

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté par :

HAMMOU Mokhtar

Pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Gestion Conservatoire des eaux, des sols et de l'environnement

THEME

**Gestion et situation des techniques d'irrigations de la
région de Mostaganem.**

Devant le Jury :

Président : M. Larid Mohamed Pr **Université de Mostaganem**

Encadreur : M. BOUALEM AEK **MCA Université de Mostaganem**

Examineur : M. TAHRI MILOUD **MCA Université de Mostaganem**

Examineur : M. Reguieg Yssaad Larbi **MAA Université de Mostaganem**

Année Universitaire : 2020-2021

Remerciements

Avant tous nous remercions Dieu le tout puissant, de nous avoir donné courage et patience a fin de réaliser ce modeste travail.

Nos remerciements vont d'abord à notre vivement encadreur, monsieur Boualem Abdelkader, qui nous ces se aidé, en couragé et qui témoigné une grande disponibilité.

Nous tenons également à remercier:

Monsieur Larid Mohamed de nous avoir fait l'honneur de préside les jurys; Monsieur TAHRI Miloud et Monsieur Reguieg Yssaad Larbi qui ont acceptés d'examiner notre travail;

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les cadres ainsi que le personnel:

De la chambre de l'agriculture de la wilaya de Mostaganem.

De la direction des services agricoles de Mostaganem tous particulièrement : monsieur BOUTAIBA Benklaouez Mohamed chef service, monsieur SAIDI Habib.

De la direction des ressources en eau en particulier monsieur LATROCHE Abdelkader chef de service Hydro-Agricole.

En fin, nous remercions tous les personnes qui nous à aider de près ou de loin.

DEDICACES

Je Dédie ce modeste travail

A mes très chères sœurs,

A mes très chers frères,

A toute ma famille,

A tout mes Amis,

HAMMOU Mokhtar

1. Introduction générale.....	01
--------------------------------------	-----------

Chapitre I :Situation de l'eau en Algérie.

1. Introduction.....	04
1.1. Les précipitations en Algérie.....	04
1.2. Les potentialités hydriques.....	05
1.3. Mobilisation des ressources en eaux.....	06
1.3.1. Les eaux superficielles.....	06
1.3.2. Les eaux souterraines.....	07
1.4. Ressources non renouvelables.....	07
1.5. Les superficies irriguées en Algérie.....	07
1.6. L'irrigation et besoin en eau.....	10
1.7. Les politiques de gestion de l'eau en agriculture.....	11
1.8. Systèmes d'irrigation.....	13
1.8.1. Les systèmes gravitaires.....	13
1.8.2. Les systèmes sous pression.....	13

Chapitre II :Situation géographique et hydro-climatologique **de la région de Mostaganem.**

2.1. Présentation de la wilaya de Mostaganem.....	16
2.1.1. Aspect socio-économique.....	18
2.2. Etude hydro-climatologique.....	18
2.3. Etudes des précipitations.....	18
2.4. Station de référence retenue.	18
2.5. Choix de station utilisée.....	19
2.6. Emploi des méthodes d'ajustement (statistiques) sur la station de Mostaganem.....	19
2.6.1. Loi Normale.....	20
2.6.2. Calcul de la période de retour (cas où le module est le plus fort).....	28

2.6.3. Précipitations mensuelles.....	29
2.6.4. Précipitations saisonnières.....	30
2.7. Etudes de températures.....	31
2.7.1. Températures mensuelles et annuelles... ..	31
2.8. Classification du climat de la région.....	32
2.8.1. Méthode pluviométrique.	32
2.8.2. Les indices climatiques généraux.	33
2.8.3. Conclusion générale sur le climat à partir des diverses méthodes.....	36
2.9. L'évapotranspiration et le déficit d'écoulement.....	36
2.9.1. Evapotranspiration réelle.....	36
2.9.2. Evapotranspiration potentielle "E.T. P"	41
2.9.3. Calcul de la Réserve Utile "R. U"	44
2.9.4. Evapotranspiration réelle selon THORNTWAITE.....	44
2.10. Calcul de ruissèlement.....	46
2.10.1. Calcul de ruissèlement par la méthode de TIXERON et BERKALOFF.....	46
2.10.2. Bilan hydrologique.....	47
2.10.3. Calcul de l'infiltration.	47
2.11. Conclusion.....	48

Chapitre III :Evaluation et mobilisation des ressources en eau
dans la wilaya de Mostaganem.

3.1. L'hydrographie.....	50
3.2. Les ressources en eaux de la wilaya.....	50
3.2.1. Les ressources en eaux potentielles.....	50
3.2.1.1. Les eaux de surface.....	50
3.2.1.2. Les eaux souterraines.....	50

3.3. La mobilisation de l'eau au niveau de la wilaya.....	52
3.3.1. Mobilisation des eaux de surface.....	52
3.3.1.1. Les barrages.....	53
3.3.1.2. Petits barrages et retenues collinaires.....	54
3.3.2. Mobilisation des eaux souterraines.....	56
3.3.2.1. Les forages.....	56
3.3.2.2. Les puits.....	56
3.3.2.3. Les sources.....	57
3.4. Accroissement de ressource en eau.....	58
3.4.1. Les ressources en eaux mobilisables.....	58
3.4.2. Transferts.....	58
3.4.2.1. Transferts de Gargar.....	58
3.4.2.2. Système de transferts de MAO.....	58
3.4.3. Les ressources en eau non conventionnelles.....	59
3.4.3.1. Réutilisation des eaux usées.....	59
3.4.3.2. Dessalement de l'eau de mer.....	59
3.5. Bilan hydrique et affectation des ressources.	60
3.6. Politique de développement de l'irrigation.....	63

**Chapitre IV :Gestion des ressources en eau au profit d'irrigation
dans la région de Mostaganem.**

4.1 Introduction.....	66
4.2 Gestion de l'eau en agriculture.....	66
4.2.1 Les superficies irriguées.	67
4.2.1.1 Les grands périmètres d'irrigation (GPI).....	67
4.2.1.2 Petite et moyenne hydraulique (PMH).....	68

4.2.2 Les systèmes d'irrigation existants dans la wilaya.....	69
4.2.3 Evolution des surfaces irriguées dans la wilaya de Mostaganem.....	69
4.2.3.1 Surfaces irriguées par système d'irrigation.....	69
4.2.3.2 Les surfaces irriguées par type de culture.....	71
4.2.3.3 Les superficies irriguées par type de cultures et systèmes d'irrigations	73
4.2.3.4 Les surfaces irriguées par types d'ouvrages.....	74
3. Conclusion générale.....	77

Chapitre II

Fig.1. Les communes de la wilaya de Mostaganem.....	16
Fig.2. Régions agricoles de la wilaya de Mostaganem.....	17
Fig.3. Loi normale de la station de Mostaganem (2001-2020).....	23
Fig.4. Loi Log normale de la station de Mostaganem (2001-2020).....	25
Fig.5. Loi racine de la station de Mostaganem (2001-2020).....	28
Fig.6. Variations moyennes mensuelles des précipitations de la station de Mostaganem (2001-2020).....	29
Fig.7. Précipitations moyennes saisonnières de la station de Mostaganem (2001-2020).....	30
Fig.8. Températures moyennes mensuelles de la station de Mostaganem (2001-2020).....	31
Fig.9. Courbe Ombrothermique de la station de Mostaganem (2001-2020).....	33
Fig.10. Climagramme d'EMBERGER.....	35
Fig. 11. Evaluation de l'écoulement et du déficit en fonction des températures moyennes et des précipitations.....	38
Fig.12. Abaque pour le calcul du déficit d'écoulement en ALGERIE (P. VERDEIL ,09.1988)...	40
Fig.13. Calcul de l'ETP d'après la méthode de THORNTHWAITE.....	43

Chapitre III

Fig.14. Principales unités hydrogéologiques de la wilaya de Mostaganem.....	51
Fig.15. Situation des ressources en eau superficielles de la wilaya de Mostaganem.....	52
Fig.16. Les ressources en eau mobilisée de la wilaya.....	60
Fig.17. Les ressources mobilisables de la wilaya.....	61
Fig.18. Le bilan des ressources.....	61
Fig.19. Affectation des ressources.....	62

Chapitre IV

Fig.20. Les superficies irriguées par différents types des ressources en eau.....	67
Fig.21. Les grands périmètres d'irrigation Au niveau de la wilaya de Mostaganem.....	68
Fig.22. Les surfaces irriguées par les systèmes d'irrigations.....	70
Fig.23. Les superficies irriguées par système d'irrigation.....	71
Fig.24. Les superficies irriguées par type de culture.....	72
Fig.25. Les superficies irriguées par type de culture et système d'irrigation.....	74
Fig.26. Superficies irriguées par type d'ouvrages.....	75

Chapitre I

Tableau N°1 : les bassins hydrographique.....	05
Tableau N°2 : Ressources en eaux potentielles et mobilisables (milliards de m ³ par an).....	07
Tableau N°3 :structure des superficies irriguées en Algérie (2020).	09

Chapitre II

Tableau N°4 : Présentation des stations pluviométriques.....	19
Tableau N°5 : Fréquences cumulées (loi normal).....	20
Tableau N°6 : Test d'adéquation de X ² (Loi de GAUSS).....	22
Tableau N°7 : Fréquences cumulées.....	23
Tableau N°8 : Test d'adéquation de χ^2 (Loi Log normale).....	25
Tableau N°9 : Fréquences cumulées.....	26
Tableau N°10 : Test d'adéquation de χ^2 (loi racine).....	27
Tableau N°11 : Présentation des précipitations moyennes mensuelles.....	29
Tableau N°12 : Précipitation saisonnières moyennes.....	30
Tableau N°13 : Températures moyennes caractéristiques (station de Mostaganem).....	31
Tableau N°14 : températures et précipitations moyennes mensuelles période (2001 – 2020).....	32
Tableau N°15 : Résultats d'après TURC.....	37
Tableau N°16 : Résultats de WUNDT.....	37
Tableau N°17 : Résultats de VERDEIL.....	39
Tableau N°18 : calcul de l'évapotranspiration (station de Mostaganem).....	42
Tableau N°19 : Bilan hydrique de la station de Mostaganem.....	46

Chapitre III

Tableau N°20 : Les barrages de la wilaya de Mostaganem.	53
Tableau N°21 : les caractéristiques du barrage de kramis.....	53
Tableau N°22 : Répartition des petits barrages et retenues collinaires selon la DRE.....	55

Tableau N°23 : Caractéristique des petits barrages et retenues collinaires.....56

Tableau N°24 : Evolution de la nappe au niveau de quelques forages de la wilaya.....57

Tableau N°25 : les ressources mobilisées et mobilisables (en hm³/an).....60

Chapitre IV

Tableau N°26 : répartition des superficies irriguées par différents types des ressources en eau.....66

Tableau N°27 : superficies irriguées par système d'irrigation (ha).....69

Tableau N°28 : répartition des systèmes d'irrigation par région agricole.....70

Tableau N°29 : superficies irriguées par types des cultures (en ha).....72

Tableau N°30 : Répartition superficies irriguées par type de culture et système d'irrigation (ha).....73

Tableau N°31 : Superficies irriguées par type d'ouvrages (ha).....74

A.E.P. : Alimentation en Eau Potable.

A.P.N.P. : Approche Participative au Niveau Périmètre.

D.C : Déficit Climatique.

D.S.A. : Direction des services agricoles.

M.R.E. : Ministère des Ressources en Eau.

D.R.E. : Direction des services ressources en eau.

ANRH : Agence National des Ressources Hydraulique.

ET°: Evapotranspiration potentielle.

Fig. : Figure.

Ha : Hectare.

M.A.D.R. : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

P.I. : Périmètre Irrigué.

P.N.: Pression Nominale.

Q : Débit.

S.A.T. : Surface Agricole Total.

S.A.U. : Surface Agricole Utile

Résumé

En Algérie, les changements climatiques et la sécheresse de ces dernières années ont fait que les pluies sont devenues irrégulières et la ressource en eau devenue de plus en plus rare créant ainsi un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles. On constate alors une régression de la pluviométrie mais aussi de la vie économique et sociale de la population.

La wilaya de Mostaganem avec un climat semi-aride possède jusqu'à présent des ressources en eaux limitées. Dans la wilaya l'agriculture utilise près de 74 % de l'eau avec une utilisation des techniques anciennes d'irrigation provoquant ainsi un gaspillage remarquable de la ressource.

Les ressources en eaux utilisées pour l'irrigation proviennent exclusivement des ouvrages de PMH surtout des puits qui ne sont malheureusement pas contrôlés. La demande de l'eau en agriculture est essentiellement assurée par les eaux souterraines.

On assiste alors à une surexploitation de la nappe provoquant le rabattement qui a atteint un seuil dangereux pour l'avenir de la wilaya. Toutefois, avec la réalisation des projets identifiés et la mise en place des différentes politiques d'utilisation rationnelle de l'eau, les services de l'hydraulique espèrent répondre aux différentes demandes de la wilaya.

Mots clés : ressources en eaux, irrigation, Nappes, Mostaganem, Algérie

Abstract

In Algeria, climate change and drought in recent years have meant that the rains have become erratic and water resources become increasingly scarce thus creating an imbalance between needs and available resources. There is a decline in rainfall but also the economic and social life of the population.

The province of Mostaganem with semi-arid climate has so far limited water resources. In the province agriculture uses near 74% of water use with an old irrigation techniques resulting in a remarkable waste of resources.

Water resources used for irrigation comes exclusively from wells especially PMH which unfortunately are not controlled. The demand for water in agriculture is mainly provided by ground water.

There is then groundwater over exploitation causing the drawdown has reached a dangerous threshold for the future of the wilaya. However, with the projects identified and the implementation of various policies for the rational use of water, the services of the hydraulic hope to meet different demands of the wilaya.

Keywords: water resources, irrigation, Mostaganem

ملخص

في الجزائر، ويعني تغير المناخ والجفاف في السنوات الأخيرة ان الأمطار التي أصبحت غير منتظمة وموارد المياه الشحيحة على نحو متزايد أصبح بالتالي خلق عدم توازن بين الاحتياجات والموارد المتاحة. ثم هناك انخفاض في معدلات سقوط الأمطار ولكن أيضا في الحياة الاقتصادية والاجتماعية للسكان.

محافظة مستغانم مع مناخ شبه القاحل والموارد المائية محدودة حتى الآن. في محافظة الزراعة يستخدم قرب 74٪ من استخدام المياه مع تقنيات الري القديمة مما أدى إلى إهدار ملحوظ للموارد.

موارد المياه المستخدمة في الري يعمل حصرا بشكل جيد لا سيما، التي لسوء الحظ لم يتم السيطرة عليها. ويقدم معظم الطلب على المياه في الزراعة من خلال المياه الجوفية.

هناك الاستغلال المفرط للمياه الجوفية بعد ذلك مما تسبب في خفض وصلت إلى عتبة خطيرة بالنسبة لمستقبل ولاية. ومع ذلك، مع المشاريع التي تم تحديدها، وتنفيذ السياسات المختلفة لترشيد استخدام المياه، والخدمات التي تقدمها والأمل الهيدروليكية تلبية مطالب مختلفة من الولاية.

الكلمات الرئيسية: الموارد المائية والري، ومستغانم

Introduction générale

Introduction générale

Il est d'une grande évidence de dire qu'aujourd'hui les potentialités hydriques sont limitées dans le monde. C'est d'ailleurs pour cela qu'en ce début de 3^{ème} millénaire, la question de l'eau devient l'une des préoccupations majeures des pays du monde entier.

Il en découle que la pression sur les ressources hydriques ne cessera de s'accroître sous les effets conjugués de la croissance démographique, du développement des villes et de l'essor des activités économiques consommatrices d'eau à l'instar de l'agriculture, l'industrie et le tourisme. Ce qui engendre une surexploitation et une dégradation de l'eau.

La question est beaucoup plus délicate dans des pays comme l'Algérie caractérisés par leurs potentialités hydriques mal réparties et un territoire à majorité aride sans oublier les aléas climatiques dont le pays souffre ces dernières années.

En effet, « si l'on excepte une mince bande côtière à climat méditerranéen où les précipitations peuvent atteindre deux mètres près de Collo, l'Algérie est un pays semi-aride, aride (200 à 400 mm) dans lequel les ressources en eau sont généralement faibles et surtout extrêmement mal réparties ». (Boulassel A. ; et al 2008).

La wilaya de Mostaganem n'échappe pas à la règle surtout que les infrastructures destinées à la mobilisation des eaux ne sont pas forcément suffisantes pour couvrir les besoins des différents secteurs (agriculture, AEP et Industrie).

D'autre part, la wilaya de Mostaganem est située sur le littoral donc menacée par la concentration excessive de la population, ce qui provoque forcément une croissance urbaine et donc industrielle et agricole entraînant un déséquilibre entre les besoins et les potentialités hydriques.

Il est clair que dans ce contexte, et quand on pense au coût de l'eau qui devient de plus en plus important, le tout conjugué à une extension des surfaces irriguées, une politique nationale des ressources en eau est plus que nécessaire afin de satisfaire les besoins de la population. Ainsi la mobilisation et surtout une gestion rationnelle de l'eau est impérative notamment en agriculture surtout si l'on suppose que l'agriculture est la plus grande consommatrice des ressources hydriques. Ceci dans le but d'optimiser le rendement en plus, bien sûr de l'économie de cette ressource précieuse.

Cependant, même si tout le monde s'accorde sur le fait que l'eau est une ressource rare qui doit être bien gérée, la manière de mettre en place une telle méthode de gestion reste à déterminer.

D'où notre étude qui porte sur la gestion des ressources en eau au profit de l'irrigation au niveau de la wilaya de Mostaganem.

Il s'agit dans ce thème de cerner les disponibilités hydriques de la wilaya, leur consommation et les politiques destinées à l'utilisation rationnelle de cette denrée rare surtout en agriculture. Notre travail consiste à faire une vision globale sur l'état de l'eau en Algérie et ainsi que la situation géographique et hydro-climatologique et en plus est basée sur l'exploitation des données en vue de prévoir comment se fait la gestion de l'eau pour l'irrigation dans la wilaya de Mostaganem.

CHAPITRE I

SITUATION DE L'EAU

EN ALGERIE

1. Introduction :

L'Algérie présente un climat qui varie du type désertique au sud où les précipitations sont quasi nulles au type méditerranéen au nord où les précipitations peuvent atteindre 1 000 mm et même 2 000 mm certaines années sur les reliefs plus élevés.

Cette irrégularité des précipitations affecte la quantité des ressources en eaux superficielles et l'extraction des eaux souterraines nécessite un investissement important, pas facile pour les pays en développement comme l'Algérie.

1.1. Les précipitations en Algérie

La pluviométrie est le paramètre le plus important dans l'évaluation des ressources en eau. Or en Algérie les précipitations deviennent de plus en plus irrégulières avec une grande variabilité à travers le temps et l'espace rendant ainsi le climat de semi-aride. En Algérie la pluviométrie diminue du nord au sud mais aussi d'Est en Ouest.

Contrairement aux zones côtières et sur les reliefs élevés qui peuvent recevoir plus de 1600mm par an, les précipitations sont presque inexistantes au sud (plus de 80% du territoire) avec moins de 100mm par an.

Sur l'ensemble du pays, les précipitations moyennes entre 100 et 400 mm par an et sa répartition est irrégulière dans l'espace et dans le temps.

L'hiver est incontestablement le plus arrosé avec 60 à 70 jours de pluies par an et 120 jours au maximum dans les régions les plus arrosées.

En été, les pluies sont rares et se retrouvent généralement sur le littoral.

Ainsi du point de vue pluviométrie, le climat algérien est caractérisé par une insuffisance et irrégularité des pluies selon les régions, irrégularités d'une saison à l'autre mais aussi entre les années avec une saison sèche de plus en plus longue d'année en année. EL MAHI A. (2002).

En effet, même dans les zones les plus arrosées, la saison sèche peut durer jusqu'à cinq (5) mois.

Ce qui n'est pas sans conséquences sur les disponibilités en eaux du pays.

Aussi la sécheresse observée ces dernières années a eu un sérieux impact sur les ressources hydriques du pays qui peuvent même être revues en baisse avec la persistance de cette sécheresse.

1.2. Les potentialités hydriques

En Algérie, les ressources en eaux sont définies comme l'ensemble des écoulements superficiels et souterrains (nappe). Mais les écoulements superficiels ainsi que les eaux des nappes souterraines proviennent essentiellement des précipitations, ces dernières étant mal réparties et irrégulières d'année en année.

Les eaux souterraines du Nord proviennent principalement des précipitations tandis que celles du Sud proviennent des nappes du Continent Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT).

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique de développement des ressources en eau, le Ministère des Ressources en Eau a entrepris l'élaboration de schémas directeurs des ressources en eau à une échelle régionale. Ainsi, le pays a été divisé en cinq (5) bassins hydrographiques regroupant les dix-sept (17) bassins versants du pays. Ils sont donnés par le tableau suivant :

Tableau N°1 : les bassins hydrographiques

Bassins hydrographiques	Superficies en Km ²	Bassins versants
Oranie-Chott Chergui	77 169	Côtiers oranais
		Macta
		Tafna
		Chott Chergui
Chélif-Zahrez	56 227	Côtiers Dahra
		Cheliff
		Chott Zahrez
Algérois-Hodna-Soummam	47 431	Côtiers Algéroise
		Sebaou
		Isser
		Soummam
		Chott Hodna
Contantinois-Seybousse-Mellegue	44 348	Côtiers constantinois
		Kebirerhumel
		Medjerda mellegue
		Seybousse
		Hauts plateaux constantinois
Sahara	2 018 054	Sahara
		Chott melghir

Source : MRE

Selon les services techniques du Ministère des Ressources en Eau, le volume global des ressources en eaux du pays est estimé à environ :

- 12,4 milliards de m³ d'eaux de surface.
- 6,6 milliards de m³ pour les ressources en eau souterraines dont :
 - 1,8 milliards d'eau souterraines du nord du pays.
 - 4,8 milliards de m³ d'eau souterraines exploitables dans le sud.

Les eaux souterraines du sud sont appelées « eaux fossiles » du fait qu'elles sont peu renouvelables.

Ainsi les ressources en eaux globales sont estimées à environ 18 milliards de m³ par an soit 420 m³/an/hbt (12 milliards de m³ au nord et 6 milliards de m³ au sud). Ce qui fait de l'Algérie un pays pauvre en ressources hydriques si on se réfère au seuil de pénurie fixé par le PNUD ou celui de la rareté fixe par la banque mondiale qui est de 1000 m³/an/habit, car les moyens techniques et financiers mobilisés à cet effet s'avèrent insuffisants.

1.3. Mobilisation des ressources en eaux

Les ressources en eaux mobilisables sont les ressources pouvant être rassemblée au niveau d'un ouvrage hydraulique quelconque (barrages, retenues collinaire, puits...).

En Algérie, les barrages représentent le principal moyen de mobilisation des ressources en eaux pour lesquels l'état a adhéré un grand investissement. Malgré cela les forages sont considérés comme la principale source d'approvisionnement en eau. La mobilisation de l'eau est aussi assurée par des puits et des retenues collinaires.(CHACHI.A Z., 1986).

1.3.1. Les eaux superficielles

Les deux tiers du volume d'eaux superficielles mobilisables sont localisés dans quatre (4) des dix-sept (17) bassins versants (Chlef, Algérois, Soummam, Constantinois) occupant environ 3% du territoire national.

Les ressources en eaux de surface étaient estimées à 12,4 milliards de m³ par an, dont 4,7milliards de m³ seulement sont mobilisables soit environ 46%. Cela est dû aux problèmes d'envasement des barrages et des retenues collinaires mais aussi à leur nombre limité car rappelons que les ressources de surface sont mobilisées particulièrement par ces ouvrages.

1.3.2. Les eaux souterraines

Sur les 6,6 milliards de m³ d'eaux souterraines, les ressources mobilisables se répartissent comme suit :

- 1,8 milliards de m³ dans la nappe du nord et des hauts plateaux.
- 3 milliards de m³ dans la nappe du sud.

Le volume mobilisable à partir des nappes souterraines s'élèverait ainsi à 4,8 milliards de m³.

La nappe aquifère du Sahara possède une grande quantité d'eau mais dont l'exploitation est coûteuse.

Tableau N°2 : Ressources en eaux potentielles et mobilisables (milliards de m³ par an)

Types de ressources en eaux	Potentielles	Mobilisables
Eaux de surface	12,410	4,10
Eaux souterraines	6,836	6,60
Total	19,246	10,70

Source : ANRH

1.4. Ressources non renouvelables

D'après *PERENNES*, dans le sud du pays, le réservoir aquifère du sous-sol saharien renferme une quantité d'eau qui peut être évaluée à 60.000 milliards de m³ mais les spécialistes hydrogéologues invitent à la prudence. Ils ajoutent « cette évaluation n'a cependant pas de signification pratique puisqu'un dénoyage de réservoirs captifs n'est pas concevable par ailleurs cette eau jaillit à 60°C avec une teneur en sel de 5 à 7gr/l. » (*PERENNES J.J ; 1990*).

Les résultats des différentes simulations montrent que l'on peut prélever 5 milliards de m³ entre le complexe terminal (40%) et le continental intercalaire (60%). Il s'agit d'une ressource fossile quasiment non renouvelable.

1.5. Les superficies irriguées en Algérie

L'Algérie, située au nord du continent africain en bordure de la Méditerranée avec une superficie totale d'environ 2,4 millions de kilomètres carrés.

La superficie cultivée est de 7,5 millions d'hectares, soit à peine 3% du total, localisée pour la plupart dans la partie côtière du pays.

« Selon *PERENNES*, le zonage réalisé par Bureau National d'Etudes pour Le Développement Rural pour le compte du Ministère de l'Agriculture fait apparaître

Différentes zones de potentialités : zones irriguées, zones d'intensification en sec, zones montagneuse et zones des oasis. ».

La rareté des pluies en Algérie ajoutée à une saison sèche longue au cours de l'année montre la nécessité des pratiques d'irrigation. ceci dans le but de :

- Assurer la production par la correction de la sécheresse agricole ;
- Allonger la période d'occupation des parcelles en introduisant des cultures supplémentaires ;
- Remplacer les cultures rustiques et augmenter la production ;
- Accroître les SAU en leur apportant l'eau nécessaire.

C'est pour cela que les responsables de l'agriculture algérienne ont fait de l'agriculture irriguée leur préoccupation majeure à travers leurs politiques agricoles dans le but d'intensifier les productions agricoles avec l'extension des surfaces irriguées. Ce sont des terres localisées soit sur le littoral ou sous forme de grande, petite ou moyenne hydraulique ; elles représentent les zones de potentialités les plus importantes du pays et occupent environ 7 % des surfaces cultivées. Les périmètres irrigués sont généralement divisés en « PMH » et « GPI » (superficie est égale ou supérieure à mille hectares (1000 ha), décret exécutif n° 19-206 du 18 juillet 2019 fixant la typologie des périmètres d'irrigation ainsi que les règles).

Les superficies irriguées en Algérie sont essentiellement concentrées au nord (69% environ) du pays avec une consommation en eau et une superficie plus importantes de la PMH.

Le tableau suivant présente la situation des superficies irriguées en Algérie :

Tableau N°3: structure des superficies irriguées en Algérie (2020)

Types	Superficies (ha)	Structures (%)
Grande hydraulique	95 259	06
Petite moyenne hydraulique	1 329003	94
Forages	782 986	55
Puits	383 895	27
Captages des sources	19 778	01
Retenues collinaire	18 023	01
Fils d'eau et épandage de crues	86 778	06
Marres, CED, STEP et Foggaras	37 543	03
Eaux souterraines	1 166 881	82
Eaux de surfaces	257 381	18
Total	1 424 262	100

D'après le tableau on remarque une dominance de la PMH avec plus de 94 % des superficies irriguées et avec la plus grande consommation en eau. En plus, les 95 259 ha sont les surfaces irrigables en grande hydraulique.

Par exemple en 2001 les surfaces irriguées en grande hydraulique étaient estimées à 33763 ha parce que, une partie de l'eau destinée à l'irrigation a été réaffectée à l'AEP suite à la sécheresse.

Le secteur irrigué est caractérisé par la variété des ressources hydrauliques exploitées (grands barrages, barrages collinaires, forages, etc.), Ce qui impose des différences de taille, de configuration, d'équipement et de type de gestion de ces périmètres.

L'eau utilisée par la PMH est essentiellement fournie par les forages, les puits, les sources, les retenues collinaire, l'épandage des crues et dans une moindre proportion de petits barrages.

Quant aux grands périmètres irrigués, ils sont arrosés dans leur majorité par les grands barrages donc principalement des eaux de surface.

D'autre part, on constate que l'irrigation est assurée à hauteur de 82 % par des eaux souterraines, les eaux de surfaces ne contribuant qu'à 18 %.

Les GPI se classent en deux catégories : les anciens périmètres issus de la colonisation dont l'alimentation en eau se fait par irrigation gravitaire et les périmètres récents pratiquant les techniques moderne d'irrigation.

Les premiers connaissent des difficultés dues à la vétusté des réseaux ; les deux souffrent des concurrences pour l'eau des autres usages : eau potable et industrielle.

« Huit périmètres ont été réalisés entre 1937 et 1958, ils sont donc largement amortis ; la plupart (six) sont réhabilités (Haut Cheliff, K'sob) ou en voie de l'être (Bas Chélif, Mina, Moyen Chélif, Hamiz) ; deux nécessitent une intervention urgente ». (M.A.MECHEBBEK)

Il faut noter que malgré les efforts consentis depuis les années 70 dans le domaine de l'irrigation, les surfaces irriguées ne sont pas aussi développées comme prévu. En effet, les surfaces réellement irriguées se trouvent insignifiantes par rapport au potentiel irrigable.

L'exploitation des superficies irriguées en PMH est assurée principalement par des agriculteurs privés et éventuellement par des associations.

Les OPI (Offices des Périmètres Irrigués) créés en 1985 sont chargés de la gestion, l'exploitation et l'entretien des infrastructures hydrauliques des périmètres irrigués.

Mais compte tenu des exigences de gestion selon la nature des périmètres, deux organismes ont été créés :

- Cinq offices à caractère régional dont le rôle est la gestion des grands périmètres d'irrigation : Mitidja, vallée du Cheliff, Habra-Sig, El-Tarf et Oued R'hir.
- Huit offices de wilaya à caractère local pour la gestion des petits et moyens périmètres irrigués : Béchar, Tlemcen, Bejaia, Boumerdes, Bouira, Saida, Tizi-Ouzou et M'sila.

1.6. L'irrigation et besoin en eau

Le volume d'eau indiqué plus haut (19,2 milliards de m³ par an) représente la quantité d'eau susceptible d'être mobilisée dans le cas où les moyens seraient suffisants. Evidemment il est pratiquement impossible que cela soit réalisé.

En effet, seulement une petite partie (près de 50%) est réellement mobilisée et utilisée, elle a été estimée à 5,9 milliards de m³ avec environ 60% d'eaux souterraines répartie comme suit :

- 4 milliards de m³/an dans le Nord (2,2 Milliards pour les ressources superficielles et 1,8 milliards d'eaux souterraines).
- 1,9 Milliards de m³ au Sud (0,148 mobilisés par les barrages et 1,8 milliards de m³/an des nappes souterraines).

Cette eau est consommée à hauteur de 60% par l'agriculture soit à peu près 3,5 milliards de m³. Mais le potentiel irrigable est très vaste (1,5 millions d'ha en 2004 selon l'A.N.R.H) et demande un volume d'eau très important par rapport à celui utilisé dans le domaine à l'état actuel.

Ainsi d'après le PNE (Plan National de l'Eau, 2003) l'irrigation des sols de qualité peut nécessiter un volume égal à 4,5 milliards de m³.

1.7. Les politiques de gestion de l'eau en agriculture

Consciente du rôle primordial du facteur eau en agriculture et par conséquent dans le maintien de la croissance économique du pays, la politique algérienne du développement a toujours fait preuve d'une dynamique de mise en œuvre de l'infrastructure hydraulique.

Dès 1970, le secteur de l'hydraulique évoluera vers une forme d'organisation dominée par l'Etat et les institutions dont l'objectif essentiel est d'assurer l'alimentation des populations en eau dans le cadre de nouvelles politiques centrées sur la mobilisation des ressources publiques (constructions des barrages, réseaux d'irrigation) et subventionnement des prix de l'eau. (Jacques.EricB 2008).

Mais ce n'est qu'à partir des années 80 que naît réellement la politique de l'eau avec la création en 1977 du Ministère de l'hydraulique à la place du secrétariat à l'hydraulique (créés en 1970). Cette politique consiste à :

- Fixer les objectifs à atteindre
- Mettre à la disposition des services concernés les moyens nécessaires
- Planifier la gestion de la ressource.

Aujourd'hui en Algérie, plusieurs lois et décrets sont promulgués et modifiés presque chaque année dans le cadre de la gestion de l'eau que ce soit en agriculture ou dans les autres secteurs. Loi n° 05-12 du 28 Jomada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau recommande la gestion intégrée et économie de l'eau avec la participation de tous les usagers tout en respectant le principe de compatibilité entre la gestion des eaux, la politique d'aménagement du territoire et la protection de l'environnement. Aussi, « les propriétaires et exploitants des terres agricoles situées dans une zone irriguée sont tenus de procéder à une mise en valeur intensive et à une valorisation optimale des ressources en eau. »

Mais c'est surtout avec la réalisation des barrages afin de mobiliser les eaux de pluies que cette politique peut donner ses fruits.

« En Algérie, le secteur connaît une nouvelle dynamique ces dernières années. Objectif : rattraper les retards en matière d'infrastructure, ce qui permettra de satisfaire les besoins des populations et de l'agriculture, un secteur qui absorbe plus de 70% de la production d'eau. ».

L'achèvement de plusieurs barrages au nord du pays et l'étude de faisabilité de beaucoup d'autres, va permettre d'accroître le volume des ressources mobilisables.

« L'Algérie possède présentement 672 ouvrages de stockage en exploitations, dont 80 grands barrages ayant une capacité unitaire supérieure à 10 millions de m³ pour une capacité globale annuelle de 8,30 milliards de m³ et un volume régularisé cumulé de l'ordre de trois (3) à quatre (4) milliards de m³ et 592 petits ouvrages de mobilisation (Retenues collinaires + Petits Barrages) pour une capacité de 258 millions de m³.

« Les projets des grands périmètres irrigués inscrits dans le programme de l'ONID portent sur 43 549 ha en cours de réalisation. L'objectif de développement de l'irrigation dans la zone nord du pays (hors Sahara) consiste dans l'extension des superficies des GPI à 350 000 ha environ à l'horizon 2030 (dont 120 000 ha dans les hauts plateaux) et le maintien des superficies actuellement irriguées en PMH ».

En ce qui concerne la gestion, la privatisation est en préparation avec la participation de grandes firmes étrangères. De même, le transfert des eaux disponibles au sud vers le nord du pays est à l'étude.

Enfin, le recours à des ressources non conventionnelles, telles que la réutilisation des eaux épurées ou le dessalement, pourrait pallier la demande croissante en eau dans l'irrigation.

L'Algérie compte 11 stations de dessalement d'eau de mer fonctionnelles, englobant une capacité de production de 2.110.000 m³/j. Le dessalement s'impose comme solution immédiate et stratégique pour le pays, l'objectif est de produire deux (2) milliards de m³ pour faire face aux besoins de la bande côtière.

Aussi, l'Algérie dispose de 200 systèmes épuratoires en exploitation avec une capacité de 900 hm³/an, dont le volume d'eaux usées épurées actuellement est de 480 hm³/an (soit 53 % de la capacité installée).

Ces infrastructures génèrent près d'un milliard de mètres cubes d'eaux traitées destinées à l'irrigation agricoles et font de l'Algérie le premier pays d'Afrique en la matière.

Sur les 200 STEP en exploitation 21 stations utilisées à des fins agricoles, ces derniers seront renforcés par huit autres stations en 2021.

En 2020, un volume de 18 millions m³ d'eaux épurées par ces STEP, a été utilisé dans l'irrigation de 11.494 hectares de superficies agricoles, soit un taux de 31 % du volume épuré par les 21 stations concernées.

L'Algérie est pauvre en ressources hydriques. Cela est principalement dû à la mauvaise répartition de ces ressources entre les différentes régions du pays. Mais les faits saillants qui caractérisent la problématique actuelle de l'eau en Algérie sont constitués essentiellement par l'accroissement des besoins (l'accroissement démographique et l'augmentation des besoins sectoriels en particulier agricole), la surexploitation et la rareté des ressources dues en grande partie à une demande de plus en plus exigeante et à une offre relativement rigide, le tout conjugué au manque des moyens dans la mobilisation des ressources existantes.

Dans ce cas de figure la solution est une gestion rigoureuse et rationnelle des ressources en eau mais aussi accélérer la réalisation des ouvrages hydrauliques et l'entretien des ouvrages existants afin d'augmenter la capacité de stockage qui n'est aujourd'hui que 4,5 milliards de m³. Aussi l'installation des unités de dessalement de l'eau de mer peut permettre aux régions côtières de combler leur déficit surtout dans le secteur industriel et de l'eau potable.

1.8. Systèmes d'irrigation

Les systèmes d'irrigation se regroupent en 2 catégories : les systèmes gravitaires et les systèmes sous pression.

1.8.1. Les systèmes gravitaires

- **irrigation en bassin (plus connue)** : l'eau est apportée sous forme d'une nappe dans un bassin (qui peut être cloisonné) aménagé sur un sol nivelé (pente de 0,1 à 1 %).

- **irrigation à la raie** : l'eau est apportée par ruissellement dans des sillons séparés d'une distance de 0,6 m à 1,25 m ; le sol est nivelé (pente de 0,2 à 3 %).

- **irrigation par siphon ou rampes à vannettes** : l'eau est amenée à la raie par des siphons ou des rampes à vannettes qui permettent la réduction de l'érosion en tête de la raie, une meilleure maîtrise des débits et de l'uniformité de répartition de l'eau.

1.8.2. Les systèmes sous pression

- **irrigation par aspersion**: épandage de l'eau sous forme de pluie avec régulation et uniformité de la dose apportée à condition que la zone ne subisse pas des vents supérieurs à 4 m/s ; les systèmes d'irrigation par aspersion sont soit fixes, soit mobiles (Kay M ; 1983).

- **irrigation localisée** : l'eau circule dans des tuyaux souples de petit diamètre disposés à la surface du sol et sont munis de dispositifs " goutteurs " qui apportent l'eau au pied des végétaux ; les systèmes d'irrigation localisée les plus répandus sont le goutte à goutte

(indiqué pour le maraîchage) et le micro-jet (indiqué pour l'arboriculture)(MessahelM., 1988).

Les systèmes d'irrigation sous pression engendrent une économie d'eau moyenne de 30 à 60 % par rapport aux systèmes gravitaires. Les systèmes d'irrigation localisée, quant à eux, peuvent engendrer une économie d'eau allant jusqu'à 50 % par rapport aux systèmes par aspersion (limitation maximale de l'évaporation et de la percolation car l'eau est livrée à faible dose n'humidifie qu'une fraction du sol)(MuñozG., et al ;2014).

Les systèmes d'irrigation localisée occasionnent les plus-values suivantes : prévention du développement des mauvaises herbes. Ils ne sont par contre pas adaptés si les cultures emblavées sont à enracinement profond ainsi que si les eaux sont trop chargées (sable, limon, matière organique, fer, qui peuvent obstruer les tuyaux) ou trop salées (pas de lessivage).

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas de sols à faible profondeur, de sols légers et perméables, en cas de relief trop accidenté ainsi qu'en cas d'utilisation d'eau salée.

CHAPITRE II

**SITUATION GEOGRAPHIQUE ET
HYDRO-CLIMATIQUE DE LA REGION DE
MOSTAGANEM**

2.1. Présentation de la wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem couvre une superficie de 226 900 ha pour une population estimée à 921 800 habitants à la fin de l'année 2020. De ce fait la densité est de 335 habitants/km². La zone montagneuse représentant environ 11 % de la population totale de la wilaya.

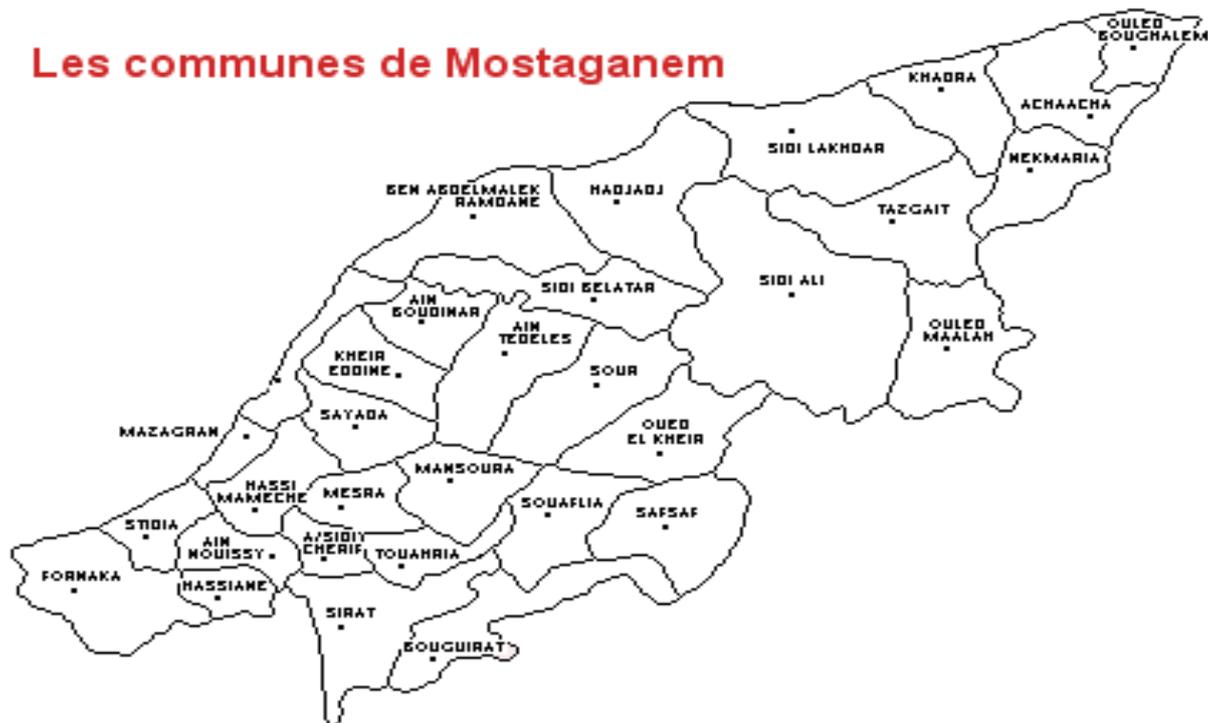
La wilaya de Mostaganem est caractérisée par deux (02) zones distinctes :

- Le plateau de Mostaganem couvrant une superficie de 88 629 ha ;
- La zone de Dahra avec une superficie de 55 060 ha.

Mostaganem est située au Nord-Ouest de l'Algérie ; Elle est limitée :

- A l'Est par les Wilayas de Chlef et Relizane ;
- Au Sud par les Wilaya de Mascara ;
- A l'Ouest par les Wilayas d'Oran ;
- Au Nord par la Mer Méditerranée.

Le découpage administratif de la wilaya compte 10 daïras et 32 communes qui sont rattachées à l'Agence du Bassin Hydrographique (ABH) Oranie –.

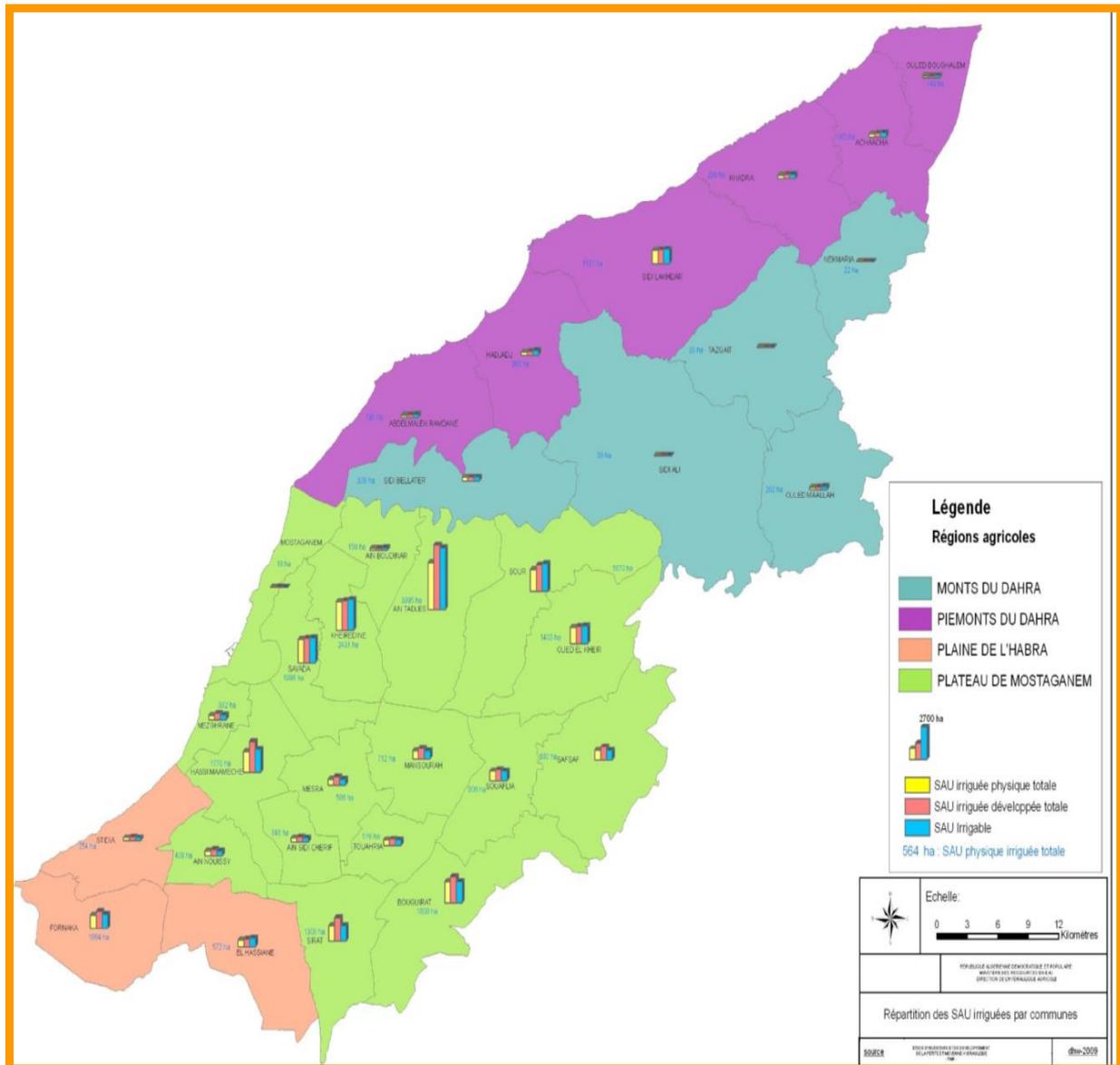


Source : DSA, Mostaganem 2020

Fig.1. Les communes de la wilaya de Mostaganem

Les régions agricoles pour la wilaya de Mostaganem se répartissent comme suite :

- Les Monts du Dahra ;
- Les piedmonts du Dahra ;
- La plaine de l’Habra ;
- Le plateau de Mostaganem.



Source : DSA, Mostaganem 2020

Fig.2. Régions agricoles de la wilaya de Mostaganem

2.1.1. Aspect socio-économique

L'arrière-pays se caractérise par une activité agricole importante et dynamique ; classant cette wilaya parmi les plus importantes sur le plan de la production agricole et particulièrement les fruits et légumes. L'agriculture de Mostaganem se classe au 3^{ème} rang au niveau de la production maraîchère du pays, au 9^{ème} en ce qui concerne la production arboricole et au 5^{ème} rang pour la production viticole.

Le secteur agricole emploie 25% de la population occupée. On constate l'absence de périmètres collectifs : toute l'irrigation en PMH se réalise uniquement par des exploitations individuelles, dont le développement a été fortement favorisé, ces dernières années, par la politique de subventions du gouvernement. (DRE, inventaire de la PMH)

2.2. Etude hydro-climatologique

Le climat est un élément très important du milieu, il résulte de l'action d'un ensemble des facteurs qui régissent l'atmosphère, le sol et la végétation d'une région.

Son influence sur le rendement des cultures et la réussite d'un aménagement de l'environnement n'est plus à démontrer. C'est un facteur essentiel du développement de la flore, de la formation et de l'évolution des sols. Ses principales composantes ont une influence importante sur l'érosion.

Le climat qui règne dans la Wilaya est caractérisé par un étage bioclimatique semi-aride.

Les précipitations et les facteurs climatiques dans l'ensemble sont des variables très aléatoires dans le temps et dans l'espace, ils permettent d'expliquer quantitativement les variations des composantes du régime hydrologique dans sa conception la plus large.

2.3. Etudes des précipitations

Les conditions climatiques jouent un rôle déterminant dans le régime d'un cours d'eau.

En effet, les précipitations agissent directement dans l'alimentation de l'écoulement de la wilaya de Mostaganem.

2.4. Station de référence retenue

La Wilaya de Mostaganem compte plusieurs stations météorologiques réparties en différents sites.

Le choix de station est établi en fonction de la distance de la station à la zone d'Etude, de l'altitude, de l'exposition, de la présence de Barrière climatique et de la disponibilité des données climatiques.

Pour nos calculs d'indices et pour le tracé des graphiques, notre choix s'est porté sur la station de Mostaganem, laquelle répond aux critères suivants :

- Absence de barrières climatiques ;
- Se trouvant dans la zone d'Etude (littorale) ;
- Données disponibles.

Les données météorologiques de référence (précipitations et températures) sont celles relevées durant la période de 2001- 2020 correspondant à des moyennes établies sur 20 ans.

2.5. Choix de station utilisée

Pour le besoin de notre étude, nous avons choisi la station de Mostaganem étant la plus proche.

Tableau N°4 : Présentation des stations pluviométriques

Station	X	Y	Période de service
Mostaganem	35°53' Nord	0°07' Est	2001-2020

Source : ONM, Mostaganem 2020

Une excellente analyse effectuée sur des données fausses n'a évidemment aucune valeur. Toute analyse suppose deux opérations : d'abord la collecte des données et ensuite leur traitement. Il est clair que la première opération est d'une importance capitale.

2.6. Emploi des méthodes d'ajustement (statistiques) sur la station de Mostaganem

L'analyse statistique des données pluviométriques ou hydrométriques vise à définir les régions climatiques à travers certaines valeurs caractéristiques et représentatives.

Les valeurs caractéristiques sont de deux types :

- Valeurs centrales ;
- Valeurs extrêmes.

Les valeurs centrales caractérisent l'abondance des régions et leurs irrégularités (moyenne, médiane).

Les valeurs extrêmes représentent les valeurs que peuvent prendre les précipitations pour une certaine probabilité choisie à l'avance. Pour l'analyse statistique des précipitations annuelles, nous ajusterons à la loi de Gauss (lois normale, log normale et racine), la série d'observation de la station pluviométrique est de 2001-2020.

2.6.1. Loi Normale

Les paramètres caractéristiques de la série sont :

- La moyenne $P = 381,58$ mm ;
- L'écart type $\sigma = 97,57$;
- Le coefficient de variation $Cv = 0,25$.

Le coefficient de variation est inférieur à 0.5, donc l'adéquation à la loi normale est possible.

A. La loi de GAUSS (loi normale)

Tableau N°5 : Fréquences cumulées (loi normal)

Rang (1)	$F_i = 1/(n+1)$	P (mm)
1	0,0250	226,8
2	0,0750	251
3	0,1250	260
4	0,1750	281,2
5	0,2250	322
6	0,2750	323,7
7	0,3250	340,5
8	0,3750	343
9	0,4250	344
10	0,4750	363
11	0,5250	400
12	0,5750	407,4
13	0,6250	418
14	0,6750	420
15	0,7250	422
16	0,7750	457
17	0,8250	465
18	0,8750	467
19	0,9250	476
20	0,9750	644

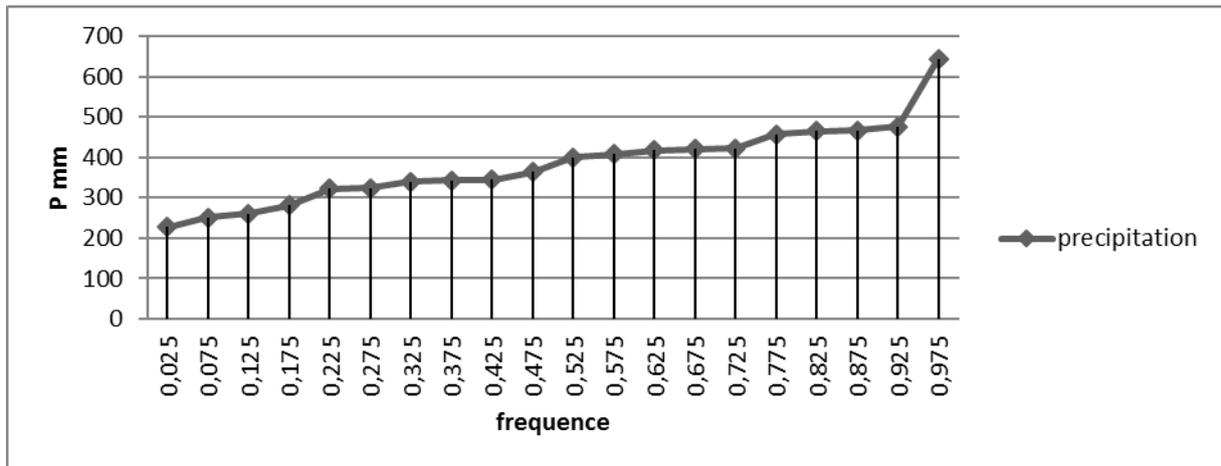
$$\bar{P} = 381,58 \text{ mm}$$

$$\sigma = 97,57$$

❖ Test Graphique

On rapporte les données sur un papier fonctionnel permettant de représenter la fonction :

$P = f(F_i)$. (Fig.3).



Cette distribution est représentée par la droite d'équation : **$P = \bar{P} + \sigma \cdot u$**

- \bar{P} : la moyenne = 381.58mm ;
- σ : L'écart type = 97.57 ;

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

- u : variable réduite :

Pour : $F_1 \longrightarrow 0,47 \longrightarrow u = 0,009$

$F_2 \longrightarrow 0,97 \longrightarrow u = 1,90$

Remplaçons u par sa valeur dans l'équation : $P = 381,58 + (97,57 * u)$

On obtient respectivement : { $F_1 = 0,47$; $P_1 = 381,58$ mm } et pour { $F_2 = 0,97$; $P_2 = 644$ mm }

Tableau N°6 : Test d'adéquation de X^2 (Loi de GAUSS)

Classes K	Limites de classes	Effectifs observés (n_i)	Effectifs théoriques (np_i)	$(n_i - np_i)^2$ np_i
1	[226,8 – 281,2]	4	5	0,2
2	[322 – 363]	6	5,00	0,2
3	[400 – 467]	8	5,00	1,8
4	[476-644]	2	5,00	1,8
total	4	20	20	4

K=4 n=20

$$\chi^2 \text{ calculé} = (\text{Observé} - \text{Calculé})^2 / \text{Calculé}$$

$$\chi^2 \text{ calculé} = 4$$

Le nombre de degré de liberté $ddl = k - 1 = 4 - 1 = 3$; k : nombre de classe (taille de l'échantillon + moyen + l'écart type).

Pour un risque $\alpha = 5\%$ $\longrightarrow \chi^2 \text{ tabulé} = 7.115 > \chi^2 \text{ calculé} = 4$; donc l'adéquation à la loi normale est acceptable.

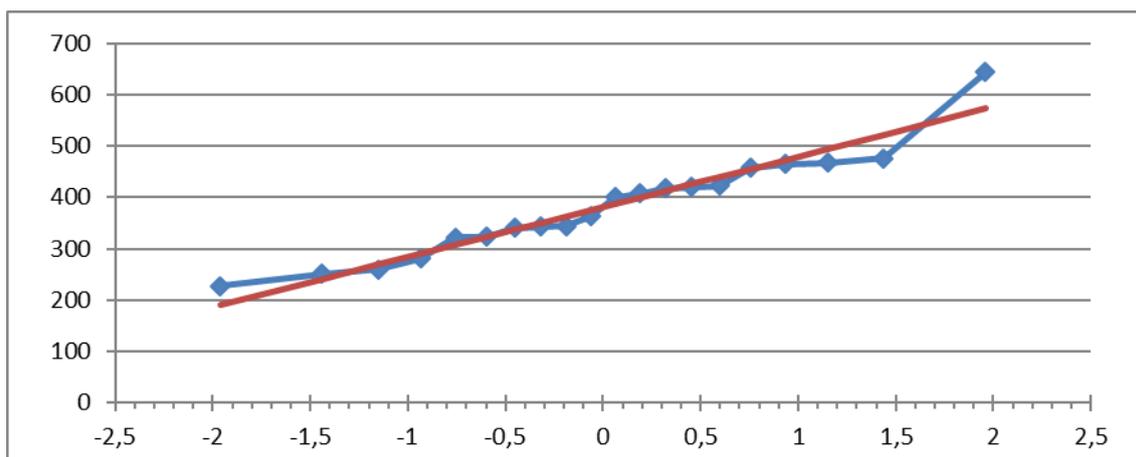


Fig.3. Loi normale de la station de Mostaganem (2001-2020)

A. Loi log normale

Tableau N°7 : Fréquences cumulées

Rang (I)	Log p (mm)	Fi = 1/ (n+1)
1	2,36	0,0250
2	2,40	0,0750
3	2,41	0,1250
4	2,45	0,1750
5	2,51	0,2250
6	2,51	0,2750
7	2,53	0,3250
8	2,54	0,3750
9	2,54	0,4250
10	2,56	0,4750
11	2,60	0,5250
12	2,61	0,5750
13	2,62	0,6250
14	2,62	0,6750
15	2,63	0,7250
16	2,66	0,7750
17	2,67	0,8250
18	2,67	0,8750
19	2,68	0,9250
20	2,81	0,9750

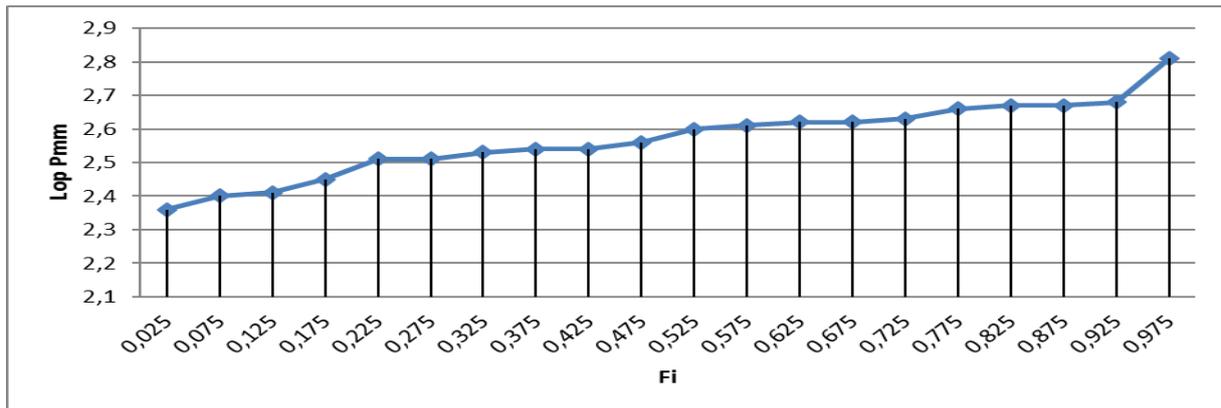
$$\overline{\text{Log P}} = 2.58 \text{ mm}$$

$$\text{Log } \sigma = 1.98$$

❖ **Test graphique**

Sur un papier fonctionnel on représente la fonction :

LogP = f (Fi) (fig4.).



On obtient une distribution représentée par une droite d'équation :

$$\text{LogP} = \text{Log}\overline{\text{P}} + \text{Log}\sigma$$

Avec :

➤ **Log $\overline{\text{P}}$ = 2.58mm ;**

➤ **Log σ = 1.99 ;**

➤ **u : variable réduite**

Pour : $F_1 \longrightarrow 0,46 \longrightarrow u = 0,001$

$F_2 \longrightarrow 0,92 \longrightarrow u = 0,01$

Si on remplace **u** par sa valeur dans l'équation suivante : $\text{Log P} = 2.58 + 1.99 u$;

On obtient respectivement : { $F_1 = 0,46$; $\text{LogP}_1 = 2,581 \text{ mm}$ } et { $F_2 = 0,92$; $\text{LogP}_2 = 2,599 \text{ mm}$ }

Tableau N°8: Test d'adéquation de χ^2 (Loi Log normale)

Classes K	Limites de classes	Effectifs observés (ni)	Effectifs théoriques (npi)	$(n_i - np_i)^2 / np_i$
1	[226,8 – 281,2]	4	5	0,2
2	[322 – 363]	6	5,00	0,2
3	[400 – 467]	8	5,00	1,8
4	[476-644]	2	5,00	1,8
TOTAL	4	20	20	4

$$\chi^2 \text{ calculé} = (\text{Observé} - \text{Calculé})^2 / \text{Calculé}$$

$$\chi^2 \text{ calculé} = 4$$

Le nombre de degré de liberté $ddl = k - 1 = 4 - 1 = 3$; k : nombre de classe (taille de l'échantillon + moyen + l'écart type).

Pour un risque $\alpha = 5\%$ $\longrightarrow \chi^2 \text{ tabulé} = 7.15 > \chi^2 \text{ calculé} = 4$; donc l'adéquation à la loi normale est acceptable.

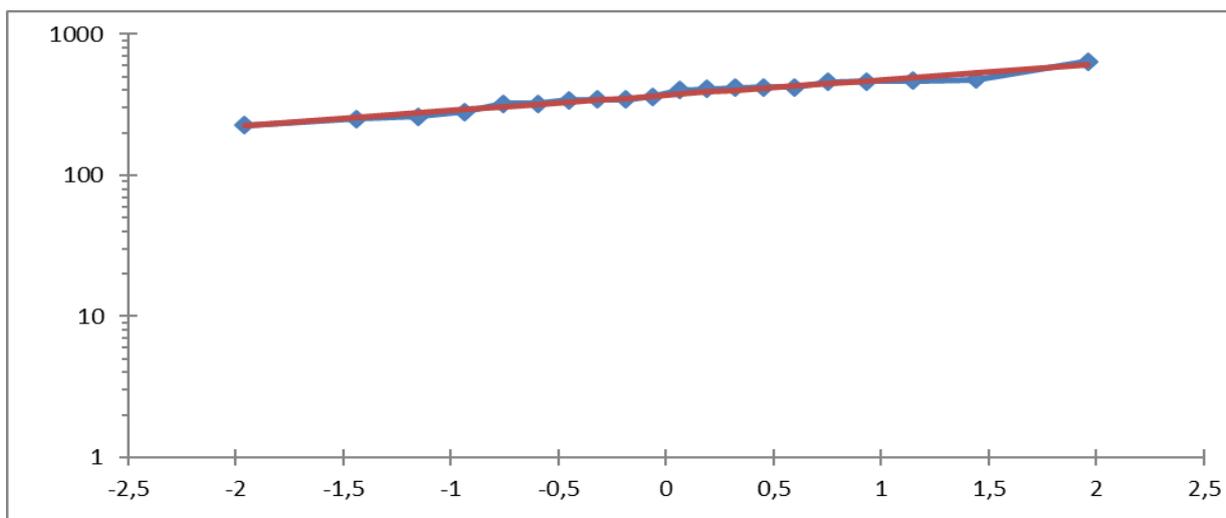


Fig.4. Loi Log normale de la station de Mostaganem (2000-2020)

B. Loi Racine

Tableau N°9 : Fréquences cumulées

Rang (l)	\sqrt{P} (mm)	$F_i = 1 / (n+1)$
1	15,06	0,0250
2	15,84	0,0750
3	16,12	0,1250
4	16,77	0,1750
5	17,94	0,2250
6	17,99	0,2750
7	18,45	0,3250
8	18,52	0,3750
9	18,55	0,4250
10	19,05	0,4750
11	20,00	0,5250
12	20,18	0,5750
13	20,45	0,6250
14	20,49	0,6750
15	20,54	0,7250
16	21,38	0,7750
17	21,56	0,8250
18	21,61	0,8750
19	21,82	0,9250
20	25,38	0,9750

$$\sqrt{P} = 19,53 \text{ mm}$$

$$\sqrt{\sigma} = 9.88$$

❖ Test graphique

Sur un papier fonctionnel on représente la fonction :

$$\sqrt{\bar{P}} = f(F_i) \text{ (fig.5)}$$

On obtient une distribution représentée par la droite dont l'équation est de la forme :

$$\sqrt{\bar{P}} = \sqrt{\bar{P}} + \sqrt{\sigma} * u$$

- $\sqrt{\bar{P}} = 19,534 \text{ mm}$;
- $\sqrt{\sigma} = 9.88$;
- u : variable réduite de Gausse

Pour : $F_1 \longrightarrow 0,46 \longrightarrow u = 0,004$

$F_2 \longrightarrow 0,92 \longrightarrow u = 0,45$

Si on remplace u par sa valeur dans l'équation : $\sqrt{\bar{P}} = 19,534 + (9.88 * u)$

On obtient respectivement : $\{ F_1 = 0,46 ; \sqrt{\bar{P}} = 19,573 \text{ mm} \}$ et $\{ F_2 = 0,92 ; \sqrt{\bar{P}} = 23.98 \text{ mm} \}$

Tableau N°10: Test d'adéquation de χ^2 (loi racine)

Classes K	Limites de classes	Effectifs observés (n_i)	Effectifs théoriques (np_i)	$(n_i - np_i)^2 / np_i$
1	[226,8 – 281,2]	4	5	0,2
2	[322 – 363]	6	5,00	0,2
3	[400 – 467]	8	5,00	1,8
4	[476-644]	2	5,00	1,8
TOTAL	4	20	20	4

$$\chi^2 \text{ calculé} = (\text{Observé} - \text{Calculé})^2 / \text{Calculé}$$

$$\chi^2 \text{ calculé} = 4$$

Le nombre de degré de liberté $ddl = k - 1 = 4 - 1 = 3$; k : nombre de classe (taille de l'échantillon + moyen + l'écart type).

Pour un risque $\alpha = 5\%$ $\longrightarrow \chi^2 \text{ tabulé} = 7.15 > \chi^2 \text{ calculé} = 4$; donc l'adéquation à la loi normale est acceptable.

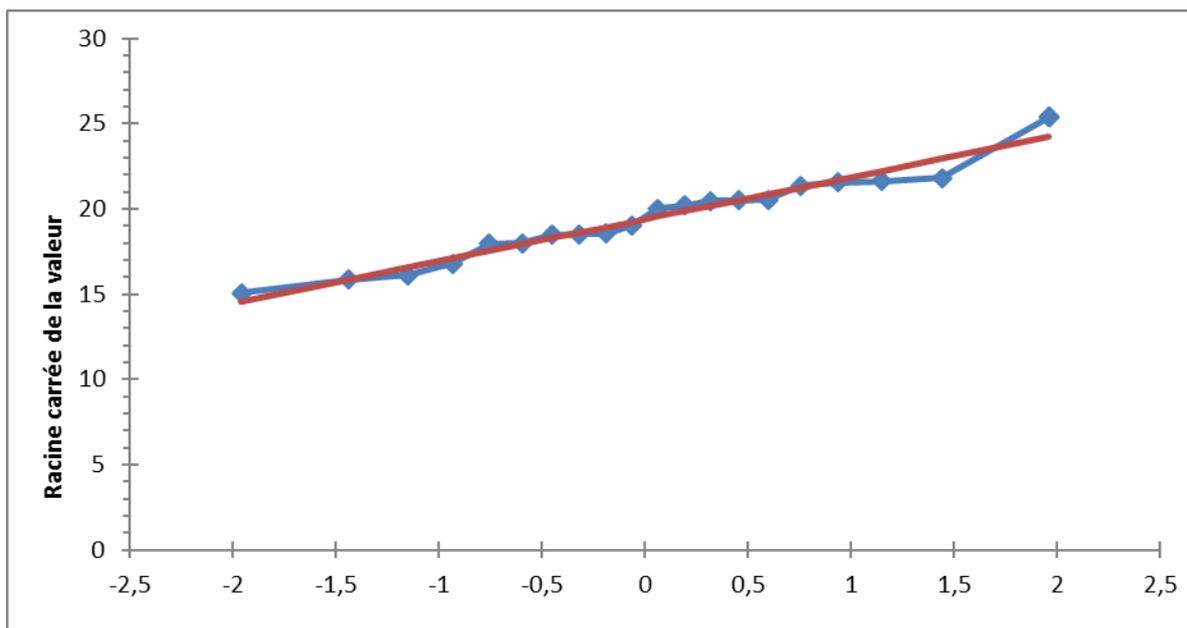


Fig.5. Loi racine de la station de Mostaganem (2001-2020)

2.6.2. Calcul de la période de retour (cas où le module est le plus fort)

On a :

$$T = \frac{1}{1-F}$$

Avec :

- T : période de retour ;
- $P = 644$ mm
- $F = 0,92$.

Donc : $T = 13$ ans

2.6.3. Précipitations mensuelles

Les variations moyennes mensuelles de station est donnée par le tableau ci-dessous, elle représente les moyennes sur une série de 12 ans pour la station de Mostaganem.

Tableau N°11: Présentation des précipitations moyennes mensuelles

Mois stations	Sep.	OCT	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Aout.
Mostaganem	20,61	36,97	64,53	65,52	55,53	38,57	35,48	34,66	23,23	3,42	0,59	2,45

Source : ONM, Mostaganem 2020

La variation des précipitations mensuelles est présentée dans la figure ci-dessous, dans cette dernière, nous pouvons remarquer que le mois le plus pluvieux, pour la station de Mostaganem, est le mois de Novembre, le mois le plus sec est celui de Juillet.

❖ Variation mensuelle des précipitations période (2000 – 2020)

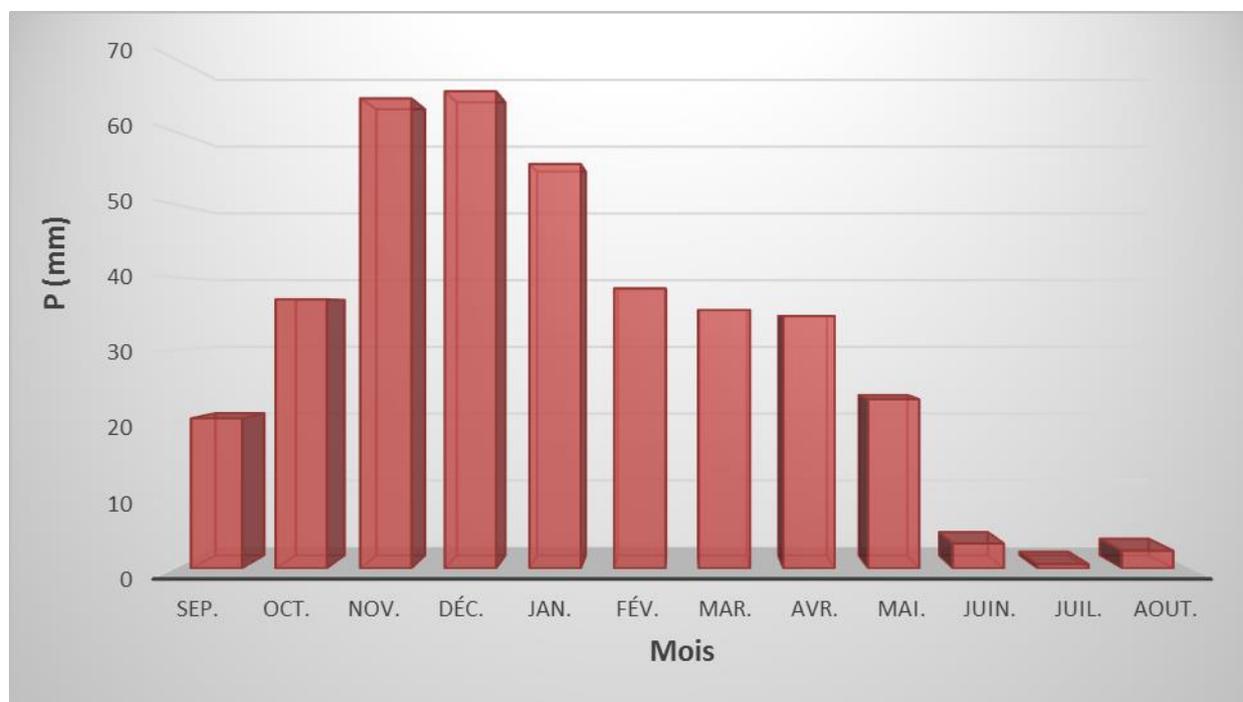


Fig.6. Variations moyennes mensuelles des précipitations de la station de Mostaganem (2001-2020)

2.6.4. Précipitations saisonnières

Les quatre saisons de l'année sont :

- L'hiver (Décembre, Janvier, Février),
- Le printemps (Mars, Avril, Mai),
- L'été (Juin, Juillet, Août),
- L'automne (Septembre, Octobre, Novembre).

Le tableau ci-dessous présente les précipitations moyennes saisonnières de notre station.

Tableau N°12: Précipitation saisonnières moyennes

Saisons stations	Automne	Hiver	Printemps	Eté
Mostaganem	122,11	159,53	93,37	6,46

Source : ONM, Mostaganem 2020

Les distributions des précipitations moyennes saisonnières sont représentées dans les figures suivantes (graphes). L'Hiver représente la saison la plus pluvieuse, par contre la saison la plus sèche est celle de l'été.

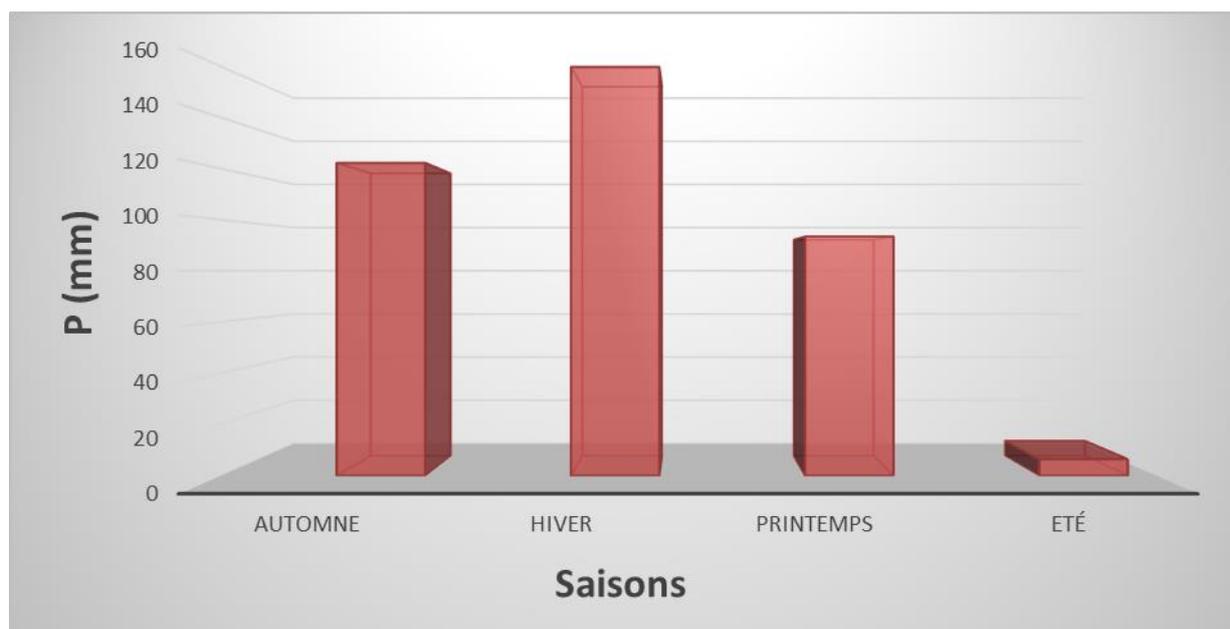


Fig.7. Précipitations moyennes saisonnières de la station de Mostaganem (2001-2020)

2.7. Etudes de températures

2.7.1. Températures mensuelles et annuelles

Les températures moyennes mensuelles et annuelles agissent directement sur le climat en interaction avec les autres facteurs météorologiques.

Le tableau ci-dessous présente les températures mensuelles minimales (m), mensuelles moyennes et mensuelles maximales (M) de la station de Mostaganem sur la période (2001 – 2020).

Tableau N°13 : Températures moyennes caractéristiques (station de Mostaganem)

Mois	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Jun.	Juil.	Aout
M (°C)	36,30	33,44	27,16	23,51	20,98	23,26	27,44	28,03	31,82	38,29	40,75	39,68
m (°C)	12,34	8,54	4,27	1,62	0,71	2,42	2,06	4,22	7,08	10,68	14,74	15,66
T=(M+m)/2(°C)	24,32	20,99	15,72	12,56	10,84	12,84	14,75	16,13	19,45	24,48	27,74	27,67

Source : ONM, Mostaganem 2020

La figure suivante représente les températures minimales, moyennes et maximales de la station de Mostaganem.

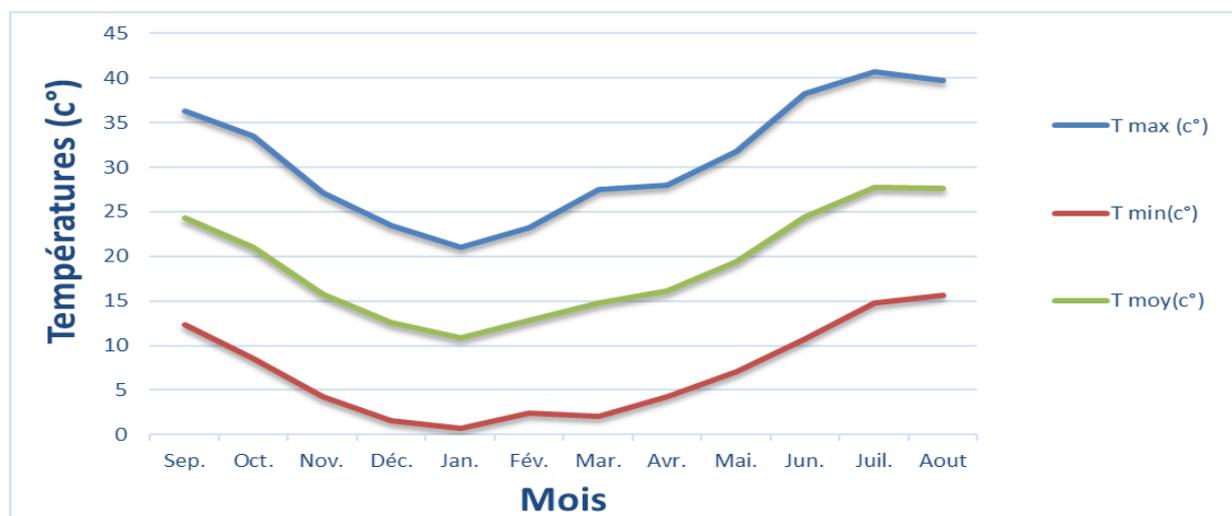


Fig.8. Températures moyennes mensuelles de la station de Mostaganem (2001-2020)

2.8. Classification du climat de la région

Pour déterminer le type de climat, nous avons utilisé la station de Mostaganem. Pour cette étude, nous avons utilisé plusieurs méthodes.

2.8.1. Méthode pluviométrique

Selon GAUSSEN et BANGOULS, un mois est dit sec si le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne (°C) $P \leq 2 * T$, cette relation permet d'établir des diagrammes Ombrothermiques sur lesquels, la température est portée à une double échelle de celle des précipitations.

Pour un mois sec, la courbe des températures passe au-dessus de la courbe des précipitations.

Le tableau suivant présente les températures moyennes mensuelles et les précipitations moyennes mensuelles de la station de Mostaganem.

Tableau N°14 : températures et précipitations moyennes mensuelles période (2001 – 2020)

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août
P_{moy} (mm)	20,61	36,97	64,53	65,52	55,53	38,57	35,48	34,66	23,23	3,42	0,59	2,45
T_{moy} (°C)	24,32	20,99	15,72	12,56	10,84	12,84	14,75	16,13	19,45	24,48	27,74	27,67

Source : ONM, Mostaganem 2020

Le diagramme Ombrothermique est présenté dans la figure suivante dans laquelle nous constatons que la période excédentaire s'étale de mi-septembre jusqu'à fin de Mai, tandis que la période déficitaire s'étale de fin de Mai jusqu'à mi-septembre (fig.9).

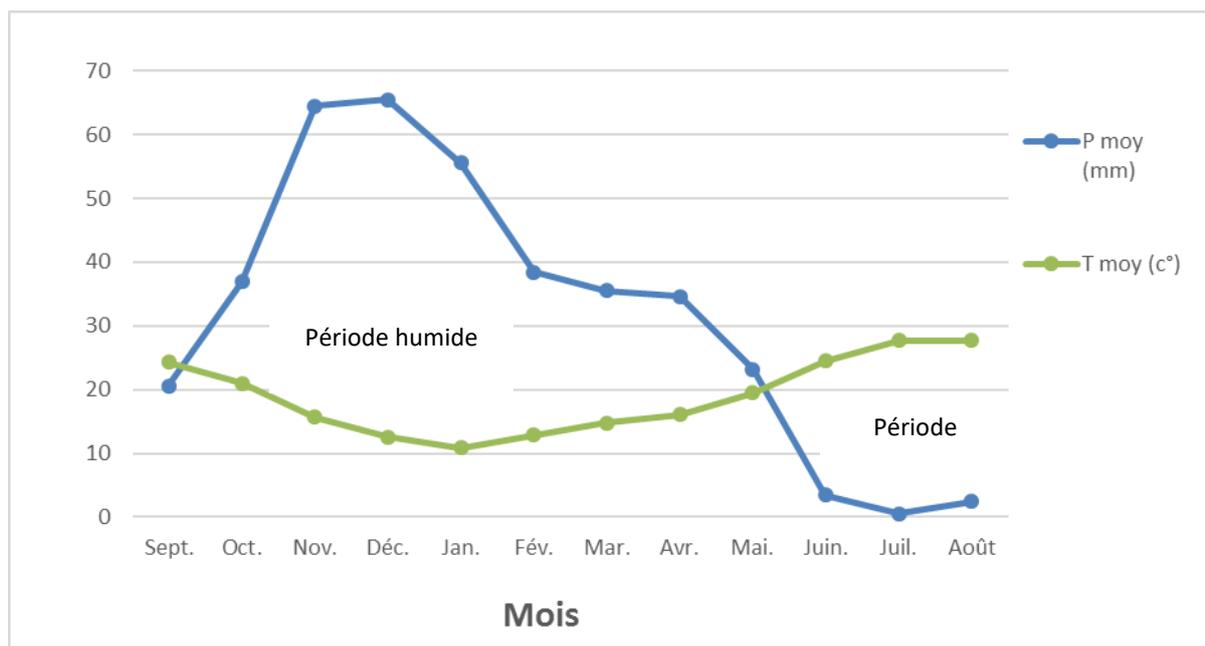


Fig.9. Courbe Ombrothermique de la station de Mostaganem (2001-2020)

2.8.2. Les indices climatiques généraux

L'utilisation de ces indices permet de cerner le type de climat de la région.

❖ Méthode d'EMBERGER

Cette méthode permet l'étude de la somme des climats de la zone méditerranéenne et la détermination d'un quotient pluviométrique (fig. 10).

$$Q_2 = \frac{P}{\left[\frac{(M+m)}{2} \right] * (M-m)} * 1000$$

Avec :

- **Q₂** : Quotient pluviométrique ;
- **P** : Précipitation moyenne annuelle (mm) de la station de Mostaganem ;
- **M** : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (°K) ;
- **m** : Moyenne des minima du mois le plus froid (°K).

Pour :

- $P = 381.58 \text{ mm}$
- $M = 40,75 \text{ C}^\circ = 313,75 \text{ }^\circ\text{K}$
- $m = 0,71 \text{ C}^\circ = 273,71 \text{ }^\circ\text{K}$

Alors : **$Q_2 = 32,44$**

Après le calcul, le Q_2 pour la station de Mostaganem est égal à 32,44 En reportant cette valeur sur le climagramme qui comporte, en ordonnée les valeurs de Q_2 et en abscisse la température minimale du mois le plus froid en ($^\circ\text{C}$). Nous pouvons constater que la station de Mostaganem présente un climat semi-aride à hiver tempéré (fig.10.).

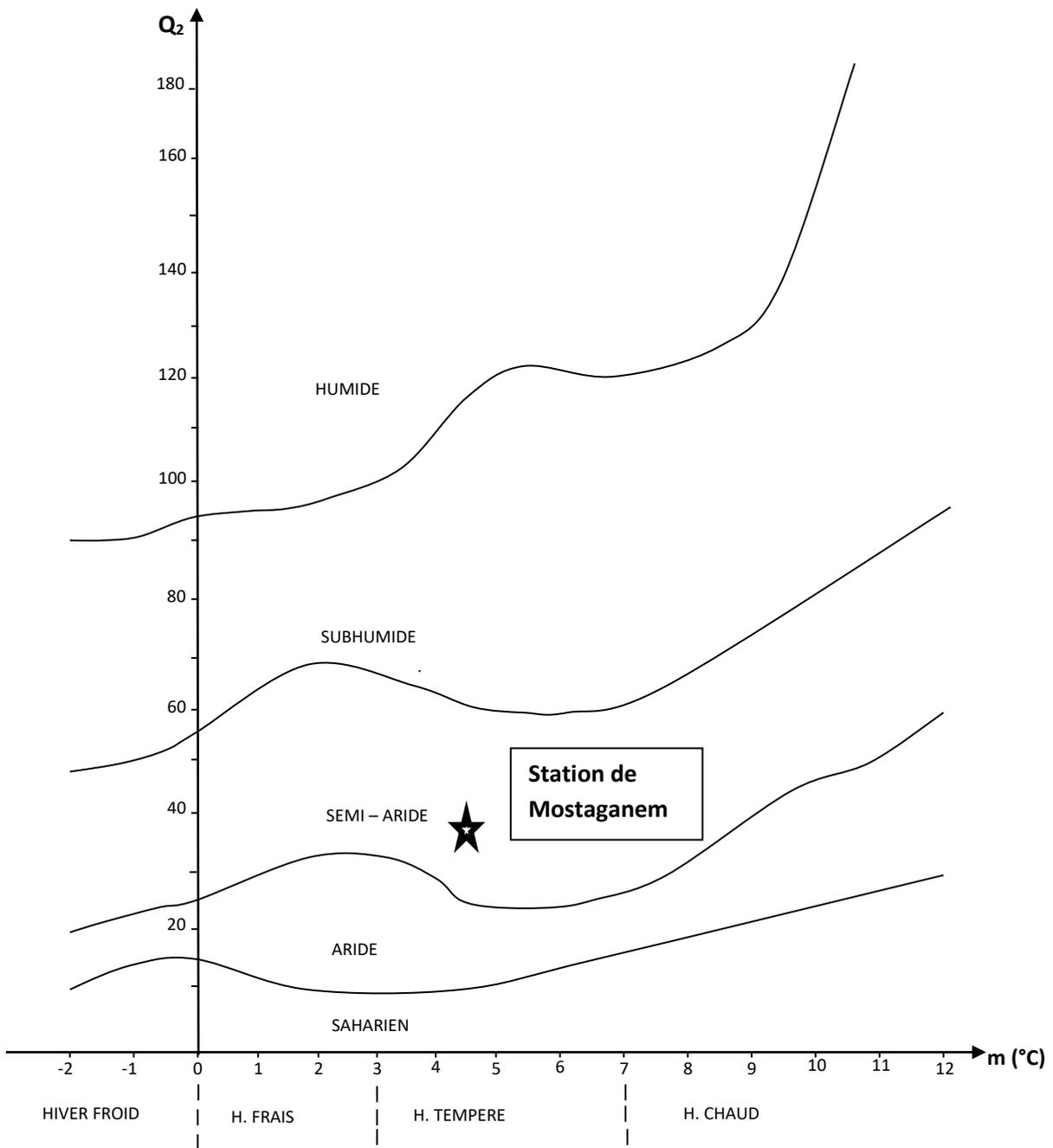


Fig.10. Climagramme d'EMBERGER

2.8.3. Conclusion générale sur le climat à partir des diverses méthodes

A l'échelle mensuelle les méthodes des courbes pluviométriques définissent des périodes déficitaires allant de fin mai jusqu'au mi- Septembre.

L'indice d'EMBERGER permet de préciser que ce climat est semi-aride à Hivertempéré.

2.9. L'évapotranspiration et le déficit d'écoulement

L'évapotranspiration désigne les pertes d'eau sous forme de vapeur, elle correspond à un phénomène complexe qui regroupe à la fois des processus de transpiration qui correspondent à l'utilisation de l'eau atmosphérique et de l'eau dans l'atmosphère par les végétaux. (George Vachaud ; et al 1985).

Le déficit d'écoulement est défini par la différence entre les précipitations et la lame d'eau écoulée à l'échelle des bassins versants.

Plusieurs facteurs peuvent influencer l'évapotranspiration notamment la température, le vent et les caractéristiques de la couverture végétale.

Pour permettre d'atteindre une estimation acceptable des valeurs de l'évapotranspiration et du déficit d'écoulement, nous utilisons des méthodes empiriques.

2.9.1. Evapotranspiration réelle

A. Méthode de TURC

Elle est établie à partir des observations faites sur 254 bassins versants situés sous tous les climats du globe.

$$E.T.R = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}}$$

Avec :

- **E.T.R** : Evapotranspiration réelle (mm) ;
- **P** : Précipitation moyenne annuelle (mm) ;
- **T** : Température moyenne annuelle (°C) ;
- **L = 0.05*T³ + 25*T + 300**

Le tableau suivant présente les résultats de cette méthode pour la station de Mostaganem

Tableau N°15 : Résultats d'après TURC

Paramètres/station	P (mm)	T (°C)	E.T.R	Écoulement et Infiltration
Mostaganem	381,58	18,95	377,80	3,78 mm soit 1 % des précipitations

B. Méthode de WUNDT

L'hydrogéologue WUNDT a établi un abaque qui permet d'obtenir une valeur du déficit d'écoulement en fonction de la température moyenne annuelle et des précipitations.

L'application de cette méthode a donné les résultats suivants :

Tableau N°16 : Résultats de WUNDT

Paramètres/station	P (mm)	T (°C)	D (mm)	Écoulement et Infiltration
Mostaganem	381,58	18,95	400	18,42 mm soit 4,83 % des précipitations

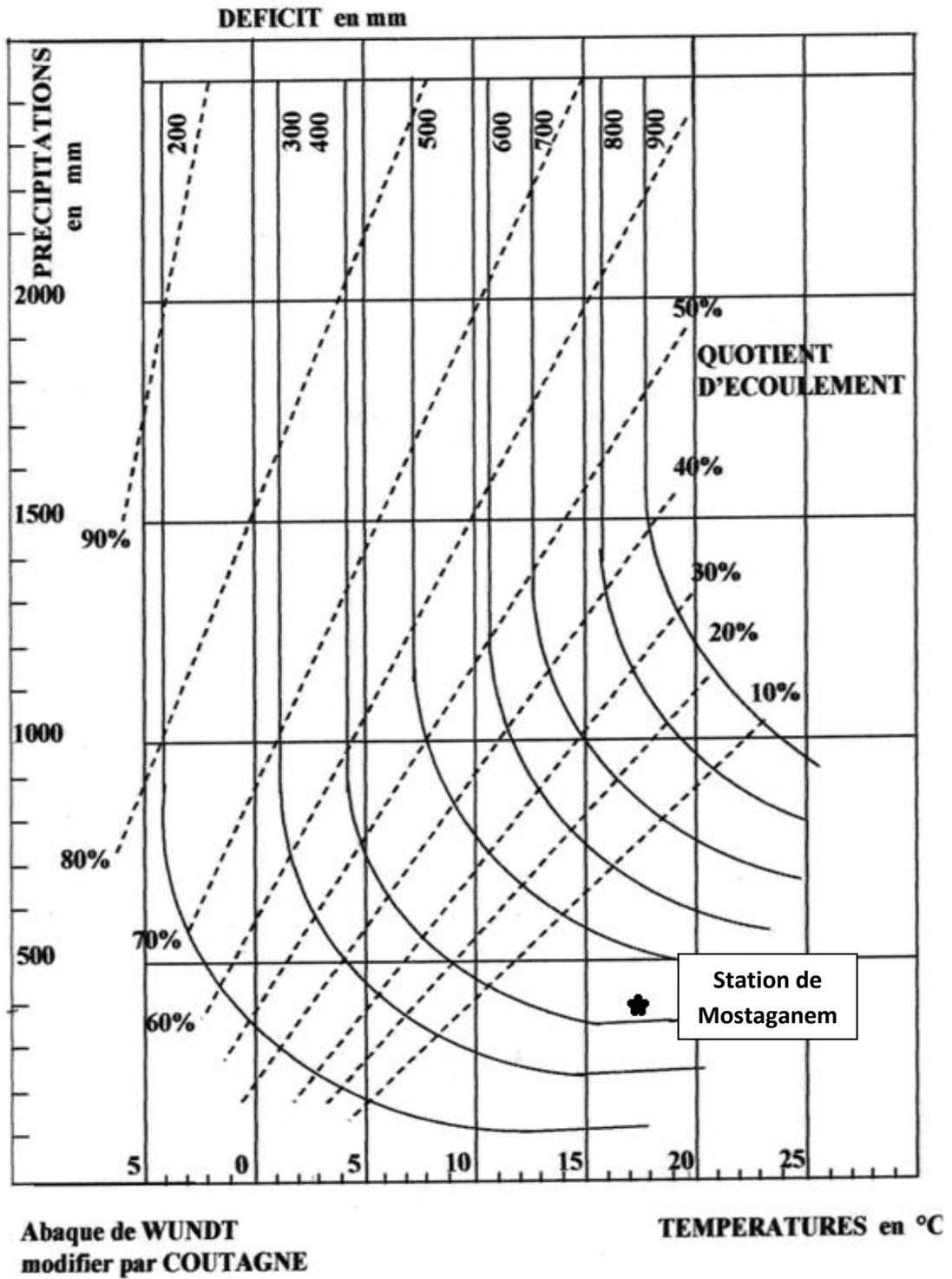


Fig. 11. Evaluation de l'écoulement et du déficit en fonction des températures moyennes et des précipitations

C. Méthode de VERDEIL

Cette méthode consiste à reporter les valeurs des précipitations moyennes annuelles sur l'abaque représentatif du phénomène en Algérie, calculée à partir de l'ensemble des données disponibles.

Nous avons obtenu un déficit d'écoulement : **D = 400mm.**

Tableau N°17 : Résultats de VERDEIL

Paramètres/station	P (mm)	T (°C)	D (mm)	Écoulement et Infiltration
Mostaganem	381,58	18,95	400	18,42 mm soit 4,83 % des précipitations

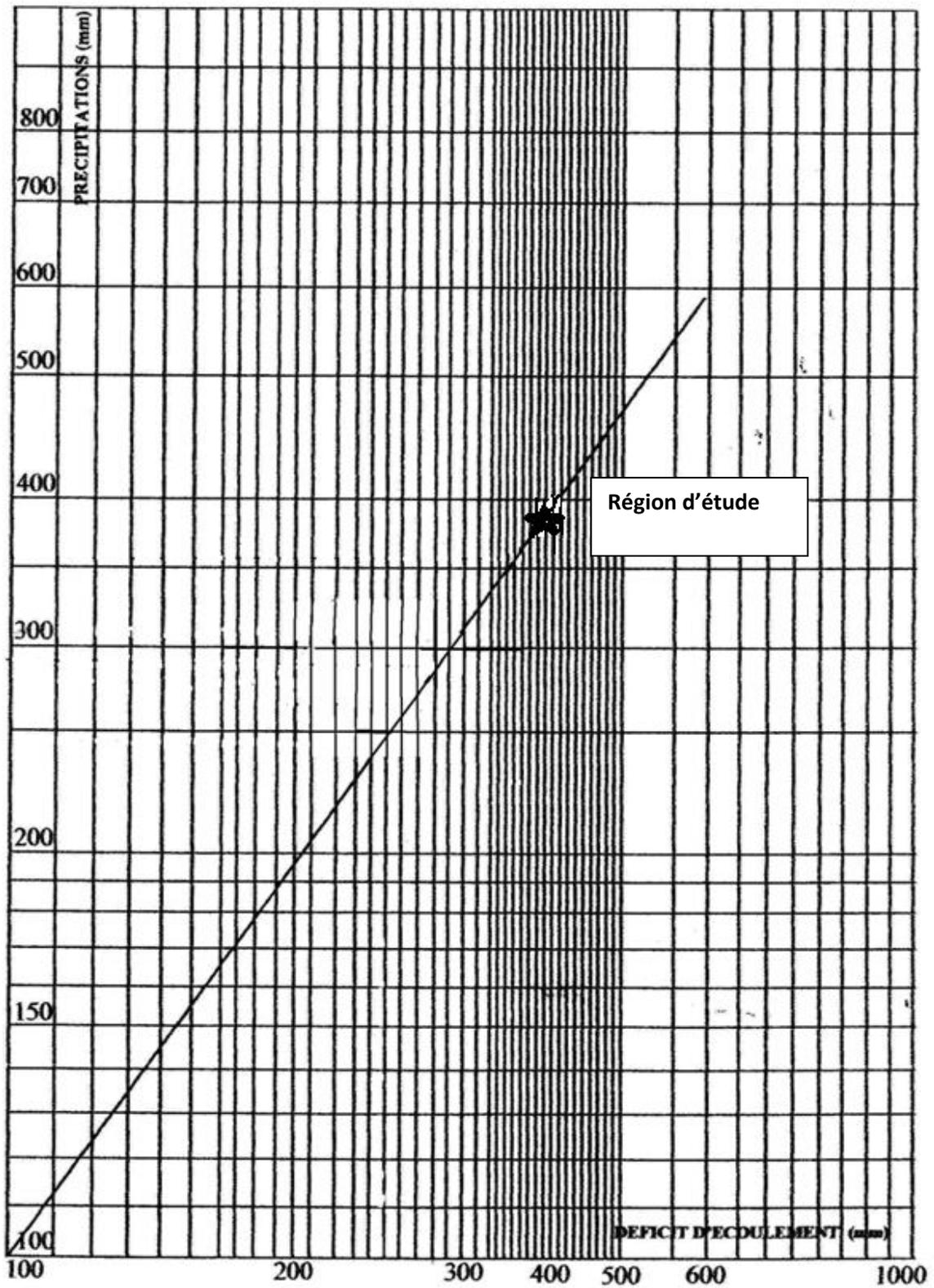


Fig.12. Abaque pour le calcul du déficit d'écoulement en ALGERIE (P. VERDEIL ,09.1988)

2.9.2. Evapotranspiration potentielle "E.T. P"

❖ Méthode de THORNTHWAITE

La Méthode de THORNTHWAITE permet de déterminer pour chaque mois une évapotranspiration potentielle (E.T.P) à partir de la relation suivante :

$$E.T.P = 1.6 * [(10 * T) / I]^a$$

Avec :

- **E.T.P** : Evapotranspiration potentielle (cm) ;
- **T** : Température moyenne mensuelle (°C) ;
- **I** : Somme des indices thermiques mensuels de l'année.

12

$$I = \sum_{i=1}^{12} i_n$$

Avec:

$$\left\{ \begin{array}{l} i = [T/5]^{1.514} \\ a = (1.6/100) * I + 0.5 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I = 93.49 \\ a = 2 \end{array} \right.$$

L'abaque (Fig.13.) établi par THORNTHWAITE permet de calculer les indices thermiques mensuels en fonction des températures, puis de déterminer un indice annuel, qui une fois reporté sur l'abaque de THORNTWAITE nous donne les valeurs estimées de l'E.T. P pour les différents mois. Les valeurs obtenues seront corrigées en fonction de la latitude et la durée du jour.

➤ Calcul de l'ETP :

Le tableau suivant donne les valeurs de l'E.T. P corrigées de la station de Mostaganem.

Tableau N°18 : calcul de l'évapotranspiration (station de Mostaganem)

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août.
T (°C)	24,32	20,99	15,72	12,56	10,84	12,84	14,75	16,13	19,45	24,48	27,74	27,67
I	10,97	8,78	5,66	4,03	3,23	4,17	5,14	5,89	7,82	11,08	13,39	13,33
E.T.P (cm)	5,90	5,10	4,20	2,40	2,30	2,10	3,10	6,10	7,50	7,80	7,60	5,90
Facteur Correcteur	1,9	1,5	0,86	1,08	0,84	0,94	1,27	0,94	1,03	1,9	2,1	3,18
E.T.P (mm) Corrigé	112,1	76,5	36,1	26,1	19,3	19,7	39,6	57,3	77,2	157,6	164,9	187,7

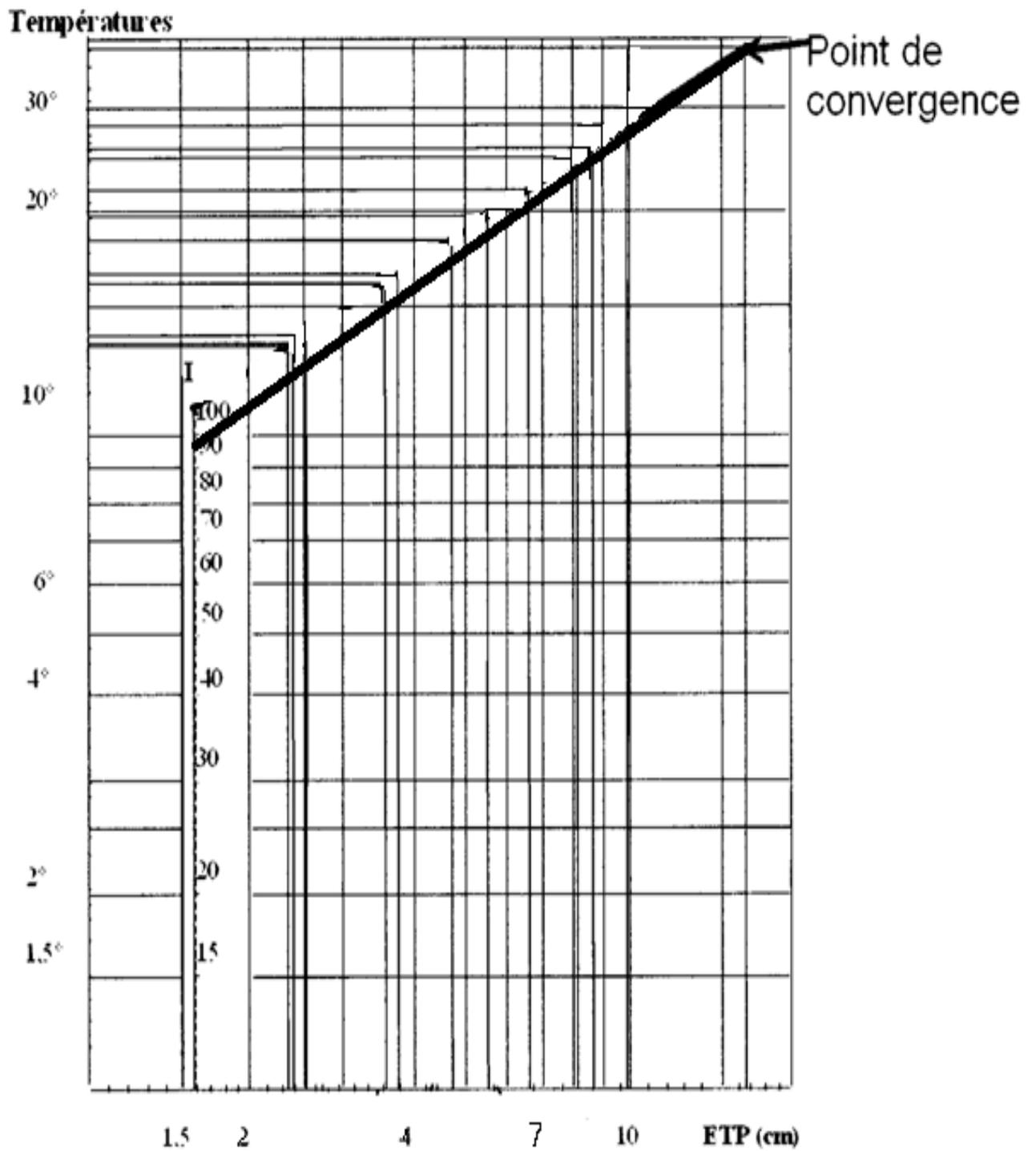


Fig.13. Calcul de l'ETP d'après la méthode de THORNTHWAITE

2.9.3. Calcul de la Réserve Utile "R. U"

Elle est calculée selon la méthode de HALLAIRE à partir de la capacité de rétention du sol (C.R).

$$R.U = [(C - f) / 100] * h * D + 30 \text{ mm}$$

Avec :

- **R.U** : réserve utile ;
- **D** : densité apparente du sol, D=1 ;
- **h** : profondeur du sol (mm) = 300 mm : enracinement capillaire ;
- **F** : capacité au point de flétrissement
- **C** : capacité au champ
- **C-F** : dépend de la nature du sol
- **C-f** : 5% pour les sols sableux ;
10-15% pour les sols limoneux
15-25% pour les sols argilo limoneux

Pour l'ensemble des nos bassins, nous avons :

- Un sol argilo limoneux, d'où $[(C-f)/100] = 20 \%$
- La profondeur du sol est égale à 30 cm.

Alors : **R.U = 90 mm**

2.9.4. Evapotranspiration réelle selon THORNTWAITE

Dans le calcul de l'E.T.R, deux cas peuvent se présenter

- Précipitations supérieures à l'E.T.P ;
- Précipitations inférieures à l'E.T.P.

A. Cas où $P > E.T.P$

L'E.T.R sera égale à l'E.T.P. L'excédent des précipitations sera emmagasiné dans l'humidité du sol dont il augmente les réserves jusqu'à saturation (voir bilan).

B. Cas où $P < E.T.P$

Dans ce cas, nous avons aussi deux cas qui sont :

- Aussi longtemps que la réserve utile d'eau sera capable de combler la différence entre l'E.T.P et les précipitations, l'E.T.R sera égal à l'E.T.P ;
- Si la réserve est insuffisante pour satisfaire l'E.T.P, l'E.T.R sera inférieur à l'E.T.P et elle est égale à la somme des précipitations du mois plus les réserves disponibles. A ce moment-là, nous avons l'apparition du déficit agricole.

D'après la différence entre les précipitations et l'E.T.P, nous trouvons la variation de réserve d'eau du sol.

- Si $P - E.T.P > 0$, nous avons un excédent d'eau,
- Si $P - E.T.P < 0$, nous avons manque d'eau.

Par sa rétention spécifique, le sol pourra, constituer une réserve qui sera mise à la disposition de la végétation aux mois déficitaires.

Nous adoptons comme moyenne 90 mm que le sol peut retenir et soustraire de l'écoulement interne.

Le bilan hydrique est présenté dans le tableau suivant

❖ Evaluation du bilan d'eau

Tableau N°19 : Bilan hydrique de la station de Mostaganem

MOIS	P (mm)	ETP (mm)	Variation + ou -	RU (mm)	ETR (mm)	Déficit Agricole (mm)	Excédent
Déc.	65,52	26,1	39,42	90	26,1	0	39,42
Jan.	55,53	19,3	36,23	90	19,3	0	36,23
Fév.	38,48	19,7	18,78	90	19,7	0	18,78
Mar.	35,48	39,6	-4,12	90	39,6	0	-4,12
Avr.	34,66	57,3	-22,64	0	34,66	22,64	0
Mai.	23,23	77,2	-53,97	0	23,23	53,97	0
Juin.	3,42	157,6	-154,18	0	3,42	154,18	0
Juil.	0,59	164,9	-164,31	0	0,59	164,31	0
Aout.	2,45	187,7	-185,25	0	2,45	185,25	0
Sep.	20,61	112,1	-91,49	0	20,61	91,49	0
Oct.	36,97	76,5	-39,53	0	36,97	39,53	0
Nov.	64,53	36,1	28,43	0	36,1	0	28,43
Total	381,47	974,1			262,73	711,37	118,74

2.10. Calcul de ruissèlement**2.10.1. Calcul de ruissellement par la méthode de TIXERON et BERKALOFF**

Il correspond à l'écoulement par gravité à la surface du sol de la partie des précipitations non infiltrées ou non évaporées :

$$R = P^3 / 3(E)^2$$

Avec :

- **R** : ruissellement (mm) ;
- **P** : Pluviométrie annuelle (mm) ;
- **E** : E.T.P (mm).

Pour la station de Mostaganem, nous avons trouvé : **R=19.50 mm**

2.10.2. Bilan hydrologique

$$P = E + R + I$$

Avec :

- **P** : précipitation annuelle (mm) ;
- **E** : E.T.R moyenne annuelle (mm) ;
- **R** : ruissellement (mm) ;
- **I** : infiltration (mm).

2.10.3. Calcul de l'infiltration

$$I = P - E - R$$

Avec :

- $P = 381.47 \text{ mm}$;
- $E = (262,73 + 400 + 400 + 377,80) / 4 \text{ mm}$;
- $R = 19.50 \text{ mm}$.

Donc : **I = 1.84 mm**

2.11. Conclusion

Afin de mieux cerner les caractères climatologiques des bassins, une restructuration du réseau hydrométrique doit être imposée.

Selon toutes les méthodes utilisées, il ressort de notre étude que la région jouit d'un régime semi-aride avec des influences méditerranéennes. Les relevés thermiques analysés montrent que la température moyenne annuelle est de 18,95°C à la station de Mostaganem.

La précipitation moyenne annuelle est de 381.58 mm pour la période s'étalant de (2000 – 2020).

Le déficit d'écoulement a été estimé à 400 mm, avec **19.50**mm d'écoulement superficiel et l'infiltration **1.84 mm**, soit 9.43 %.

CHAPITRE III
EVALUATION ET MOBILISATION DES
RESSOURCES EN EAU DANS
LA WILAYA DE MOSTAGANEM

3.1. L'hydrographie

L'hydrographie de la région de Mostaganem est caractérisée par deux bassins versants :

- Le bassin versant Chott Chergui qui s'alimente de la zone du plateau ;
- Le bassin versant du Cheliff dont l'alimentation est assurée par la zone du Dahra.

L'Oued Chellif représente une frontière naturelle entre les deux autres bassins versants.

3.2. Les ressources en eaux de la wilaya :

La wilaya de Mostaganem a l'image du pays est l'une des wilayas les plus pauvres en matière des ressources en eaux et ce malgré la présence de l'une des ressources en eaux essentielles de l'Algérie, l'Oued Cheliff. Mais ce dernier n'est pas vraiment exploité.

3.2.1. Les ressources en eaux potentielles

Ce sont des ressources en eaux mesurées ou calculées dont l'exploitation n'est assurée qu'à une moindre proportion.

3.2.1.1. Les eaux de surface

Les ressources en eaux superficielles de la wilaya de Mostaganem sont réduites. Elles sont constituées principalement par :

- Les apports de Cheliff aval, estimés à 505 hm³, ils sont prévus d'être régularisés dans le cadre du système de transfert du couloir MAO ;
- Les apports du bassin côtiers parmi lesquels seules les eaux de l'Oued Kramis sont mobilisables. Ils se trouvent dans la partie Ouest de la wilaya ;
- Les apports des petits bassins su Dahra. Ils sont mobilisables par des petits barrages ou des retenues collinaires.

3.2.1.2. Les eaux souterraines

D'après la DRE, les dernières recherches menées au sein de la wilaya de Mostaganem ont permis d'identifier cinq (5) unités hydrogéologiques à savoir :

- Le plateau de Achaâcha qui a une superficie de 140 Km² et un apport annuel moyen de 5,6 hm³ ;
- Le plateau de Chouachi avec une superficie de 25 Km² et un apport moyen d'1 hm³/an ;
- Le plateau de Mostaganem avec une superficie de 700 Km² et un apport moyen de 26 hm³/an ;
- Le synclinal de Bouguirat d'une superficie de 240 Km² et un apport moyen de 9,5 hm³/an ;
- La plaine de Bordjia d'une superficie de 250 Km² et un apport moyen de 10 hm³/an. Ainsi le potentiel hydrogéologique est estimé à 52,1 Hm³.

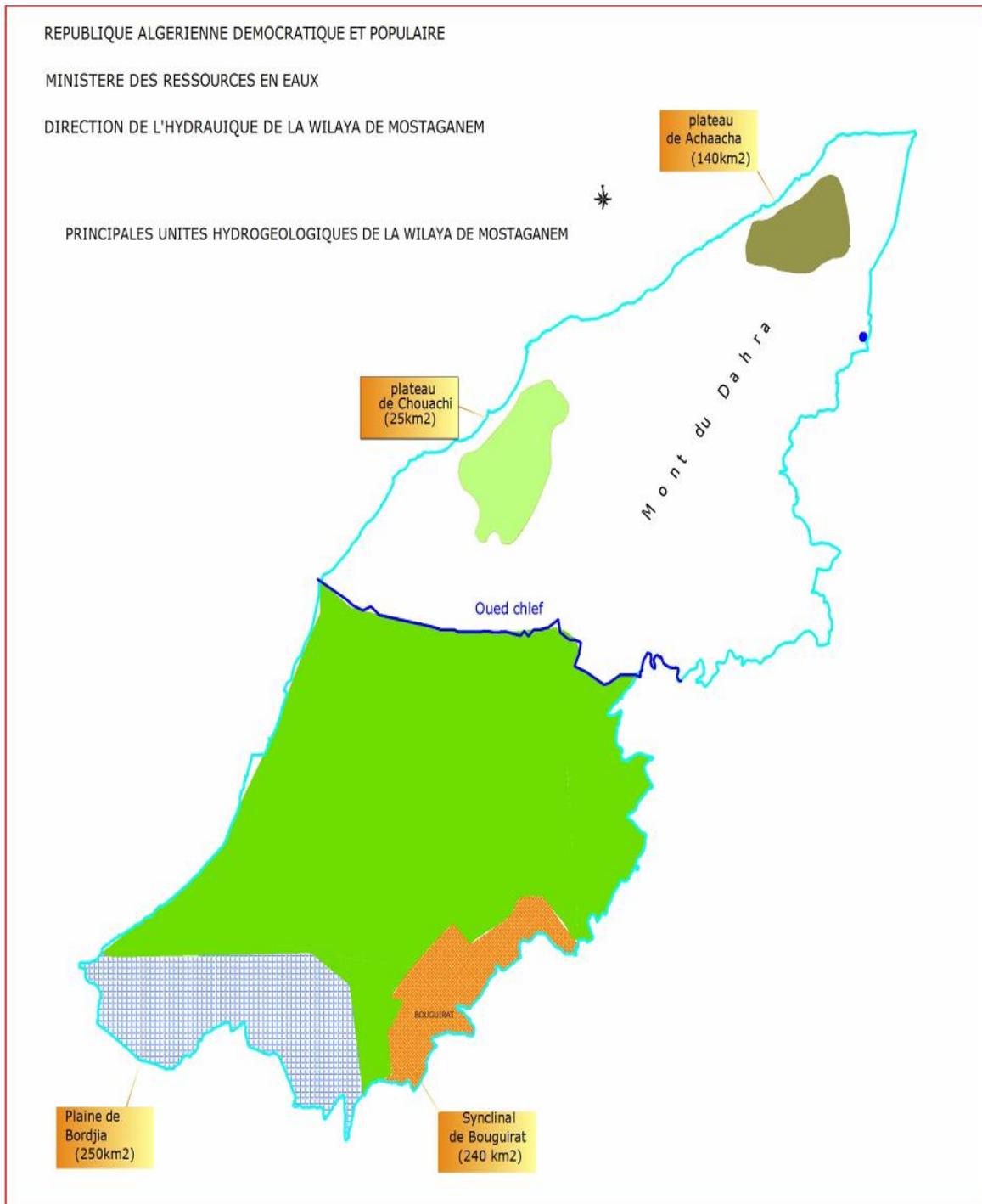


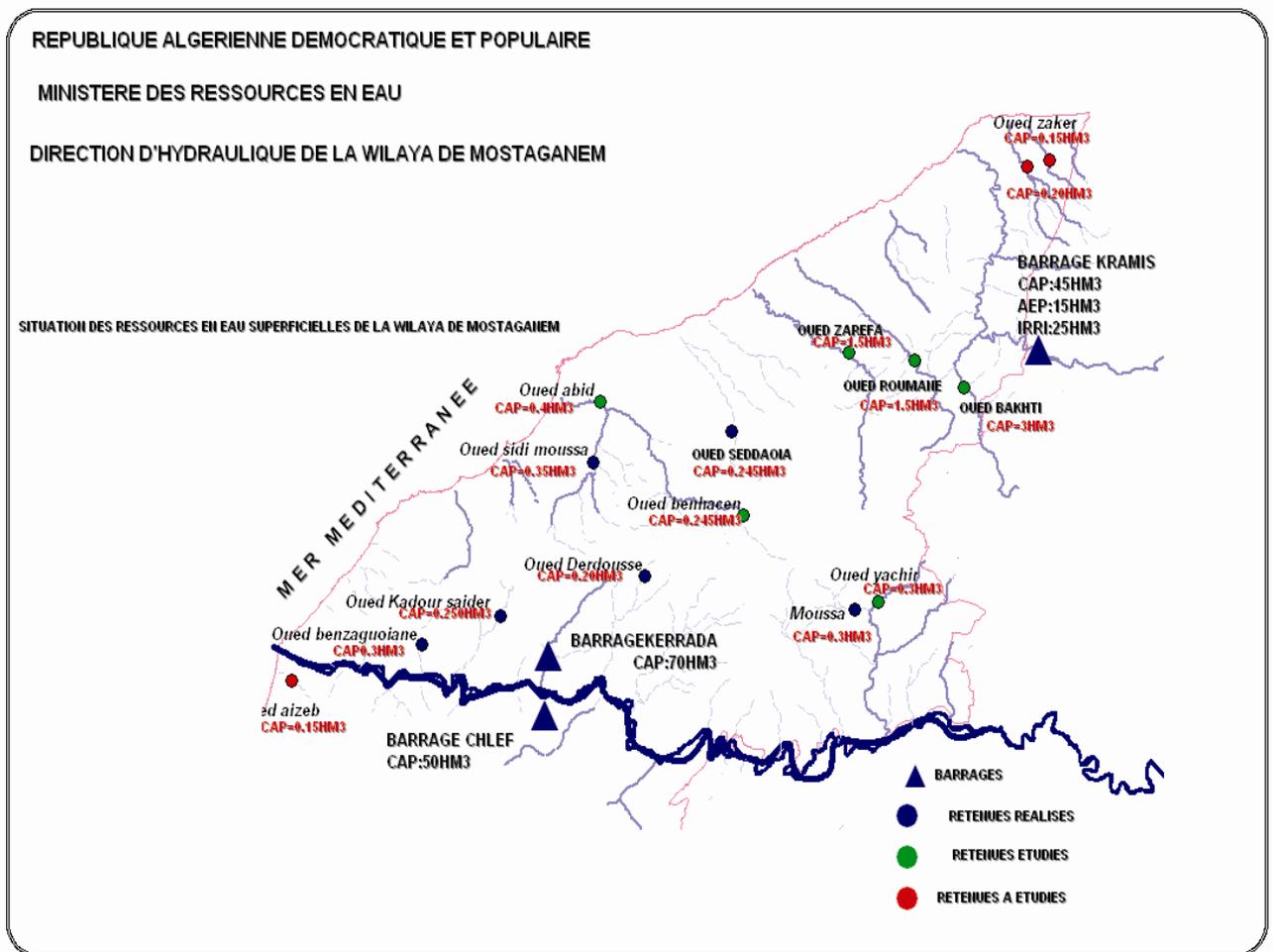
Fig.14. Principales unités hydrogéologiques de la wilaya de Mostaganem.

La nappe du plateau de Mostaganem est la plus importante avec 700 Km² de superficie. L'Ouest de la wilaya détient la plus grande partie des eaux souterraines alors que l'Est de la wilaya ne possède pas le minimum du fait de son relief très accidenté.

3.3. La mobilisation de l'eau au niveau de la wilaya

3.3.1. Mobilisation des eaux de surface

Comme indiqué ultérieurement la wilaya de Mostaganem est considérée comme pauvre en ressource de surface car les moyens mis à la disposition des services concernés sont limités.



Source : DRE, Mostaganem2020

Fig.15.Situation des ressources en eau superficielles de la wilaya de Mostaganem.

3.3.1.1. Les barrages

La wilaya de Mostaganem possède aujourd'hui deux grands barrages celui MAO et de Kramis.

Tableau N°20 : Les barrages de la wilaya de Mostaganem

Barrage		Kramis	Complexe MAO	
		Achaacha	Chelif (Beni Ifren)	Kerrada (Sidi Ali)
Capacité en (Hm ³)		45	50	70
Volume exploité (Hm ³)	AEP	10	50	70
	Irrigation	15	0	-
Superficie irriguée (ha)		4300	-	-
Etat de l'ouvrage		Bon	Bon	Bon

Source : DRE Mostaganem, 2020

Tableau N°21 : les caractéristiques du barrage de kramis

Niveau de retenue normale	114 m
Niveau minimale d'exploitation	98 m
Volume totale de la retenue	60 hm ³
Volume utile de la retenue	39,40 hm ³
Volume mort	20,60 hm ³
Volume régularise	25 hm ³

Source : DRE Mostaganem, 2020

Ce volume (25 hm³) a été revu en baisse par le bureau SCET – Tunisie – COBA, dans le cadre de l'étude de l'aménagement hydro-agricole du périmètre d'irrigation de Kramis pour le fixer à seulement 21 hm³.

L'aménagement aval doit assurer deux demandes selon les études en cours :

1. Etude faite pour la réalisation d'un périmètre d'irrigation de 4300 ha;
2. Réalisation en cours d'une station de traitement de l'eau avec deux stations de reprise pour le projet d'alimentation en eau potable.

Ce barrage permettra d'alimenter en eau potable les localités de Achaacha, Nekmaria, O-Boughalem, Khadra et Sidi Lakhdar ainsi que des zones d'expansion touristique (ZET) du Dahra. Le reste (selon les sources), permettra l'irrigation du périmètre de Kramis soit 4300 ha.

3.3.1.2. Petits barrages et retenues collinaires

Il existe peu d'infrastructures hydrauliques, de type retenue collinaire ou petit barrage, destinées à l'irrigation au niveau de la wilaya en état de fonctionnement. D'un côté, les Monts du Dahra se prêteraient bien à la réalisation de tels ouvrages : il existe des sites topographiquement favorables et la pluviométrie, de l'ordre de 350 mm par an permettrait de mobiliser un volume intéressant.

Mais d'autre part, les bassins versants sont très peu végétalisés et l'érosion superficielle est extrêmement importante. Les retenues réalisées à la fin des années 1980 sont maintenant totalement inutilisables parce que complètement envasées.

Actuellement seul le petit barrage Moussa de la commune Ouled Maalah est opérationnel mais malheureusement aucune prise n'a été effectuée cette campagne du fait de la sécheresse qui a sévit notre région.

Le tableau ci-après donne l'ensemble des petits barrages et retenues collinaires existants avec leur état d'envasement.

Tableau N°22 : Répartition des petits barrages et retenues collinaires selon la DRE

commune	Nom de la retenue	Hauteur de digue (m)	Capacité Initiale (m ³)	Taux D'envasement
Sidi Belaatar	Bouhammam	7	35000	100%
Sidi Belaatar	Site N°03	5	25000	100%
Sidi Belaatar	Tahar	7	50000	100%
Sidi Belaatar	Derdouse N°13	7	35000	100%
Sidi Belaatar	Benzegouane	17,7	255000	100%
Sidi Belaatar	Kaddoursaïder	16	146000	100%
Sidi Ali	Derdouse N°11	7	80000	100%
Sidi Ali	Ighbel N°02	9	100000	100%
Sidi Ali	Ighbel N°07	7	35000	100%
Sidi Ali	Kerrada N°06	7	35000	100%
Sidi Ali	Malah	7	30000	100%
Sidi Ali	Chegga	7	40000	100%
Tazgait	Chorfa	7	80000	100%
Sidi lakhdar	Meddad	7	55000	100%
Sidi lakhdar	saddaoua	16	186000	100%
Ouledmaalah	Moussa	14,5	300000	0%

Source : DRE, étude inventaire PMH 2020

Dans ce domaine la wilaya possède :

- 15 retenues collinaires sont complètement envasées ;
- 1retenues collinaires qui sont en bon état

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques de la retenue collinaire qui est exploitable :

Tableau N°23 : Caractéristique des petits barrages et retenues collinaires

Nom du petit Barrage ou de la retenue collinaire	Lieu dit	Capacité en Hm ³	Hauteur digue (m)	Volume exploité Hm ³	Superficie irriguée (ha)	Etat de l'ouvrage
MOUSSA	OULED MAALAH	0,300	14,50	0,250	0	BON

Source : DRE, Mostaganem2020

3.3.2. Mobilisation des eaux souterraines

Par manque des ouvrages dans le territoire de la wilaya de Mostaganem, les eaux souterraines sont les plus exploitées provoquant ainsi leur sur exploitation. Elles sont mobilisées essentiellement par des puits et des forages.

3.3.2.1. Les forages

Selon la DRE, la wilaya de Mostaganem dispose de 220 forages repartis de la manière suivante :

27 forages transfères à l'irrigation d'un volume de 5 601 m³ / mois.

28 forages réellement exploités.

78 forages à l'arrêt.

08 forages en attente d'exploitation.

79 forages abandonnés.

3.3.2.2. Les puits

Ils représentent la principale source d'approvisionnement en eau de la wilaya surtout en matière d'irrigation.

Selon la DSA de Mostaganem Le nombre de puits destiné à l'irrigation est estimé à 10 371 en 2020.

3.3.2.3. Les sources

Le nombre de sources captées et ou aménagées est de 10 en décembre 2020 selon la DRE. Le volume mobilisé par ces ouvrages est de 18 153 m³/mois.

Il faut noter que la nappe du plateau de Mostaganem est la plus exploitée, elle a fait l'objet d'une étude de bilan en 1973 selon laquelle la nappe s'alimente essentiellement à partir de l'infiltration des précipitations.

L'enquête effectuée par l'ANRH en 1998 sur les débits soutirés a permis de dénombrier 5512 points d'eau dont 4509 exploitées avec un volume exploité estimé à 25 hm³.

Du coup, on remarque une certaine surexploitation de cette nappe surtout si on sait que le nombre de puits et forages a augmenté après cet inventaire. On estime aujourd'hui qu'un volume de 21 hm³/mois est extrait annuellement pour les besoins d'irrigation uniquement.

Mais la nappe du plateau de Mostaganem n'est pas la seule à subir ce problème de surexploitation.

Le tableau suivant indique le niveau de la nappe mesuré sur quelques forages exploités par l'EGEMO :

Tableau N°24 : Evolution de la nappe au niveau de quelques forages de la wilaya

Forages	Niveau statique (m)			
	1990	1993	2003	2020
F3 Ennaro	9,90		18,33	47
F4 Vallée des jardins	14,70		25	40
Poste mobile		19,60	30,72	43
Mazagran		11,50	30,65	38

Source : DRE, Mostaganem 2020

On constate ainsi un abaissement de la nappe d'une dizaine de mètres au niveau du forage F4 de la « vallée des jardins » en 13 ans et de 19 m en 10 ans au niveau du forage de mazagran.

Il y'a lieu de signaler que les ressources en eaux souterraines sont aussi menacées par la pollution causée par l'utilisation parfois excessive des fertilisants par les agriculteurs dans le but d'augmenter leur production ; Mais des recherches sont menées par l'ANRH concernant l'ouest de la wilaya.

3.4. Accroissement de ressource en eau

Au regard de l'irrégularité et de l'insuffisance des pluies à Mostaganem, les responsables face à cette évidence, n'ont qu'une seule alternative, la mobilisation des ressources en eau afin de répondre aux demandes des différents usagers particulièrement des agriculteurs.

Mais l'accroissement des ressources en eau ne peut se faire qu'avec l'augmentation des moyens de mobilisation. Ainsi la wilaya de Mostaganem a entrepris des politiques visant à construire des ouvrages hydrauliques qui permettront de rassembler les eaux de pluies qui n'ont d'autres issues aujourd'hui que de se verser dans la mer.

1.4.1. Les ressources en eaux mobilisables

Comme signale plus haut seul les apports des petits bassins de Dahra peuvent être mobilisés en matière de ressources en eau superficielles.

La mobilisation peut être assurée soit par des petits barrages ou des retenues collinaires.

3.4.2. Transferts

3.4.2.1. Transferts de Gargar

L'apport du transfert de Gargar est estimé à 20.000 m³ par jour (2011/2014). Actuellement le volume à la wilaya de Mostaganem est nul, pour la ville et la zone du dahra.

3.4.2.2. Système de transferts de MAO

Le programme MAO dont les travaux sont achevés ont permis la régularisation des apports du Cheliff. Il doit mobiliser un volume de 155 hm³ essentiellement destiné à l'approvisionnement en eau du couloir MAO. L'aménagement consiste en la réalisation de trois lots :

- Lots 1 : barrage de dérivation sur le Cheliff et adduction Cheliff-station de traitement des eaux.
- Lot 2 : barrage de stockage de kerrada et adduction Cheliff-kerrada.
- Lots 3 : station de traitement des eaux et adduction Mostaganem-Arzew-Oran.

Tous ces ouvrages sont situés sur le territoire de la wilaya de Mostaganem excepté l'adduction Mostaganem-Arzew-Oran qui doit traverser une partie de la wilaya d'Oran pour arriver au réservoir de la ville d'Oran.

Le barrage de dérivation sur le Cheliff, permettra de dériver et de refouler, à l'aide d'une station de pompage, les eaux du Cheliff dans deux directions :

- Vers le barrage kerrada, afin d'y être stockées ;
- Vers la station de traitement des eaux de Sidi Laadjel, à travers un réservoir de régulation, en vue d'une utilisation directe.

Le volume mobilisé sera destiné selon l'ANBT à la wilaya d'Oran (110 hm³) et la wilaya de Mostaganem (45 hm³).

Si avec le transfert du Gargar la wilaya de Relizane a bénéficié d'un apport d'eau externe.

3.4.3. Les ressource en eau non conventionnelles

3.4.3.1. Réutilisation des eaux usées

A l'heure actuelle, le programme de réutilisation des eaux usées est à l'état embryonnaire au niveau de la wilaya de Mostaganem. Au début des années 2000, des projections ont été faites par le MRE selon lesquelles il a tété prévu ce projet à des fins d'irrigation à partir de la prochaine station d'épuration de la ville de Mostaganem.

3.4.3.2. Dessalement de l'eau de mer

Avant, le dessalement de l'eau de mer concerne les grosses unités industrielles qui sont généralement localisées en bord de mer. Mais, les aléas pluviométriques enregistrés notamment lors de ces dernières décennies ont malheureusement réduit l'impact attendu des ouvrages de mobilisation (barrages et forages) de la ressource conventionnelle.

C'est ainsi que le recours au dessalement d'eau de mer comme solution alternative s'avère de plus en plus nécessaire pour mobiliser de nouvelles ressources en eau afin d'améliorer l'approvisionnement des villes. Ce sera un appoint important pour l'approvisionnement en eau des zones agricoles.

La réalisation d'une station de dessalement de l'eau de mer au niveau de la wilaya de Mostaganem fait partie du programme de 12 stations qui sont dans le programme du MRE. L'étude générale de dessalement de l'eau de mer en Algérie est élaborée par le bureau d'études SFEGE pour le compte de la DEAH-MRE.

La station aura une capacité qui sera de :

La production du SDEM après la mise en service est estimé à 175 000 m³/jours, après l'extension et réhabilitation le volume produise est arrivée 200 000 m³/jours actuellement.

3.5. Bilan hydrique et affectation des ressources

Le tableau ci-dessous donne les ressources en eau mobilisées et mobilisables (en hm³). Les ressources en eau mobilisables comprennent les volumes d'eau susceptibles d'être mobilisées dans le cadre de projets en cours de réalisation ou dont les travaux sont programmés

Tableau N°25: les ressources mobilisées et mobilisables (en hm³/an)

Type de ressources en eau	Ressources Mobilisées	Ressources Mobilisables
Ressources en eau souterraine	52,1	
Ressources en eau superficielle :		
- Barrage	25	3,966
- R.C et PB	1,187	45
- Transferts	5,840	
Ressources en eau non convent :		
- Réutilisation des eaux usées	--	--
- Dessalement	--	45,625
Total	84,127	94,591

Le bilan des ressources se présente dans les graphes comme suit :

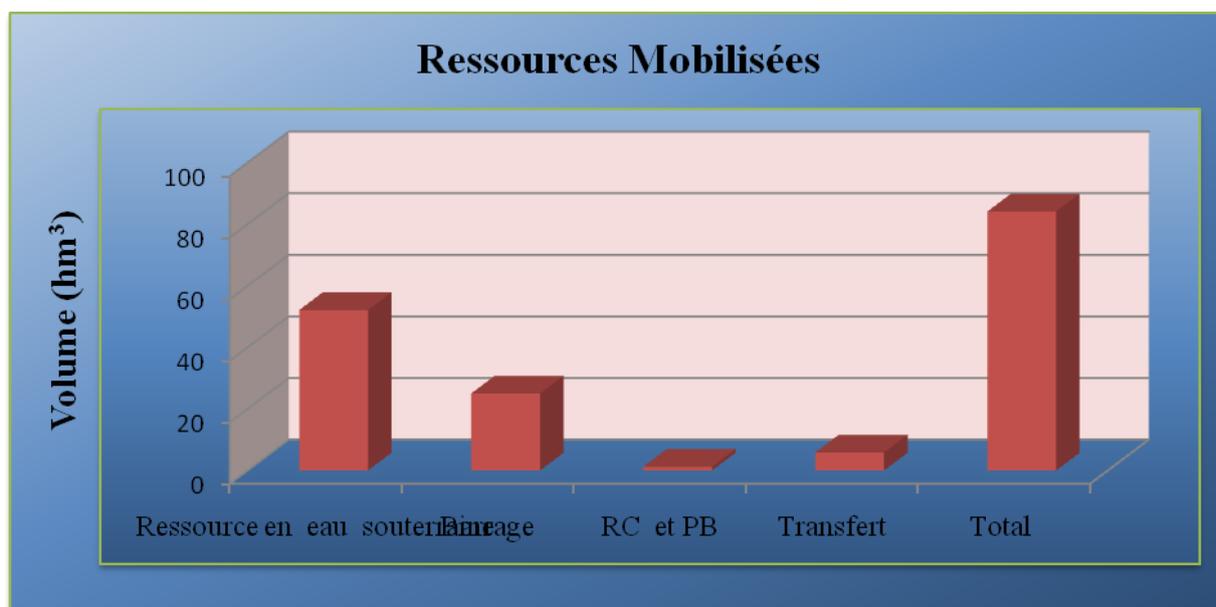


Fig.16. Les ressources en eau mobilisée de la wilaya.

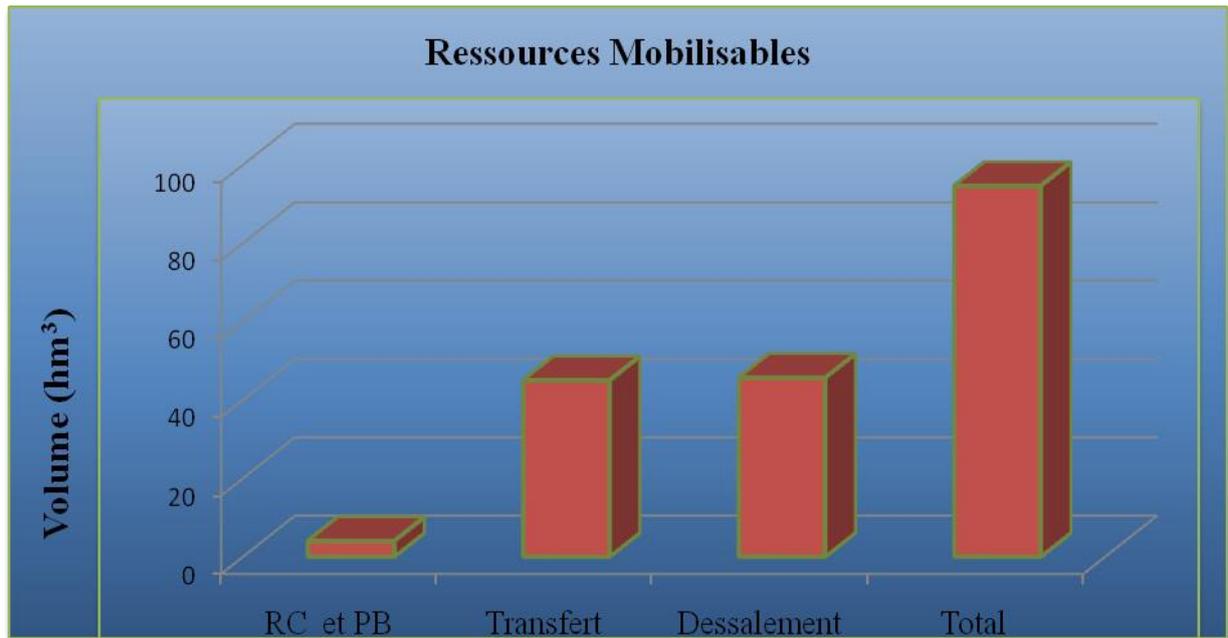


Fig.17. Les ressources mobilisables de la wilaya

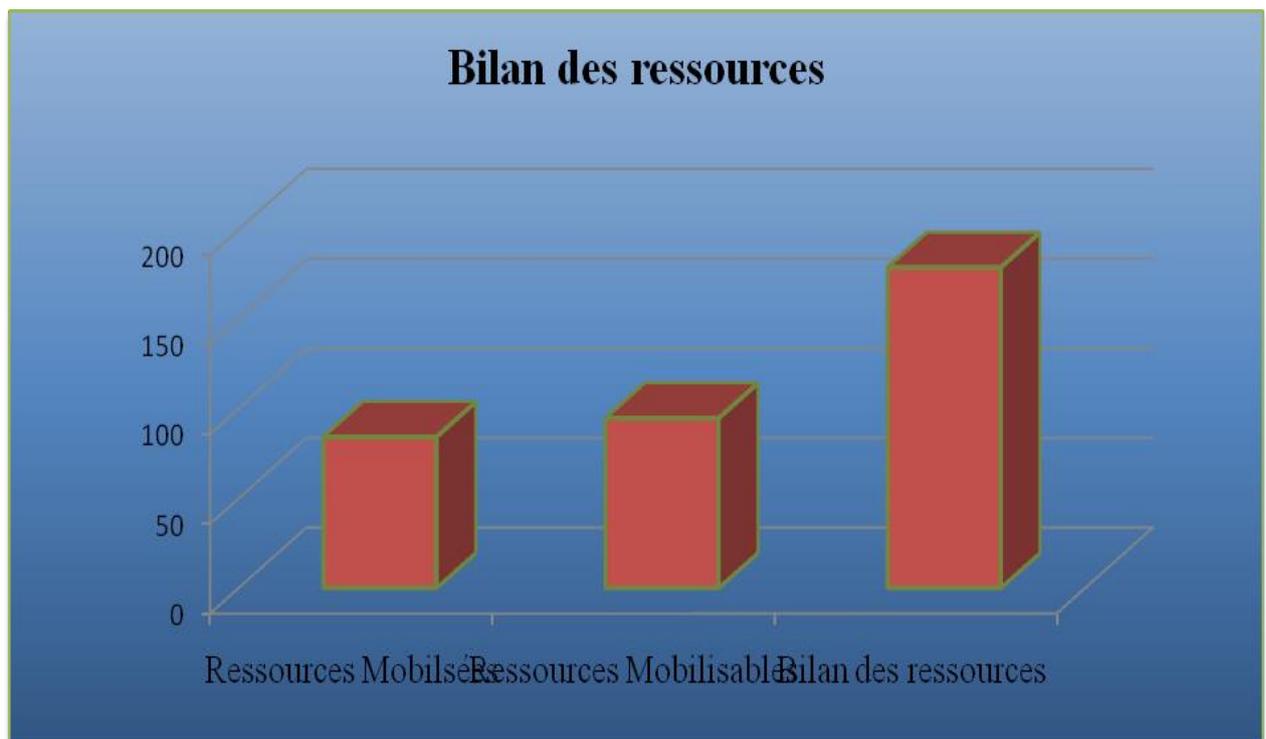


Fig.18. Le bilan des ressources

Suite à ce bilan la wilaya de Mostaganem mobilise un volume d'eau égal à 84,127 hm³ et un volume mobilisable de 94,591 hm³. Donc la wilaya disposera d'un volume total de 178, 718 hm³ y compris les ressources en eau mobilisables dont les projets sont en étude.

L'affectation des ressources se fait en donnant priorité à la satisfaction des besoins en eau potable et de l'irrigation. Mais du fait que certains puits et forages ne sont pas contrôlés, nous ne pouvons pas faire un bilan précis concernant l'affectation des ressources au niveau de la wilaya. Notons que la majorité des puits sont construits par les agriculteurs eux-mêmes et par conséquent non contrôlés. Ainsi le bilan que nous allons présenter concerne uniquement les ressources mobilisées par des ouvrages déclarés.

La demande de l'industrie étant incluse dans celle de l'AEP, nous avons reparti l'eau mobilisée aux deux secteurs les plus importants ; le premier secteur pour l'irrigation (agriculture), le deuxième pour l'eau potable et l'industrie (AEP et AEI) la figure n°19 nous donne plus clairement cette répartition.

« Concernant les ressources en eaux souterraines le volume exploitable de toutes les nappes étant de 52,1 hm³/an dont 12 hm³ au moins sont utilisés pour l'AEP, 40 hm³ au maximum sont disponibles pour l'irrigation ». (Document DRE, Mostaganem)

Pour ce qui est des ressources en eaux superficielles, les consommations de l'irrigation sont encore plus difficiles à cerner avec précision dans la mesure où, en dehors des retenues collinaires, il s'agit des ressources en eau dont les débits ne sont ni pérennes ni constants pendant toute l'année au niveau de la wilaya.

Le bilan se présente comme suit :

- Volume alloué à l'AEP et industrie : 15,84 hm³/an ;
- Volume destiné à l'irrigation 17,187 hm³/an.

Ainsi, le volume destiné à l'irrigation serait de 57,187 hm³/an et 27,84 hm³/an pour l'AEP et industrie.

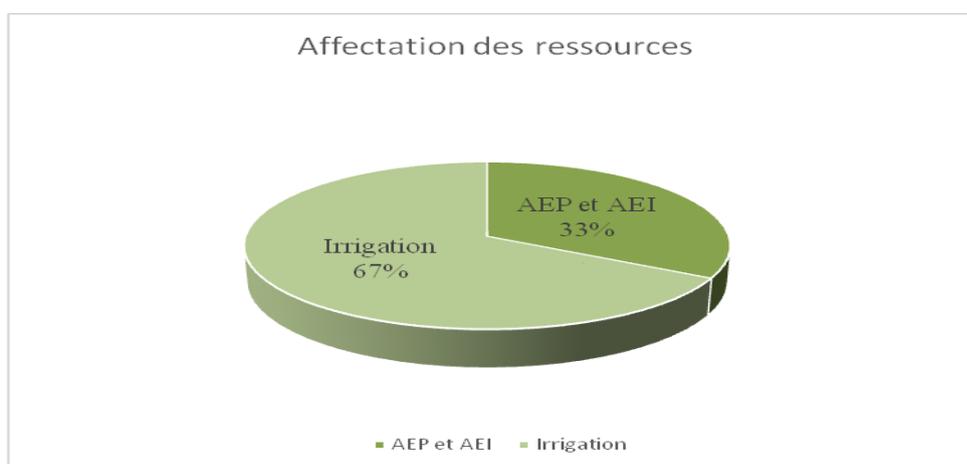


Fig.19. Affectation des ressources

D'après ce bilan près de 70% est destiné à l'irrigation, mais comme nous l'avons dit plusieurs puits ne sont pas comptabilisés dans ce bilan. En réalité l'irrigation utilise près de 74% des ressources en eau de la wilaya.

3.6. Politique de développement de l'irrigation

A l'inverse de la demande en eau potable qui est imposée par l'évolution démographique, la demande en eau d'irrigation est une demande qui peut être programmée en fonction des objectifs fixés en matière d'équipement de superficies irriguées. La définition de ces objectifs est liée à la disponibilité de ressources en eau, identifiées en avance.(BENBLIDIA M., Thivet G.,2010).

De ce fait les perspectives d'extension des superficies irriguées, à partir des ressources en eaux conventionnelles, sont :

- Pratiquement nulles en matière d'équipement de GRI ;
- Limitées en ce qui concerne le développement de PMH.

En effet, d'après la réalisation du barrage de Kramis, il n'existe plus dans la wilaya de Mostaganem de site de grand barrage susceptible d'être construit à l'avenir. Par conséquent aucune projection n'est possible en matière d'équipement de GPI, en dehors du périmètre de Kramis.

Les perspectives d'extension des surfaces irriguées reposent sur :

- Le développement des ouvrages de PMH ;
- La possibilité de réutilisation des eaux usées épurées.

Pour ce qui est des besoins en eau, les projets d'extension de l'irrigation n'auront pas d'impact sur la balance hydraulique du moment où il s'agit des projets à impact localisé où chaque nouveau périmètre d'irrigation doit être accompagné d'un ouvrage de mobilisation de nouvelles ressources en eau.

La wilaya de Mostaganem ne possédait pas de périmètre d'irrigation classé (GPI), la question de gestion de l'eau en agriculture est rarement évoquée.

Toute fois une politique d'amélioration de l'utilisation des ressources en eau est nécessaire, c'est le mal que se donnent les gestionnaires de la DSA de Mostaganem.

Pour améliorer la gestion de l'eau dans l'agriculture, il faut recommander et respecter les points suivants :

- Maitriser et améliorer la situation des ressources en eau par un reboisement des bassins versants des ouvrages existant ;

- Mettre au point et encourager en particulier au niveau des exploitations, l'emploi des pratiques appropriées anciennes mais surtout nouvelles d'aménagement des eaux en agriculture ;
- Utilisation rationnelle de l'eau, qui consiste à améliorer les systèmes d'irrigation et de drainage en fonction des conditions locales et favoriser celles qui permettent une réelle économie de l'eau ;
- Retraiter les eaux usées des villes et des usines en vue de leur utilisation dans l'agriculture ;
- Encourager le contrôle de l'utilisation efficace de l'eau en agriculture où les pertes d'eau sont considérables et utiliser les nouvelles techniques d'irrigation comme l'aspersion et le goutte à goutte.

Aussi la politique de tarification de l'eau à usage agricole pousse les usagers à une utilisation plus responsable et économique de l'eau. De ce fait, toute exploitation agricole dont les terres irrigables sont situées dans un périmètre irrigué est tenue de contracter un abonnement conformément à l'article 12 du décret exécutif du 15 septembre 1996 définissant les modalités de tarification de l'eau à divers usagers.

Néanmoins le recours à la réutilisation des eaux usées épurées ainsi que l'utilisation plus nette des eaux de surface peut être une solution pour le développement de l'irrigation dans la wilaya de Mostaganem.

Au terme de ce chapitre, on remarque que la wilaya de Mostaganem dispose jusqu'à présent des ressources en eaux limitées. Cela est dû au manque de grands moyens de mobilisation des eaux superficielles (barrages).

Le bilan des ressources mobilisées et mobilisables à partir des projets déjà identifiés notamment le système de transfert et le dessalement montre que la wilaya de Mostaganem bénéficiera à terme d'un volume de 180,720 hm³/an.

Mais les ressources mobilisées ne concernent qu'un volume de 84,127 hm³/an soit moins de la moitié de la quantité mobilisable. Ce volume se trouve insuffisant par rapport aux besoins de la population.

Reste à savoir si l'utilisation de ces ressources est faite d'une manière rationnelle et adéquate surtout en agriculture en adaptant des techniques appropriées permettant une réelle économie de l'eau. C'est ce que nous traiterons dans le chapitre qui suit.

CHAPITRE IV

GESTION DES RESSOURCES EN EAU

AU PROFIT DE L'IRRIGATION

DANS LA REGION DE MOSTAGANEM

4.1 Introduction

La relation entre l'agriculture et les ressources en eau constituent un facteur essentiel à Mostaganem ; compte tenu des conditions climatiques de cette région, les ressources en eau forment de plus en plus un élément stratégique dans le processus de développement socio-économique de la wilaya.

Les ressources en eau sont considérées comme un facteur décisif pour l'augmentation de la production agricole ; donc l'irrigation est absolument nécessaire pour toute les cultures notamment en période de sècheresse d'été, elle améliore considérablement les rendements pour toutes les cultures.

4.2 Gestion de l'eau en agriculture

La gestion de l'eau en agriculture dépend de plusieurs facteurs à savoir si l'eau est utilisée par les irrigants d'une manière rationnelle et si la maintenance des infrastructures se fait de façon à les faire durer autant que possible.

Au niveau de la wilaya, la plupart des agriculteurs utilisent l'eau de puits pour l'irrigation et par conséquent les eaux souterraines sont les plus utilisées dans ce secteur.

Le tableau ci-après donne les superficies irriguées par différents types des ressources en eau de la région d'étude :

Tableau N°26 : répartition des superficies irriguées par différents types des ressources en eau

Régions agricoles Superficies irriguées (ha)	Monts du Dahra	Piedmonts du Dahra	Plaine de l'Habra	Plateau de Mostaganem
A partir des forages	302	421	727	3 120
A partir des puits	1 615	2 798	3 306	29 347
A partir au prise de l'eau	302	287	00	93
Par autre (captage de source)	135	103	00	04
A partir des stations de traitements	00	30	00	30

Source : DSA, Mostaganem 2020

Comme il est indiqué dans la figure 20 une très forte densité de forage et surtout de puits se concentre au niveau du plateau de Mostaganem et la plaine de l'Habra, ce qui reflète la très surexploitation des ressources souterraines sur ces deux régions.

Les régions du piedmont du Dahra et le Monts du Dahra disposent d'une densité de puits assez importante également ; bien que la formation hydrogéologique de ces régions ne se prête pas vraiment à une exploitation de la ressource souterraine. Il existe de nombreuses petites poches superficielles qui bénéficient des apports en provenance des Monts du Dahra et qui sont exploitées localement.

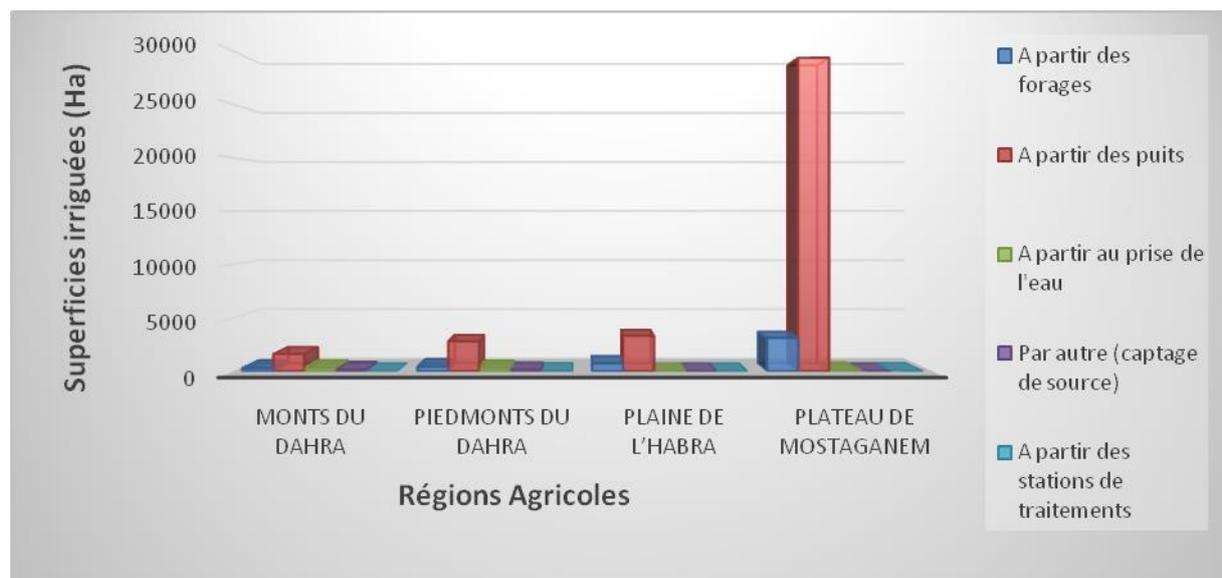


Fig.20. Les superficies irriguées par différents types des ressources en eau

4.2.1 Les superficies irriguées

La wilaya de Mostaganem possède une superficie agricole totale (SAT) de l'ordre de 177 310 ha soit 78,14 % de la superficie totale de la wilaya. Quant à la surface agricole utile (SAU), elle occupe une superficie de 132 268 ha.

4.2.1.1 Les grands périmètres d'irrigation (GPI)

La wilaya de Mostaganem possède deux grands périmètres irrigués (GPI) :

Le première : périmètre KRAMIS d'une superficie de 4 320 ha dont 1 120 ha est en service le reste est en cours de réalisation.

Le secondaire : périmètre du plateau de Mostaganem d'une superficie de 15 300 ha à partir du MAO dont 6 000 ha prévu de rentrer en service fin 2021 qui va couvrir les communes de Bouguirat, Sirat et Hassiane (Bassin laitier).

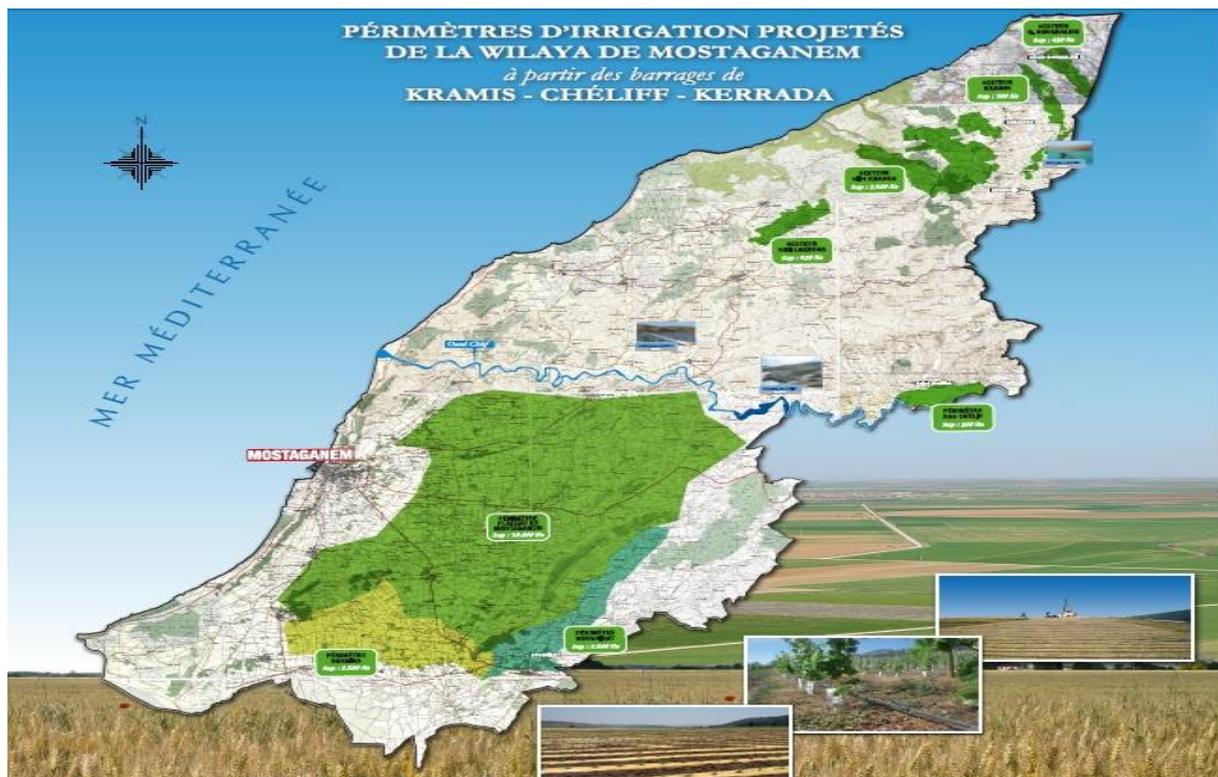


Fig.21. Les grands périmètres d'irrigation Au niveau de la wilaya de Mostaganem

4.2.1.2 Petites et moyennes hydrauliques (PMH)

Les petits périmètres irrigués au sein de la wilaya occupent une superficie de 42 620 ha ce qui représente 32 % de la SAU.

Les besoins en eau sont assurés par des puits, les forages, les sources, les petits barrages, les retenues collinaires et les STEP.

D'après la DRE, Mostaganem la typologie des aménagements de mobilisation de la ressource en eau destinée à la PMH montre que :

- 97,7% des superficies sont irriguées à partir des ressources en eau souterraines provenant des puits et forages ;
- 2,3% seulement le sont à partir des eaux de surface mobilisées par les sources, les prises au fil de l'eau et les STEP.

Mais une nouvelle orientation est donnée aux investissements par l'état en matière de PMH. Les projets d'aménagement de PMH qui était essentiellement axée sur l'utilisation des eaux souterraines sont orientés plus nettement vers l'exploitation des ressources en eau superficielles par la construction des petits barrages et retenues collinaires.

La plupart des ouvrages de PMH sont pour un usage individuel dont la gestion est privée. Pour les ouvrages à usage collectif, ces derniers sont limités au niveau de la wilaya.

Il Ya lieu de signaler la contrainte majeure que rencontre généralement le développement de ces aménagements de PMH à usage collectif. Cette contrainte provient de la difficulté à mettre en place des structures de gestion appropriée, destinées à entretenir et renouveler les équipements, gérer et protéger convenablement les ressources en eau mobilisées.

4.2.2 Les systèmes d'irrigation existants dans la wilaya

Les systèmes d'irrigation au niveau de la wilaya de Mostaganem sont : l'irrigation gravitaire, l'aspersion et le goutte à goutte.

L'irrigation gravitaire est la technique qui a été la plus utilisée dans la wilaya ; l'eau est apportée grâce à des tuyaux du bassin à la parcelle ou bien de la citerne à la parcelle. Par cette méthode 70 à 80% de l'eau est perdue.

L'aspersion est surtout utilisée pour les cultures en plein champ, elle est surtout pratiquée dans la zone du plateau. Mais la méthode est mal maîtrisée ce qui entraîne une perte d'eau de l'ordre de 20 à 30%.

Le troisième mode d'irrigation qui est le goutte à goutte ou l'irrigation localisée est le plus utilisé du fait de l'économie de l'eau et par conséquent économie de l'énergie.

Du fait de faible cout de revient de l'eau les agriculteurs ont tendance à pratiquer ce type d'irrigation.

4.2.3 Evolution des surfaces irriguées dans la wilaya de Mostaganem

4.2.3.1 Surfaces irriguées par système d'irrigation

Le tableau ci-dessous représente les superficies irriguées par type d'irrigation

Tableau N°27 : superficies irriguées par système d'irrigation (ha)

Systèmes d'irrigations	Superficies irriguées (ha)	pourcentage
Gravitaire	9700	22,7
Aspersion	13926	32,7
Localisée	18994	44,6
Total	42620	100

Source : DSA, Mostaganem 2020

D'après la figure 22, on constate que le système le plus utilisé est le système goutte à goutte avec un pourcentage soit 44,6 %. Alors qu'il y'a quelques années c'est le gravitaire qui occupait la part du lion.

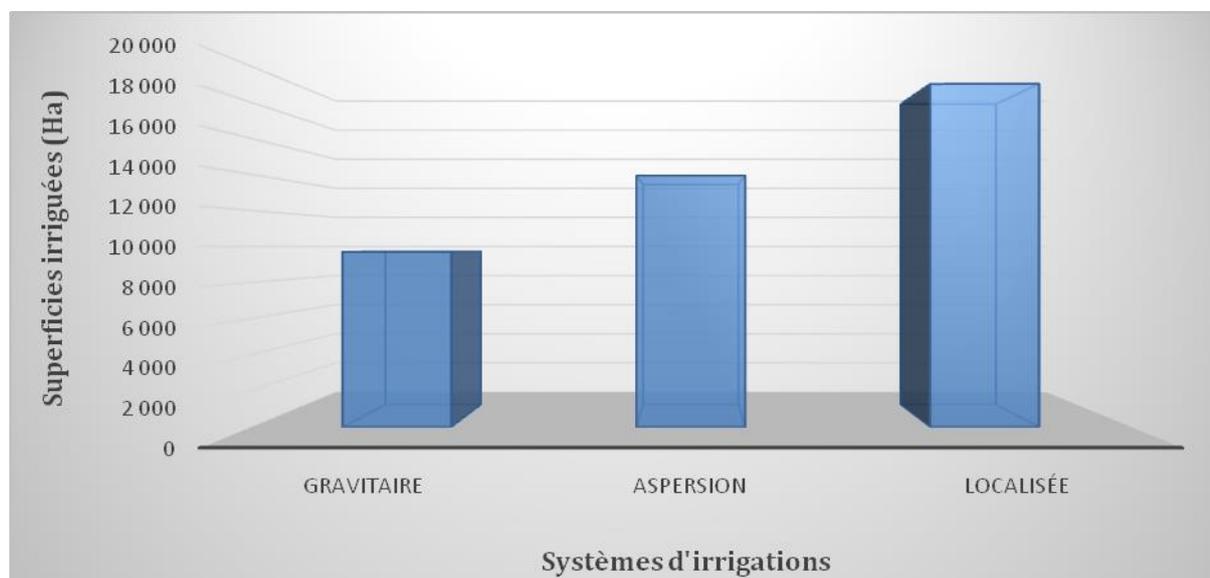


Fig.22. Les surfaces irriguées par les systèmes d'irrigations

Selon le tableau ci-dessous, l'irrigation localisée est largement dominante dans toutes les régions agricoles par contre l'utilisation de l'irrigation gravitaire perd du terrain au fil des années.

Tableau N°28 : répartition des systèmes d'irrigation par région agricole

Régions agricoles	Monts du Dahra	Piedmonts du Dahra	Plaine de l'Habra	Plateau de Mostaganem
Superficies irriguées par système (ha)				
gravitaire	635	1 307	673	7 085
Aspersion	773	1 051	1 435	10 667
Goutte à goutte	946	1 281	1 925	14 842

Source : DSA, Mostaganem 2020

La figure 23 montre que l'irrigation localisée reste de loin le mode d'irrigation le plus pratiqué dans la wilaya. Plus particulièrement au niveau du plateau de Mostaganem qui représente 78% par rapport à la superficie irriguée par ce mode d'irrigation.

L'irrigation par aspersion est pratiquée sur le plateau de Mostaganem, alors qu'elle est quasiment absente sur les autres régions.

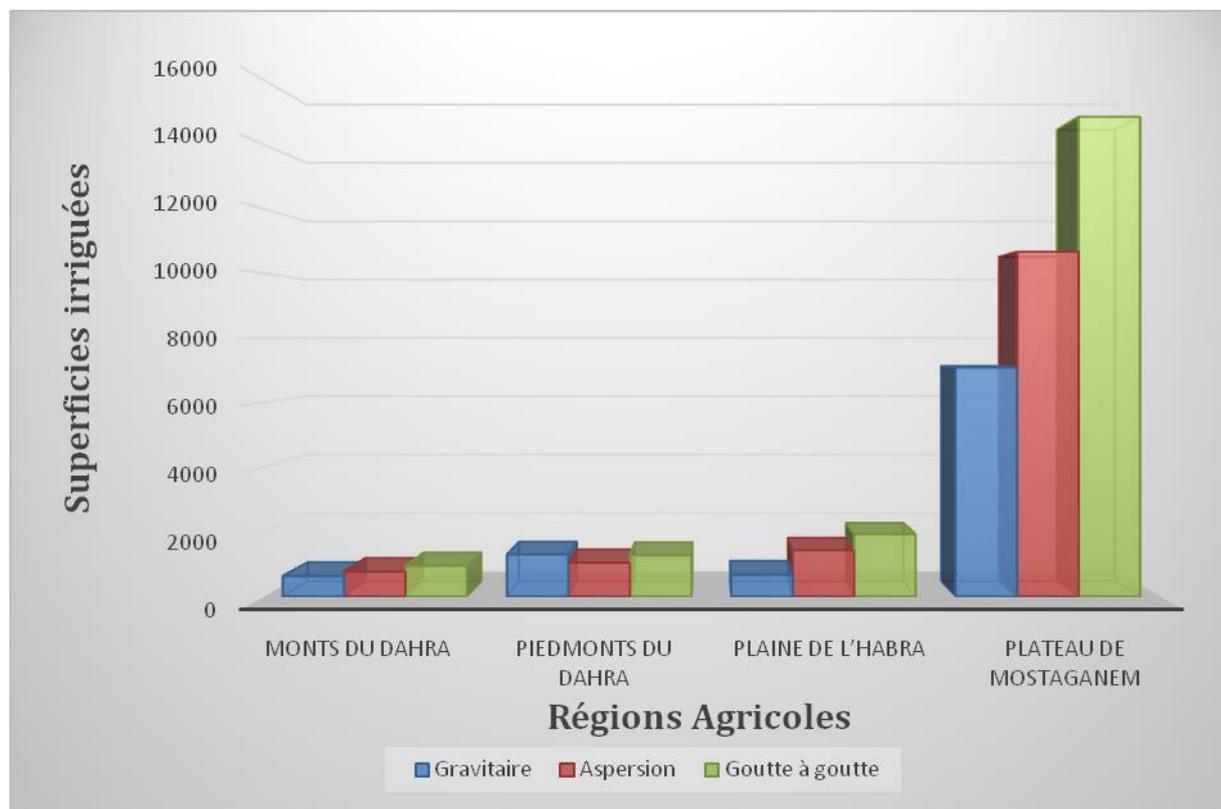


Fig.23. Les superficies irriguées par système d'irrigation

4.2.3.2 Les surfaces irriguées par type de culture

Les périmètres d'irrigation (42 620 ha) dans la région de Mostaganem servent à cultiver 6 types de cultures, qui sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau N°29 : superficies irriguées par types des cultures (en ha)

Type de culture	Superficie en (ha)	Pourcentage
Céréales	1 335	3,13
Cultures fourragères	23	Négligeable
Cultures maraichères	29363	68,89
Arboricultures	11750	27,57
Cultures industrielles	137	0,32
Autres cultures	12	Négligeable
Total	42 620	100

Source : DSA, Mostaganem 2020

La figure 24 montre que les Cultures maraichères et l'arboriculture avec 41113 ha soit 96,46% occupent la superficie irriguée total la plus importante dans la région de Mostaganem.

On constate que les agriculteurs de la région préfèrent les cultures maraichères et l'arboriculture. Ce qui est oblige les agriculteurs à creuser beaucoup des puits et forages en provoquant l'abaissement des nappes phréatiques et profondes.

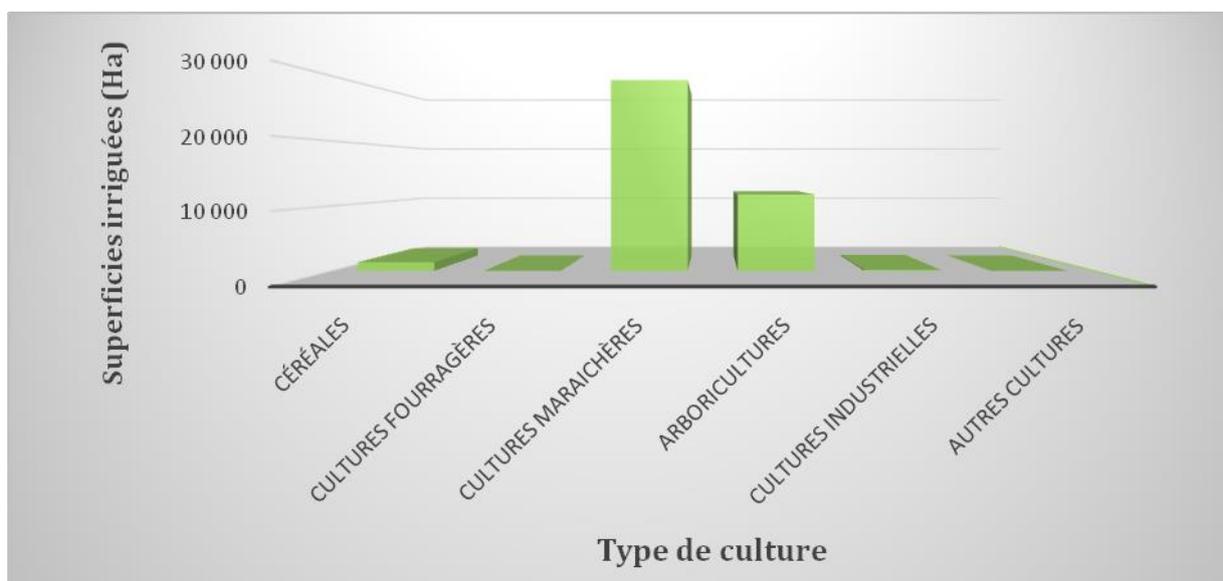


Fig.24. Les superficies irriguées par type de culture

4.2.3.3 Les superficies irriguées par type de cultures et systèmes d'irrigations

Tableau N°30 : Répartition superficies irriguées par type de culture et système d'irrigation (ha)

Type de cultures	Systèmes d'irrigations			
	gravitaire	aspersion	localisé	total
Cultures maraichères (Ha)	3 400	12 556	13 407	29 363
Arboricultures (Ha)	6 300	0	5 450	11 750
Cultures industrielles (Ha)	0	0	137	137
Céréales (Ha)	0	1 335	0	1 335
Cultures fourragères (Ha)	0	23	0	23
Autres cultures (Ha)	0	12	0	12
Total	9 700	13 926	18 994	42620

Source : DSA, Mostaganem 2020

D'après la figure25, on remarque que Les superficies des cultures maraichères sont les plus irriguées par les systèmes d'irrigations aspersion et goutte à goutte, en plus que la région de Mostaganem à une vocation agricole purement arboricole et les cultures maraichères.

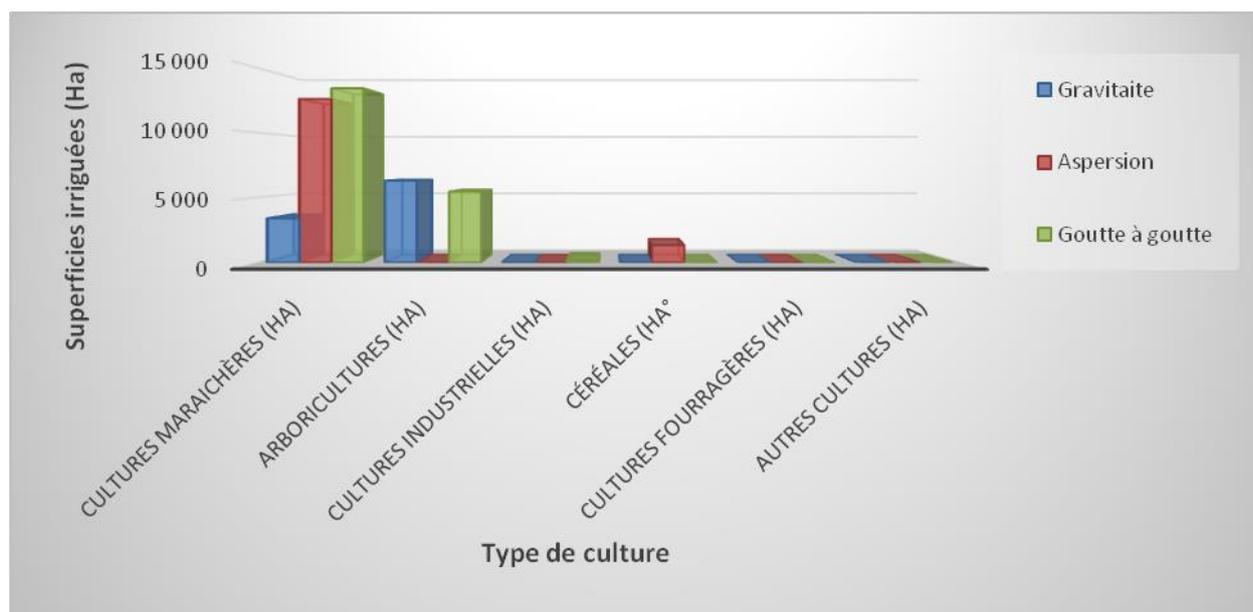


Fig.25.Les superficies irriguées par type de culture et système d'irrigation

4.2.3.4 Les surfaces irriguées par types d'ouvrages

La mobilisation des ressources en eau est normalement assurée par six types de ressources : forages, puits, barrages et retenues collinaires, sources, pompages au fil et épandages de crue.

Tableau N°31 : Superficies irriguées par type d'ouvrages (ha)

	Forages	Puits	Barrages et Retenues collinaires	Sources	Pompages au fil	Stations de traitement	Total
Nombres	320	10 371	5	54	125	3	10 878
Superficie s Irriguées (Ha)	4570	37066	0	242	682	60	42620

Source : DSA, Mostaganem 2020

Le tableau ci-dessus montre que 87 % de la totalité de la superficie agricole irriguée est réalisée à partir des puits, qui sont construits par les agriculteurs eux-mêmes, cela montre que l'utilisation de l'eau dans l'agriculture coûte beaucoup parce que l'utilisation de l'eau des puits a un coût très élevé à cause de :

- Frais élevés de la construction d'un puits ;
- Nappe d'eau qui baisse progressivement ;
- Coût élevé des pompes qui demandent des pièces détachées du gas-oil, de l'électricité et de l'entretien.

Les 320 forages qui se trouvent dans la wilaya n'irriguent que 4 570 ha avec un pourcentage très faible de la superficie irriguée soit 11 %. Le vrai problème de l'agriculture en matière d'irrigation est le manque d'exploitation des eaux des barrages dans tout le territoire de la wilaya de Mostaganem au profil de l'irrigation.

Pour la campagne d'irrigation 2020 le nombre et la superficie irriguée par l'épandage est très faibles.

Pour parer à cette situation on propose l'utilisation des eaux de barrages au niveau de la wilaya et ce pour augmenter la production agricole et couvrir les frais de construction des puits pour les agriculteurs.

La plupart des superficies agricoles de la wilaya sont irriguées par les puits, cela est confirmé par la figure 26 ci-dessous.

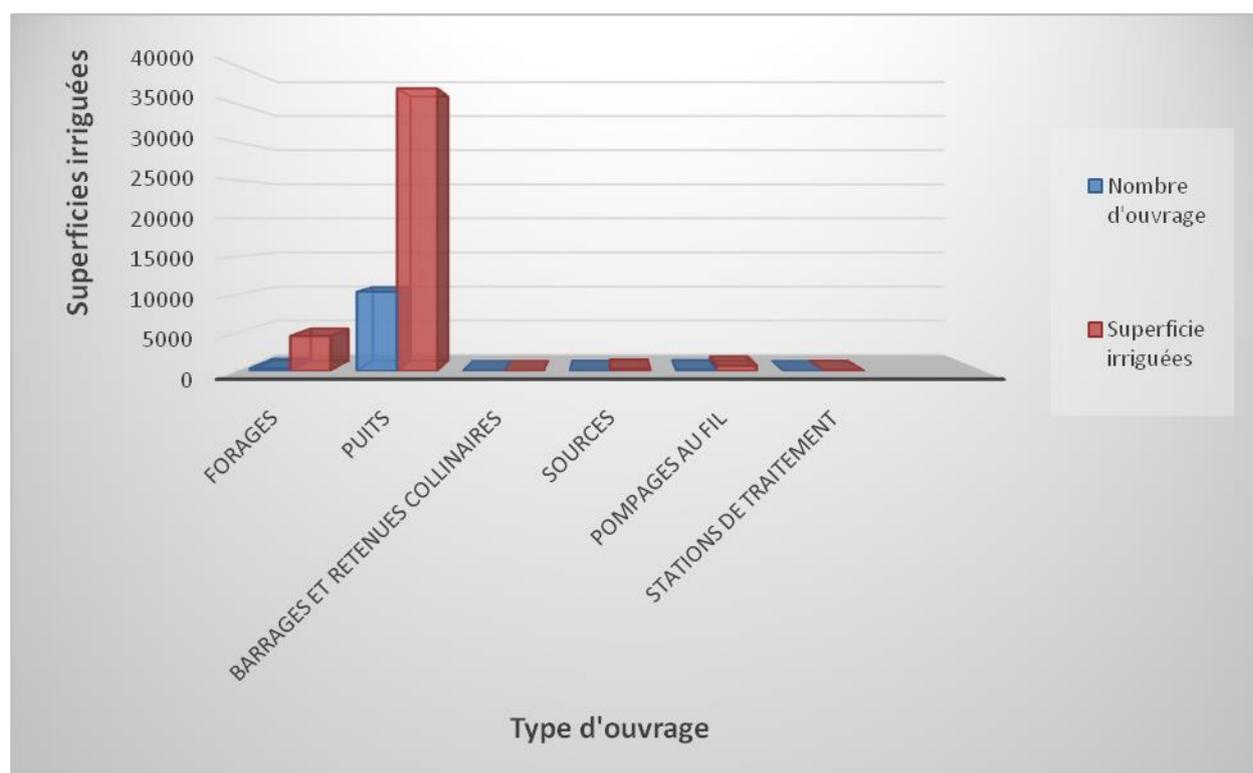


Fig.26. Superficies irriguées par type d'ouvrages

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

A l'instant des autres pays africains, l'Algérie souffre ces dernières années d'un déficit hydrique considérable du à plusieurs facteurs, entre autre, une croissance démographique vertigineuse, notamment dans les grands centre urbain ainsi que les aléas climatiques caractérisés par un pluviomètre (une année pluvieuse sur quatre ou cinq années sèches).

Pour parer à cette situation les autorités algériennes ont décidées de mener plusieurs mesures afin d'éradiquer ou du moins minimiser le manque d'eau, mais tous ces efforts n'ont pas donnés de résultats à cause des retard de réalisation des grand ouvrage hydrique (Barrage, Retenue collinaire,..) et par manque de moyens financiers pour entretenir les ouvrages existants.

Malgré l'intention des pouvoir publiques qu'accordent à ce secteur en lui allouant un budget important (depuis 2001), la situation est toujours la même cela est dit aux couts excessifs de cette denrée soit dans le domaine agricole, domestique ou industriel.

Pour combler ce déficit il a été décidé (Mai 2002) l'utilisation de l'eau de mer (dessalement) et la création des stations de dessalement des eaux usées notamment pour subvenir aux besoins du secteur industriel et la création de station de dessalement des eaux usées.

Comme nous l'avons déjà signalé précédemment, la Wilaya de Mostaganem est à vocation agricole notamment maraichère d'où besoin en eau important avec une population qu'a atteint en 2020 :921 800 habitants et l'expansion du secteur industriel et surtout touristique le manque d'eau de devient de plus en plus pressant.

La Wilaya de Mostaganem est caractérisé par un climat méditerranéen dont la pluviométrie n'atteint jamais les 400 mm par an, ses besoins en eau préviennent en grande partie des nappes souterraines ne convient pas les besoins ascendants des différents secteurs malgré la rentrée en service du MAO et surtout la reconversion de l'irrigation traditionnelle (à la raie) en irrigation localisé, en effet la superficie irrigué est de 42 620 ha représentant 32% par rapport à la SAU, lors l'irrigation localisé (goutte à goutte) est de 18 994 ha ce qui correspond à 44.6 % par rapport à la superficie irriguée.

Actuellement le pays traverse une période critique, les réserves en devises sont à un bas niveau et les couts de pétrole ne cessent de dégringoler, ce qui ne permet pas à l'état de mobiliser d'autre ressource de ce fait des mesures doivent être entreprise pour éviter le gaspillage de l'eau tel que l'entretien des réseaux et des équipements, d'éviter les fuites cela concerne tous les secteurs, en plus les agriculteurs doivent éviter les cultures non stratégique qui consomment beaucoup d'eau (pastèque, melon...) et d'irriguer tôt le matin ou tard le soir pour éviter l'évaporation.

Annexe n°01 Précipitation :

années/ mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	moyen
2001	55	9	35	2	20	2	0	0	14,1	27	94	65,6	323,7
2002	0,5	38	70	44	40	2	0	11	20	41	69	5	340,5
2003	38	32	8	62	14	1	0	1	20	36	74	58	344
2004	27	43	12	14	60	12	0	1	5	63	93	146	476
2005	11	65	25	5	23	1	0	1	20	43	108	41	343
2006	118	80	9	22	111	4	0	1	38	38	6	217	644
2007	57	40	63	83	23		0	1	39	76	51	24	457
2008	29	6	16	6	18	8	6	1	36	45	169	127	467
2009	64	16	35	43	20	1	0	0	28		10	34	251
2010	47	71	49	51	11	4	2	23	8	73	64	17	420
2011	72	22	29	87	50	1	0	0	4	31	78	44	418
2012	31	72	27	64	3	1	0	0	13	60	64	65	400
2013	55	38	35	37	12	1	3	2	25	6	74	134	422
2014	107	66	41	7	6	6	0	1	62	25	68	76	465
2015	83	92	27	1	9	4	0	0	5	49	28	65	363
2016	18	36	63	42	9	2	0	2	10	1	46	31	260
2017	153	11	19	4	3	1	0	1	11	27	51	41	322
2018	54	33	102	29	13	17	0	0	33	52	56,2	18,2	407,4
2019	54	1,4	16,6	53,2	7,7	0,4	0,3	0	21	33	54,8	38,8	281,2
2020	37,2	0	28	37	12	0	0,6	3	0,2	13,4	32,6	62,8	226,8

Annexe n°02 Température :

Années /mois	T°	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
2001	T max	13,7	19	31	24,2	33	41,5	45,6	40,9	37,4	33,9	24,6	21,5
	T min	1,5	8,9	7,6	4,9	8,4	13,9	13	16,8	15	11,5	4,2	0,9
	T moy	7,6	13,95	19,3	14,55	20,7	27,7	29,3	28,85	26,2	22,7	14,4	11,2
2002	T max	21	24,3	26,1	29,1	35,2	43,6	38,4	38,5	33,2	33,3	25,7	24,8
	T min	0,5	1,3	5,2	4,7	5	9,4	13,1	14,7	10,2	7,9	3,7	2,9
	T moy	10,75	12,8	15,65	16,9	20,1	26,5	25,75	26,6	21,7	20,6	14,7	13,85
2003	T max	21	24,4	27	35,8	30,4	38,2	39	39,9	39,4	31	25,4	35,4
	T min	2	2,54	3,5	0,6	7,2	12,6	15,6	16	13,5	11	6,8	-0,6
	T moy	11,5	13,47	15,25	18,2	18,8	25,4	27,3	27,95	26,45	21	16,1	17,4
2004	T max	20,6	25	22,5	31	31,2	35,9	39,7	43	39,6	37,1	24,5	23
	T min	1,6	1,6	0,5	2,9	8,3	12,5	14,9	16,7	11,2	9,1	3,2	2,3
	T moy	11,1	13,3	11,5	16,95	19,75	24,2	27,3	29,85	25,4	23,1	13,85	12,65
2005	T max	22,4	19,3	28,9	28	33,4	39,6	38,6	38,3	33,8	35,6	30,7	20,3
	T min	-1,3	-1,5	-0,2	4	8,9	12,5	14,9	11,8	8,5	7,7	3,7	1
	T moy	10,55	8,9	14,35	16	21,15	26,05	26,75	25,05	21,15	21,65	17,2	10,65
2006	T max	19,3	20,2	33,4	28	36,2	37	42,5	37,9	38,5	38,7	29,6	24,5
	T min	0,6	1,4	4,5	6,8	11,5	6,6	17,7	15,6	12,2	11,5	4	4
	T moy	9,95	10,8	18,95	17,4	23,85	21,8	30,1	26,75	25,35	25,1	16,8	14,25
2007	T max	21,7	28	23,8	25,4	31,6	32,5	38,5	42,4	35,2	28,7	26,6	20,5
	T min	2,5	5,8	-0,2	5,1	8,4	9,4	14,6	16,5	13,7	8,5	-0,6	-1
	T moy	12,1	16,9	11,8	15,25	20	20,95	26,55	29,45	24,45	18,6	13	9,75
2008	T max	22	24	28	30,3	29,6	37,8	38,7	39	39,1	31	25,1	19,8
	T min	0,2	2,5	-5,5	3,9	8,5	10	14	16	11,9	7,2	4,1	3

	T moy	11,1	13,25	11,25	17,1	19,05	23,9	26,35	27,5	25,5	19,1	14,6	11,4
2009	T max	22,5	22,8	27,4	31	39,3	42,2	44,5	38,9	35	32,2	26,5	27
	T min	2	0,8	4,8	4,6	9,4	11,6	14,5	16,6	13,2	9,3	5,8	2,8
	T moy	12,25	11,8	16,1	17,8	24,35	26,9	29,5	27,75	24,1	20,75	16,15	14,9
2010	T max	24,1	32,6	29,1	30,5	31,8	38	41,2	40,5	34,7	33,8	21,7	28,7
	T min	2,6	3,6	2,1	4	6,6	12,1	15,9	17	13	4,3	2,6	-2
	T moy	13,35	18,1	15,6	17,25	19,2	25,05	28,55	28,75	23,85	19,05	12,15	13,35
2011	T max	22,1	21	26,1	32,3	34,1	36,7	38,4	40,3	33,5	30,9	27,1	21,4
	T min	-1,4	2,54	-0,2	8,2	9	10,3	13,3	15,8	13,8	8	6,5	2
	T moy	10,35	11,77	12,95	20,25	21,55	23,5	25,85	28,05	23,65	19,45	16,8	11,7
2012	T max	20,1	19,4	28	26,5	34,1	39,1	41,2	45	36,7	33,6	30	25,2
	T min	-0,8	2,54	1	4,1	6,1	12,4	13,7	14,5	12,6	6,8	6,2	2,4
	T moy	9,65	10,97	14,5	15,3	20,1	25,75	27,45	29,75	24,65	20,2	18,1	13,8
2013	T max	22	22	24,5	25	30,9	36,6	36,3	40,5	36,3	34,5	25,6	20,1
	T min	1,5	-1,5	3,6	3,9	5,4	0	14,1	14,3	11,6	8,3	0,9	1,3
	T moy	11,75	10,25	14,05	14,45	18,15	18,3	25,2	27,4	23,95	21,4	13,25	10,7
2014	T max	21,6	26	23,6	28,9	29,1	38,7	42,2	34,9	37,3	33,7	27,7	19,3
	T min	2	1,2	1,2	4,9	4,3	9,8	11,6	12,6	13,3	7,4	6	1,7
	T moy	11,8	13,6	12,4	16,9	16,7	24,25	26,9	23,75	25,3	20,55	16,85	10,5
2015	T max	20,9	18,4	24,2	33,3	36,8	40,2	42	38	34,7	33,2	27,1	23,6
	T min	-0,9	1,9	-1,4	5,7	6,9	11,9	17,1	15,7	10,1	9,8	3,7	2,2
	T moy	10	10,15	11,4	19,5	21,85	26,05	29,55	26,85	22,4	21,5	15,4	12,9
2016	T max	23,3	23,4	32,1	25,7	32,8	37,9	42,3	35,4	37,7	36,1	31,4	21,8
	T min	0,8	2,3	2,4	4	4,4	10,8	15,4	14,8	10,5	8,5	6,1	1,9
	T moy	12,05	12,85	17,25	14,85	18,6	24,35	28,85	25,1	24,1	22,3	18,75	11,85
2017	T	21,3	24,2	29	29,6	37,6	41,7	41,2	40,1	35,5	33,1	30,7	20,4

	max												
	T min	-0,5	5,2	2,8	4,1	8,8	12,2	12,3	18,2	12,3	9,8	2,9	1,1
	T moy	10,4	14,7	15,9	16,8 5	23,2	26,9 5	26,75	29,1 5	23,9	21,45	16,8	10,75
2018	T max	19,1	22,9	26,9	33,8	36,6	32,5	36,9	38,9	35,6	30,7	27,3	26,6
	T min	2,1	1,4	4,1	4,4	7,1	12,5	14,6	16,2	12,8	7,6	3,8	2,5
	T moy	10,6	12,15	15,5	19,1	21,8 5	22,5	25,75	27,5 5	24,2	19,15	15,55	14,55
2019	T max	20,3	21,2	25,6	32,2	32,7	36,3	45,9	39,2	37	34,1	24,4	23,7
	T min	-1	1,1	2,1	3,6	7,4	9,9	16,4	16,5	15	9,3	7,2	2,7
	T moy	9,65	11,15	13,8 5	17,9	20,0 5	23,1	31,15	27,8 5	26	21,7	15,8	13,2
2020	T max	20,6	27,1	31,5	10,7 5	13,7 3	39,7	41,8	41,9	35,7	33,6	31,5	22,5
	T min	0,1	4,7	3,3	14,3 3	16,8 9	13,1	18	16,8	12,4	7,3	4,6	1,2
	T moy	10,35	15,9	17,4	12,5 4	15,3 1	26,4	29,9	29,3 5	24,05	20,45	18,05	11,85

Annexe n° 03

région agricole	code cme	Commune	SAT (Ha)	SAU (Ha)	Sup irriguée (Ha)			Sup irriguée totale (Ha)	Sup irriguée (Ha)/Type de culture				
					Grav	Asp	G-G		Arboriculture	culture industrielle	Cultures fourragères	Céréales	Autres cultures
Monts du Dahra	2712	<i>Sidi Ali</i>	17601	12380	313	545	500	1358	603	0	0	135	0
	2726	<i>O.Maâlah</i>	8503	3383	142	89	110	341	82	0	0	161	0
	2715	<i>Nekmaria</i>	3785	2304	22	14	88	124	16	0	0	0	0
	2729	<i>Tazgaït</i>	6167	3895	35	55	63	153	101	0	0	0	0
	2710	<i>Sidi Belattar</i>	7945	3300	123	70	185	378	79	0	0	60	0
	Total			44001	25262	635	773	946	2354	881	0	0	356
Piémonts du Dahra	2717	<i>Achaâcha</i>	5017	4434	194	143	317	654	243	0	0	0	0
	2718	<i>Khadra</i>	6378	4300	222	51	150	423	144	0	0	0	0
	2725	<i>O.Boughalem</i>	3475	2800	130	62	130	322	50	0	0	0	0
	2716	<i>Sidi Lakhdar</i>	12648	7590	600	355	479	1434	1144	0	0	0	0
	2714	<i>Hadjadj</i>	5497	3200	41	340	105	486	213	0	0	0	0
	2713	<i>B.A. Ramdane</i>	5267	3700	120	100	100	320	71	0	0	0	0
Total			38282	26024	1307	1051	1281	3639	1865	0	0	0	0
Plaine de L'habra	2703	<i>Fornaka</i>	6338	5037	430	396	523	1349	419	5	0	20	0
	2732	<i>El Hassiane</i>	4018	3590	180	657	462	1299	142	5	0	20	0
	2704	<i>Stidia</i>	4092	3350	63	382	940	1385	95	0	0	22	0
	Total			14448	11977	673	1435	1925	4033	656	10	0	62
Plateau de Mostagane	2707	<i>AinTedeles</i>	6511	6080	900	1504	2434	4838	979	30	0	40	0
	2708	<i>Sour</i>	7208	6708	879	1020	1487	3386	699	20	0	70	0
	2709	<i>O/ El Kheir</i>	4396	4150	740	790	931	2461	582	2	0	80	0
	2722	<i>Mesra</i>	3510	3468	360	440	616	1416	148	0	0	90	0
	2721	<i>Ain Sidi Cherif</i>	2209	2029	300	405	447	1152	152	0	0	110	0
	2723	<i>Mansourah</i>	5071	4287	410	462	650	1522	562	0	0	58	0
	2731	<i>BladTouahria</i>	2585	2520	313	305	492	1110	291	0	0	4	0
2719	<i>Bouguirat</i>	8001	7003	500	808	1071	2379	1219	20	23	50	0	

LES ANNEXES

	2720	<i>Sirat</i>	5722	5067	276	795	1080	2151	281	20	0	180	0
	2724	<i>Souaflia</i>	3523	3160	315	516	637	1468	586	10	0	60	0
	2730	<i>SafSaf</i>	8262	4310	387	355	582	1324	368	20	0	85	0
	2705	<i>AinNouissy</i>	3699	2944	223	186	313	722	194	5	0	10	0
	2706	<i>HassiMaméche</i>	5652	5370	104	1197	1406	2707	426	0	0	20	12
	2727	<i>Mazagran</i>	1548	1034	100	137	247	484	60	0	0	13	0
	2711	<i>Kheir Eddine</i>	4778	4348	550	1080	1308	2938	1018	0	0	17	0
	2702	<i>Sayada</i>	3124	2896	450	527	873	1850	699	0	0	20	0
	2728	<i>Ain Boudinar</i>	2974	2370	276	124	250	650	76	0	0	10	0
	2701	<i>Mostaganem</i>	1806	1261	2	16	18	36	8	0	0	0	0
	Total		80579	69005	7085	10667	14842	32594	8348	127	0	917	0
total wilaya			177310	132268	9700	13926	18994	42620	11750	137	23	1335	12

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques :

BOULASSEL A., Mouhouche B., Haddad M., Tarikt A. Z., Troudi S., Bensaadia M., 2008 : Utilisation rationnelle de l'eau en agriculture dans les régions arides et semi-arides. Acte de colloque international sur l'agriculture : optimisation des productions agricole et développement durable.

BENBLIDIA M., Thivet G., 2010 : Gestion de ressources en eau : les limites d'une politique de l'offre.

CHACHI. A Z (1986) : Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie.

EL MAHI A. (2002) : Déficit pluviométrique des dernières décennies en Algérie du Nord et son impact sur les ressources en eau. Mémoire de magister, C.U.Mascara.

GEORGE VACHAUD, Michel Vauclin, CharleRiou, Zouhaier Chaabouni. (1985). Evapotranspiration en zone semi – aride de deux couverts végétaux (gazon-blé) obtenue par plusieurs méthodes. Agronomie, EDP Sciences.

JACQUES. ERIC BERGEZ, Bernard Lacroix. (2008). Gestion de l'irrigation : du stratégique au tactique. Quelques apports de la recherche. Innovations agronomiques (2008).

JEAN-JACQUES PERENNES GRENOBLE 2 (1990) : la question hydraulique dans les pays du Maghreb.

KAY M. Sprinkler irrigation (1983) : équipement and practice. Batsford, London.

MA MECHEBBEK (1993) : La réutilisation des eaux ésuées traitées dans l'agriculture.

MESSAHEL M., 1988 : Irrigation au goutte à goutte (Régime d'irrigation).

MUÑOZ G., Smith M., Sanz Alvarez J., 2014 : Techniques d'Irrigation pour les Agriculteurs à Petite Échelle.