

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة الجبالي بونعامه خميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana

Faculté des Science de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département de :Science Biologique.



Mémoire De Fin D'étude En Vue De L'obtention Du Diplôme De Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Ecologie et Environnement.

Spécialité : Protection des Ecosystèmes.

Thème

**Evaluation des ressources en eau et en sol du bassin versant du
Haut Cheliff**

Présenté par :

M^{lle} Aberkane Cherifa.
M^{lle} Ben Zahra Radhia.

Soutenu le 01/06/2018

devant le **Jury :**

Présidente : M^{me}. Guetarni H. MCB *UDBKM.*

Promoteur : Mr. Mehaiguene Madjid. MCB *UDBKM.*

Examineurs :

M^{me} Benaouda Lalahom. MAA *UDBKM.*

Mr Badache Hakim. MCB *UDBKM.*

Invité : Mr. Rebahi Farid. Ingénieur DRE (Ain Defla).

Année universitaire : 2017/2018.

Remerciements

Avant tout nous remercions Allah Tout Puissant de nous avoir donné la force et le courage pour surmonter toutes les difficultés rencontrées durant toutes ces années.

Nous remercions profondément notre Dr Mehaiguen Madjid, pour ses conseils et orientations ainsi que son regard critique et constructif.

Nos gratitude vont aussi aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer et d'examiner notre travail.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble des enseignants du département de biologie de l'université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana et toute l'équipe pédagogique pour leur accueil leur soutien et leur conseil.

Nous remerciant également les responsables et les ingénieurs des organismes suivants :

D.R.E Ain Defla.

D.S.A Ain Defla.

O.N.I.D Khemis Miliana.

Et à tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail de près ou de loin.

Dédicace

A mes très chers parents

Je vous dois ce que je suis aujourd'hui grâce à votre amour, à votre Patiences et vos innombrables sacrifices.

Que ce modeste travail, soit pour vous une petite compensation et reconnaissance envers ce que vous avez fait d'incroyable pour moi.

Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

A mes très chers frères et ma sœur Aucune dédicace ne serait exprimer assez profondément ce que je ressens envers vous. Je vous dirais tout simplement, un grand merci, je vous aime.

A mon promoteur Dr. Mehaiguene Madjid.

A mon binôme Radhia.

A ma famille.

En un mot à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à la présentation de ce travail.

Où l'encre des savants est bien meilleure auprès de dieu que le sang des martyrs.

Cherifa.

Dédicace

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères et mes sœurs, Je dédie ce Travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

A mon promoteur Dr. Mehaiguen Madjid. A mes professeurs de l'UDBKM qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

A mon binôme Cherifa et aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnés durant mon chemin d'étude, mes aimables amis, collègues d'étude.

Radhia.

RESUME

Le périmètre du Haut Cheliff offre une importante potentialité en eau et en superficies des sols productifs, mais malheureusement l'absence d'une politique d'aménagement et de gestion rationnelle est la raison pour laquelle le périmètre du Haut Cheliff ne bénéficie pas de ces ressources.

Notre travail a débouché sur l'évaluation des ressources en eaux et en sols dans le bassin du Haut Cheliff. Pour pouvoir déterminer l'importance de ces ressources il faut une gestion intégrée des potentialités estimées à leur juste valeur, cela nous mène à lier les superficies irriguées dans le grand périmètre du Haut Cheliff avec les ressources en eau disponibles.

Les résultats démontrent globalement que les superficies irriguées et la production sont liées directement à l'amélioration climatique. L'utilisation de la méthode de régression linéaire a permis d'estimer le volume d'eau annuel nécessaire qui est de 153 Hm^3 cela permet l'irrigation d'une superficie utile de 16000 Ha dans le périmètre Haut Cheliff. La superficie irriguée en 2017 est de 52 % par rapport à la SAU dans le périmètre de Haut Cheliff.

L'alimentation en eau d'irrigation de Haut Cheliff se fait à partir des trois barrages, Ghrib, Deurdeur et Harreza avec un volume régularisé de $149 \text{ Hm}^3/\text{an}$ pour différents usages, le volume lâché en 2017 pour l'irrigation du périmètre de Haut Cheliff est de 77 Hm^3 .

La superficie agricole cultivée a connu une évolution durant la période 2009- 2017. Les cultures pommes de terres, céréales et AFD ont montré une évolution importante dans le périmètre du Haut Cheliff, la pomme de terre occupe une superficie de 3788 Ha, les AFD occupent une superficie non moins importante de 1768 Ha et les céréales occupent 1257 Ha de la superficie irriguée totale en 2017.

L'insuffisance des différentes ressources est due à une mauvaise gestion. Pour développer une gestion intégrée et équilibrée des ressources en eau et en sols et leur utilisation, on doit respecter l'environnement, pour une agriculture irrigable économiquement viable et pour une bonne gestion des différentes ressources citées auparavant.

Mots clés : Superficie irriguée, Production agricole, Irrigation, Ressources en eau, Ressource en sol, Haut Cheliff.

ABSTRACT

The perimeter of the Haut Cheliff offers an important potentiality in water and surfaces of productive soils, but unfortunately the absence of a policy of planning and rational management is the reason that the perimeter of the Haut Cheliff does not benefit from these resources.

Our work has resulted in the assessment of water and soil resources in the Upper Cheliff Basin. To determine the importance of these resources requires an integrated management of potentialities estimated at their fair value, this leads us to link the areas irrigated in the large perimeter of the Upper Cheliff with available water resources.

Overall, the results show that irrigated areas and production directly related to climate improvement. The use of the linear regression method allows estimating the annual water volume estimated at 153 Hm³ for the irrigation of a useful area of 16000 Ha in the Haut Cheliff area.

Upper Cheliff's irrigation water supply made from the three dams, Ghrib, Deurdeur and Harreza with a regulated volume of 149 Hm³ / year for various uses, AEP, irrigation, industries and services and a distributed volume of 49 Hm³ in 2017.

The agricultural area cultivated in 2017 in the perimeter of Haut Cheliff is estimated at 8313 Ha, occupied by predominant crops (pdt, cereals, AFD), the potatoes occupy 3788 Ha of irrigated agricultural area, the AFD occupy an area no less important than 1768 ha and cereals occupy 1257 ha of total irrigated area.

The insufficiency of the different resources is due to mismanagement. To develop an integrated and balanced management of water and soil resources and their use, the environment must be respected, for economically viable irrigable agriculture and for good management of the various resources mentioned above.

Key words: Irrigated area, Agricultural production, Irrigation, Water resources, Soil resources Upper Cheliff.

المخلص

يوفر محيط شلف الأعلى إمكانيات هامة من ناحية المياه ومساحات التربة المنتجة، لكن للأسف غياب سياسة التخطيط والإدارة السليمة هي السبب في عدم استفادة محيط شلف الأعلى من هذه الموارد

ويتلخص مضمون عملنا في تقييم موارد المياه والتربة في حوض شلف العلوي. لتحديد أهمية هذه الموارد يتطلب إدارة متكاملة للإمكانات المقدره بصفة العادلة، وذلك لربط المناطق المروية في محيط شلف العلوي بالموارد المائية المتاحة بشكل عام، تظهر النتائج أن المناطق المروية والإنتاج مرتبطان بشكل مباشر بالمناخ الحسن. وقد سمح استخدام أسلوب الانحدار

الخطي بمعرفة الحجم السنوي للمياه الذي يحتاجه سهل شلف الأعلى من المياه المحتاجة التي قدرت بنحو 153 مليون متر مكعب لري 16000 هكتار من المساحات الصالحة للزراعة

المساحة الزراعية المزروعة عرفت تطور خلال الفترة 2009-2017. وقد أظهرت محاصيل البطاطس والحبوب والأشجار المثمرة المتنوعة تطوراً ملحوظاً في محيط منطقة شلف الأعلى، حيث تحتل زراعة البطاطس مساحة 3788 هكتار. وتحتل زراعة الحبوب مساحة لا تقل عنها ب: 1768 هكتار أما الأشجار المثمرة فتحتل 1257 هكتار من إجمالي المساحة المروية في 2017.

يرجع عدم كفاية الموارد المختلفة إلى سوء الإدارة. لخلق إدارة متكاملة ومتوازنة لموارد المياه والتربة واستخدامها، يجب احترام البيئة، للحصول على زراعة ذات جدوى اقتصادية، وإدارة جيدة للموارد المختلفة المذكورة أعلاه

الكلمات المفتاحية: المنطقة المروية، الإنتاج الزراعي، الري، الموارد المائية، موارد التربة، منطقة الشلف العليا

Sommaire

Dédicace

Remerciement

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Liste des matières

Introduction générale1

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

I.1. Evaluation des ressources en eaux5

I.2. Ressources en eaux conventionnelles5

I.2.1. Evaluation de la ressource en eau souterraines6

I.2.2. Evaluation de la ressource en eau superficielle.....6

I.3. Ressources en eau non conventionnelle6

I.4. Ressources en Sol8

I.6. Les cinq catégories de sols classés10

I.7. Mode d'irrigation11

Chapitre II : Région D'étude

II.1. Localisation de la zone d'étude.....15

II.2. Morphologie16

II.3. Population et démographie.....16

II.4. L'occupation du sol.....16

II.4.1. PEDOLOGIE de la plaine.....	17
II.5. Climat.....	20
II.5.a) Etat de climat en 2017	20
II.5.1. Température	20
II.5.2. Précipitation.....	20
II.6. Hydrographie	22
II.7. Géologie et Hydrogéologie	23
II.7.1. Géologie	23
II.7.2. Hydrogéologie	23

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III Matériels et Méthodes.....	25
III.1. Les données utilisées.....	25
III.1.1. Les données obtenues par l’office national de l’irrigation et du drainage (ONID)	25
III.1.2. Les données obtenues par la direction des ressources des eaux (DRE).....	26
III.1.3 Les données obtenues par la direction des services agricoles (DSA).....	26
III.2. Méthodes de travail	27
III.3. Traitements des données.....	27

Chapitre IV : Résultats et Discussions

IV.1. Ressources en eaux	30
IV.1.1. Barrages	31
IV.1.2. Evolution des capacités installées et des volumes régularisés	32
IV.1.3. Retenues collinaires	33
IV.1.4. Forages, puits et sources.....	33
✓ Année 2014	34
✓ Années 2017	37
IV.2. Superficie irrigué.....	38
IV.2.1. Situation actuelle de grand périmètre d’irrigation.....	38

IV.2.2. Description de grand périmètre d'irrigation.....	39
IV.2.3. Bilan des superficies de grand périmètre d'irrigation.....	40
IV.2.4. Superficies agricoles utiles et superficies irriguées.....	41
IV.2.5. Modulation des volumes	42
IV.2.6. Station de pompage et mode de distribution	43
IV.2.7. Evolution des superficies irriguées et des volumes lâchés distribuées pour le Haut Cheliff.....	44
IV.2.8. Assolements réalisés par spéculation	45
IV.2.9. Evolution des surfaces irriguées et des systèmes d'irrigations utilisés en 2017.....	46
IV.2.10. Evolution des superficies irriguées dans le GPI du Haut de Cheliff.....	47
IV.2.11. Evolution des doses d'irrigation dans le GPI du Haut de Cheliff.....	48
IV.2.12. Evolution des volumes d'irrigation dans le GPI du Haut de Cheliff.....	49
IV.2.13. Relation entre les superficies irriguées et les volumes lâchés	50
IV.2.14. Impact de la pluviométrie sur le rendement de culture	52
IV.2.15. Relation entre la superficie et la production pour différentes cultures.....	52
IV.3. La Petite et moyenne hydraulique.....	54
IV.4. Les contraintes rencontrées.....	54
Conclusion Générale.....	56
Mesure D'adaptation.....	57

Références bibliographiques

Liste des Tableaux

	page
Tableau 1 : Les cinq catégories de sol.....	10
Tableau 2 : comportement hydrogéologique des différentes formations de la plaine du Haut Cheliff (Ikhlef S,2005).....	23
Tableau 3 : les données collectées de la Surface agricole utile, Surface agricole irriguée et la surface agricole totale par commune (2017).....	26
Tableau 4 : Evolution de la superficie et de la production par commune pour le céréale (2017).....	27
Tableau 5 : Infrastructure de mobilisation (Barrage).....	31
Tableau 6 : les lache au niveau des barrages.....	31
Tableau 7 : Nombre des ouvrages de mobilisation par type d'usage en 2017.....	33
Tableau 8 : nombre des points d'eau et volumes exploités pour différents usages en 2014.....	34
Tableau 9 : Inventaire des points d'eau pour différents usages en 2017.....	34
Tableau 10 : superficie de GPI.....	40
Tableau 11 : Superficies utiles et superficies irriguées par commune en 2017.....	41
Tableau 12 : volume alloué, lâché et distribué dans le périmètre de Haut Cheliff.....	43
Tableau 13 : Superficies irriguées et volumes distribuées de Haut Cheliff.....	44
Tableau 14 : la superficie prévue et réalisée par différents types de culture en 2017.....	45
Tableau 15 : Evolution des surfaces irriguées et des systèmes d'irrigations utilisés en 2017...	47
Tableau 16 : Evolution des volumes d'irrigation de GPI du Haut Cheliff.....	49
Tableau 17 : Superficies irriguées et les apports annuels.....	50

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des sols digitalisé de la plaine du Haut Cheliff modifiée (source : Boulaine, 1956).....	15
Figure 2 : Carte de localisation du Bassin versant du Haut Cheliff (Touhari F, 2015)....	17
Figure 3 : Carte d'occupation du sol du périmètre du Haut Cheliff. D'après ONID khemis Miliana, 2012.....	19
Figure 4 : Variation interannuelle des précipitations (2006-2017).....	21
Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de la station de Khemis Miliana (1968-2003)...	21
Figure 6 : Réseau hydrographie de la zone d'étude.....	22
Figure 7 : exemple d'élaboration d'une carte de la région d'étude.....	28
Figure 8 : Localisation des barrages dans le bassin du Haut Cheliff.....	30
Figure 9 : Evolution de capacité et de volume régularisé des barrages.....	32
Figure 10 : Localisation des forages en exploitation dans la plaine du Haut Cheliff.....	35
Figure 11 : répartition des volumes exploités des forages des différents usages en 2014.....	36
Figure 12 : répartition des volumes exploités des puits des différents usages en 2014.	36
Figure 13 : répartition des volumes exploités des forages des différents usages en 2017.....	37
Figure 14 : répartition des volumes exploités des puits des différents usages en 2017.	37
Figure 15 : Carte du grand périmètre d'irrigation de Haut Cheliff.	39
Figure 16 : bilan des superficies du GPI	40
Figure 17 : Superficies utiles et superficies irriguées par communes en 2017.....	42
Figure18 : Station de pompage de Khemis Miliana sur l'Oued Cheliff.....	43
Figure 19 : Evolution des superficies irriguées et des volumes lâchers distribuées pour le Haut Cheliff.....	45
Figure 20 : Superficies prévues et réalisées par type de culture.....	46
Figure 21 : Evolution des surfaces irriguées et des systèmes d'irrigations utilisés en 2017.	47
Figure 22 : Evolution des superficies irriguées de GPI du Haut Cheliff.....	48
Figure 23 : Evolution des doses d'irrigation de GPI de Haut Cheliff.....	48
Figure 24 : Evolution des volumes d'irrigation de GPI du Haut Cheliff.....	49
Figure 25 : Relation entre les superficies irriguées et volumes lâchés.....	50
Figure 26 : Régression linéaire entre le volume lâché et superficie irriguée.	51
Figure 27 : Relation entre la précipitation et le rendement de culture	52
Figure28 : Relation entre la production et la superficie pour différente culture.	53
Figure 29 : Relation entre la production et la superficie entre les céréales et les fourrages A/N....	53

Liste des Abréviations

ABH : Agence de Bassin Hydrographique.

AEP : Alimentation en Eau Potable.

AFD : Arbre Fruitier Divers.

ANR : Agence National des Ressources Hydrique.

CMD : Culture Maraichère Divers.

DRE : Direction des Ressources en eau.

DSA : Direction des Services Agricole.

FAO : Food and Agronomical Organisation.

Fourrage A/N : Fourrage Artificielle et Naturelle.

GIEC : Groupe D'Experts Intergouvernementale sur L'Evolution du Climat.

GPI : Grand Périmètre Irrigué.

Ha : Hectare.

IND : Industrielle.

IP : Intérieure de Périmètre.

IRR : Irrigation.

MTR : Mise en Tête de Réseau.

ONID : Office National de L'irrigation et du Drainage.

ONM : Office National de la Météorologie.

Pdt A/S : Pomme de Terre Arrière-Saison.

Pdt.S : Pomme de Terre Saisonnière.

PMH : Petite Moyenne Hydraulique.

PNUD : Programme des Nations Unis pour le Développement.

Rdt : Rendement de Culture.

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Epurée.

RGa : Recensement Générale de L'Agriculture.

RN4 : Route National numéro 4.

SAI : Surface Agricole Irrigué.

SAT : Surface Agricole Totale.

SAU : Surface Agricole Utile.

STEP : Station de Traitement des Eaux Polluée.

Introduction générale

Confrontée à l'importance de l'évaluation des ressources en eaux et en sols et les besoins croissants diverse de la population de l'industrie et de l'irrigation cette évaluation des ressources l'une des bases essentielles des projets de développement notamment en développement durable (**Akli S, 2010**).

L'eau qui est devenue une denrée rare et précieuse, constitue un élément indispensable pour la vie et l'équilibre de l'individu. Elle représente un facteur déterminant pour le développement économique et social d'un pays. Du fait de sa précarité et de sa fragilité, voire de son irrégularité, cette ressource nécessite notamment une attention très particulière quant à sa mobilisation et sa gestion. La sécheresse, c'est l'importance problème posé par la disponibilité de l'eau dans le monde, compte tenu de la croissance de la population, particulièrement dans les villes et dans les pays pauvres ou en voie de développement, de la croissance des besoins notamment pour l'irrigation, voire des inquiétudes liées aux risques des changements climatiques (**Khaldi A, 2005**).

En Algérie l'agriculture est synonyme d'une maîtrise des aspects économique, social et écologique de la distribution de l'eau agricole. La nécessité de l'irrigation en Algérie est incontournable. Evidemment, l'irrégularité annuelle et interannuelle des précipitations a été maintes fois soulignée dans la littérature. Ainsi la préservation et la conservation des superficies irriguées, pose le problème de l'offre en l'eau d'irrigation (**PNUD, 2009**).

L'agriculture irriguée est tributaire d'un bon approvisionnement en eau. Dans un temps passé, elle était abondante et d'une qualité appréciable qui ne posait pas de problème. Mais vu le changement climatique surtout dans les zones aride et semi-aride d'une part, et l'exploitation irrationnelle et intensive des ressources en eaux d'autre part, la qualité des eaux d'irrigation est devenue l'un des problèmes qui s'impose au développement de l'agriculture irriguée (**Bouzada,2012**).

La présente étude consiste à l'évaluation des ressources en eaux et en sols dans la région du Haut Cheliff.

L'objectif est de faire un état des lieux en matière de ressources en eau et en sol de la région étudiée. Notre démarche consiste à évaluer les ressources en eau d'une part à l'échelle des bassins versants inclus totalement ou partiellement dans la région d'étude et d'autres part les ressources en sols pour identifier les zones irrigables, qui peuvent être déterminées à l'intérieure des limites de la région.

Introduction générale

Le manuscrit de mémoire s'articule autour de quatre chapitres précédés par une introduction qui décrit la problématique du sujet et l'objectif visé ;

- Le premier chapitre on dresse un aperçu bibliographique afin de préciser le contexte général de ce travail qui rappelle brièvement les concepts et connaissances de base nécessaires à la compréhension du sujet traité « les ressources en eau et en sol ».
- Le deuxième chapitre est consacré à une description générale de la zone d'étude « cadre physique », ainsi que les conditions climatiques, la géologie, la pédologie, l'hydrographie et l'occupation du sol.
- Le troisième chapitre présente la démarche méthodologique adoptée dans ce travail. Il contient d'abord une description des méthodes utilisées consacrées aux collectes et aux traitements des données.
- Le quatrième chapitre est consacré aux résultats et aux discussions de l'évaluation des ressources en eau et en sol.

Enfin, l'ensemble de ces différents résultats issus des différents chapitres constitue le mémoire qui fera l'objet de la conclusion générale à laquelle seront associés des mesures d'adaptation.

I.1. Evaluation des ressources en eaux

L'eau est une ressource de plus en plus précieuse, La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie, l'AEP, pour avoir accès à des disponibilités limitées en eau grève d'ores et déjà des efforts de développement de nombreux pays (**Ladjal R, 2013**).

La nouvelle politique de l'eau, issue des assises nationales de l'eau est axée sur le développement et la valorisation des eaux conventionnelles et non conventionnelles, afin de mobiliser et distribuer les ressources de façon économique (**Souak F, 2003**).

En Algérie, il est admis que des mesures sont nécessaires pour améliorer la capacité à s'adapter à la variabilité hydrologique et aux phénomènes extrêmes (inondations et sécheresses) observés aujourd'hui dans des circonstances dynamiques (notamment les pressions actuelles dues à la démographie, à l'économie, à l'utilisation des terres et au développement régional), de même que pour réduire les vulnérabilités significatives de la société, de l'économie et de l'environnement aux impacts futurs.

Dans le cycle de l'eau les précipitations constituent le premier maillon d'une chaîne dont chacun des éléments est directement soumis à l'influence de celui qui le précède. Les précipitations sont aléatoires par nature alors que les écoulements souterrains résultant sont directement déterminés par des paramètres physiques propres à leur bassin d'alimentation (**Khaldi A, 2005**).

I.2. Ressources en eaux conventionnelles

Les ressources en eaux de surface et souterraines sont l'une des richesses capitales du pays. Sa protection et sa bonne gestion sont donc une nécessité. Les pénuries d'eau, par exagération, ont été plus souvent associées à certains phénomènes naturels (désertifications, changements climatiques) (**Ahmed Amar Y, 2013**).

Toute gestion durable des ressources en eau dépend étroitement de notre capacité à les évaluer d'une façon fiable. L'évaluation des ressources en eau est définie comme la "détermination des sources, de l'étendue, de la fiabilité et de la qualité des ressources en eau en vue de leur utilisation et de leur maîtrise".

Les ressources en eau sont définies comme "l'ensemble des eaux disponibles, ou que l'on peut mobiliser, pour satisfaire en quantité et en qualité une demande donnée en un lieu donné, pendant une période appropriée" (**Brahmia N et Chaab S, 2013**).

I.2.1. Evaluation de la ressource en eau souterraines

Les eaux souterraines constituent une source importante d'eau potable pour de nombreuses personnes à travers le monde, notamment dans les zones rurales. Les eaux souterraines peuvent être contaminées à partir de sources naturelles ou de nombreux types d'activités humaines. Les activités résidentielles, municipales, commerciales, industrielles et agricoles peuvent aussi affecter la qualité des eaux souterraines (**Boudjenane I et Maarouf N, 2014**).

Dans ce contexte, la région du Haut Cheliff renferme une importante ressource en eau souterraine, alimentant l'ensemble de la population de la région, et contribuant à la satisfaction des besoins de l'irrigation et de l'industrie. Elle est journalièrement confrontée au risque grandissant de la contamination provenant des activités industrielles, agricoles ainsi que des effluents domestiques rejetés souvent sans épuration (**Ikhlef S, 2005**).

I.2.2. Evaluation de la ressource en eau superficielle

Les eaux de surface sont de plus en plus utilisées ces dernières années pour les besoins de l'agriculture, de l'alimentation des populations et de l'industrie.

Des investissements considérables ont été consacrés à la construction des barrages, ces eaux de surface sont vulnérables face aux diverses pollutions et sont souvent de qualité médiocre. Elles peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques naturelles telles que les substances humiques mais aussi des composés organiques issus de divers rejets polluants ou de pratiques agricoles intensives (**Allalguia A et al, 2017**).

Les dernières décennies, l'Algérie a été soumise à une sécheresse intense qui touche le nord d'une manière générale et donc l'utilisation des eaux de surface s'avère une nécessité incontournable, les eaux souterraines étant très limitées, Cette situation est le résultat de l'accroissement démographique, de l'extension, de ce fait et en dehors de toute politique de protection de l'environnement, la ressource en eau de surface se trouve exposée à des risques potentiels d'altérations chroniques ou épisodiques. Cette situation est en partie due aux rejets urbains et industriels qui sont souvent déversés directement dans les cours d'eau (**Mohamed Zine B, 2017**).

I. 3. Ressources en eau non conventionnelle

Les zones arides et semi arides en Algérie sont caractérisées souvent par des faibles précipitations, des températures élevées et des évapotranspirations très importantes de plus,

il existe plus d'une centaine de barrages qui ne sont plus capables de retenir complètement l'eau qu'ils accumulent à cause de l'envasement qui ne cesse de prendre de l'ampleur. La réutilisation des eaux usées épurées est une pratique très répandue dans les régions du monde affectées par des pénuries de ressources en eau. C'est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler les déficits hydriques (**Sekkoum M et al, 2012**).

Face aux manques d'eau sans cesse croissant et la rareté des précipitations, l'utilisation des eaux épurées à des fins agricoles s'avère comme étant l'une des solutions non conventionnelles susceptibles de résoudre ne serait-ce que partiellement le problème de manque d'eau d'irrigation dans la région et d'alléger le déficit hydrique enregistré.

La réutilisation des eaux usées épurées (REUE) est une action volontaire et planifiée qui vise la production de quantités complémentaires en eau pour différents usages. Elle permet d'exploiter une ressource additionnelle non négligeable. C'est une option à développer avant de recourir à des méthodes plus coûteuses telle que le dessalement de l'eau de mer ou le transfert l'eau entre régions.

Outre l'impact écologique, les eaux usées épurées constituent une alternative, à la fois pour développer la mise en valeur des terres notamment dans les régions déficitaires et pour recharger artificiellement les nappes en situation de surexploitation, notamment les nappes côtières connaissent une salinisation.

La station d'épuration de la ville d'Ain Defla est située au nord du chef-lieu de la wilaya de Ain Defla, située à proximité de l'oued de Cheliff et environ 800 m de l'axe routier de RN4. Limitée au Sud-Ouest et Est par des terrains agricoles, elle a été mise en service en avril 2007, et elle est réalisée par la direction d'hydraulique de la wilaya d'Ain Defla.

Elle est conçue pour épurée une quantité d'eau estimée à 9157 m³/j. Le procès consiste en une épuration biologique par boues activées à faible charge, avec stabilisation.

Le principal but par l'épuration des eaux usées de la ville de Ain Defla est l'amélioration de l'environnement par la suppression de rejet en eaux usées de surface et notamment de l'Oued Cheliff, prévient l'éventualité de situations esthétiques désagréables. Ainsi que la protection des nappes d'eau souterraines de la contamination par l'eau polluée et la réutilisation des eaux usées traitées par la STEP à des fins agricoles (**Mehaiguen M et al, 2018**).

I.4. Ressources en Sol

En Algérie, la dégradation et la perte des sols sont très avancées et chaque année des quantités importantes de sol sont perdues et emportées par les eaux et le vent. Ces phénomènes sont aggravés par les systèmes de production et les méthodes et outils de travail du sol (**Mesmoudi A, 2012**).

L'évaluation des ressources en sols assure une gestion durable des sols agricoles en Algérie et d'œuvrer en faveur d'une production durable afin d'inverser la tendance à la dégradation des sols et de garantir la sécurité alimentaire actuelle et future.

Les sols sont une ressource non renouvelable Leur préservation est essentielle pour garantir la sécurité alimentaire et un avenir durable, sont une ressource limitée, ce qui signifie que leur perte et leur dégradation ne sont pas récupérables au cours d'une vie humaine. Les sols sont formés par l'action du climat, des organismes, du relief et de l'eau sur les matériaux géologiques. Sont constituent une composante essentielle des ressources terrestres, du développement agricole et de la durabilité écologique, ils sont à la base de la production alimentaire (humaine et animale), de la production de carburants et de fibres, ainsi que de nombreux services écosystémiques essentiels. Ils représentent par conséquent une ressource naturelle très précieuse (**FAO, 2015**).

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation (**Nefidsa K, 2012**).

En Algérie, la surface agricole utile ne représente que 8 450 000 ha (RGA, 2003) soit 3,54% de la superficie totale du pays et seuls 7,57% de cette SAU, soit 620 000 ha, sont irrigués.

La majeure partie du territoire est désertique (90%) où les précipitations sont quasi-nulles, Dans les zones arides l'approvisionnement en eau d'irrigation constitue l'un des facteurs déterminants dans la production agricole, aussi bien dans l'intensification des cultures, que dans l'extension des surfaces irriguées, Le système goutte à goutte est l'un des modes d'irrigation utilisée. La technique d'irrigation, les paramètres nécessaires pour la détermination des besoins des plantes (**Touati B, 2010**).

L'irrigation aux gouttes à goutte reste le procédé le plus favorable préconisé dans les zones arides, suite aux avantages qu'il présente, surtout en matière d'économie d'eau d'irrigation (Sekoum M et al, 2012).

I.6. Les cinq catégories de sols classés

Les sols de la plaine proprement dite huit classes ont été décrites :

Les sols formes sous l'action de l'homme, les sols alluviaux non évolués, les sols engorgés par l'eau (appelés aussi sols hydromorphes), les Sols calciques, les Sols alluviaux évolués, les Sols colluviaux et Sols alluviaux des affluents mineurs, les Sols très évolués (qui sont divisés en Sols partiellement décalcifiés et Sols décalcifiés lessivés) et mélange de sols (Nefidsa K, 2012).

Tableau 1 : Les cinq catégories de sol

Catégorie	Type de sols	Observation
Catégorie I	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les sols profonds ▪ De texture moyenne à fine ▪ Bien structurés et bien drainés ▪ À topographie régulière, à pente faible. 	Ces sols de mise en valeur prioritaire, ne présentant pas de problèmes majeurs d'aménagement. Ils sont aptes à toutes les cultures.
Catégorie II	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profonds ou moyennement profonds ▪ De texture moyenne à fine ▪ Bien structurés jusqu'à une profondeur moyenne ▪ Possibilité de présence d'un niveau mal drainant à moyenne profondeur ▪ À topographie régulière ou faiblement ondulée, à pente faible. 	Ces sols sont aptes à toutes les cultures avec restrictions pour certaines cultures arbustives. Ils sont spécialement favorables aux cultures industrielles. Ils présentent des problèmes mineurs d'aménagement (épierrage ou assainissement de surface).
Catégorie III	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profonds ou moyennement profonds ▪ De texture moyenne, fine ou très fine ▪ Bien structurés jusqu'à une profondeur moyenne ▪ Peuvent présenter des caractères de salure ou d'hydromorphie (avec présence d'une nappe vers un mètre de profondeur) ▪ À topographie régulière ou moyennement ondulée, la pente peut aller jusqu'à 5%. 	Ces sols sont à réserver aux cultures en assolement. Les problèmes d'aménagement essentiels sont le drainage après mise en irrigation et le dessalage
Catégorie IV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De profonds variables ▪ De texture grossière à très fine ▪ Leur structure peut être défavorable ▪ Leur charge en inclusions peut être importante ▪ Ils sont parfois salés ou hydromorphes avec présence d'une nappe à faible profondeur ▪ À topographie régulière à ondulée, la pente peut atteindre 10% 	Ce sont des sols qui présentent des problèmes majeurs d'aménagement : drainage, dessalage, nivellement. L'aptitude culturale de ces sols est souvent réduite à quelques cultures céréalières, fourragères et maraîchères. La mise en valeur en sec est à conseiller.
Catégorie V	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Profondeur de sol insuffisante ▪ Présence de croûte à faible profondeur ▪ Halomorphe et hydromorphie très prononcées ▪ Pente trop forte, relief accidenté ▪ Sols occupés par une infrastructure (route, construction, lit d'oued). 	

ANRH (2012)

I.7. Mode d'irrigation

L'irrigation gravitaire en Algérie couvre plus de 60% des superficies irriguées soit 372 412 ha sur 620 687 ha, ce mode d'irrigation traditionnel dans la totalité de sa pratique est exigeant en eau, l'aléa climatique et les politiques actuelles de gestion de la ressource eau aggravent cette situation (**sekkoum et al, 2012**).

Ces techniques traditionnelles (l'irrigation gravitaire) sont encore appliquées, Pourtant d'autres techniques sont apparues, dont les conséquences sur la consommation d'eau sont sensiblement différentes et bien économes. Il n'en demeure pas moins que les diverses techniques d'irrigation sont plus ou moins dispendieuses d'eau et leurs effets sur la pédologie ne sont pas identiques, certaines pouvant être néfastes pour les sols en induisant leur salinisation (gravitaire). De plus, les nombreuses possibilités de réduire la consommation d'eau de l'agriculture, de l'industrie et des ménages ne sont pas toutes exploitées. Les technologies permettent des économies d'eau appréciables dans le domaine de l'agriculture irriguée. Ainsi, le système du goutte -à- goutte permet d'économiser jusqu'à 50 % de l'eau normalement utilisée pour l'irrigation. Dans l'industrie, avec les techniques modernes, il est possible de réduire jusqu'à 90 % la quantité nécessaire (**Touati, 2010**).

L'irrigation aux gouttes à goutte reste le procédé le plus favorable préconisé dans les zones arides, suite aux avantages qu'il présente, surtout en matière d'économie d'eau d'irrigation (**Sekkoum et al, 2012**).

II.1. Localisation de la zone d'étude

La région d'étude correspond au bassin du Haut Cheliff, elle est située au Nord-Ouest de l'Algérie et fait partie du bassin hydrographique du Cheliff au Nord-Est de ce dernier (**Figure 1**).

Elle est limitée naturellement :

- ✓ Au Nord par le bassin du Côtier Dahra.
- ✓ Au Sud par le bassin amont du Cheliff.
- ✓ A l'Est par le bassin hydrographique de l'Algérois.
- ✓ A l'Ouest par le bassin du Moyen Cheliff.

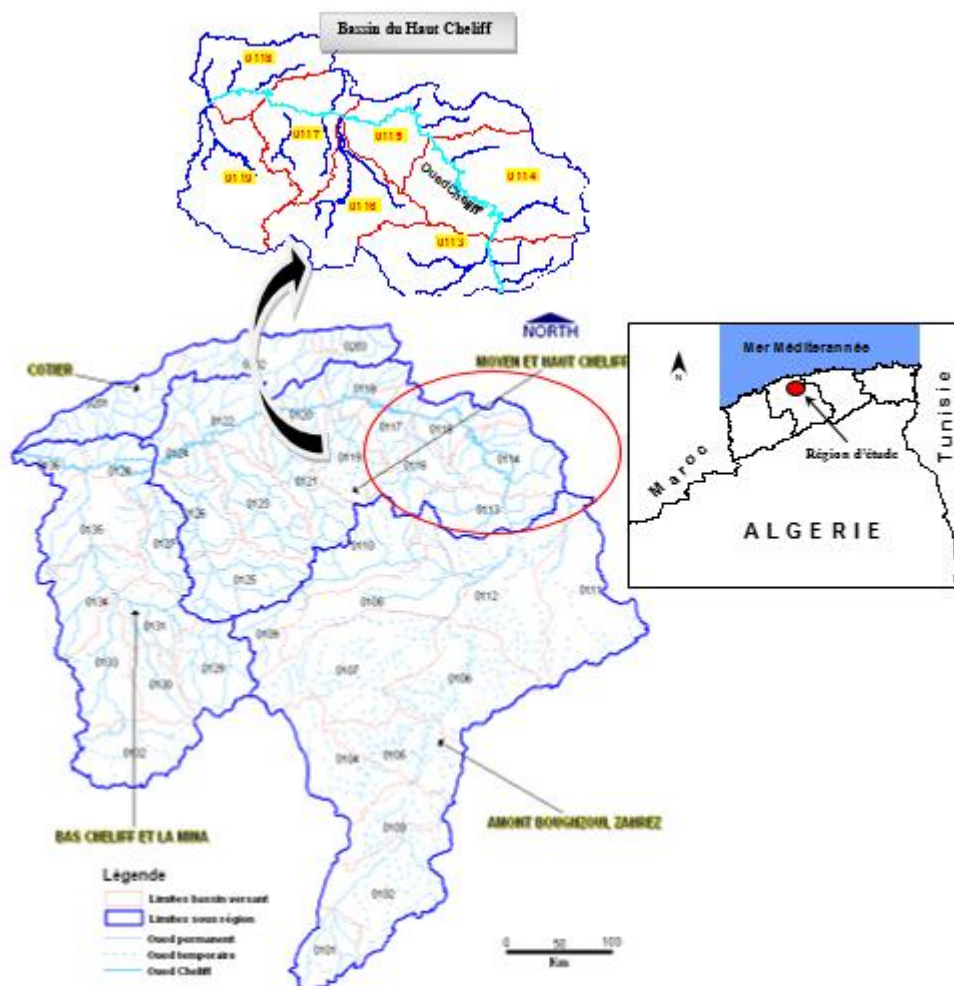


Figure 1 : Carte de localisation du Bassin versant du Haut Cheliff (Touhari F, 2015).

La plaine est comprise entre les coordonnées suivantes :

- 36°12' et 36°30' de latitude Nord, c'est -à-dire entre les communes de Bir – Oueld khelifa et de Miliana.
- 2° 02' et 2°44' de longitude Est entre djebels Doui et Gantas (**Touhari F,2015**).

II.2. Morphologie

La plaine alluviale de Haut Cheliff appartient au bassin versant du Haut Cheliff, d'une superficie de 21035 km², a une pente relativement faible 15%. Elle est bordée au Nord par des cônes de déjection qui constituent la zone de transition entre la vallée et la montagne. Ce secteur est entouré au Nord par le massif de Zaccar et au sud par djebel Ouarsenis.

La cote altimétrique varie de 200m au niveau de la plaine à 1000m au niveau des sommets (**Ikhlef S ,2006**).

II.3. Population et démographie

La population dans le bassin versant du Haut-Chélif à la fin 2016 était à 833 742 habitants avec un taux d'accroissement de 1,3% dont 82,55% sont concentrés en zones agglomérées et 17,45% uniquement en zone rurale.

Cette population est plus condensée dans les agglomérations qui sont localisée au Nord de la plaine.

Les plus significatives sont respectivement d'Est en Ouest : Djendel, Ain sultan, Khemis-Miliana, Sidi Lakhdar et Aribis, malgré qu'au Sud de la plaine les agglomérations sont minimales et moins denses (**Sahraoui N,2014**).

II.4. L'occupation du sol

La région du Haut Cheliff en général, est à vocation agricole. La prédominance de l'arboriculture fruitière couvre environ 47% de la superficie cultivée totale sur les plaines et les terrains à faible pente. Les cultures céréalières et maraîchères (principalement pomme de terre), arboriculture fruitière et oléiculture, cultures industrielles occupent en plaine, et dans les zones de montagnes, occupent par les cultures en sec (céréales et fourrages) et l'élevage ovin et caprin.

Le pourcentage le plus élevé de la superficie forestière de la plaine du Haut Cheliff occupe par des arbres pin d'Alep, Chêne lièges et de chêne vert.

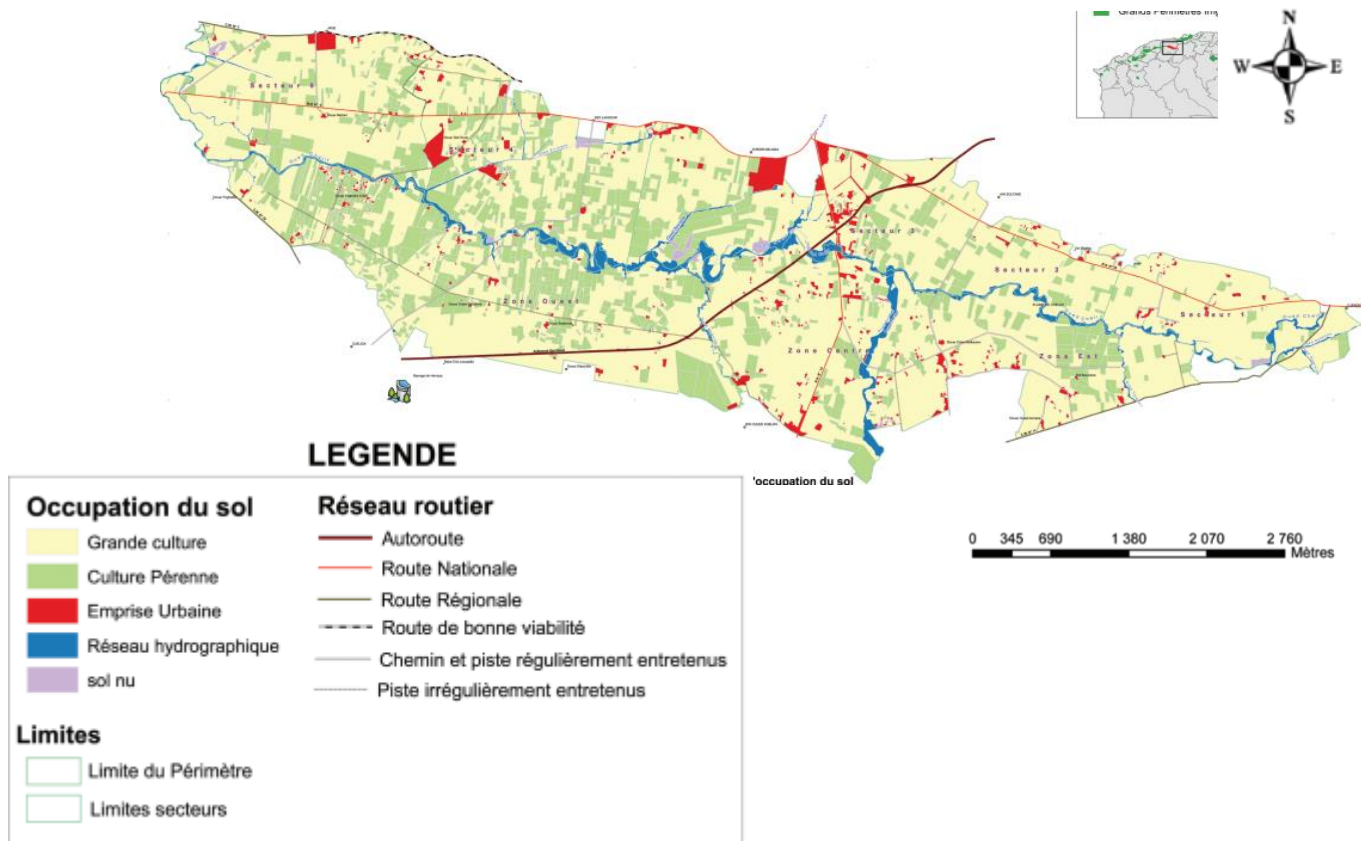


Figure 2 : Carte d'occupation du sol du périmètre du Haut Cheliff. D'après ONID khemis Miliana, 2012.

II.4.1. PEDOLOGIE de la plaine

Les sols du Haut Cheliff ont été cartographiés par Boulaine 1957, ils comprennent deux grandes divisions des sols.

- **les sols des bordures de la plaine :** ces sols sont formés par des associations de sol plus ou moins érodés et par l'altération des roches mères, qui peuvent évoluer par les calcaires du miocène et du pliocène sur les bordures de la plaine au nord, et des grès ou des marnes entre Khemis Miliana et Miliana sous forme de sols jeunes, et parfois formés sur roches mères siliceuses variées du massif du Doui et sur roches mères schisteuses dans le nord de la plaine, est la partie du massif du Doui sont des sols colluviaux peu ou pas évolués des cônes de déjection (**Fig.3**).

Ces sols sont caractérisés par une bonne structure, texture équilibrée, bonne perméabilité et par des teneurs moyennes en calcaire total.

- **Les sols centraux de la plaine :** ils comprennent six classes à savoir (**Fig. 3**) :

a- Sols alluviaux non évolués : les caractéristiques physicochimiques ces sols sont très variées, sols alluviaux non évolués des dépôts sableux du lit majeur des oueds par texture sableux fine et limoneux plus au moins sableux, profonds et très perméable, sols alluviaux non évolués des dépôts sableux du bourrelet des oueds par texture sable fin et limoneux plus au moins sableux, peu épais et moins perméable.

b- Sols calciques : les sols calciques, plus ou moins différenciés et présentent parfois des accumulations calcaires, et les caractéristiques physicochimiques ces sols sont, texture limons et limons sableux, peu épais et recouvrent une carapace calcaire.

c- Sols alluviaux évolués : sont des sols alluviaux trinitifiés au solonchastique, au lieu des sols présentant un début de décalcification et une accumulation du calcaire et sulfate, est caractérisé par texture limons et limons argileux, riches, profonds, perméable, ces sols existent surtout dans les terrasses récentes des oueds.

d- Sols colluviaux et sols alluviaux des affluents mineurs : sont des sols très variés selon des massifs existants, ces sols caractérisés par des sols jeunes, légère moyenne limon sableux et limons et par fois plus argileuse, en voit l'évolution par lessivage pour les argiles.

e- Sols très évolués : sont des sols dont l'évolution plus au moins élevée par l'influence partiellement décalcifiés et insaturés avec accumulation progressive du calcaire, est caractérisé par texture limons et limons argileux, et l'accumulation de calcaire en profondeur sous forme nodules.

f- Sols hydromorphes : sont des sols engorgés par des eaux en réseaux d'écoulement d'eaux superficielles au lieu des eaux à couvert temporaire et à nappe phréatique non salées et par fois par des eaux d'inondation temporaire hivernale, est caractérisé par texture humifères argileux à très argileux.

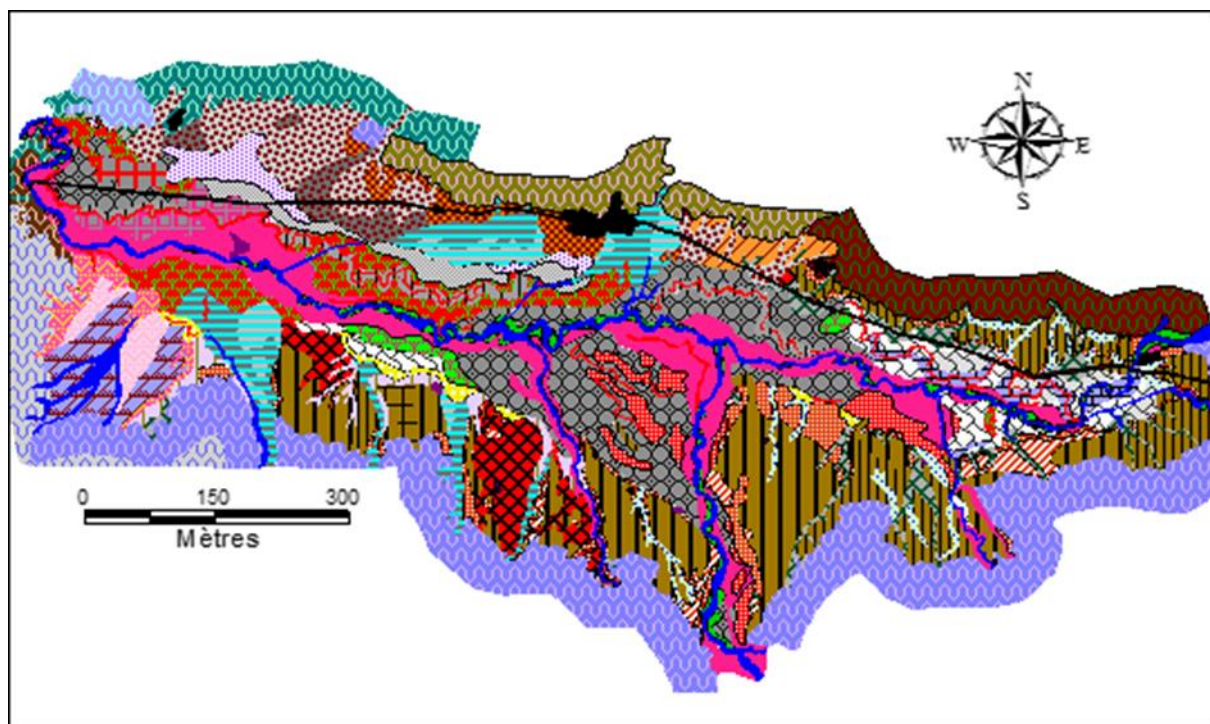


Figure 3 : Carte des sols digitalisé de la plaine du Haut Cheliff modifiée (source : Boulaine, 1956).

II.5. Climat

Le climat de la plaine Haut Cheliff est caractérisé par un climat méditerranéen, avec un été très chaud et long et très sec à des hivers pluvieux et froids et des automnes et des printemps très courts malgré leur relative proximité de la mer (50Km environ). Cette classification du climat se base sur les données météorologiques de stations régionales de l'ANRH et de l'ONM sur plus de trente années d'observations (**Nefidsa K, 2012**)

II.5.a) Etat de climat en 2017

- Début de l'année 2017 très froid, avec la survenue d'une vague de froid qui a sévi durant le mois de janvier 2017, cette vague de froid a affecté même les régions du Sud.
- Un été chaud, une saison estivale marquée par l'occlusion de plusieurs foyers de feu de forêts.
- Une saison d'automne chaude, Comme celles des dernières décennies et celle en cours (Automnes : 2004, 2006, 2013.etc).
- Début des pluies tardif, ce qui a engendré des impacts directs sur l'Agriculture et la ressource en eau affectant ainsi la disponibilité de l'eau dans les barrages (**ONM, 2017**).

II.5.1. Température

La température est un des éléments fondamentaux dans l'établissement du bilan hydrologique et dans la détermination du caractère climatique d'une région. Les données existantes sont celles des stations gérées par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH).

Les températures moyennes annuelles les plus élevées sont enregistrées dans la plaine du Haut Cheliff, elles varient entre 17 et 19°C à la station de Khemis Miliana et Ain Defla.

Les plus basses sont enregistrées dans les altitudes Nord et Sud ; elles varient entre 13 et 15 degrés (**Touhari F,2015**).

II.5.2. Précipitation

Les précipitations constituent l'un des éléments les plus importants qui définissent le climat d'un lieu donné. Etant donné que La région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride.

Ils ont été au cours des dernières années à des périodes illimitées de sécheresse (**Benamar I Et Boudahri A,2016**).

La figure 4 représente que l'année la plus pluvieuse, relative à la période d'observation considérée (2006-2017), est l'années 2008-2009 durant laquelle la hauteur pluviométrique atteint 627,1 mm, tandis que l'année 2015-2016 présente la plus faible avec 350,7.

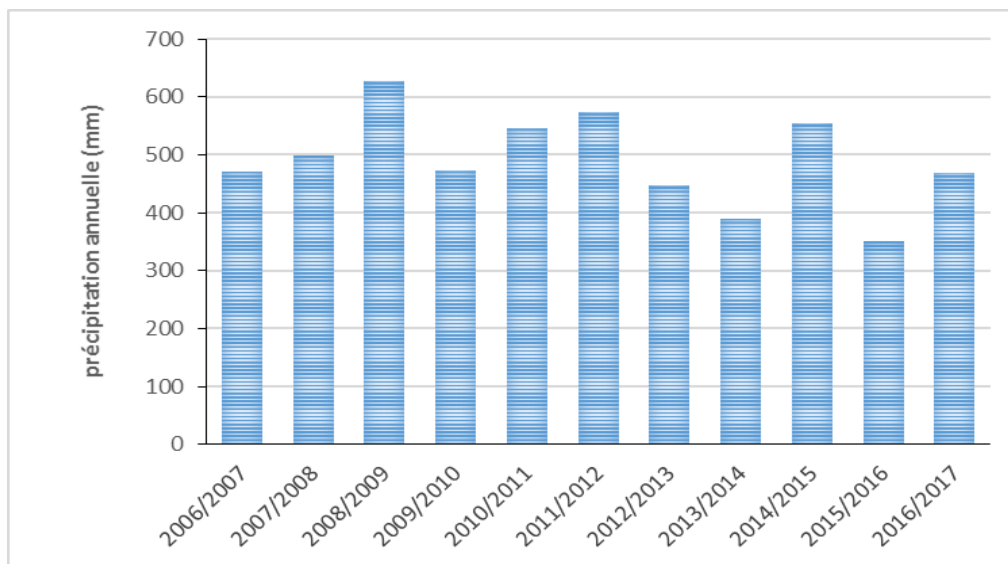


Figure 4 : Variation interannuelle des précipitations (2006-2017).

Le diagramme ombrothermique établi à la station de Khemis Miliana montre que le mois de janvier représente le mois le plus pluvieux durant une longue période (1968-2003) de 59,63mm. On constate que la période sèche s'étale du mois de mai au mois de septembre et le mois de juillet représente le mois le plus sec. La période humide s'étale du mois d'octobre au mois d'avril.

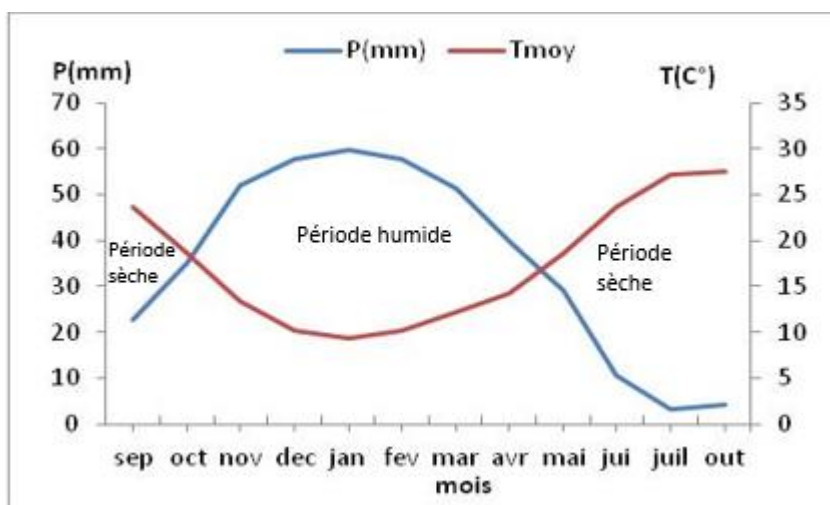


Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de la station de Khemis Miliana (1968-2003)

II.6. Hydrographie

L'Oued Cheliff, le cours d'eau le plus important de l'Algérie, la plaine est séparée de la plaine du moyen Cheliff par le seuil du Doui qui constitue un barrage relativement étanche entre les deux bassins, l'écoulement dans le Cheliff est quasi nul, son alimentation étant essentiellement due aux irrigations s'ajouter quelque faible débit provenant des lâches du barrage Ghrib ou Deurdeur ou Harreza.

En hiver ; les eaux issues des principaux affluents représentés par les Oueds Souffay, Boutane, Rayhane ou nord et les Oueds Deurdeur, Massine et Harreza ou sud. Sont collectées au centre de la plaine par l'Oued Cheliff qui chaine toutes les eaux du bassin versant vers l'exutoire (SOGREAH, 1984).

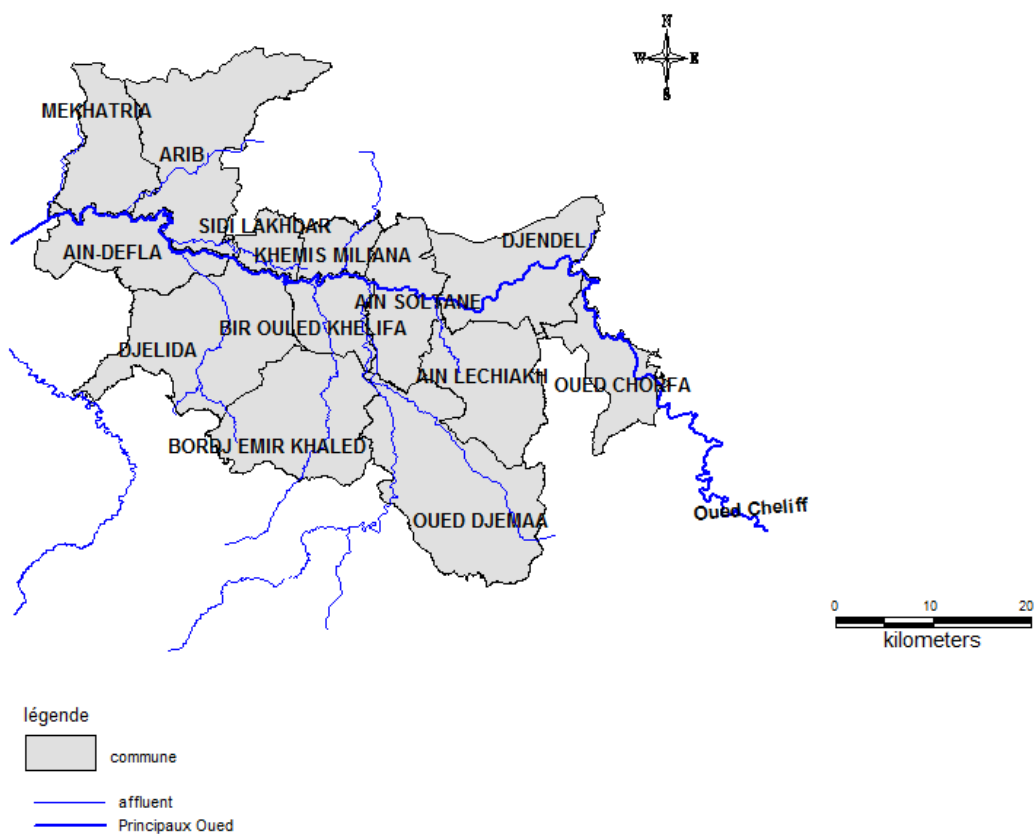


Figure 6 : Réseau hydrographie de la zone d'étude.

II.7. Géologie et Hydrogéologie

II.7.1. Géologie

La plaine proprement dite est constituée par des alluvions récentes du Cheliff, formée de galets, graviers, sables sous-jacents à des niveaux argileux et limoneux dominant. On note les alluvions anciennes de nature très diverse mais à fort pourcentage argileux en général. En fin une carapace calcaire de tufs blanchâtres, compacts ou pulvérulents est particulièrement développée au sud de la plaine (**Sahraoui N, 2014**).

II.7.2. Hydrogéologie

La plaine alluviale du Haut Cheliff est un remplissage alluvionnaire d'âge Moi-Plio-Quaternaire, représenté par des dépôts alluvionnaires comme du quaternaire et des grés de Moi- Plio- Quaternaire d'une épaisseur de 50 m à 100 m au niveau d'Oued Cheliff et d'une résistivité de 100 ohm. m. Les marnes constituent le substratum de cet horizon aquifère (**Tableau 2**).

L'alimentation de cette nappe est assurée par les eaux d'infiltration des :

- Précipitation tombée sur la plaine.
- Eaux de ruissellement des Oueds (Deurdeur, Cheliff, Souffay, Boutane).
- Eaux d'irrigation excédentaire.

Tableau 2 : comportement hydrogéologique des différentes formations de la plaine du Haut Cheliff (**Ikhlef S,2005**).

Formations	Epaisseur (m)	Age géologique	Comportement hydrogéologique	Type de nappe
Limons	6-20	Quaternaire	Imperméable	Peuvent rendre la nappe des alluvions captive
Alluvions grossière	50-150	Quaternaire	Perméable (Porosité d'interstices)	Captive a semi -captive (parfois libre)
Marnes	200	Pliocène	Imperméable	—
Grés et Poudings	100-200	Miocène	Perméable (porosité d'interstices)	Nappe captive à semi-captive

III Matériels et Méthodes

Pour élaborer notre travail et aboutir à nos objectifs, nous pensons qu'il est vraiment essentiel d'adopter une méthodologie appropriée, par le parcours méthodologique suivant :

Nous avons préconisé la préférence d'organiser notre travail, selon deux parties, une partie sous forme de calculs, la formulation aura mieux servi à comprendre le processus de développement de notre problématique et les résultats à obtenir.

Deuxième partie, nous avons collecté les informations pour évaluer les ressources en eau et en sol.

La démarche méthodologique est basée sur :

1. Les collectes des données.
2. Les méthodes de traitements.

III.1. Les données utilisées

L'étude est consacrée à des prises de contacts avec les différentes administrations, ces contacts ont permis de rassembler des données provenant de nombreuses sources différentes afin de collecter le maximum d'information qui nous seront utiles pour le quatrième chapitre de travail qui concerne l'évaluation des ressources en eau et en sol dans le bassin versant du Haut Cheliff.

III.1.1. Les données obtenues par l'office national de l'irrigation et du drainage (ONID)

Les types de données collectées auprès de l'ONID Khemis-Miliana sont les suivants :

- Asselements réalisés par spéculation
- Mode et nombre d'irrigation (aspersion, goutte à goutte, gravitaire).
- Evolution des superficies irriguées du Haut Cheliff
- Evolution de volume d'irrigation de GPI (volume lâché, volume allouée, volume distribuée) du Haut Cheliff.
- Evolution des doses d'irrigation dans le GPI du Haut Cheliff.
- Volume mise à la tête de réseau (MTR).

III.1.2. Les données obtenues par la direction des ressources des eaux (DRE)

Les types des données concerne les ressources conventionnelles et qui sont composées :

a- Les ressources en eau superficielles

- Les barrages : l'année de réalisation et capacité et la hauteur des barrages, volume régularisé.
- Les retenues collinaires : capacité.

b- La ressource en eau souterraine

- Les forages.
- Puits.
- Sources.

Selon différents usages (AEP, irrigation, industrie/service), débit exploité de forage et puits durant la période 2014 et 2017.

III.1.3. Les données obtenues par la direction des services agricoles (DSA)

Les types des données collecte aux prés de la direction des services agricoles

- Surface agricole utile (SAU),
- Surface agricole irriguée (SAI),
- La production et la superficie par commune et par type de culture.

Tableau 3 : les données collectes de la Surface agricole utile, Surface agricole irriguée et la surface agricole totale par commune (2017).

Communes	Superficie par commune (Ha)	Superficie agricole utile (Ha)	Superficie agricole totale (Ha)	Superficie Irriguée (Ha)
AIN DEFLA	10476	4753	6289	3900
MILIANA	3927	557	754	76
BOUMEDFAA	12894	8491	10919	10
KHEMIS MILIANA	4119	2428	2500	1034

Tableau 4 : Evolution de la superficie et de la production par commune pour le céréale (2017).

comune	BLE DUR		BLE TENDRE		ORGE		AVOINE		TRITICALE		TOTAL	Production récoltée(qx)
	Sup moiss(ha)	Prod reco(qx)	Sup moiss(ha)	Prod reco(qx)	Sup moiss(ha)	Prod reco(qx)	Sup moiss(ha)	Prod reco(qx)	Sup moiss(ha)	Prod reco(qx)	Sup moissonné	
Colonnes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11=1+3+5+7+	12=2+4+6+8+10
AIN DEFLA	1410	36770	10	360	300	7500	40	440	0	0	1760	45070
DJELIDA	5914	107985	100	1820	1690	31168	30	300	0	0	7734	141273
BOURACHED	1700	26385	100	1800	600	10800	30	300	0	0	2430	39285
DJEMAA ,O C	1200	15600	0	0	1500	22500	0	0	0	0	2700	38100
EL AMRA	2565	69750	42	1400	300	4500	0	0	0	0	2907	75650
MEKHATRIA	700	17500	120	3000	200	3000	0	0	0	0	1020	23500
ARIB	110	1210	140	3572	60	821	0	0	0	0	310	5603,1
ARIB	1090	25168	0	0	340	5179	10	90	0	0	1440	30437
MILIANA	0	0	0	0	25	650	0	0	0	0	25	650

D'autres documents et rapports de synthèse nous ont été utiles notamment lors de l'interprétation et de la discussion des résultats obtenus.

III.2. Méthodes de travail

Certains documents ont été récupérés sous forme d'archives et ils ont été transformés sous forme de tableau Excel à l'aide de la saisie.

Nous avons calculé le rendement des cultures dans le GPI du Haut Cheliff et par commune, on divisant la production par rapport à la superficie :

$$RDT = \frac{\text{Production (QX)}}{\text{Superficie (Ha)}}$$

III.3. Traitements des données

Le traitement des données est établi à l'aide des logiciels suivants :

- Logiciel Excel 2010 pour traiter les données et établir les graphes suivants :
 - Débit exploité des forages et puits pour les différents secteurs durant la période (2014-2017).
 - Superficies utiles et superficies irriguées par communes durant la période 2009 à 2017.
 - Evolution de capacité et de volume régularisé des barrages.
 - Evolution des superficies irriguées, des doses d'irrigations et des volumes d'irrigations dans le GPI.
 - La relation entre les précipitations et le rendement des cultures durant la période (2006-2017).

- La relation entre la production et la superficie pour les différentes cultures (2006-2017).
- La relation entre les céréales et fourrages durant la période (2006-2017).
- La relation entre les superficies irriguées et volumes lâchés distribués (2009-2017).
- Logiciel XLSTAT 2016 version 02.27444 pour établir la régression linéaire entre la superficie irriguée et le volume lâché durant la période (2009-2017).
- Logiciel SIG, MapInfo Professional version 9,5 Release Build 35. 2009, pour établir les cartes de localisation de la région d'étude (figure 7), des GPI, des barrages, et des forages.

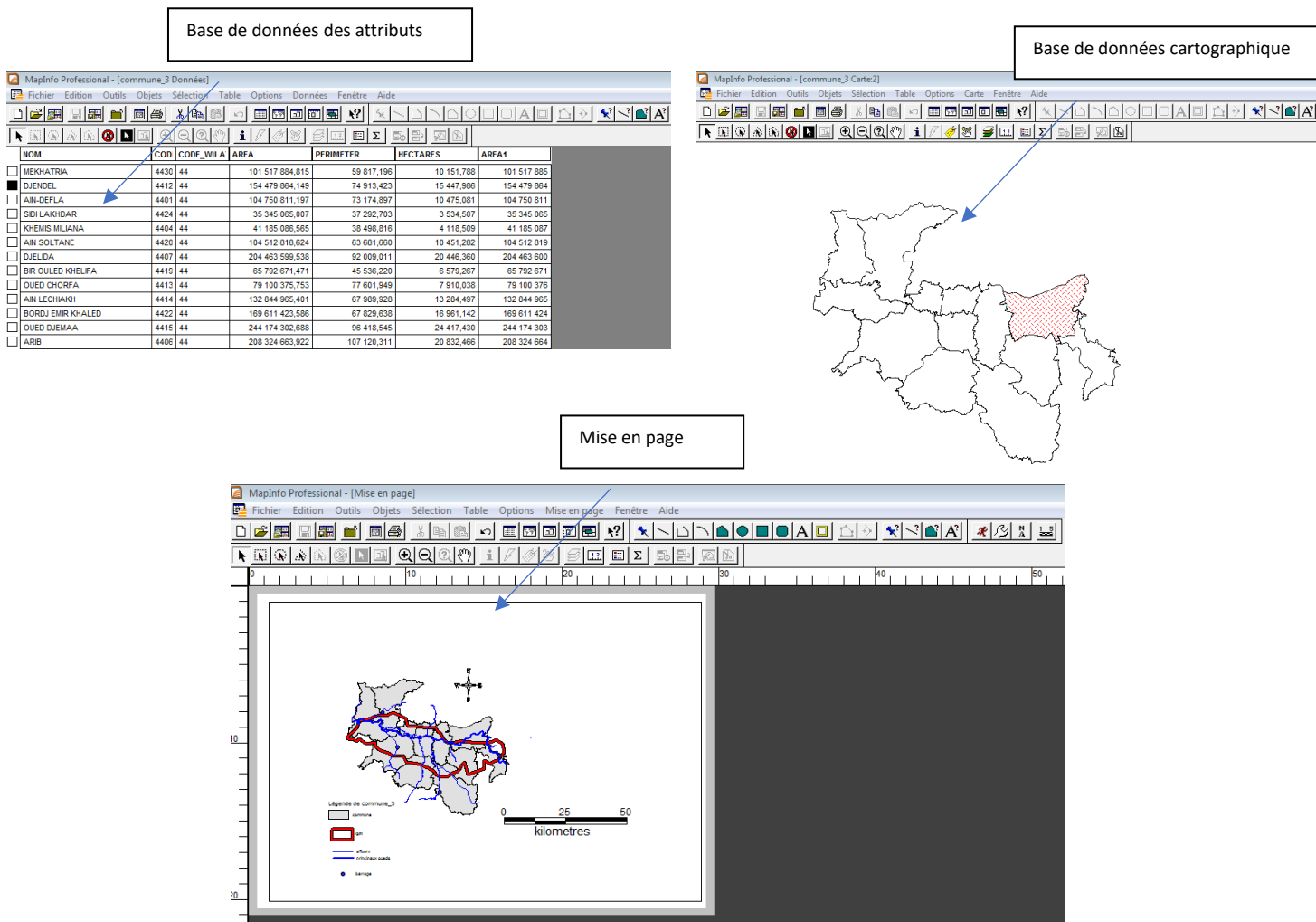


Figure 7 : exemple d'élaboration d'une carte de la région d'étude.

IV.1. Ressources en eaux

L’objectif de cette partie d’étude est d’aboutir à une évaluation des ressources en eaux superficielles mobilisées et ceci à travers les infrastructures des mobilisations existantes sur l’ensemble de l’aire d’étude.

Toutes les infrastructures de mobilisation existantes sont situées dans le bassin du Haut Cheliff, principal bassin de la région d’étude. On note l’existence de 05 grands barrages (Figure 8), on à quatre (04) barrages dans la zone d’étude le barrage Sidi M’hamed ben Taiba, de Ghrib, de Harreza, de Deurdeur, et un barrage de ouled mellouk qui est hors du périmètre d’étude. Les ressources en eaux mobilisées par les infrastructures existantes sont destinées à l’alimentation domestique des localités de la willaya d’Ain defla et à l’irrigation du périmètre du Haut Cheliff qui participe au développement agricole.

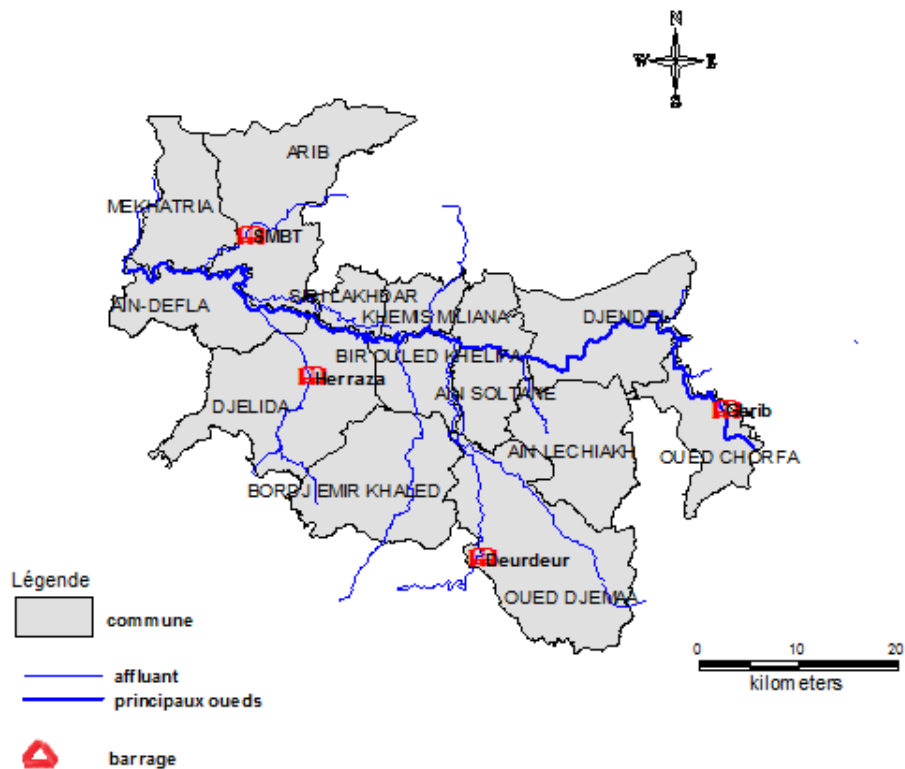


Figure 8 : Localisation des barrages dans le bassin du Haut Cheliff.

IV.1.1. Barrages

La wilaya d’Ain Defla dispose actuellement de (05) barrage en exploitation, dont (04) barrages dans le périmètre de Haut Cheliff : le barrage de Ghrib avec une capacité de 186 Hm³ et un volume régularisé de 82 Hm³/an, il est mis en service 1939 (Tableau 5). Le barrage de Deurdeur avec une capacité de 105Hm³ et un volume régularisé de 44 Hm³/an, sa réalisation est en 1884. Le barrage de Harreza avec une capacité de 76 Hm³ et un volume régularisé de 23 Hm³/an, sa mise en service fut en 1984. Le barrage de Sidi M’hamed Ben Taiba avec une capacité de 75 Hm³ et un volume régularisé de 56 Hm³/an, sa réalisation était en 2006.

Tableau 5 : Infrastructure de mobilisation (Barrage)

Barrage	Commune	Oued	Type	Année de mise en eau	Superficie du bassin versant (km ²)	Capacité (Hm ³)	Hauteur (m)	Volume régularisé (Hm ³ /an)	Destination
Ghrib	Oued Chorfa	oued Cheliff	ENR	1939	23300	186,32	65	82	AEP Médéa, Berouaguia wilaya de Médéa AEP Oued Chorfa, wilaya d’Ain defla Irr périmètre du haut Cheliff (20300 Ha)
Deurdeur	Tarik Ibn Ziad	oued Zemmour	TERR	1984	468	105,12	41	44	AEP Teniet el Had,wilaya de Tissemsilt Irr Périmètre du hait Cheliff (20300 Ha)
Harreza	Djelida	oued Harreza	TERR	1984	142	76,65	41	23	irr Périmètre du haut Cheliff (20300Ha)
Sidi M’hamed Ben Taiba	Arib	Oued Ebda	TERR	2006	276	75	62	56	AEP El khemis,S Lakhder,Arib,Ain defla, Mkhatria, El Amra Irr périmètre d’el Amra -El Abadia

(DRE 2017)

Le tableau 6 représente les dates de début des lâches et arrêt des lâches aux niveaux des 3 barrages

Tableau 6 : les lache au niveau des barrages

Barrage	Début des lâchers	Arrêt des lâchers
Deurdeur	13/03/2017	05/11/2017
Harreza	02/03/2017	30/07/2017
Ghrib	30/03/2017	09/11/2017

ONID (2017)

IV.1.2. Evolution des capacités installées et des volumes régularisés

La construction des barrages en Haut Cheliff remonte à la période de coloniale (barrage Ghrib 1939) suivi par trois autres ouvrages achevés après l'indépendance (Deurdeur, Harreza, Sidi M'hamed Ben Taiba).

Les réalisations de ces dernières années, ont permis d'atteindre une capacité totale installée de 443.09 Hm³. Compte tenu de la variété des sites topographiques aménagés et de l'importance hydrologique de bassins versant du Haut Cheliff, ces barrages ont des capacités très différenciées. On remarque que barrage Ghrib à une grande capacité de 186,32 Hm³ par rapport aux autres barrages, par contre la capacité minimale revient au barrage de SMBT qui est estimé à 75 Hm³. Ensuite le volume régularisé annuel des barrages en exploitation, se situe autour de 205 Hm³/an. La répartition des volumes régularisés est toutefois, très variable d'un bassin à l'autre. Le volume régularisé annuel le plus élevé revient au barrage Ghrib de 82 Hm³/an. Le volume régularisé annuel minimal revient au barrage Harreza avec 23 Hm³/an. Il est à signaler qu'aucune étude des projets de barrages n'est enregistrée pour l'horizon de 2020 à 2030 dans la région du Haut Cheliff.

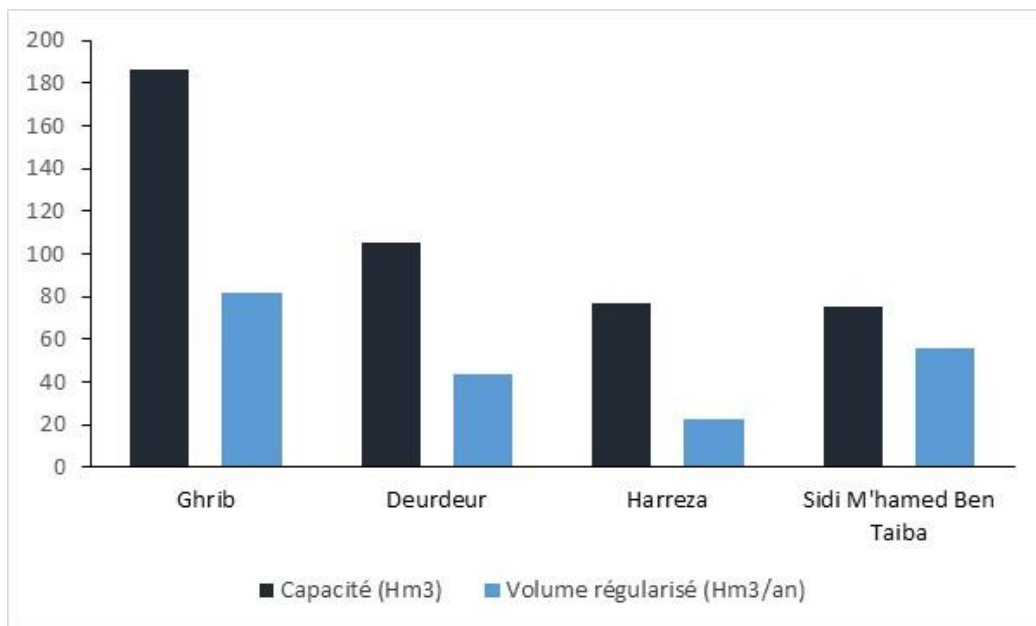


Figure 9 : Evolution de capacité et de volume régularisé des barrages 2017.

IV.1.3. Retenues collinaires

Les retenues collinaires ont, certes, un impact très réduit mais elles présentent l'avantage de demande des investissements limités et d'être maitrisable à l'échelle d'un petit bassin ou d'une commune.

Dans la région du Haut Cheliff il y a une seule retenue collinaire à Ain lechiekh réalisé en 2006 sur l'oued Telbent avec une capacité de 0.500 Hm³, elle est destinée à l'irrigation des terres agricoles du périmètre étudié.

IV.1.4. Forages, puits et sources

L'inventaire des points d'eau établi par la direction des ressources en eau n'a touché que Le Haut Cheliff et a dévoilé l'existence de 2722 points d'eaux répartis entre 878 forages et 1717 puits et 127 sources pour différents usages : irrigation, AEP et industrie/services.

Le tableau suivant récapitule la mobilisation des ressources en eau souterraines par nombre de forages, des puits et sources dans 13 communes pour l'année 2017.

Tableau 7 : Nombre des ouvrages de mobilisation par type d'usage en 2017

ouvrage de mobilisation	AEP	IRR	IND/services	Total
	NBR	NBR	NBR	
Forages	81	734	63	878
Puits	37	1586	94	1717
Sources	127	/	/	127
Totale	245	2320	157	2722

DRE(2017)

D'autre part, selon la direction des ressources en eau et sur la base d'un inventaire établi par nous pris comme échantillon de comparaison de deux années 2014 et 2017, nous avons fait cette comparaison des ressources souterraines durant deux années pour faire une évaluation sur l'état d'exploitation de ces ressources pour différents secteurs : AEP, l'irrigation, industrie/services (**Tableau 8,9**).

Les Tableaux ci-dessous représentent un inventaire de points d'eau selon différents usages (AEP, irrigation, industrie/services) en 2014 et 2017, le débit exploité des forages et puits est de l'ordre de 217.96 Hm³/an en 2014 et 225.04Hm³/an en 2017 pour le forage, et 24.15Hm³/an en 2014 et 24.80 Hm³/an en 2017 pour les puits.

Tableau 8 : nombre des points d'eau et volumes exploités pour différents usages en 2014

Ouvrage de mobilisation	Bilan Annuel					
	AEP		IRR		IND/services	
	NBR	Débit exp (Hm ³ /an)	NBR	Débit exp (Hm ³ /an)	NBR	Débit exp (Hm ³ /an)
Forages	81	45,54	678	167,39	47	5,03
Puits	37	2,18	1553	21,36	80	0,60
TOTAL	118	47,72	2231	188,75	127	5,64

(DRE 2017)

Tableau 9 : Inventaire des points d'eau pour différents usages en 2017

ouvrage de mobilisation	Bilan Annuel					
	AEP		IRR		IND/services	
	NBR	Débit exp (Hm ³ /an)	NBR	Débit exp (Hm ³ /an)	NBR	Débit exp (Hm ³ /an)
Forages	81	45,00	734	173,70	63	6,34
Puits	37	2,20	1586	21,80	94	0,80
TOTAL	118	47,20	2320	195,50	157	7,14

(DRE 2017)

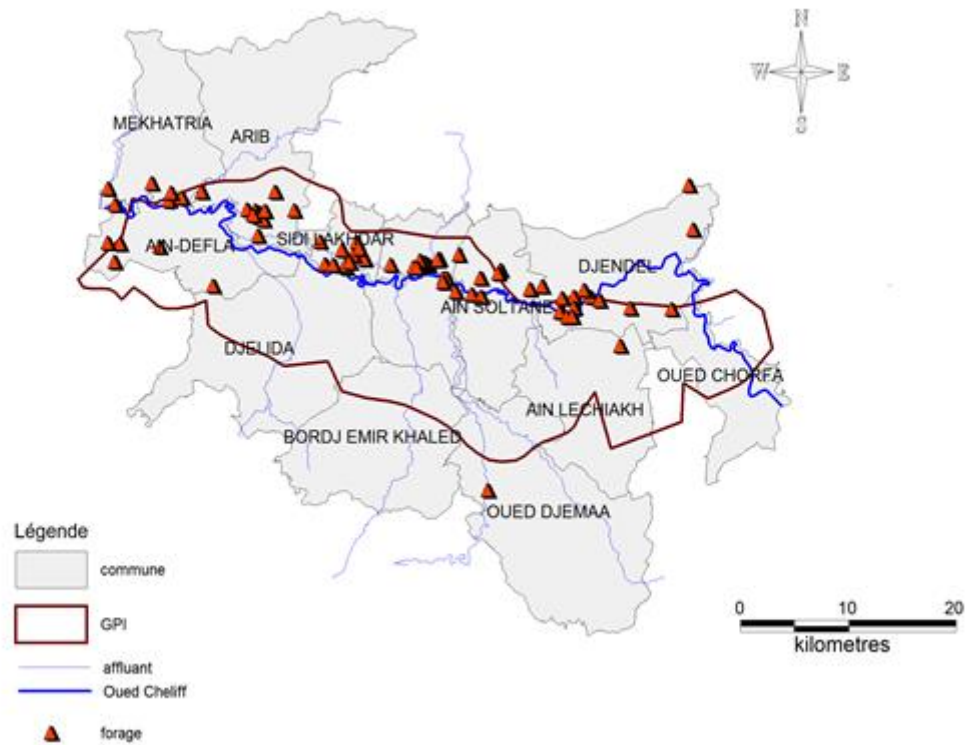


Figure 10 : Localisation des forages en exploitation dans la plaine du Haut Cheliff.

Les données recueillies auprès de la direction des ressources en eau concernant l'état d'exploitation des ouvrages mobilisés par type d'usage durant les deux années (2014-2017) nous ont permis de tracer les graphes suivants (**Figure 11,12**).

✓ Année 2014

D'après les figures 11 et 12 l'exploitation des ressources en eau souterraine se partage selon différents secteurs : alimentation en eau potable, irrigation, industrie/service par les forages et les puits. La ressource en eau souterraine mobilisée dans le Haut Cheliff est très importante. Elle est d'environ $217.96 \text{ Hm}^3/\text{an}$ pour les forages, avec une grande part estimée à $167.39 \text{ Hm}^3/\text{an}$ affectée à l'irrigation, $45.54 \text{ Hm}^3/\text{an}$ à l'alimentation domestique et $5.03 \text{ Hm}^3/\text{an}$ à l'industrie/services. D'autre part $24.15 \text{ Hm}^3/\text{an}$ pour les puits répartis inégalement entre les différents secteurs comme suite à $21.36 \text{ Hm}^3/\text{an}$ affectée à l'irrigation, $2.18 \text{ Hm}^3/\text{an}$ à AEP et $0.60 \text{ Hm}^3/\text{an}$ à l'industrie/services.

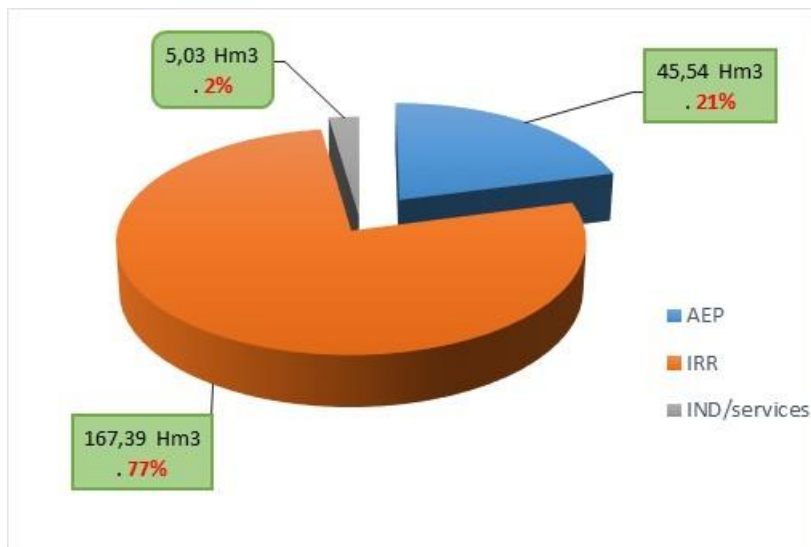


Figure 11 : répartition des volumes exploités des forages des différents usages en 2014.

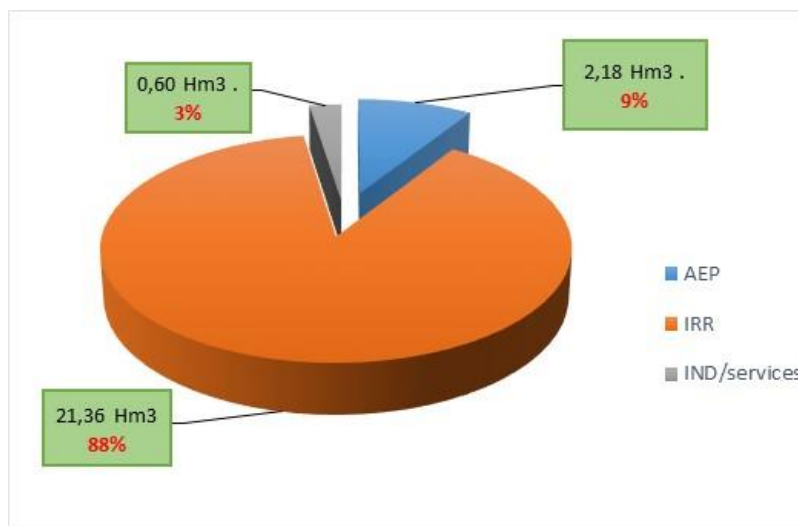


Figure 12 : répartition des volumes exploités des puits des différents usages en 2014.

✓ **Années 2017**

Dans cette année, nous enregistrons que la ressource souterraine mobilisée dans la zone d'étude commence à être importante. On remarque une légère augmentation, elle est d'environ 225.04Hm³/an pour les forages, avec une grande part estimée à 173.70 Hm³/an affectée à l'irrigation, 45 Hm³/an à l'alimentation domestique et 6.34Hm³/an à l'industrie/services, et 24.08 Hm³/an pour les puits, elle est estimé à 21.80 Hm³/an affectée à l'irrigation, 2.20 Hm³/an à AEP et 0.80 Hm³/an à l'industrie/services.

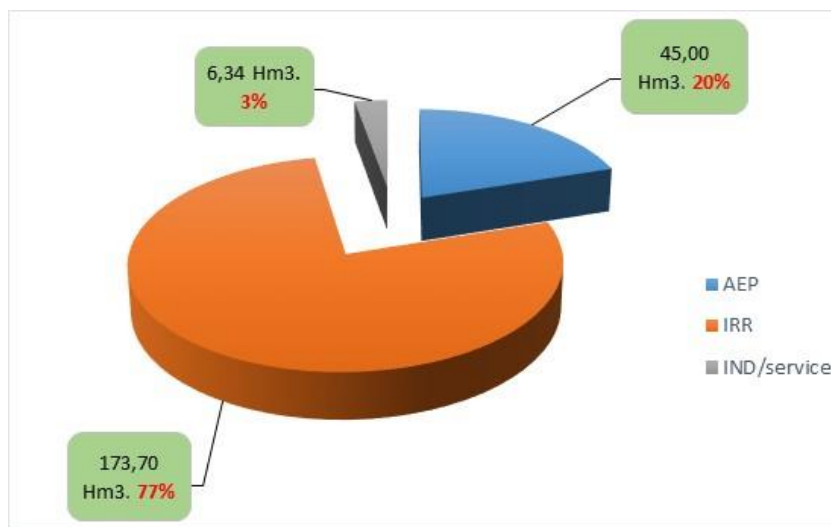


Figure 13 : répartition des volumes exploités des forages des différents usages en 2017.

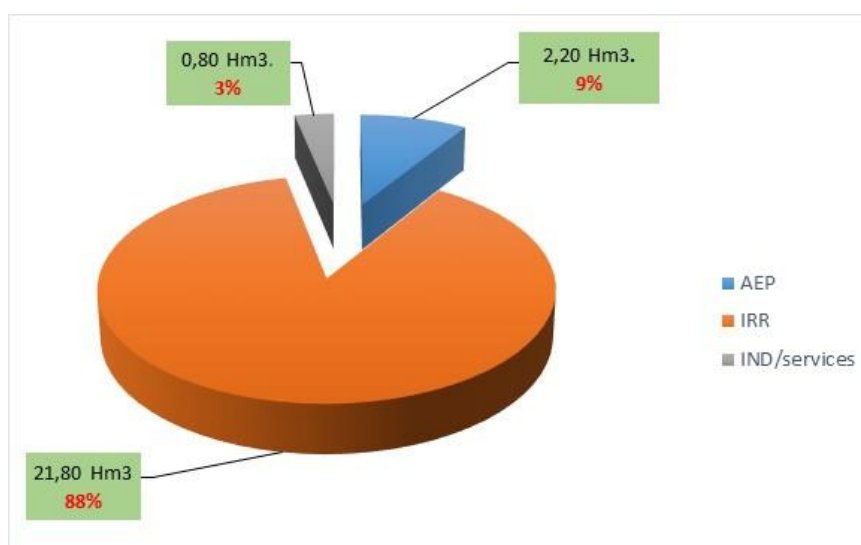


Figure 14 : répartition des volumes exploités des puits des différents usages en 2017.

IV.2. Superficie irriguée

Cette partie a pour l'objectif de dresser un état des lieux en matière d'irrigation pour le grand périmètre d'irrigation et les superficies irriguées et les superficies utiles, entrant dans l'aire de l'étude.

La région du Haut Cheliff est en grande partie une zone d'agriculture, elle alimente en produits de fruits et légumes une population locale de près de 833 742 d'habitants, elle exportait auparavant une grande quantité d'agrumes vers d'autres régions du pays et à l'étranger.

IV.2.1. Situation actuelle de grand périmètre d'irrigation

La zone d'étude compte un grand périmètre d'irrigation en exploitation c'est le périmètre de Haut Cheliff datant des années 1941. Le périmètre du Haut Cheliff est en voie de réaménagement et de rénovation pour une irrigation d'aspersion à court terme. Il est constitué par des canaux préfabriqués vétustes et dégradés, leur réaménagement complet ou partiel est en cours ou programmé pour le court terme.

Dans cette partie nous utilisons les termes (superficie classée, superficie équipée, superficie irrigable, superficie irriguée, superficie souscrite, et superficie prévue), que nous définissons comme suit :

- **Superficie classée** : c'est la superficie définie et fixée par arrêté, avant toute étude de mise en valeur des sols en irrigués.
- **Superficie équipée** : c'est la superficie géographique brute sur laquelle est installé un réseau d'irrigation – drainage, elle comporte donc les pistes intérieures des périmètres ainsi que les emprises des divers réseaux.
- **Superficie irrigable** : c'est la superficie équipée, diminuée des emprises des pistes et réseaux. En général, on considérera que la superficie irrigable est égale à 80% de la superficie équipée.
- **Superficie irriguée** : c'est la somme de la superficie des parcelles complantées ou cultivées et effectivement irriguées, en une année donnée.
- **Superficie souscrite** : c'est la superficie déclarée par l'utilisateur avant le début de la campagne d'irrigation pour être irriguée.

- **Superficie prévue** : c'est la superficie déterminée par l'ONID, après enquête sur terrain d'après la spéculation de culture que l'exploitant veut mettre en irrigué.

IV.2.2. Description de grand périmètre d'irrigation

Ce périmètre, situé au pied du mont du Zaccar aux environs d'EL Khemis a été créé en 1941. Il a une superficie équipée de 21 035 Ha et une superficie irrigable de 16000 Ha. Il est situé dans la wilaya d'Ain Defla, répartie à travers 13 communes : Ain Defla, Djendel, Arib, Djelida, Ain Soutane, Khemis Miliana, Sidi Lakhdar, Bir Ouled Khelifa.

L'oued Cheliff partage le périmètre en deux (02) rives :

- La rive droite la plus grande d'une superficie géographique de 11305 ha, elle est répartie en cinq (05) secteurs

- Secteur n°01 Djendel : 1610 ha
- Secteur n°02 Ain Chaiba : 920 ha
- Secteur n°03 El Khemis : 3190 ha
- Secteur n°04 Sidi Lakhdar : 2885 ha
- Secteur n°05 Arib : 2700 ha

- La rive gauche d'une superficie géographique de 9730 ha, répartie en trois (03) secteurs :

- secteur Ouest : 4717 ha
- secteur Est : 1950 ha
- secteur centrale : 3063 ha

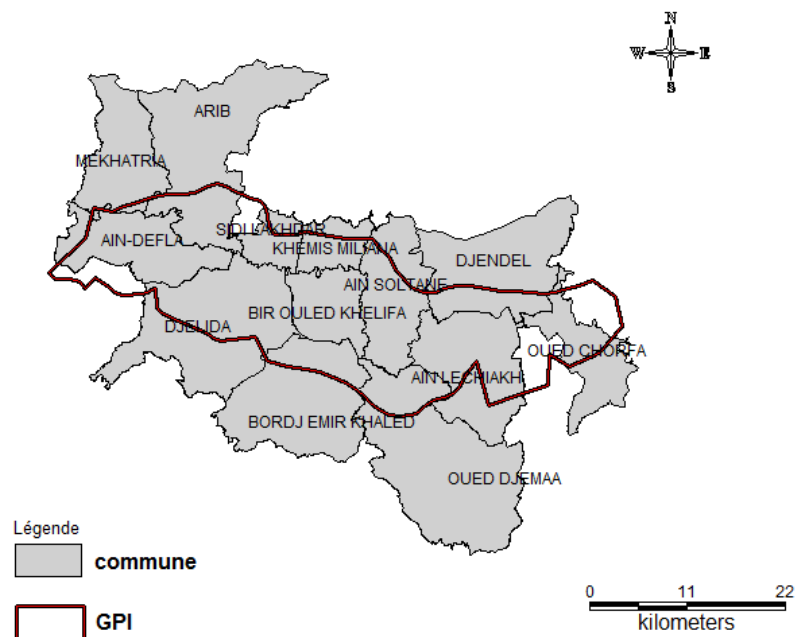


Figure 15 : Carte du grand périmètre d'irrigation de Haut Cheliff.

IV.2.3. Bilan des superficies de grand périmètre d’irrigation

La superficie irrigable d’un périmètre est conditionnée avant tout par la nature des sols. D’après la classification des sols effectués par l’ANRH sur cinq (05) catégories de sols, les sols irrigables sont classés en trois catégories (I, II, et III) qui justifient leur mise en valeur sous irrigation.

D’après les enquêtes menées auprès de l’office national de l’irrigation et du drainage (ONID) et de direction des services agricoles (DSA), les superficies équipées, irrigables et irriguées en 2017 pour le grand périmètre du Haut Cheliff sont illustrées dans le tableau suivant :

Tableau 10 : superficie de GPI

Superficie (ha)	Haut Cheliff
Equipée	21035
Irrigable	16000
Irriguée (2017)	8313

On constate dans ce tableau que l’écart important entre les superficies équipées (21 035 Ha) et les superficies irrigables (16 000 ha), est dû au fait que dans certains cas, les réseaux sont très dégradés et inutilisables.

Le graphe suivant montre l’écart important entre les superficies équipées et les superficies irrigables ainsi que les superficies réellement irriguées en 2017.

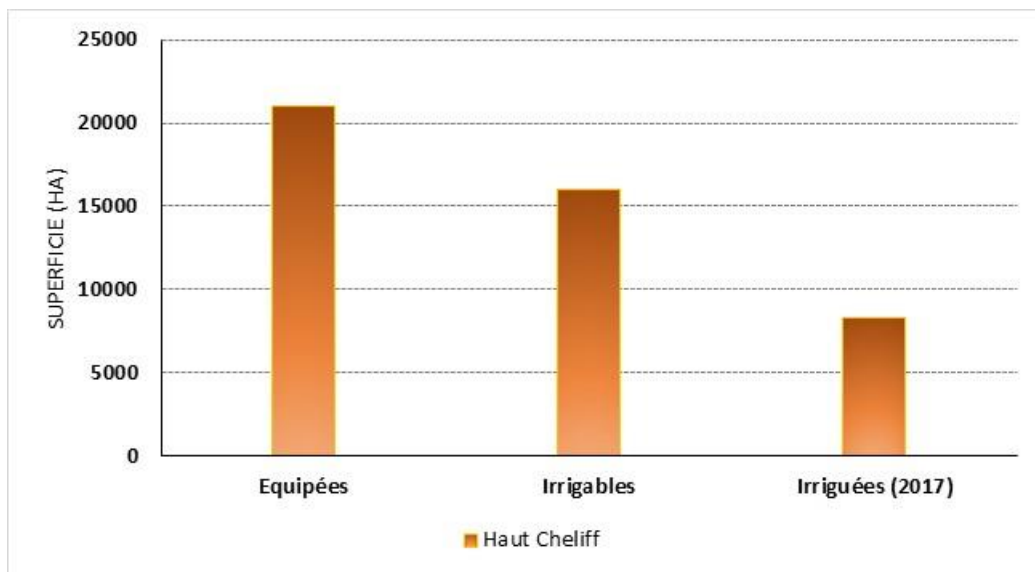


Figure 16 : bilan des superficies du GPI

Les superficies irrigables sont, elles aussi, beaucoup plus importantes que les superficies irriguées, en raison du manque d'eau d'irrigation disponible.

La superficie irriguée en 2017 à travers le périmètre d'irrigation par rapport à la superficie irrigable est de 52 % dans le périmètre de Haut Cheliff.

IV.2.4. Superficies agricoles utiles et superficies irriguées

L'enquête menée auprès des services agricoles de la wilayas faisant partie de la zone d'étude, a permis d'établir l'inventaire des superficies agricoles utiles et les superficies irriguées par commune en 2017(**Tableau 11**).

Tableau 11 : Superficies utiles et superficies irriguées par commune en 2017

Communes	SAU (ha)	Superficie Irriguée (ha)
Ain Defla	4753	3900
Khemis Mliana	2428	1034
Arib	5385	3342
Djelida	14302	3599
Djendel	10168	6002
Oued Chorfa	2798	491
Ain lechiekh	9430	1273
B.O.Khelifa	4928	4520
Ain Sulttan	7405	5563
B.E.Khaled	5976	441
Sidi Lakhder	3372	2047
Mkhatria	5030	1857
Totale	75975	34069

DSA(2017)

On constate dans ce tableau que la superficie agricole superficie irriguée à 34069 Ha soit 44% par rapport à la superficie agricoles utile estimé à 75975 Ha.

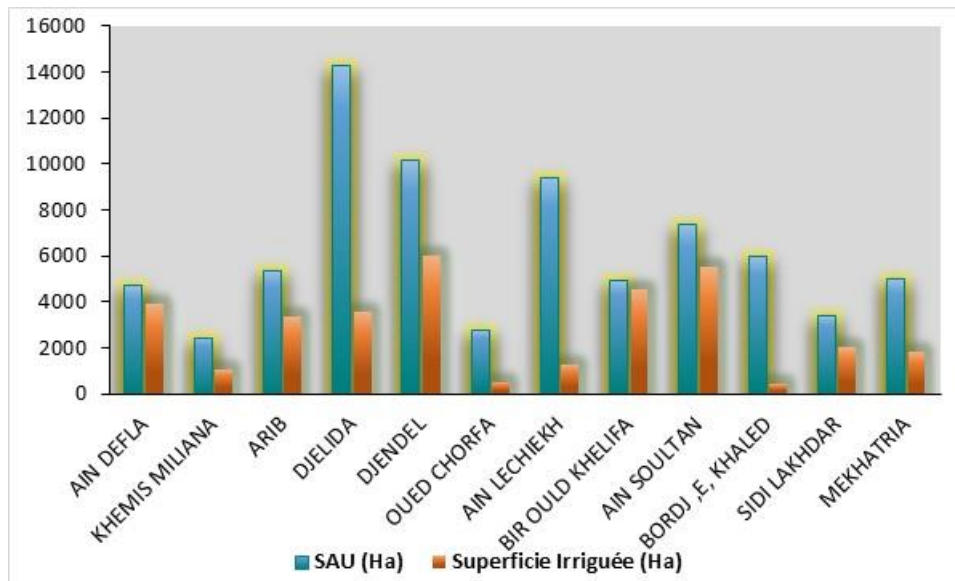


Figure 17 : Superficies utiles et superficies irriguées par communes en 2017

La lecture du graphe (Fig 17) nous fait constater une grande différence entre la superficie agricole utile et la superficie irriguée de chaque commune. Cette différence flagrante est remarquable pour les communes Djelida, Djendel, Ain lechiekh, Bordj, E, Khaled, ceci peut être due de manque des installations concernant l’irrigation. Ensuite on remarque pour les communes de Ain Defla, Bir, O, Khelifa et Ain Sulttan que les superficies irriguées est très proche par rapport les celle utiles.

IV.2.5. Modulation des volumes

L’efficacité du réseau d’irrigation est un indicateur qui permet de chiffrer le volume annuel Moyen des pertes dans le réseau. C’est un indicateur de gestion de l’eau important, car il fournit une estimation du manque à gagner en surface à irriguer. D’après le bilan de l’année 2017 de L’ONID, On constate (Tableau 12) l’efficacité total des volumes alloués, volumes lâchés et volumes MTR des barrages. On remarque que l’efficacité de réseau de distribution des eaux a atteint 63% au niveau des barrages Deurdeur et Ghrib respectivement, alors que l’efficacité atteint 98 % pour le barrage Harreza ceci due à la localisation proche de barrage au périmètre.

Le volume des pertes du réseau est estimé de 77% de volume mise en tête de réseau soit 18.99 Hm³. Cette perte annuelle a pour conséquence directe une régression des superficies irriguées. Ces pertes proviennent de fuites au niveau des canalisations et aussi du piratage

par les riverains, encouragés par l’absence sur le terrain d’une police des eaux et surtout par la quasi-absence d’associations d’irrigants faisant contrepoids à ces pratiques.

Tableau 12 : volume alloue, lâcher et distribue dans le périmètre de Haut Cheliff

Unité	Ressources	Volume Alloue (Hm ³)	Volumés Lâchés. (Hm ³)	Volume MTR (Hm ³)	Volume Distribue A IP (Hm ³)	Total Distribue (Hm ³)	EFFICIENCE %		
							Parcours	Réseau	Total
Haut Cheliff	Deurdeur	25	24,586	18,997	7.47	15,55	77%	39%	63%
	Harreza	2,493	2,493	2,451	1.28	2,43	98%	52%	98%
	Ghrib	53	50,385	38,245	28.8	31,08	76%	75%	62%
Total Unité		80,493	77,464	59,693	37.545	49,061	77%	63%	63%

ONID(2017)

Volume MTR : Le volume mis à la tête du réseau. C’est un volume d’eau du barrage qui arrive à la tête du réseau d’irrigation.

IV.2.6. Station de pompage et mode de distribution

Le périmètre de Haut Cheliff est doté de quatre stations de pompage et de Cinq stations de reprises : Station Djendel mère , station Khemis I dessert les superficies de La rive droite par les bassins de compensations respectives de 50.000 m³ et 10 .000 m³. La station Khemis II et la station de Herraza Desservent les superficies de la rive gauche. Les lâchers d’eau sont assurés à partir des barrages de Ghrib, Deurdeur et Herraza.

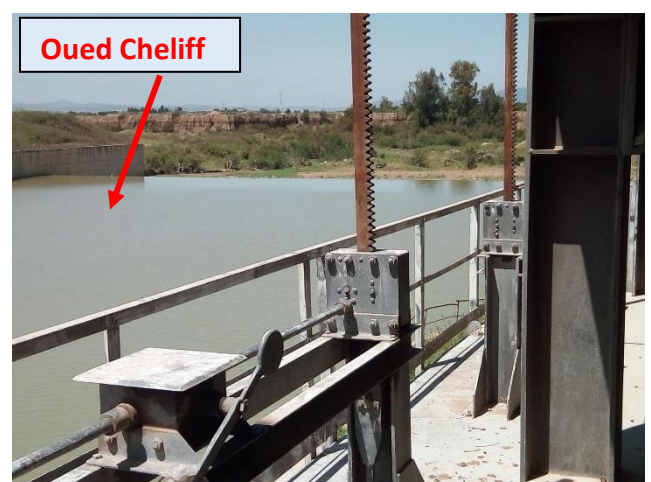


Figure18 : Station de pompage de Khemis Miliana sur l’Oued Cheliff.

IV.2.7. Evolution des superficies irriguées et des volumes lâchés distribués pour le Haut Cheliff

Les superficies actuellement cultivées dans le périmètre résultent des informations collectées par l'office national de l'irrigation et de drainage (ONID) et la direction des services agricoles de wilaya (DSA). L'évolution de ces superficies irriguées par type de culture de 2009 à 2017 est présentée par spéculation, comme suit.

En 2009, la superficie effectivement irriguée a été de 2609 ha avec un volume d'eau distribué de 36 Hm³/an. A partir de cette année, on enregistre une évolution considérable des superficies réellement irriguées jusqu'à atteindre une superficie effectivement irriguée en 2017 de 8313 ha avec un volume distribué de 49 Hm³/an

Les superficies effectivement irriguées de 2009 à 2017 sont présentées dans le Tableau 13.

Tableau 13 : Superficies irriguées et volumes distribués de Haut Cheliff.

Année	Volume distribué (Hm ³ /an)	Superficie irriguée
2009	36	2609
2010	30	3429
2011	25	3372
2012	36	4921
2013	47	6998
2014	47	7613
2015	55	8893
2016	47	7743
2017	49	8313

ONID(2017)

D'après la figure 19 on remarque que l'évolution des superficies irriguées dans le Haut Cheliff dépend des volumes distribués. L'amélioration des superficies irriguées est observée depuis 2009 à 2609 Ha jusqu'à 2017 avec une superficie de 8313 Ha de terre irriguée, on constate que la grande superficie irriguée est enregistré en 2015 avec une superficie de 8893 Ha.

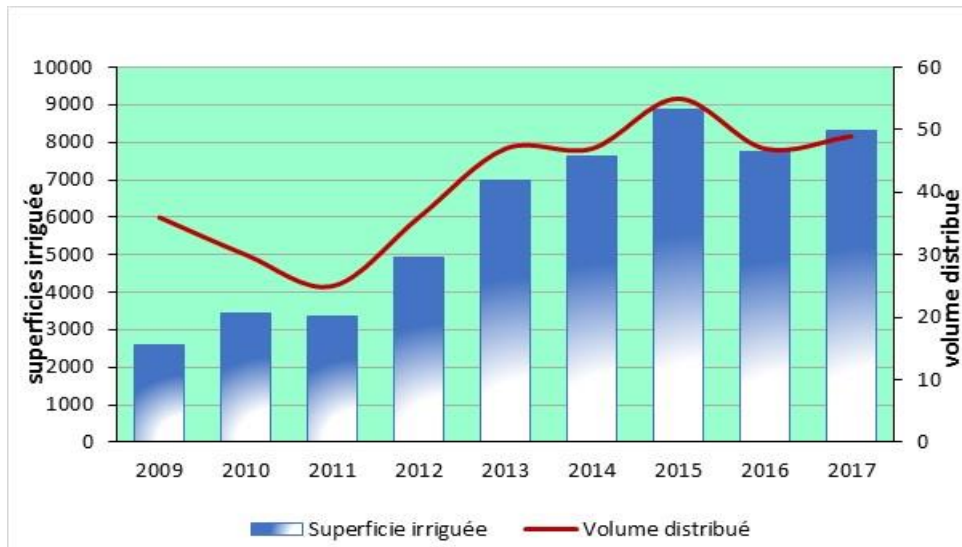


Figure 19 : Evolution des superficies irriguées et des volumes lâchers distribués pour le Haut Cheliff.

IV.2.8. Assolements réalisés par spéculation

Le tableau 9 représente les superficies prévue et réalisées par différents types de culture. La lecture du tableau montre que la culture pomme de terre saisonnière occupe un espace important soit une Superficie réalisée de 2112 Ha d’une superficie prévue de 1100 Ha, avec un taux qui de 192%. la même chose est remarqué avec les pommes de terre arrière-saison, d’une superficie réalisée de 1676 Ha de 1350 Ha prévue et un taux de 124%, suivi par les céréales de 1257 Ha réalisée avec un taux de 87% et les AFD par une superficie réalisée de 1768 Ha et un taux de 80%, par contre la plus faible superficie revient au culture fourragère d’une superficie réalisée de 11 Ha .ceci peut être expliqué que le fait que ces culture sont les plus dominants dans le périmètre du Haut Cheliff.

Tableau14 : la superficie prévue et réalisée par différents types de culture en 2017.

Culture	Superficie Prévue (Ha)	Superficie Réalisée (Ha)	Taux(%)
Agrumes	350	277	79%
AFD	2200	1768	80%
Olivier	400	327	82%
CMD	600	576	96%
PDT.S	1100	2112	192%
PDT A/S	1350	1676	124%
Culture fourragère	50	11	21%
Céréales	1450	1257	87%
TOTAL	7500	8004	111%

ONID(2017)

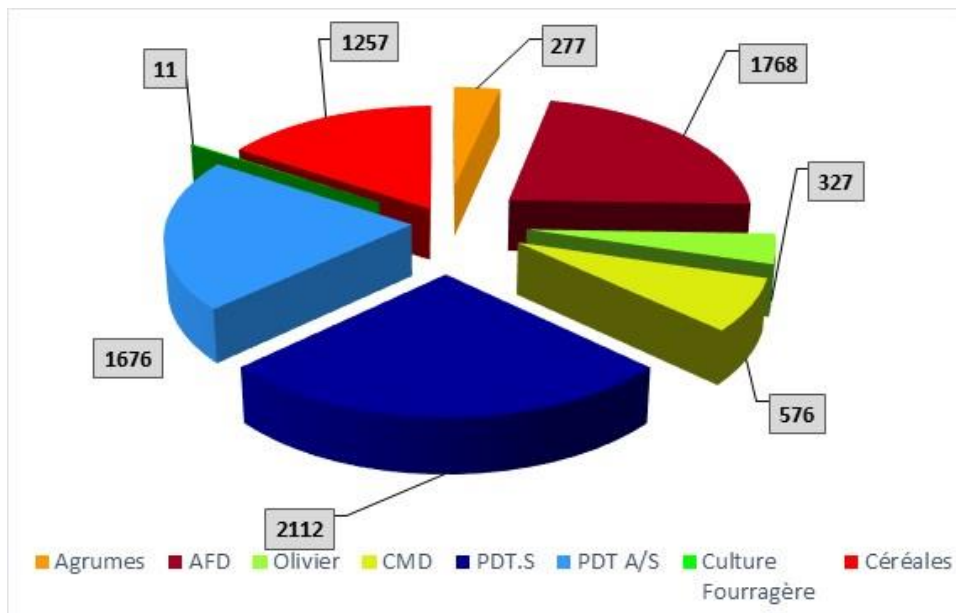


Figure 20 : Superficies prévues et réalisées par type de culture

IV.2.9. Evolution des surfaces irriguées et des systèmes d’irrigations utilisés en 2017

Le bilan annuel du L’ONID de 2017 (tableau 15) indique que le mode d’irrigation aspersion représente 57% de la surface irriguée totale, alors que les techniques gravitaires et de goutte à goutte représentent respectivement 37% et 6% des superficies irriguées. Cette progression formidable de la technique aspersion peut être expliquée par plusieurs facteurs notamment :

- L’irrigation par aspersion permet de s’affranchir de tout travail parcellaire et de contrôler parfaitement les doses d’irrigation.
- Entièrement automatisable
- Elle réduit considérablement les charges de main-d’œuvre et peut parfaitement être menée de nuit.

Tableau 15 : Evolution des surfaces irriguées et des systèmes d’irrigations utilisés en 2017.

Unité	Périmètre	Rive	Zone ou sect	Nombre d'irrigant	Gravitaire		Aspersion		Goute à Goute	
					Sup (ha)	Taux%	Sup (ha)	Taux%	Sup (ha)	Taux %
Haut Cheliff	Intérieur Périmètre	Rive Droite	Sect I	92	3065	37%	4764	57%	484	6%
			Sect II	59						
			Sect III	110						
			Sect IV	144						
			Sect V	32						
		Rive Gauche	Z.Est	74						
			Z.Cent	110						
			Z.Ouest	267						
		Hors Périmètre								
Total Unité				1120						

ONID(2017)

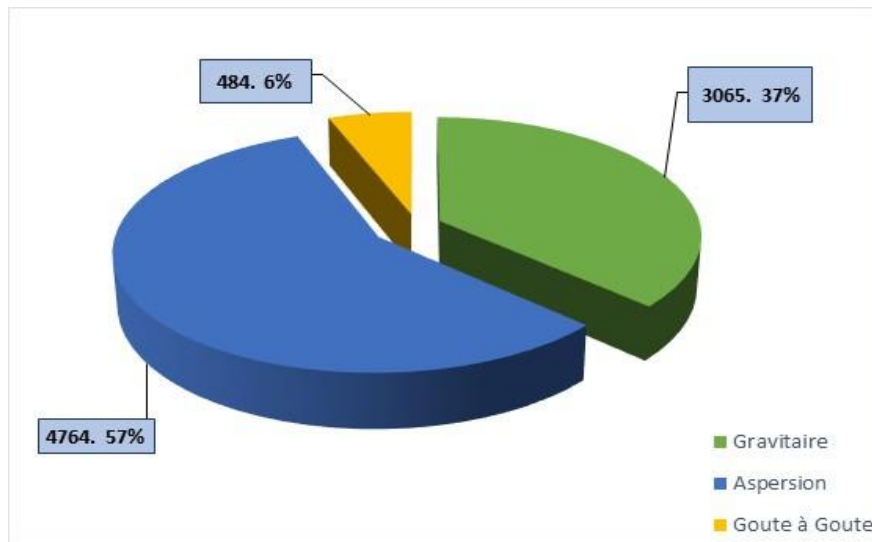


Figure 21 : Evolution des surfaces irriguées et des systèmes d’irrigations utilisés en 2017.

IV.2.10. Evolution des superficies irriguées dans le GPI du Haut de Cheliff

D’après la figure 22 nous notons une évolution remarquable durant les années des superficies irriguées de GPI du Haut Cheliff, la superficie irriguée en GPI varie entre 2609 hectares en 2009 à 8313 hectares en 2017, par contre la plus grande superficie irriguée enregistré en 2015 à 8893 (Ha)

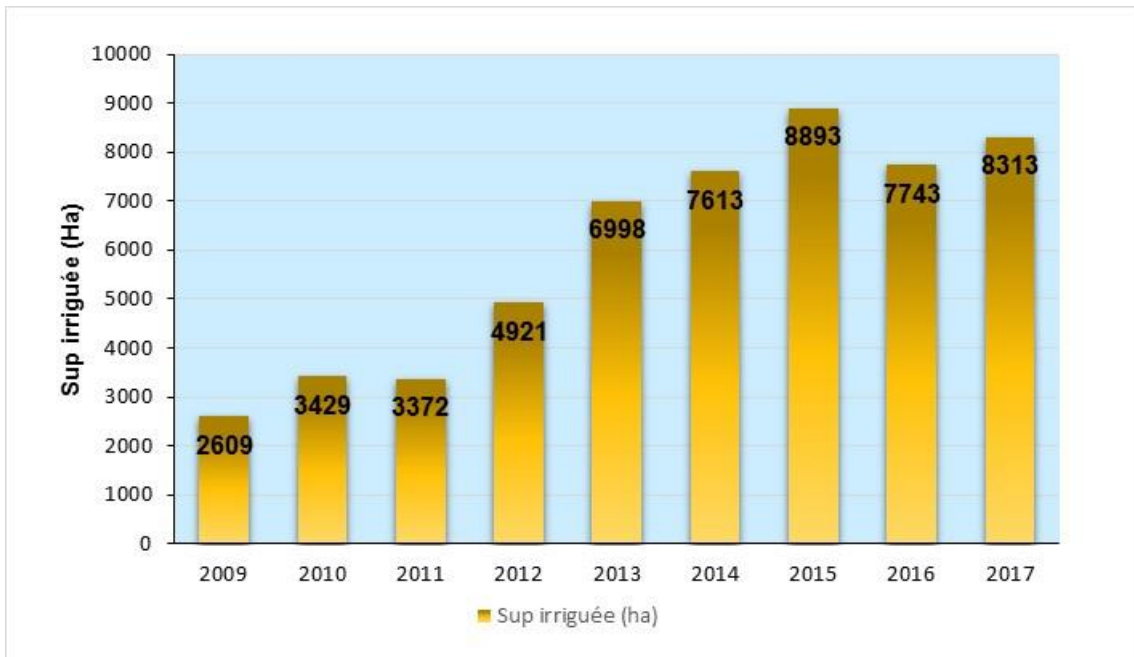


Figure 22 : Evolution des superficies irriguées de GPI du Haut Cheliff.

IV.2.11. Evolution des doses d’irrigation dans le GPI du Haut de Cheliff

Le graphe d’évolution des doses d’irrigation de grand périmètre d’irrigation du Haut Cheliff, montre que la dose d’irrigation a diminué au fil des années, qui est estimée à 13798m³/an en 2009 jusqu’à 5902 m³/an. Cette diminution peut être due à la modernisation de différentes techniques d’irrigations

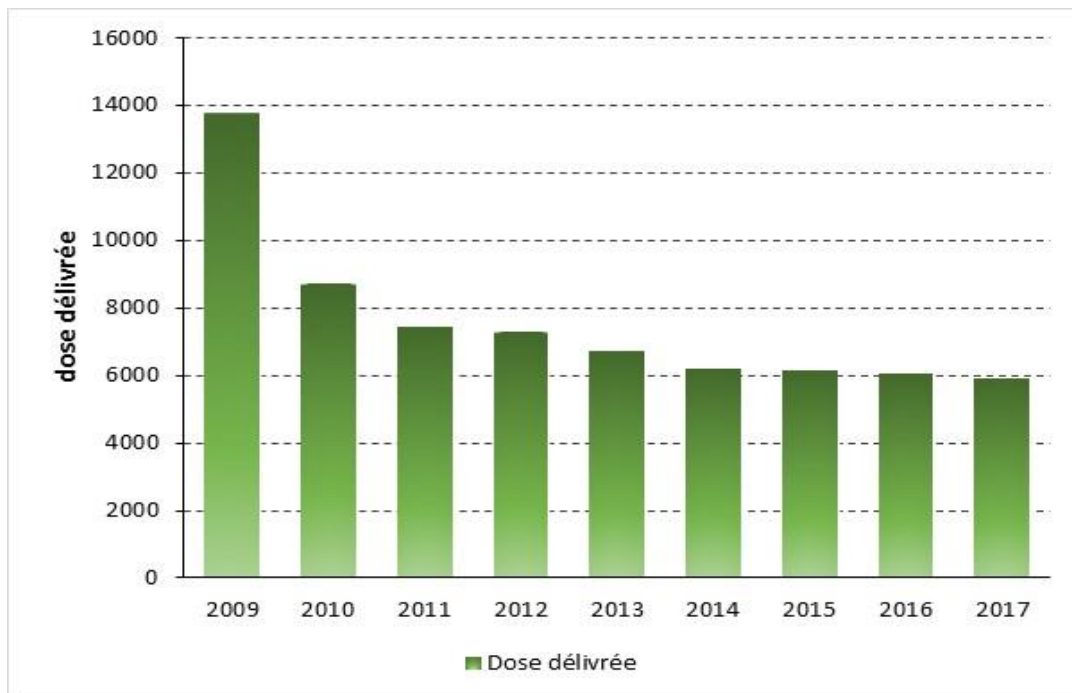


Figure 23 : Evolution des doses d’irrigation de GPI de Haut Cheliff.

IV.2.12. Evolution des volumes d’irrigation dans le GPI du Haut de Cheliff

Le périmètre est alimenté à partir des (04) barrages : Ghrib, Deurdeur, Harreza, SMBT. Ces ouvrages régularisent respectivement 82 et 44 et 23 et 56 Hm³/an soit au total 205 Hm³/an d’eau pour les différents usages. Cependant, si déjà en 2009 un volume maximum de 36 Hm³ a été distribué, on a enregistré une évolution progressive depuis jusqu’à atteindre un volume distribué de 49 Hm³ en 2017. Cette évolution de volume distribué est due au fait d’une amélioration du remplissage des barrages suite à un taux de pluviométrie important.

Tableau 16: Evolution des volumes d’irrigation de GPI du Haut Cheliff

Année	Volume alloué (hm ³)	Volume lâché (hm ³)	Volume MTR (hm ³)	Volume distribué (hm ³)
2009	54	53	22	36
2010	52	48	20	30
2011	50	43	20	25
2012	59	55	45	36
2013	70	69	57	47
2014	75	75	59	47
2015	86	86	63	55
2016	71	69	53	47
2017	80	77	60	49
Totale	597	575	399	372

ONID(2017)

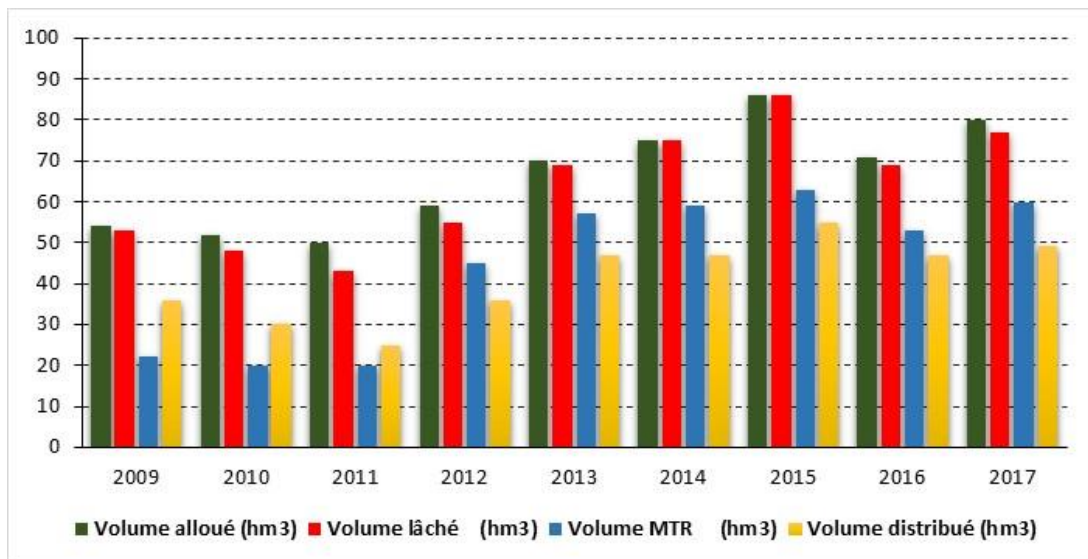


Figure 24 : Evolution des volumes d’irrigation de GPI du Haut Cheliff.

IV.2.13. Relation entre les superficies irriguées et les volumes lâchés

Comme on l’a mentionné ci-dessus la superficie irriguée dépend essentiellement des apports des barrages de Ghrib, Harreza et Deurdeur. La collecte des données concernant les campagnes d’irrigations d’une période allant de 2009 à 2017 d’après l’ONID de Khemis Miliana nous permet d’avoir une idée sur l’évolution de cette superficie et de sa relation avec les volumes lâchés du barrage.

Tableau 17: Superficies irriguées et les apports annuels.

Années	superficie irrigué (ha)/100	volume lâché (hm3)
2009	26,09	53
2010	34,29	48
2011	33,72	43
2012	49,21	55
2013	69,98	69
2014	76,13	75
2015	88,93	86
2016	77,43	69
2017	83,13	77

ONID (2017)

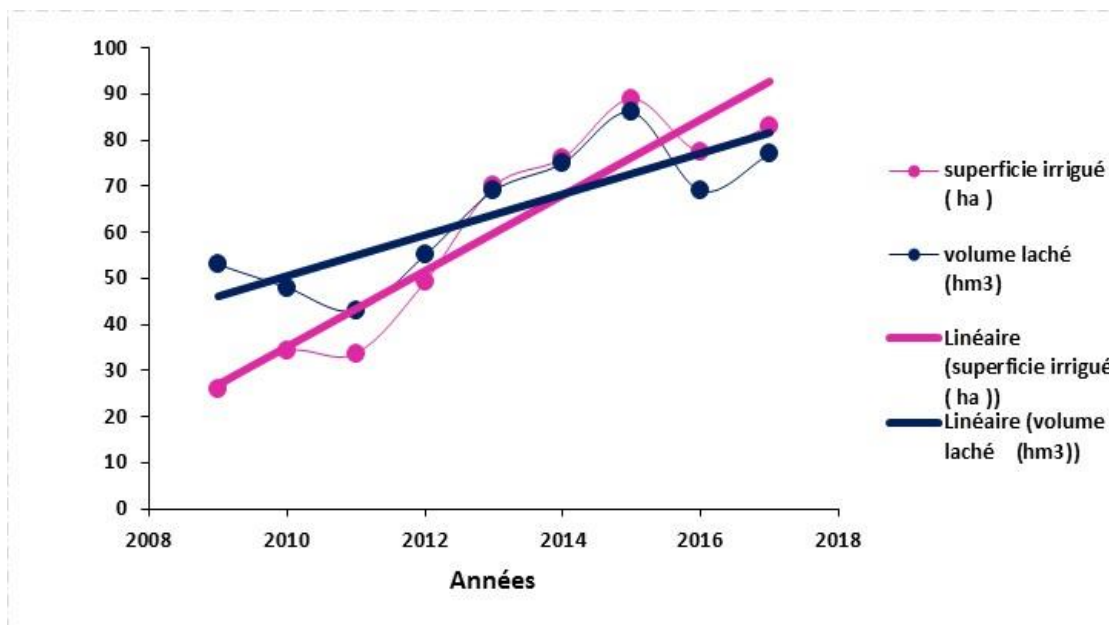


Figure 25 : Relation entre les superficies irriguées et volumes lâchés.

La superficie irriguée durant cette période évolue parfaitement avec les volumes lâchés des barrages. L'évolution de volume a permis d'augmenter l'apport annuel du bassin en matière d'irrigation défini par l'augmentation de quelque Hm^3 près, l'apport annuel de l'Oued Cheliff pour la station de Khemis a évoluée de la même manière .

D'une valeur qui dépassait 9000 ha à 2015 à une valeur de 8899ha, la superficie irriguée a évoluée de 56% par rapport le rapport de l'ONID.

Pour estimer le volume d'eau annuel nécessaire à l'irrigation du périmètre Haut Cheliff on à utiliser une régression linéaire entre le volume lâché et la superficie irriguée sur les données disponibles, puis on extrait la valeur recherchée par extrapolation de la droite de régression. Le volume estimé est de 153.63 Hm^3

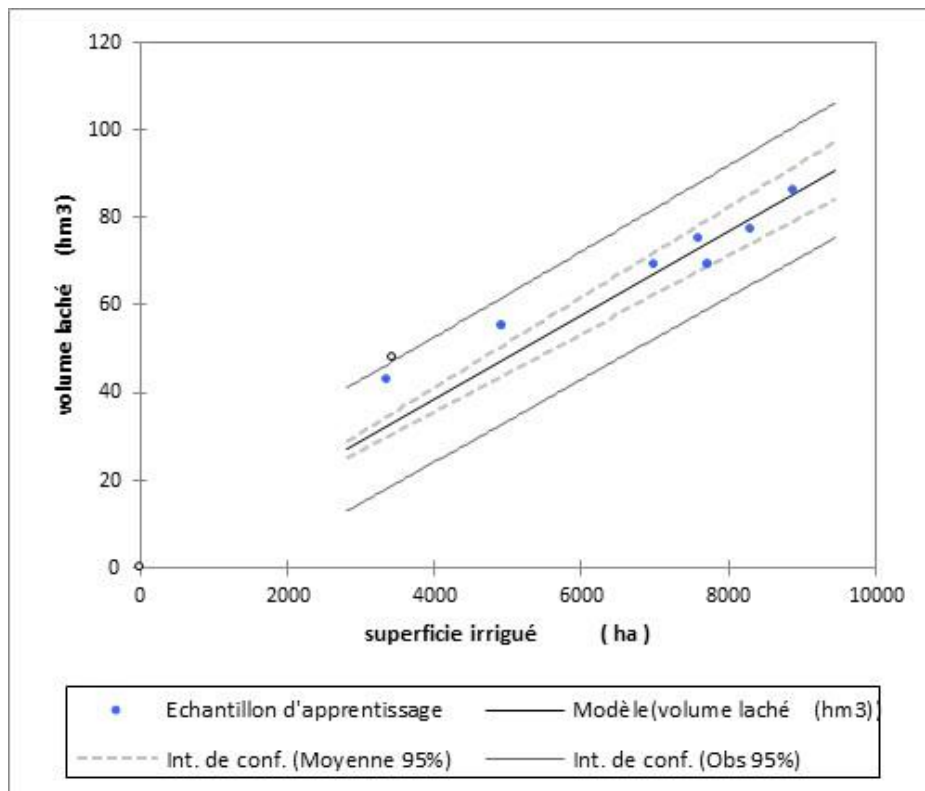


Figure 26: Régression linéaire entre le volume lâché et superficie irriguée.

IV.2.14. Impact de la pluviométrie sur le rendement de culture

Pour la période de référence 2006-2017, la relation entre la pluviométrie et le rendement est acceptable (Figure 27). Nous constatons que les rendements croissent lors des saisons pluvieuses (2008-2009, 2011-2012, 2014-2015) pour les cultures pomme de terre, fourrage artificielle et naturel, et aussi pour les céréales

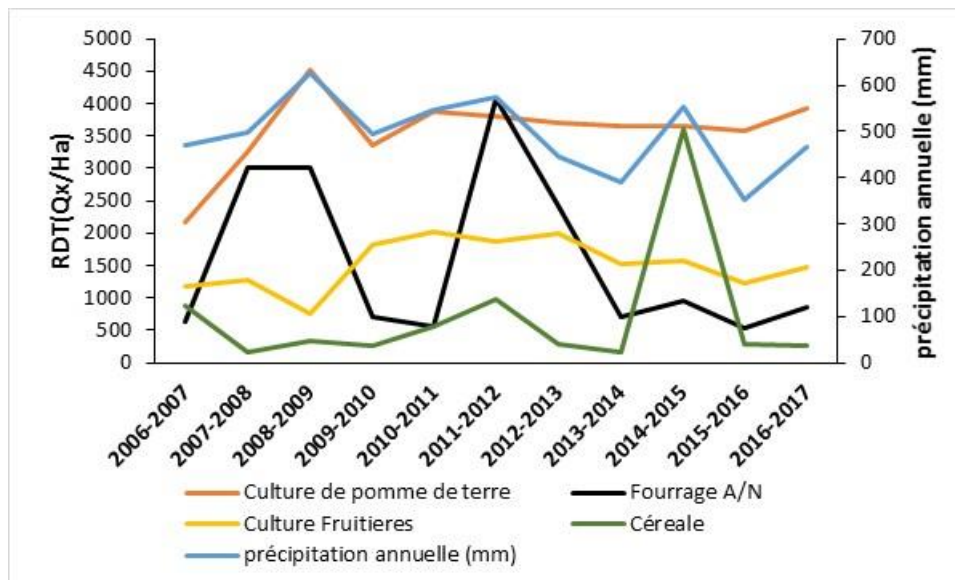


Figure 27 : Relation entre la précipitation et le rendement de culture

Il est important de souligner, que lorsque l'on cherche à prévoir l'impact des changements du climat sur une activité aussi complexe que l'agriculture, on est confronté à deux séries de difficultés, liées à deux niveaux d'incertitude. Les premières incertitudes proviennent des modèles utilisés pour prévoir le climat à venir ; en effet, toute projection, aussi précise et calibrée soit-elle, demeure toujours une approximation. La seconde source d'erreurs consiste en l'interprétation, une fois les prévisions climatiques établies, de l'impact proprement dit des changements à venir sur l'activité agricole. La combinaison de ces deux séries d'erreurs, conduit donc à un panel très large de prévisions.

IV.2.15. Relation entre la superficie et la production pour différentes cultures

La figure 28 représente la relation entre la superficie et la production des cultures pdt, maraichère et culture fruitière dans la période de 2006 jusqu'à 2017. On remarque que l'augmentation de la production est liée directement avec la superficie, nous notons ça pour

les cultures maraichère et cultures pdt, par contre pour les cultures fruitières la superficie et la production sont faible.

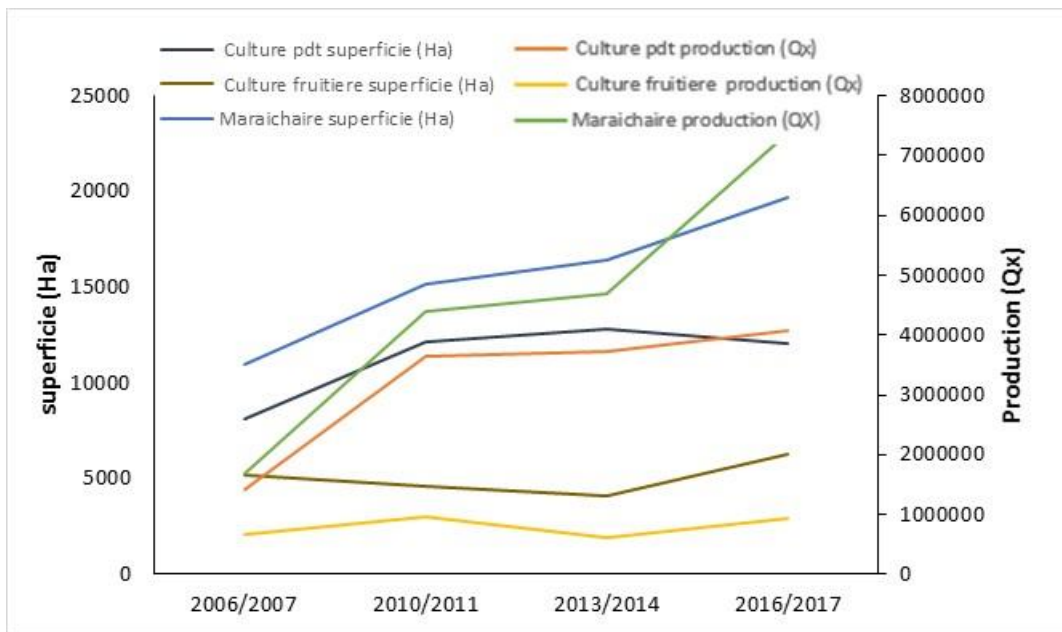


Figure28: Relation entre la production et la superficie pour différente culture.

On constat d’après la figure 29 que la superficie et la production des céréales est très important par rapport les fourrages A/N durant la période 2006 jusqu’à 2017.

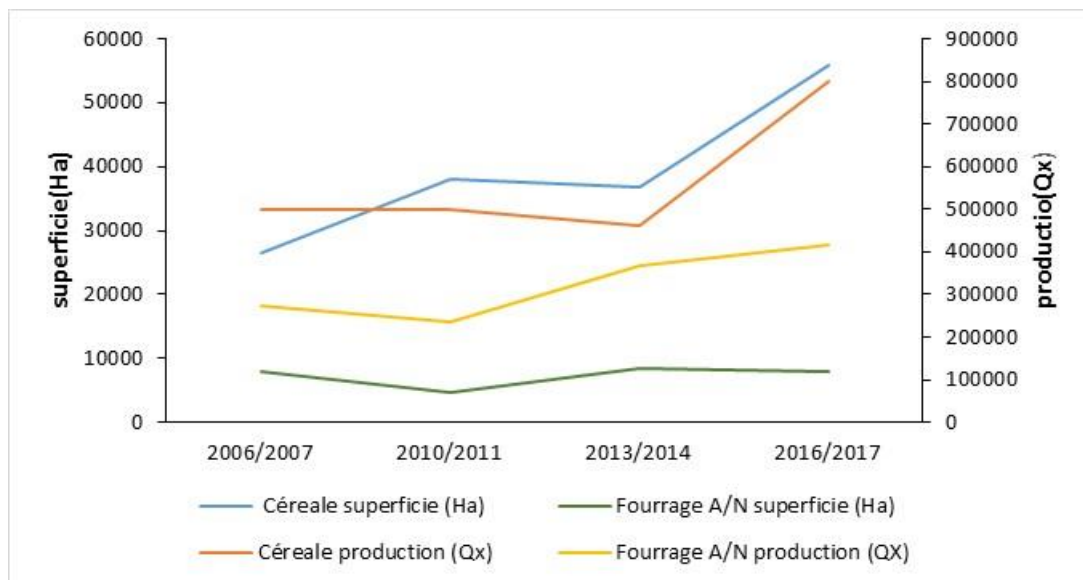


Figure 29 : Relation entre la production et la superficie entre les céréales et les fourrages A/N.

IV.3. La Petite et moyenne hydraulique

La majeure partie des terres agricoles sont situées à l'extérieur de grand périmètre d'irrigation, et sont alimentées en eau d'irrigation par le biais des forages et puits privés et qui sont au nombre de 1348 forages et 2119 puits réparties à travers la wilaya. A l'instar des forages et puits, il existe (04) ouvrage de mobilisation des ressources en eau superficielle, il s'agit des petits barrages et des retenues collinaires qui participent rationnellement au développement agricole.

IV.4. Les contraintes rencontrées

Aujourd'hui les ressources en eaux et les ressources en sols sont limitées, cette insuffisance des ressources est due à une mauvaise gestion. Pour développer une gestion intégrée et équilibrée des ressources en eau et des ressources en sols et leur utilisation, on doit respecter l'environnement, pour une agriculture irrigable économiquement viable et pour une bonne gestion des ressources en eaux. D'autre part les contraintes rencontrées pour les ressources en eaux et en sols sont :

- Manque de moyens matériels et des pièces spéciales.
- Manque des équipements de protection. (Purgeurs-, Ventouses).
- Manque de conduite en béton DN 1250-1000-900 -800-700- et 600 pour l'ancien réseau.
- Coupures fréquentes de l'énergie électrique, surtout au niveau de la station de pompage de Djendel et de Harreza.
- Perturbations dues à l'effondrement, les casses de certaines conduites et des siphons.
- Efficacité très faible, des pertes importantes sont enregistrées dans le périmètre vu l'état dégradé des réseaux d'irrigation.
- Manque d'entretien régulier des infrastructures d'irrigation.
- Difficultés de gestion des stations de pompage par l'ONID dans le périmètre du Haut Cheliff
- Entretien insuffisant des collecteurs d'assainissement.

Conclusion générale

Le thème de ce travail se situe au point de rencontre l'évaluation des ressources en eau et en sol du bassin versant du Haut Cheliff, il s'agit d'une démarche de généraliste qui tente de profiter des outils et des méthodes à disposition.

La présente étude, qui a porté sur la vallée du Haut Cheliff, située au Nord-Ouest de l'Algérie, a abouti à la conclusion suivante :

Cette étude a permis d'abord de faire un état des lieux sur les ressources en eau et en sol du bassin versant du Haut Cheliff, nous avons examiné d'abord les ressources conventionnelles qui sont composées des ressources superficielles : barrages et retenues collinaires principalement et des ressources souterraines : forages, puits et sources. Cette décomposition des ressources permet de dégager la part de chaque terme en l'identifiant et en l'évaluant.

- L'évaluation des ressources en eaux mobilisées : l'existence de trois barrages avec un volume régularisé totale de 149 Hm^3 , sont destinées à différents usages et dont un volume de 77 Hm^3 destiné à l'irrigation du périmètre du Haut Cheliff.
- Le volume d'eau destiné à l'irrigation en 2017 à partir des forages est estimé de 173 Hm^3 , celui à partir des puits est estimé de 21 Hm^3 .

En effet, l'aire de l'étude est une région à vocation agricole l'irrigation est présente depuis les années 1930 – 1940 avec la réalisation du grand périmètre irrigué. La PMH a toujours existé à la faveur de l'oued Cheliff et de ses affluant ainsi que de la présence de la nappe alluviale.

La répartition de la superficie irriguée varie, la grande irrigation est concentrée sur la vallée du Haut Cheliff par l'exploitation du grand périmètre le long de l'oued Cheliff.

A travers le grand périmètre la surface équipée couvre 21035 Ha . Alors que celle qui est effectivement irriguée en 2017 est 8313 Ha soit 39% seulement de la surface équipée.

Pour mettre en valeur le potentiel des sols irrigables qui n'est pas négligeable dans la région d'étude, plusieurs actions de réhabilitation et d'extension sont programmées dans le périmètre pour atteindre une superficie agricole utile de 16000 Ha .

L'utilisation de la méthode de régression linéaire a permis d'estimer le volume d'eau annuel de 153 Hm^3 pour l'irrigation de la SAU.

Le développement agricole du grand périmètre irrigué est complexe notamment en raison de leur spécificité dans la conduite des cultures et de la gestion de l'eau. De grands efforts

Conclusion générale

doivent être d'employés pour faire aboutir les objectifs de développement assignés à ce périmètre.

- L'efficacité de volume distribuée des eaux de barrage Harreza atteint 98%, alors que l'efficacité des barrages Deurdeur et Ghrib atteint 63% vu la vétusté des réseaux d'irrigations ainsi que d'autres contraintes.
- L'évaluation des superficies prévues et réalisées par type de culture : la pomme de terre occupe un espace important avec une superficie réalisée en 2017 de 3788 Ha (plus de 100% par rapport à celle prévue) suivi par les céréales ; la superficie réalisée atteint 87% et la culture AFD atteint 80%.
- Le mode d'irrigation aspersion représente 57% de la surface irriguée, par contre celui de goutte à goutte ne dépasse guère 6%.

Les efforts à consentir pour viabiliser économiquement le grand périmètre irrigué, seraient d'arriver à tenir compte des stratégies de l'ensemble des acteurs par rapport à l'appropriation de la ressource en eau en vue de leur harmonisation. Ainsi le développement durable d'une agriculture irriguée de ce grand périmètre ne peut se faire que par la sécurisation des irrigants qui devrait se traduire, par le respect de la part des irrigants de système de cultures déterminant la demande globale en eau normalisée du périmètre et par la garantie d'une offre en eau de la part de l'administration.

Cela ne peut se faire, avec efficacité, qu'en faisant participer progressivement les irrigants à la gestion de l'eau.

✓ MESURES D'ADAPTATION

L'Algérie doit élaborer des stratégies pour réduire ou limiter les effets du changement climatique. La stratégie d'adaptation ne va pas à l'encontre de la stratégie de développement durable qui prend en charge les facteurs non climatiques (GIEC). Selon le rapport Stern, un dollar engagé dans la lutte contre les effets du changement climatique évitera en moyenne une perte de 20 dollars à l'économie d'un pays.

- Les études intégrées sur la planification des ressources hydriques, qui examinent le rôle des gestionnaires de l'eau et leur influence sur la capacité d'adaptation.
- La maîtrise de l'exploitation au niveau des barrages : les volumes d'eau fournis doivent correspondre à des besoins réels à l'aval et notamment pour les besoins agricoles.

Conclusion générale

- L'injection des eaux de surface dans les nappes souterraines.
- La sécurité alimentaire qui implique l'adéquation des terres aux cultures.
- Le développement de la réutilisation des eaux usées, notamment pour l'agriculture et l'arrosage des espaces verts.
- L'orientation vers l'utilisation des eaux non conventionnelles en agriculture (eaux usées).
- La protection des ressources en eau contre la pollution.
- La généralisation des techniques d'irrigation peu consommatrices d'eau et performantes (goûte à goûte).
- L'amélioration de l'efficacité des réseaux d'irrigation à travers le renforcement des programmes de maintenance et de réhabilitation.
- Le suivi de l'évolution de la qualité de l'eau.
- La gestion rationnelle de l'eau d'irrigation et économie de l'eau.

Chacune de ces solutions serait considérée comme une mesure sans regret, qui apporterait de toute façon des avantages, au-delà des impacts du changement climatique.

Références bibliographiques

A

(ABH, 2004) : Mission I, évolution des ressources en eau et en sol. Rapport de la mission I, agence de bassin hydrographique Cheliff-Zahrez. Pp 55-55.

Agence du bassin hydrographique Cheliff Zahrez., (2003) : Schéma Directeur de la wilaya de Chlef mission I. Ressources en eau et en sol. Rapport de l'élaboration du schéma-directeur d'aménagement hydraulique de la wilaya de Chlef. Ministère des ressources.59p.

AHMED AMMAR Y., (2013) : « Gestion des ressources en eau dans la commune de Ghazaouet bilan et perspectives ». Master en science de la terre. Etat géo-ressource. Université Aboubakar Belkaid- Tlemcen. Faculté des sciences de la nature de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. Pp 1-86.

AKLI S., (2010) : Economie des ressources en eau en Algérie : Quelle place pour la gestion de la demande et Quel impact sur l'économie de l'eau ? Application sur bassin côtière Algéroise 02A.Thèse de doctorat en science économie. Ecole national supérieure d'Agronomie-Algérie. Spécialité développement rurale.

ALLALGUA A, KAOUACHI N, BOUALEG C et AYARI A., (2017) : « Caractérisation Physicochimique des eaux du barrage Foum El-Khanga (région de Souk-Ahras, Algérie) ». Européen Scientific Journal April 2017. Université Md Chérif Messadia Souk-Ahras. Faculté SNV. Laboratoire des Ecosystèmes Aquatiques et Terrestres. Pp. 259-275.

B

BENAMAR I et BOUDAHRI A., (2016) : « Effet de l'urbanisation sur la perte de la ressource en sol dans les plaines de Chéiff et de la Mitidja ». Mémoire de Master en Eco pédologie et Environnement. Université Djilali Bounaama. Faculté Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre. Pp 23-106.

Benmeridja, 2004 : Planification stratégique pour la commercialisation du gaz Algérien à long terme. Magister. Université M'Hamed Bougara – Boumerdes. Faculté des hydrocarbures et de la chimie. Département économie et commercialisation des hydrocarbures. Spécialité économie de l'énergie.

BENSAOULA F, ADJIM M., (2008) : la mobilisation des ressources en eau : contexte climatique et contrainte socio-économique (cas de wilaya de Tlemcen). Pp.79-92.

BOUDJENANE I ET MAAROUF N., (2014) : « Utilisation du système d'information géographique et l'indice de qualité des eaux (IQE) pour évaluer la qualité des eaux

Références bibliographiques

souterraines dans la plaine Khemis Miliana ». Mémoire de Master. Université de Djilali Bounâama Khemis Miliana. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre. Pp 1-79.

BOUZADA N., (2012) : Caractérisation géochimique des eaux souterraines utilisées dans l'irrigation dans les plaines du Cheliff. Magister Etat irrigation et gestion de l'eau. Université Hassiba Benbouali- Chelef. Institue science économie. Spécialité hydraulique agricole.

BRAHMIA N et CHAAB S., (2013) : « Gestion des ressources en eau dans le bassin versant de la moyenne SEYBOUS". Séminaire International sur l'Hydrogéologie et l'Environnement. Université Badji Mokhtar – Annaba. Faculté des Sciences de la Terre. Pp 127-130.

F

FAO., 2015 : « les sols sont une ressource non renouvelable ». Rapport année internationale des sols.fao.org/soils-2015.I4373F/1/02.15. 4p.

G

GIEC., (1995) : « Deuxième rapport du groupe d'experts intergouvernementale sur l'évaluation du climat ». Pp100-140.

I

IKHLEF S., (2005) : « Etude de la pollution de la nappe alluviale du Haut Cheliff par les nitrate ». Magister en aménagement hydraulique. Université Hassiba Ben Bouali-Chlef. Faculté des sciences et science de l'ingénieure.136p.

K

Khaldi A., (2005) : « Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l'Ouest Algérien ». Thèse de Doctorat d'Etat Hydrogéologique. Université d'Oran. Faculté des Sciences de la terre de géographie et l'aménagement ménagement du territoire. Pp 1-139.

L

LADJAL R., (2013) : « Problématique de la mobilisation et de la préservation des ressources hydriques dans le Sersou (Bassin Cheliff amont Boughzoul ». Mémoire de

Références bibliographiques

Magister en Hydraulique. Université Abou Bekr Belkaid -Telmcen. Faculté de technologie .145p.

M

Mehaiguene M, Touhari F, Rahmouni A., (2018) : « Réutilisation des eaux usées épurées de la STEP d'Ain Defla à des fins agricoles ». Université Djilali Bounaama. Faculté des Sciences de la Nature et de la vie et science de la terre.40 p.

MESMOUDI A., (2012) : « Etude de certains paramètres de durabilité des systèmes de production céréaliculture élevage dans le contexte de l'irrigation des techniques de l'agriculture de conservation ». Mémoire de Magister état de production végétale et agriculture. Université Ferhat Abbas Sétif. Faculté des sciences de la nature et de la vie.

Ministère des Ressources en Eau., (2005) : Programme régionale de modernisation de l'Irrigation dans la vallée du Cheliff. Rapport dans le cadre de la IV Commission Mixte hispano-algérienne de Coopération Scientifique et Technique, culturelle et éducative. Agence Espagnole de Coopération Internationale. 21p.

MOHAMED ZINE B., (2017) : « Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement ». Université Mohamed Khider -Beskra. Faculté des sciences et des technologies. Pp.5-157.

N

NEFIDSA K., (2012) : « Evolution géochimique des eaux souterraines et leurs impacts sur la qualité des sols irrigués de la plaine du Haut Chéiff ». Université Hassiba Ben Bouali- Chlef. Mémoire de Magister. Faculté des Sciences. 103p.

NEFIDSA K., (2012) : « Evolution géochimique des eaux souterraines et leurs impacts sur la qualité des sols irrigués de la plaine du Haut Cheliff ». Mémoire de Magister. Université Hassiba Ben Bouali. Faculté des sciences.103p.

NOUREDDINE N., (2008) : Etude d'impact des rejets des eaux de la station de déminéralisation de Brédéah sur l'environnement. Magister Etat sécurité industriel. Université d'Oran. Spécialité science des risques, industriels, technologiques et environnement.151p.

Références bibliographiques

O

ONID., (2018) : Bilan d'exploitation d'exercice 2017 et plan d'action 2018 (avant quota alloué). Direction régionale du Chélif unité de Haut Cheliff. Ministère des ressources en eau. Office national de l'irrigation et du drainage. 17p.

ONM., (2017) : « Bilan climatique de l'année 2017 ». Rapport d'office national de la météorologie.4p.

P

PNUD., (2009) : « Second communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques ». Projet GEF/PNUD 000391 49 Alger.Pp.140-147.

S

Sahraoui N., 2014 : « ÉTUDE de la cohérence entre la vulnérabilité a la pollution et la qualité des eaux souterraines : Plaine de Khemis-Miliana ». Mémoire de Master. Université Djilali Bounâama. Faculté des sciences de la nature de la vie et des sciences de la terre.Pp.14-94.

SEKKOUM M, YAMANI K, CHERITI A & DRAOUI B., (2012) : « Gestion des eaux non conventionnelle en région aride par la réutilisation des eaux usées purées ». Conférence. Université Amar Teldji Laghouat. 12p.

SOUAK F., (2003) : « La politique de l'eau en Algérie valorisation et développement durable ». International journal of economics & strategic management of busines process (ESMB). Pôle universitaire Koléa Tipaza Algérie. Pp 67-72.

T

TOUATI B., (2010) : « Les barrages et la politique hydraulique en Algérie : état, diagnostic et perspectives d'un aménagement durable ». Thèse de Doctorat d'Etat en Aménagement du Territoire. Université Mentouri – Constantine. Faculté des sciences de la terre, de la géologie. 384p.

TOUHARI F., (2015) : « Etude de la Qualité des Eaux de la vallée du Haut Cheliff ». Thèse de Doctorat Es-Science. Ecole nationale Supérieure Hydraulique. 204p.

Synthèse bibliographique

Présentation de la région d'étude

Conclusion générale et Mesures d'adaptation

Introduction

Matériels et Méthodes

Résultats et Discussions