

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المركز الجامعي بلحاج بوشعيب - عين تموشنت -
Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib- Ain-Temouchent-



Institut de Technologie
Département de Génie de l'Eau et de l'Environnement

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Thème :

Gestion rationnelle de l'eau d'irrigation dans la région
d'Ain Temouchent

Soutenu le : 03 juin 2018

Par: *M^{elle}* BOUKAMBOUCHE Nour El Houda

Devant le jury composé de

Mme. BAGHLI N.	MAA	Présidente
Mr. NHARI A.	MAA	Examineur
Mr. BENMIA K.	MAA	Examineur
Dr. BOUGHALEM M.	MCA	Encadreur

Année Universitaire : 2017/2018

Remerciements

*Avant tout, je remercie **Allah** tout puissant qu'il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'il m'a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il m'a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.*

*Tout d'abord, nous tenons à remercier l'encadreur **M^{me}: M. BOUGHALEM** Qui a confiance en nous et elle nous a permis de travailler sur un sujet de mémoire, et qu'elle a mis à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à sa réalisation.*

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

J'exprime mes sincères remerciements à tous les professeurs de notre spécialité qui nous ont enseigné pour leurs valeureux conseils.

*Je tiens également à remercier **Mr. ABDELJALIL ABDELJLIL**, ingénieur d'état en hydraulique agricole « la Direction des services agricole » qui était mon maître de stage, qui a coordonné cette étude au niveau de la direction malgré ses responsabilités, et qui a suivi avec grand intérêt mon travail et a toujours pris le temps de répondre à mes questions.*

*Je tiens aussi à remercier **Mr YUBI MOHAMED**, ingénieur d'état en hydraulique agricole « la Direction des services agricole » pour son aide.*

J'adresse mes remerciements aux personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à remercier tous les cadres et les employés de la direction des services agricoles.

Merci à Tous

Dédicace

*Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant qui m'a donné l'envie
et la force pour mener à terme ce travail.*

*Je dédie ce travail A la mémoire de mon père, A ma mère et ma sœur et mes deux frères, et
surtout ma mère qui m'a aidé dans ma vie.*

Vous vous êtes dépensés pour moi sans compter.

*En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour me permettre
d'atteindre cette étape de ma vie. Avec toute ma tendresse.*

Je dédie ce travail

A mes grands-parents et mes oncles

A mes cousinset A mes cousines

A ma très chère amie SARRA BOUKAMBOUCHE et ASMA DAOUD

A ma grande -mère, mes tantes.

*A mes camarades et tous ceux de la faculté de Science de l'eau et l'environnement et à leurs
familles.*

Que votre simplicité et votre respect pour les autres me servent d'exemples !

A tous et toutes un grand merci

NOUREL HOUDA

TABLE DES MATIERES

Résumé

المخلص

Abstract

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des acronymes

Introduction générale.....02

Chapitre I :synthèse bibliographique

Introduction	04
I.1. Qu'est-ce que l'irrigation ?	04
I.1.1.Un apport en eau artificiel	04
I.1.2.L'objectif d'irrigation	04
I.1.3. D'où provient l'eau ?	04
I.1.4.Le réseau d'irrigation	05
I.1.5.Dose d'irrigation	05
I.1.6.Les techniques d'irrigation	05
I.1.6.1.Irrigation de surface	06
I.1.6.2.Irrigation par bassins	06
I.1.6.3.Irrigation par sillons/a la raie	06
I.1.6.4.Irrigation par planches	06
I.1.6.5.La technique d'irrigation gravitaire	08
I.1.6.6.La technique d'aspersion	08
I.1.6.7.La technique d'irrigation localisée	09
I.2.Exploitation des réseaux d'irrigation	09
I.3.Choix de la technique d'irrigation	09
I.3.1.Les 5 points clés pour bien choisir son système d'irrigation	09
I.3.1.1.Le type de sol	09
I.3.1.2.Le débit	09
I.3.1.3.La pression	09
I.3.1.4.L'emplacement	09

I.3.1.5.Le dimensionnement des jets	10
I.4.Avantages et danger d'irrigation	10
I.4.1.Les avantages d'irrigation sont nombreux	10
I.4.1.Les dangers d'irrigation	10
I.4.2.Rentabilité d'irrigation	10
I.4.3.Calendrier d'irrigation	10
I.5.Ressources d'eau pour l'irrigation	11
I.5.1.Réutilisation de l'eau pour l'irrigation	11
I.5.2.Qualité d'une eau d'épuration	11
I.5.2.1.Différents types d'eaux usées	11
I.5.2.1.1.Les eaux usées domestiques	12
I.5.2.1.2.Les eaux industrielles	12
I.5.2.1.3.Les eaux de ruissellement agricoles	12
I.5.2.1.4.Les eaux pluviales	12
I.6.Maitrise d'irrigation	12
I.6.1.Maîtriser son irrigation en maraîchage biologique	12
I.6.2.Bilan hydrique	14
I.6.3.Bassin d'irrigation	14
I.7.Les effets nocifs de l'irrigation	14
I.8.Concept de norme pour la qualité de l'eau d'irrigation	15
I.9.Les eaux de surface et les eaux souterraines	15
I.9.1.Rechargent les nappes	15
I.10.Conception d'un projet d'irrigation	15
I.11.La disponibilité et la nature de la ressource en eau	16
I.12.Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer	17
I.13.Le type de cultures à irriguer et leur besoins en eau	18
I.14.Influence de l'irrigation goutte à goutte par des eaux chargées sur un sol léger	21
I.15.Programme de l'économie de l'eau	22
I.16.Irrigation : déterminez les besoins en eau des cultures et les stocks d'eau disponibles	22
I.17.Des conditions hydriques optimales	22
I.17.1.Détermination des besoins en eau des cultures	23
I.17.2.Les stocks d'eau dans le sol	24
I.18.Les objectifs de la gestion de l'eau d'irrigation	24
I.18.1.1.Les acteurs de la gestion de l'eau	24

I.18.2.Gestion de l'irrigation fertilisante	25
I.18.3.L'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation et modernisation de sa gestion	25
I.19.L'eau de l'irrigation	26
I.19.1.Les ressources en eau au Maghreb	26
I.19.2.Economie de l'eau d'irrigation	27
I.19.2.1.Une stratégie pour l'économie et la valorisation de l'eau	27
I.19.3.Données de base sur les ressources en eau	28
I.19.3.1.Les caractéristiques naturelles	28
I.20.Situation de l'irrigation en Algérie	28
I.21.Les ressources en eau	28
I.21.1.Les potentialités globales en eau	29
I.21.2.Les potentialités par habitant	29
I.42.Le programme de l'économie de l'eau	29
I.43.La situation de l'irrigation	31
I.24.L'importance et le rôle de l'eau d'irrigation	31
I.24.1.L'eau d'irrigation	31
I.24.1.L'eau principale source de l'augmentation des rendements en Algérie	31
I.25.L'évolution de l'hydraulique agricole en Algérie	32
I.26.Les enjeux et perspectives de la gestion de l'irrigation	33
I.27.Evolution de l'agriculture	33
I.28.Sensibilisation des irrigants aux économies de l'eau le cout des services de l'eau d'irrigation :	33
I.28.1.Message de sensibilisation	33

Chapitre II :Présentation de la zone d'étude

II.1.Historique	36
II.2.Cadre géographique	36
II.2.1.Organisation administrative	37
II.3.Caractéristique du milieu	38
II.3.1.Caractéristique démographique	38
II.3.2.Milieu physique	38
II.3.2.1.Relief	38
II.3.3.Caractéristiques climatique	39
II.3.4.Caractéristique socio-économique	41
II.3.5.Caractéristique du sol	41
II.4.Ressource en eau	42

II.5.Réseau Hydrographique	42
II.6.Les potentiels économiques de la wilaya	43
II.6.1.Activité agricole	43
II.7. Présentation de secteur agricole de la zone d'étude	44
II.7.1 .Exploitations agricoles	45
II.7.2.Animal	45
II.8.Occupation du sol	47
II.9.Mode de gestion hydraulique	48
II.10.La production de la ville	48
II.11 .Grands périmètres irriguées	48
II.11.1.Inventaire PMH de 1969	49
II.12.Ouvrages principaux	49
II.12.2.Prélèvements en oued	49
II.12.3.Prélèvements sur aquifères	50
II.12.3.1.Les puits et les forages	51
II.12.3.2.Les captages de source	51
II.12.3.3.Station d'épuration et lagunage	51
II.13.Schéma de distribution des eaux d'irrigation	52

Chapitre III : Résultats et Observation

III.1.Choix d'un terrain d'enquête	54
III.2.Méthode d'enquête	54
III.3.Choix de la zone d'enquête	54
I.1.Résultats et discussion	61
I.2.Enquête exploratoire	65
I.3.Collecte des données	65
III.4.Reconversion en système d'irrigation économiseur d'eau niveaux d'eau aux niveaux des parcelles	66
Conclusion	71
Référence Bibliographique	

Résumé :

En raison de l'insuffisance des précipitations dans la région d'Ain Témouchent, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures et améliorer les rendements agricoles.

Le but de notre étude est de mettre en évidence la nécessité d'une gestion rationnelle de l'eau d'irrigation qui nécessite la lutte contre le gaspillage et les déperditions de l'eau sous toutes ses formes.

Dans ce contexte, nous avons étudié les différents modes d'irrigation pratiqués dans la région d'Ain Témouchent afin d'évaluer leur impact sur l'évolution de cette denrée précieuse.

Les résultats obtenus sont probants : des revenus plus élevés dans la région grâce à une distribution plus performante, la satisfaction des basions en eau des cultures. L'équipement en systèmes économes en eau qui est de plus en plus utilisé.

Mots-clés : Ressource en eau, gestion rationnelle, irrigation, Ain Témouchent

الملخص

نظرا لعدم كفاية هطول الأمطار فستكون هناك حاجة إلى الري من أجل تغطية الاحتياجات المائية للمحاصيل وتحسين غلة المحاصيل. الغرض من دراستنا هو تسليط الضوء على الحاجة إلى الإدارة الرشيدة لمياه الري التي تتطلب مكافحة الفاقد وفقدان المياه بكافة أشكالها. في هذا السياق درسنا طرق الري المختلفة التي تمارس في منطقة عين تموشنت من أجل تقييم تأثيرها على تطور هذه المادة الثمينة. النتائج التي تم الحصول عليها مقنعة ارتفاع الضغط في المنطقة بفضل التوزيع الأكثر كفاءة بما يرضي احتياجات المحاصيل المائية المعدات في أنظمة توفير المياه التي تستخدم أكثر وأكثر. المصطلحات الرئيسية الموارد المائية الإدارة الرشيدة الري عين تموشنت.

Abstract :

Due to insufficient rainfall in the Ain Temouchent area, irrigation would be needed to cover crop water requirements and improve yields.

The purpose of our study is to highlight the need for rational management of irrigation water that requires the fight against wastage and loss of water in all its forms.

In this context, we studied the different irrigation methods practiced in the region of Ain Témouchent in order to evaluate their impact on the evolution of this precious commodity.

The results obtained are convincing: higher incomes in the region thanks to more efficient distribution, the satisfaction of crop water needs. Equipment in water-saving systems that is more used.

Keywords : water resources, rational management, irrigation, Ain Témouchent.

Liste des figures :

page	
	Figure1:Arrosage des plantes avec un arrosoir5
	Figure 2: 2a) irrigation par bassins à flanc de coteau 2b) irrigation par bassin pour les arbres fruitiers6
	Figure 3: Alimentation des sillons par siphons7
	Figure4:Alimentation des planches par siphons.....7
	Figure 5:irrigation gravitaire8
	Figure 6:irrigation par aspersion8
	Figure 7: Etanchéité d'un bassin géo membrane en polypropylène14
	Figure8: Bilan entrées /sorties d'eau dans un système sol-plante –atmosphère.....23
	Figure 9 : triangle de texture.....24
	Figure 10 : situation géographique de la wilaya d'Ain Temouchent.....36
	Figure 11: les daïra et les communes de la wilaya d'Ain Temouchent37
	Figure 12: contexte morpho-technique de l'Oranie Nord occidentale.....39
	Figure 13:Diagramme climatique d' Ain Temouchent39
	Figure 14 :Cadre du réseau hydrographique de la wilya D'Ain Temouchent42
	Figure 15 : Secteur de l'agriculture de la wilaya d'Ain Temouchent43
	Figure 16: Les zones agronomiques de la wilaya D'Ain Temouchent.....44
	Figure 17: Production animal de la wilaya Ain Temouchent.....46
	Figure 18: Production végétales de la wilaya Ain Temouchent.....46
	Figure 19: Carte d'occupation du sol.....48
	Figure 20: Exemple du schéma de distribution l'eau d'irrigation de la région d'Ain Temouchent. 52
	Figure 21: Exploitation Agricole appartenant à Mr Abdi Hamid55
	Figure 22: Exploitation agricole appartenant à Mr Abdi Hamid56
	Figure 23:Exploitation agricole appartenant à Mr Larbi Abdeljalil.....57
	Figure 24 :Exploitation Agricole appartenant à Mr Messaoudi Achour59
	Figure 25:Exploitation Agricole de la vigne de table59
	Figure 26:Exploitation Agricole de la vigne de table60
	Figure 27:Bassin géo membrane61
	Figure 28:Filtre a sable62
	Figure 29 : station de tête62
	Figure 30:injecteur d'engrais.....63
	Figure 31:Bassin géo membrane63
	Figure 32:pompe horizontale64
	Figure 33:pompe verticale.....64

Liste des tableaux :

Page

Tableau 1: les avantages et les inconvénients des systèmes d'irrigation.....	13
Tableau 2: une série de pentes caractéristiques pour l'irrigation.....	18
Tableau 3: les facteurs qui influencent l'évapotranspiration d'une culture.....	19
Tableau 4 :mesure à effectuer pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation.....	19
Tableau 5:directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation	20
Tableau 6:caractéristiques physiques des sols (selon Iaesen-Hansen,1962).....	21
Tableau 7:profondeur d'entraînement.....	21
Tableau 8: quelques exemples indicatifs de KC	23
Tableau 9 :Organisation admenistratif de la wilaya.....	37
Tableau 10:la précipitation annuel de dix dernières années (2009-2018).....	40
Tableau 11:précipitation mensuelles(2011-2015).....	40
Tableau 12:répartition de la population activité par secteur d'activité.....	41
Tableau 13:les terres agricoles sont travaillé selon cinq formes d'exploitation	45
Tableau 14:répartition des cultures selon la superficie et la production année 2017.....	47
Tableau 15:retenues collunaires et petits barrages en exploitation	Erreur ! Signet non défini. 9
Tableau 16:autorisation de captages des eaux souterraines	Erreur ! Signet non défini. 0
Tableau 17:forages publics affectés aux services agricoles	Erreur ! Signet non défini. 0
Tableau 18:Situation de l'utilisation des usées épurées pour l'irrigation ...	Erreur ! Signet non défini. 1
Tableau 19:les infrastructures et les équipements hydraulique et de travaux du sol de l'exploitation agricole qui appartenant à Mr Abdi Hamid	56
Tableau 20:les infrastructures et les équipements hydrauliques et de travaux du sol de l'exploitation agricoles appartenant à Mr Larbi Abdeljelil	5Erreur ! Signet non défini.
Tableau 21:les infrastructures et les équipements hydraulique et de travaux du sol de l'exploitation agricoles qui appartenant à Mr Messaoudi Achour	60
Tableau 22:déglobalisation par système d'irrigation	66
Tableau 23:Réalisation d'irrigation d'appoint des céréales a compagne 2014-2015 jusqu'au 2018-2019.....	67
Tableau 24:Taux de réalisation durant les années 2015 et 2016.....	67
Tableau 25 Petits barrages et retenues collinaires en cours de réhabilitation.....	68
Tableau 26:Petits barrages et retenues collinaires en cours de réalisation	69

Liste des acronymes

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydraulique

DREW : Direction des Ressources en Eau de la Wilaya

CA : Chambre d'Agriculture

ABH : Agence de Bassin Hydrographique

PMH : Petit Moyenne Hydraulique

GPI : Grande Périmètre Irriguées

ST : Superficie Totale

SAT : Superficie Agricole Totale

SAU : Superficie Agricole Utile

EAC : Exploitation Agricole Collective

EAI : Exploitation Agricole Individuelle

GAG : Goutte à Goutte

Grav : Gravitaire

Asp : Aspersion

P.Bge : Petit Barrage

RC : Retenue Collinaire

AMS : Année de mise en service

RS : Résidu sec

REUE : Réutilisation des Eaux Usées Epurée

SDEM : Station de Dessalement d'Eau de Mer

OBS : Observations

RHOCC : Région Hydrographique OranieChoot Chergui

ETM : Evapotranspiration Maximale

ETP : Evapotranspiration Potentielle

ONA : Office National de l'Assainissement

ONID : Office National de L'irrigation et du Drainage (Ex AGID)

OPI : Office des Périmètres d'Irrigation

STEP : Station d'Epuration

Qx : Quintaux

Introduction :

L'eau est l'élément essentiel de toute forme de vie sur notre planète, l'agriculture est de loin, l'industrie ayant la plus grande consommation d'eau.

L'irrigation des régions agricoles présente 70% de l'eau utilisée dans le monde entier. L'irrigation représente jusqu'à 90% de toutes les utilisations d'eau, et elle est l'origine de la production de nourritures et la sécurité alimentaire. Les futures stratégies de développement agricole de la plupart de ces pays dépendent de la possibilité de maintenir, d'améliorer et d'étendre l'agriculture irriguée.

Dans les conditions déficitaires en ressources en eau, le secteur de l'agriculture est le plus gros demandeur en eau, il rapporte qu'en 2006, 900000 hectares soit 10,5% de la SAU sont irrigués, et 78% de cette superficie l'est avec des eaux souterraines et 13% avec des eaux superficielles (Tamrabet, 2011). La gestion des périmètres irrigués s'améliore peu à peu avec leur prise en charge par l'ONID (Office Nationale de l'Irrigation et de Drainage). L'extension des surfaces irriguées en PMH (petites et moyennes hydrauliques) bien qu'encourageante pour le développement de l'agriculture a provoqué un accroissement considérable des forages individuels et des sur exploitations dangereuses de certaines nappes souterraines. La tarification sur l'eau agricole est faible (Benblidia, 2011). Deux types d'exploitations agricoles irriguées : les grands périmètres irrigués (GPI) relevant de l'État et géré par l'ONID. Ces périmètres sont irrigués par des barrages et des forages dans le nord du pays. Dans le sud l'irrigation est assurée à partir des forages profonds dans les grandes nappes de l'albien (Benblidia, 2011). Leur superficie est de l'ordre de 200000 ha, les cultures pratiquées dans les GPI (en 2008) l'arboriculture (64,6 %), le maraîchage (28,5 %), les cultures industrielles (6,1 %) et le reste en céréales et fourrages (Benblidia, 2011). Les petites et moyennes hydrauliques (PMH) constituées de petits périmètres et aires d'irrigation (productions privés) (Benblidia, 2011).

La wilaya d'Ain Témouchent se caractérise par un climat tempéré chaud pluvieux en hiver, avec relativement peu de pluie en été. Le climatique se caractérise par des vents qui n'apportent que peu d'humidité, est puisque cette wilaya à caractère essentiellement agricole et l'irrigation y indispensable.

La gestion rationnelle des eaux d'irrigation dans la région d'Ain Témouchent a constitué une évolution des systèmes d'irrigation économique en eau. Leur avantage est l'économie agricole qui sert à améliorer l'efficacité et l'intensité d'irrigation .par conséquent l'augmentation des rendements agricoles.

Pour atteindre des objectifs de production satisfaisants, il convient de mettre les cultures dans des conditions hydriques optimales. Ces conditions peuvent être assurées grâce à une bonne connaissance des besoins en eau de la culture (Evapotranspiration), des stocks d'eau dans le sol, et des apports d'eau extérieurs (Pluie, irrigation).

Le guidage d'irrigation et la gestion rationnelle de l'eau permet de garantir l'économisassions et la valorisation idéal de l'eau c'est de retour à les efforts de l'état et la sensibilisation des

irrigants et l'utilisation des techniques d'irrigation qui permet de lutter contre le gaspillage d'eau et empêcher les baisses des rendements.

Dans ce sens, notre travail s'intéresse à la gestion rationnelle de l'eau d'irrigation au niveau de la wilaya d'Ain-Témouchent. Il a pour objectif d'étudier l'évolution de la ressource en eau et les techniques d'irrigation pratiquées dans cette région. Cette analyse représente une étape essentielle pour une gestion quantitative plus durable de l'eau.

Le présent document s'articule autour de trois parties :

- La première partie est consacrée à une étude bibliographique adaptée à notre thème de recherche.
- La deuxième partie présente une description générale de notre zone d'étude.
- La troisième partie présente les résultats et l'observation de notre étude.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

Introduction :

La desserte adéquate en eau est essentielle pour la croissance ou le développement végétatif des cultures. Lorsque les précipitations sont insuffisantes, l'irrigation serait nécessaire pour couvrir les besoins en eau des cultures.

I.1. Qu'est-ce que l'irrigation ?

I.1.1. Un apport en eau artificiel :

L'irrigation est une opération humaine qui consiste à amener de l'eau supplémentaire à des cultures :

- ✓ En cas de manque ou d'insuffisance d'eau d'origine naturelle (pluie ou nappe phréatique) ;
- ✓ Dans des régions arides ou au climat très sec ;
- ✓ Pour des cultures qui demandent plus d'eau qu'elles ne peuvent en trouver sur place (maïs, coton ...).

I.2. L'objectif d'irrigation :

On irrigue pour avoir de meilleurs rendements. L'irrigation se fait pour les raisons suivantes :

- Pré-irrigation, elle sert à préparer la campagne agricole et la mise en place des cultures dans de bonnes conditions.
- Lutte, contre les gelées en cas de risque de gel, une irrigation permet d'éviter les dégâts qui peuvent être causés par un maintien de la température ambiante au-dessous de 0 °C, particulièrement lorsque l'eau est relativement chaude.
- Irrigation de loisir, utilisée pour les activités de loisir comme l'irrigation des parcs, les surfaces gazonnées, les terrains des stades et les jardins.
- Irrigation de lessivage des sols, elle doit être pratiquée à chaque fois qu'il y a un risque d'accumulation des sels.

I.3. D'où provient l'eau ?

L'irrigation nécessite l'utilisation de beaucoup d'eau dont les sources varient :

- ❖ Le recyclage des eaux usagées
- ❖ L'irrigation peut se faire avec de l'eau usagée qui a été traitée pour être utilisée sur des terres agricoles. Cette irrigation demande la mise en place d'une structure adaptée à la collecte et au traitement de l'eau usagée, mais permet de préserver l'eau des sources naturelles.
- ❖ Ce système est peu utilisé en Europe, mais davantage dans les régions arides où l'eau est plus rare.

Les ressources naturelles comme les rivières, lacs ou les nappes phréatiques. Ces ressources d'eau naturelles fournissent la majorité de l'eau d'irrigation dans les pays développés.

I.4.Le réseau d'irrigation :

Un réseau d'irrigation est l'ensemble d'organes d'ouvrages et appareils qui assurent le transport, la répartition et la distribution à chaque exploitation agricole, dans chaque parcelle des eaux destinées à l'irrigation, sans oublier par ailleurs les organes qui doivent éventuellement évacuer les eaux en excès. (MESSAHEL, 1988).

I.5.Dose d'irrigation :

La dose d'irrigation est la quantité d'eau nécessaire pour assurer le déficit de l'humidité des plantes pendant la période de végétation dans la couche végétale du sol, pour garantir un rendement fixe dans les conditions de l'année de probabilité fixe. Elle est exprimée en m³/ha ou en mm (1mm =10m³ / ha).

I.6.Les techniques d'irrigation :(Jensen, 1983)

La méthode d'irrigation la plus élémentaire consiste à transporter l'eau à partir de la source d'alimentation, (un puits), à chaque plante avec un seau ou un arrosoir (voir figure 1).



Figure 1:Arrosage des plantes avec un arrosoir

Cette méthode nécessite une main- d'œuvre importante, un long travail et un grand effort. Cependant, elle est fortement convenable pour l'irrigation des petits jardins de légumes, à proximité immédiate de la source d'eau.

L'irrigation des grandes superficies, ou des périmètres d'irrigation, nécessite le recours à d'autres méthodes d'irrigation plus perfectionnées. Les trois techniques les plus couramment utilisées sont :

L'irrigation de surface, l'irrigation par aspersion, et l'irrigation à la goutte à goutte.

- Irrigation de surface :
- Irrigation par bassins irrigation
- Par sillons/à la raie
- Irrigation par planches
- Irrigation par aspersion
- Irrigation à la goutte à goutte

I.6.1.Irrigation de surface :(Jensen,1983)

L'irrigation de surface consiste à amener l'eau au point le plus haut du terrain et à la laisser s'écouler par gravité. L'eau est ensuite distribuée au champ, soit par submersion (irrigation par bassins), soit dans des sillons en terre (irrigation par sillons) ou bien par ruissellement à la surface d'une planche d'arrosage (irrigation par planches).

I.6.2.Irrigation par bassins :(Jensen, 1983)

Les bassins sont constitués de cuvettes en terre, à fond à peu près plat, entourées de diguettes de faible hauteur ou levées (voir section 2.2.2). Ces levées sont conçues pour empêcher le passage de l'eau aux champs adjacents. Cette technique est utilisée, d'une façon générale, pour l'irrigation des rizières sur terrain plat, ou des terrasses à flanc de coteau (voir figure 2a). La méthode par bassins est aussi utilisée pour l'irrigation des arbres fruitiers ; dans ce cas une petite cuvette (bassin) est aménagée autour de chaque arbre (figure 2b). En général, cette technique d'irrigation s'applique à toutes les cultures qui peuvent tolérer la submersion par les eaux pour une longue durée 12-24 heures).

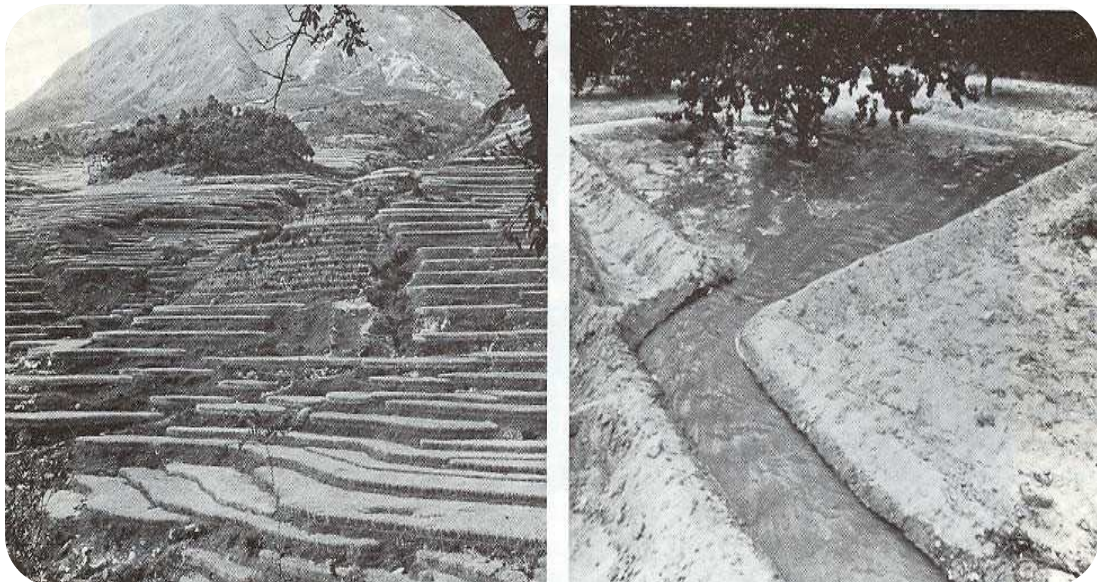


Figure 2: 2a) irrigation par bassins à flanc de coteau 2b) irrigation par bassin pour les arbres fruitiers

I.6.3.Irrigation par sillons/a la raie

Les sillons sont des petites rigoles en terre, aménagées dans le sens de la pente du terrain, pour transporter l'eau entre les rangées de cultures. L'eau s'infiltré dans le sol, principalement par les côtés du sillon, tout le long de son trajet dans le sens de la pente du terrain. Généralement, les plantes sont cultivées sur les billons séparant les sillons (voir figure 3). Cette technique est valable pour l'irrigation de toutes les cultures en lignes et pour toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux de leur feuillage ou de leur collet pour une longue durée (12-24 heures).

Les sillons sont alimentés par des prises d'eau aménagées sur les berges du canal d'amenée. Ces ouvrages de prise peuvent être soit de simples ouvertures aménagées sur les

berges du canal d'amenée, soit des siphons, ou bien des tuyaux d'alimentation passant à travers la berge du canal d'amenée(Jensen,1983).



**Figure 3: Alimentation des sillons par siphons
(Jensen M.E.1983)**

I.6.4.Irrigation par planches :

Les planches sont des bandes de terrain, aménagées en pente douce et séparées par des diguettes. Elles sont aussi appelées calant ou planche d'arrosage. L'alimentation en eau des planches est faite de plusieurs façons : soit à l'aide de prise d'eau aménagées sur le canal d'amener et équipées d'une vannette, soit par des siphons, ou bien par des tuyaux d'alimentation passant à travers les berges du canal d'amenée. la lame d'eau introduite ruisselle en descendant la pente de la planche, guidée par les diguettes des deux côtes de celle-ci (voir figure 4)(Jensen M.E, 1983).



**Figure 4:Alimentation des planches par siphons
(Jensen M.E.1983)**

I.6.5. La technique d'irrigation gravitaire :

Il s'agit de la technique d'irrigation la plus ancienne. Elle utilise un canal à ciel ouvert qui apporte l'eau par gravité à des canaux de plus en plus petits, venant irriguer les parcelles cultivées. Ce système d'irrigation utilise énormément d'eau, d'autant plus qu'une grande partie se perd par évaporation



Figure 5 : Irrigation gravitaire

<http://www.gmd.sn>

I.6.6. La technique d'aspersion :

Cette irrigation se réalise dans le cadre d'un système d'arrosage intégré, ou enterré. En effet, l'eau circule dans des canalisations enterrées, puis elle sort vers des tuyaux mobiles qui la distribuent aux cultures via des systèmes d'aspersion.



Figure 06 : irrigation par aspersion

I.6.7.La technique d'irrigation localisée :

La micro-irrigation ou l'irrigation localisée, se fait au goutte-à-goutte, c'est une technique très économe puisqu'elle ne consomme que ce dont la plante a besoin Effectivement, l'eau est amenée directement au pied de la plante, pourtant il doit être filtrée afin de ne pas boucher les goutte-à-goutte.

I.7.Exploitation des réseaux d'irrigation :(ORMVD,2012)

Quelle que soit la technique d'irrigation utilisée, le but final est d'avoir une récolte de qualité supérieure et une productivité élevée. Pour cela la bonne conception du réseau, sa bonne exécution et la pratique judicieuse des irrigations sont de première importance. Les travaux d'entretien qui ont pour objet de garder l'infrastructure du réseau et les ouvrages en bon état de fonctionnement sont souvent négligés. Ce fait a toujours amené la baisse du rendement (efficacité) de distribution d'eau et a conduit à la réduction du profit qu'on peut tirer des techniques d'irrigation. Les canaux, les ouvrages et les réseaux de distribution doivent faire l'objet d'un contrôle régulier. La réparation immédiate des ouvrages endommagés et le remplacement des équipements défectueux.

I.8.Choix de la technique d'irrigation :**I.8.1.Les 5 points clés pour bien choisir son système d'irrigation :****I.8.1.1.Le type de sol :**

Chaque type de sol demandera une solution et une couverture en eau différente, surtout si on parle d'irrigation par aspersion. Il existe de nombreuses options. Prendre en compte le type de sol permettra d'éviter par la suite les problèmes de flaques et de ruissellement de l'eau sur la parcelle. Autant de gaspillage inutile en eau et en énergie qui peut être évité.

I.8.1.2.Le débit :

Un professionnel de l'irrigation a pour mission de s'assurer que le système d'irrigation sera capable de fournir une quantité suffisante en eau, en fonction du type de plantes. Pour définir le débit il faut tenir rigueur de 4 facteurs : les données météorologiques (vent, climat...), l'environnement dans lequel l'installation va être faite, le besoin en eau des plantes, et la zone à irriguer. Pour atteindre un rendement maximal et éviter de gaspiller de l'eau, il faut absolument tenir compte de ces facteurs.

I.8.1.3.La pression :

La pression c'est la quantité d'énergie nécessaire pour amener l'eau de sa source jusqu'aux plantes. Le dimensionnement d'un projet d'irrigation se fera en fonction de la pression nécessaire. Elle dépendra de la distance qui sépare la culture du point d'eau, de la pente et de l'élévation du sol. Si la pression n'est pas calculée précisément, cela peut entraîner une mauvaise application de l'eau sur la culture et une usure plus rapide du système d'irrigation.

I.8.1.4.L'emplacement :

Dans les cas d'irrigation par aspersion ou par goutte à goutte, l'espacement des sprinklers ou des goutteurs peut devenir un réel enjeu de performance. Par exemple, superposer les asperseurs adjacents permet d'augmenter l'apport en eau mais il doit être

correctement calculé pour éviter de noyer la culture. A l'inverse, un espacement trop important risque de réduire l'uniformité de l'arrosage et créer s'il n'est pas anticipé, un stress des plantes. L'espacement se calculera en fonction de vos objectifs économiques.

I.8.1.5. Le dimensionnement des jets :

La taille des jets est également un critère de choix, car il influence la pression délivrée. Le dimensionnement des pièces doit être fait par une personne ayant de solides connaissances en irrigation. En effet, il dépend de la taille de la culture, du type de plantes et du type de sol. Le choix des systèmes et des équipements d'irrigation est déterminé en fonction d'un certain nombre de facteurs, à savoir :

Les conditions naturelles

- ✓ Les cultures
- ✓ La technologie
- ✓ La tradition des irrigations
- ✓ Les besoins en main-d'œuvre
- ✓ Les couts et les bénéfices

I.9. Avantages et danger d'irrigation :(Jean-Noël Salomon, 2006)

I.9.1. Les avantages d'irrigation sont nombreux :

Elle permet d'augmenter la superficie des surfaces cultivées, d'améliorer les rendements, d'assurer parfois plusieurs récoltes, d'intensifier et de stabiliser la production.

I.10. Les dangers d'irrigation :

L'irrégularité des régimes pluviométriques africains rend le recours à l'irrigation indispensable. Mais elle n'est pas sans présenter plusieurs dangers : fragilisation de certains dépôts alluvionnaires littoraux, épuisement de nappes phréatiques fossiles, salinisation des sols irrigués, sans oublier des effets indésirables sur la santé humaine. Par ailleurs, les projets d'irrigation de grande ampleur entraînent des déplacements de populations, des changements d'habitudes agricoles ancestrales, et des conflits majeurs entre pays.

I.11. Rentabilité d'irrigation :

La pratique de l'irrigation coûte cher .c'est ce qui explique qu'elle n'est présentement utilisée que dans des situations précises. En Alberta et en Idaho, c'est un « way of live ».elle est nécessaire pour obtenir de bons rendements, car les précipitations sont faibles ont été. Au Manitoba, ou la production est en pleine expansion(PATRICE T, 2003).

I.12. Calendrier d'irrigation :

Quel que soit le type de système d'irrigation, il faut disposer d'un calendrier d'irrigation qui permet d'éviter le stress hydrique et de fournir l'eau aux moments critiques, les différents calendriers d'irrigation sont basés sur l'une ou l'autre des méthodes suivantes : Bilan hydrique (programme informatisé comme IRRIGUE, SIMPOTATO, SUBSTOR). Mesure de l'humidité du sol (tensiomètres, A quater, blocs en céramiques, apparence du sol).

I.13.Ressources d'eau pour l'irrigation :

L'eau utilisée pour l'agriculture provient de sources naturelles ou des sources alternatives.

➤ Les sources naturelles : incluent l'eau de pluie et l'eau de surface (des lacs et des fleuves).ces ressources doivent être utilisée avec précaution. Les ressources d'eau de pluie dépendent des conditions atmosphériques du secteur. L'eau de surface est une ressources limitée et exige normalement la construction des barrages et des réservoirs avec des incidences significatives sur l'environnement.

➤ Les ressources alternatives : pour l'irrigation sont issues du recyclage de l'eau municipale usagée et de l'eau de drainage.

Cependant l'utilisation d'eau recyclée pour l'irrigation peut avoir quelques impacts défavorables pour la santé publique et pour l'environnement. Ceci dépendra de l'eau recyclée, des caractéristiques du sol, des conditions climatiques et de l'agronomie. Par conséquent, *il est important que tous ces* facteurs soient pris en considération dans la gestion de l'eau recyclée.

I.14.Réutilisation de l'eau pour l'irrigation :

La réutilisation de l'eau pour l'irrigation est une pratique normale dans le monde entier la qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est essentielle pour le rendement et la quantité des récoltes ,pour l'entretien de la productivité des sols, et pour la protection de l'environnement .par exemple, les propriétés physiques et mécaniques du sol, en particulier sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles aux types d'ions échangeables présents dans les eaux d'irrigation.

I.15.Qualité d'une eau d'épuration :

D'un point de vue composition, l'eau usée épurée est unique vue que sa qualité est un paramètre important à prendre en considération lors de l'élaboration d'un projet de réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation, car elle nécessite une étude approfondie de la variation journalière de la qualité des eaux usées épurées au niveau de la STEP, sur une durée d'au moins une année. Mais avant tout il sera nécessaire de connaître les éléments qui rentrent dans la composition des eaux usées épurées. Néanmoins nous pouvons avoir une idée sur ce paramètre, en se basant sur les caractéristiques de base qui ont servies au dimensionnement de la STEP, le procédé d'épuration utilisé et la classification de la qualité des eaux usées épurées en fonction des contraintes sanitaires établies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 1997).

I.16.Différents types d'eaux usées

Les eaux usées résultent de la pollution tant physico-chimique que bactériologique des eaux de consommation de bonne qualité, du fait des activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles (Richard, 1996) ou des activités naturelles. Elles proviennent de quatre sources principales :

I.16.1. Les eaux usées domestiques

Ces eaux proviennent des différents usages domestiques de l'eau et sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères (eaux grises), qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. ; et en eaux vannes (eaux noires) qui sont des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. De manière générale, il existe souvent une séparation entre les eaux usées des douches et les eaux usées provenant des WC avec des lieux de rejet différents. Les premiers devant être rejetés dans des puisards et les seconds dans des fosses septiques conçues à cet effet.

I.16.2. Les eaux industrielles

Elles sont issues des eaux de refroidissement et de lavage des machines, les eaux usées domestiques et les eaux dites de fabrication. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques (chlordane, hexa chlorobenzène, polychlorobiphényles), des solvants, des métaux lourds (plomb, arsenic, uranium), des micropolluants organiques ou des hydrocarbures.

I.16.3. Les eaux de ruissellement agricoles

Il s'agit de rejets liquides agricoles issus du ruissellement d'eau d'irrigation qui entraînent des engrais, des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important. Les pesticides et engrais contaminent les eaux souterraines par infiltration mais surtout les cours d'eau où elles accentuent le phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire l'appauvrissement des rivières en oxygène due au développement exponentiel des algues aquatiques qui en rejetant le CO₂ asphyxient les autres êtres vivants. Ce phénomène peut être observé.

I.16.4. Les eaux pluviales

On entend par eaux pluviales, les eaux issues du ruissellement des toitures, des terrasses, des parkings et des voies de la circulation. Normalement les eaux pluviales ne sont pas forcément polluées. Elles sont presque de même nature que les rejets domestiques, mais peuvent contenir en plus, des éléments toxiques (Hamdani, 2002). Elles ne sont considérées comme des eaux usées que si elles sont mélangées avec des effluents urbains au niveau des égouts de type unitaire ; leur destination étant.

I.17. Maîtrise d'irrigation :**I.17.1. Maîtriser son irrigation en maraîchage biologique :(Alain A ,2015)**

Une très grande majorité des producteurs de légumes disposent d'une installation d'irrigation, que ce soit en système maraîcher diversifié ou en production légumière spécialisée de plein champ, notamment dans les régions méditerranéennes où la faible pluviométrie ne suffit pas à compenser la consommation en eau des plantes. Lorsque serres et

tunnels sont présents au sein de l'exploitation, la pluie ne pouvant jouer son rôle naturel d'arrosage, l'irrigation devient alors une nécessité absolue. Disposer d'eau en quantité suffisante est une condition essentielle à la croissance optimale des légumes pour assurer un niveau et une régularité de rendement. Avant tout projet de mise en place d'une activité de production de légumes, il est donc primordial de vérifier l'accessibilité et la disponibilité en eau, critères majeurs dans le choix du lieu d'installation, garants de la viabilité future de l'exploitation agricole. Afin d'assurer une gestion optimale des apports en eau, il est également essentiel de mettre en place un système d'irrigation bien pensé, de qualité et performant, afin d'apporter aux cultures la quantité d'eau suffisante au bon moment (voir tableau1)

Tableau 1 : les avantages et les inconvénients des systèmes d'irrigation :

Système d'irrigation	Avantages	Inconvénients
Gravitaire	- Ne mouille pas les parties aériennes des plantes - Limite la poussée des adventices - Méthode empirique, mais présentant de bons résultats.	- Nécessite des parcelles nivelées - Débit d'eau important nécessaire (pour compenser l'évaporation et les infiltrations de l'eau dans le sol) - Temps d'arrosage long - Risque d'apports d'adventices et de pollutions par les canaux.
Goutte-à-goutte	- Répartition uniforme de l'eau dans la parcelle - Basse pression et économie d'énergie - Economie en eau - Ne mouille pas le feuillage des plantes et réduit ainsi certaines maladies cryptogamiques - Limite l'évaporation et le refroidissement du sol - Est compatible avec l'utilisation de paillage - Défavorise la poussée des mauvaises herbes entre les rangs	- Temps d'installation long au départ - Complique le sarclage des cultures - Nécessite une eau de bonne qualité et un système de filtration performant - Présente un débit irrégulier sur les terrains en pente (sauf si gouteur autorégulant) - Nécessite de fractionner les apports - Risque de rupture de capillarité dans le sol - Risque d'obturation nécessitant un entretien et un nettoyage réguliers
Aspersion	- Facile et rapide à installer - Facile à déplacer d'une culture à l'autre - Limite la présence des acariens qui sont gênés par une ambiance humide - Peut servir de protection contre le gel des cultures.	- Investissement de départ important - Favorise le développement des adventices - Mouille le feuillage (risque de maladies) - Sensible au vent - Pertes en eau importantes par évaporation - Débit et pression plus importants que dans un système de goutte-à-goutte - Nécessite un système de filtration.

I.17.2. Bilan hydrique : (Djaba H, 2010)

Le calcul du bilan hydrique estime l'écoulement et l'évaporation sur un pas de temps décadaire ou mensuelle en fonction du sol et de la météorologie.

Le bilan hydrologique naturel peut se calculer par la formule suivante (Castany 1982) :

- $P = ETR + R + T$
- ETR : l'évapotranspiration annuelle (mm).
- I : infiltration.
- P : précipitation.
- R : ruissellement.

I.17.3. Bassin d'irrigation :

Dans le domaine de l'arrosage et des réseaux d'irrigation, des stockages d'eau sont aujourd'hui demandés et réalisés dans des ouvrages hydrauliques avec la mise en place d'un dispositif d'étanchéité par géo membrane. Plusieurs choix de géo membranes sont possibles : PVC P, EPDM, PEBD, PEHD. Elles sont fonction du support, du site, et de la finalité du stockage. Nos géo membranes sont garanties et certifiées.



Figure 7 : Etanchéité d'un bassin géo membrane en polypropylène

I.18. Les effets nocifs de l'irrigation : (Jean-Noël Salomon, 2006)

Coût élevé de la mise en place (ce qui engendre de l'endettement); gaspillages nombreux (évaporation, pertes) qui grèvent la ressource ; mauvaise gestion des périmètres irrigués (prix payé au forfait et non au mètre cube) ; mauvaise commercialisation de la production ; salinisation des terres et appauvrissement par malfaçons culturales amenant l'abandon rural ; impact sur l'élevage car la multiplication des aménagements le long des cours d'eau et autour des plans d'eau rend difficile l'accès du bétail à l'eau : en conséquence, celui-ci crée des couloirs dans lesquels le sol dénudé de sa végétation est ameubli par les

sabots, ouvrant ainsi la voie à l'érosion hydrique et éolienne, avec des effets pernicieux pour la santé .

De façon générale, l'irrigation mal conçue conduit non seulement à la dégradation de l'environnement (érosion des sols, pertes de fertilité, atteintes à la biodiversité) mais aussi à la déstructuration des sociétés. Cela fait trop pour ne pas se poser la question de la pertinence de l'irrigation dans certains cas. Ce qui précède pourrait être considéré comme une charge contre l'irrigation. Tel n'est pas notre propos, car nous avons volontairement laissé de côté les aspects positifs de ce type d'aménagement territorial. Cependant, si l'on veut s'engager sur la voie du développement durable, il convient sans conteste de procéder à des études scientifiques intégrées, au cas par cas, en y associant, aux côtés des agronomes, des hydrogéologues, des géographes, des économistes et sociologues, les premiers intéressés aux décisions, les cultivateurs eux-mêmes. Les grands projets d'irrigation d'inspiration saint-simonienne, visant à dominer la Nature sans réellement la connaître, seront voués à bien des déboires.

I.19. Concept de norme pour la qualité de l'eau d'irrigation :

La qualité de l'eau d'irrigation doit être évaluée sur la base des changements environnementaux de son adaptation au type de cultures envisagées, aux sols sujets, et au climat. Le domaine de son emploi est déterminé par les risques qu'elle peut présenter. Ces risques sont d'autant plus graves, que les conditions de travail naturelles, ne sont pas maîtrisées. Ceci rend l'évaluation de la qualité de l'eau complexe, ce qui explique l'absence d'un schéma complet et universel pour la classification des eaux d'irrigation. L'utilisation d'une eau pour l'irrigation, doit être conçue également de façon à conserver le potentiel de production des sols ; ce qui est supposé assuré, dans le cas où différents risques que peut poser cette eau sont prédits.

I.20. Les eaux de surface et les eaux souterraines :

I.20.1. Rechargent les nappes :

La première nappe est dite "de surface" ou "libre". Elle est située sous un sol perméable. Dans ce cas, les eaux de pluie peuvent toujours l'imprégner davantage. Aussi, le niveau de la nappe peut-il monter ou baisser, à son aise. La deuxième nappe est appelée "profonde" ou "captive". Elle est située entre deux couches imperméables. Elle se renouvelle donc plus lentement que la nappe libre. Elle est en général profonde, quelques centaines de mètres et plus. Si la pente est forte, l'eau y est sous pression.

I.21. Conception d'un projet d'irrigation :

Pour la conception d'un projet d'irrigation l'agriculteur et le concepteur devront disposer de suffisamment d'informations sur :

La disponibilité et la nature de la ressource en eau ;

Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer ;

Le type de cultures à irriguer et leurs besoins en eau ;

Choix de la technique et du système d'irrigation.

Tenant compte de la diversité des paramétrés (sol, climat, plante) permettant une mise en place et maîtrise de l'irrigation, il est utile de procéder de la manière suivante :

1. connaître la source d'eau et le débit à extraire, le type de sol et le choix de la culture,
2. connaître la topographie de la parcelle et les vents dominants,
3. calcul des besoins en eau de la culture,
4. faire le choix de la technique et le système d'irrigation à utiliser entre : la goutte à goutte, aspersion classique, ou le gravitaire,
5. dimensionnement du réseau d'irrigation adopté,
6. connaître les possibilités de drainage de la parcelle,

I.22.La disponibilité et la nature de la ressource en eau :

L'eau d'irrigation doit être considérée selon sa nature, sa quantité et sa qualité, pour sa nature, la ressource peut être souterraine exploitée à partir de puits ou de forage, ou bien une source d'eau superficielle à partir des lâchées, d'un écoulement ou un captage de source.

L'agriculteur doit s'assurer de sa disponibilité au moment voulu pour irriguée, car la connaissance de la qualité d'eau disponible en période de pointe permet de déterminer la superficie à irriguer ;et en qualité (bonne, médiocre ou mauvaise) pour savoir le niveau de traitement et de filtration nécessaires à son utilisation.

La disponibilité de l'eau dans le temps, en débit et en pression, conditionne la conception du projet :

❖ **Dans le temps :**

- ❖ Si l'eau est disponible en permanence au niveau de l'exploitation, l'agriculteur n'aura aucune restriction dans la gestion de l'irrigation, suivant les postes qu'il aura à déterminer dans son projet.

Si l'eau n'est pas disponible en permanence au niveau de l'exploitation, l'agriculteur aura des restrictions dans la gestion de l'irrigation, imposées par le tour d'eau.

❖ **En débit :**

- ❖ du débit (Q) disponible pour l'irrigation et des besoins (B) en période de pointe dépendent :
 - la surface maximale (S) des postes d'irrigation : $S=Q/B$
 - le choix du type de distributeur : goutteur, diffuseur, ajutage, micro-asperseurs ;
 - le nombre de postes d'arrosage.

❖ **En pression :**

- ❖ En irrigation sous pression, la pression de fonctionnement d'un distributeur doit être proche de la pression nominale indiquée par le fabricant .les ordres de grandeur (pour l'irrigation goutte à goutte) sont les suivants :
 - 1à3bars (10à30m de colonne d'eau) pour les goutteurs autorégulant,
 - 1bar (10mde colonne d'eau) pour les goutteurs non autorégulant,
 - 0.6bar (6m de colonne d'eau) pour les gaines.

En irrigation localisée, la qualité de l'eau est un élément essentiel dont dépendent les risques de colmatage des distributeurs. La qualité de l'eau est d'autant moins bonne qu'elle contient des éléments susceptibles de boucher les distributeurs. Ces éléments sont de nature chimique, physique ou biologique. Une analyse de l'eau est nécessaire pour mieux cerner les risques (voir tableau 1 et 2 en annexe). Lorsque les eaux sont de qualité médiocre ou mauvaise,

On portera une attention particulière à la sensibilité des distributeurs à l'obstruction.

I.23. Le type de sol et les caractéristiques des parcelles à irriguer :

***Le type de sol :**

La rétention en eau diffère suivant le type de sol, le taux d'infiltration et la capacité de rétention sont spécifiques à chaque sol, la connaissance des conditions d'humidité est importante (Annexe : tableau 3)

***Humidité du sol :**

L'humidité du sol est la quantité d'eau contenue dans le sol, elle s'exprime communément comme la hauteur d'eau (mm) présente sur une profondeur d'un mètre de sol. L'humidité peut être exprimée en % de volume. Une humidité du sol de 100 mm/m correspond à une humidité du sol de 10% en volume. La qualité d'eau stockée dans le sol n'est pas une constante mais peut varier dans le temps.

***Saturation :**

À la saturation il n'y a pas d'air dans le sol et les plantes peuvent en souffrir par manque d'air. Dans des sols à texture grossière (sol sableux), le drainage prend fin après une période de quelques heures. Dans des sols à texture fine (sols argileux), le drainage peut durer quelques (2 à 3) jours.

***Capacité aux champs :**

Après la fin du drainage, les plus grands pores contiennent de l'eau et de l'air. A ce stade on dit que le sol est à la capacité aux champs, ou le sol est dans les conditions idéales pour la croissance des plantes.

***Point de flétrissements permanents :**

L'eau contenue dans le sol va être absorbée par les racines ou s'évapore. Si aucune eau supplémentaire n'est fournie au sol, celui-ci va graduellement s'assécher. Plus le sol devient sec, mieux l'eau restante est retenue et plus il sera difficile aux racines de l'extraire. A un certain stade, la quantité d'eau absorbée par la plante n'est plus suffisante pour lui assurer ses besoins. La plante perd alors de sa fraîcheur et se flétrit.

***Les caractéristiques des parcelles à irriguer :**

Pour concevoir un projet d'irrigation, il est nécessaire de disposer d'un plan détaillé à grande échelle (1/500 ou 1/1000), sur lequel seront reportés les points cotés, les courbes de

niveau, le point d'alimentation en eau, le sens des lignes de cultures et toutes autres indications jugées utiles.

Les éléments essentiels à considérer sont la forme, les dimensions et la topographie des parcelles à irriguer, les caractéristiques pédologiques, les cultures pratiquées. Ceux qui conditionnent :

- ✓ Le choix des distributeurs.
- ✓ La longueur et le choix des rampes (conduites principales et secondaires),
- ✓ La disposition et le diamètre des conduites.

***La pente :**

La pente d'un terrain s'exprime comme un taux.

C'est la distance verticale, considérée comme la différence d'altitude entre deux points d'un Terrain, déversée par la distance horizontale entre deux points :

Pente =différente d'altitude (m)/distance horizontale (m)*100=%

Le tableau 2 : une série de pentes caractéristiques pour l'irrigation :

Pente	%
Horizontale	0-0.2
Très faible	0.2-0.5
Faible	0.5-1
Modérée	1-2.5
forte	Plus de 2.5

I.13.Le type de cultures à irriguer et leur besoins en eau :

***Evapotranspiration (ETP) :**

L'évapotranspiration (ET) est la quantité de vapeur d'eau transférée dans l'atmosphère par transpiration au niveau du sol, de surfaces d'eau libre et autres surfaces interceptant la pluie (Hacini, 2007) on distingue :

***L'évapotranspiration potentielle (ETP) :**

L'évapotranspiration potentielle (ETP) peut être définie comme étant la quantité maximale d'eau susceptible d'être évaporée dans des conditions climatiques données par une surface d'eau libre, ou un couvert végétal pour lequel l'eau n'est pas un facteur limitant. La valeur limite de l'évapotranspiration potentielle est fonction de l'énergie disponible (Cosandey et Robinson, 2000).

***Evapotranspiration maximale (ETM) :**

C'est l'évapotranspiration d'une culture spécifique dans des conditions de densité et de fertilisation du sol optimales, culture croissante sur un sol bien alimenté en eau et placée

dans les conditions adventives négligeables et des conditions climatiques de la région considérée.

Elle est liée à l'ETP de la référence par la relation suivante (Cosandy et Robinson, 2000) :

$$ETM = KC \times ETP$$

Avec ; KC : coefficient cultural qui dépend du stade de la culture et des conditions climatiques ; il est généralement inférieur à 1.

Le tableau 3 : les facteurs qui influencent l'évapotranspiration d'une culture :

Facteurs	Effet sur l'ETP d'une culture	
	Forte	Faible
Climat	Chaud	Frais
	Sec	Humide
	venteux	Sans vent
	Sans nuages	Nuageux
Culture	Tardive	Précoce
	Dense	Peu dense
Humidité du sol	Humide	Sec

La zone racinaire :

Elle devra être considérée suivant la culture à irriguer (**annexe : tableau4**)

Annexes :

Tableau 4 : mesures à effectuer pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation

paramètre de l'eau	Symbole	Unité	Teneur habitué dans l'eau d'irrigation	
Salinité				
Teneur en sel				
Conductivité électrique (ou)	ECW	DS/M	0-3	DS/m
Total des matières solides dissoutes	TDS	Mg/l	0-2000	Mg/l
Cation et Anion				
Calcium	CA++	Me/l	0-20	Me/l
Magnésium	MG++	Me/l	0-5	Me/l
Sodium	NA+	Me/l	0-4	Me/l
Carbonate	CO--	Me/l	0-0,1	Me/l
Bicarbonate	HCO3-	Me/l	0-10	Me/l
Chlorure	CI-	Me/l	0-30	Me/l
Sulfate	SO4--	Me/l	0-20	Me/l
Eléments nutritifs				

Azote nitrique	NO ₃ -N	Mg/l	0-10	Mg/l
Azote ammoniacal	NH ₄ -N	Mg/l	0-5	Mg/l
Phosphate phosphoreux	PO ₄ -P	Mg/l	0-2	Mg/l
Potassium	K ⁺	Mg/l	0-2	Mg/l
Divers				
BORE	B	Mg/l	0-2	Mg/l
Acidité	PH	1-14	6,0-8,5	
Coefficient d'adsorption du sodium	SAR	(me/l) 1,2	0-15	

Tableau 5 : directives pour l'interprétation de la qualité d'une eau d'irrigation

Nature du problème	Unité	Restriction pour l'irrigation		
		Aucune	Légère à modérée	Fort e
Salinité (influe sur l'eau disponible pour la plante)				
Conductivité électrique ECW(ou)	DS/M	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Total des matières solides dissoutes TDS	Mg/l	<450	450-2000	>2000
Infiltration (influe sur la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol : utiliser à la fois ECW et SAR)				
SAR = 0-3 et ECW =		>0.7	0.7-0.2	<0.2
SAR = 3-6 et ECW =		>1.2	1.2-0.3	<0.3
SAR = 6-12 et ECW =		>1.9	1.9-0.5	<0.5
SAR = 12-20 et ECW =		>2.9	2.9-1.3	<1.3
SAR = 20-40 et ECW =		>5.0	5.0-2.9	<2.9
Toxicité de certains ions (affecte les cultures sensible)				
Sodium (Na) 4				
Irrigation de surface	SAR	<3	3-9	>9
Irrigation par aspersion	ME/l	<3	3	
Chlore (Cl) 4				
Irrigation de surface	Me/l	<4	4-10	>10
Irrigation sur aspersion	Me/l	<3	3	
Bore (B) 5	Mg/l	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Effets divers (affecte les cultures sensibles)				
Azote (NO ₃ -N) 6	Mg/l	<5	5-30	>30
Bicarbonate (HCO ₃) (seulement pour l'aspersion sur frondaison)	Mg/l	<1.5	1.5-8.5	>8.5
PH		Zone normale 6.5-8.4		

Tableau 6 : caractéristiques physiques des sols (selon Isaesen-Hansen, 1962)

Texture du sol	perméabilité	porosité	Masse volumique	Capacité de rétention	Point de flétrissement	Réserve utile
	cm.h-1		Kj.dm-3	Vol.	vol	mm.m3 profondeur
Sablonneux	5	38	1.66	15	7	80
Sablo-limoneux	2.5	43	1.50	21	9	120
Limoneux	1.3	47	1.40	31	14	170
Argilo-limoneux	0.8	49	1.35	36	17	190
Limono-argileux	0.25	51	1.30	40	19	210
Argileux	0.05	53	1.25	44	21	230

La zone racinaire : devra être considérée suivant la culture à irriguer

Tableau 7 : profondeur d'entraînement

Culture	Profondeurs (cm)	culture	Profondeurs (cm)	Culture	Profondeurs (cm)
Agrume	100-120	Fraises	30-45	Pomme de terre	60
Arachides	45	Haricots	60	Légumes (général)	30-60
Baies (cannes)	90	Luzerne	90-180	Salade	30
Betteraves	60-90	Mais	75	Sorgho	75
Céréales	60-75	Melons	75-90	Soya	60
Carottes	45-60	Noix	90-180	Tabac	75
Choux	45-60	Oignons	45	Tomates	30-60
Concombres	45-60	Patates douces	90	vigne	90-180
Coton	120	pois	75		
Arbres fruitiers à feuilles caduques	100-120	Pâturages (graminées)	45	Pâturages (avec trèfle)	60

I.14. Influence de l'irrigation goutte à goutte par des eaux chargées sur un sol léger :

L'utilisation des eaux de faible qualité pour l'irrigation pose le problème d'une dégradation des sols par une accumulation de sels. Cette accumulation est plus-ou-moins importante en fonction de la qualité de l'eau apportée, de la nature du sol, du climat et du mode d'irrigation. C'est dans ce sens qu'une étude a été conduite dans la région de Sfax (pluviométrie 200 mm/an), en Tunisie centrale. Cette étude s'est intéressée à un verger d'amandier irrigué à la goutte à goutte avec une eau de faible qualité titrant un résidu sec de 3.6 g/l. L'évolution de l'humidité du sol ainsi que de la conductivité électrique de la solution

du sol (CE) ont fait l'objet de suivi. Pour ce faire, des tensiomètres ont été installés à différentes profondeurs de part et d'autre du goutteur, sur et entre les lignes de plantation. De même, des prélèvements de sol à différentes profondeurs et à différentes distances du goutteur ont été effectués pour la détermination de la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée. Le suivi densitométrique a permis de déterminer les cycles d'humectation et de dessèchement du sol et de mettre en relief l'effet d'une forte demande évaporatoire. Les résultats d'analyse de la solution du sol ont révélé que sous irrigation, la conductivité électrique (CE) du sol a subi une forte augmentation par rapport au témoin non-irrigué. L'accumulation de sel s'est faite surtout à la périphérie du bulbe où là CE varie entre 6 et 8 ms/cm et à la jonction des deux bulbes. De plus, une augmentation de la salinité du sol est observée entre deux cycles de développement successifs avec une CE max, respectivement de l'ordre de 10 et 15 ms/cm (Mohamed G, all, 2003).

I.15. Programme de l'économie de l'eau

Composante fondamentale du Programme du Renouveau Agricole et Rural.

C'est un programme horizontal /aux filières.

C'est un programme intersectoriel.

Le pourquoi de ce programme ?

- Pays aride et semi-aride, le développement agricole fortement conditionné par l'irrigation, rareté et distribution irrégulière des pluies et domination de l'agriculture pluviale (90%).
- Pays caractérisé par un taux de croissance démographique rendant ainsi primordial l'augmentation de la productivité agricole et assurer une sécurité alimentaire.
- Ressources en eau très sensibles aux variations climatiques aléatoires.
- Potentiel en ressources en sols fragilisé par l'agressivité des phénomènes naturelles (Ressources naturelles limitées).
- L'agriculture est devenue hautement stratégique que d'autres secteurs.

I.16. Irrigation : déterminez les besoins en eau des cultures et les stocks d'eau disponibles

Irrigation : les températures douces de l'été ont peiné à arriver ces dernières semaines, mais elles sont bel et bien là ! Et avec elles, les premières contraintes climatiques aussi ! Prenons donc quelques minutes pour comprendre, dans la théorie, comment déterminer les besoins en eau des cultures et les stocks d'eau disponibles pour la plante...

I.17. Des conditions hydriques optimales :

Pour atteindre des objectifs de production satisfaisants, il convient de mettre les cultures dans des conditions hydriques optimales. Ces conditions peuvent être assurées grâce à une bonne connaissance des **besoins en eau de la culture** (Evapotranspiration), des **stocks d'eau dans le sol**, et des **apports d'eau extérieurs** (Pluie, irrigation). Ces éléments sont représentés sur le schéma ci-dessous.

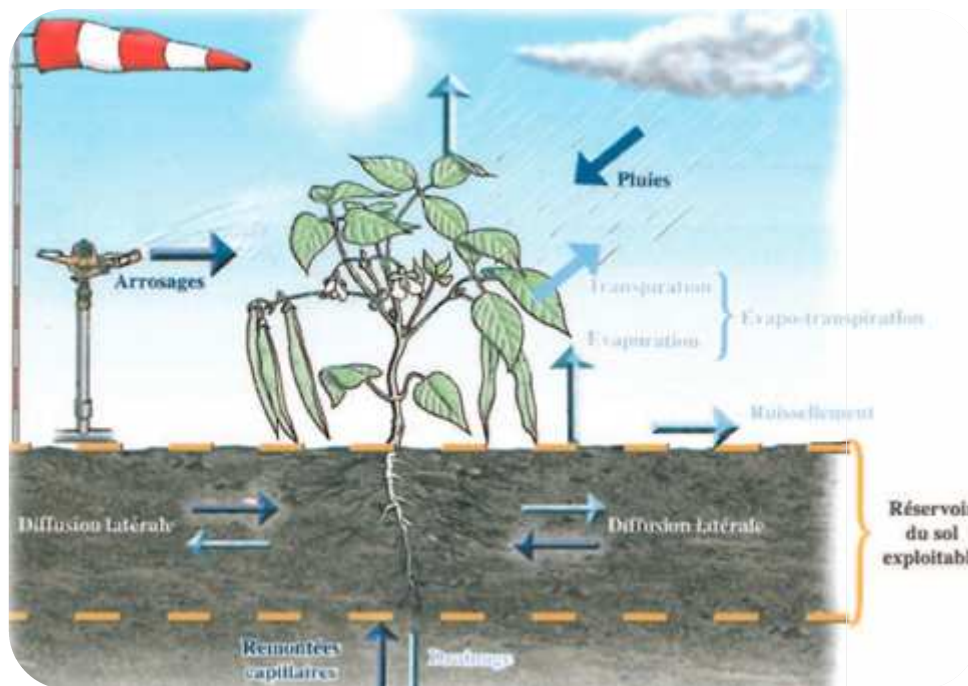


Figure 8: Bilan entrées /sorties d'eau dans un système sol-plante -atmosphère (ARDEPI)

I.17.1. Détermination des besoins en eau des cultures :

Un couple Sol/Plante, en réponse à une demande climatique (effets combinées de la température, vent, ensoleillement, humidité), va respectivement évaporer et transpirer l'eau qu'elle à sa disposition. On quantifie ce phénomène : l'évapotranspiration de référence **ETRef**, exprimée en mm d'eau/jour. Elle est déterminée de manière théorique pour un couvert végétal de type gazon, recouvrant entièrement le sol.

Petit rappel : 1 mm d'eau = 1 L/m² = 10 m³/ha

Pour une culture donnée, l'ETRef est pondérée grâce à un coefficient cultural **KC**, correspondant au stade de développement de la plante (surface foliaire principalement).

Ainsi, on obtient les besoins en eau pour chaque culture :

$$ETC = KC \times ETRef \text{ (en mm d'eau /jour)}$$

Les valeurs d'ETRef (demande climatique) varient entre 0 et 8mm/jour en fonction de la saison et des conditions climatiques. Les valeurs de **KC** varient entre 0 et >1 selon les cultures et les stades de développement (voir quelques exemples indicatifs de **KC simplifiés** ci-dessous)

Tableau 8 : quelques exemples indicatifs de KC

	Courgette	Ail	Poireau	Oignon	Chou-fleur
Plantation levée	0.5	0.5	0.7	0.6	0.5
Mi récolte	1	0.9	0.7	1	1
Fin récolte	0.5	0.5	0.7	0.5	1.3

I.17.2. Les stocks d'eau dans le sol :

Le sol constitue un **réservoir d'eau** qui se remplit et se vide, tel une éponge. La **Reserve Utile (RU)** est déterminée comme la quantité d'eau du sol utilisable par une culture. Au sein de cette RU, la **RFU** est déterminée comme la quantité d'eau du sol **facilement utilisable**, équivalent à près de 2/3 de la RU. L'eau restante est considérée comme trop difficilement utilisable par les racines, car trop liée aux éléments du sol.

La Reserve Utile dépend de la texture du sol (tableau ci-dessous) et s'exprime en mm d'eau par mètre de profondeur de sol.

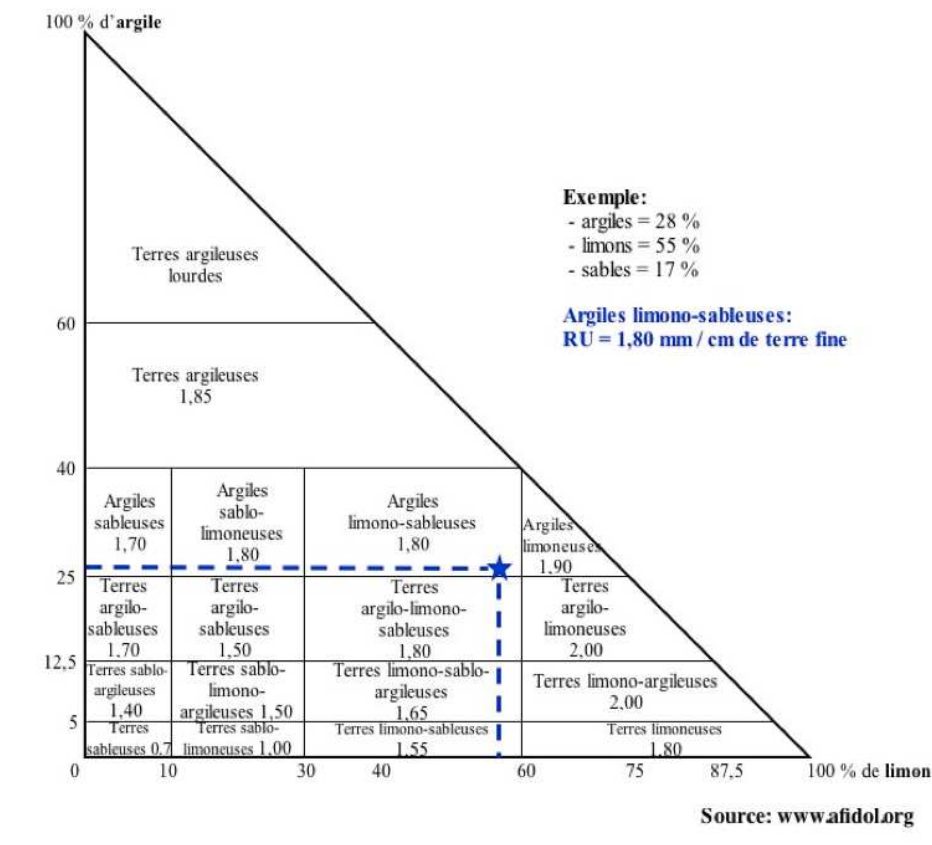


Figure 9 : triangle de texture
(Jamagne et Bretemieux)

I.18. Les objectifs de la gestion de l'eau d'irrigation :

I.18.1. Les acteurs de la gestion de l'eau :

❖ **La collectivité** : cherche à maximiser le bien-être des individus en tenant compte d'un souci d'équité, d'une alimentation suffisante en eau potable et en minimisant le coût de l'incitation. Elle a en charge la police des eaux.

❖ **L'agence de l'eau** : incite à gérer de manière optimale la ressource en eau en luttant contre la pollution, en améliorant les ressources en quantité et en qualité, en incitant les acteurs concernés par l'eau à se concerter. Elle a un objectif d'équilibre durable du système.

❖ **Le gestionnaire** : est un organisme chargé de développer et de gérer les ouvrages permettant de desservir les usagers. Ses objectifs sont liés à la mission qui lui est confiée et diffèrent suivant que le gestionnaire a vocation à satisfaire les besoins en eau de toute nature de la collectivité (à travers les concessions d'Etat, pour les grands périmètres) ou seulement les besoins en eau d'irrigation (comme les Associations Syndicales Autorisées, pour les périmètres de quelques centaines d'hectares). Les modalités de gestion dépendent de son statut. L'objectif minimum est d'équilibrer le budget et de maintenir le périmètre irrigué.

❖ **Les agriculteurs** : visent à satisfaire des objectifs d'entreprise (comme maximiser le profit, minimiser les coûts de production ou minimiser le risque de production) et de ménage (revenu minimum, par exemple). Dans les systèmes de production irriguée, on observe une valorisation très différente de l'eau en raison de l'hétérogénéité de comportement des agriculteurs. Dans tous les pays, la diversité des pratiques d'irrigation doit être prise en compte pour prévenir les comportements opportunistes et pour préserver l'équité entre agriculteurs face à l'eau.

I.18.2. Gestion de l'irrigation fertilisante :

Des pratiques de gestion de l'irrigation adaptées sont essentielles pour assurer l'efficacité de l'irrigation/irrigation fertilisante. La programmation et le dosage de l'irrigation doivent être établis à partir d'un calendrier scientifique. Une application d'eau trop abondante sur la zone racinaire constitue non seulement un gaspillage d'eau mais également un facteur de lessivage des produits chimiques et des nutriments de la zone racinaire de la culture. On assiste ainsi à un double effet négatif : le gâchis de produits chimiques fort onéreux et une augmentation des risques de pollution de l'eau souterraine (Roberto N, 2004).

I.18.3. L'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation et modernisation de sa gestion :

En termes d'économie globale, la gestion de la demande concernant l'eau en agriculture nécessite la recherche de gain d'efficacités réalisables en matière d'utilisation de l'eau et de productivité agricole tout au long de la chaîne qui va de l'exploitation agricole au marché. Ces gains d'efficacité relatifs à l'utilisation de l'eau et à la productivité seront le résultat du mode de gestion de l'eau dans les exploitations, du fonctionnement des réseaux d'irrigation et des ajustements apportés aux politiques nationales en matière d'eau et d'irrigation. Toutefois, certaines approches fondées sur la gestion de la demande sont également pertinentes pour l'agriculture, notamment en ce qui concerne l'utilisation conjonctive des eaux de surface et des eaux souterraines, la réutilisation des eaux usées et des eaux de drainage, et le dessalement dans des cas appropriés. Dans le cadre de l'affectation des ressources en eau, les critères de qualité rapportés aux différents usages de l'eau doivent découler d'un processus de décision à objectifs multiples. (troy, 2013) Devant la nécessité de mettre en œuvre une gestion rigoureuse des ressources en eau pour garantir une utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation, voire son économie ainsi que sa meilleure valorisation, ses principaux objectifs sont :

- augmenter les performances des systèmes d'irrigation et garantir de la pérennité des équipements.

- rationaliser l'usage de l'eau ; améliorer la qualité du service de distribution de l'eau aux irrigants.
- améliorer l'efficacité de l'apport d'eau à la parcelle.
- mieux valoriser les eaux d'irrigation.
- augmenter les revenus des agriculteurs et le taux de recouvrement des redevances d'eau d'irrigation.
- Ce plan d'action porte sur trois axes d'intervention :
 - améliorer des performances de l'infrastructure d'irrigation par le renforcement des opérations de maintenance et de réhabilitation des ouvrages et équipements d'irrigation.
 - Optimiser l'application de l'eau à la parcelle et introduire de nouvelles techniques d'irrigation plus économique.
 - Renforcer l'encadrement et l'organisation des usagers et les sensibiliser à la nécessité d'une meilleure conduite de l'irrigation, plus efficace. (Guemim, 2004)

I.19.L'eau de l'irrigation :

l'agriculture est ,de loin,l'industrie ayant la plus grande consommation d'eau .L'irrigation des région agricoles représente 70% de l'eau utilisée dans le monde entier .Dans plusieurs pays en voie de développement , l'irrigation représente jusqu'à 95% de toutes les utilisations d'eau, et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire .Les futures stratégies de développement agricole de la plupart de ces pays dépendent de la possibilité de maintenir, d'améliorer et d'étendre l'agriculture irriguée. D'autre part, il existe une pression croissante sur les ressources en eau, amplifiée par la concurrence des autres secteurs utilisateurs d'eau et par le respect de l'environnement. L'eau est une ressource qui peut créer des tensions entre différents pays se partageant les mêmes sources d'eau .L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence, puisqu'elle représente de 70% à90% de l'utilisation d'eau dans certains régions.

I.19.1.Les ressources en eau au Maghreb :

Mises en relation avec la croissance de la population et le doublement attendu des besoins entre 1990 et 2020, les perspectives de sécurisation alimentaire apparaissent toujours plus difficiles. En Algérie, le taux de couverture est seulement de 20 % pour les céréales. L'agriculture prélève 85 et 65 % des eaux mobilisées respectivement au Maroc et en Algérie. Le poids de l'irrigation soulève de nombreuses questions dans la mesure où il peut constituer un handicap pour le développement d'autres secteurs économiques comme l'industrie ou le tourisme. Le changement climatique doit ainsi jouer un rôle d'accélérateur d'une dynamique en cours de marginalisation de l'agriculture, et l'adaptation se traduire par une mobilisation croissante des ressources en eau par l'intensification de l'irrigation, susceptible d'aggraver les conflits et la compétition sur les usages sectoriels de l'eau (Margat et Vallée, 1999). Le Maghreb est classé par la Banque mondiale comme une région pauvre en eau. Dans cette région, le stress hydrique reste une préoccupation nationale. Les périodes de stress hydrique qui deviennent de plus en plus fréquentes secouent l'économie de ces pays. En fait, le Maghreb est une région qui connaît un déficit en eau de plus en plus grave. Les ressources en eau renouvelables sont de l'ordre de 61 milliards de m³/an. La dotation en eau annuelle par

personne, qui était de 879,9 m³/an en 1994, est actuellement passée à 771,9 m³/an, et diminue rapidement pour atteindre le seuil de pénurie en eau absolue l'an 2030. Alors qu'on estime qu'il faut en moyenne 1100 m³ d'eau/an pour répondre aux besoins de chaque habitant, tous les pays du Maghreb sont très loin de pouvoir répondre à ces besoins. Ils sont tous à des degrés différents au-delà du seuil de pénurie en eau critique et pour la plupart au-delà du seuil de pénurie absolue. Les ressources en eau dans le Maghreb restent limitées avec une tendance à la baisse à cause de la sévérité du climat et d'une demande de plus en plus forte. La croissance démographique, l'urbanisation et la perturbation du régime hydrique font du Maghreb une région très vulnérable, avec des ressources en eau non seulement limitées mais aussi instables (Filali.2003).

I.19.2.Economie de l'eau d'irrigation :

I.19.2.1.Une stratégie pour l'économie et la valorisation de l'eau :

Face à la situation difficile des ressources hydriques qui ne cesse de s'aggraver, l'économie d'eau est désormais un axe incontournable de la nouvelle politique de l'eau du Maroc. Dans ce contexte, le département de l'Agriculture a élaboré une stratégie pour l'économie d'eau et sa valorisation en agriculture irriguée. Cette stratégie considère l'amélioration du revenu agricole comme une condition sine qua none pour sa réussite. Elle se base sur l'amélioration du service de l'eau d'irrigation, le renforcement et l'adaptation du système de financement et d'incitation à l'économie d'eau, l'amélioration de l'aval agricole sous tous ses aspects (organisation, partenariat, contrats de cultures, etc.), et le développement d'un conseil de proximité en matière de conception des systèmes d'irrigation économes d'eau et d'appui à l'amélioration de la productivité. L'objectif ultime étant une gestion conservatoire et durable des ressources en eau limitées, la durabilité de l'agriculture irriguée et le renforcement de son rôle stratégique dans la sécurité alimentaire du pays. Cette stratégie s'articule autour des grands axes d'intervention suivants :

- La modernisation de l'agriculture irriguée en à travers le développement de l'irrigation localisée à grande échelle par le biais de reconversion des techniques d'irrigation existantes et à efficacité limitée, notamment le gravitaire.

L'objectif fixé est d'équiper en irrigation localisée près de 50% de la superficie totale aménagée au niveau national. Pour cela, le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI) s'inscrit dans les mesures transverses du Plan Maroc Vert. Il vise en effet à atténuer la contrainte hydrique, considérée comme le principal facteur limitant à l'amélioration de la productivité agricole. Ce programme consiste en une conversion massive de l'irrigation de surface et par aspersion à l'irrigation localisée, sur une superficie de près de 550.000 ha pendant une période de 10 ans ; soit un rythme d'équipement moyen de près de 55.000 ha/an.

- La valorisation des ressources en eau mobilisées par les barrages à travers la résorption du décalage entre les superficies dominées par les barrages réalisés et les superficies équipées qui s'établit à 108.440 ha. Ce gap d'équipement est principalement situé dans le bassin du Sebou.

- Le renforcement de la maintenance et de réhabilitation des réseaux d'irrigation des périmètres collectifs pour assurer un meilleur service de l'eau et la pérennité des équipements.
- La réforme institutionnelle du secteur de l'irrigation, notamment de la grande irrigation, afin d'améliorer sa compétitivité et ses performances et de valoriser au mieux l'eau, et ce à travers l'encouragement de partenariat public-privé pour la gestion des périmètres collectifs d'irrigation.
- La poursuite des efforts visant la promotion de la gestion participative de l'irrigation, notamment dans les périmètres de PMH, pour impliquer et responsabiliser les usagers dans la gestion des réseaux d'irrigation et la valorisation de l'eau.

I.19.3.Données de base sur les ressources en eau :

I.19.3.1.Les caractéristiques naturelles

Le territoire algérien s'étend sur 2,4 millions de km². Du Nord au Sud, on trouve trois ensembles très contrastés, différents par leur relief et leur morphologie. Tout d'abord, la chaîne du Tell et le littoral, puis la chaîne de l'Atlas qui longe les Hautes Plaines plus au Sud, enfin, le désert saharien qui s'étend au-delà du massif de l'Atlas. C'est cette disposition du relief qui, avec les conditions climatiques, détermine le potentiel agricole et les ressources en eau du pays. La majeure partie du pays (87%) est un désert où les précipitations sont quasi nulles, mais qui recèle d'importantes ressources fossiles d'eaux souterraines. La partie Nord du pays est caractérisée par son climat méditerranéen ; elle dispose de ressources en eau renouvelables, tant pour les eaux de surfaces que pour les nappes phréatiques. Les 90% des eaux de surface sont situées dans la région du Tell qui couvre environ 7% du territoire. Le pays est également caractérisé par une forte disparité entre l'Est et l'Ouest. La région Ouest est bien dotée en plaines mais est peu arrosée. La partie Est du pays est une zone montagneuse où coulent les principaux fleuves. Le climat de l'Algérie connu pour sa grande diversité spatiale et sa grande variabilité interannuelle se distingue par :

- Une variabilité spatiale et temporelle marquée. S'il pleut uniquement 350 mm en moyenne dans la région Ouest, cette moyenne peut dépasser les 1000 mm à l'Est et atteindre, certaines années, les 2000 mm sur les reliefs élevés.
- Une pluviométrie qui décroît rapidement vers le Sud. A la lisière du Sahara, la moyenne devient inférieure à 100 mm
- Une concentration des précipitations en un nombre réduit de mois durant l'année (de décembre à avril représentant les 5 mois les plus productifs).

I.20.Situation de l'irrigation en Algérie :

Dans les conditions déficitaires en ressources en eau, le secteur de l'agriculture est le plus gros demandeur en eau, rapporte qu'en 2006, 900000 hectares soit 10,5% de la SAU sont irrigués, et 78% de cette superficie l'est avec des eaux souterraines et 13% avec des eaux superficielles (Tamrabet, 2011). La gestion des périmètres irrigués s'améliore peu à peu avec leur prise en charge par l'ONID (Office Nationale de l'Irrigation et de Drainage). L'extension des surfaces irriguées en PMH (petites et moyennes hydrauliques) bien qu'encourageante pour le développement de l'agriculture à provoquer un accroissement considérable des forages individuels et des sur exploitations dangereuses de certaines nappes souterraines, la

tarification sur l'eau agricole est faible (Benblidia, 2011). Deux types d'exploitations agricoles irriguées : les grands périmètres irrigués (GPI) relevant de l'État et gérés par l'ONID. Ces périmètres sont irrigués par des barrages et des forages dans le nord du pays, dans le sud l'irrigation est assurée à partir des forages profonds dans les grandes nappes de l'albien (Benblidia, 2011). Leur superficie est de l'ordre de 200000 ha, les cultures pratiquées dans les GPI (en 2008) l'arboriculture (64,6 %), le maraîchage (28,5 %), les cultures industrielles (6,1 %) et le reste en céréales et fourrages (Benblidia, 2011). Les petites et moyennes hydrauliques (PMH) constituées de petits périmètres et aires d'irrigation (productions privées) (Benblidia, 2011).

I.21. Les ressources en eau

Les données sur les ressources en eau sont tirées du site du MRE (www.mre.gov.dz) Le pays est divisé en 5 bassins hydrographiques regroupant les 17 bassins versant. Les ressources en eau ne sont pas réparties équitablement, que ce soit au niveau de leur répartition géographique, de leur quantité ou de leur nature (eaux de surface ou souterraines).

I.21.1. Les potentialités globales en eau

Les potentialités globales en eau sont évaluées à 19.4 milliards de m^3 /an. Les ressources en eau souterraine contenues dans les nappes du Nord du pays (ressources renouvelables) sont estimées à près de 2 Milliards de m^3 /an. Les ressources superficielles y sont estimées à 12 milliards de m^3 /an. Le Sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraine considérables provenant des nappes du Continental Intercalaire (CI) et du Complexe Terminal (CT). Les réserves d'eau y sont très importantes et sont de l'ordre de 60 000 milliards de m^3 dont 40 000 milliards sont situées en Algérie. La particularité de cette ressource est qu'elle n'est pas renouvelable.

I.21.2. Les potentialités par habitant

Capacités de mobilisation

Les capacités totales de mobilisation sont de 12 milliards de : m^3 /an dont :

- Un volume de 6,8 Milliards au Nord (5 Milliards de m^3 /an pour les eaux de surface, 1.8 Milliards de m^3 /an pour les eaux souterraines).

- Un volume de 5,2 Milliards de m^3 /an dans les régions Sahariennes qui équivaut aux réserves exploitables sans risque de déséquilibre hydrodynamique.

Ces ressources sont principalement mobilisées par :

- Les barrages : La capacité totale des 59 barrages des 5 bassins hydrographiques est de 6 milliards de m^3 en 2008 et un volume régularisable de 3 Milliards de m^3 . Sur la base des projets en cours, l'Algérie disposera en 2010, d'un parc de grands ouvrages de mobilisation de la ressource, composé de 72 barrages faisant passer la capacité de mobilisation à 7,40 milliards de m^3 .

- L'exploitation des eaux souterraines atteint actuellement 1.6 milliards de m^3 par forages et 85 millions de m^3 par foggaras

- Le dessalement de l'eau de mer est pratiqué dans 23 stations pour une capacité de 347 000 m³/jour dont trois grandes stations La station du Hamma à Alger : avec 200 000 m³ /jour couplée avec la centrale électrique du Hamma et entrée en production en 2008 ;
- La station d'Arzew près d'Oran : avec 90 000 m³ /jour, et production d'électricité (318Megawatts). La station de Skikda avec 100 000 m³ /jour, Et production d'électricité de 800 mégawatts
- Le recyclage des eaux usées épurées : Le volume annuel d'eaux usées rejetées est estimé à 730 millions de m³. La capacité installée d'épuration des eaux usées est de 365 millions de m³/an correspondant à 65 stations d'épuration en exploitation.

I.22.Le programme de l'économie de l'eau

Le programme de l'économie de l'eau est un plan opérationnel de mise en œuvre de la stratégie de développement Hydro-agricole, assurant la mise en cohérence des actions intersectorielles autour de l'objectif fondamental d'amélioration de la sécurité alimentaire. Ce programme permettra de garantir l'atteinte des objectifs pour rationaliser l'utilisation de l'eau agricole, un préalable fondamental dans la sécurisation du système de production nationale qui est fondamentalement pluvial. Il vise :

L'exploitation rationnelle des ressources hydriques existantes.

La préservation des ressources naturelles (eau et sol). Objectifs du programme de l'économie de l'eau, adaptés au contexte des ressources naturelles « Eau – sol » :

- 1/ Développer les systèmes économiseurs d'eau, par l'extension et la reconversion des systèmes gravitaires existants ;
- 2/ Valoriser le potentiel des eaux non conventionnelles ;
- 3/ Préserver le milieu producteur et l'environnement.

Ces objectifs, traduits en indicateurs d'évolution :

Accroissement de la superficie irriguée de 1 640 000 ha à l'horizon 2014, par une extension de 700 000 ha ;

Valorisation et préservation des systèmes économiseurs d'eau existants soit une superficie de 450 000 ha ;

Généralisation des systèmes économiseurs d'eau soit une superficie de 900 000 ha représentant

66 % de la sole irriguée.

Une traduction en matière de sécurité alimentaire à l'horizon 2014, par :

Notamment,

La sécurisation de la production céréalière par l'irrigation pour un objectif de 600 000 ha ; (Notamment, l'irrigation d'appoint et la céréaliculture au Sud) ;

Le développement de l'oléiculture intensive pour un objectif de 1 million d'ha ;

Le développement des cultures fourragères en irrigué pour un objectif de 200 000 ha ;

Le développement des cultures maraichères stratégiques.

Impacts environnementaux, sociaux et surtout économiques, pour atteindre :

Une économie de l'eau considérable (Une dose moyenne de 8 000 m³ /ha/an) ;

Une satisfaction des objectifs des contrats de performance (Augmentation de la production agricole) de 70 %;

Une sécurisation des systèmes de production agricole nationale, la sole irriguée représentera 20% de la SAU ;

Une rationalisation dans l'utilisation des ressources naturelles.

Et un besoin en eau, à l'horizon 2014 :

- Pour une superficie irriguée de 1 640 000 ha ;

- Et pour un développement de systèmes économiseurs d'eau sur 900 000 ha.

Cette évolution de la sole irriguée projetée nécessitera un volume d'eau théorique de 12 Milliards m³

I.23.La situation de l'irrigation :

Les superficies irriguées n'étant que de 350 000 ha en l'an 2000 pour passer à 1 050 000 ha à fin 2012, soit un gain de 700 000 ha en surfaces irriguées.

Cela s'explique surtout par les efforts et la dynamique impulsée, notamment par l'assouplissement des procédures pour la mobilisation de la ressource en eau pour la PMH et l'introduction de nouvelles techniques d'irrigation, telles que le goutte à goutte, et ce grâce aussi, aux dispositifs d'accompagnement de l'Etat, notamment, en matière de soutien à la réalisation des ouvrages de mobilisation, les équipements de pompage et les équipements d'irrigation économiseurs d'eau à la parcelle.

Outils nécessaires au programme de l'économie de l'eau :

1. L'encadrement technique et scientifique (des intervenants) ;
2. La formation, l'information, l'animation, la sensibilisation et la vulgarisation ;
3. La coordination et concertation intersectorielles (Centrale et locale) ;
4. L'accompagnement de l'Etat (différents dispositifs) ;
5. Le suivi – évaluation (Indicateurs d'évolution) ;
6. Le renforcement et adaptation du cadre réglementaire ;
7. La promotion pour le développement des systèmes économiseurs d'eau ;
8. L'assistance pour l'organisation des usagers de l'eau pour sa rationalisation et sa gestion ;
9. La sensibilisation pour l'utilisation des ressources en eaux non conventionnelles ;
10. La valorisation et exploitation des retenues collinaires ;
11. Le développement de l'irrigation d'appoint des céréales ;
12. L'assistance dans le montage des projets d'irrigation ;
13. L'explication des référentiels techniques liés à l'irrigation...etc.

I.2.L'importance et le rôle de l'eau d'irrigation :

I.24.1.L'eau d'irrigation :

I.24.1.L'eau principale source de l'augmentation des rendements en Algérie :

De terre cultivable (perennes¹⁹⁹⁰ Sur les 238 millions d'hectares du territoire national, la superficie agricole utile n'est que de l'ordre de huit (8) millions d'hectares environ.

A peine 5% de cette superficie a été, on moyenne, irriguée ces vingt dernières années .cependant la valeur des productions agricoles en irriguée représente tout de même chaque années près de 50% de la valeur totale des produits de la terre.

Les potentialités en sol irrigables de bonne qualité dépassent 1.5 million d'hectares selon les études menées par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (Benmouffok, 2003)

Etudiant la situation algérienne dans les années 60, Marcel Mazoyer soulignait que « l'irrigation est un puissant moyen de multiplication du potentiel foncier » et il estimait qu'un hectare de terre irriguée crée l'équivalent de cinq hectares supplémentaires)(,20).

I.25.L'évolution de l'hydraulique agricole en Algérie :

Les instruments d'aménagement et de gestion de la ressource en Algérie :

L'eau d'irrigation exige une gestion équilibrée et durable pour qu'on puisse augmenter sa productivité. Cette ressource est caractérisée par plusieurs niveaux de gestion, liés aux conditions climatiques, aux différentes formes d'organisation de la production et du foncier. Dans sa démarche de développement, l'Algérie est confronté à des enjeux socio-économiques en mutation, qui peuvent le conduire à réajuster et même revoir totalement son mode et instruments d'aménagement et de gestion de l'eau ainsi que les conditions de satisfaction de la demande en eau de différents usages. L'eau constitue le facteur clé du développement socio-économique, elle est considérée comme l'élément déterminant dans la répartition et la valorisation de l'activité de l'homme dans le temps et dans l'espace (KEBIECHE, 2006).

I.26.Les enjeux et perspectives de la gestion de l'irrigation :

L'un des problèmes majeurs en matière d'eau douce et d'alimentation humaine est posé par l'irrigation, car pour nourrir toute la population de notre planète, la productivité agricole devra fortement augmenter. Alors que l'irrigation absorbe déjà aujourd'hui 70 % des prélèvements mondiaux, une consommation jugée très excessive, celle-ci devrait encore augmenter de 17 % au cours des 20 prochaines années. Le facteur déterminant de l'approvisionnement futur de l'humanité en eau douce sera donc le taux d'expansion de l'irrigation. Autrement dit, seule une nette amélioration de la gestion globale de l'irrigation permettra de réellement maîtriser la croissance de la consommation (Dris, 2005). Le problème est l'irrigation, pas l'agriculture. L'agriculture utilise largement l'eau de pluie. Mais l'agriculture utilise aussi de l'eau pompée pour l'irrigation, et c'est d'ailleurs la voie principale de développement de la production agricole. L'irrigation ne représente que 20 % de l'eau utilisée en agriculture en moyenne mondiale, 80 % viennent directement du ciel pour arroser les champs, mais ces 20 % d'eau utilisés dans l'agriculture représentent 70 % de l'eau mobilisée par l'homme (Payen, 2007). En fait, l'efficience globale du secteur irriguée des pays du

Maghreb varie entre 36,8 % et 60 % et reste faible dans l'ensemble de la région. Les techniques d'irrigation adoptées ont des efficacités très variables. En effet, le système d'irrigation par gravité reste dominant, il occupe 72 % des terres irriguées, l'irrigation par aspersion est pratiquée sur 26,18 % des surfaces irriguées, et le système d'irrigation localisée sur moins de 2 %. Dans les limites des performances de chacun des systèmes d'irrigation adoptés, l'efficience potentiellement réalisable serait de 66 %. Avec une telle performance, le

secteur irrigué dans la région du Maghreb aurait économisé l'équivalent de 8,5 milliards de m³ (Filali.2005).

I.27.Evolution de l'agriculture :

Si en Algérie les terres au repos sont évaluées actuellement à 41,6% de la SAU, dès 1960 dans les pays développés, on ne parlait déjà plus d'assolement rotation ni de jachère, selon le sens classique. Les terres peuvent être productives à plusieurs niveaux et tous les étages climatiques et les types de sols conviennent à un type de production. Cependant, sous la pression d'exigences naturelles, l'intensification et l'emploi abusif d'intrants a fini par poser de graves contraintes, d'où la nécessité d'une utilisation méthodique et rationnelle. Cet exemple reflète la persistance de deux types d'agriculture dans le monde, l'une moderne occupant de très grandes superficies, basée sur le progrès technique et sur la rationalité ayant entraîné de forts rendements et une qualité meilleure (labels) du produit au point où les agriculteurs ont laissé des parties de terres en friche pour maintenir leur rentabilité économique. L'autre est plutôt traditionnelle ne différant pas d'une conduite de jardinage, pratiquant encore l'écobuage avec de larges parts des exploitations en jachère et où il est quasi impossible d'appliquer certaines techniques modernes. L'agriculture qui a

Longtemps caractérisé un état social est maintenant un métier réalisé dans une structure de production ayant le statut d'entreprise et cela change radicalement les réflexes de la société rurale. Il lui est désormais demandé d'accroître la productivité du travail et du capital. A cet égard, la consommation d'eau à l'hectare est considérée comme un indice de développement économique d'une nation autant que peut l'être la référence au produit national brut. L'évolution technologique actuelle de l'agriculture avec en particulier le développement des biotechnologies et des nouvelles technologies de l'information laisse entrevoir que l'agriculture pourrait évoluer vers un modèle reposant davantage sur l'information et sur la maîtrise du processus du vivant par rapport à l'emploi des produits chimiques et de l'énergie fossile, le pétrole. Il est même envisagé que l'agriculture puisse à nouveau fournir de l'énergie au reste de l'économie en produisant de l'alcool carburant à partir du blé, de la canne à sucre, de la datte ou de la betterave et du diester à partir du colza (PNUE, 2003).

I.28.Sensibilisation des irrigants aux économies de l'eau le cout des services de l'eau d'irrigation :(ONID, 2016)

I.28.1.Message de sensibilisation :

➤ L'irriguant doit savoir que :

-l'avantage de l'irrigation collective par rapport à l'individuelle (forage) :

a)Aspect Economique :

Le cout revient du mètre cube d'eau d'irrigation collective et nettement moins à titre d'illustration, nous présentons un détail du cout de revient d'un m³ d'eau à partir d'un forage au niveau de mitidja

Alors que le prix administré d'un mètre cube d'eau fourni par l'ONID est fixé par la loi à :

2.00DA /m³, pour l'eau distribuée gravitaire ment

2.50DA/m³, pour l'eau distribuée après pompage

b) Aspect productif :

L'eau de barrage est beaucoup plus riche en éléments nutritifs par rapport à celle des forages.

c)Aspect Environnemental :

Le pompage des forages influe considérablement sur la nappe souterraine en causant un préjudice d'ordre environnemental.

3-lutte contre le gaspillage :

1. Il faut irriguer moyennant la dose optimale utile de chaque culture, l'excès d'eau provoque l'asphyxie de la plante
2. Installer vos rampes de façons à irriguer que les parcelles concernées et éviter d'inonder les abords
3. Eviter d'irriguer pendant les vents et les grandes chaleurs
4. Lutter contre les infiltrations en utilisant des films ou membranes pour le transport gravitaire dans les seguias
5. Réparer les fuites dans le système d'irrigation et éviter tout le gaspillage et surfacturation inutile
6. Alerter au plus vites les services de l'ONID les fuites et casses observées sur les réseaux

4-Itinéraire technique d'une culture :

Lescultures, pratiquées en plein champ ou en hors sol, obéissent à un itinéraire technique qui, selon sa pratique, conditionne le succès ou l'échec de ces dernières.

Pour réussir une culture, on doit avoir un sol bien préparé, une fertilisation, un traitement et une conduite culturale.

Le cheminement de ces opérations est suivant :

- ✓ Labour profond ou moyen
- ✓ Dis cage (façons superficielles)
- ✓ Traçage piquetage
- ✓ Rayonnage ou repiquage ou semi
- ✓ Irrigation
- ✓ Binage
- ✓ Fertilisation
- ✓ Traitement
- ✓ Taille ou ébourgeonnage
- ✓ Récolte

Chapitre II :

Présentation de la zone d'étude

II.Présentation de la zone d'étude

II.1.Historique :

Ain Temouchent qui faisait partie de wilaya d'Oran était connue pour sa production viticole. Un recensement effectué en 1958 lui donnait une superficie de 60.000Ha, représentant 33% de la S.A.U et une production de 4.000.000 de quintaux (DSA, 2014).

La vigne avait joué un rôle capital dans la vie économique et sociale de la ville et sa compagne :

- 1- Elle réalisait 25% de la production nationale des vins.
- 2- Elle procurait 48.000.000 de journées de travail.

Par ailleurs, elle constituait un rempart naturel aux agressions de l'érosion .Aujourd'hui, Ain Temouchent est une wilaya à caractère essentiellement agricole avec une SAU de 8820Ha couvrant plus de 70% de son territoire et occupant plus de 32% de la population active.la wilaya dispose d'un patrimoine viticole relativement réduit suite aux arrachages massifs de la vigne de cuve opéré dans le cadre de la politique de reconversion à partir de 1980.

II.2.Cadre géographique :

La wilaya d'Ain TEMouchent située à l'ouest de l'Algérie entre les wilayas d'Oran Tlemcen et Sidi Bel Abbès, est une collectivité publique territoriale et une circonscription administrative de l'état algérien dont le chef-lieu est la ville D'ain Temouchent

La superficie de la wilaya est d'environ 2337 km².elle est située en oranie, et limitée à l'est par la wilaya d'Oran, au sud-est par la wilaya de Sidi Bel Abbès, au sud-ouest par celle de Tlemcen, et au nord-ouest par la mer méditerranée qui la borde sur une distance de 80 km environ.



Figure 10 : situation géographique de la wilaya d'Ain Temouchent (Google Earth)

II.2.1.Organisation administrative :

La Wilaya d'Aïn Témouchent est issue du découpage territorial de 1984, Elle compte 8 daïras.

Le tableau suivant donne la liste des daïras de la wilaya d'ainT'emouchent et les communes qui les composent :

Tableau 9 : Organisation administrative de la wilaya

Dairas	Nombre de communes	Communes
Ain EL Arbaa	4	Ain El Arabaa ,Tamazoura ,Sidi Boumedienne ,Oued Sebah
Ain Kihel	4	Ain Kihal,Aghlal, Ain Tolba ,Aoubellil
Ain Temouchent	2	Ain Temouchent ,Sidi Beb Adda
El Amria	5	Al Amria ,Bou Zedjar ,Ouled Boudjemaa ,M'Said , Hassi El Ghala
El Malah	4	El Malah ,Terga ,Chatt El Leham ,Ouled Kihal
Hammam Bouhdjar	4	Hammam Bouhdjar ,Oued Berkeche ,Chentouf ,Hassasna
Béni Saf	3	Béni Saf ,Sidi Safi ,El Emir Abdelkader
Oulhaça	2	Oulhaça ,Sidi Ouriache

Source :DSA AT,2017



Figure 11 : les daïras et les communes de la wilaya d'Aïn Temouchent (Googlemap)

II.3.Caractéristique du milieu :

II.3.1.Caractéristique démographique :

En 2017 La population d'Ain Témouchent a enregistré 415796 habitants, avec un taux de croissance de 1.31 %, en peut calculer la population en cette formule :

$$p_n = p_0(1 + \%)^n$$

Soient :

p_n : La population après n années

p_0 : La population actuelle

n : le nombre d'années considérées

% : le taux d'accroissement naturel (source ONS :office nationale des statistiques, 2017)

II.3.2.Milieu physique :

II.3.2.1.Relief :

Le relief de la Wilaya d'Ain Témouchent se compose de 03 unités morphologiques définies dans le cadre du plan d'aménagement de la Wilaya à savoir :

* **les plaines intérieures** : regroupent

-**La plaine d'ain Temouchent - El Amria**: Constituée de plaines et coteaux, d'une altitude moyenne de 300 M

-**La plaine de M'leta** : Qui se situe entre la Sebkhia d'Oran et le versant septentrional de Tessala, d'une altitude moyenne variant entre 50 et 100 M.

***La bande littorale** : Qui fait partie de la chaîne tellienne, elle est composée :

Du Massif Cotier de Beni Saf dont l'altitude moyenne est de 200 M. Le point culminant atteint 409 M à Djbel Skhouna

Du Plateau d'Ouled Boudjemaa d'une altitude moyenne de 350 M légèrement incliné vers la SEBKHA

De La Baie de Bouzedjar

***Zone montagneuse** : Dont l'altitude moyenne varie entre 400 et 500 M, elle regroupe :

Les Traras Orientaux qui se caractérisent par un relief très abrupt

Les hautes collines des Berkeches qui se prolongent jusqu'aux monts de Sebaa - Chioukh constituant une barrière entre les plaines intérieures et le bassin de Tlemcen.

Les Monts de Tessala d'une altitude moyenne de 600, où le point culminant atteint 923 M à Djebel Bouhanech

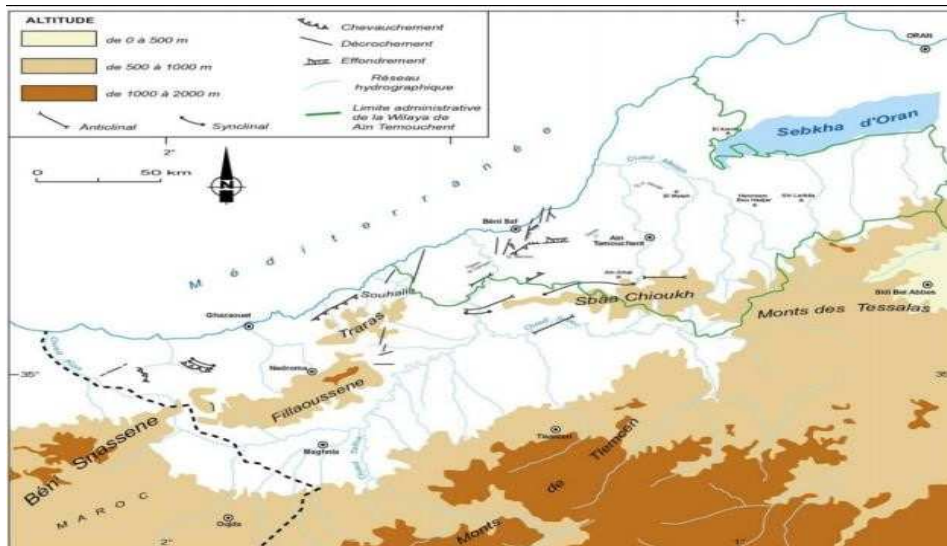


Figure12 : Contexte morpho-tectonique de l’Oranie Nord occidentale (Chemouri, 2013)

II.3.3.Caractéristiques climatique :

Lawilaya d’Ain Temouchent se caractérise par un climat tempéré chaud. Pluvieux en hiver, avec relativement peu de pluie en été. (D’après Koppen et Geiger, 1884).

Le régime climatique se caractérise par des vents qui n’apportent généralement que peu d’humidité (vents de direction nord –ouest, sud-est), lors de leur passage sur les reliefs marocains et espagnols, ces vents perdent une grande partie de leur humidité.

Par ailleurs, les reliefs méridionaux (Sebba Chioukh , Tesla ,Monts de Tlemcen) ont une influence favorable en entravant l’arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (sirocco).

Économique basée essentiellement sur l’agriculture (ANDI ,2013).

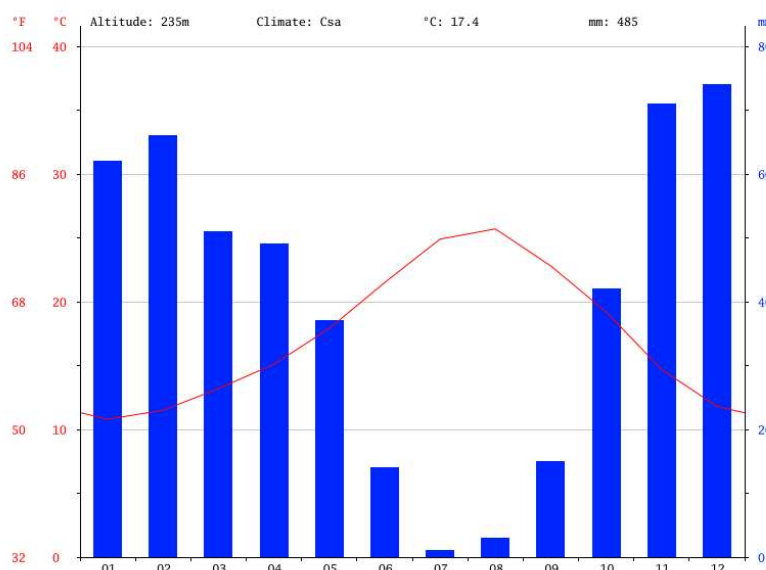


Figure 13: Diagramme climatique d’AIN TEMOUCHENT

A / La précipitation : la précipitation moyenne est de 358.40mm

Tableau 10 : la précipitation annuel de dix dernières années (2009-2018)

Années	Précipitation (mm)
2008/2009	615.40
2009/2010	456.90
2010/2011	456.70
2011/2012	399.60
2012/2013	714.00
2013/2014	575.00
2014/2015	510.80
2015/2016	316.10
2016/2017	463.8
2017jusqu'à 18/04/2018	358.40

Source : station météorologique de Béni Saf

Tableau 11 : les précipitations mensuelles 2011-2015

Mois	2011	2012	2013	2014	2015	Moyen en mm
Janvier	58	44	133	89	131	91
Février	26	17	35	20	20	29.6
Mars	11	22	50	25	22	26
Avril	43	22	66	7	11	29.8
Mai	44	1	25	14	26	22
Juin	4	2	0	18	2	5.2
Juillet	0	4	0	0	0.4	0.88
Aout	2	0	3	2	0.1	1.02
Septembre	3	29	33	63	0.8	25.76
Octobre	17	42	0	70	58	37.4
Novembre	151	152	79	70	34	97.2
Décembre	26	38	73	84	0	44.2

Source : station météorologique de Béni Saf

B/ la Température :

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour la végétation, Ain Temouchent affiche une température annuelle moyenne 17.9 °C sur l'année.

C / Le vent et l'humidité :

Le vent est un facteur écologique, qui est l'un des éléments le plus caractéristique du climat et la sensation de chaleur que nous éprouvons, d'une large mesure de sa forme, il précisée aussi que les vents fort l'évaporation d'eau.

D/Sismicité régional :

Bien que la région D'Ain Temouchent ne soit pas située sur une faille, le tremblement de terre du 22 décembre 1999 a montré que cette région est sujette à une activité sismique.

E/Situation hydrique :

La topographie générale d'Ain Temouchent est très accidentée, elle correspond à un grand plan incliné allant du sud vers le nord.

II.3.4.Caractéristique socio-économique :**Tableau 12 : répartition de la population activité par secteur d'activité**

Secteur activité	Population occupé par pourcentage %
Travaux public	21.50%
Agriculture	19.84%
Administration	19.70%
Commerce	13.56%
Service	7.20%
Foret	5.70%
Pêche	4.50%
Transport	4.50%
Industrie	3.50%
Totale	100%

(Source : RGPH, 2006)

II.3.5.Caractéristique du sol :**❖ Géologie de la région :**

La structure géologique de la région est constituée par des formations volcaniques de type basaltique et de cendres volcaniques, qui doivent leur apparition aux éruptions du pliocène et quaternaire. Ces formations recouvrent toute la partie sud-est et sud d'Ain t'émouchent allant jusqu'aux secteurs de Chaabat el lehm, Béni Saf et Ain Tolba .on distingue trois types de formation :

- Des formations basaltiques avec des cendres volcaniques d'âge primaire
- Des formations sédimentaires constituées de calcaires, d'argile, et de marnes

Les sols :

Les sols présentent des potentialités agronomiques de bonnes à moyennes, de texture argilo-limoneuse pour la zone des montagnes, limono-argileuse pour les plaines intérieures et limono-sableuse à sablo-limoneuse pour la zone du littoral. Elles présentent toutefois de bonnes aptitudes pour l'activité agricole (DSA, 2017).

II.4.Ressource en eau :

Il existe 2 grands types d'eau

❖ eau superficielle :

La wilaya d'ain temouchent, vu sa situation géographique et ses caractéristique et hydrogéologiques ne lui permettent pas de subvenir à ses besoins en matière des ressources hydriques a toujours fait de transfert des ressources à partir de la wilaya de telemcen (barrage béni-bahdel,batterie de forage au niveau de sidi abdelli),et à partir du transfert tafna.

❖ eau de dessalement :

Une nouvelle station de dessalement de 250000 m³ a été mise en service le mois de décembre 2009 dont le but est de renforcer l'AEP de l'ensemble des communes de la wilaya ; 04couloirs sont en cours de réalisation par la DHW dont :

- Renforcement en AEP du couloir beni saf –oulhaca à partir de dzioua
- Renforcement en AEP du couloir lithoral (dzioua-houaoura) à partir de dzioua
- renforcement en AEP du couloir ain el kihel-hessasna à partir de dzioua
- une station de pompage et un réservoir de 10000 m³ ainsi que le dédoublement à partir de dzioua-ain temouchent-el malah est programmé à être réalisé par l'ADE.

II.5.Réseau Hydrographique :

La wilaya est traversée par plusieurs cours :

- **Oued Sennane** : Prenant sa source dans les monts de Tessala au Sud, l'oued Sennane traverse la ville d'Ain Témouchent et Sidi Ben Adda pour rejoindre l'oued el Malah au nord avant de se jeter à la mer au niveau de la plage de Terga
- **Oued el Malah** : Il traverse par l'Est la commune de Chentouf
- **Oued Chabat** : Plusieurs autres Chabat traversent la commune avant d'aller rejoindre l'Oued Sennane accentuant ainsi la topographie très accidentée de la commune.

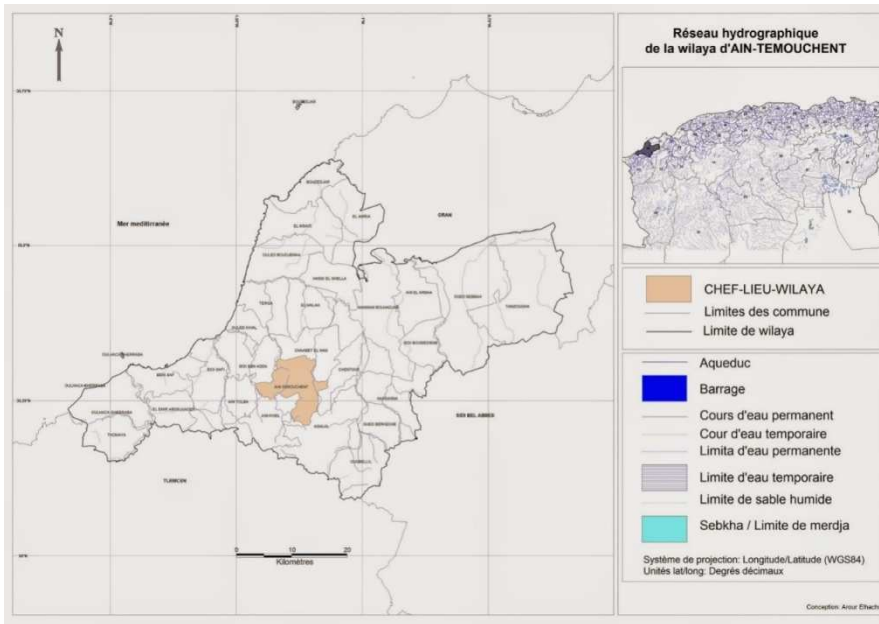


Figure14 : Cadre du réseau hydrographique de la wilaya d'Ain –Temouchnt

II.6. Les potentiels économiques de la wilaya :

II.6.1. Activité agricole :

❖ Secteur de l'agriculture :

Ain Témouchent est une wilaya à caractère essentiellement agricole avec une superficie de 180.184 Ha couvrant plus de 70 % de son territoire, et occupant plus de 32% de la population active, dispose d'un patrimoine viticole relativement réduit, suite aux arrachages massifs de la vigne de cuve opérés dans le cadre de la politique de reconversion à partir de 1980.

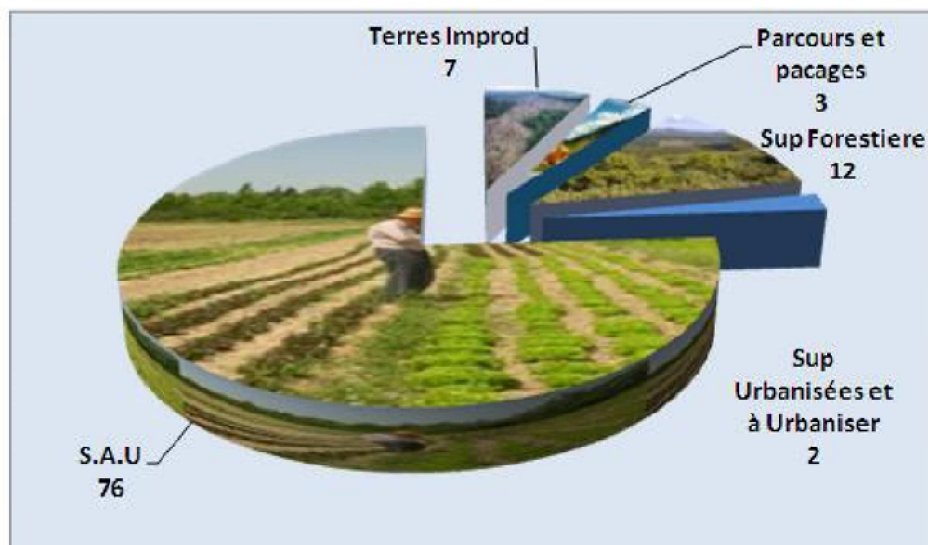


Figure15 : Secteur de l'Agriculture de La Wilaya d'Ain-Temouchent

❖ Les zones agronomiques :

Globalement les terres agricoles de la wilaya peuvent être subdivisées en trois grandes zones :

- Zone du littoral : 25.226 Ha.
- Plaines intérieures : 100.900 Ha.
- Zone des piémonts : 54.055 Ha.

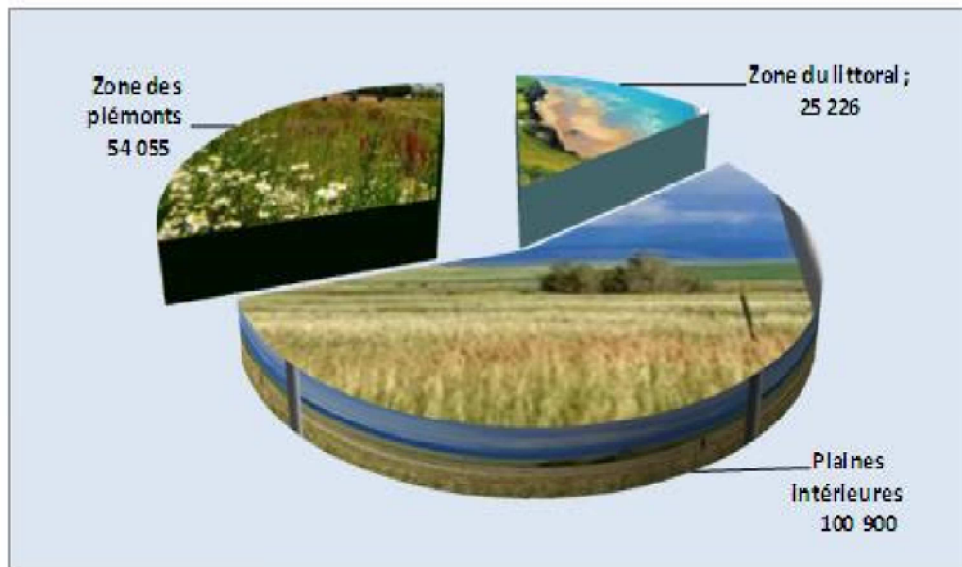


Figure16 : Les zones agronomiques de la wilaya D'Ain-Temouchent

❖ **La valorisation des potentialités agricoles du secteur offre dans l'immédiat des Opportunités aux investisseurs qui se présentent comme suit :**

➤ Dans le domaine des productions végétales :

La Viticulture,

La Production de Pois Chiche.

➤ Dans le domaine des productions animales :

La production laitière.

II.7. Présentation de secteur agricole de la zone d'étude :

Ain Temouchent recèle un potentiel hydro-agricole important la superficie hydro-agricole utile total est de 203 264 Ha. L'économie de la wilaya repose principalement sur l'agriculture qui occupe une population active de 32470 pour une population rurale de 119130 soit 28% la wilaya se distingue par trois zones homogènes :

➤ La zone des montagnes : 96546Ha (54%de la SAU)

➤ La zone des plaines intérieures : 51508Ha (28%de la SAU)

➤ La zone du littoral : 32130Ha (18%de la SAU)

Le climat est du type semi-aride caractérisé par des précipitations plus ou moins faibles et irrégulières et un été chaud et humide.

Les sols présentent des potentialités agronomiques moyennes.

La superficie agricole utile (SAU) est passée de 176 540Ha en 1987 à 178 484 Ha en 2000, puis à 180 184 en 2012, soit une évolution de 3 644 Ha grâce à la mise en valeur des terres par la concession. De même que la superficie irriguée est passée de 1 600 Ha en 1987 à 1 960 Ha en 2000 puis à 4 257 Ha en 2012, soit une évolution de 2 750 Ha (+ 172%) grâce à la mobilisation des ressources hydriques par l'utilisation des techniques économisatrices d'eau, soutenues par les fonds de l'Etat.

Les terres à vocation agricole sont réparties comme suit :

- Superficie agricole totale : 203 264 Ha
- Superficie agricole utile : 180 184 Ha, dont irriguée 4 257 Ha
- Parcours : 8 100 Ha
- Terres improductives : 14 980 Ha

Répartition des terres selon la forme juridique :

- Terres Arch et communales : 0%
- Terres Melk : 23%
- Patrimoine de l'Etat : 77%

II.7.1 .Exploitations agricoles :**Tableau 13: Les terres agricoles sont travaillées selon cinq (05) formes d'exploitation :**

Statut	Nombre	Superficie en Ha	%	Nombre d'attributaire
EAC	1816	140 252	69	7 765
EAI	984	12 196	6	984
Concession	444	1 423	0.7	444
Fermes pilotes	04	2 502	1	
Secteur privé	7 715	46 751	23	7 715
ITMAS	01	205	0.1	
ITAFV	01	85	0.04	
Totale	10 955	229 504	100	16 908

II.7.2. Animal :

Le potentiel animal de la wilaya est représenté par plus de 16.000 têtes de bovins dont près de 10.000 vaches laitières (la production laitière de la wilaya dépasse les 25 millions de litres/an) ; plus de 120.000 têtes d'ovins et plus de 10.000 têtes de caprins. L'aviculture est également très développée avec plus de 2 millions de poulets de chair et près de 100.000 poules pondeuses. Plus de 250 quintaux de miel sont récoltés chaque année grâce à l'existence de plus de 7500 ruches. (La couverture sanitaire dans la wilaya d'Ain Témouchent Pr. Larbi ABID)

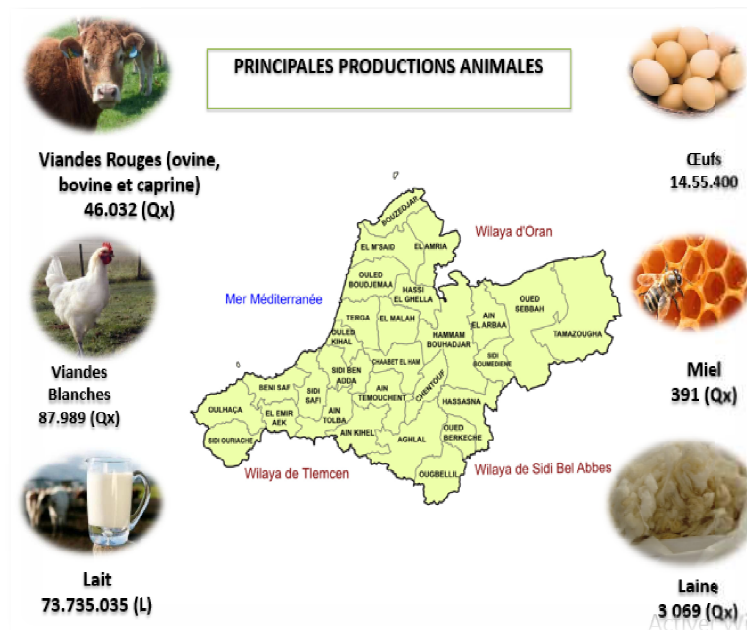


Figure 17 : production animal de la wilaya Ain Temouchent



Figure 18 : production végétales de la wilaya Ain Temouchent

II.8.Occupation du sol :

Tableau 14: répartition des cultures selon la superficie et la production année 2017

Cultures	Superficie récolte (Ha)	Production (Q_x)
Céréales	109308	1801780
Blé dur	48940	877190
Blé tendre	12030	168500
Orge	45628	723720
Avoine	2710	23370
Fourrages	9930	563750
Légumes secs	9173	77850
Fèves	1844	17900
Pois-chiches	5760	47100
Pois secs	710	6500
Haricots secs	859	6400
Maraichages		
Pomme de terre	242	73190
Tomate	108192	388078
Oignon	1857	457640
Ail	165	6734
Melon –pastèque	198922	360997
Autres cultures maraichères	7290	883296
Culture fruitière		
Agrumes	393	35023
Olivier (Ha)	9956	106537
Arbres à pépins et noyaux	6142	137630
Vignoble		
Vigne de cuve	8337	240600
Vigne de table	4319	219400

Source : DSA, 2017

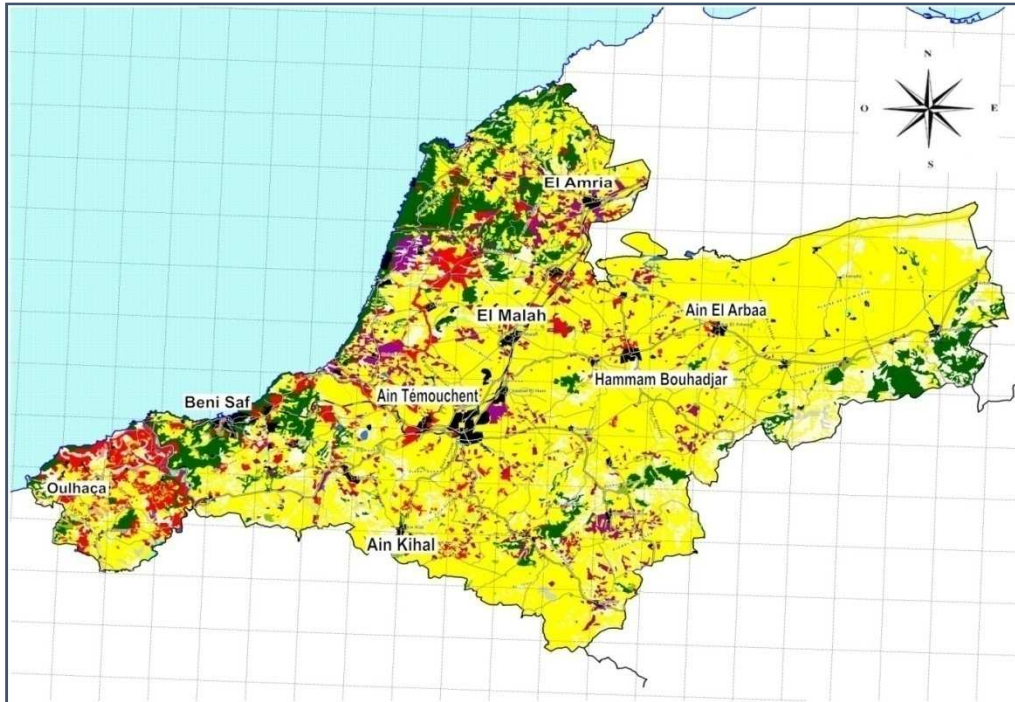


Figure19 : Carte d'occupation du sol

II.9.Mode de gestion hydraulique :

La Wilaya d' Ain Témouchent est caractérisée par une gestion individuelle à 100%, les quelques périmètres prévus en gestion collective n'étant pas fonctionnels. Les prélèvements se font pour l'essentiel à partir de puits, qui exploitent les nappes alluviales des nombreux oueds, ou par des forages sur nappes plus profondes. L'irrigation gravitaire est la plus courante, le goutte à goutte qui demande une certaine technicité est moins pratiqué, malgré les encouragements au développement de cette technologie dans le contexte de déficit de la ressource en eau (Diop M,Dolo k,2014).

II.10.La production de la ville :

La capacité de production de chaque ressource a été estimée selon les données disponibles en fonction du débit ou volume exploité.

Cette production était dotée à partir de :

1. L'usine de dessalement de Chatt El Hillal d'une capacité $60245m^3/j$.
2. Transfert du barrage Beni Bahdel sur un piquetage sur une conduite de diamètre 1100mm en béton précontraint et d'une capacité de $15956m^3 /j$.
3. La basse de Tefna est d'une capacité de $13202m^3/j$, en cas d'arrêt de la station de dessalement la ville sera alimentée à partir de la basse Tefna.
4. Les eaux souterraines ou forages source, puits, est d'une capacité de $11677m^3 /j$.

II.11.Grands périmètres irrigués :

La wilaya d'Ain Témouchent ne compte aucun grand périmètre irrigué (GPI); l'irrigation est assurée uniquement par la petite et moyenne hydraulique (PMH). (DSA, 2017)

II.11.1. Inventaire PMH de 1969 :

La PMH concerne l'irrigation individuelle et collective en dehors des GPI. L'étude d'inventaire réalisée en 1969 par SOGREAH-SOGETHA n'avait identifié aucun périmètre collectif ; l'étude réalisée en 2008 n'a recensé aucun périmètre collectif fonctionnel

II.12.Ouvrages principaux :**Tableau 15 : retenues collinaires et petits barrages en exploitation :**

Nom de l'Ouvrage	Commune	Capacité (HM ³)	Taux d'env (%)	Sup.Irri2016-2017 (Ha)	Nature de gestion	
					Organisme gestion	Nature juridique
Petit Barrage O/Sidi Ameer	Ouled El Kihal	1.50	75	365	Association agréée Active	EAC
Retenue Collinaire O/Bouguadra	El Malah	0.404	10	280	Association agréée non active	EAC
Retenue Collinaire O/Ain Guemmal	Aghlal	0.237	30	220	Néant	EAC
Petit Barrage O/Michemiche	Aghlal	0.300	60	180	Néant	EAC
Petit Barrage O/Sidi Haddouche	Ain Kihal	0.520	50	320	Néant	EAC+Privé
Petit Barrage O/Bendjelloul	Oualhaca	0.962	40	380	Association agréée non active	Privé
Petit Barrage O/Sekkane	Ain Tolba	0.547	70	190	Ferme pilote active	Ferme pilote
Petit Barrage O/Mekhaissia	Sidi Ben Adda	2.96	10	557	Association agréée Active	EAC+Privé
Retenue Collinaire O/OuledAzzouz	Sidi Ourieche	0.110	10	100	Néant	Privé
Petit Barrage O/Kolla	Hassasna	0.400	20	80	Association agréée non active	EAC+Privé
Petit Barrage Chaabat El Hamra	Aghlal	0.180	20	150	Néant	EAC+Privé

Source :DRE ,2018

II.12.2.Prélèvements en oued :

Les prises à partir du fil de l'eau sont concentrées principalement au niveau de 02 oueds drainant les eaux superficielles à travers le territoire de la wilaya, qu'il s'agit d'Oued Tafna qui est alimenté à partir des lâchées du barrage Hammam Boughrara, et Oued El Malah qui provient de la résurgence des eaux souterraines au niveau du cours d'eau.

II.12.3.Prélèvements sur aquifères :**II.12.3.1.Les puits et les forages :**

Suivant le recensement qui effectué par la DSA Le nombre total des autorisations des eaux souterraines dans période 2015 et 2017 est de 553 autorisations.

Tableau 16: Autorisation de captages des eaux souterraines

Année	Nombres de Forages		Nombres de Puits		Nombre Total d'autorisation
	Autorisés	Réalisés	Autorisés	réalisés	
2015	96	08	11	03	107
2016	242	13	25	20	267
2017	167	74	12	73	179
Total	505	95	48	96	553

N.B : 06 forages publics utilisés au paravent pour l'AEP suite à la couverture en eau de dessalement étaient affectés aux services agricoles, et qui ont fait l'objet d'une concession à des associations d'agriculteurs.

Tableau 17 : Forages publics affectés aux services agricoles

N°	Nom du forage	Commune	Année de mise concession	Débit d'exploitation (l/s)	Capacité d'irrigation (Ha)
01	Forage A.T 2	Terga	2009	12	60
02	Forage Ammi	H. Bouhadjar	2014	6	30
03	Forage Sidi BoumedienneBoum	Sidi Boumedienne	2017	3	15
04	Forage Sidi Boudia	Ain Kihal	2015	5	25
05	Forage Ain Kihal V	Ain Kihal	2017	11	55
06	Forage Faïd El	Ain Temouchent	2017	12	60
	TOTAL			62	245

Source : DSA2017

II.12.3.2. Les captages de source :

Ain Temouchent représenter sur le totale des points d'eau par un pourcentage de 2%, ces sources sont situées dans la région de la plaine et coteaux d'Ain Temouchent –M'leta environ de 99%, et ne permet d'irriguer que 139 Ha de la superficie agricole utile totale répartie dans les communes suivantes : Chentouf 74 ha, Chabat El Ham 64 ha, Boudjamaa 1 Ha. Et la région des monts Tessala Béni chougrane compte seulement une source qui se trouve à Ain Kihal.

II.12.3.3. Station d'épuration et lagunage :**Tableau18 : Situation de l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation**

Localité	Procédé d'épuration	Capacité m ³ /j	Superficie irrigable équivalente (Ha)	Organisme gestionnaire	date de mise en service
Emir AEK	Lagunage naturel	287	45	ONA	2005
A.Larbaa	Lagunage naturel avec station de relevage	1892	105	ONA	2005
Sidi Safi	Lagunage naturel	902	85	ONA	2007
El Amria	Lagunage naturel avec station de relevage	2455	245	ONA	2007
Hassi.EIGHella	Lagunage naturel avec station de relevage	1662	165	ONA	2007
El-Maleh	Lagunage naturel avec station de relevage	1880	135	ONA	2007
Ain Temouchent	Epuration par boues activées à faible charge	11215	800	ONA	2013
Ain Tolba	Epuration par oxydation alternée	272	125	ONA	2013
Bouzedjar	Epuration par boues activées à faible charge	481	220	ONA	2013
Total		21046	1925		

Avec le programme d'irrigation des terres cultivées par réutilisation des eaux usées traitées, cette technique est limitée seulement sur 06 lagunages naturels. La superficie irriguée à partir des 06 Stations de lagunage est nulle (Analyses des eaux épurées dépassent les normes).

L'extension est prévue à partir de 04 STEP 03 existants (A.Temouchent, Bouzedjar et Ain Tolba) et 01 est en cours de réalisation (A-Kihal).

II.13. Schéma de distribution des eaux d'irrigation :

Il n'existe aucun périmètre collectif irrigué fonctionnel dans la région D'Ain Témouchent, sauf le mode d'irrigation individuelle, la distribution de l'eau pour l'usage d'irrigation comparés à la ressource en eau de surface et en eau souterraine , par considération de la figure N° on constate que la plus part des ouvrages hydrauliques sont les puits .localisés dans la région de littorale de Tlemecanis principalement dans la commune de sidi Ourièche et la région de plain et coteaux d'Ain Témouchent M'leta , les zones d'irrigation répartie généralement dans les deux régions susmentionné. (Doua et Asseila ,2015)

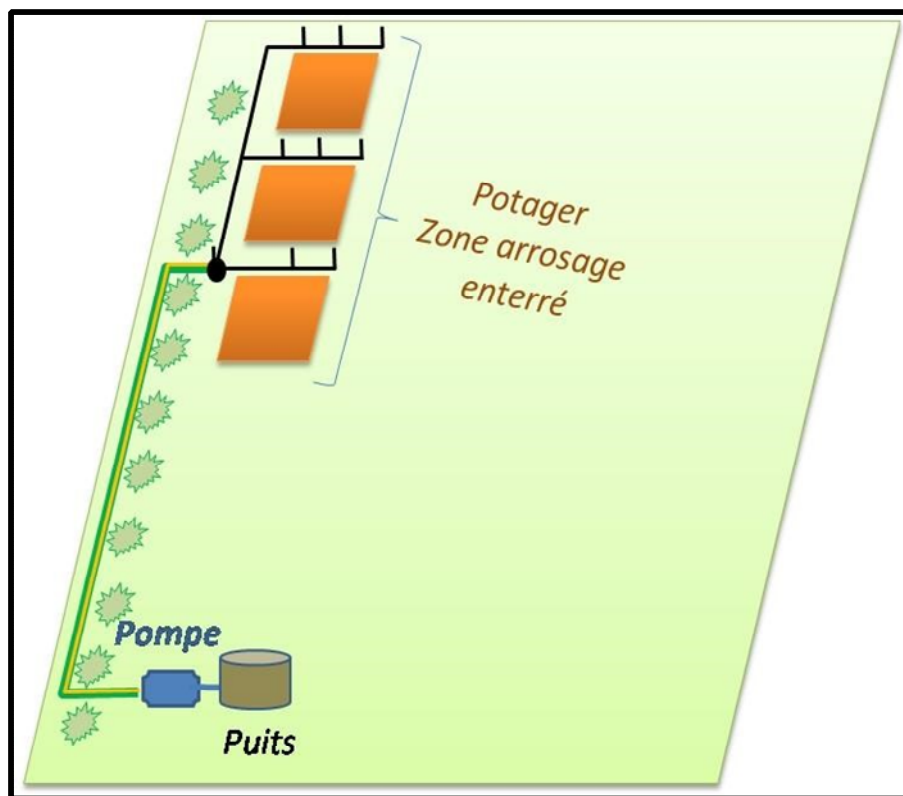


Figure 20 :Exemple du schéma de distribution l'eau d'irrigation de la région d'Ain Temouchent

Chapitre III :

Résultats et observation



III.1.Choix d'un terrain d'enquête :

Pour l'enquête auprès des agriculteurs, nous avons choisi des parcelles agricoles équipées par des systèmes d'irrigation économiques en eau garantissant l'amélioration des rendements agricoles. La population visée par l'enquête est celle des agriculteurs, des agents de la direction du service agricole et la direction des ressources en eau.

III.2.Méthode d'enquête :

- Exploitation de la zone d'étude
- Questionnaire
- Collectes des données

III.3.Délimitation de la zone d'étude :

La délimitation de la zone d'étude a été faite sur des cartes topographiques et utilisant du logiciel Google Earth, à l'aide des données prises au moyen du GPS. Cette délimitation a été complétée par des observations lors des visites sur le site. Elle a permis de mieux situer la zone d'étude.

A. Exploitation de la zone d'étude :

Dans cette partie, l'emphase a été surtout mise sur des visites de terrain et les observations directes. Au cours de ces visites, tout le périmètre a été parcouru afin d'identifier les systèmes de cultures sur place et de comprendre le mode de mise en valeur. Cette démarche a permis aussi d'avoir une idée globale de la topographie de l'aire d'étude et de prendre contact avec certains agriculteurs.

B. Questionnaires :

L'enquête par questionnaire a concerné les nombreux agriculteurs. Cette technique d'enquête nous a permis de recueillir des informations précises. Ce questionnaire comporte des questions à choix multiples. Ces questions ont été élaborées en fonction des objectifs, des hypothèses et des questions de recherche de cette étude.

Nos questions portaient sur l'information du sujet traité et la réalité du secteur d'irrigation, leurs contenus s'articulent autour des aspects suivants :

- Identification de l'étude.
- La pratique d'irrigation.
- Origine et qualité de l'eau d'irrigation.

Les questionnaires destinés aux agriculteurs s'articulent sur :

- La pratique d'irrigation.
- Type des systèmes utilisés.
- Que remarquez-vous sur vos systèmes d'irrigation.

C. Collecte des données :

Les données collectés ont pour objectif d'analyser et les différents systèmes d'irrigation.

Cette collecte comprend :

- Evaluation les ressources en eau de la région.
- Pour protéger les ressources en eau.

A travers cette enquête nous essayerons de parler sur la gestion rationnelle des eaux d'irrigation dans la région d'Ain Temouchent notre étude déroule sursystème d'irrigation économiseur d'eau niveaux des parcelles, types des cultures irriguer, les superficies irriguées pour chaque techniques, qualité et origine d'eau d'irrigation.

III.1.1 .Choix de la zone d'enquête :

Nos zones d'études sont localisées au niveau de trois exploitations agricoles.Situées dans la wilaya d'Ain T'émouchent.

1. Exploitation agricole appartenant à Mr Abdi Hamid (figure 21), située dans la commune Terga ; daïra El Malah, d'une superficietotale de 23Ha

Cette exploitation est occupée par une plantation de vigne de table :

victoria (pergola) d'une superficie 10Ha soit 173plts /Ha et une arboriculture 10Ha d'agrumes dont :

- Variété Naveria (précoce) :05Ha en semi intensif 650plts/Ha
- Variété Ernandia (tardive) :05 Ha en semi intensif 650plts/Ha Irriguées par un système goutte à goutte



**Figure 21 : Exploitation Agricole appartenant à Mr Abdi Hamid
(Google Earth)**



Figure 22 : Exploitation agricole appartenant à Mr Abdi Hamid

Les infrastructures et les équipements hydraulique et de travaux du sol de l'exploitation agricole qui appartenant à Mr Abdi Hamid sont rassemblés dans le tableau 27

Tableau 19 : les infrastructures et les équipements hydraulique et de travaux du sol de l'exploitation agricole qui appartenant à Mr Abdi Hamid

Infrastructure	Equipement hydraulique et de travaux du sol
01 bâtiment d'exploitation	01réseau de goutte à goutte pour 30Ha
02puits 7l/s-8l/s	01équipement de pompage (horizontale et verticale)
01bassin en géo membrane 15000m ³	01tracteur pneumatique et matériels aratoires
01mini station dessalement	

Source : DSA, 2017

1.1. Nature juridique de l'exploitation : Exploitation privé

1.2. Cout de l'investissement :

- Plantation des agrumes (10 ha) :7.500.000DA
- Plantations viticoles (10 Ha) :16.000.000HA
- Bassin en géo membrane 15000 m³ :3.000.000DA
- Forage et équipement (150ml) :1.440.000DA
- Réseau goutte à goutte + équipement (20 Ha) :8.000.000DA
- 01 Tp 85 CV Et matériel aratoire : 3.000.000DA
- Mini station de dessalement d'une capacité de 430 m³ /j à 0.12 mmol : 9.000.000DA

1.3. Emplois :

- 10 permanents et 25 saisonniers

1.4. Contribution de l'exploitation :

Amélioration des niveaux de production par introduction des nouvelles techniques (pergola et goutte à goutte) et l'utilisation plants performants.

Production des fruits de nouvelles variétés d'agrumes au niveau de la wilaya valorisation des produits agricoles.

2 : Exploitation agricole appartenant à Mr Larbi Abdeljalil (figure23), située dans la commune Chaabat El Ham ; daïra El Malah, d'une superficie totale de 33Ha.

- Occupe une plantation d'arboriculture 22 Ha dont
- Prunier (santa rosa et golden japon) :02Ha
- Nectarine (Big Top) :08Ha
- Amandier : 03Ha
- Olivier : en masse : 04Ha
- En Isolé : 600pieds
- Agrumes (orogrande) :03Ha en intensif 1000plts/Ha
- Viticulture 10Ha :
- Variété Red Globe : 04Ha
- Variété Italia : 01Ha
- Variété Muscat : 02 Ha
- JPR de Table (pergola) :04 Ha
- Apiculture : 15 Ha Ruches



Figure 23 : Exploitation agricole appartenant à Mr Larbi Abdeljalil (Google Earth)

Les infrastructures et les équipements hydrauliques et de travaux du sol de l'exploitation agricoles appartenant à Mr Larbi Abdeljelil sont rassemblés dans le tableau 28.

Tableau 20 : les infrastructures et les équipements hydrauliques et de travaux du sol de l'exploitation agricoles appartenant à Mr Larbi Abdeljelil

Infrastructure	Equipement hydraulique et de travaux du sol
02batiment d'exploitation 1.200m ²	01réseau de goutte à goutte pour 18.5Ha
01 forage 12 l/s	01équipement de pompage (moteur + tuyau)
02bassin en géo membrane37.500m ³	02tracteurs pneumatiques et matériels tractés

Source : DSA, 2017

B.1. Nature juridique de l'exploitation : EAI (individuel)

B.2. Soutient de l'état :

- Plantation arboricoles (09.5Ha) :780.000DA
- Plantation oléicole (02 Ha) :40.000DA
- Plantation viticoles (01Ha) :130.000DA
- Bassin géo membrane 4500 m³ :400.000DA
- Forage et équipement (150 ml) :940.000DA
- Réseau goutte à goutte (22.5Ha) :2.792.550DA
- 01 Tp 65 Cv /282.890DA
- Matériel d'accompagnement (05) :100.000DA
- Montant globale du soutien de l'état : 5.465.440 DA

B.3. Emplois :

- 10 permanents et 30 saisonniers

B.4. Contribution de l'exploitation :

Amélioration des niveaux de production par introduction des nouvelles techniques (pergola et goutte à goutte) et l'utilisation plants performants.

Production des fruits de nouvelles variétés au niveau de la wilaya.

3. Exploitation agricole appartenant à Mr Messaoudi Achour : (figure24) située dans la commune Chaabat El Ham ; daïra El Malah, d'une superficie totale de18.5Ha



**Figure 24 : Exploitation Agricole appartenant à Mr Messaoudi Achour
(Google Earth)**



Figure 25 : Exploitation agricole de la vigne de table



Figure 26 : Exploitation agricole de la vigne de table

Les infrastructures et les équipements hydraulique et de travaux du sol de l'exploitation agricoles qui appartenant à Mr Messaoudi Achour sont rassemblés dans le tableau 29.

Tableau 21: les infrastructures et les équipements hydraulique et de travaux du sol de l'exploitation agricoles qui appartenant à Mr Messaoudi Achour

Infrastructure	Equipement hydraulique et de travaux du sol
01 bâtiment d'exploitation 200m ²	01 réseau de goutte à goutte pour 30Ha
01 forage 12 l/s	01 équipement de pompage (moteur + tuyau)
01 bassin en géo membrane 4500m ³	01 tracteur pneumatique et matériel tractés
01 station météo (informatisée)	

Source : DSA, 2017

3.1. Nature juridique de l'exploitation : EAI (individuel)

3.2. Soutient de l'état :

- Station de tête avec filtre : 35.700.00 DA
- Réseau goutte à goutte : 411.788.00 DA
- Filet de protection : 3.850.411.50 DA
- Aménagement et réfection de bâtiment d'élevage avicole : 1000.000.00DA

3.3. Emplois :

- 05 permanents et 15 saisonniers

3.4. Contribution de l'exploitation :

Amélioration des niveaux de production par introduction des nouvelles techniques (pergola et Goutte à goutte) et l'utilisation plants performants.

Production des fruits de nouvelles variétés (précoces et tardives) au niveau de la wilaya.

Les infrastructures et les équipements hydrauliques et de travaux du sol de l'exploitation agricoles sont dans les figures (26 à 32).

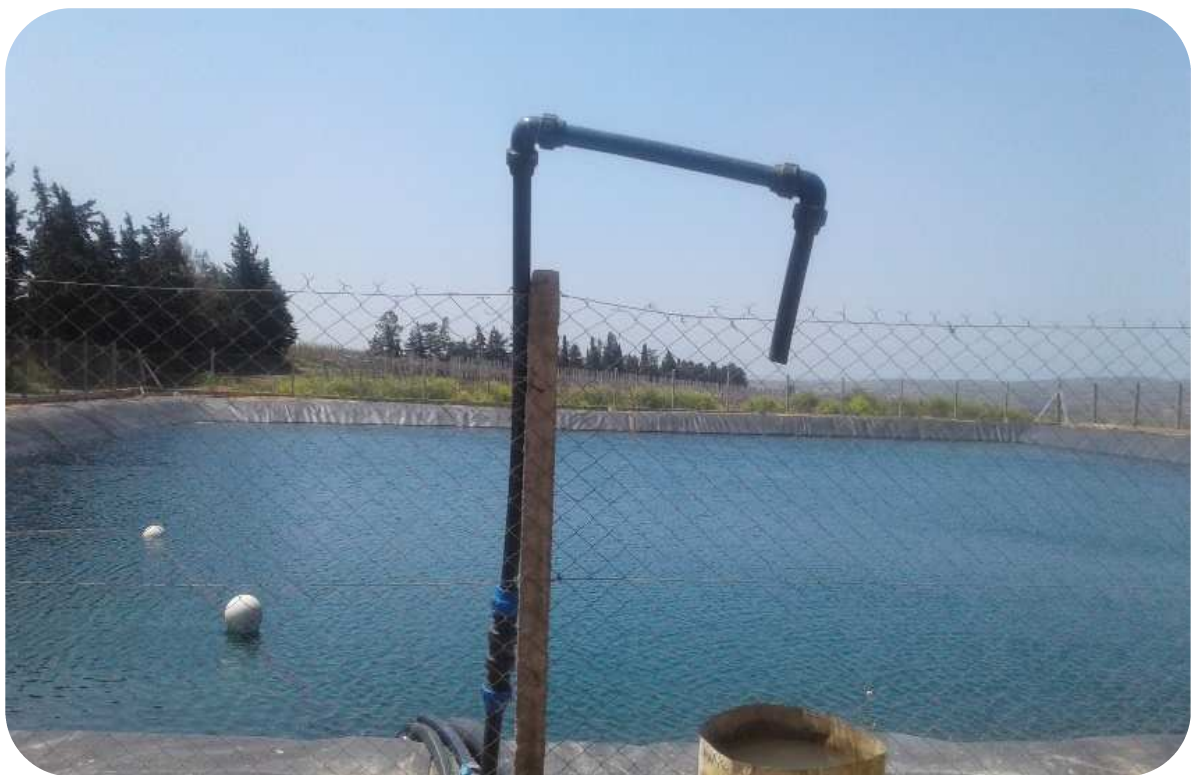


Figure 27 : Bassin géo membrane



Figure28 : filtres à sable



Figure29 : station de tête



Figure30 : injecteur d'engrais



Figure 31 : Bassin géo membrane



Figure32 : pompe horizontale



Figure 33 : pompe verticale

I.1. Résultats et discussions :

Toutes les données collectées ne seront pas forcément pertinentes pour l'analyse .pour cela nous les avons triées pour ne retenir que celles qui répondent aux objectifs tracés, de telle sorte à procéder dans cette partie à une présentation des résultats, leur analyse suivie au fur et à mesure de leur interprétation.

I.2. Enquête exploratoire :

L'économie d'eau est un facteur déterminant pour les agriculteurs. Alors ils cherchent d'améliorer les systèmes d'irrigation les connaître est le seul moyen pour réaliser ceci.

I.3. Collecte des données :

À partir de la donnée collectée au niveau de la DSA, nous avons constaté que la faiblesse de la productivité agricole est, largement, expliquée par le fait qu'elle est soumise aux conditions climatiques prévalentes, une agriculture sous pluie. Ce type d'agriculture subit de fait de l'irrégularité inter et intra-annuelle du régime des précipitations et du stress hydrique qui affecte la culture durant son cycle végétatif. Cette pratique a rendu le rendement des produits agricoles très aléatoire d'une année à une autre et qui ne permet pas de satisfaire la demande croissante de la population.

En effet, l'axe principal de développement initié au niveau de notre wilaya demeure l'agriculture qui constitue le premier pourvoyeur en emploi compte tenu des potentialités appréciables en sol (SAU) qui est de l'ordre de **180 994 Ha**.

Néanmoins, la superficie agricole irriguée selon le bilan 2016/2017 est estimée à **9493 Ha** soit **5,24%** de la SAU environ ce qui représente un taux très insignifiant.

Toutefois, les différentes actions initiées par les pouvoirs publics dans ce domaine demeurent tributaires de la disponibilité en eau, facteur indispensable de toute dynamique de développement.

À cet effet, les Directions des Ressources en Eau et des Services Agricoles, ont tracé conjointement des objectifs prospectifs dans le cadre du programme de déglobulisation de l'économie de l'eau 2015-2019, initié par les deux ministères (Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural et le Ministère des Ressources en Eau) visant essentiellement à augmenter la superficie agricole irriguée notamment les cultures stratégiques tel que la céréaliculture, afin d'arriver en 2019 au seuil de **7650 Ha** sur l'ensemble du territoire de la wilaya, objectif largement dépassé en 2016 avec une superficie irriguée de **8820 Ha** .

Concernant le Le plan d'action envisagé consiste à :

1. Rationaliser l'exploitation de toutes les ressources d'eau existantes (Petits barrages, retenues collinaires, forages, puits, sources et fil d'eau d'Oued).
2. Programmer la création de nouvelles ressources d'eaux à travers :
 - La réalisation des ouvrages de mobilisation des eaux superficielles ;
 - La délivrance des autorisations de captage des eaux souterraines ;
 - La délivrance des autorisations d'irrigation à partir des fils d'eau d'Oued ;

-L'exploitation des eaux usées épurées conformément aux arrêtés interministériels du 02 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées et les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.

III.5.Reconversion en système d'irrigation économiseur d'eau niveaux des parcelles :

Tableau 22 : déglobalisation par système d'irrigation :

wilaya		Système gravitaire		Système Aspersion		Système Goutte à Goutte		Superficie Total (Ha)
		Sup Irri(Ha)	Taux %	Sup Irr (Ha)	Taux %	Sup Irr (Ha)	Taux %	
Année 2015	Objectif	2 678	-	1 069	-	1 933	-	5 680
	réalisé	1 862	29	2 399	38	2 082	33	6 343
Année 2016	Objectif	2 714	-	1 115	-	2 171	-	6 000
	réalisé	2 416	27	3 817	43	2 587	30	8 820
Année 2017	Objectif	2 772	-	1 194	-	2 374	-	6 340
	réalisé	2 123	22	3 771	40	3 599	38	9 493

(Source : DSA, 2017)

D'après le tableau on constate une réduction significative du système gravitaire qui favorise le gaspillage et la déperdition de la ressource en eau de **29 %** en 2015 à **22 %** en 2017 et que les techniques économiseurs d'eau tel que l'Aspersion et le goutte à goutte ont été augmentées respectivement de **33% à 38%**

Cette refonte généralisée du système d'irrigation est conduite par une prise de conscience chez les agriculteurs dans le but de réduire, d'une part, les coûts d'investissement des produits agricoles, et d'autre part, de maîtriser et mieux organiser le travail de la sole irriguée.

Dans ce contexte, il convient de signaler à titre d'exemple le cas du Petit **Barrage Mekhaissia** qui dispose d'une capacité d'irrigation théorique de **400 Ha**, alors qu'en 2017 on a enregistré une superficie irriguée réelle de **557 Ha**, et ce grâce à la conversion du système d'irrigation en goutte à goutte et/ou en aspersion.

On terme d'irrigation d'appoint des céréales il est à signaler que l'irrigation d'appoint appliquée à la céréaliculture a atteint un chiffre record durant l'année agricole 2015/2016 avec un chiffre de 1870 ha, et ce grâce au programme de soutien initié par les pouvoirs publiques par la délivrance des Kit d'aspersion pour les agricultures possédant des points d'eau. Le tableau suivant représente la Réalisation d'irrigation d'appoint des céréales a compagne 2014-2015 jusqu'au 2018-2019

**Tableau 23 : Réalisation d'irrigation d'appoint des céréales a compagne
2014-2015 jusqu'au 2018-2019**

Campagnes	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018-2019
Objectif (ha)	700	800	1900	1000	1200
Réalisation (ha)	300	1 870	1600	-	-

La réutilisation des eaux usées épurées qui constitue à la fois un instrument pour économiser les ressources en eau et un moyen de protection, en réduisant la pollution résiduelle engendrée par l'activité de l'assainissement.

Elle contribue aussi à améliorer la qualité des milieux récepteurs, et notamment les oueds, plages et les nappes phréatiques.

Cependant, le plan prévisionnel du programme de déglobalisation de l'économie de l'eau estime une extension d'une superficie irriguée de 857 Ha à partir de la réutilisation des eaux usées épurées et ce, à l'horizon 2019.

D'autre part, pas moins de 135 Ha de terres agricoles ont été irrigués, l'année 2015, à partir de la STEP de la ville d'AinTemouchent. Les cultures pratiquées étant essentiellement la céréaliculture, l'arboriculture (l'Oliviers) et la pomme de terre de semence.

Dans le même contexte, il y a lieu de signaler qu'une association des irrigants à partir de cette STEP a été créée récemment pour irriguer une superficie agricole dépassant les 400 Ha.

Une autre STEP est en cours de réalisation à Ain Kihal pour un volume d'eau épurée de 1600 m³/j

A l'horizon 2019 la capacité d'épuration pourrait passer à 24000 m³/

Evaluation des superficies irriguées (Ha) 2015 et 2016 :

Les chiffres affichés dans le tableau suivant montrent clairement les taux de réalisation.

Tableau 24: Taux de réalisation durant les années 2015 et 2016

Année	Superficie irriguée (Ha)		Taux de réalisation (%)	Observation
	Objectif	Réalisation		
2010	-	3 758	-	Année de base
2015	5 680	6 343	112	L'objectif tracé est largement dépassé
2016	6 000	8 820	147	L'objectif tracé est largement dépassé

2017	-	9493	-	L'objectif tracé est largement dépassé
------	---	-------------	---	--

Cependant, la superficie irriguée a été augmentée de 3758 Ha en (2010) à 8820 Ha en (2016) soit un taux d'accroissement de 135 %.

L'objectif compté durant ce 2010-2017 est d'atteindre une superficie agricole irriguée de 7650 Ha à l'horizon 2019. Cet objectif, a été largement dépassé en année 2016 par une réalisation de 8820 Ha.

Cette amélioration est évidemment atteinte principalement grâce aux actions de sensibilisation avec la rationalisation de l'exploitation de toutes les ressources d'eau existantes et aussi avec la mise en place d'un système d'irrigation moderne, économiseur d'eau et mieux organisé.

Nous avons noté que Le volume total brut ruisselé annuel sur l'ensemble de la Wilaya, calculé à partir de la lame d'eau ruisselée, est de **57Hm³**. Le volume mobilisable est estimé à environ **4 hm³**.

Il existe 11 infrastructures hydrauliques au niveau de la Wilaya entre petits barrages et retenues collinaires d'une capacité théorique totale de **8 hm³**.

Compte tenu du taux d'envasement moyen de ces ouvrages estimé à **50%**, le volume régularisé globale est environ **4 Hm³**, bien que toutes destinées à l'irrigation, elles permettent d'irriguer une superficie agricole de 800Ha au total.

Néanmoins, la superficie réellement irriguée à partir de ces ouvrages hydrauliques selon le bilan 2016/2017, avoisine les **588 Ha**, du fait principalement :

- De la mauvaise gestion de ces ouvrages (manque organisme de gestion) ;
- D'insuffisance de moyens d'irrigation ;
- Désintéressement des agriculteurs à se constituer en association d'irrigants, tel que le cas de la retenue collinaire Chaabat El Hamra (Aghlal) et le petit barrage O/Kolla (Hassasna)

Ainsi Un programme de réhabilitation a été lancé en 2016 visant à réhabiliter 07 petits barrages et retenues collinaires à travers la wilaya dans le but de conforter ces ouvrages pour augmenter leur durée de vie, d'une part, et d'augmenter ainsi les superficies irriguées, d'autre part.

- La réhabilitation de ces ouvrages est en cours avec un taux d'avancement de 50%

Tableau 25: Petits barrages et retenues collinaires en cours de réhabilitation

N°	Nom de l'ouvrage	Commune	Capacités (Hm3)	Superficie à irriguer (Ha)	Etat de l'ouvrage
1	P.B O/SidiAmeur	Ouled Kihal	1,50	365	Travaux de réhabilitation en cours de lancement
2	P.B O/Michemiche	Aghlal	0,300	180	Travaux de réhabilitation en cours
3	P.B O/Sidi Haddouche	Ain Kihal	0,520	320	Travaux de réhabilitation en cours

Total	2.320	865	
--------------	--------------	------------	--

- L'achèvement de ces ouvrages qui est projeté en 2018 et avec une exploitation convenable, nous permettra d'augmenter une superficie agricole irriguée de 689 Ha supplémentaires.

Tableau 26 : Petits barrages et retenues collinaires en cours de réalisation

N°	Nom de l'ouvrage	Commune	Capacités (Hm ³)	Superficie à irriguer Ha	Année prévisionnelle de mise en service
1	P.B O/Besbes	Sidi Boumediene	1,612	300	2018
2	P.B O/Ghassoul	Tamazourah	1,900	400	2018
	Total		3,512	700	-

Source : DSA2017

Par ailleurs nous constatant que la prise de conscience chez les agriculteurs quant à l'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation se développe davantage dans la Wilaya, notamment après la mise en vigueur des circulaires interministérielles relatives aux types de cultures et les normes de qualité des eaux usées épurées destinées à l'irrigation.

En effet, La capacité volumétrique actuelle est de 12000 m³/j, si on tient compte uniquement des 03 stations d'épurations opérationnelles (STEP Ain Temouchent, Ain Tolba et Bouzedjar).Elles devraient permettre l'irrigation d'environ 740 ha.

Néanmoins, les eaux usées épurées des 06 stations de lagunage existantes ne peuvent être réutilisées pour l'irrigation car les résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques effectués par l'ONA ont donnés des valeurs dépassant largement les normes admissibles spécifiques à l'irrigation qui est comme suit :

- **MES** :< 30 mg/l
- **DBO₅** :< 30 mg/l
- **DCO** : < 90 mg/l

La gestion rationnelle des eaux d'irrigation dans la région d'Ain Temouchent a constitué une évolution des systèmes d'irrigation économisatrice en eau leur avantage est économie agricole qui serve à améliorer l'efficience et l'intensité d'irrigation .Et alors l'augmentation des rendements agricole.

Le guidage d'irrigation et la gestion rationnelle de l'eau permet de garantir l'économisassions et la valorisation idéal de l'eau c'est de retour à les efforts de l'état et la sensibilisation des irrigants et l'utilisation des techniques d'irrigation qui permet de lutter le gaspillage d'eau et empêcher les baisses des rendements .

Conclusion

A partir de ce présent travail, nous avons étudié le mode de gestion des eaux d'irrigation utilisés dans la région d'Ain Témouchent. Cette question revêt une grande importance en raison de la forte demande résultant des activités agricoles dans la région.

Une analyse de l'état actuel du mode d'irrigation à travers des exploitations de la région d'Ain Témouchent, nous a permis de mettre en relief les contraintes suivantes :

Une réduction significative du système gravitaire qui favorise le gaspillage et la déperdition de la ressource en eau de **29 %** en 2015 à **22 %** en 2017 et que les techniques économiseurs d'eau tel que l'Aspersion et le goutte à goutte ont augmenté respectivement de **33% à 38%**. Cette refonte généralisée du système d'irrigation est conduite par une prise de conscience chez les agriculteurs dans le but de réduire, d'une part, les coûts d'investissement des produits agricoles, et d'autre part, de maîtriser et mieux organiser le travail de la sole irriguée. Cette refonte généralisée du système d'irrigation est conduite par une prise de conscience chez les agriculteurs dans le but de réduire, d'une part, les coûts d'investissement des produits agricoles, et d'autre part, de maîtriser et mieux organiser le travail de la sole irriguée. Le choix des techniques de modernisation et d'amélioration des modes d'irrigation doit prendre en considération certains aspects : la reconversion vers la micro irrigation n'est pas la solution unique (difficulté à mettre en œuvre, problèmes techniques nombreux, efficacité...).

Référence bibliographique :

Diop M, Dolo K, 2013, Etude des aménagements hydro agricoles dans la wilaya d'Ain temouchent.

Filali, B, A, 2003, les pratiques de l'irrigation :les pratiques d'irrigation dans les pays du Maghreb, quelle durabilité ?

ZellaL,SmadhiD, 2007.Evolution de l'irrigation,université Blida, Algerie.

Jean-Noël Salomon, 2006. Les dangers de l'irrigation, Avantages d'irrigation

M, Touhari F,Rahmouni A, 2008. Réutilisation des eaux usées épurées de la STEP d'Ain Defla à des fins agricoles Mehaiguene.

HANNACHI A, GHARZOULI R, DJELLOULI TABET Y, 2014. GESTION ET VALORISATION DES EAUX USEES EN ALGERIE, SITUATION DE L'IRRIGATION EN ALGERIE, université Farhat Abbas Sètif ,Algerie.

Isabelle Couture, 2004. ANALYSE D'EAU POUR FIN D'IRRIGATION, MabaqMeterigie-Est.

Benblidia M, 2011. L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM, Etude nationale, Algérie, 2011, 9-12

Jensen ME ,1983 .(ed).design and operation of farm irrigation systems. Revisedparinting .
Lenntech B.V. All rightsreserved Copyright © 1998-2018

Mohamed G, Kamel G, Hatem B,2003. INFLUENCE DE L'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE PAR DES EAUX CHARGEES SUR UN SOL LEGER, Institut de l'Olivier, Sfax, Tunisie

Djaba H, 2010.ressource en eau, gestion intégrée, environnement et développement durable mémoire magister Ressource en eau et perspectif de gestion intégrée dans le bassin versant de Medjerda (Souk Ahras, Nord-Est D'Algérie- université Badji Mokhtar Annaba.

République algérienne démocratique et populaire, Ministère de l'agriculture et de développement rural, Direction de développement agricole dans les zones arides et semi-arides, 2014, PROGRAMME DE L'ECONOMIE DE L'EAU 2010 – 2014 Objectifs & Impacts

Patrice T, 2003.L'importance d'une irrigation adéquate dans la culture de la pomme de terre, rentabilité de l'irrigation

Brouwer c, 1990, GESTION DES EAUX EN IRRIGATION Manuel de formation n° 5 Méthodes d'irrigation

Madi F, 2016, Mémoire Etude comparative entre deux techniques d'irrigation par goutte à goutte et par aspersion, centre universitaire d'Ain Temouchent.

RobertoN, 2004, LA FERTILISATION COMBINEE A L'IRRIGATION (IRRIGATION FERTILISANTE), université College London.

Kassira M, 2013, conception d'un projet d'irrigation, Guide pratique pour l'investissement en irrigation .Ed,2000.

Alain Arrufat,2015, CivamBio 66 -Extraits de formations sur l'irrigation en maraîchage biologique,

Naïo technologie, 2016,Irrigation : déterminez les besoins en eau des cultures et les stocks d'eau disponibles

Anharammarboudjelal, 2017, écoles nationales supérieures agronomique el harrach.

Les sites web

<http://www.eau-artois-picardie.fr/article.php3?idarticle=14>

<https://wikiwater.fr/e52-les-techniques-d-irrigation>

<https://www.lenntech.fr/applications/irrigation/irrigation/eau-irrigation.htm-#ixzz5F5XqQepg>

<http://www.divaplastiques.com/nos-produits/stockage-en-geomembrane/bassin-dirrigation>

<http://soverdi.fr> Les 5 points clés pour bien choisir son système d'irrigation

الملخص

نظرا لعدم كفاية هطول الأمطار فستكون هناك حاجة إلى الري من أجل تغطية الاحتياجات المائية للمحاصيل وتحسين غلة المحاصيل. الغرض من دراستنا هو تسليط الضوء على الحاجة إلى الإدارة الرشيدة لمياه الري التي تتطلب مكافحة الفاقد وفقدان المياه بكافة أشكالها. في هذا السياق درسنا طرق الري المختلفة التي تمارس في منطقة عين تموشنت من أجل تقييم تأثيرها على تطور هذه المادة الثمينة. النتائج التي تم الحصول عليها مقنعة ارتفاع الضغط في المنطقة بفضل التوزيع الأكثر كفاءة بما يرضي احتياجات المحاصيل المائية المعدات في أنظمة توفير المياه التي تستخدم أكثر وأكثر. المصطلحات الرئيسية الموارد المائية الإدارة الرشيدة الري عين تموشنت.

Abstract :

Due to insufficient rainfall in the Ain Temouchent area, irrigation would be needed to cover crop water requirements and improve yields.

The purpose of our study is to highlight the need for rational management of irrigation water that requires the fight against wastage and loss of water in all its forms.

In this context, we studied the different irrigation methods practiced in the region of Ain Témouchent in order to evaluate their impact on the evolution of this precious commodity.

The results obtained are convincing: higher incomes in the region thanks to more efficient distribution, the satisfaction of crop water needs. Equipment in water-saving systems that is more used.

Keywords : water resources, rational management, irrigation, Ain Témouchent.