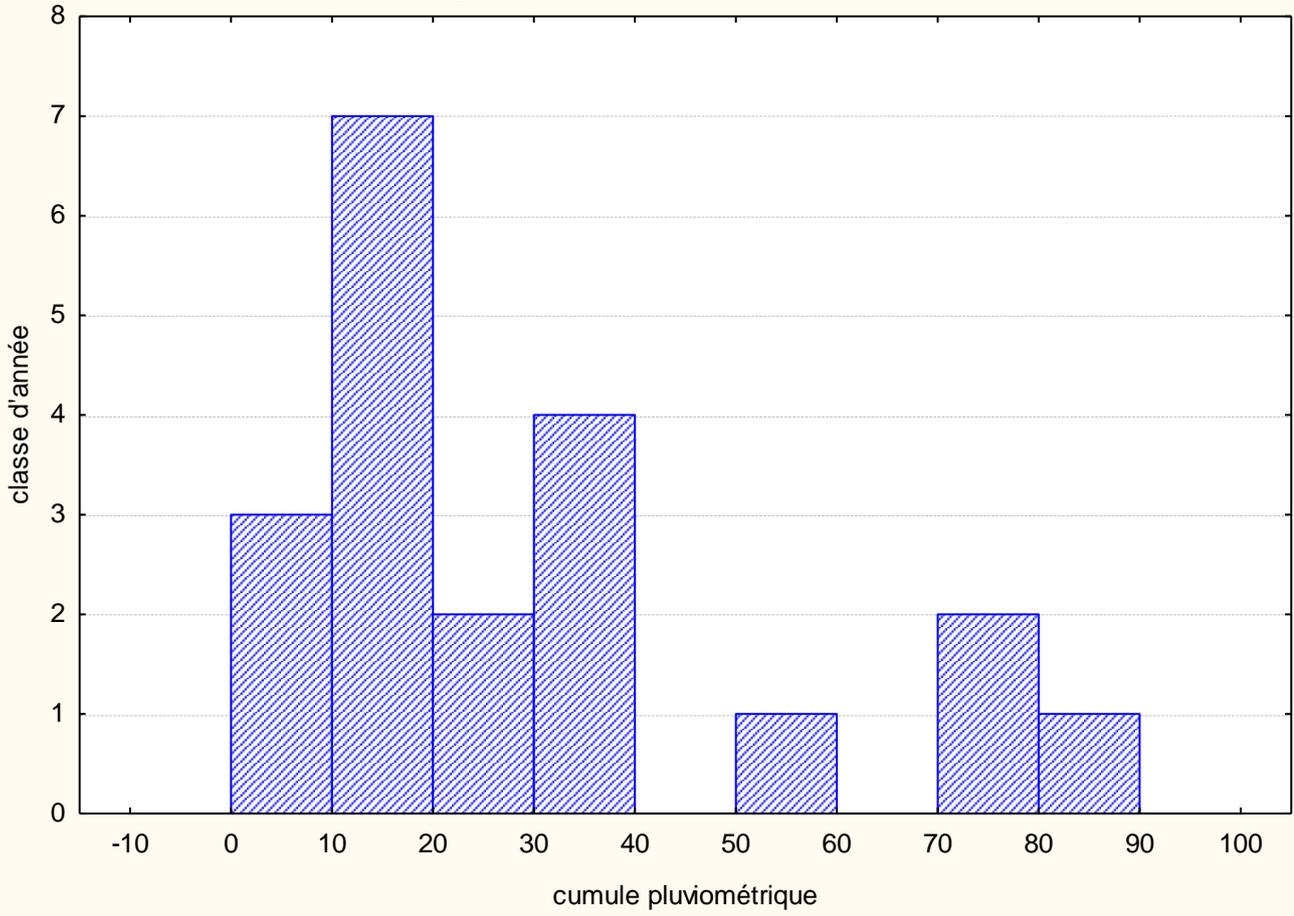
Histogramme (Feuille de données2 1v*20c)



Figure

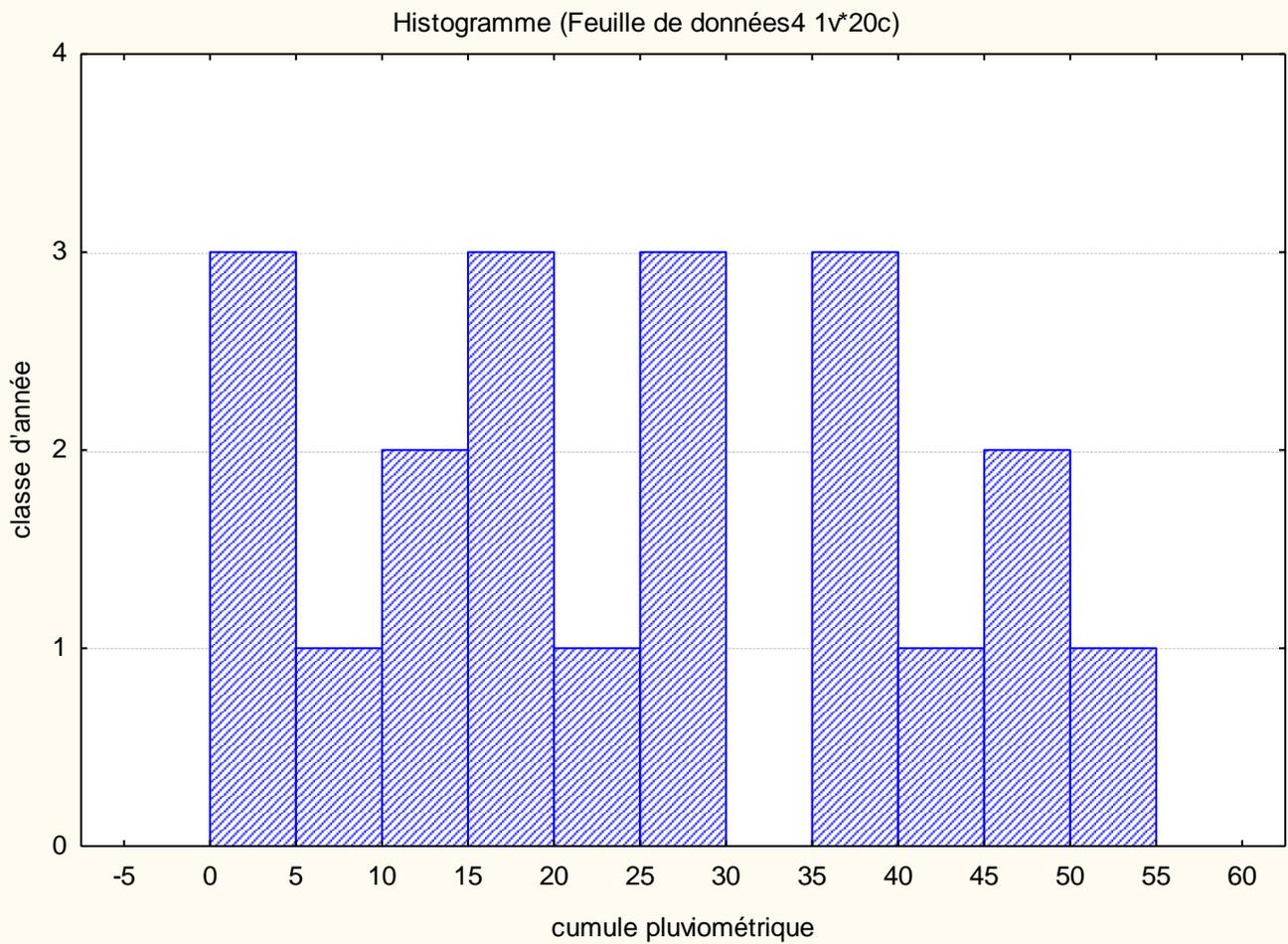
47. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Bordj Boueriridj

Histogramme (Feuille de données3 1v*20c)



Figure

48. Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Bordj Boueriridj



Figure

49. Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de Bordj Boueriridj

Les hauteurs de précipitation moyenne restent plus faible ci concerne la willaya de Bordj Boueriridj par rapport les autres mois corresponde les saisons (automnal et printanière). Les moyennes 38mm-38mm-22mm respectivement des mois décembre- janvier-février (les mois d'hiver).

Le moi décembre et janvier ce sont les mois les plus pluvieux par rapport le moi février (la plus faible).

Durant le moi décembre nous observons que 1 année sur 20 sont proche à la moyenne, 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 9 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi janvier nous observons que 3 années sur 20 sont proche à la moyenne, 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 7 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi février nous observons que 6 années sur 20 sont proche à la moyenne, 8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

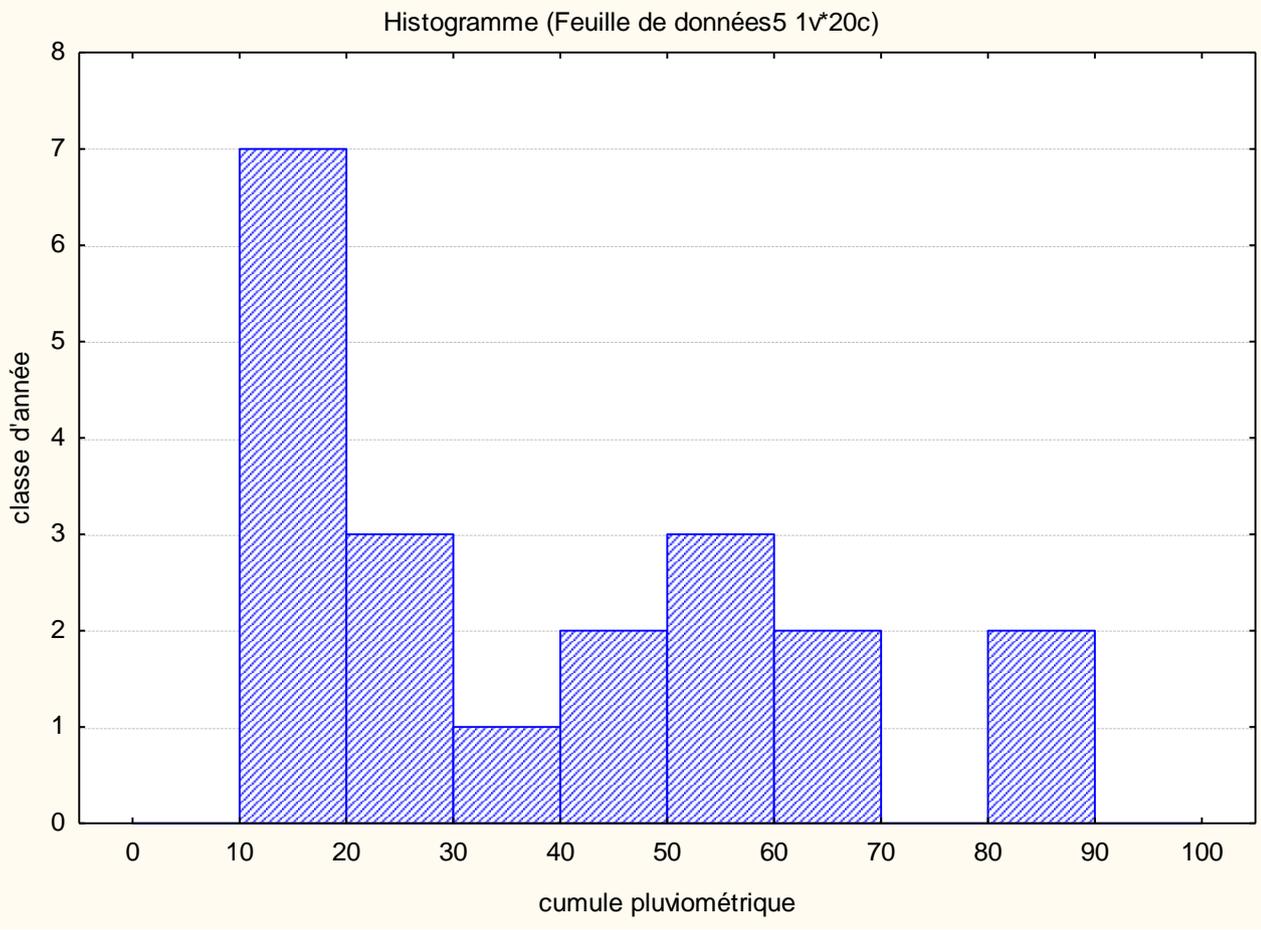
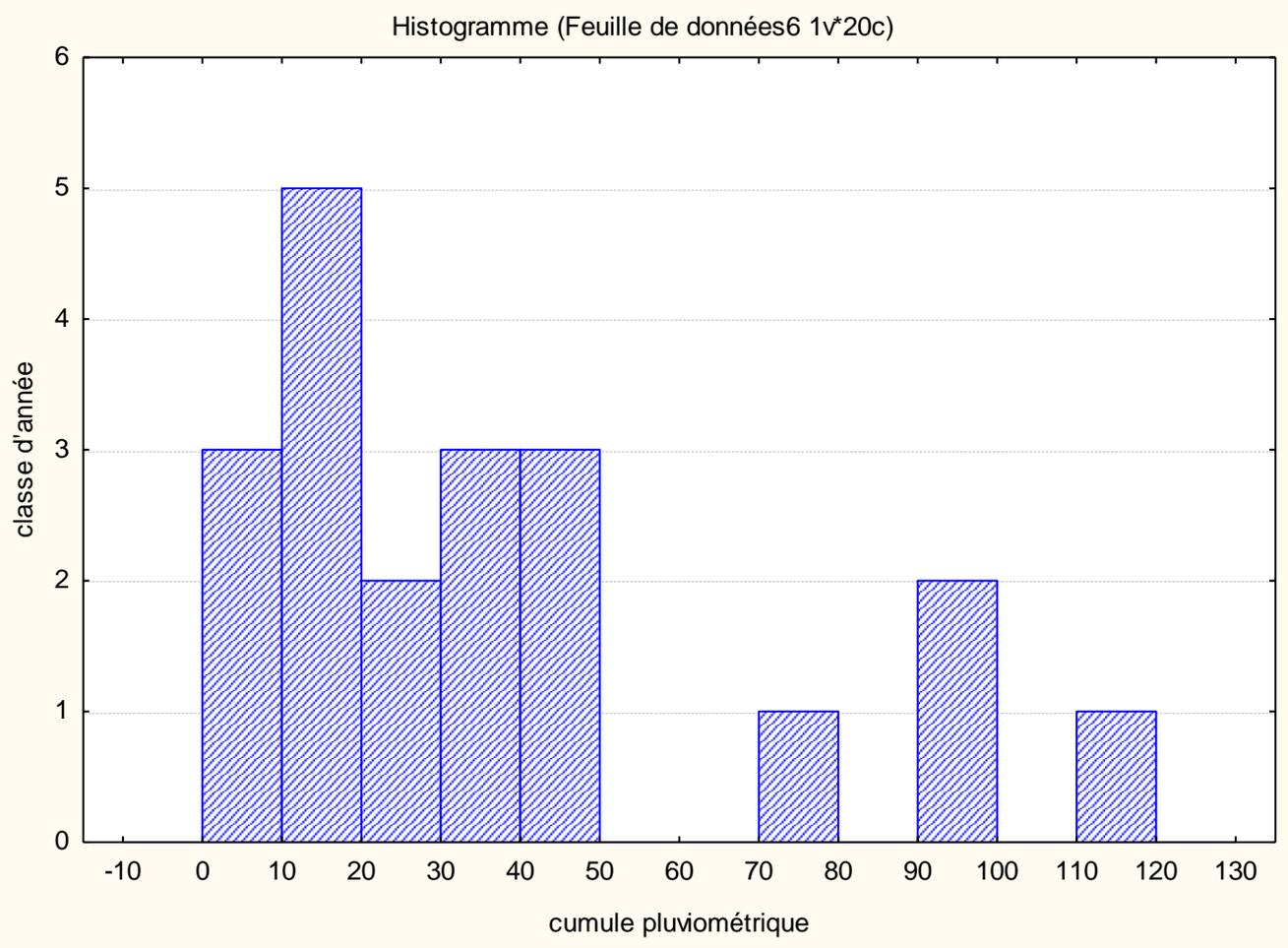


Figure 50.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Bordj Boueriridj



Figure

51. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya

de Bordj Boueriridj

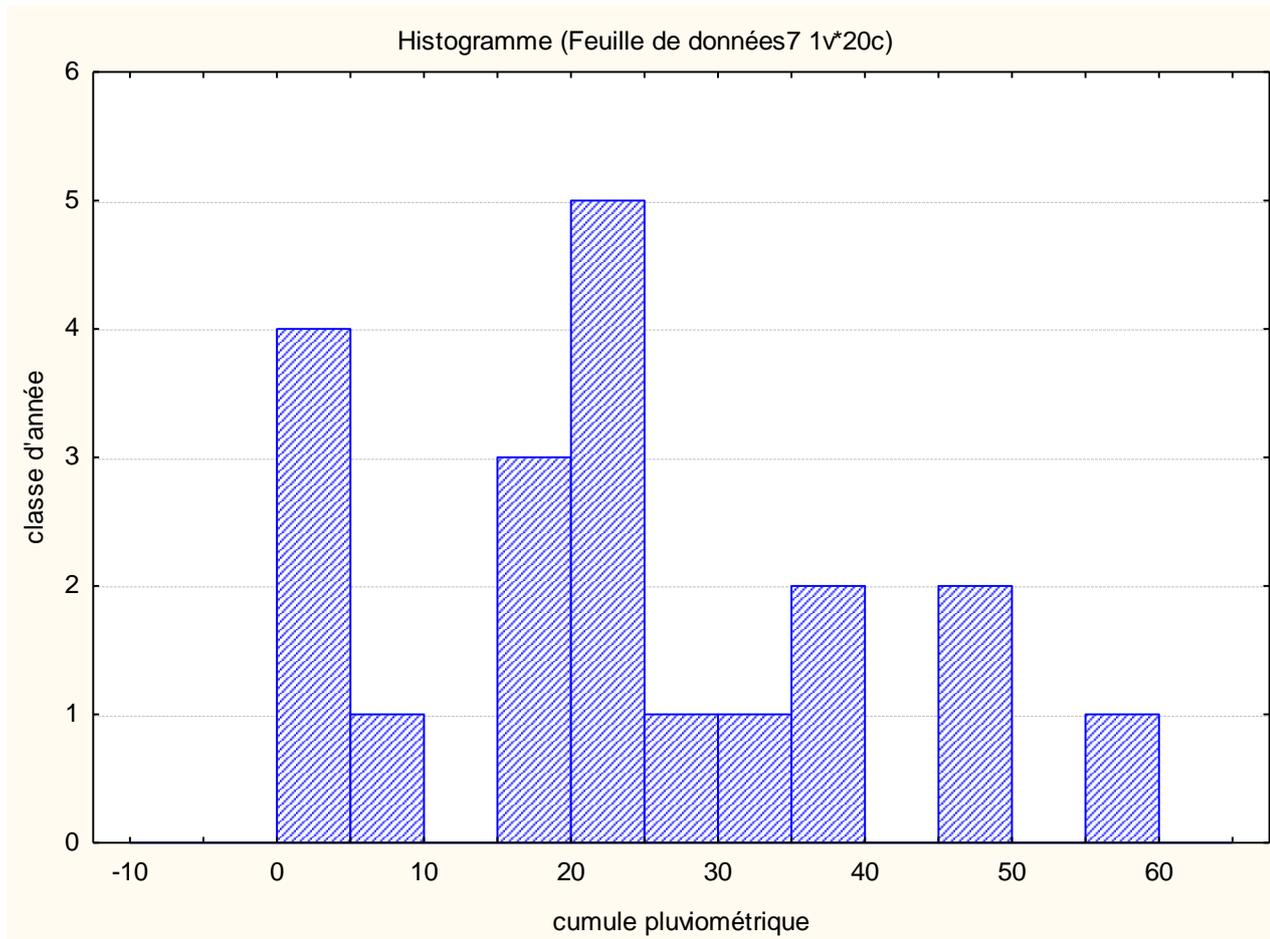


Figure 52.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Bordj Boueriridj

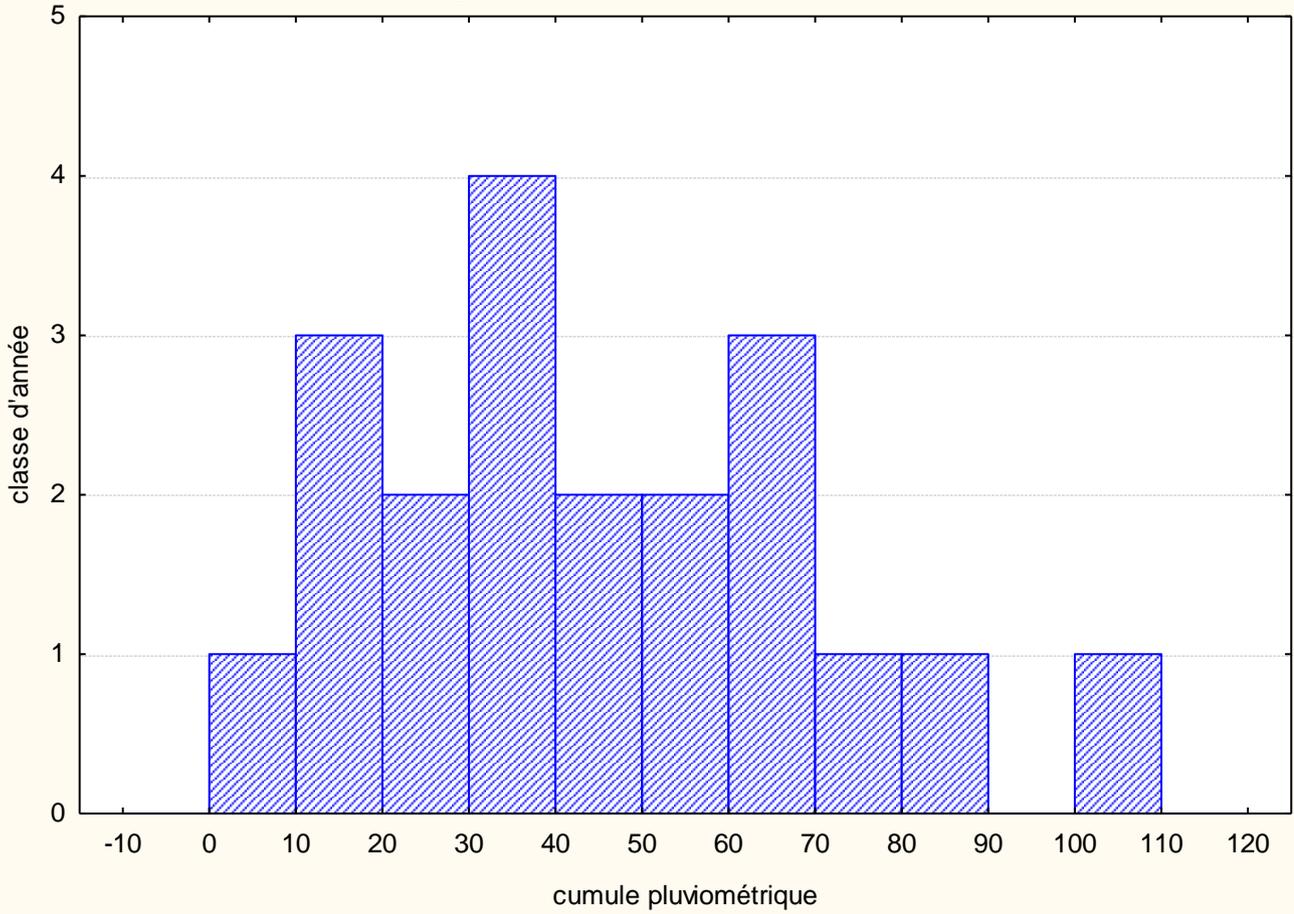
Les cumules pluviométriques moyennes mensuelles de la saison printanière dans les mois mars-avril-mai les plus pluvieux par rapport autre saison (automnal et hivernal).

Le mois du mars ci concerne la willaya de Bordj Boueriridj la plus pluvieux (44mm) par rapport le mois d'avril (28mm) et mai (34mm).

Durant le moi mars nous observons que 2 années sur 20 sont proches à la moyenne, 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 années au-dessus de la moyenne.

Durant le moi avril nous observons que 1 années sur 20 sont proches à la moyenne, 15 années sont sèches en dessous de la moyenne et 4 année au-dessus à la moyenne. Par ailleurs dans le mois du mai nous remarquons que 5 années sur 20 sont proche à égale la moyenne, 8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 7 années au-dessus de la moyenne.

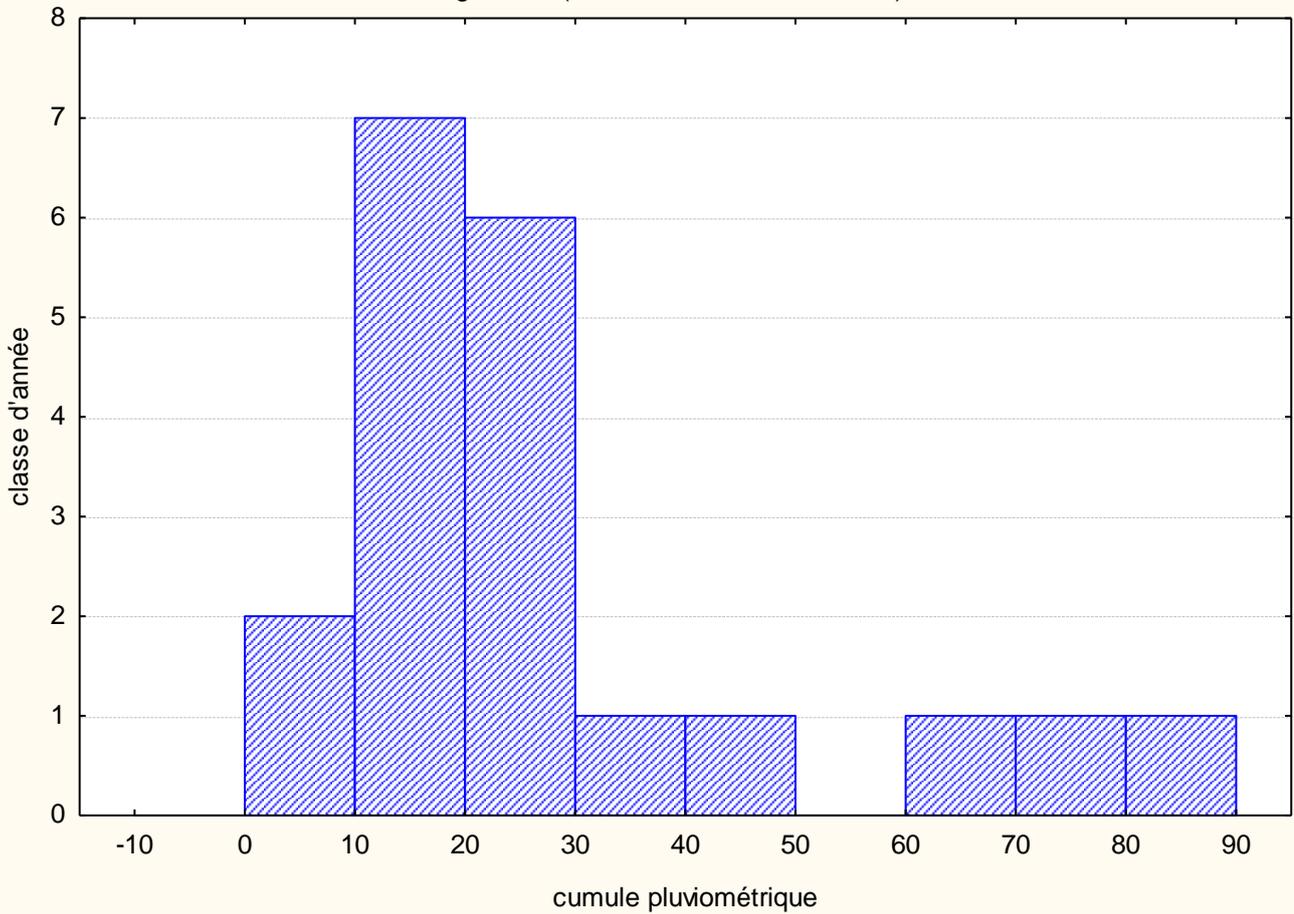
Histogramme (Feuille de données8 1v*20c)



Figure

53. Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la wilaya de Bordj Boueriridj

Histogramme (Feuille de données9 1v*20c)



Figure

54. Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la wilaya de Bordj Boueriridj

de Bordj Boueriridj

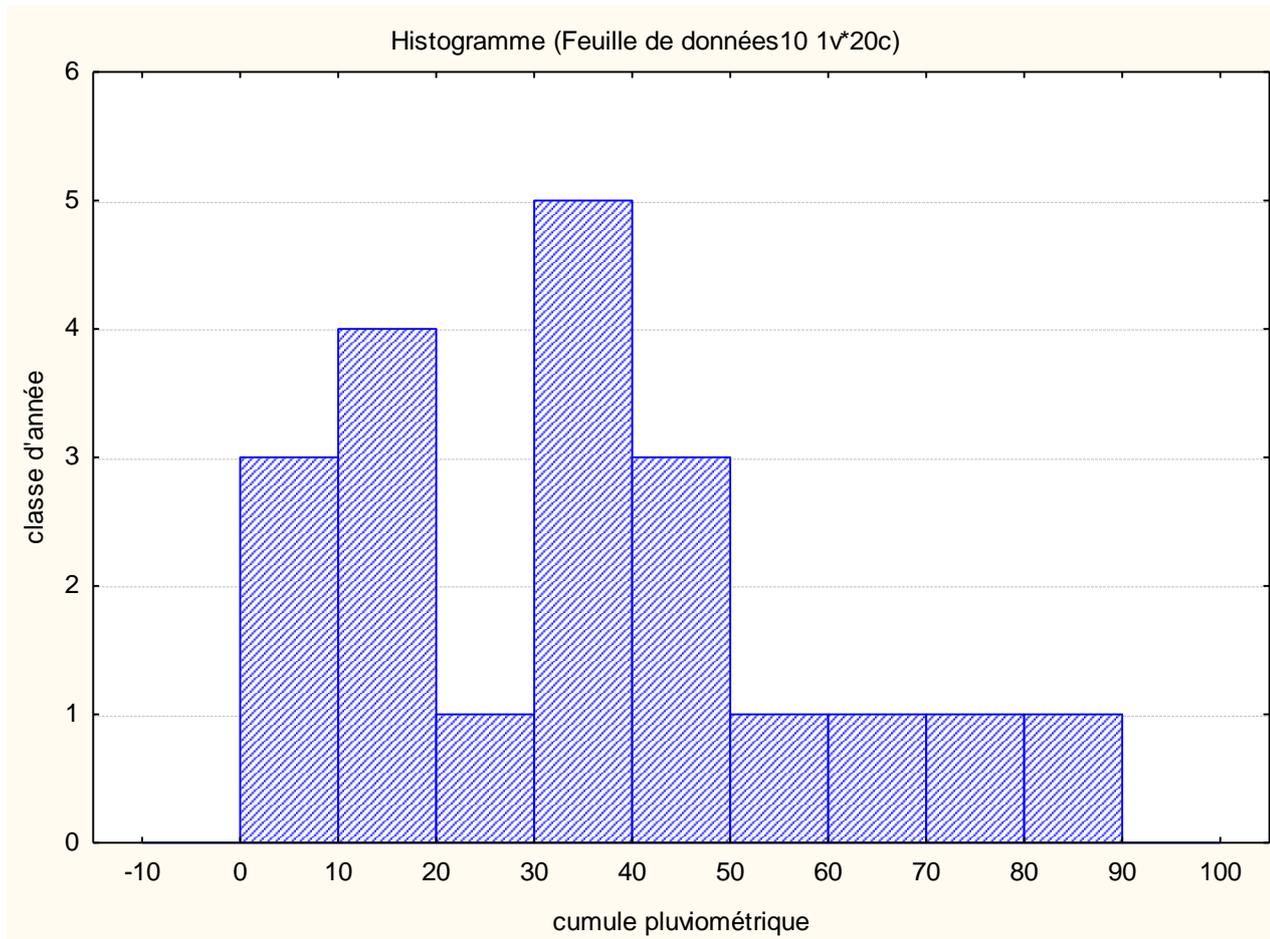


Figure 55.

**Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la willaya
de Bordj Boueriridj**

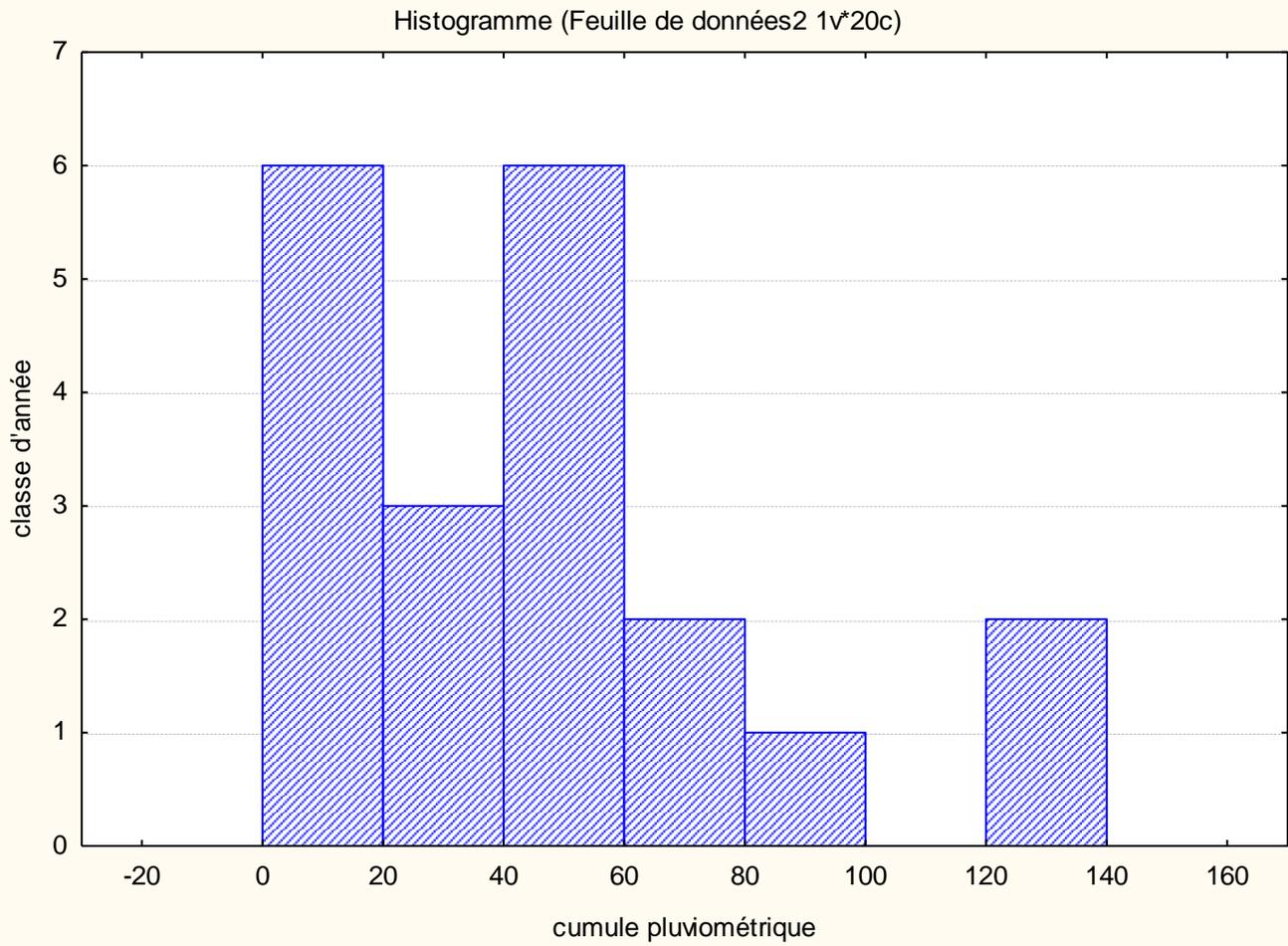
6.5. Les classes pluviométriques mensuelles de la willaya de Batna

Les moyennes pluviométriques mensuelles de la willaya de Batna des mois septembre-octobre- novembre correspondant les premiers mois de l'année agricole sont la plupart à une précipitation modérée, les moyennes de 46mm, 27mm, 38mm respectivement des mois septembre, octobre, novembre. Le moi septembre la plus pluvieux par rapport le mois octobre et novembre la plus faible.

Durant le moi septembre nous observons que 6 années sur 20 sont proche à la moyenne (46mm), 9 années sont sèche en dessous et 5 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi octobre nous observons que 2 année sur 20 sont proche à la moyenne mensuelles de pluie (27mm), 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 8 année au-dessus de la moyenne.

Le moi novembre nous avons observons que 2 année sur 20 sont proche à la moyenne (38mm), il y'a 2 année égale la moyenne, et 8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 10 année au-dessus de la moyenne.



Figure

56. Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la willaya de Batna

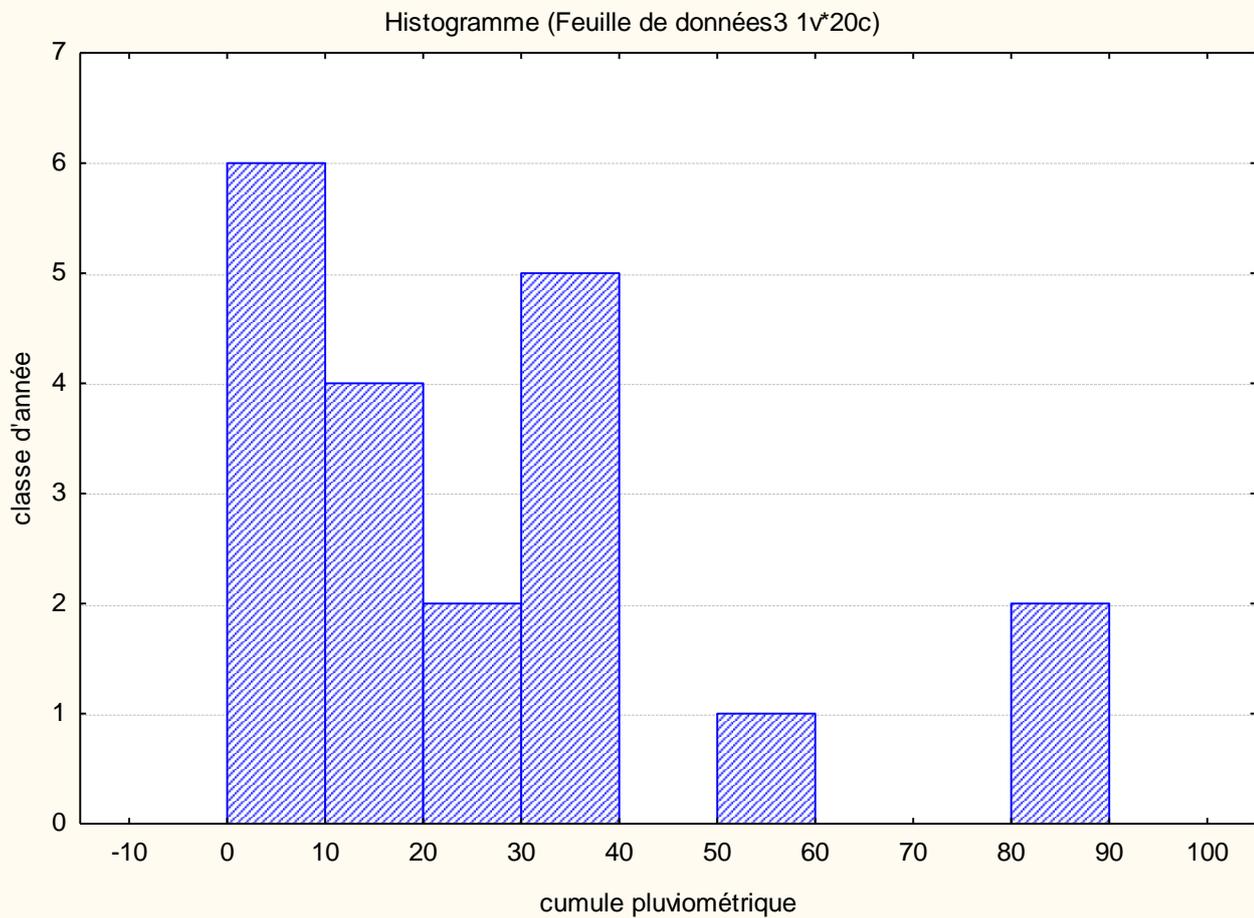


Figure 57.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la willaya de Batna

Histogramme (Feuille de données4 1v*20c)

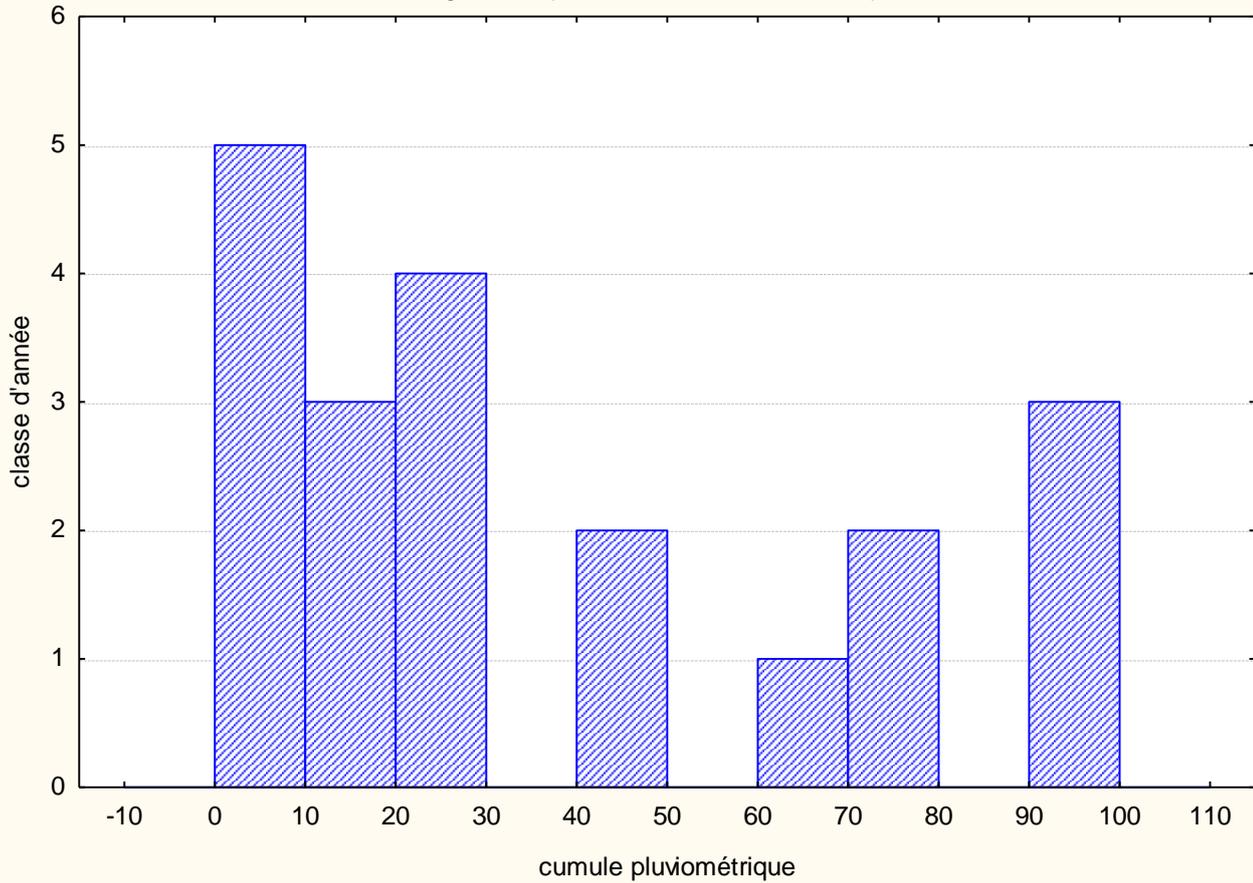


Figure 59.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la willaya de Batna

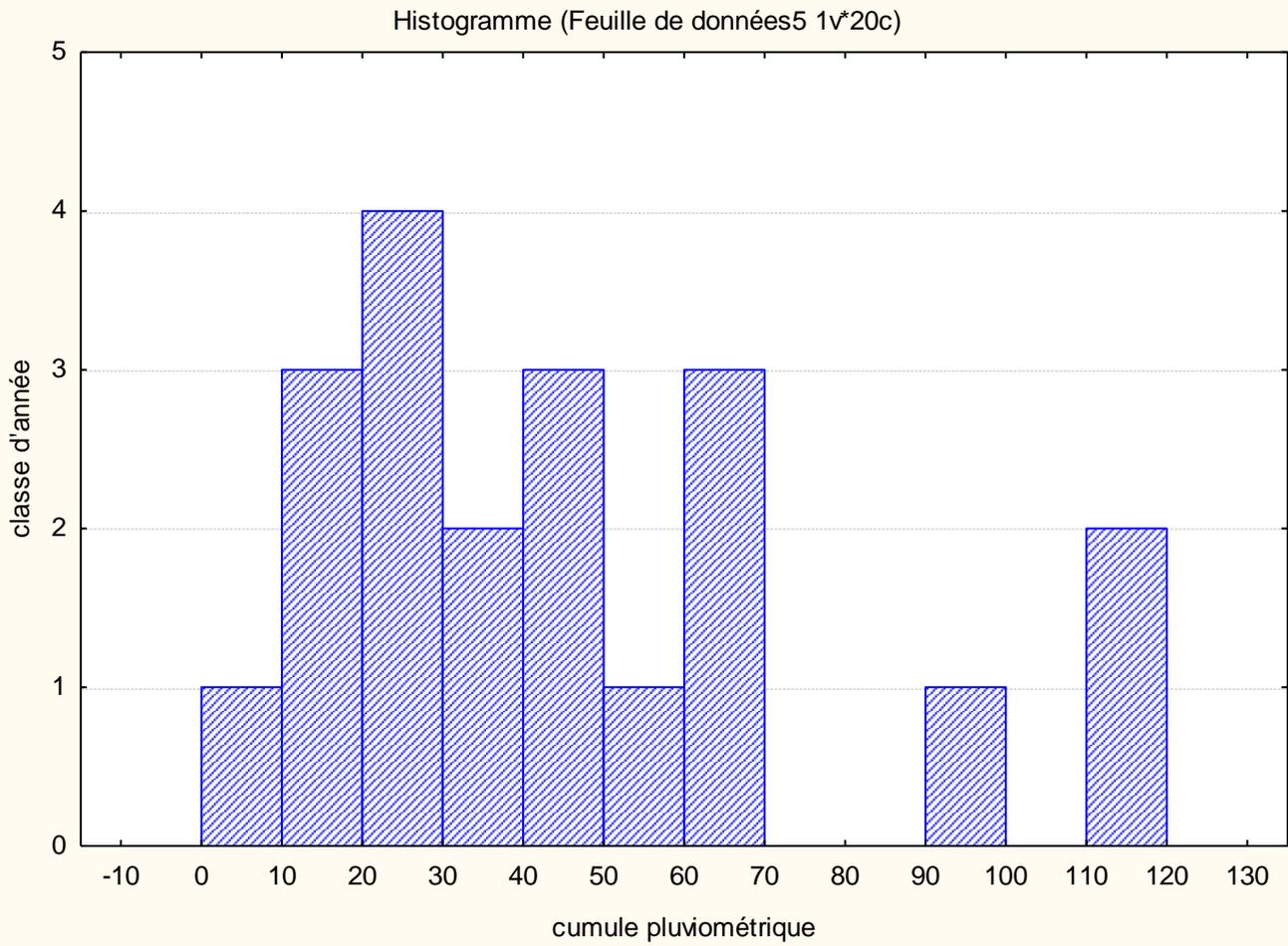
Les hauteurs de précipitation moyenne restent plus faible ci concerne la willaya de Batna par rapport les autres saisons (automnal et printanière). Les moyennes 45mm-36mm-20mm respectivement des mois décembre-janvier-février (les mois d'hiver).

Le moi décembre et janvier ce sont les mois les plus pluvieux par rapport le moi février (la plus faible).

Durant le moi décembre nous observons que 3 année sur 20 sont proches à la moyenne, 10 années sont sèches en dessous de la moyenne et 7 année au-dessus de la moyenne.

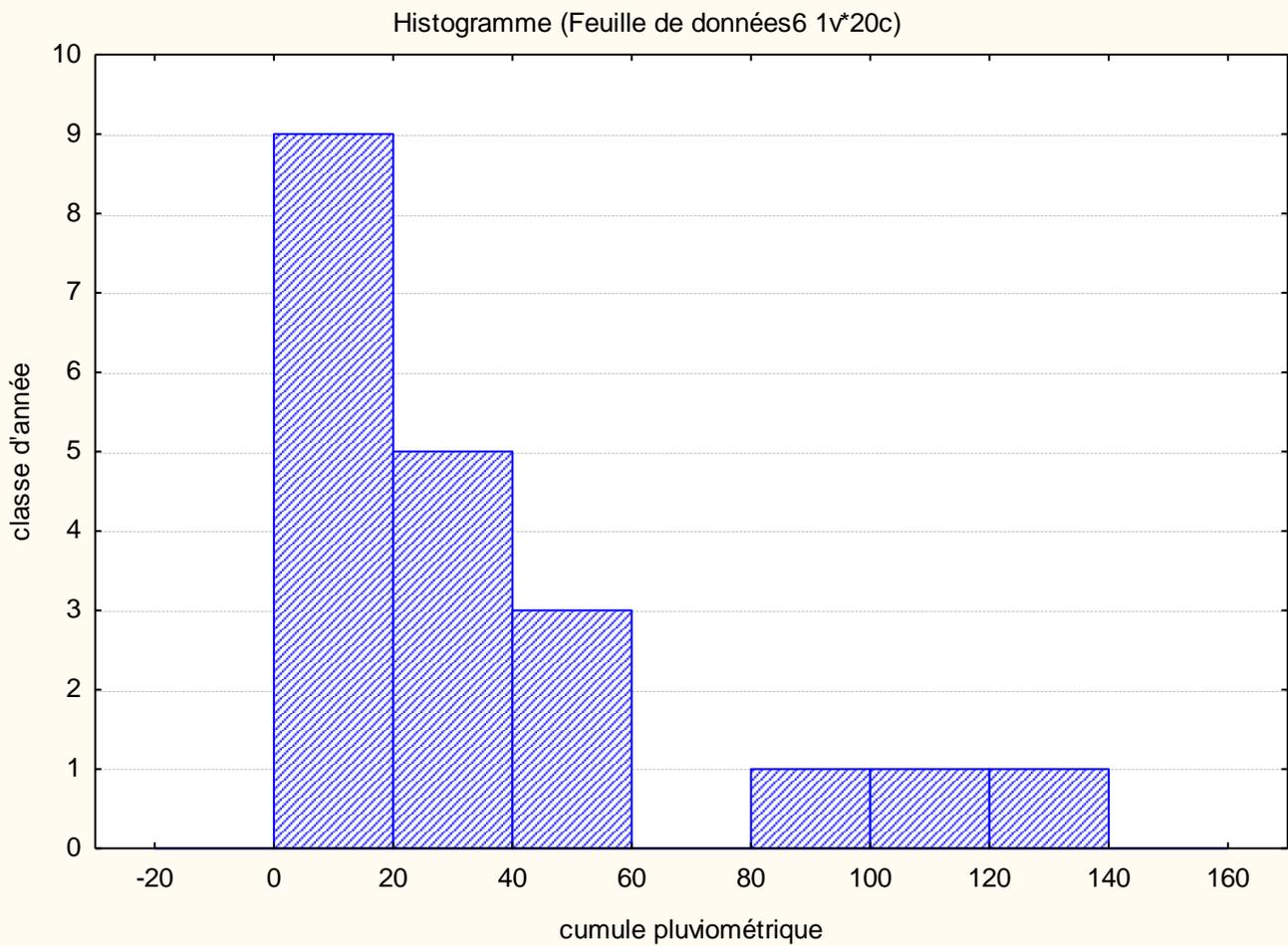
Durant le moi janvier nous observons que 5 années sur 20 sont proches à la moyenne, et 9 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 années au-dessus à la moyenne.

Durant le moi février nous observons que 3 années sur 20 sont proche à la moyenne, 12 années sont sèches en dessous de la moyenne et 5 année au-dessus de la moyenne.



Figure

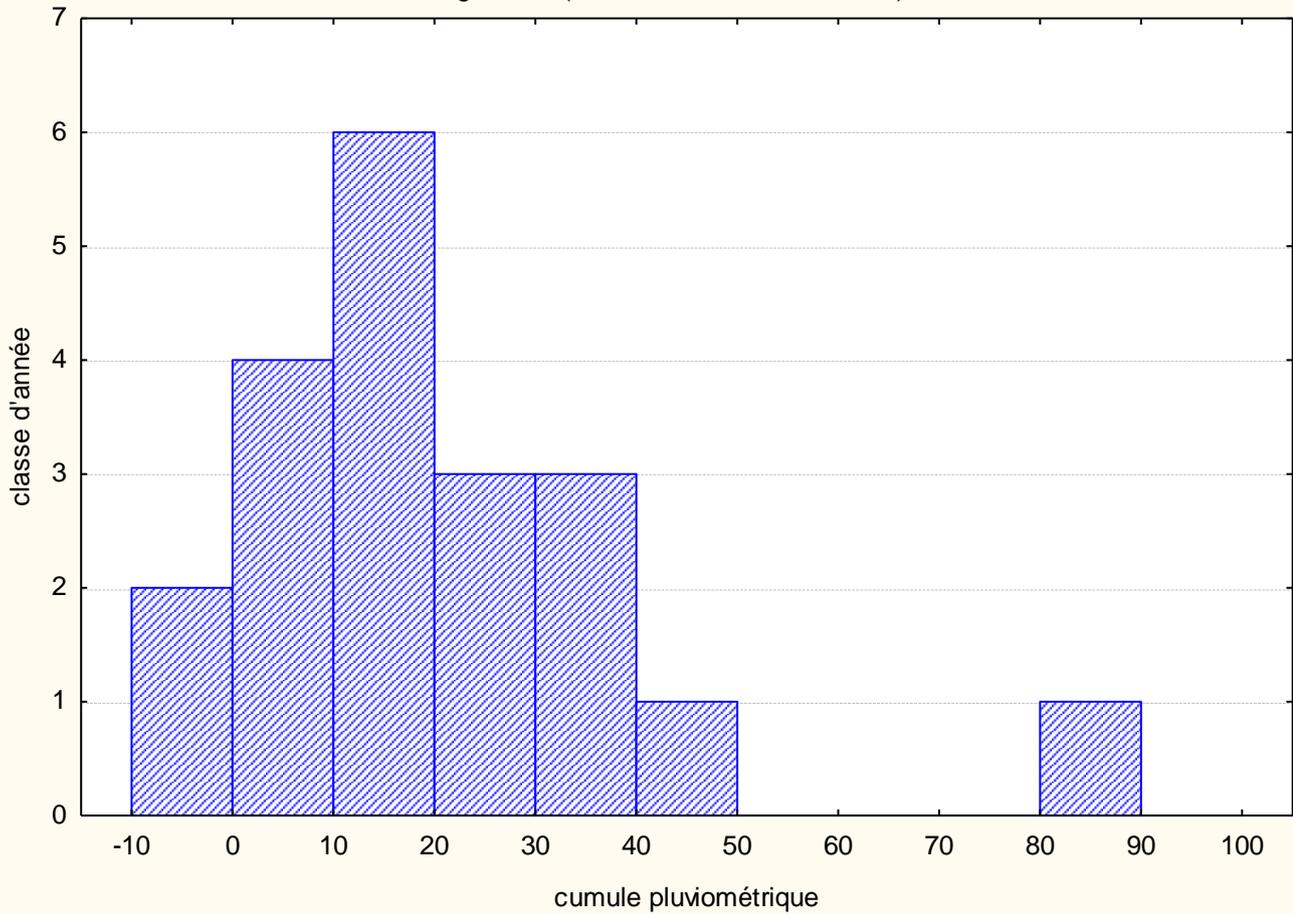
60. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la willaya de Batna



Figure

61. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la willaya de Batna

Histogramme (Feuille de données7 1v*20c)



Figure

62. Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la willaya de Batna

Les cumules pluviométriques moyennes mensuelles de la saison printanière dans les mois mars-avril-mai les plus pluvieux par rapport les mois de la saison hivernal (précipitation faible), et proche à la moyenne pluviométrique de les mois de la saison automnal.

Le mois du mai ci concerne la willaya de Batna la plus pluvieux (31mm) par rapport le mois de mars (35mm) et avril (43mm).

Durant le moi mars nous observons que1 année sur 20 sont proche à la moyenne, 13 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi avril nous observons que2 années sur 20 sont proche à la moyenne, 9 années sont sèches en dessous de la moyenne et 9 année au-dessus de la moyenne. Par ailleurs dans le moi mai nous observons que 3 années sur 20 sont proches à la moyenne, 11 années sont sèches en dessous de la moyenne et 6 années au-dessus de la moyenne.

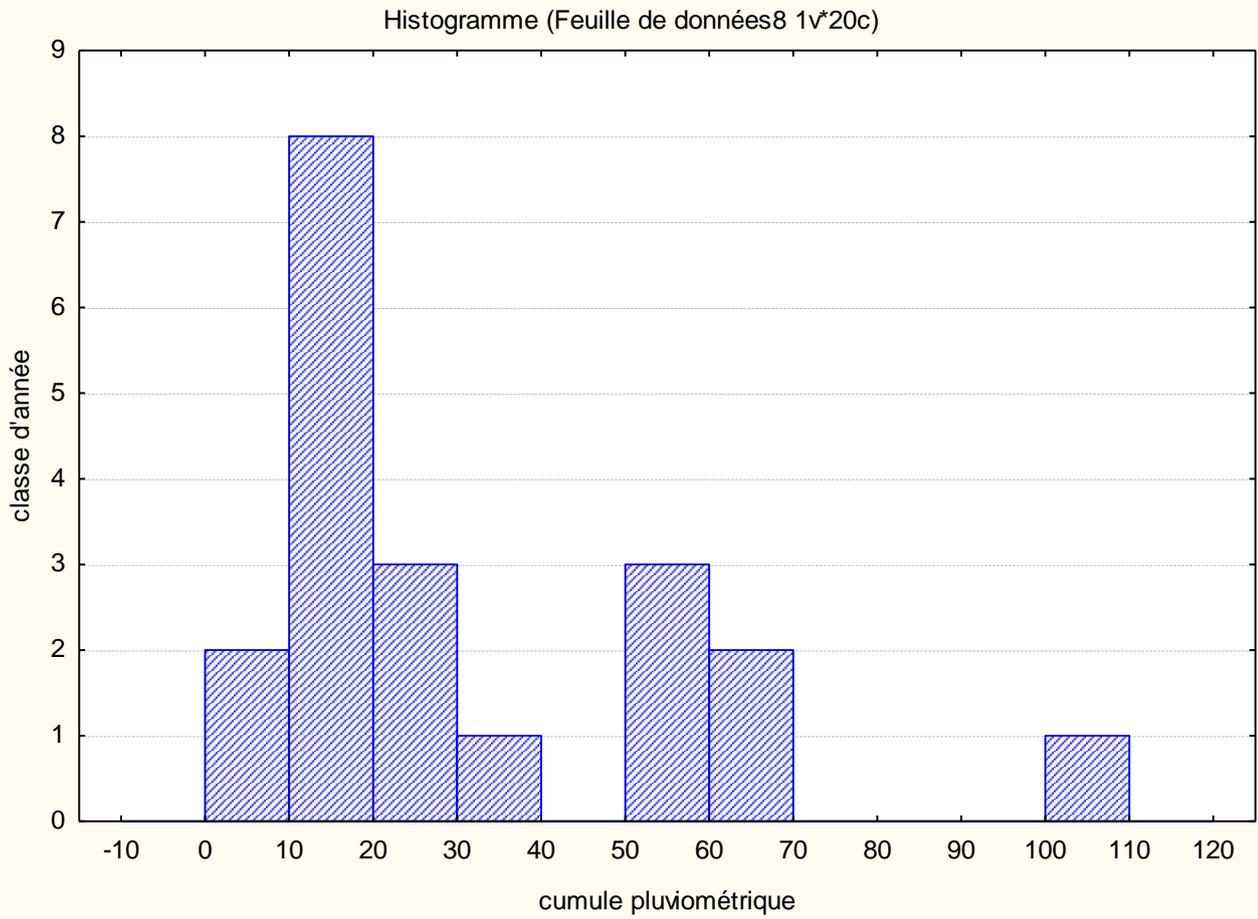


Figure 63.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la willaya de Batna

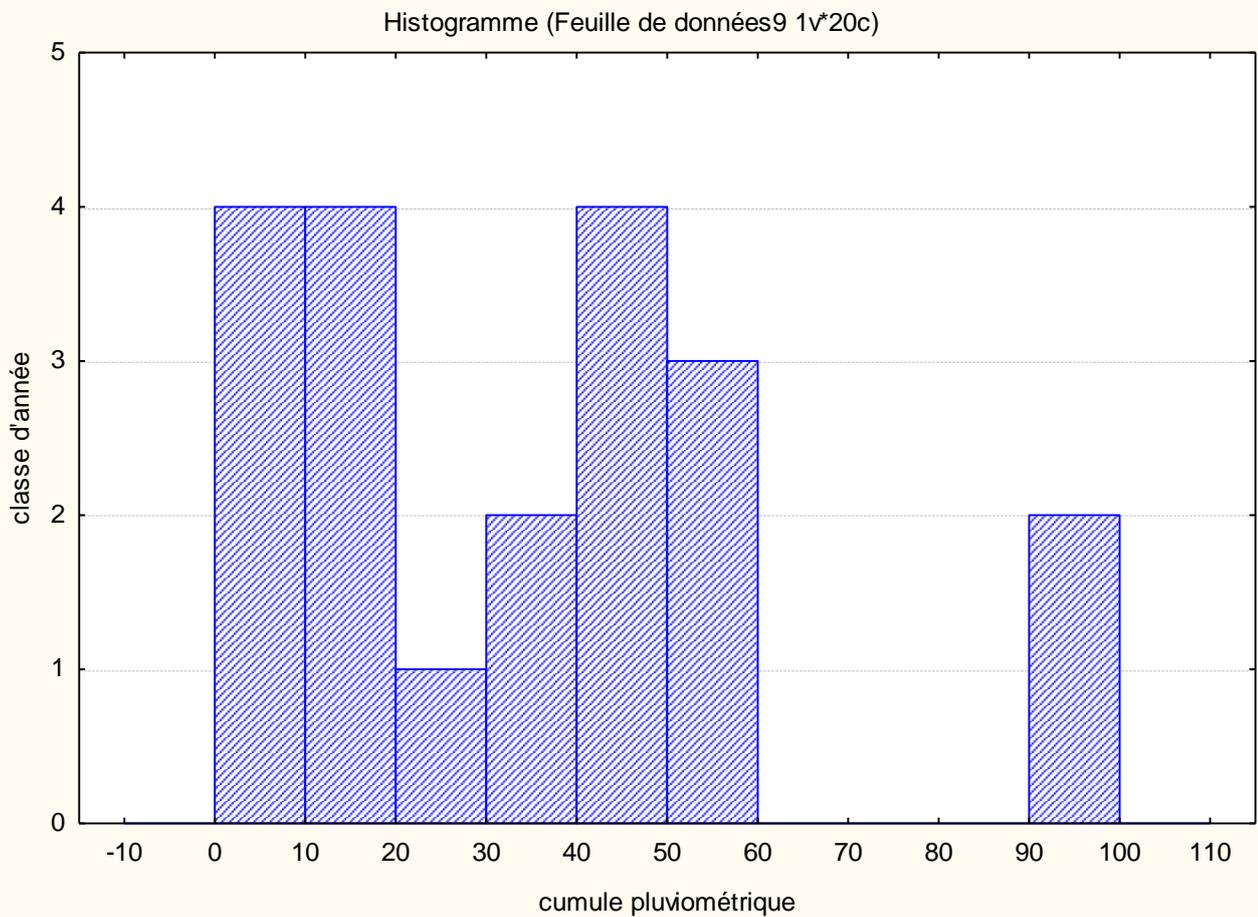


Figure 64.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la willaya de Batna

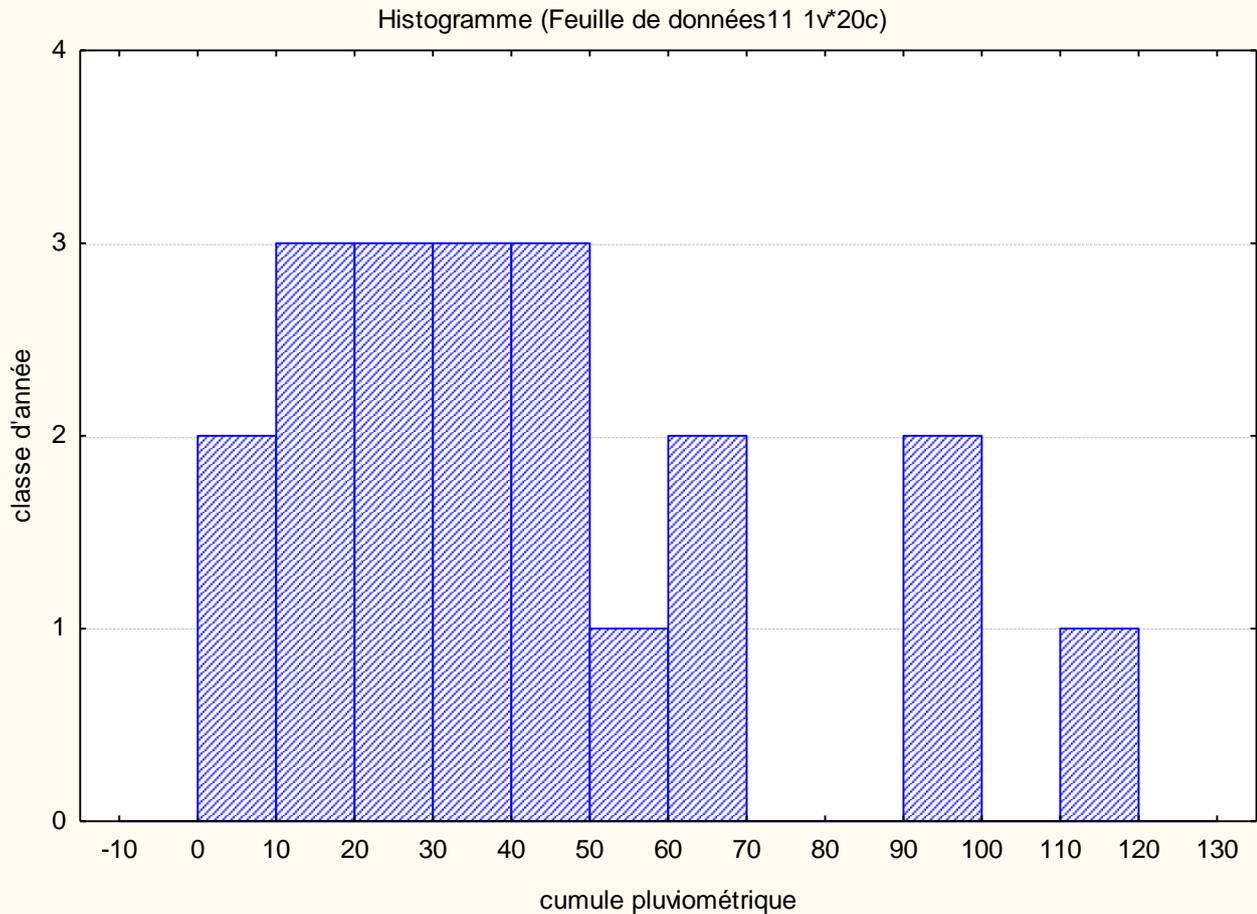


Figure 65.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai du la willaya de Batna

6.6. Les classes pluviométriques mensuelles de la région des hauts plateaux

Les moyennes pluviométriques mensuelles de la région des hauts plateaux des mois septembre-octobre-novembre correspondant les premiers mois de l'année agricole sont pour la plupart faible, les moyennes de 44mm, 31mm, 36.6mm respectivement des mois septembre, octobre, novembre. Le moi septembre la plus pluvieux par rapport le mois octobre et novembre la plus faible.

Durant le moi septembre nous observons que 4 années sur 20 sont proche à la moyenne (44mm), 10 années sont sèche en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi octobre nous observons la moyenne que 4 années sur 20 sont proche à la moyenne (31mm), 11 années sont sèche en dessous de la moyenne et 5 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi novembre avons observons que 7 années sur 20 sont proche à la moyenne (36.6mm), 7 années sont sèche en dessous de la moyenne et 6 année au-dessus de la moyenne.

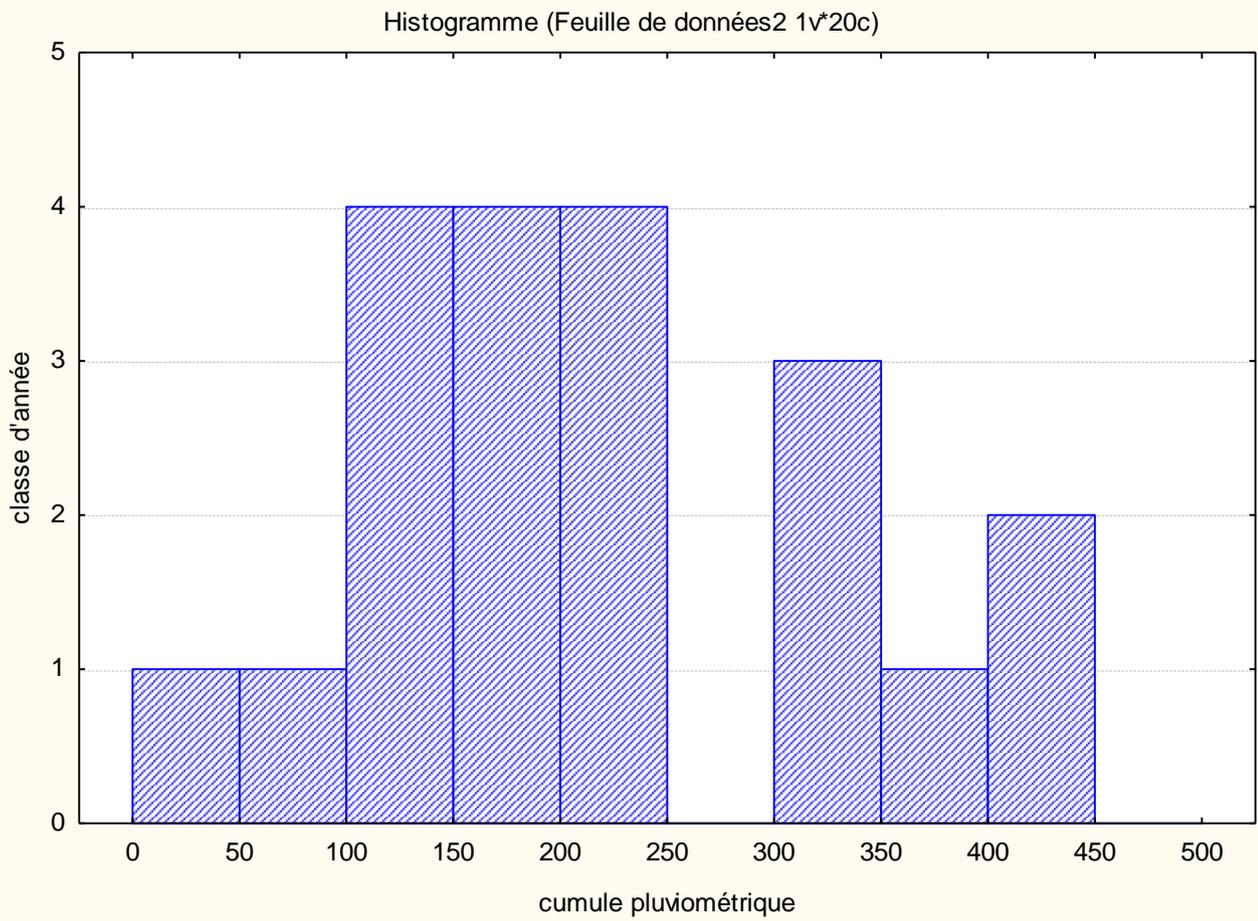
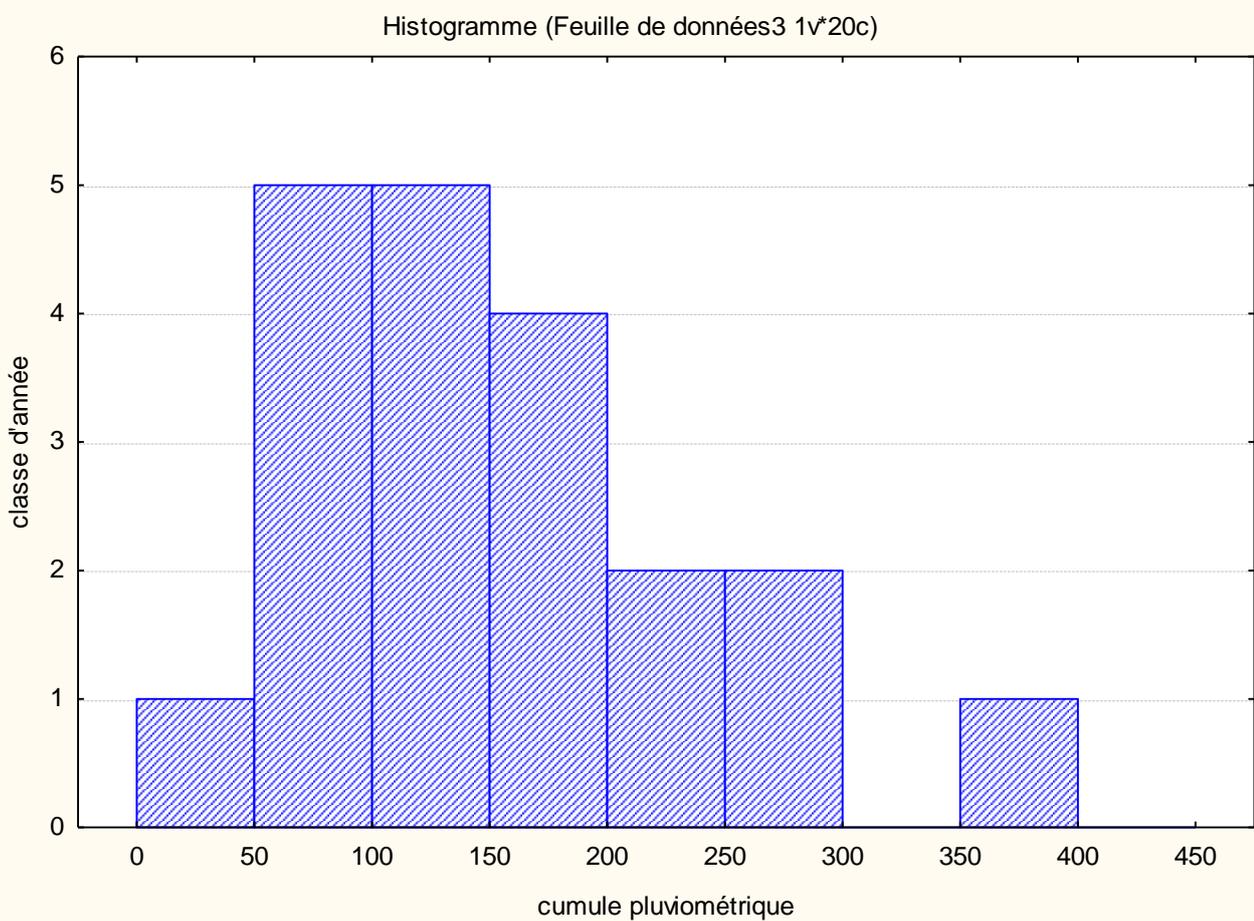


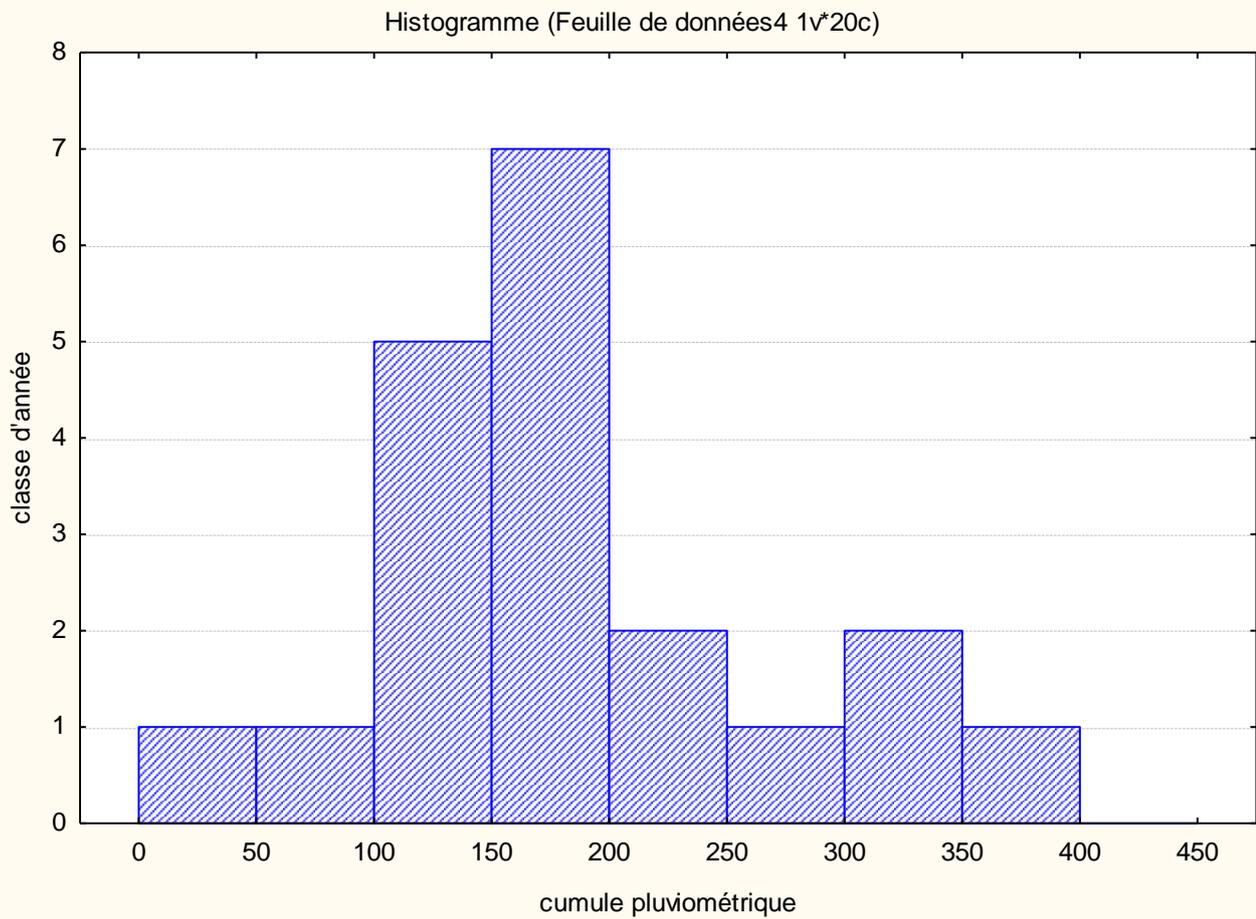
Figure 66.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois septembre de la région des hauts plateaux



Figure

67.Représente les hauteurs pluviométriques de mois octobre de la région des hauts plateaux



Figure

68.Représente les hauteurs pluviométriques de mois novembre de la région des hauts plateaux

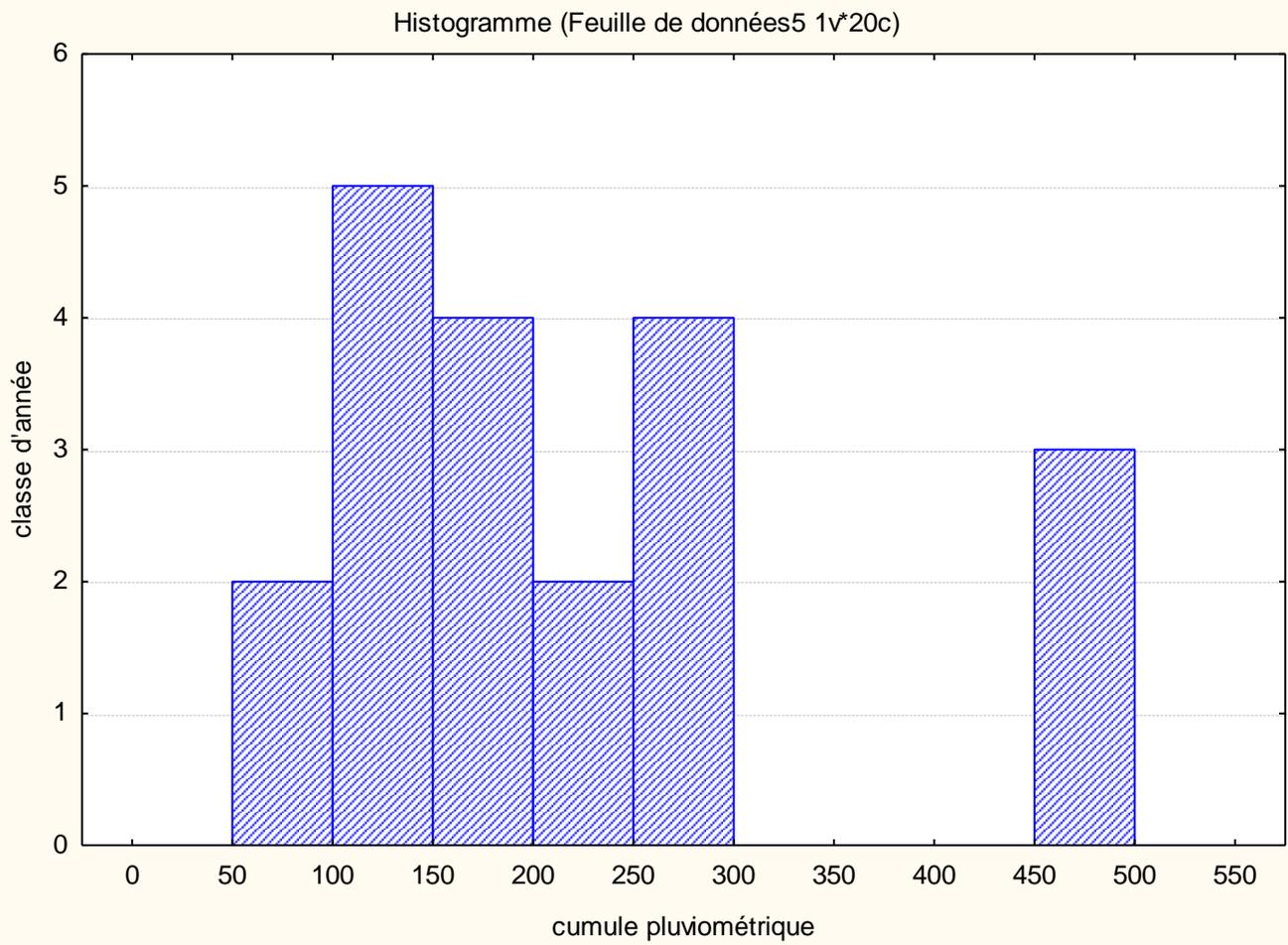
Les hauteurs de précipitation moyenne modérée-ci concernent la région des hauts plateaux par rapport les mois de saison automnal et faible par rapport les mois de saison printanière. Les moyennes 222mm-212mm-134mm respectivement des mois décembre- janvier-février (les mois d'hiver).

Le moi décembre et janvier ce sont les mois les plus pluvieux par rapport le moi février (la plus faible).

Durant le moi décembre nous observons que 2 années sur 20 sont proche à la moyenne, 11 années sont sèches en dessous de la moyenne et 7 année au-dessus de la moyenne.

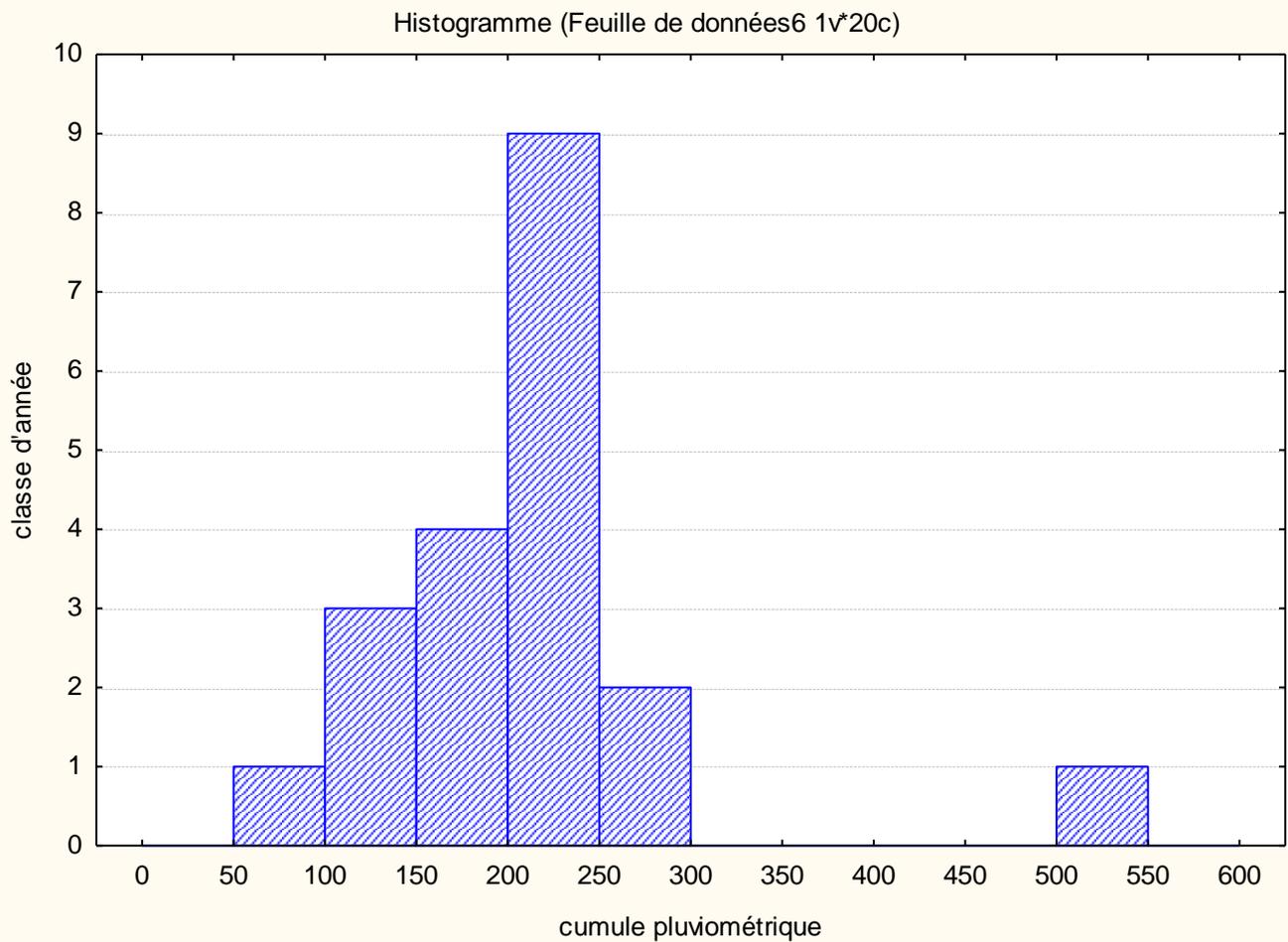
Durant le moi janvier nous observons que 9 années sur 20 sont proche à la moyenne, 8 années sont sèches en dessous de la moyenne et 3 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi février nous observons que 2 années sur 20 sont proche à la moyenne, 9 années sont sèches en dessous de la moyenne et 9 année au-dessus de la moyenne.



Figure

69. Représente les hauteurs pluviométriques de mois décembre de la région des hauts plateaux



Figure

70. Représente les hauteurs pluviométriques de mois janvier de la région des hauts plateaux

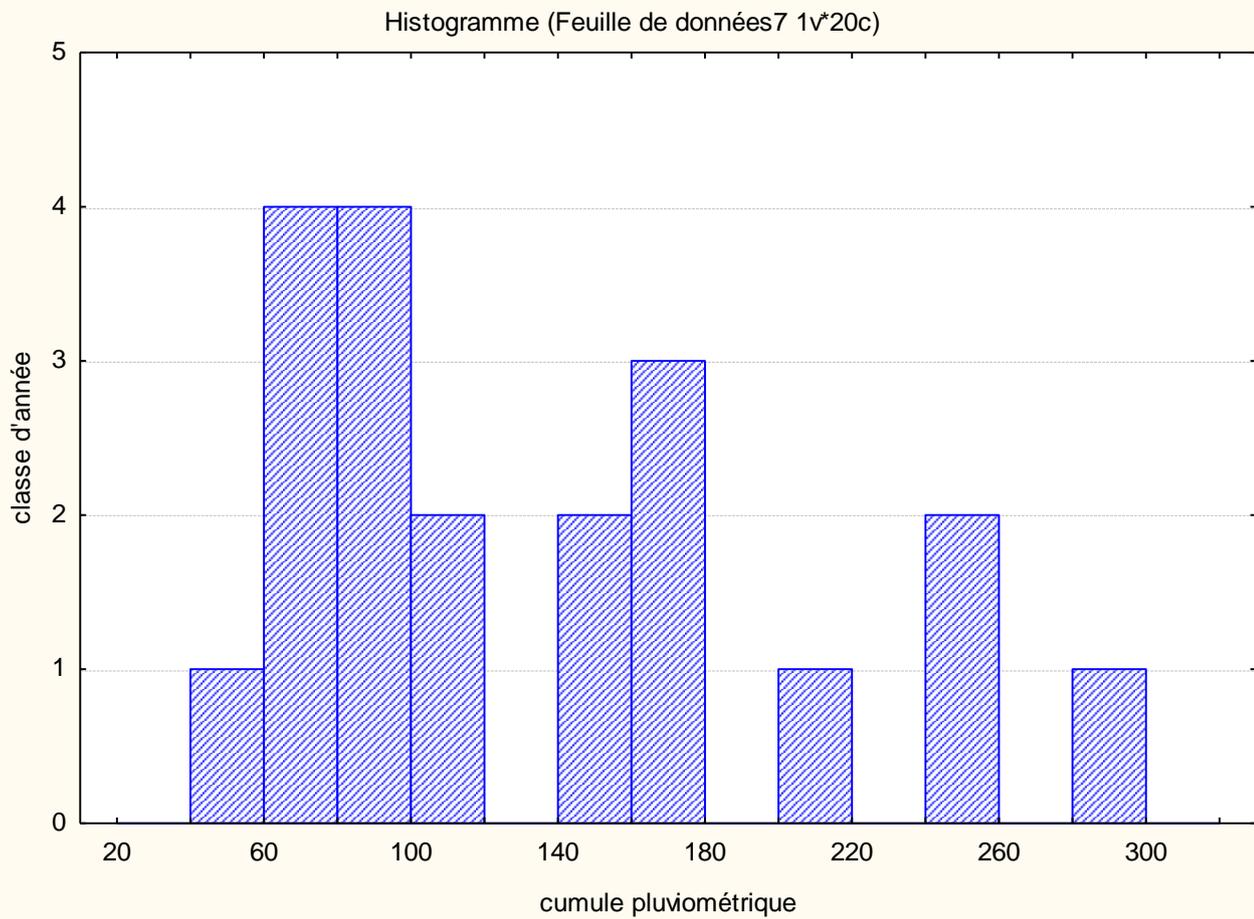


Figure 71.

Représente les hauteurs pluviométriques de mois février de la région des hauts plateaux

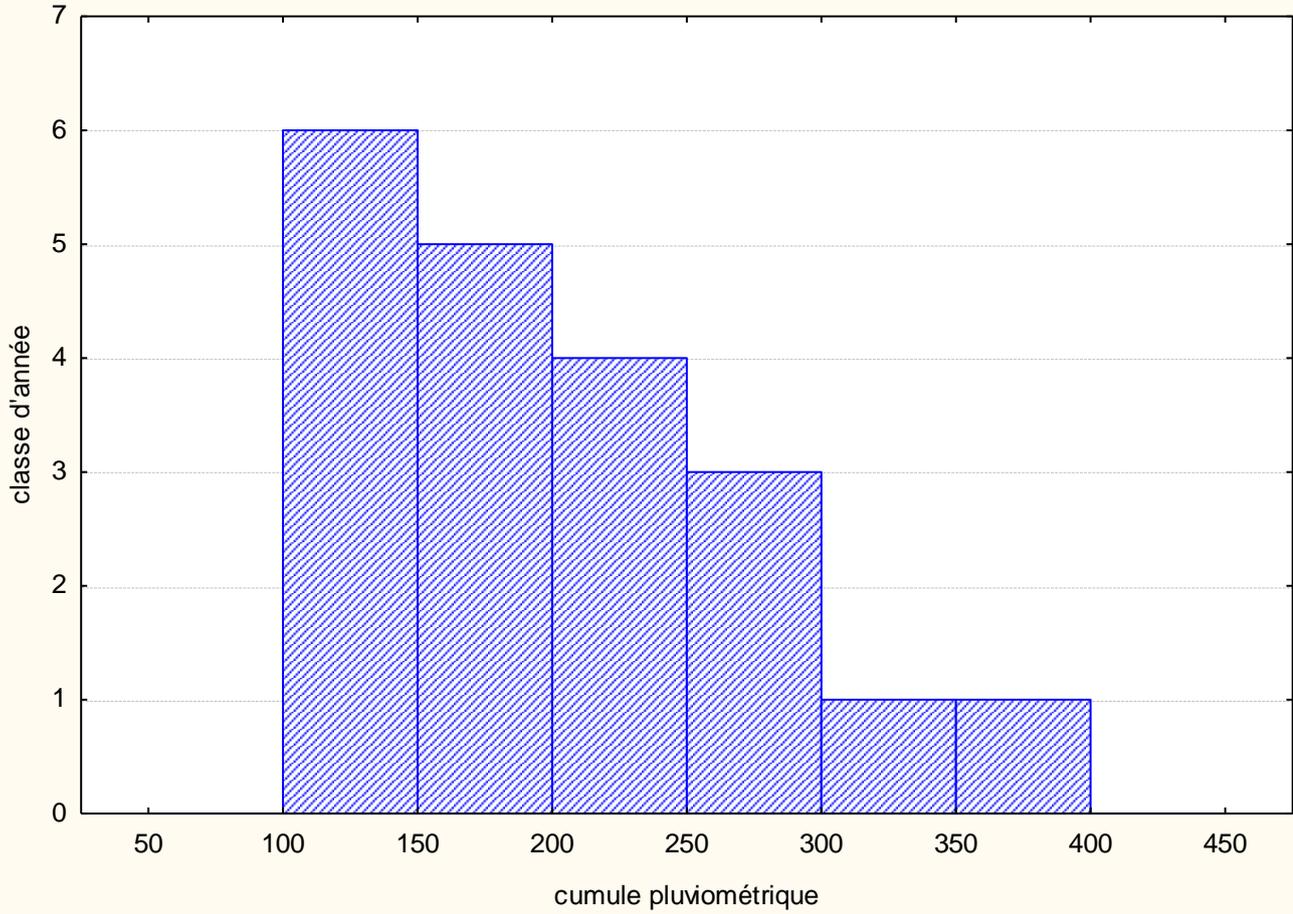
Les cumules pluviométriques moyennes mensuelles de les mois de la saison printanière (les mois mars-avril-mai) les plus pluvieux par rapport les autres saisons.

Le mois du mai ci concerne la région des hauts plateaux la plus pluvieux (224mm) par rapport le mois de mars (198mm) et avril (169mm).

Durant le moi mars nous observons que 5 années sur 20 sont proche à la moyenne, 6 années sont sèches en dessous de la moyenne 9 année au-dessus de la moyenne.

Durant le moi avril et mai nous observons que 3 années sur 20 sont proche à la moyenne, 8 années sont sèches en dessous de la moyenne 9 année au-dessus de la moyenne.

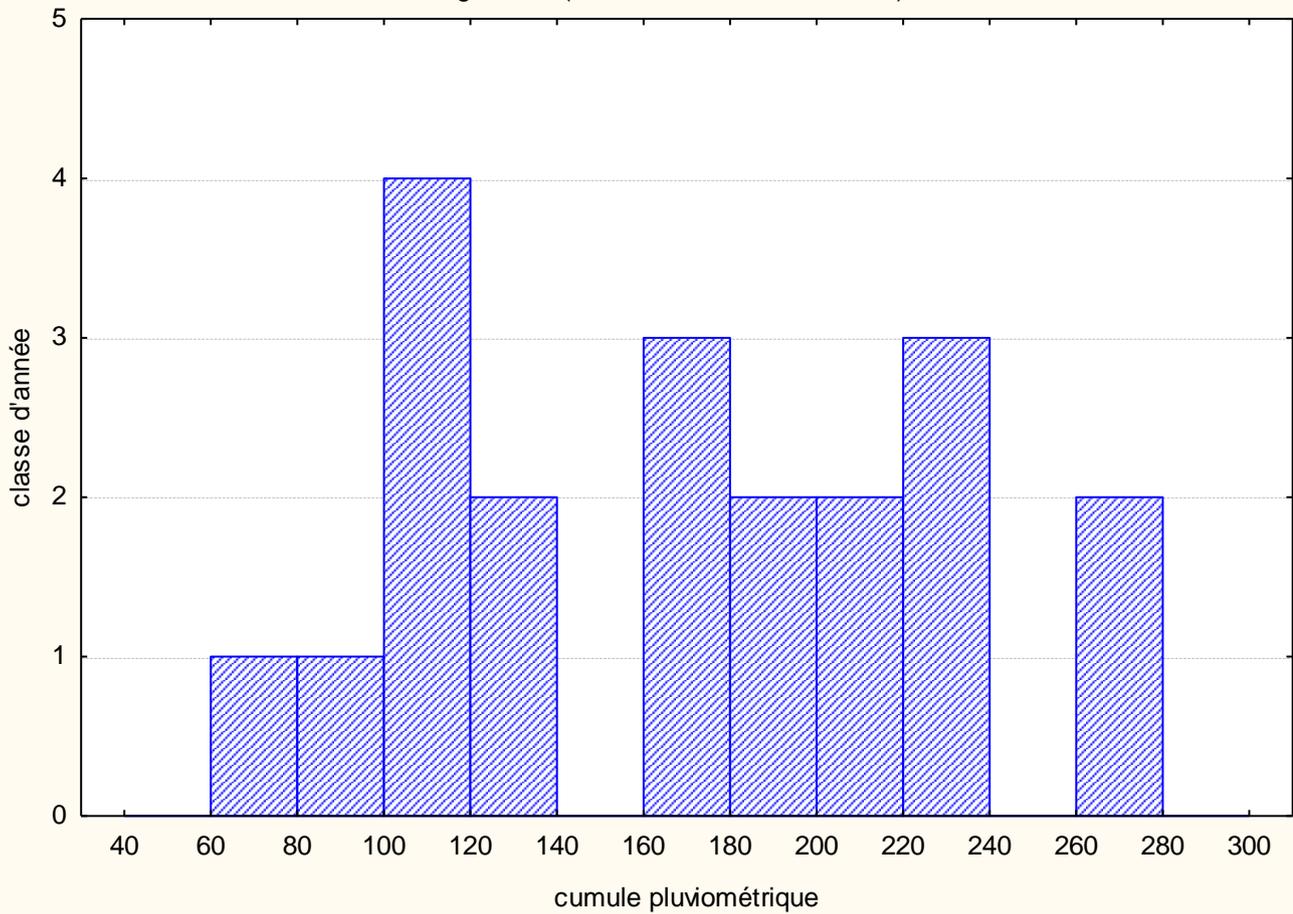
Histogramme (Feuille de données8 1v*20c)



Figure

72.Représente les hauteurs pluviométriques de mois mars de la région des hauts plateaux

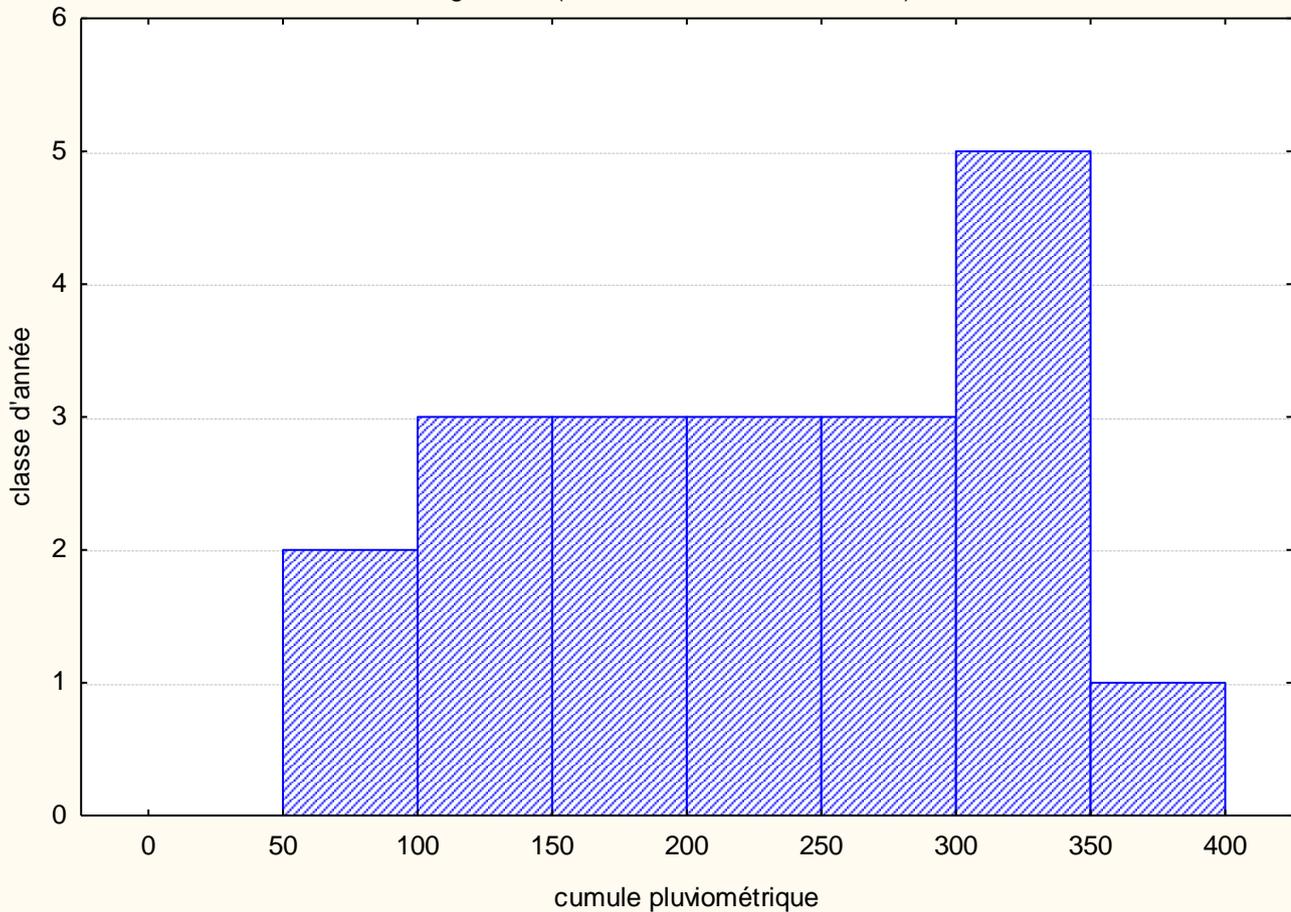
Histogramme (Feuille de données9 1v*20c)



Figure

72.Représente les hauteurs pluviométriques de mois avril de la région des hauts plateaux

Histogramme (Feuille de données10 1v*20c)



Figure

74.Représente les hauteurs pluviométriques de mois mai de la région des hauts plateaux

7. Besoin du blé dur en eau

Le tableau 24, présente les différents stades phénologiques du blé dur, et la durée de chaque phase, avec les besoin en eau du blé dur de chaque stade phénologique.

Selon les informations fournis par le tableau, et d'après les résultats obtenus, les précipitations dans les wilayas d'Oum el Bouaghui et Bordj Boueriridj durant la saison automnale sont faibles. Cette situation n'influe pas sur les besoins en eau du blé car durant cette période les céréaliculteurs se concentrent sur les travaux de préparation du sol et fertilisation du fond. En outre, le cumule de pluies des mois de Novembre et décembre (en moyenne 70 mm) est suffisant pour une germination des blés dur. Concernant la situation des blés au niveau des autres wilayas durant cette saison elle est favorable.

Le développement des stades phénologiques du blé dur commence à partie la saison hivernale spécifiquement durant les premiers jours du mois janvier. Les cumules pluviométriques dans la région d'étude durant cette saison sont satisfaisantes et répondent aux besoins en eau du blé dur (levée et tallage) avec des moyennes du (59 mm) pour la willaya d'Oum el Bouaghui, et (60 mm) pour la willaya du Bordj Boueriridj, Sétif (73 mm), Constantine (94mm), Batna (56 mm).

Par ailleurs, durant la saison printanière des cumules pluviométriques sont faibles (100.6 mm) et (108 mm), respectivement pour la wilaya d'Oum el Bouaghui et de la willaya du Bordj Boueriridj. Ces cumules

pluviométriques ne satisfait pas les besoins en eau durant les phases phénologiques considéré par la bibliographie comme phases critiques et sensibles estimé à 180mm. Ces résultats montrent que ces deux wilayas souffrent du stress hydrique très important au printemps beaucoup plus durant les années sèches. L'irrigation d'appoint dans ce cas est très préconisée. Le choix variétal et d'espèce à semés est aussi un point très important.

Les cumules pluviométriques de la saison printanière sont acceptables (116 mm) et (157.7 mm) et (110.5 mm), respectivement pour les wilayas Sétif, Constantine, Batna. Ces cumules pluviométriques satisfait les besoins en eau du blé dur durant les phases phénologiques.

Tableau 24. Représente les besoin du blé dur pour une chaque phase phénologique

Les phases Phénologique du blé dur	La durée	Les jours	Consommation D'eau	La saison
Levée 3 feuilles	02 janvier à 12 février	42	30mm	Hivernal
3 feuilles à début tallage	13 février à 26 février	14	13mm	hivernal
Plein tallage	27 février à 9 avril	42	13mm	
Montaison Epi 1cm-2 nœud	10 avril à 23 avril	14	180mm	Printanière
2noued-gonflement Épiaison	24 avril à 06 mai	13	180mm	Printanière

(Hakim.B ; 2011) et BAM

8. Production du blé dur

Les figures 75, 76, 77, 78, 79, 80, représentent la production du blé dur dans les cinq wilayas et la région d'étude. Ces figures montrent que les quantités de productions annuelles du blé dur varie d'une façon considérable, et nous remarquons une fluctuation d'une année à une autre, certaines années nous observons une chute de production et une abondance durant d'autres années. La production du blé dur pour les 5 wilayas varie entre 61487.2T- 26556.11T. Et pour la moyenne annuelle de production du blé dur de la région des hauts plateaux elle est de 40142.576 T.

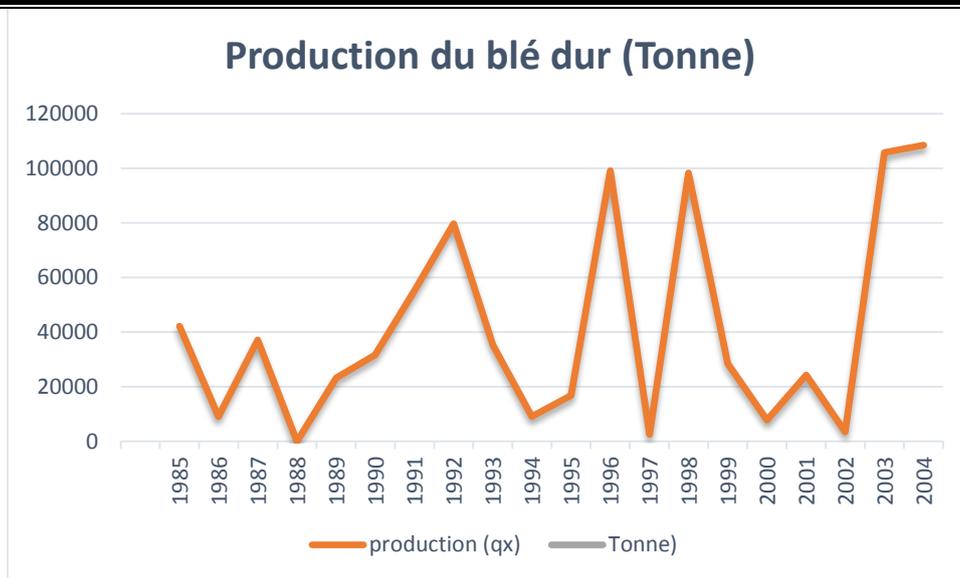


Figure 75. Représente la production du blé dur de la willaya de l'Oum el Bouagui

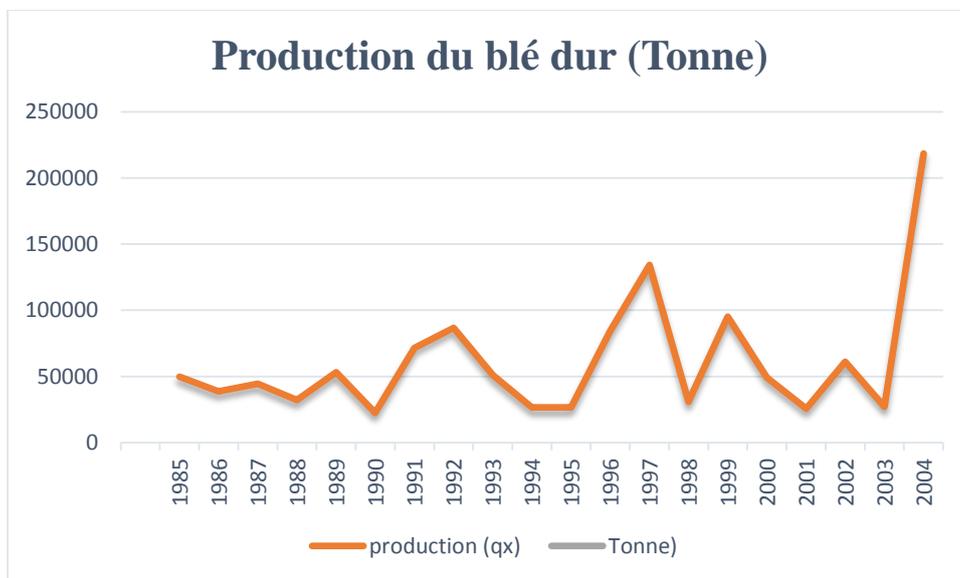


Figure 76. Représente la production du blé dur de la willaya du Sétif

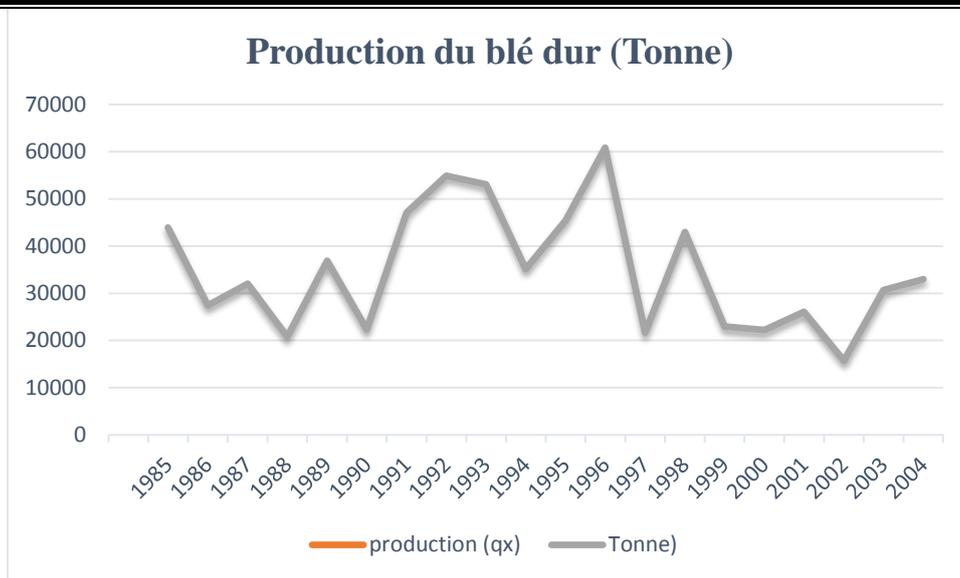


Figure 77. Représente la production du blé dur de la willaya du Constantine

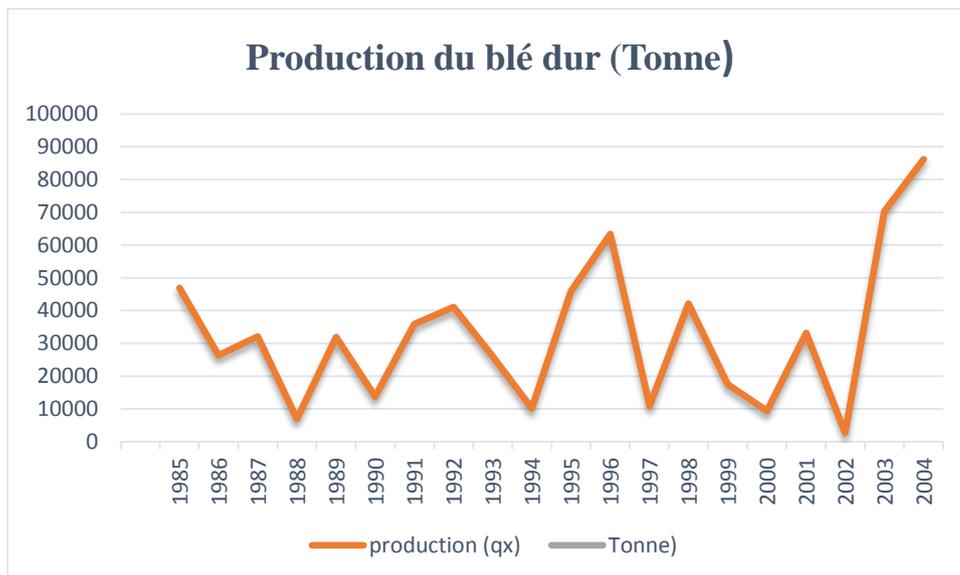


Figure 78. Représente la production du blé dur de la willaya du Bordj Boueriridj

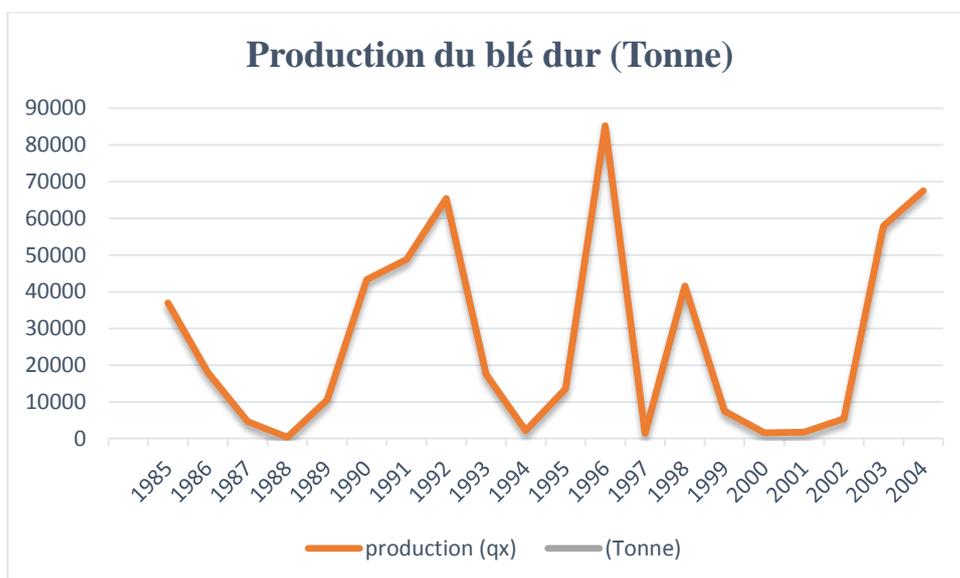


Figure 79. Représente la production du blé dur de la willaya du Batna

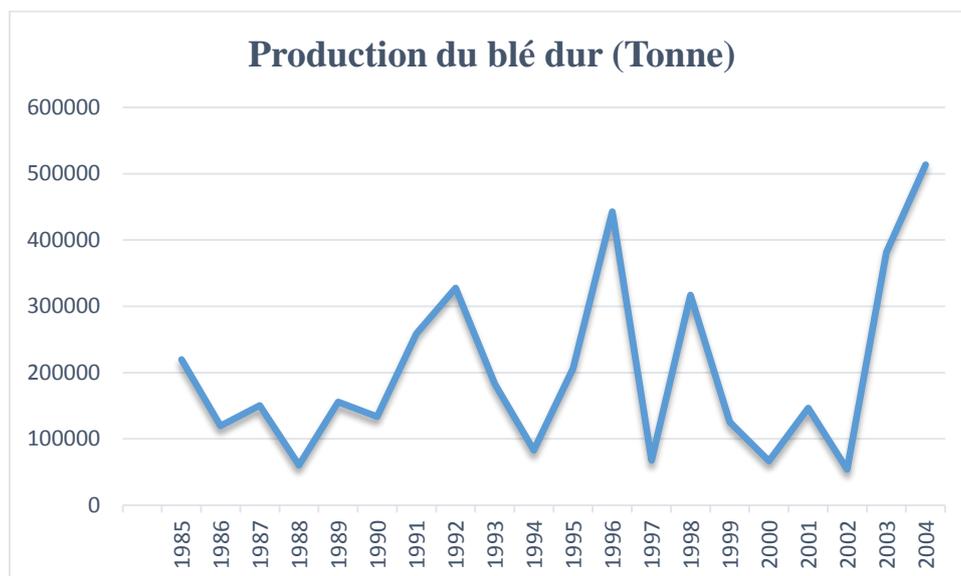


Figure 80. Représente la production du blé dur de la région des hauts plateaux

9. Rendement du blé dur

Les figures 81, 82, 83, 84, 85,86, représentent le rendement du blé dur dans les cinq willayas et la région d'étude. Ces figures montrent que les rendements annuelles du blé dur varie d'une façon considérable, et nous remarquons une fluctuation d'une année à une autre, certaines années nous observons une chute de rendement et une abondance durant d'autres années. Le rendement du blé dur pour les 5 willayas varie entre 6.91 qx/ha- 12.76 qx/ha. Et pour la moyenne annuelle de rendement du blé dur de la région des hauts plateaux elle est de 8.78qx/ha.

Ce que concerne la willaya d'Oum el Bouaghui la figure 81, montre que 10 années sur 20 sont au-dessus de la moyenne du rendement annuelle (7.78 qx/ha), une année proche à la moyenne et 9 années en dessous de la moyenne. Par ailleurs la willaya de Sétif la figure 82, présente que 6 années sur 20 sont au-dessus de la moyenne (10.65 qx/ha) et 14 années en dessous de la moyenne. Pour la willaya de Constantine la figure 83, montre que 8 années sur 20 sont au-dessus de la moyenne (12.76 qx/ha), 12 années en dessous de la moyenne. La willaya de Bordj Boueriridj la figure 84, présente que 9 années sur 20 sont au-dessus de la moyenne (6.91qx/ha), 11 années en dessous de la moyenne. La willaya de Batna la figure 85, montre que 7 années sur 20 sont au-dessus de la moyenne (6.78qx/ha) et 13 années en dessous de la moyenne.

Ce que concerna la région d'étude la figure 86, présente que 6 années sur 20 sont au-dessus de la moyenne (8.78qx/ha) et 14 années en dessous de la moyenne.

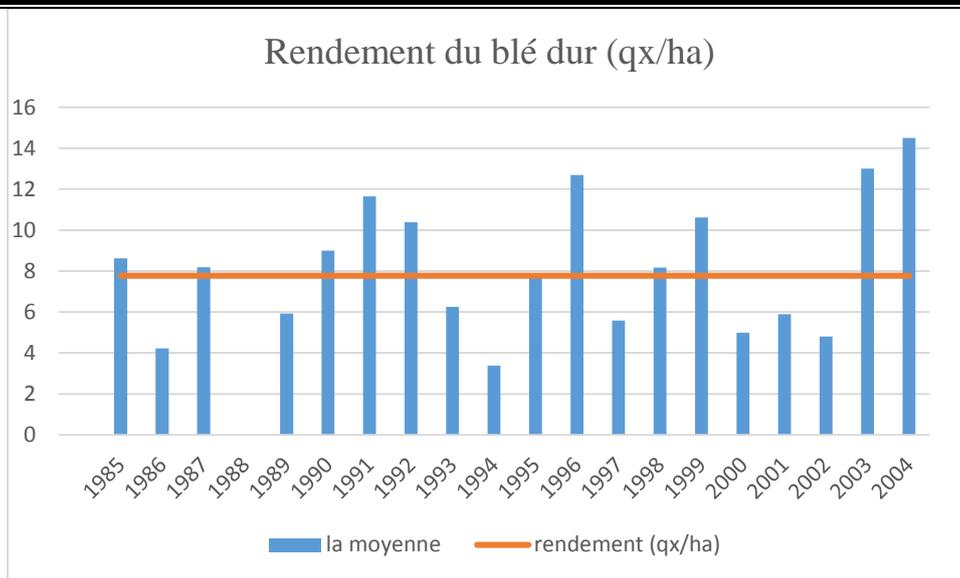


Figure 81. Représente le rendement du blé dur de la willaya d'Oum el Bouagui

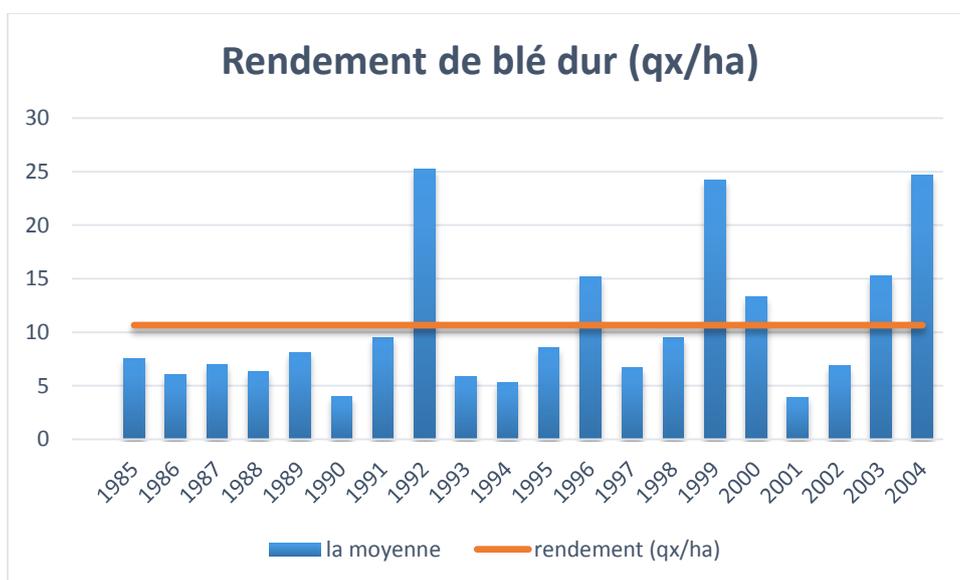


Figure 82. Représente le rendement du blé dur de la willaya du Sétif

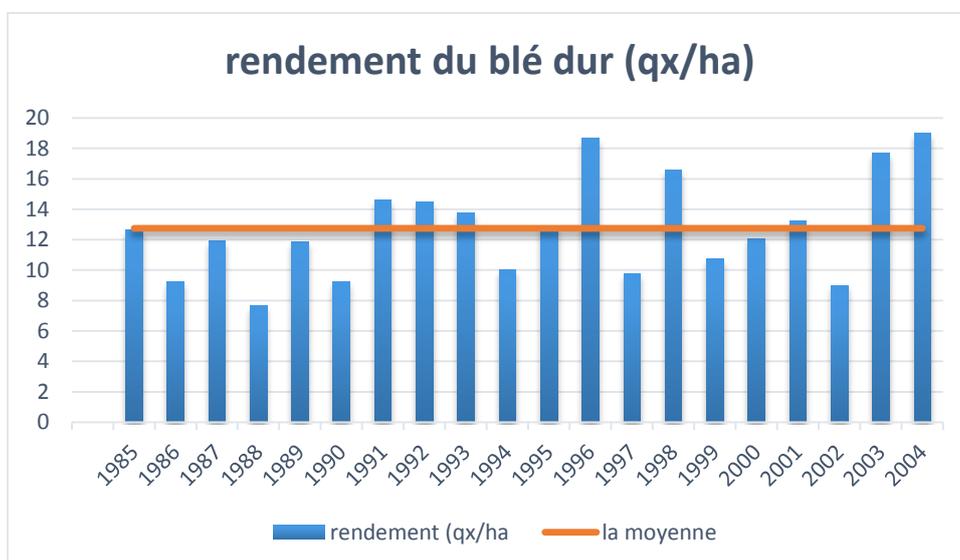


Figure 83. Représente le rendement du blé dur de la willaya de Constantine

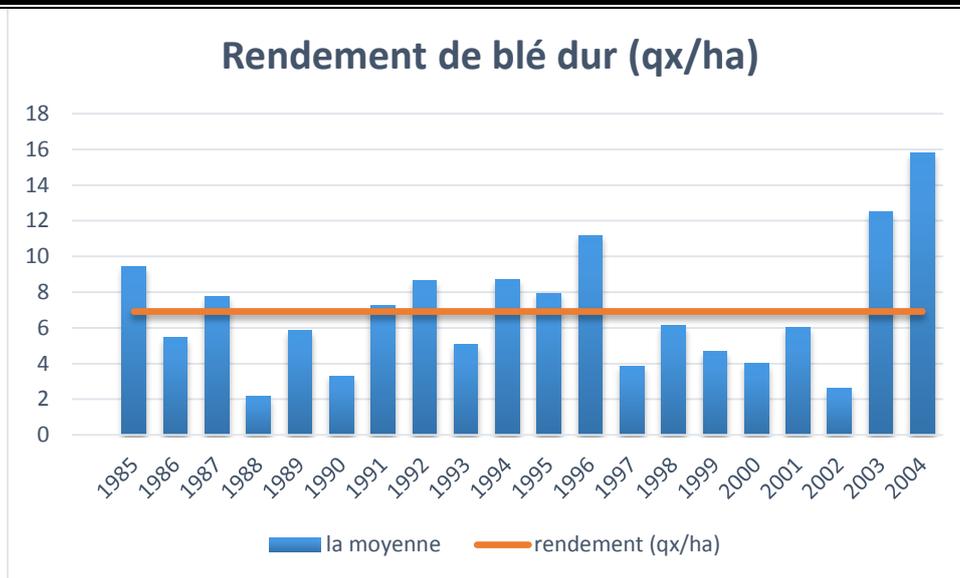


Figure 84. Représente le rendement du blé dur de la willaya de Bordj Boueriridj

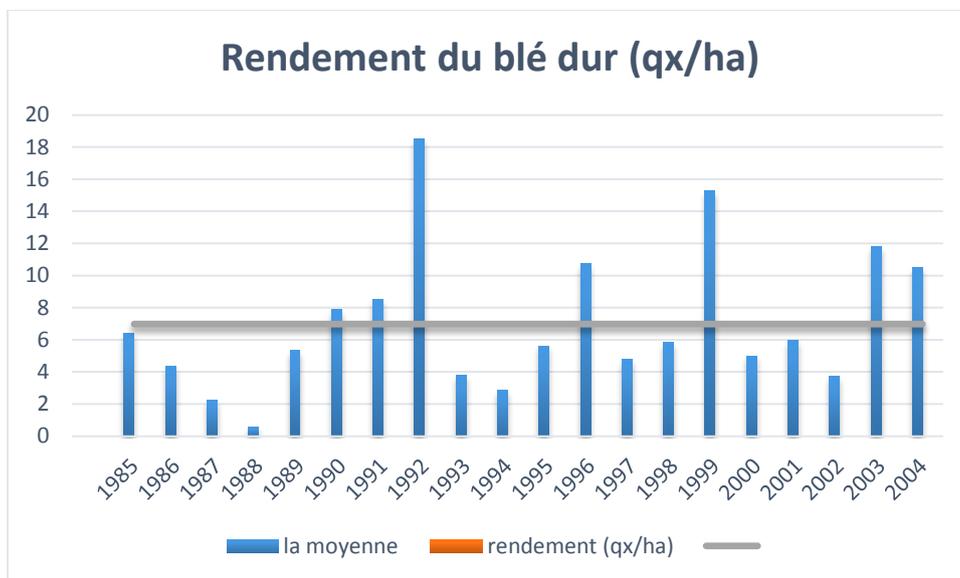


Figure 85. Représente le rendement du blé dur de la willaya de Batna

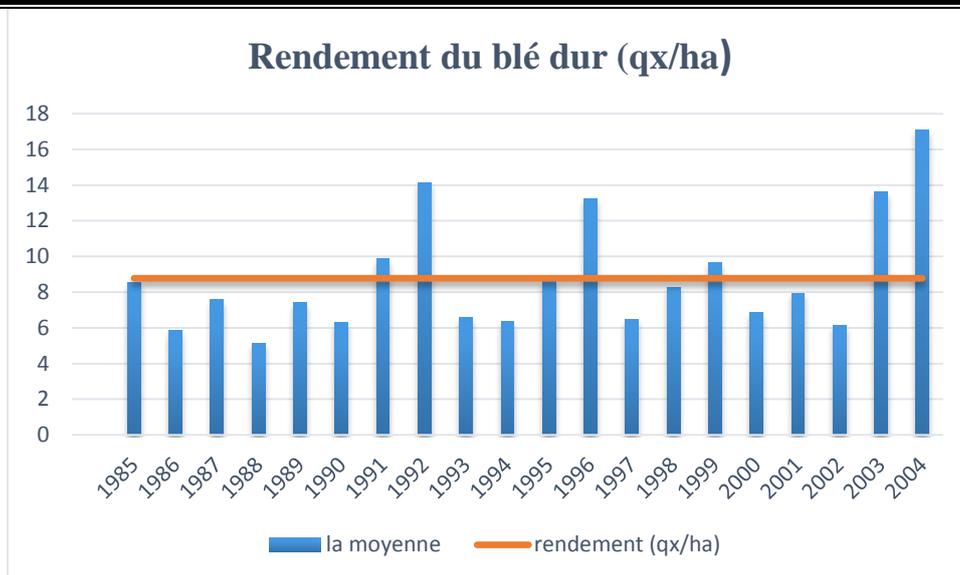


Figure 86. Représente le rendement du blé dur de la région des hauts plateaux

CONCLUSION

Les résultats de ce modeste travail nous ont permis de donner un état des lieux général sur l'impact de précipitation et sur la production du blé dur. Les différents résultats nous ont permis d'effectuer une étude climatique durant la période (1985-2004) pour le paramètre de précipitation d'une manière statistique. Ces résultats montrent que les fréquences de sécheresses sont importantes au niveau des willayas d'Oum el Bouaghui et Bordj Boueriridj. Par ailleurs, les résultats montrent une fluctuation des précipitations et productions du blé dur d'une année à une autre. Concernant les besoins en eau du blé dur durant les saisons automnale et hivernale, les cumuls pluviométriques sont suffisants. Par contre, durant la saison printanière un déficit hydrique est signalé dans les willayas d'Oum el Bouaghui et Bordj Boueriridj. Les recours à l'irrigation d'appoint et le choix variétal demeurent nécessaires pour pallier aux problèmes de sécheresses et de stress hydrique.

Enfin il sera également intéressant de réaliser dans la future une étude climatique et d'interaction avec le rendement en tenant compte d'autres paramètres climatiques.

Référence bibliographie

Références bibliographie

- Abdenour B ; 2013 ; Analyse du Comportement du Blé Tendre, Variété el wifak (*Triticumaestivum L.*) Conduite en Labour Conventionnel, Travail Minimum et Semis Direct sur Les Hautes Plaines Sétifiennes ; Magi ; 107p.
- Abbassenne F,Bouzerzour H,Hachemi L ; 1998 ; Phénologie et production du blé dur (*TriticumdurumDesf.*) en zone semi-aride d'altitude ; 18 : 24-36.
- Ait Kaki Y ; 2007 ; Etude comparative des potentialités technologiques des blés durs Algériens anciens et récents : Revalorisation de la qualité de ces blés par différentes stratégies d'études : Critères technologiques (infra rouge), Biochimiques (électrophorèse bidimensionnelle) et Moléculaire (P.C.R.) ; Doc.
- Ait Kaki Y ; 1993 ; Contribution à l'étude des mécanismes morfo physiologiques de tolérance au stress hydrique sur 05 variétés de blé dur (*TriticumdurumDesf.*) ; Magi.UNIV.Annaba
- Austin R. B; 1989; Maximising crop production in water limited environments. Droughtresistance in cereals 1. Crops breeding for efficient water use. Ed. Baker F.W.G ; 13- 25p.
- Amokrane A ; 2001 ; évaluation et utilisation de trois sources de germoplasme de blé dur (*Triticumdurum Desf*) ; Magi ; 80p.
- Anquetin S, Miniscloux F J, Creutin D, Cosma S; 2003; Numerical simulation of orographic rainbands, J of geophysical Research; 108p.
- Avisar R, Liu Y; 1996; Three-dimensional numerical study of shallow convective clouds and precipitation induced by land surface forcing, J of Geophysical Research; 101:7499-7518.
- Baker R, Lynn B ,Boone A; 2001; The influence of soil moisture, coastline curvature and land breeze circulations on sea breeze initiated precipitation, J of Hydrometeorology; 2:193-211.
- Belaid A; 2000; the economise of durum wheat production in WANA: past trends and future prospects. In : proceedings of the symposium blé, enjeux et stratégies ; 49-70p.
- Belaid D ; 1986 ; Aspects de la céréaliculture Algérienne ; 207p.
- Baldy G ; 1974 ; Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières, Document du projet céréale ; 170p.
- Baldy C ; 1984 ; Utilisation efficace de l'eau par les végétations en climats méditerranéens. Bull.soc.Botan.fr 131 (2, 3,4) (Actual.Botan.) ; 491-499.
- Baldy C ; 1993 ; Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier; Edition INRA; 83-99p.
- Benmahammed A, Nouar H, Haddad L, Laala Z, Oulmi A, Bouzerzour H; 2010 ; Analyse de la stabilité des performances de rendement du blé dur (*TriticumdurumDesf.*) sous conditions semi-arides ; 14: 177-186.
- Bahlouli F, Bouzerzour H, Benmahamed A, Hassous K.L, Pak J; 2005; Selection of high yielding and risk

efficient durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semis arid conditions; 4: 360-365.

- Bootsma A, Boisvert J. B, Dejong R, Baier W ; 1996 ; La sécheresse et l'agriculture canadienne ; 277 -285p.
- Bouzerzour H, Benmahammed A; 1994; Environnemental factors limiting bareley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria; 12: 11-14.
- Boyer J. S; 1982; Plant productivity and environment; Sci; 218: 443- 448 p.
- Ben Hebireche N ; 2011 ; effet du stress salin sur l'accumulation de la chlorophylle chez le blé dur ; (Mémoire étude de l'effet du stress salin sur la germination de blé dur (*triticum durum*) ; 9p.
- Bouazza Z, Jalil M, Charfi R, Zerouali A ; 2002 ; vulnérabilité et adaptation du secteur irrigué au Maroc aux impacts des changements seng, climatique, des travaux public, Casablanca, Maroc.conférence Internationale organisée ; 1-13p.
- Bennis S ; 1957 ; Hydraulique et hydrologie.
- Berne A ; 2002 ; Précipitations méditerranéennes intenses en milieu urbain.
- Browning K.A; 1980; Structure, Mechanism and prediction of orographically enhanced rain in Britain. Orographic effects in planetary flows, World Meteorological organization; 85-114p.
- Browning K.A, Hill F.F, Pardoe C; 1974; Structure and mechanism of precipitation and the effect of orography in a wintertime warm sector;Q.J.Roy.Meteor.Soc; 100(425);309-330p.
- Browning K.A, Hill F.F, Pardoe C; 1975; the nature of orographic rain at wintertime colds fronts. Q.J.Roy.Meteor.Soc; 101(428); 333-352p.
- Boyer; 1982; plant productivity and environnement; Sci; 218(4571): 443-8
- Blouet A, Gaillard B, Masse J; 1984; Le gel et les céréales. Perspectives Agricoles 85: 20-25.
- Blum A; 1988; Plants breeding for stress environments. Boca Raton, 4, CRC, Press. Floride, USA. 223p.
- Blum A; 1996; Crop responses to drought and the interpretation of adaptation plant growth regulation. 20: 135 - 148 p.
- Cuin TA, Betts SA, Chalamendrie R, Shabala S; 2008; aroot's ability to retain K⁺ correlates withsalts tolerance in wheat. JEXP Bot 59: 2697-2706
- Clement G,Prats J ; 1970 ; Les céréales. Collection d'enseignement agricole ; 351 p.
- Chennafi H ; 2012 ; Amélioration de la Productivité du Blé en Environnement déficitaire en eau.
- Chahat F ; 2007 ; analyse macroéconomique des filières, les filières blés en Algérie. Projet PAMLIM (perspectives agricole et agroalimentaire Maghrébines libéralisation et mondialisation) Alger : 7-9 avril 2007
- Chenaffi H, Aïdaoui A, Bouzerzour H, Saci A ; 2006 ; Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi-arid growth conditions. Asian Journal of Plant Sciences 5: 854-860.
- Chen F, Avissar R; 1994; Impact of land surface moisture variability on local shallow convective cumulus and precipitation in large-scale models, Journal Appl.Meteorol; 33:1382-1401p.

- Dakheel A. J, Nasi I, Mahalakshmi V, Peacock J. M ; 1993 ; Morpho-physiological traits associated with adaptation of durum wheat to harsh Mediterranean environments. *Aspects of Applied Biology* 34; Physiology of varieties; 307- 297.
- Djekoun A, Ykhlef N, Bouzerzour H, Hafsi M, Hamada Y, Kahali L. 2002. Production du blédur en zones semi-arides: identification des paramètres d'amélioration du rendement. *Act des 3ème Journées Scientifiques sur le blé dur*. Constantine.
- Ek M.B, Holtslag A.A.M; 2004; Influence of soil moisture on boundary layer cloud development, *Journal of Hydrometeorology* ;2:193-211.
- EL Fatih A.B, EL Tahir, PAL J.S;1996; Relationship between surface conditions and subsequent rainfall in convective storms, *Journal of Geophysical Research*; 101: (237-245)26.
- Fellah A, Bouzerzour H, Benmahammed A, Djekoun A ; 2002; Sélection pour améliorer la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*T. durum* Desf.). *Actes de l'IAVHII*; 64: 35-42.
- Fatima Zohra B ; Etude sur effet de température et de l'eau sur croissance et le développement de blé tendre (*Triticum aestivum*.L) ; *Magi* ; 98p.
- Gysi H; 1998; Orographic influence on the distribution of accumulated rainfall with different wind directions, *Atmospheric Research*, 47-48:615-633.
- GatePH ; 1995 ; ecophysiologie du blé. Technique et documentation ; 351p.
- Hakim B ; 2011 ; Apport de la cartographie numérique à l'étude de l'influence des précipitations sur la production de blé dur ; Doi : 10.13140/RG.2.2.26847.05284 ; 106p.
- Halimi A ; 1980 ; l'Atlas Blideen ; climat et étage végétaux ; Ed.OPU ; Alger ; 523p.
- Hauchinal R R, Tandon JP, Salimath PM; 1993; Variation and adaptation of wheat varieties to heat tolerance in Peninsular India. Saunders, DA. And Hettel GP. Eds, wheat in heat stressed environments, irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems, D. F., Cimmyt, 175-183p.
- Hazmoune T ; 2000 ; Etude comparée de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). 1er Symposium International sur la filière blé ; 181-185.
- Harlan J R; 1975; crops and man; 350p.
- Hassiba M ; 2011 ; étude de l'impact du changement climatique sur productivité du blé en zone semi-aride cas du bassin chéelif ; *Magi* ; 116p.
- Hassna L et Halima D ; 2014 ; synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination de blé ; licence ; 45 p.
- Henin S ; 1976 ; cours de physique du sol. ORSTOM.
- Heusch B ; 1970 ; une étude quantitative de l'érosion hydraulique dans les collines marneuses du pré. Rif occidental. SRF. Maroc. Tome 12-176p.
- Hénin S, Gras R, Monnier G; 1969; Le profil cultural (two^e édition). Masson Ed. Paris.
- Houshmand S, Arzani A, Maibody S A M, Feizi M; 2005; Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments. *Field crops Res*. 91:345-354.

- Julien B ; 2009 ; Modélisation et simulation des microclimats urbains -Etude de l'impact de l'aménagement urbain sur les consommations énergétiques des bâtiments ; Doc ; 325p.
- Jones HG ; flowers TJ et Jones MB ; 1989 ; plants under stress. Univ. Cambridge.
- Jonard P ; 1970 ; étude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. Annales amélioration des plantes 14 :101-130.
- Kamel N ;2012 ; contribution à l'étude effet du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et de comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride ; Magi ;131p.
- Kellou K; 2003; sauvetage d'embryons issus des croisements triticum durum Desf. X Aegilops geniculata Roth. Et T.durum Desf.XAgropyron repens.L.Pal.Beauv; Magi; Fac.Sci.
- Kellou R; 2008;** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop. Série « Master of Science » Master of Science du CIHEAM - IAMM; 93.39; 48p.
- Kirshbaum, D J; Durran D R; 2004; Factors governing cellular convection in orographic precipitation; J of the atmSci; 61(6):682-698.
- Kirshbaum, D J, Durran D R; 2005; Observations and modelling of banded orographic convection; J of the AtmSci; 62(5):1463-1479.
- Kirshbaum, D J, Durran D R; 2005; Atmospheric factors governing banded orographic Convection; J of the AtmSci; 62 (10):3758-3774.
- Kious L, Bachir H, Ameroun R, Dirahoui M;2010; évaluation du programme d'amélioration de la productivité des céréales par l'irrigation.
- Laumont P, Erroux J;1961; inventaire des blés dur rencontrés et cultivés en Algérie. Mémoires de la société d'histoire naturelle d'Afrique du Nord; 5-94p.
- Lopez-Bellido L, Fuentes M, Castillo J E, Lopez-Garrido FJ; 2000; Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Elsevier Sci; B.V* 0378-4290.
- López-Bellido L, López-Bellido R J, Castillo J E , López-Bellido FJ; 2000; Effects of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Agron. J*, 92: 1054-1063.
- Levitt J; 1982; Responses of plants to environmental stresses; 607p.
- Lemée G; 1978; précis d'écologie végétale; Paris; Masson; 114p.
- Lin Y L, Chiao S, Wang T A, Kaplan M L, Weglarz RP; 2001; Some common Ingredients for heavy orographic rainfall, *Wea. Forecasting*; 16:633-660.
- Lin Yuh-Lang; 1993; Orographic effects on airflow and mesoscale weather systems over Taiwan; 4:381-420.
- Madhava Rao KV, Raghavendra A S, Janardhan Reddy K; 2006; Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer: 1-14p.
- MARA ; 1992 ; Le secteur agricole et perspectives de sa promotion et de son développement. Rapport général

- de la commission nationale consultative sur l'agriculture ; 292p.
- Morel M ; 1999 ; Acquisition et constitution d'une information hydrologique de Base ; Edition H.G.A, Bucarest.
- Mckey J; 1968; species relations in Triticum .Proc .2nd international wheat genetic symposium; 2: 237-276.
- Mekhlouf A ; 1998 ; Etude de la transmission héréditaire des caractères associés au rendement en grains et de leur efficacité en sélection chez le blé dur (TriticumdurumDesf) ;Magi ; 67p .
- MekhloufA, Bouzerzour H, Dehbi F, Hannachi A ; 2001 ; Rythme dedéveloppement et variabilité de réponses du blé dur (TriticumdurumDesf.) aux bassestempératures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In Proceeding Séminaire surla valorisation des milieux semi-arides.
- Mekhlouf A, Bouzerzour H, Bemahammed A, HadjSahraoui A, Harkati N; 2006;Adaptation des variétés de blé dur (Triticumdirum, Desf.) au climat semi- aride. Sécheresse 17 (4) :507-513.
- Monneveux P ; 1991 ; quelles stratégiespour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver .In: l'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu arides .AUPELF-UREF.Ed.JohnLibbey .Eurotest :165-186.
- Moose SP, Moose RH; 2008; Molecular plant breeding as the foundation ; Doi : <https://doi.org/10.1104/pp :108.118232>.
- Mouchiroud D ; 2002 ; mathématique : outils pour la biologie.Deug SV1-UCBL ; Pp21-23.
- Musy ; 2005 ; hydrologie générale : les précipitations. Ed. Hermes science Europe ; Pp : 1-8
- Oudina, M, Bouzerzour H; 1989; variabilité du rendement de l'orge (Hordeumvulgare L.)variétéTichedrett sous l'influence du climat des hautsplatauxSétifiens .In:Proc.Symp Inter .On the agrometeorology of rainfed barley-based farming systems .Eds WMO/Icarda, 100-119.
- Papadakis J S; 1938; Ecologie agricole .Eds Jules Duculot ; Gembloux ; 303 p.
- Passioura J B; 1996; Drought and drought tolerance » Plant growth regulation; 20: 79- 83.
- Roche M ; 1963 ; Hydrologie de surface, Edition Gauthier-Villars.
- Rawson H M; 1988; High temperature effect on the development and yield of wheat and practices to reduce deteriorous effects. In conf. On wheat production constraints in tropical environment. Edsklatt. UNDP- Cimmyt : 44-62.
- Rachedi M F ; 2003** ; Les céréales en Algérie : problématique et option de réforme. Céréaliculture ; 38 : 6-9.
- Rousset N, René A ; 2004 ; Economie de l'adaptation au changement climatique et l'agriculture dans le bassin de méditerrané en. LEPII-CNRS ; 7-12p.
- Rousset N ; 2008 ; le commerce internationale comme stratégie d'adaptation à la rareté des ressources hydriques ?utilité et application du concept de « commerce d'eau virtuelle » en Afrique du Nord ; Dossier de travail. N24/2007.
- Revell M J, Copeland J, Howard R L, Wratt D S;2002;Barrier jets around thesouthern Alps of New Zealand and their potential to enhance alpine rainfall, Atmospheric research; 61:277-298.
- Resenberg M; 1969; Hydrologie. Choix d'un model régional expliquant la répartition annuelles dans l'espace

en fonctions des facteurs climatiques et topographiques. CRAC; Sci; Pp 761-764.

- Stewart B A; 1989; Limited-Irrigation/Dryland Farming System for Efficient water Management in Semi-Arid Environments. In: Proceedings of an IBSRAM Inaugural Workshop on Management of Vertisols for improved agricultural production; 101-112p.

-Sadou S, Assoumane I D ; 2007 ; Impacts anthropiques sur le cycle de l'eau vers une approche durable ; PFE pour Ing.

-Sanchez-Diesma R, Zawadski I, Semper-Torres D ; 1970 ; Identification of the bright band through the analysis of volumetric radar data, Journal of the Atmospheric Sciences 27, 299-307.

- Sabrina A.K ; 2008 ; Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie ; Doc ; 174 p.

- Siham O ; 2012 ; Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) ; Magi ; 70p.

-Soltner D ; 1990 ; Les grandes productions végétales : Céréales, plantes sarclées, prairies. Coll. Sciences et Techniques agricoles. 17ième Ed ; 464p.

-Simon H, Codaccioni P, Lequeur X ; 1989 ; Produire des céréales à paille. Coll. Agriculture d'aujourd'hui. Science, Techniques, Applications ; 63 – 67- 292- 296p.

-Soussana J F ; 2001 ; changement climatique : impacts potentiels sur l'agriculture et adaptations possibles (Annexe Scientifique).Economie enjeux pour l'agriculture.

-Sandrine A ; 2006 ; climatologie des pluies en zone de relief Maroc ; 36p.

-Selmi R. 2000. Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. Revue Afrique Agriculture .N° 280. Pp 30-32.

-Simon H., Codaccioni P., LequeurX. 1989. Produire des céréales à paille. Coll. Agriculture d'aujourd'hui. Science, Techniques, Applications. pp. 63 - 67 ; pp. 292 - 296.

-Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M. et Zid E. D. 2005. Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Sécheresse (16) 3:225-9.

-Tsimilli-Michael M M, Pêcheux R J, Strasser; 1998; Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed in hospite by the fluorescence kinetics O-J-I-P. Archs. Sci. Genève.51: 205- 240p

-Wardlaw I F, Dawson I A, Munibi P M; 1989; Tolerance of wheat to high temperature during reproductive stage. Australian Journal research 46: 15-24.

- Wardlaw I F; 2002; interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment. Annals of Botany; 90:469-476.

-Wratt, D S, Revell M J, Sinclair MR , Gray W R, Henderson R D, Chater A M; 2000; Relationship between air mass properties and mesoscale rainfall in New Zealand's Southern Alps, Atmospheric Research; 52: 261-282.

-Yates E ; 2006 ; Convection en région Cévennes Vivarais : Etude de données pluviométriques, simulations

numériques et validation multi échelle. Thèse de l'INPG de Grenoble.

-Yasmine, Amina L ; 2010 ; contribution à l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur en vue de leur inscription au catalogue officiel national ; Ing.

-YvesH et De Buyser J ; 2000 ; L'origine des blés. Pour science, hors-série n°26.60-62pp.

-Zid E ; 1982 ; Relation hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium* : effets de l'âge et de la salinité. Rev. FAC. Sc, 2, 195-205p.